

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DO SOLO

**LEVANTAMENTO DOS SOLOS E AVALIAÇÃO DA APTIDÃO AGRÍCOLA
DAS TERRAS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO ARROIO FAXINAL**

Saulo Guilherme da Silva
(Dissertação de Mestrado)

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DO SOLO

**LEVANTAMENTO DOS SOLOS E AVALIAÇÃO DA APTIDÃO AGRÍCOLA
DAS TERRAS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO ARROIO FAXINAL**

Saulo Guilherme da Silva
Engenheiro Agrônomo (UFRRJ)

Dissertação apresentada como um
dos requisitos à obtenção do Grau
de Mestre em Ciência do Solo

Porto Alegre (RS) Brasil
Janeiro de 2022

CIP - Catalogação na Publicação

Silva, Saulo Guilherme da
Levantamento dos solos e avaliação da aptidão
agrícola das terras da bacia hidrográfica do Arroio
Faxinal / Saulo Guilherme da Silva. -- 2022.
88 f.
Orientador: Élvio Giasson.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do
Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Programa de
Pós-Graduação em Ciência do Solo, Porto Alegre, BR-RS,
2022.

1. Levantamento de solos. 2. Mapeamento de solos.
3. Classificação interpretativa de solos. 4. Uso da
terra. 5. Avaliação da terra. I. Giasson, Élvio,
orient. II. Título.

SAULO GUILHERME DA SILVA
Engenheiro Agrônomo (UFRRJ)

**LEVANTAMENTO DOS SOLOS E
AVALIAÇÃO DA APTIDÃO AGRÍCOLA DAS
TERRAS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO
ARROIO FAXINAL**

Submetida como parte dos requisitos para
obtenção do Grau de
MESTRE EM CIÊNCIA DO SOLO

Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo
Faculdade de Agronomia
Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Porto Alegre (RS), Brasil

Aprovada em: 20 de janeiro de 2022
Pela Banca Examinadora

Homologada em 27/06/2024
Por

Prof. TALES TIECHER
Coordenador do PPGCS

Dr. ÉLVIO GIASSON
Professor Orientador
UFRGS

Dr. GABRIEL DE ARAÚJO SANTOS
Membro
UFRRJ

Dr. PAULO CÉSAR DO NASCIMENTO
Membro
UFRGS

Dr. CARLOS GUSTAVO TORNQUIST
Membro
UFRGS

Prof. CARLOS ALBERTO BISSANI
Diretor da Faculdade de Agronomia

AGRADECIMENTOS

A Deus pela graça da vida, saúde e oportunidades concedidas.

Aos meus pais, Dalva e Guilherme, por todo o amor, suporte e incentivo aos estudos.

À minha esposa Márcia Regina Marques Amado, pelo amor e companhia ao longo da nossa jornada.

Aos meus filhos Aminthia, José Guilherme, Gabriel Antonio e Paulo Vitor, “presentes de Deus”.

Ao meu orientador, professor Élvio Giasson, pelo envolvimento e contribuição na dissertação.

Aos professores e funcionários do programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo (UFRGS), por proporcionar e manter cursos de elevado padrão técnico e científico.

Ao INCRA, pela concessão da licença para capacitação.

Aos professores da banca Carlos Gustavo Tornquist, Gabriel de Araújo Santos e Paulo César do Nascimento, pelas contribuições e aprimoramento do estudo.

Ao SAMAE, em nome do Engenheiro Agrônomo Volnei Dal Bosco, pela parceria no estudo.

Aos professores, funcionários e amigos do Instituto Santa Maria, Escola Agrotécnica Federal de Cáceres e Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro pela rica contribuição na minha formação escolar.

Aos meus colegas do grupo de pesquisa: Antony, Fabrício, Janderson, João Augusto e Ryshardson, pelo convívio e aprendizado.

Aos meus irmãos Saul, Sávio Amado e Salmo César, por estarmos sempre juntos nos momentos mais importantes de nossas vidas.

Aos “velhos” amigos, Luana, Flávio, Jairo e Zago, e aos novos amigos no Rio Grande, em especial à família Melo, de Lombrá Grande.

Àqueles que contribuíram para esta conquista e estão guardados no meu coração.

Muito obrigado!!!

LEVANTAMENTO DOS SOLOS E AVALIAÇÃO DA APTIDÃO AGRÍCOLA DAS TERRAS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO ARROIO FAXINAL¹

Autor: Saulo Guilherme da Silva

Orientador: Prof. Élvio Giasson

RESUMO

O levantamento de solos é fundamental para o planejamento, uso e ocupação racional das terras. Visando indicar o uso mais adequado das terras, foi realizado o levantamento detalhado dos solos da Bacia Hidrográfica do Arroio Faxinal, constituída por solos oriundos de rochas vulcânicas ácidas. No contexto de a bacia hidrográfica como unidade de planejamento territorial o relevo é o principal fator de formação dos solos. O uso de sistemas de informações geográficas, a partir da utilização de mapas temáticos básicos e MDE, possibilitam uma melhor compreensão das relações entre a paisagem e as classes de solo. Seguindo o modelo de relação solo-paisagem, utilizou-se o método convencional para o levantamento dos solos da bacia hidrográfica, contudo para superar o delineamento manual e para efeito comparativo adotou-se o mapeamento com auxílio do LandMapR, que emprega um delineamento semiautomático das unidades de mapeamento. Nos seus 6.426 hectares, foram mapeados, em diferentes fases de relevo, Cambissolos Háplicos, Neossolos Litólicos, Neossolos Regolíticos e Gleissolos Háplicos, constituindo quatro UMs. A avaliação da concordância entre os dois mapas produzidos foi de 32 % e o Índice Kappa foi de 17 %. A avaliação da aptidão agrícola das terras da Bacia Hidrográfica do Arroio Faxinal indica que 53,8 % são aptas para fruticultura e/ou silvicultura e/ou pastagem, 24,8 % aptas para culturas anuais/olericultura, 20,8 % aptas para pastagens e 0,6 % aptas para culturas anuais/olericultura e/ou pastagem. Foram definidas 6 subclasses de aptidão de uso, indicando as práticas de manejo e conservação requeridas para os diferentes tipos de uso.

Palavras-chave: levantamento de solos, mapeamento de solos, classificação interpretativa de solos, uso da terra, avaliação da terra.

¹ Dissertação de Mestrado em Ciência do Solo -- Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. (88 p.) -- Janeiro, 2022.

SOIL SURVEY AND EVALUATION OF THE AGRICULTURAL APTITUDE OF THE LAND IN THE FAXINAL STREAM WATERSHED²

Author: Saulo Guilherme da Silva

Adviser: Prof. Élvio Giasson

ABSTRACT

Soil surveys are fundamental for planning, use and rational occupation of the land. Aiming to indicate the most appropriate use of the land, a detailed survey of the soils of the Arroio Faxinal watershed, consisting of soils originating from acid volcanic rocks, was carried out. In the context of the watershed as a territorial planning unit, relief is the main factor in soil formation. The use of geographic information systems, with basic thematic maps and DEM, enables a better understanding of the relationship between landscape and soil classes. Following the soil-landscape relationship model, the conventional method was used to survey the soils of the watershed; however, to overcome the manual delineation and for comparison purposes, mapping was adopted with the help of LandMapR, which employs a semi-automatic delineation of the mapping units. In its 6,426 hectares, the four MUs were mapped, in different relief phases, with Cambisols, Leptosols, Regosols, and Gleysols. The agreement between the two maps was 32% and the Kappa index was 17%. The evaluation of the agricultural aptitude of the lands of the Arroio Faxinal Watershed indicates that 53.8 % are apt for fruit growing and/or forestry and/or pasture, 24.8 % are apt for annual crops/olericulture, 20.8 % are apt for pasture and 0.6 % are apt for annual crops/olericulture and/or pasture. Six subclasses of land use aptitude were defined, indicating the management and conservation practices required for the different types of use.

Keywords: soil survey, soil mapping, interpretative soil classification, land evaluation, land use.

² Master's Dissertation in Soil Science -- Soil Science Graduate Program, Agronomy Faculty, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, RS. (88 p.) -- January, 2022.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	11
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
2.1 Levantamento de solos	13
2.2 Relação solo-paisagem	17
2.3 Bacia hidrográfica como unidade de planejamento	18
2.4 Uso de geotecnologias como auxiliares no mapeamento de solo	19
2.5 Aplicação do programa LandMapR©Toolkit (LandMapR)	20
2.6 Classificação interpretativa de solos	20
3. OBJETIVOS	23
3.1 Objetivo Geral	23
3.2 Objetivos Específicos.....	23
4. MATERIAL E MÉTODOS	24
4.1 Localização e caracterização da área de estudo	24
4.2 Análises laboratoriais.....	27
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
5.1 Mapa convencional de solos	32
5.2 Mapa de solos elaborado com auxílio do LandMapR.....	38
5.3 Avaliação dos mapas de solos	40
5.4 Caracterização das UMs.....	43
5.4.1 CXba.....	43
5.4.2 CXba1	45
5.4.3 RLdl	48
5.4.4 GMbd	51
5.5 Avaliação da aptidão agrícola das terras.....	54
5.5.1 Definição do quadro-guia.....	54
6. CONCLUSÕES.....	59
REFERÊNCIAS	61
APÊNDICES	66
RESUMO BIOGRÁFICO	88

RELAÇÃO DE TABELAS

Tabela 1. Tipos de levantamentos de solos no Brasil	15
Tabela 2. Unidades de mapeamento de solos na Bacia Hidrográfica do Arroio Faxinal elaboradas pelo método convencional	36
Tabela 3. Demonstrativo de agrupamento das formas de relevo em unidades de mapeamento de solos.....	38
Tabela 4. Unidades de mapeamento na bacia do Faxinal elaboradas pelo método convencional com auxílio do LandMapR.....	39
Tabela 5. Matriz de erros comparando o mapa de solos da Bacia do Arroio Faxinal elaborado pelo método convencional com o mapa elaborado com auxílio do LandMapR	42
Tabela 6. Classes de declive das terras da Bacia Hidrográfica do Arroio Faxinal	54
Tabela 7. Classes de drenagem das terras da Bacia Hidrográfica do Arroio Faxinal	55
Tabela 8. Classes de profundidade das terras da Bacia Hidrográfica do Arroio Faxinal	55
Tabela 9. Classes e subclasses de aptidão da Bacia Hidrográfica do Arroio Faxinal	57
Tabela 10. Dados de análises físicas e químicas do P01	69
Tabela 11. Dados de análises físicas e químicas do P02.	72
Tabela 12. Dados de análises físicas e químicas do P03	75
Tabela 13. Dados de análises físicas e químicas do P04	78
Tabela 14. Dados de análises físicas e químicas do P05	81
Tabela 15. Dados de análises físicas e químicas do P06	84
Tabela 16. Dados de análises físicas e químicas do P07	87

RELAÇÃO DE FIGURAS

Figura 1. Localização da área da Bacia Hidrográfica do Arroio Faxinal.....	24
Figura 2. Mapa de solos da Bacia hidrográfica do Arroio Faxinal, na escala de 1:50.000.....	29
Figura 3. Mapa de declividade da Bacia Hidrográfica do Arroio Faxinal.	33
Figura 4. Mapa de formas do relevo da Bacia Hidrográfica do Arroio Faxinal.	34
Figura 5. Mapa de cobertura e uso da terra da Bacia Hidrográfica do Arroio Faxinal.	35
Figura 6. Mapa dos solos da Bacia do Arroio Faxinal elaborado pelo método convencional.....	37
Figura 7. Mapa dos solos da Bacia do Arroio Faxinal elaborado com auxílio do LandMapR.	41
Figura 8. Quadro-guia das terras da Bacia Hidrográfica do Arroio Faxinal e indicação das práticas conservacionistas correspondentes às subclasses de aptidão agrícola das terras.	56
Figura 9. Mapa de aptidão agrícola das terras da Bacia Hidrográfica do Arroio Faxinal.	58
Figura 10. Perfil 01 - CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Alumínico típico e paisagem da área de ocorrência.	68
Figura 11. Perfil 02 - CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Alumínico típico e paisagem da área de ocorrência.	71
Figura 12. Perfil 03 - NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico fragmentário e paisagem da área de ocorrência.	74
Figura 13. Perfil 04 - GLEISSOLO MELÂNICO Tb Distrófico léptico e paisagem da área de ocorrência.	77
Figura 14. Perfil 05 - CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Alumínico típico e paisagem da área de ocorrência.	80
Figura 15. Perfil 06 - NEOSSOLO REGOLÍTICO Distrófico típico e paisagem da área de ocorrência.	83
Figura 16. Perfil 07 - NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico e paisagem da área de ocorrência.	86

RELAÇÃO DE APÊNDICES

Apêndice 1. Descrição dos perfis de solos	66
--	-----------

RELAÇÃO DE ABREVIATURAS

Aa	Atividade da argila
ADA	Argila dispersa em água
AG	Acurácia geral
AM	Acurácia do mapeador
AU	Acurácia do usuário
CTC _{pH7,0}	Capacidade de Troca Catiônica a pH 7,0
CXba	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Alumínico Distrófico
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FAO	Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura
FRs	Forma de relevo
GF	Grau de flocculação
GPS	<i>Global Positioning System</i>
GMbdl	GLEISSOLO HÁPLICO Distrófico léptico
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
LiDAR	<i>Light Detection And Ranging</i>
MDE	Modelo Digital de Elevação
NRS	Núcleo Regional Sul
PNRH	Plano Nacional de Recursos Hídricos
RLdl	NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico fragmentários
RRd	NEOSSOLO REGOLÍTICO Distrófico típico
SAAAT	Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras
SAMAE	Sistema Autônomo Municipal de Água e Esgotos
SBCS	Sociedade Brasileira de Ciência do Solo
SCCU	Sistema de Classificação de Capacidade de Uso
SIG	Sistema de Informação Geográfica
SNLCS	Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solo
Ta	Argila de atividade alta
Tb	Argila de atividade baixa
TFSA	Terra fina seca ao ar
UM	Unidade de mapeamento
V	Valor V

1. INTRODUÇÃO

O levantamento de solos é fundamental para o planejamento, uso e ocupação racional das terras. O conhecimento das propriedades do solo e sua associação a outros fatores ambientais (relevo, geologia, clima, vegetação, etc.) e socioeconômicos possibilita a predição de sua resposta aos diferentes tipos de uso de forma que auxilie na tomada de decisões para o planejamento, implementação e expansão de atividades agrícolas e não agrícolas, com vistas a obter-se o máximo retorno possível sem causar degradação ambiental.

Neste contexto, o levantamento tem a função de fornecer dados sobre as propriedades dos solos, a partir das quais pode-se gerar uma multiplicidade de informações aplicadas, como por exemplo: classificar a aptidão agrícola das terras, escolher áreas preferenciais para a implementação de projetos de desenvolvimento agrícola e urbano, selecionar áreas passíveis de serem usadas para descarte de resíduos industriais e domésticos, elaborar avaliação de imóveis rurais, desenvolver projetos de assentamentos rurais, identificar áreas que requerem controle de processos erosivos e planejar a gestão de bacias hidrográficas. Ressalta-se que para cada finalidade é necessário realizar levantamentos em escalas diferentes.

No Brasil, as principais referências em mapas de solos são os produzidos pelo Serviço Nacional de Levantamento e Conservação do Solo da Embrapa (SNLCS) e do Projeto RADAMBRASIL, no entanto, o grau de detalhe dos produtos é pequeno, porque apresentam mapas em escala variando de 1:1.000.000 a 1:250.000. A carência de informações detalhadas sobre os solos brasileiros é um sério problema para o desenvolvimento nacional. Para o

planejamento e ocupação territorial em nível de propriedades e bacias hidrográficas é necessário realizar levantamentos pedológicos em escala mais detalhada, maior ou igual a 1:20.000.

O uso adequado das terras em bacias hidrográficas utilizadas para a captação de água deve visar a conservação dos recursos hídricos, dado que a captação das águas superficiais e subterrâneas é fundamental para estas situações. A qualidade e a quantidade de água captada está diretamente relacionada ao uso adequado dos solos, que deve ser regido pela distribuição espacial dos diversos tipos de solo. A Bacia Hidrográfica do Arroio Faxinal, localizada em Caxias do Sul (RS), é de grande importância ambiental e socioeconômica para a região. Os recursos hídricos captados por esta bacia hidrográfica são utilizados primordialmente para o abastecimento humano, irrigação, dessedentação animal, turismo e lazer.

O estudo mais detalhado de caracterização e mapeamento de solos que recobre a Bacia Hidrográfica do Faxinal é o Levantamento Semidetalhado de Solos da Serra Gaúcha (FLORES *et al.*, 2007), na escala de 1:50.000, que não é adequado para o planejamento de uso das terras desta bacia, pois a área mínima mapeável é de 10 ha.

Para o planejamento racional do uso das terras desta bacia de captação a área de estudo é necessário dispor-se de levantamentos de solos mais detalhados a fim de obter-se adequada conservação da água e do solo.

Este estudo objetivou realizar um levantamento detalhado dos solos na escala de 1:20.000 e desenvolver um sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Levantamento de solos

O levantamento objetiva identificar e delinear tipos homogêneos de solos formados em um ambiente complexo e heterogêneo a fim de entender a organização espacial dos solos no ambiente natural. O produto final do trabalho de levantamento de solos é constituído por um mapa e por um relatório técnico, do qual constam a caracterização de cada unidade de mapeamento de solos, dados da paisagem onde os solos ocorrem, as descrições morfológicas e resultados analíticos (físicos, químicos e mineralógicos) das unidades taxonômicas de solos, bem como a descrição dos métodos de trabalho de campo, de escritório e laboratório. O mapa de solos é parte fundamental de um levantamento de solos para conhecer a distribuição de solos na paisagem, enquanto é no relatório técnico que está contida a descrição da natureza dos solos e sua aptidão de uso. Desta forma, o uso do levantamento de solos permite ao seu usuário planejar e promover as formas mais adequadas ou racionais de exploração de cada solo ou ambiente, assim como a sua conservação ou preservação (EMBRAPA, 1995; IBGE, 2007, 2015; OLIVEIRA *et al.*, 2019).

Os objetivos da realização de um levantamento pedológico podem ser diversificados, desde a geração de conhecimento sobre o recurso solo de um país ou região, até o planejamento de uso da terra para diversos fins, em nível de propriedades. Cada unidade de mapeamento delineada num mapa de solos possui um conjunto de propriedades que lhe são próprias. Este conjunto de propriedades homogêneas inter-relacionadas é o que caracteriza um

levantamento pedológico durável, que pode ser interpretado para diversos fins, em qualquer época e sempre que surjam novas propostas de uso da terra (EMBRAPA, 1995).

No Brasil, os levantamentos pedológicos têm sido usados por diversos órgãos de assistência técnica, de planejamento e de execução de projetos na esfera pública, para fins de seleção de áreas para assentamentos rurais, estudos de viabilidade técnica de projetos de irrigação e drenagem, indicação para introdução de novas culturas, planejamento regional e local, zoneamentos pedoclimáticos, extrapolação de resultados de pesquisa, indenização de áreas inundadas por represas hidrelétricas, seleção de áreas experimentais, avaliação de imóveis rurais, estímulo à agricultura de precisão, incentivo à estocagem de carbono para mitigar as emissões de gases de efeito estufa, planejamento de uso racional em nível de propriedade e planejamento da gestão de recursos hídricos de bacias hidrográficas (EMBRAPA, 1995).

Os levantamentos de solos em escalas maiores permitem um maior número de informações e maior precisão na distribuição dos solos na paisagem. Por outro lado, escalas menores tendem a generalizar as informações e agrupar tipos de solos (BOUMA, 1989).

A situação ideal quanto ao conhecimento cartográfico dos solos, para qualquer país, região ou área, seria a disponibilidade de mapeamentos detalhados, quando todos os mapas se prestariam a todos os fins ou demandas. Entretanto, dadas as dificuldades inerentes à execução dos levantamentos detalhados (exigência de mais recursos e maiores prazos de execução), foram criadas modalidades de levantamentos de solos em níveis de detalhamento distintos, que atendem a demandas diferentes (OLIVEIRA *et al.*, 2019).

Evidencia-se que no Brasil a disponibilidade de levantamentos de solos em escalas adequadas para o planejamento e uso em propriedades e bacias hidrográficas é pequena. Conforme pode-se verificar na Tabela 1, o país dispõe apenas de levantamentos de solo de caráter geral, com mapas em escala pequena, sendo que menos de 5% do território nacional conta com mapas de solos em escalas bastante detalhadas, ou seja, de 1:100.000 ou maior (GIASSON *et al.*, 2006; SANTOS, H. *et al.*, 2013).

Tabela 1. Tipos de levantamentos de solos no Brasil

Levantamento de solos (escala)	Área (Km²)	%
Exploratório ou reconhecimento de baixa intensidade (1:1.000.000 a 1:250.000)	8.611.183	100,00
Reconhecimento de média ou alta intensidade (1:100.000)	384.577	4,47
Reconhecimento de alta intensidade ou semidetalhado (1:50.000)	112.988	1,31
Semidetalhado ou detalhado (\geq 1:25.000)	11.341	0,13

Fonte: Embrapa (2016).

De acordo com IBGE (2015a *apud* OLIVEIRA *et al.*, 2019), os levantamentos generalizados (mapas em escalas pequenas, entre 1:750.000 e 1:2.500.000) são realizados em grandes áreas (países, estados, regiões fisiográficas) e disponibilizam informações de solos de forma mais generalizada, sendo as unidades de mapeamento constituídas por associações de solos formadas, em geral, por até cinco componentes ou unidades taxonômicas de solos. No outro extremo, os levantamentos detalhados (com mapas em escalas grandes, maiores que 1:20.000) são realizados em pequenas áreas (microbacias, fazendas, glebas) e disponibilizam informações de solos em alto detalhamento, sendo as unidades de mapeamento mais comumente representadas por unidades simples e, portanto, bastante homogêneas em termos de variação de tipos de solos (OLIVEIRA *et al.*, 2019).

Os levantamentos detalhados dependem do material cartográfico básico mais adequado, que compreende mapas ou cartas planialtimétricas, levantamentos topográficos convencionais, restituições aerofotogramétricas com curvas de nível a pequenos intervalos (5 a 10 m) e fotografias aéreas em escalas iguais ou maiores que 1:20.000. Atualmente com a disponibilidade de sensores orbitais de alta resolução, estes podem ser utilizados em associação com informações altimétricas, de forma bastante satisfatória, em substituição às fotografias aéreas convencionais. Em mapas detalhados de solos na escala de 1:20.000 a área mínima mapeável é menor que 1,6 ha e a densidade de observações deve ser de 0,20 a 4,0 observações por hectare, dado que a frequência de amostragem deve ser suficiente para detectar diferenças de solos em pequenas áreas. As unidades taxonômicas identificadas na área devem ser representadas por perfis completos modais e suas variações caracterizadas por

descrição de perfis complementares e amostras extras. As unidades de mapeamento e seus limites são identificadas por caminhar livre no campo, em toposequências e com observações a pequenos intervalos. As unidades de mapeamento de solos são, normalmente, unidades de mapeamento simples, que caracterizam-se por ser mais homogênea em termos de composição, admitindo-se até 15% de inclusões de outros tipos de solos. (EMBRAPA, 1995; IBGE, 2015).

Na execução de um levantamento na escala detalhada pelo método convencional, dois aspectos são fundamentais: (a) uma adequada densidade e tipo de observações de campo, que dependem do tamanho e da variabilidade dos solos da área; e (b) uma base cartográfica na mesma escala ou maior ($\geq 1:20.000$) para assentar as informações de solos adquiridas com o trabalho de mapeamento a campo (IBGE, 2015).

A metodologia convencional de levantamentos de solos ainda é a mais utilizada para o mapeamento de solos. Este método se fundamenta nos estudos de Dokuchaev, de 1883, os quais forneceram a base para o modelo mais influente de gênese do solo, proposto por Jenny (1941) em seu livro "*Factors of Soil Formation*", que propôs a equação de formação do solo: $S = f$ (material de origem, relevo, organismos, clima, tempo).

A equação proposta por Jenny possibilitou o melhor entendimento da influência de cada fator, sendo que cada fator de formação atua alterando os atributos dos solos. O material de origem influencia a composição química e mineralogia, cor e textura do solo (BRADY; WEIL, 2013 *apud* PEREIRA, M. *et al.*, 2019). O relevo é responsável pelo controle de toda dinâmica dos fluxos de água na paisagem, causando a lixiviação de solutos, os processos erosivos e definindo as condições de drenagem (ANJOS *et al.*, 1998 *apud* PEREIRA, M. *et al.*, 2019). A atuação do clima está associada principalmente à precipitação pluviométrica e à temperatura, tendo influência no intemperismo e na evolução dos solos, através de sua ação na velocidade das reações químicas e na remoção dos produtos das reações (KÄMPF; CURI, 2012 *apud* PEREIRA, M. *et al.*, 2019). Os organismos vivos possuem relação íntima com o fator clima, considerando a adaptabilidade da fauna e da flora às condições de umidade e temperatura de um determinado ambiente. Os organismos atuam nos processos de pedogênese e intemperismo. O fator tempo apresenta uma relação não

apenas de cronologia, mas também de maturidade e evolução dos solos (KÄMPF; CURI, 2012 *apud* PEREIRA, M. *et al.*, 2019).

Em uma área com uma pequena extensão geográfica na mesma região fisiográfica, os fatores de formação do solo material de origem, organismos e clima, podem apresentar pequenas variações espaciais. Nessas localidades, o relevo é o principal fator de diferenciação dos solos na paisagem e, assim, o principal fator que influencia na distribuição espacial dos solos (WOLSKI *et al.*, 2017).

2.2 Relação solo-paisagem

Em levantamentos de solo, a compreensão das relações existentes entre tipos de solo e características da paisagem são fundamentais para definir a distribuição das observações de campo e para definir os limites entre as unidades de mapeamento, bem como para, posteriormente, para definir os locais mais representativos para descrição dos perfis modais.

O relevo influencia a dinâmica da água em superfície e subsuperfície e a quantidade de radiação solar incidente nas superfícies (orientação das vertentes). Dessa forma, o relevo pode condicionar a drenagem, algo capaz de mudar a natureza dos minerais de argila formados, o teor de matéria orgânica do solo e mesmo o estado de oxidação dos íons em solução (LEPSCH, 2011). Dentre os autores pioneiros na interpretação da relação entre solo e relevo em escalas de detalhe, destaca-se Geoffrey Milne, que ressaltou a importância dos movimentos de matéria ao longo da topografia, entendendo a pedogênese como um resultado complexo da integração de fatores e processos (VIDAL-TORRADO, LEPSCH; CASTRO, 2005).

A identificação de feições da paisagem é uma importante ferramenta utilizada por pedólogos em seus procedimentos de mapeamento de solos. O uso de Sistemas de Informações Geográficas (SIG) e de modelos digitais de elevação (MDE) aumentou a disponibilidade de variáveis ambientais que podem ser usadas nas previsões sobre os parâmetros do solo.

As relações solo-paisagem permitem associar atributos topográficos e tipos de solos, tornando-se úteis na predição de ocorrência dos tipos de solos nas paisagens e auxiliando no estudo detalhado dos solos (CAMPOS *et al.*, 2012). Segundo Vidal-Torrado, Lepsch e Castro (2005) em levantamentos

semidetalhados e detalhados as unidades de paisagem são mais facilmente percebidas e mais bem distinguidas (sobretudo em uma vertente ou em um conjunto de vertentes) nas microbacias hidrográficas.

2.3 Bacia hidrográfica como unidade de planejamento

Uma bacia hidrográfica constitui-se de um conjunto de terras delimitada pelos divisores de água e drenadas por um rio principal, seus afluentes e subafluentes. A bacia hidrográfica é considerada a unidade territorial de planejamento e gerenciamento das águas. As bacias hidrográficas são compostas por um conjunto de canais de escoamento de água ou rede hidrográfica que sofre interferências naturais e antrópicas que ocorrem na sua área (CHRISTOFOLETTI, 1980). Devido a estas características, ganha relevância o manejo e conservação dos solos que podem influenciar na qualidade e quantidade de água nas redes hidrográficas, principalmente naquelas que servem de coletores de água para o abastecimento público. A conservação do ambiente da bacia hidrográfica deve objetivar a manutenção da qualidade, quantidade e regularidade da água para seus diversos usos, tais como geração de energia, abastecimento público, irrigação, uso industrial, lazer, recreação, turismo entre outros (PISSARRA; POLITANO; FERRAUDO, 2004).

O grande trunfo do manejo integrado de microbacias hidrográficas é o manejo a partir de um limite natural, sem envolver a delimitação artificial das propriedades rurais apenas, mas delimitando todo um sistema natural, além da possibilidade de conscientizar a população que habita a microbacia da necessidade de conservar o solo (COSTA, 1987).

Os principais componentes das bacias hidrográficas solo, água, vegetação e fauna coexistem em permanente e dinâmica interação, respondendo às interferências naturais (intemperismo e modelagem da paisagem) e àquelas de natureza antrópica (uso/ocupação da paisagem), afetando os ecossistemas como um todo. Nesses compartimentos naturais, os recursos hídricos constituem indicadores das condições dos ecossistemas no que se refere aos efeitos do desequilíbrio das interações dos respectivos componentes. Assim, pode-se determinar com razoável consistência prioridades nas intervenções técnicas para correção, mitigação e, sobretudo, prevenção de impactos ambientais negativos que ocorram nas bacias hidrográficas.

Deste modo, a evidente relação de causa e efeito do uso do solo com a qualidade do recurso hídrico torna muito relevante o conhecimento em maior detalhe das características dos solos da bacia e do ambiente onde eles ocorrem, a fim de possibilitar o planejamento sustentável de sua ocupação visando a conservação do solo e da água.

2.4 Uso de geotecnologias como auxiliares no mapeamento de solo

As geotecnologias constituem o conjunto de tecnologias para coleta, armazenamento, edição, processamento, análise e disponibilização de dados e informações com referência espacial geográfica. São compostas por soluções em *hardware*, *software*, *peopleware* e *dataware*. No rol das geotecnologias estão o geoprocessamento, Sistema de Informação Geográfica (SIG), Cartografia Digital ou Automatizada, Sensoriamento Remoto por Satélites, Sistema de Posicionamento Global (GPS), Aerofotogrametria, Geodésia, Topografia Clássica, entre outros. Dentre as geotecnologias destaca-se o geoprocessamento, principalmente na constituição de Sistemas de Informações Geográficas.

Para permitir a produção de mapas de maneira mais econômica, rápida e precisa, a Ciência do Solo e outras disciplinas, em proveito ao grande avanço tecnológico e novas fontes de dados digitais, tem realizado pesquisas para testar, validar e adotar novas tecnologias e novas fontes de dados (MACMILLAN *et al.*, 2003).

Dentre as técnicas de cartografia, a interpretação de sensores remotos ou fotointerpretação, tem importância capital na elaboração dos mapas, quaisquer que sejam os níveis de detalhamento empregados (IBGE, 2015).

Em qualquer etapa do levantamento pedológico, tornou-se imprescindível o suporte de *softwares* e SIGs tanto para análises, cruzamentos e geração dos mapas, como para armazenamento e manipulação de dados georreferenciados. O uso de SIGs constituem atualmente ferramenta adequada para auxiliar na elaboração de propostas de manejo e gestão ambiental. As vantagens de sua utilização, além da facilidade, rapidez na integração, manipulação e análise de dados, advêm da velocidade e do forte apelo gráfico na apresentação dos resultados, bem como da possibilidade de novas

interações e reinterpretações a qualquer momento (CALDERANO FILHO *et al.*, 2007).

Os recursos e técnicas de geoprocessamento existentes permitem realçar as feições topográficas nas imagens de satélite com as informações do Modelo Digital de Elevação (MDE), gerado a partir de dados de altimetria da base cartográfica ou elaborada por levantamentos topográficos especificamente adquiridos para o trabalho.

O uso de sistemas de informações geográficas no levantamento e mapeamento de solos, a partir da utilização de mapas temáticos básicos e MDE, possibilitam uma melhor compreensão das relações entre a paisagem e as classes de solo.

2.5 Aplicação do programa LandMapR©Toolkit (LandMapR)

O programa LandMapR, desenvolvido por MacMillan (2003), a partir do MDE, gera uma classificação automatizada de formas do relevo. A configuração padrão do programa resulta em uma imagem raster categorizada com 15 classes de formas de relevo, que expressam o padrão topográfico da superfície e sua posição relativa na paisagem.

O algoritmo usa cinco atributos do terreno: declividade, orientação da superfície, curvatura, comprimento de fluxo (extensão do escoamento superficial) e acúmulo de fluxo (área de contribuição/captação a montante). E emprega funções *fuzzy* para agrupar células do arquivo matricial segundo medidas morfométricas e posição relativa entre o topo e a base da encosta. O ponto de partida é a identificação dos talwegues e dos divisores de água, cujos critérios podem ser modificados pelo usuário para controlar o detalhe do mapeamento. O usuário também pode modificar as regras de classificação a fim de excluir classes inexistentes na sua área de estudo ou incluir novas classes, bem como alterar os limites das respectivas funções *fuzzy*. Dessa forma, os mesmos conceitos de classificação podem ser adaptados a diferentes padrões de relevo (LI *et al.*, 2011; MACMILLAN, 2003; SARMENTO, 2015).

2.6 Classificação interpretativa de solos

A classificação da aptidão de uso das terras é um sistema de agrupamento das terras baseado principalmente na sua capacidade de produzir cultivos e pastagens sem degradar as terras por um longo período de tempo.

Esta classificação avalia o melhor uso para uma determinada porção de território, evidenciando as limitações existentes para tipos de uso mais ou menos específicos (COSTANTINI, 2009).

A classificação interpretativa para o uso e manejo das terras, consiste na previsão do comportamento dos solos, sob manejos específicos, sob certas condições ambientais (PEREIRA, L.; LOMBARDI NETO, 2004) e socioeconômicas. É, normalmente, fundamentada em interpretação e reclassificação das unidades de mapeamento presentes em um levantamento taxonômico de solos (CAMARGO; KLAMT; KAUFFMAN, 1987; EMBRAPA, 1999).

Em termos agronômicos, inúmeros trabalhos apresentam critérios interpretativos para agrupamentos de terras, a saber: em função da aptidão agrícola para determinadas culturas; de acordo com risco de erosão; por necessidade de calagem; com finalidades de irrigação ou drenagem; e em função da capacidade máxima de uso. Para outros fins, as referidas classificações também são de grande utilidade, tais como: geotécnica, construção de aeroportos, engenharia sanitária, taxaço de impostos, engenharia rodoviária e ferroviária (LEPSCH *et al.*, 1991; RAMALHO FILHO; BEEK, 1995).

No Brasil, os sistemas de classificação das terras mais utilizados são: o Sistema de Classificação da Capacidade de Uso (SCCU), adaptado por Lepsch *et al.* (1991) do “*Land Capability Classification*”, concebido por Klingebiel e Montgomery (1961 *apud* STRECK, 1992), e o Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras (SAAAT), proposto por Ramalho Filho e Beek (1995), que foi derivado do sistema FAO. O SCCU é utilizado em escala de propriedade e pressupõe a existência de levantamento de solos detalhados e um alto nível tecnológico. O SAAAT é usado para interpretação de levantamentos de reconhecimento com vistas a planejamentos regionais, sendo pouco específico na recomendação das práticas de manejo (STRECK, 1992).

Para a aplicação do SAAAT em escala de propriedade, essa metodologia deve sofrer ajustes, segundo os próprios idealizadores (WADT *et al.*, 2016). Estudos nesse sentido foram realizados por Amaral *et al.* (2000) e Schneider, Giasson e Klamt (2007). Uma visão diferente foi apresentada por Pereira, L. e Lombardi Neto (2004), o qual diz que a SAAAT tem sido empregado

na interpretação de levantamentos pedológicos, com diferentes níveis (do nível exploratório ao nível detalhado), possibilitando a avaliação das potencialidades dos solos brasileiros, bem como subsidiando planos, projetos e programas voltados ao desenvolvimento sustentável.

Hesseln (1997), Neubert (1995) e Streck (1992) realizaram estudos para desenvolver sistemas adequados para classificação interpretativa em escala detalhada. O princípio desta metodologia baseia-se na interpretação de características do meio físico (tipo de solo, relevo, clima, hidrologia, pedregosidade, outros), avaliando-se os fatores limitantes ao uso agrícola, considerando os impedimentos existentes para a execução de atividades práticas de manejo das culturas, riscos de degradação do solo e as limitações que comprometem a produtividade das culturas. Selecionados os fatores limitantes ocorrentes, definem-se os parâmetros qualitativos e/ou quantitativos correspondentes para enquadrar as unidades de mapeamento. Desta maneira, organizam-se os fatores avaliados (fatores limitantes) em forma de quadros-guias para a classificação da aptidão agrícola das terras e recomendação de práticas de manejo de conservação do solo (SCHNEIDER; GIASSON; KLAMT, 2007).

As características do solo e do meio ambiente selecionadas para distinguir as classes de aptidão são organizadas no quadro-guia onde para cada combinação destas características em um nível categórico mais elevado (Classe de Aptidão) é indicado o uso agrícola da terra mais intenso possível e, em um nível inferior (Subclasse de Aptidão) é indicado o conjunto de práticas de manejo recomendável sob o ponto de vista de uso adequado das terras.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Caracterizar, classificar e mapear solos na região nordeste do Rio Grande do Sul, aumentando o nível do detalhamento em relação aos trabalhos existentes.

3.2 Objetivos Específicos

Avaliar características morfológicas, químicas e físicas de solos das Bacia Hidrográfica do Arroio Faxinal, no município de Caxias do Sul – RS.

Classificar os solos da Bacia.

Mapear os solos da Bacia na escala de 1:20.000.

Comparar os mapas elaborados pelo método convencional com o produzido com auxílio do LandMapR.

Elaborar um mapa da aptidão agrícola das terras da Bacia.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Localização e caracterização da área de estudo

O estudo foi desenvolvido na Bacia Hidrográfica do Arroio Faxinal, no Município de Caxias do Sul, no Estado do Rio Grande do Sul. Esta bacia está inserida na Bacia Hidrográfica do Rio Taquari/Antas, entre as coordenadas UTM 6.777.265 S e 6.784.968 m S, e 491.415 E e 505.929 m E (*datum* SIRGAS 2000, zona 22S) e ocupa uma área de 66,78 km² (Figura 1).

Caxias do Sul localiza-se na mesorregião Nordeste Rio-grandense e microrregião Caxias do Sul, a uma altitude média de 740 metros, com estimativa de 517.451 habitantes (IBGE, 2020). A distância de Porto Alegre é de 112 Km.

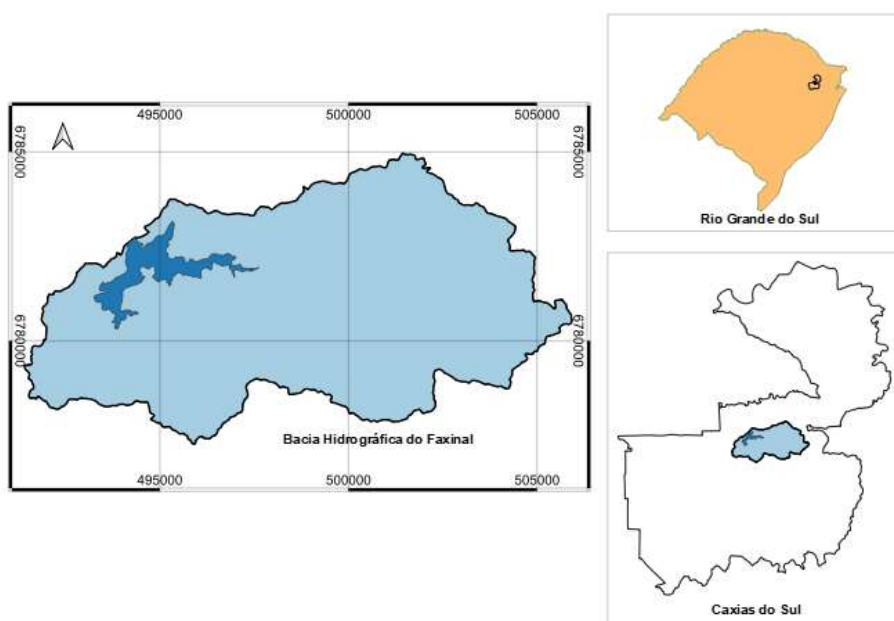


Figura 1. Localização da área da Bacia Hidrográfica do Arroio Faxinal.

Fonte: Elaborada pelo autor.

O clima de Caxias do Sul é classificado como clima temperado (Cfb), conforme a classificação de Köppen e Geiger e apresenta verão ameno, chuvas uniformemente distribuídas sem estação seca, temperatura média anual de 19,3 °C, com a temperatura mais fria de 14,3 °C em julho e a mais alta de 24,2 °C em janeiro, e a pluviosidade média anual de 1739,3 mm (EMBRAPA, 2012).

O relevo na região é, predominantemente, de um planalto fortemente dissecado, com serras de alta elevação, localizado no compartimento denominado Planalto e Chapada da Bacia do Paraná, de acordo com a classificação geomorfológica de Ross (1985). Na bacia hidrográfica do Faxinal a altitude varia entre de 692 m e 943 m.

A vegetação primária ao longo da área estudada é composta de Floresta Ombrófila Mista (Floresta de Araucárias) (IBGE, 2012).

O ambiente geológico dominante na bacia é constituído por rochas vulcânicas ácidas da Formação Serra Geral. Esta litologia composta de riólitos e dacitos, através do intemperismo, forneceu o material de origem para a formação dos solos desta bacia.

O levantamento dos solos da região realizado por Flores *et al.* (2007), em nível semidetalhado na escala 1:50.000, identificou na área de estudo 19 (dezenove) unidades de mapeamento de solos (UMs). As UMs que predominam e abrangem aproximadamente 75% da área da bacia são: (1) Associação CAMBISSOLO HÁPLICO Tb e Ta Distrófico e Eutrófico típico, textura média, fase pedregosa, relevo ondulado + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, textura média, fase pedregosa, relevo forte ondulado + ARGISSOLO ACINZENTADO Distrófico típico, textura média/argilosa, fase relevo ondulado todos (CXbd13 – 2.555,9 ha (38,2%)); (2) Associação ARGISSOLO ACINZENTADO Distrófico típico, textura muito argilosa, relevo suave ondulado + CAMBISSOLO HÁPLICO Ta Distófico, relevo ondulado, ambos A proeminente + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico chernossólico, textura média, fase pedregosa (PACd1 – 1.459,3 ha (21,8%)); e (3) Associação CAMBISSOLO HÚMICO Tb Alumínico típico fase relevo suave ondulado + NEOSSOLO LITÓLICO Húmico típico fase pedregosa relevo ondulado ambos textura argilosa (CHd5 – 988,9 ha (14,8%)) (Figura 2).

As bacias hidrográficas que têm por função a captação e acumulação de água para o abastecimento público do município de Caxias do Sul são gerenciadas pelo Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgotos (SAMAE,

2020) e são as seguintes: Dal Bó (6,43 km²), Maestra (15,26 km²), Samuara (6,87 km²), Galópolis (3,05 km²), Faxinal (66,83 km²), Marrecas (53,25 km²), Piaí (58,55 km²), Sepultura (43,66 km²) e Mulada (110,62 km²).

O trabalho preliminar de levantamento dos solos na bacia se iniciou pelo levantamento de dados secundários do meio físico, características da área e pela interpretação preliminar de imagens de sensores remotos em meio digital, a partir da base cartográfica, com imagens de alta resolução espacial, e nos dados legados: imagem raster de LiDAR (*Light Detection And Ranging*) com resolução espacial de 2 pontos/m²; imagem de Satélite GEOEYE com resolução espacial de 0,50 m e mapa semidetalhado de solos (1:50.000).

Após o trabalho preliminar, procedeu-se o levantamento de campo, no qual foram feitos 258 pontos de observação através de caminhamento livre. A coleta e registro dos dados foram feitos por meio de um *tablet* utilizando o programa “Avenza Maps”, que registrou a localização dos pontos de observação e armazenou fotos georreferenciadas dos solos ocorrentes no mesmo. A prospecção dos solos a campo foi feita pelo método do caminhamento livre pelas diversas estradas vicinais dentro da área de estudo, de modo a observar a maior área possível da bacia hidrográfica, desenvolvendo um modelo mental da relação solo-paisagem em diferentes posições e formas do relevo, altitudes e fitofisionomia.

Ao final desta etapa, foi possível criar uma legenda preliminar e desenvolver um modelo mental dos solos que ocorrem na área de estudo.

Após o processamento dos dados coletados, sua localização e identificação foram sobrepostas a mapa digital contendo imagens aéreas da bacia no programa Google Earth Pro. Neste momento do trabalho, juntou-se o arquivo *shapefile* contendo o delineamento das áreas de banhados (fornecido pelo SAMAE), como indicativo de solos hidromórficos. Sobre as imagens históricas do programa Google Earth Pro, estes polígonos foram convertidos em 403 pontos de observação e juntados aos 258 pontos iniciais, totalizando 661 pontos de observação na área de estudo. A densidade de observações foi de 1 (uma) observação a cada 10 (dez) hectares ou 0,1 observação/ha.

Os locais selecionados para a descrição completa dos perfis modais foram definidos após as observações em campo do que poderia ser considerado representativo dos solos dentro da bacia hidrográfica. Para isso, levaram-se em

conta a posição no relevo, a cor dos solos e a fitofisionomia. Ao todo foram selecionados 7 locais para a descrição completa de perfis de solos, seguindo recomendações de Santos, R. *et al.* (2015).

A descrição morfológica dos perfis foi realizada de acordo com Santos, R. *et al.* (2015), com observações de espessura, cor úmida pela carta de cores de Munsell, textura, estrutura e consistência de cada horizonte, bem como a transição entre os horizontes. Em cada horizonte foram coletadas amostras deformadas para análises físicas e químicas. As amostras foram secas ao ar e sombra à temperatura ambiente, destorroadas e peneiradas em peneira com malha de 2,00 mm para obtenção da terra fina seca ao ar (TFSA).

4.2 Análises laboratoriais

As análises foram realizadas no Laboratório de Solos da Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Para as análises químicas, a metodologia para as extrações e determinações de íons trocáveis foram as seguintes: Na e K, extraídos por HCl 0,05 mol.L⁻¹ + H₂SO₄ 0,0125 mol.L⁻¹ (Mehlich-1) e determinados em espectrofotômetro de absorção atômica; Ca, Mg e Al, extraídos por KCl 1 mol.L⁻¹ e determinados pelo espectrofotômetro de absorção atômica; Al, extraído por KCl 1 mol.L⁻¹ e determinado por titulometria; P disponível, extraído por HCl 0,05 mol.L⁻¹ + H₂SO₄ 0,0125 mol.L⁻¹ (Mehlich-1) e determinado por colorimetria; acidez, pH em água e em KCl 1:2,5 e determinado por potenciômetro com eletrodo combinado; acidez potencial H+Al, extraído por acetato de cálcio tamponado a pH 7,0 e determinação volumétrica com solução de NaOH; carbono orgânico pela digestão úmida de Walkley Black; e nitrogênio total pela destilação a vapor Kjeldahl. Assim, foram feitos os cálculos de soma de bases trocáveis (valor S), calculada pela soma de valores de Ca, Mg, K e Na; do H extraível, calculado pela diferença entre a acidez extraível e o Al extraível; a saturação por bases (valor V), calculada pela relação percentual entre a saturação de bases e a capacidade de troca catiônica; a capacidade de troca catiônica (CTC ou valor T), calculada pela soma do valor S + H + Al; a saturação por alumínio (valor m), calculada pela relação percentual entre o teor de Al extraível e a soma entre este e a saturação de bases; e a relação C/N, calculada pelo valor do C dividido pelo valor de N (BALIEIRO; ALVES, 2017; CAMPOS *et*

al., 2017; FONTANA; CAMPOS, 2017; TEIXEIRA; CAMPOS; SALDANHA, 2017a, 2017b; TEIXEIRA *et al.*, 2017a, 2017b).

E para as análises físicas, adotou-se as seguintes metodologias: a umidade residual das amostras foi determinada pela diferença de massa entre a amostra antes e depois da secagem em estufa a 105 °C. Com esse dado foi calculado o fator *f* utilizado para correção da massa de solo nas demais análises físicas (VIANA; DONAGEMMA; TEIXEIRA, 2017); a granulometria do solo pelo método da pipeta com dispersão do solo em solução de NaOH 1 mol.L⁻¹. A fração areia foi separada por peneiramento em 2 sub-frações: areia grossa (2,00 – 0,2 mm) e areia fina (0,2 - 0,05 mm); a argila dispersa em água (ADA), através da dispersão em água e leitura do densímetro (DONAGEMMA *et al.*, 2017). O Grau de Floculação (GF), foi calculado pela relação percentual entre os teores de argila dispersa em água e de argila total (DONAGEMMA; VIANA, 2017).

Para notação de nomenclatura de horizontes e atributos morfológicos principais no campo foram usados critérios estabelecidos em obras do IBGE (2015), Santos, H. *et al.* (2018) e Santos, R. *et al.* (2015).

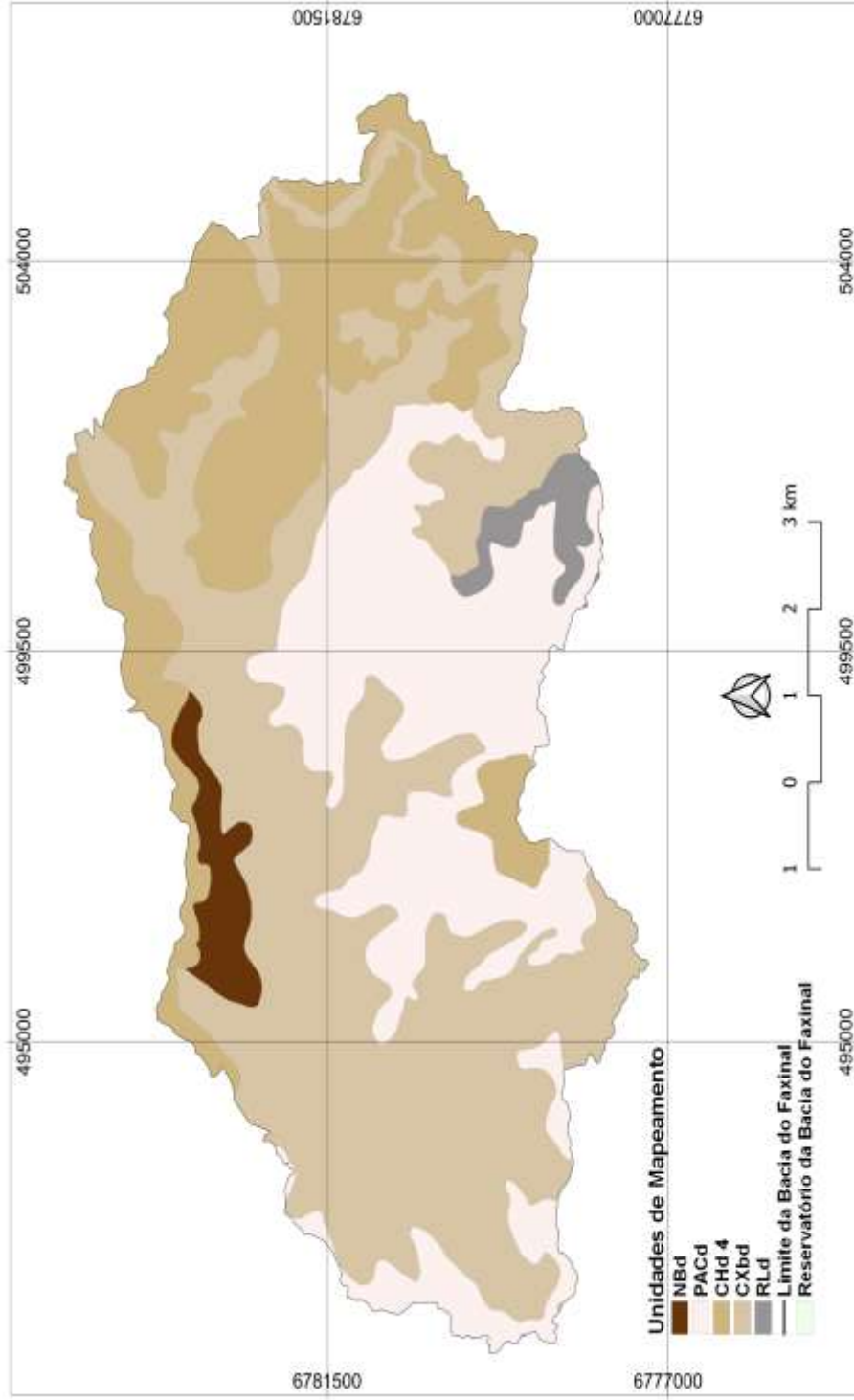


Figura 2. Mapa de solos da Bacia hidrográfica do Arroio Faxinal, na escala de 1:50.000
 Fonte: Adaptado de Flores *et al.* (2007).

A interpretação da análise do solo e enquadramento em classes seguiram as orientações da Comissão de Química e Fertilidade do Solo (CQFS-RS/SC), do Núcleo Regional Sul (NRS) da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo (SBCS). Os solos foram classificados no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS) (SANTOS, H. *et al.*, 2018) e no sistema internacional da FAO (2015), o *World Reference Base for Soil Resources* (WRB).

Para a confecção do mapa de solos os dados coletados foram processados por meio de programas gráficos associados a Sistemas de Informação Geográfica (SIG), empregando-se ferramentas de geoprocessamento.

Os pontos de observações georreferenciados foram representados sobre imagens orbitais e dos dados extraídos do modelo digital de elevação (MDE), obtidos pela imagem do LiDAR. Desta forma, para a confecção do mapa de solos utilizou-se o método convencional com delineamento manual das unidades de mapeamento com uso de geotecnologias.

A geração do mapa foi feita com os seguintes procedimentos: a partir da imagem raster proveniente do sensor LiDAR, elaborou-se um modelo digital de elevação com curvas de nível de 5 x 5 m e processou-se o referido MDE no programa LandMapR, o qual segmentou a paisagem em 15 formas de relevo (FRs) (imagem raster categorizada). A partir do mapa de formas do relevo fez-se a correlação entre os tipos de solos e as formas de relevo, com base nas observações de campo e no conhecimento tácito, utilizando-se como base cartográfica as imagens históricas do programa Google Earth Pro.

A finalização do mapa na escala de 1:20.000 foi feita após eliminarem-se os polígonos menores que a área mínima mapeável de 0,4 cm² no mapa e 1,6 hectares no campo. Todo o processo de geração do mapa de solos foi realizado nos programas ArcGis 10.4 e QGIS 3.16.

A concordância dos mapas produzidos foi avaliada com o uso de uma matriz de erro (CONGALTON, 1991), sendo que a referência foi o mapa convencional da bacia. Foi calculado a concordância pixel a pixel, considerando: acurácia geral (AG), que é a proporção dos pixels corretamente classificados em relação ao número total de pixels; acurácia do mapeador (AM), que trata da proporção que certa UM foi mapeada corretamente; acurácia do usuário (AU), que revela a certeza que o usuário tem, ao analisar o mapa, que um ponto

específico, em uma determinada UM está mapeada corretamente (GIASSON *et al.*, 2011).

A partir dos dados obtidos no levantamento de solos da Bacia do Faxinal foi desenvolvido sistema de avaliação das terras a fim de interpretar os dados de solos. Foi elaborado um quadro-guia para a classificação da aptidão agrícola das terras e recomendação de práticas de manejo e conservação do solo (HESSELN, 1997; NEUBERT, 1995; SCHNEIDER; GIASSON; KLAMT, 2007; STRECK,1992). Este método destaca-se pela simplicidade de uso, capacidade de adaptação para diferentes finalidades, agrícolas e não agrícolas e a especificidade para o planejamento local.

As indicações de uso e das práticas de manejo constantes do quadro-guia basearam-se na revisão de trabalhos realizados na Bacia do Faxinal e no Município de Caxias do Sul, bem como na observação direta no local.

As características do solo e do meio ambiente selecionadas para distinguir as classes de aptidão foram organizadas no quadro-guia em Classes de Aptidão, que indica o uso agrícola da terra mais intenso possível e Subclasses de Aptidão, que aponta o conjunto de práticas de manejo recomendável sob o ponto de vista de uso adequado das terras.

Neste trabalho adotou-se o seguinte conjunto de letras e respectivos significados: C – terras aptas para culturas anuais; F – terras aptas para fruticultura; P – terras aptas para pastagem; S – terras aptas para silvicultura.

Desta forma, foi gerado mapa de aptidão agrícola das terras para usos com culturas anuais, fruticultura, pastagens e silvicultura.

Portanto, os produtos do levantamento dos solos da Bacia Hidrográfica do Arroio Faxinal são:

- a) mapa de solos da Bacia Hidrográfica do Arroio Faxinal, em nível detalhado (escala 1:20.000);
- b) mapa de aptidão agrícola das terras da Bacia Hidrográfica do Arroio Faxinal.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seguir são apresentados os resultados, que consistem no mapa convencional de solos, no mapa elaborado com o auxílio do programa LandMapR, a avaliação da concordância entre os dois mapas e a caracterização das unidades de mapeamento de solos (UMs).

5.1 Mapa convencional de solos

As principais camadas de dados utilizadas para a discriminação das UMs foram as classes de declividade (Figura 3) e as formas do relevo (Figura 4).

A informação fornecida pela observação da declividade associada às formas do relevo e uso atual do solo (Figura 5) foi um importante indicativo para a delimitação das UMs. A bacia apresenta em sua maioria áreas com declividade (%) de 20-45 e acima de 45 (47,4 e 31,8 % da área, respectivamente). As áreas com declive de 3-8 ocupam 17,7 % da área e as áreas com declividade de 0-3 e 8-20 em conjunto ocupam apenas 3 % da área.

O mapa convencional foi delineado sobre uma base cartográfica constituída de imagens orbitais GEOEYE de alta resolução espacial, utilizando-se como dados complementares dados extraídos do Modelo Digital de Elevação (MDE), tais como declividade, altitude e relevo sombreado.

Os solos da Bacia do Arroio Faxinal foram agrupados em quatro UMs, de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SANTOS, H. *et al.*, 2018), constituindo-se de unidades de mapeamento simples, associações e complexos de solos. A Figura 6 mostra o mapa convencional de solos e a Tabela 2 apresenta as UMs.

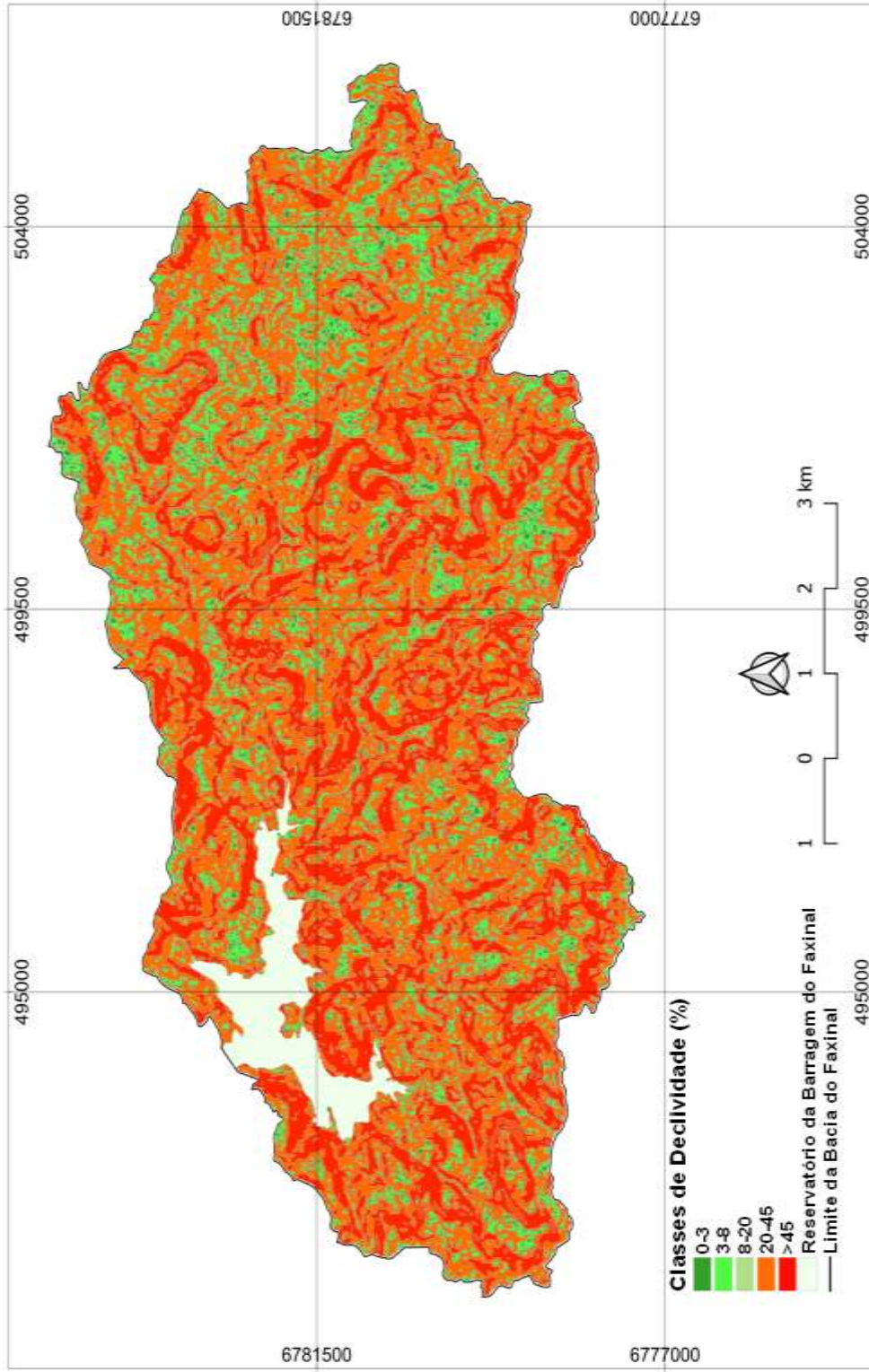


Figura 3. Mapa de declividade da Bacia Hidrográfica do Arroio Faxinal.

Fonte: Elaborada pelo autor.

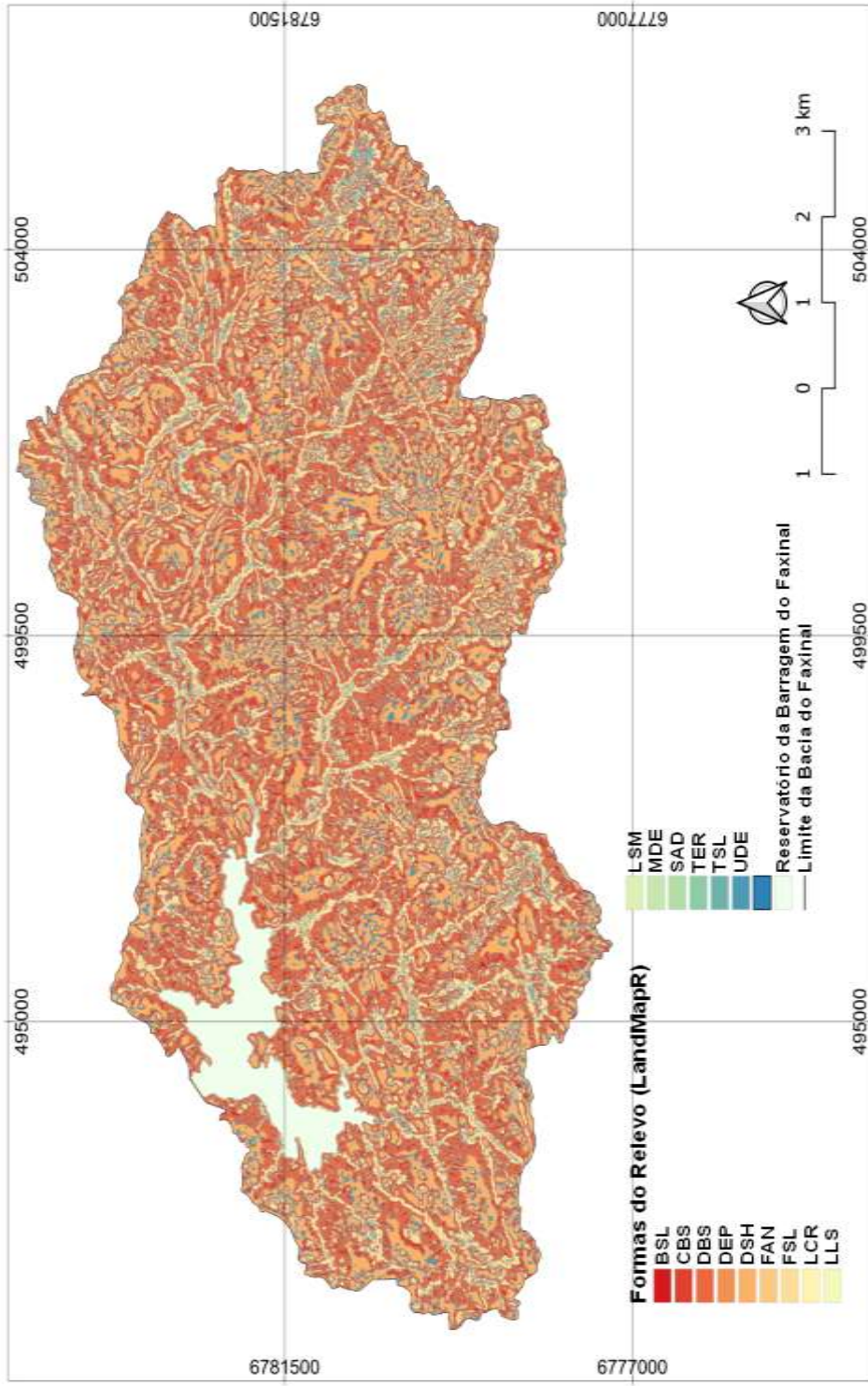


Figura 4. Mapa de formas do relevo da Bacia Hidrográfica do Arroio Faxinal.

Fonte: Elaborada pelo autor.

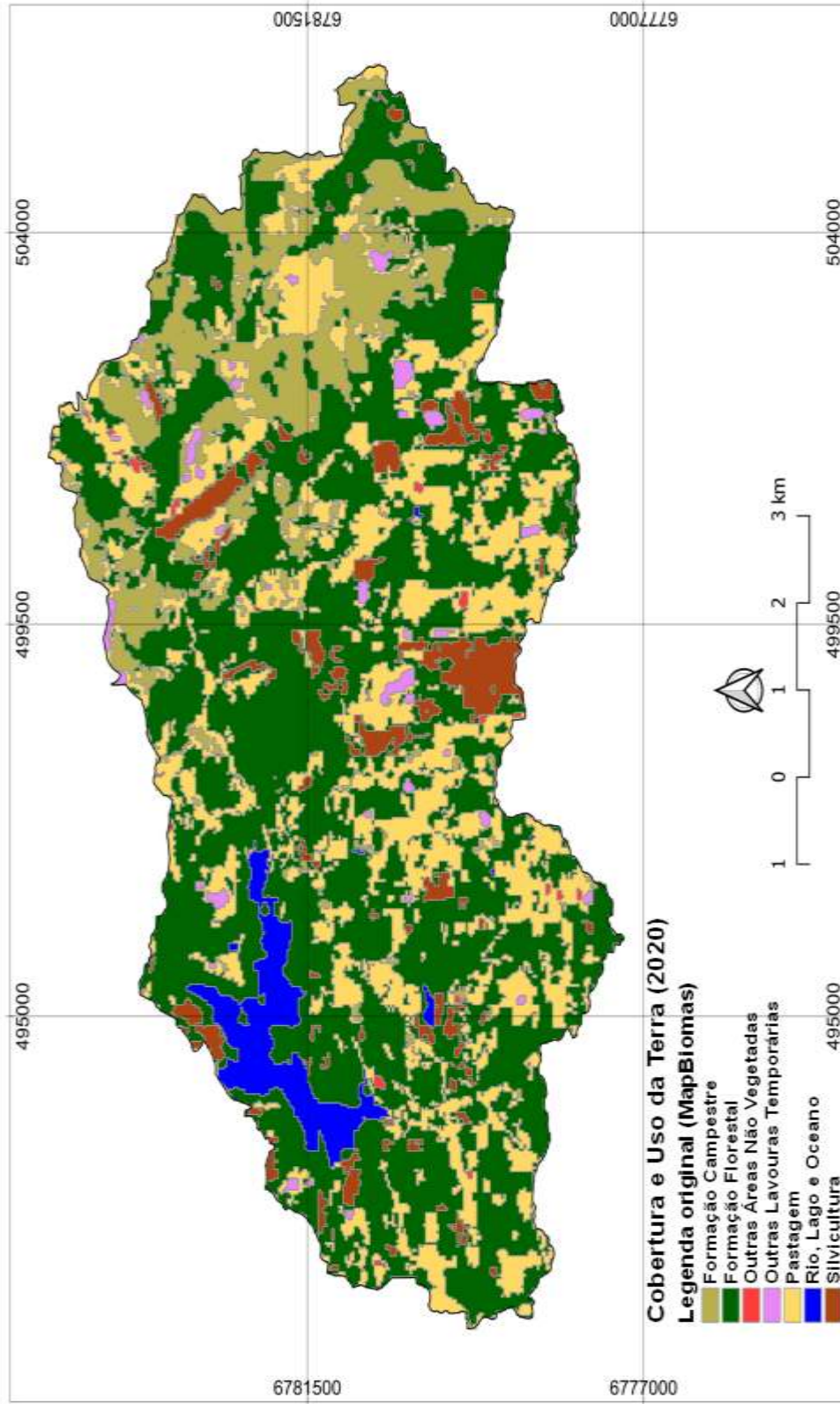


Figura 5. Mapa de cobertura e uso da terra da Bacia Hidrográfica do Arroio Faxinal.

Fonte: Mapbiomas (2021).

Tabela 2. Unidades de mapeamento de solos na Bacia Hidrográfica do Arroio Faxinal elaboradas pelo método convencional

UM	Tipo de UMs	Solos	Inclusões	Área	
				%	ha
CXba	simples	CXba	Gleissolos	23,7	1.521
CXba1	associação	CXba, RLdl	Neossolos Regolíticos	20,0	1.287
GMbd	simples	GMbdl	-	0,6	40
RLdl	complexo	RLdl, RRdv	Afloramentos de Rocha, Cambissolos	55,6	3.578
Total				100,0	6.426

Fonte: Elaborada pelo autor.

O mapa de solos elaborado pelo método convencional (Figura 6) apresenta predomínio da UM RLdv com 55,6 %. E a UM com menor recobrimento na bacia é a GMbd, com 0,6 % da área.

Este resultado reitera a ocorrência das classes taxonômicas descritas no levantamento dos solos da bacia realizado por Flores *et al.* (2007), em nível semidetalhado na escala 1:50.000, até o segundo nível categórico, CAMBISSOLOS HÁPLICOS e NEOSSOLOS LITÓLICOS. Contudo, descartou-se a ocorrência dos ARGISSOLOS ACINZENTADOS, CAMBISSOLOS HÚMICOS e NITOSSOLOS BRUNOS. Além disso, este levantamento de solos em nível detalhado na escala 1:20.000 evidenciou a presença dos solos NEOSSOLOS REGOLÍTICOS e GLEISSOLOS MELÂNICOS, devido à intensidade da amostragem e escala de trabalho utilizada.

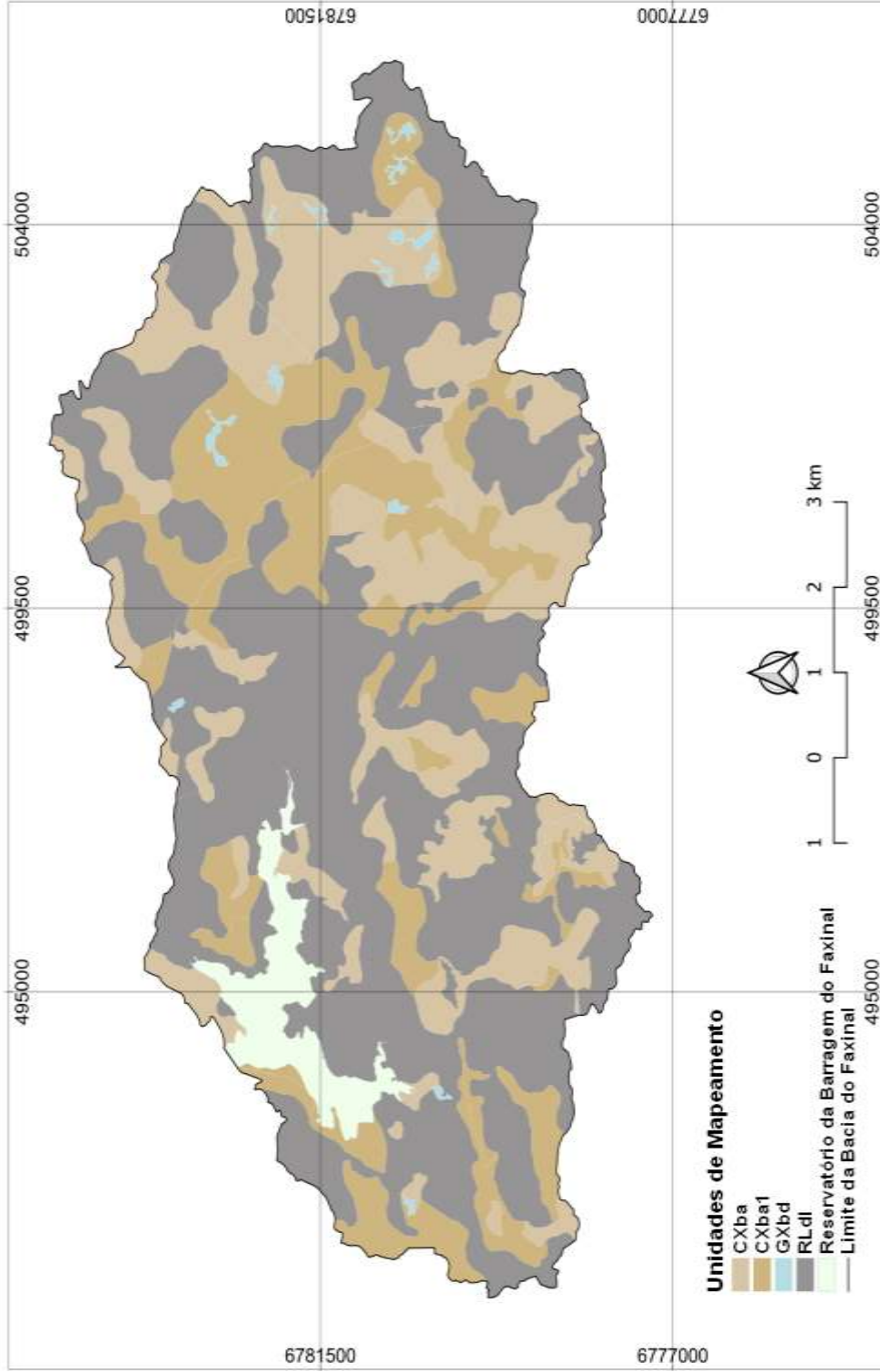


Figura 6. Mapa dos solos da Bacia do Arroio Faxinal elaborado pelo método convencional.

Fonte: Elaborada pelo autor.

5.2 Mapa de solos elaborado com auxílio do LandMapR

No mapeamento elaborado com auxílio do LandMapR, estabeleceu-se uma relação entre as formas do relevo e a ocorrência dos solos no campo, utilizando-se a identificação dos solos no campo.

As formas do relevo gerados pelo LandMapR para a bacia foram Ombro divergente (*Divergent shoulder* – DSH) em 22,37 % da área, Encosta Divergente (*Divergent back slope* – DBS) (22,31 %), Encosta Convergente (*Convergent back slope* – CBS) (18,43 %) e Parte Superior do Sopé (*Foot Slope* – FSL) (16,99 %). As formas do relevo menos frequentes na bacia são a Crista em Nível (*Level Crest* – LCR), o Terraço (*Terrace* – TER), a Forma de Sela (*Saddle* – SAD) e a Depressão Inferior (*Lower depression* – DEP), que juntas perfazem menos de 1 % da área total da bacia.

Foi realizado um delineamento semiautomático das UMs reclassificando cada forma do relevo conforme o solo ocorrente na mesma. A Tabela 3 mostra a associação de cada forma do relevo com as UMs.

Tabela 3. Demonstrativo de agrupamento das formas de relevo em unidades de mapeamento de solos.

Formas de relevo	Sigla	UM	Área (ha)	%
Crista em nível	LCR	RLdl	7	0,10
Ombro divergente	DSH	RLdl	1.495	22,37
Depressão elevada	UDE	RLdl	156	2,34
Encosta	BSL	CXba1	416	6,23
Encosta divergente	DBS	CXba1	1.492	22,31
Encosta convergente	CBS	CXba1	1.136	16,99
Terraço	TER	CXba1	69	1,03
Forma de sela	SAD	CXba1	8	0,11
Depressão em meia encosta	DME	CXba1	8	0,13

(Continua)

Tabela 3. (Continuação...)

Formas de relevo	Sigla	UM	Área (ha)	%
Depressão em meia encosta	DME	CXba1	8	0,13
Parte superior do sopé	FSL	CXba	1.232	18,43
Parte inferior do sopé	TSL	CXba	191	2,85
Leque aluvial	FAN	CXba	77	1,15
Coxilha inferior	LSM	CXba	70	1,05
Declive inferior	LLS	CXba	25	0,37
Depressão inferior	DEP	CXba	13	0,19

Fonte: Elaborada pelo autor.

A Tabela 4 lista as UMs do mapa elaborado com auxílio do LandMapR e a Figura 7 apresenta o mapa de solos obtido.

Tabela 4. Unidades de mapeamento na bacia do Faxinal elaboradas pelo método convencional com auxílio do LandMapR

UM	Tipo de UMs	Solos	Inclusões	Área	
				%	ha
CXba	simples	CXba	Gleissolos	24,8	1.594
CXba1	associação	CXba, RLdl	Neossolos Regolíticos	53,8	3.454
GMbd	simples	GMbdl	-	0,6	40
RLdl	complexo	RLdl, RRdv	Afloramentos de Rocha, Cambissolos	20,8	1.338
Total				100,0	6.426

Fonte: Elaborada pelo autor.

O mapa de solos elaborado pelo com auxílio do LandMapR apresenta predomínio da UM CXba1, com 53,8 % da área. A UM com menor recobrimento na bacia é a GMbd, totalizando 0,6 % da área.

Comparativamente, nos dois mapas de solos elaborados neste trabalho, sob a mesma base cartográfica, pontos de observação e intensidades de amostragem, obteve-se as mesmas classes taxonômicas e unidades de mapeamento. No entanto, houve nítida divergência na distribuição das UMs sobre a área da bacia. Enquanto no mapa convencional predomina o complexo dos NEOSSOLOS LITÓLICOS E NEOSSOLOS REGOLÍTICOS, induzido provavelmente pelo relevo muito movimentado, cuja declividade acima de 20 % ocupa uma área superior a 80 % da bacia, no elaborado com auxílio do LandMapR os CAMBISSOLOS HÁPLICOS, em associação e unidade simples, dominam a área da bacia.

5.3 Avaliação dos mapas de solos

Foi realizada uma avaliação da concordância entre os dois mapas produzidos utilizando-se uma matriz de erro (Tabela 5), que quantificou a acurácia geral dos mapas usando-se o mapa convencional como referência. A concordância entre os dois mapas foi de 32 %. O Índice Kappa, que considera todas as UMs classificadas corretamente desconsiderando a casualidade foi de 17 %, indicando uma baixa concordância entre os mapas, de acordo com o critério de Landis e Koch (1977). A baixa concordância entre os mapas possivelmente ocorreu devido a uma maior capacidade de detalhamento do delineamento das UMs quando usado o LandMapR.

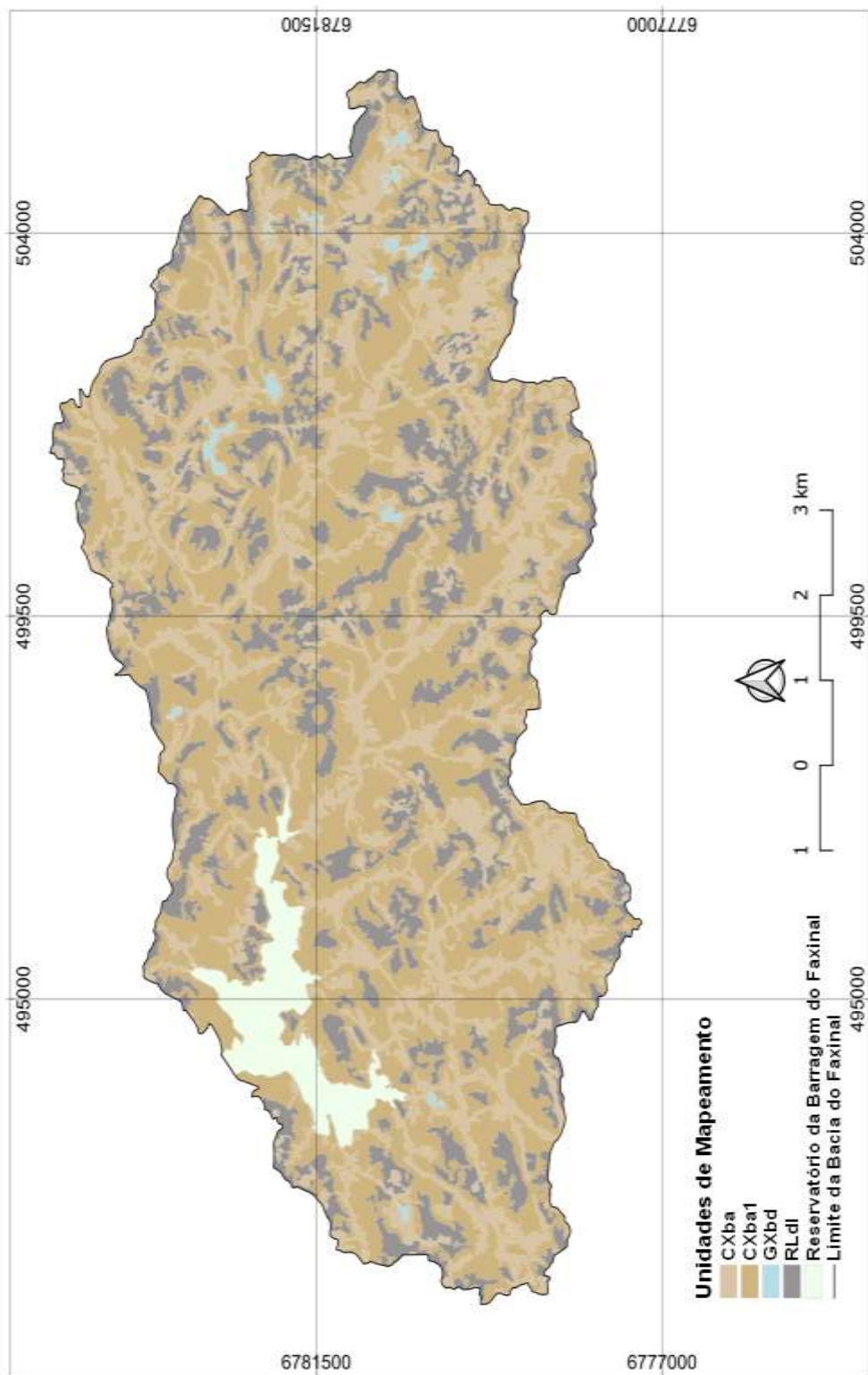


Figura 7. Mapa dos solos da Bacia do Arroio Faxinal elaborado com auxílio do LandMapR.

Fonte: Elaborada pelo autor.

Tabela 5. Matriz de erros comparando o mapa de solos da Bacia do Arroio Faxinal elaborado pelo método convencional com o mapa elaborado com auxílio do LandMapR

		Mapa Convencional					Total	AU (%)
		UM	CXba	CXba1	GMbd	RLdl		
Mapa LandMapR	CXba	500	794	0	228	1.522	33	
	CXba1	352	688	0	246	1.286	53	
	GMbd	0	0	40	0	40	100	
	RLdl	740	1.971	0	865	3.576	24	
	Total	1.592	3.453	40	1.339	6.424		
AM (%)		31	20	100	65			

Acurácia Geral = 32 %; Índice Kappa = 17 %.

Fonte: Elaborada pelo autor.

A acurácia do mapeador (AM) representa o percentual da área que foi mapeada no mapa elaborado com o auxílio do LandMapR que coincide com o mapa convencional para cada UMs. Analisando a matriz de erros, constata-se que a unidade de mapeamento com maior AM foi a unidade GMbd com 100 %. Isso ocorreu pelo uso dos mesmos polígonos em ambos os mapas, demonstrando a fidedignidade do algoritmo. A segunda maior AM foi obtida para a UMs RLdv, com AM de 65 %, provavelmente por ser a unidade que ocorre em maior extensão (2.540 ha). A UMs com a menor AM foi a UMs CXba1 (20 %).

A acurácia do usuário (AU) representa a chance de o usuário do mapa encontrar no mapa convencional a UMs constante no mapa elaborado com auxílio do LandMapR. Observou-se que a UMs com maior AU foi a GMbd (100 %). A UMs CXba1 apresentou AU de 53 %, mostrando que essa UM teve médio índice de pontos classificados corretamente no mapa convencional com LandMapR. A menor AU foi encontrada na unidade RLdv, com 24 %, mostrando baixa correlação entre o mapa elaborado com o auxílio do LandMapR e o mapa convencional, adotado como referência (Tabela 5).

5.4 Caracterização das UMs

5.4.1 CXba

Unidade simples de CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Alumínico típico, textura muito argilosa, relevo plano a suave ondulado.

a) Perfis modais representativos

Esta UMs foi caracterizada pela avaliação do Perfil P01 (Apêndice 1).

b) Características físicas e morfológicas

Solo mineral, não hidromórfico, profundo, bem drenado, com seqüência de horizontes A-AB-BA-Bi, A moderado, sem gradiente textural, textura muito argilosa. O horizonte diagnóstico Bi apresenta cor vermelho-amarelada (5 YR). Apresentam estrutura moderada, pequena, blocos subangulares nos horizontes A e Bi. Quanto à consistência dos solos, apresentam-se ligeiramente duro, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa nos horizontes A e Bi.

c) Características químicas

A capacidade de troca de cátions ($CTC_{pH\ 7,0}$) é média para os horizontes A e Bi (13,2 a 7,8 $cmolc.kg^{-1}$), respectivamente.

A soma de bases é baixa atingindo o maior valor no horizonte A (2,4 $cmolc.kg^{-1}$) e 0,4 $cmolc.kg^{-1}$ para o horizonte Bi.

O teor de Ca é baixo em todos os horizontes, e de Mg é médio no horizonte superficial e baixos nos demais horizontes.

A interpretação do teor do K é dependente do valor da $CTC_{pH\ 7,0}$. Como a $CTC_{pH\ 7,0}$ em todo o perfil ocorre entre 5,1 e 15 $cmolc.kg^{-1}$, a medida do teor de K no horizonte A é considerado alto (K entre 61-120 $mg.kg^{-1}$) e nos horizontes AB, BA e Bi são muito baixos ($K \leq 20\ mg.kg^{-1}$).

O solo é distrófico com baixa saturação de bases nos horizontes A ($V=18\%$) e nos horizontes AB, BA e Bi apresenta $V = 5\%$.

Em relação à atividade da argila (Aa), este Cambissolo Háplico demonstrou possuir argila de atividade baixa (Tb). A CTC da fração argila no horizonte diagnóstico (Bi) foi de $11,1 \text{ cmol}_c.\text{kg}^{-1}$ ($\text{CTC} < 27 \text{ cmol}_c.\text{kg}^{-1}$).

O perfil apresenta teor médio de matéria orgânica no horizonte A (de 2,6 a 5,0%) e baixos teores nos horizontes AB, BA e Bi ($\leq 2,5\%$).

A interpretação do teor do P assimilável é dependente da proporção da argila na análise granulométrica. No Perfil P-01 todos os horizontes estão na Classe 1 (argila $> 60\%$), apresentando teores muito baixos em P.

O teor de Al trocável é alto para todos os horizontes ($\text{Al} > 1,0 \text{ cmol}_c.\text{kg}^{-1}$) e a saturação por alumínio também é alta para todos os horizontes do P-01 ($m > 20\%$). O horizonte Bi (diagnóstico) possui teor de Al em $5,5 \text{ cmol}_c.\text{kg}^{-1}$ ($\text{Al} > 4 \text{ cmol}_c.\text{kg}^{-1}$), saturação por alumínio de 93% ($m > 50\%$) e valor V igual a 5% ($V < 50\%$), apresentando caráter alumínico.

As medidas de pH indicam que os horizontes A e AB tem pH muito baixo ($\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}} \leq 5,0$), enquanto nos horizontes BA e Bi apresentam valores baixos ($\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ entre 5,1 e 5,4).

d) Origem

São originados da pedogênese dos materiais de alteração das rochas vulcânicas ácidas, expressando seu caráter na textura muito argilosa, nas cores bruno avermelhadas e vermelho-amareladas e na saturação por alumínio.

e) Posição na paisagem

O solo desta unidade ocorre no topo plano das encostas e nos terços superiores, médios, inferiores e base, associados às formas do relevo mais estáveis e côncavas, no relevo plano até forte ondulado.

f) Inclusões na unidade

São encontradas inclusões de Gleissolos Melânicos.

g) Distribuição geográfica

A unidade de mapeamento ocupa 1.594 hectares (24,8 % da área da bacia) no mapa elaborado com auxílio do LandMapR e 1.521 hectares (23,7 % da área da bacia) no mapa elaborado pelo método convencional. Esta unidade ocorre dispersa por toda bacia, principalmente ao longo dos recursos hídricos da bacia em relevo plano, podendo ocorrer deste em relevo suave ondulado até forte ondulado.

5.4.2 CXba1

Associação de CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Alumínico típico, textura muito argilosa, relevo forte ondulado (CXba) + NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico, textura argila/franco-argiloarenosa, relevo forte ondulado (RLdv)

a) Perfis modais representativos

Esta UMs foi caracterizada pela avaliação do Perfis P-02 e P-05 (Apêndice 1).

b) Características físicas e morfológicas

Solo mineral, não hidromórfico, profundo, bem drenado, com seqüência de horizontes no P-02, A-AB-Bi-BC, e no P-05, A-A2-Bi-Cr, ambos, com A moderado, sem gradiente textural e textura muito argilosa.

As cores predominantes são bruno-avermelhadas e vermelho-amareladas, com matiz variando de 2,5YR no horizonte Bi do P-02 até 7,5YR no horizonte Bi do P-05, este com valor e croma baixos.

Apresentam estrutura moderada, muito pequena, blocos subangulares no horizonte A e estrutura moderada, pequena, blocos subangulares no horizonte Bi. Quanto a consistência do solo, apresenta-se ligeiramente duro, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa nos horizontes A e Bi.

c) Características químicas

A capacidade de troca de cátions ($CTC_{pH\ 7,0}$) é média para todos os horizontes dos perfis P-02 e P-05, variando entre 14,6 a 11,1 $cmol_c.kg^{-1}$.

A soma de bases é baixa, atingindo no P-02 o valor de 2,0 $cmol_c.kg^{-1}$ no horizonte A e 0,4 $cmol_c.kg^{-1}$ para o horizonte Bi, enquanto no P-05, 0,5 $cmol_c.kg^{-1}$ no horizonte A1 e 0,3 $cmol_c.kg^{-1}$ no horizonte Bi.

O teor de Ca no P-01 e no P-05 são baixos ($Ca \leq 2,0\ cmol_c.kg^{-1}$) em todos os horizontes e de Mg é médio (Mg entre 0,6 e 1,0 $cmol_c.kg^{-1}$) no horizonte superficial do P-02 e baixos ($\leq 0,5\ cmol_c.kg^{-1}$) nos demais horizontes do P-02 e do P-05.

A interpretação do teor do K é dependente do valor da $CTC_{pH\ 7,0}$. Os perfis P-02 e P-05 dispõe de $CTC_{pH\ 7,0}$ entre 5,1 e 15 $cmol_c.kg^{-1}$. Assim, no P-02, o nível de K é considerado baixo nos horizontes A, AB e Bi (K entre 21-40 $mg.kg^{-1}$) e muito baixo no BC (K $\leq 20\ mg.kg^{-1}$). No P-05, o nível de K é considerado médio nos horizontes A1 e Cr (K entre 41-60 $mg.kg^{-1}$) e muito baixo nos horizontes A2 e Bi (K $\leq 20\ mg.kg^{-1}$).

Os solos são distróficos ($V < 50\%$), com baixa saturação de bases em todos os horizontes do P-02 e P-05.

Quanto à atividade da argila (Aa), estes Cambissolos Háplicos demonstraram possuir argila de atividade baixa (Tb). A CTC da fração argila no horizonte diagnóstico (Bi) do P-02 foi de 20,2 $cmol_c.kg^{-1}$ e para o P-05 de 19 $cmol_c.kg^{-1}$ ($CTC < 27\ cmol_c.kg^{-1}$).

O perfil P-02 apresenta teor médio de matéria orgânica nos horizontes A e AB (MO entre 2,6 e 5,0%) e baixos teores nos horizontes Bi e BC (MO $\leq 2,5\%$). O perfil P-05 apresenta teor alto no horizonte A1, médio no horizonte A2, e baixo nos horizontes Bi e Cr.

A interpretação do teor do P assimilável é dependente da proporção da argila na análise granulométrica. No perfil P-02 os horizontes A, AB e Bi estão na Classe 1 (argila $> 60\%$) e o BC na Classe 2 (argila entre 60 e 41%), e apresentam teores muito baixos em P. No perfil P-05 o horizonte A1 estão na Classe 2, os horizontes A2 e Bi na Classe 1 e o Cr na Classe 3 (argila entre 40 e 21%), sendo que todos apresentam teores muito baixos em P.

O teor de Al trocável é alto (Al $> 1,0\ cmol_c.kg^{-1}$) para todos os horizontes do P-02 e do P-05, variando de 6,3 até 11,2 $cmol_c.kg^{-1}$, A saturação

por alumínio também é alta ($m > 20\%$) para todos os horizontes do P-01 e do P-05, apresentando valores crescentes em profundidade do solo. O horizonte Bi possui teor de Al de $11,1 \text{ cmol}_c.\text{kg}^{-1}$ para o P-02 e $9,6 \text{ cmol}_c.\text{kg}^{-1}$ e P-05 ($\text{Al} > 4 \text{ cmol}_c.\text{kg}^{-1}$), saturação por alumínio de 97% para o P-02 e para o P-05 ($m > 50\%$) e valor V igual a 3% para o P-02 e para o P-05 ($V < 50\%$), portanto, o P-01 e o P-05 possuem o caráter alumínico.

Quanto ao pH, o P-02 apresenta horizontes A e AB com pH muito baixo ($\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}} \leq 5,0$), enquanto nos horizontes Bi e BC o pH é baixo ($\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ entre 5,1 e 5,4). No P-05, todos os horizontes apresentam pH muito baixo.

d) Origem

São originados da pedogênese dos materiais de alteração das rochas vulcânicas ácidas, expressando seu caráter na textura muito argilosa, nas cores bruno-avermelhadas, vermelhas e vermelho-amareladas e na saturação por alumínio.

e) Posição na paisagem

Os solos da unidade ocorrem no topo das encostas e nos terços superiores e médios, associados a formas do relevo mais dissecadas e convexas, nos segmentos de relevo forte ondulado.

f) Inclusões na unidade

São encontradas inclusões de Neossolos Litólicos.

g) Distribuição geográfica

A unidade de mapeamento ocupa 3.453 hectares (53,8 % da área da bacia) no mapa elaborado com o auxílio do LandMapR e 1.288 hectares (20,0 % da área da bacia) no mapa elaborado pelo método convencional. Esta unidade ocorre principalmente associado ao relevo forte ondulado.

5.4.3 RLdl

Complexo de NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico fragmentário, textura argila, A moderado, relevo montanhoso a escarpado - NEOSSOLO REGOLÍTICO Distrófico típico, textura argila/franco-argiloarenosa, relevo montanhoso a escarpado - CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Alumínico típico, textura muito argilosa, relevo montanhoso a escarpado - Afloramento de rochas

a) Perfis modais representativos

Esta UMs foi caracterizada pela avaliação dos Perfis P-03, P-06 e P-07 (Apêndice 1).

b) Características físicas e morfológicas

Solo mineral, não hidromórfico, raso, bem drenado, com sequência de horizontes no P-03, A-R, no P-07, A1-A2-R, e no P-06, A-Bi-Cr1-Cr2-R, com A moderado, textura argila no P-03, argila/franco-argiloarenosa no P-07 e muito argilosa/argila no P-06, cor do solo bruno-avermelhada no P-03, bruno-avermelhada-escura no P-07 e preta e bruno-avermelhada-escura no P-06 com matiz 5 YR valor e croma baixos.

Os perfis P-03 e P-06 apresentam estrutura moderada, muito pequena, blocos subangulares e o P-07 estrutura fraca, muito pequena, blocos subangulares.

Quanto a consistência do solo, o P-03 e P-07 apresentam-se ligeiramente duro, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa e o P-06 duro, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa.

c) Características químicas

A capacidade de troca de cátions ($CTC_{pH\ 7,0}$) é média para o único horizonte do perfil P-03 ($14,4\ \text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$). No perfil P-06 a capacidade de troca de cátions ($CTC_{pH\ 7,0}$) é considerada alta para o horizonte A ($20\ \text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$) e média para os horizontes Bi, Cr1 e Cr2 com valores entre 11,6 e 14,1 $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$. No perfil P-07, A capacidade de troca de cátions ($CTC_{pH\ 7,0}$) é considerada média

para o horizonte A1 ($14,7 \text{ cmol}_c.\text{kg}^{-1}$) e alta para o horizonte A2 com valores de $15,1 \text{ cmol}_c.\text{kg}^{-1}$.

A soma de bases no perfil P-03 é baixa, com valor de $1,7 \text{ cmol}_c.\text{kg}^{-1}$ no horizonte A. No perfil P-06 a soma de bases é baixa sendo de $9,1 \text{ cmol}_c.\text{kg}^{-1}$ no horizonte A e $2,7 \text{ cmol}_c.\text{kg}^{-1}$ no horizonte Cr. No perfil P-07 a soma de bases é baixa nos horizontes A1 e A2 sendo de $1,5 \text{ cmol}_c.\text{kg}^{-1}$ e $1,1 \text{ cmol}_c.\text{kg}^{-1}$, respectivamente.

O teor de Ca no P-03 é baixo ($\text{Ca} \leq 2,0 \text{ cmol}_c.\text{kg}^{-1}$) e de Mg é médio (Mg entre $0,6$ e $1,0 \text{ cmol}_c.\text{kg}^{-1}$). No P-06 o teor de Ca nos horizontes A e Bi são altos ($\text{Ca} > 4,0 \text{ cmol}_c.\text{kg}^{-1}$) e baixos nos horizontes Cr1 e Cr2 ($\text{Ca} \leq 2,0 \text{ cmol}_c.\text{kg}^{-1}$) e o teor de Mg nos horizontes A e Bi são altos ($\text{Mg} > 1,0 \text{ cmol}_c.\text{kg}^{-1}$) e médios nos horizontes Cr1 e Cr2 (Mg entre $0,6$ e $1,0 \text{ cmol}_c.\text{kg}^{-1}$). No P-07 o teor de Ca nos horizontes A1 e A2 são baixos ($\text{Ca} \leq 2,0 \text{ cmol}_c.\text{kg}^{-1}$) e o teor de Mg nos horizontes A1 e A2 são baixos ($\text{Mg} < 0,5 \text{ cmol}_c.\text{kg}^{-1}$).

A interpretação do teor do K é dependente do valor da $\text{CTC}_{\text{pH } 7,0}$. No perfil P-03 o horizonte A dispõe de $\text{CTC}_{\text{pH } 7,0}$ entre $5,1$ e $15 \text{ cmol}_c.\text{kg}^{-1}$, assim o nível de K é considerado médio (K entre 41 - $60 \text{ mg}.\text{kg}^{-1}$). No perfil P-06, a $\text{CTC}_{\text{pH } 7,0}$ no horizonte A é de mais que $15 \text{ cmol}_c.\text{kg}^{-1}$ e nos horizontes Bi, Cr1 e Cr2 está entre $5,1$ e $15 \text{ cmol}_c.\text{kg}^{-1}$, desse modo, o nível de K é considerado alto nos horizontes A (K entre 91 e $180 \text{ mg}.\text{kg}^{-1}$) e Bi (K entre 61 e $120 \text{ mg}.\text{kg}^{-1}$), e médio nos horizontes Cr1 e Cr2 (K entre 41 - $60 \text{ mg}.\text{kg}^{-1}$). No perfil P-07, a $\text{CTC}_{\text{pH } 7,0}$ no horizonte A1 está entre $5,1$ e $15 \text{ cmol}_c.\text{kg}^{-1}$ e no horizonte A2 é de mais que $15 \text{ cmol}_c.\text{kg}^{-1}$, sendo assim, o nível de K é considerado muito alto no horizonte A1 ($\text{K} > 120 \text{ mg}.\text{kg}^{-1}$) e alto no horizonte A2 (K entre 91 - $180 \text{ mg}.\text{kg}^{-1}$).

Os solos são distróficos ($V < 50\%$), com baixa saturação de bases no horizonte diagnóstico.

Quanto à atividade da argila (Aa), o perfil P-03 (Neossolo Litólico) possui argila de atividade baixa (Tb), visto que a CTC da fração argila no horizonte diagnóstico (A) foi de $26,7 \text{ cmol}_c.\text{kg}^{-1}$ ($\text{CTC} < 27 \text{ cmol}_c.\text{kg}^{-1}$). O perfil P-06 (Neossolo Regolítico) demonstrou possuir argila de atividade alta (Ta), verificado que a CTC da fração argila no horizonte A foi de $32,8 \text{ cmol}_c.\text{kg}^{-1}$ ($\text{CTC} > 27 \text{ cmol}_c.\text{kg}^{-1}$). O perfil P-07 (Neossolo Litólico) possui argila de atividade alta (Ta), constatado que a CTC da fração argila no horizonte diagnóstico (A2) foi de $47,2 \text{ cmol}_c.\text{kg}^{-1}$ ($\text{CTC} > 27 \text{ cmol}_c.\text{kg}^{-1}$).

O perfil P-03 apresenta teor alto de matéria orgânica no horizonte A ($MO \geq 5,0\%$). No perfil P-06 o teor de matéria orgânica é alto no horizonte A ($MO > 5\%$), médio no horizonte Bi (MO entre 2,6 e 5,0%) e baixo nos horizontes Cr1 e Cr2 ($MO \leq 2,5\%$). No perfil P-07 o teor de matéria orgânica é médio no horizonte A1 (MO entre 2,6 e 5,0%) e baixo no horizonte A2 ($MO \leq 2,5\%$).

A interpretação do teor do P assimilável é dependente da proporção da argila na análise granulométrica. No perfil P-03, o horizonte A se enquadra na Classe 2 (argila entre 60 e 41%) e apresenta teor muito baixo em P. No perfil P-06, os horizontes A, Bi e Cr1 se enquadram na Classe 1 (argila $> 60\%$), e apresentam teores variando de baixo a muito baixo (P entre $\leq 2,0$ e $4,0 \text{ mg.kg}^{-1}$). O horizonte Cr2 se encontra na Classe 2 (argila entre 60 e 41%) com teor muito baixo ($P \leq 3,0 \text{ mg.kg}^{-1}$). No perfil P-07, o horizonte A1 se enquadra na Classe 2 (argila entre 60 e 41%) com teor baixo de P (P entre 3,1- $6,0 \text{ mg.kg}^{-1}$) e o horizonte A2 se enquadra na Classe 3 (argila entre 40 e 21%) e apresenta teor de P muito baixo ($P \leq 4,0 \text{ mg.kg}^{-1}$).

No perfil P-03, o teor de Al trocável é alto ($Al > 1,0 \text{ cmol}_c.\text{kg}^{-1}$) e a saturação por alumínio é alta ($m > 20\%$). O horizonte A (diagnóstico) do P-03 possui teor de Al de $5,0 \text{ cmol}_c.\text{kg}^{-1}$ ($Al > 4 \text{ cmol}_c.\text{kg}^{-1}$), saturação por alumínio de 75% ($m > 50\%$) e valor V igual a 12% ($V < 50\%$), portanto, possui caráter alumínico. No perfil P-06, o teor de Al trocável ($Al > 1,0 \text{ cmol}_c.\text{kg}^{-1}$) é alto para todos os horizontes. A saturação por alumínio no horizonte A (m entre 10,1 e 20%) é média, e para os horizontes Bi, Cr1 e Cr2 ($m > 20\%$) é alta. Analisando o horizonte A (diagnóstico), constata-se que o teor de Al está abaixo de $4 \text{ cmol}_c.\text{kg}^{-1}$, a saturação por alumínio é menor que 50% e são distróficos, não apresentando caráter alumínico. No perfil P-07, o teor de Al trocável ($Al > 1,0 \text{ cmol}_c.\text{kg}^{-1}$) é alto para todos os horizontes. A saturação por alumínio nos horizontes A1 e A2 é alta ($m > 20\%$). Analisando o horizonte A2 (diagnóstico), constata-se que o teor de Al está acima de $4 \text{ cmol}_c.\text{kg}^{-1}$, a saturação por alumínio é maior que 50% e são distróficos, portanto, apresenta caráter alumínico.

O horizonte A do perfil P-03 tem pH muito baixo ($\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}} \leq 5,0$). No perfil P-06, os horizontes A, Bi e Cr1 apresentam pH baixo ($\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ entre 5,1 e 5,4) e o horizonte Cr2 pH muito baixo. No perfil P-07 os horizontes A1 e A2 apresentam pH muito baixo.

d) Origem

São originados da pedogênese dos materiais de alteração das rochas vulcânicas ácidas, expressando seu caráter na textura muito argilosa, nas cores bruno-avermelhadas e na saturação por alumínio.

e) Posição na paisagem

Os solos da unidade ocorrem no topo das encostas e nos terços superiores, médios, associados as formas do relevo mais dissecadas e convexas, nos segmentos de relevo ondulado a escarpado.

f) Inclusões na unidade

São encontradas inclusões de Cambissolos Háplicos e afloramentos de rocha.

g) Distribuição geográfica

A unidade de mapeamento ocupa 3.576 hectares (55,6 % da área da bacia) no mapa originado pelo método convencional e 1.338 hectares (20,8 % da área da bacia) no mapa elaborado com auxílio do LandMapR. Esta unidade ocorre principalmente nas áreas mais declivosas em relevo montanhoso a escarpado.

5.4.4 GMbd

Unidade simples de GLEISSOLO MELÂNICO Tb Distrófico léptico, textura franco argilosa, A húmico, relevo plano (GMbdI).

a) Perfis modais representativos

Esta UMs foi caracterizada pela avaliação do Perfil P-04 (Apêndice 1).

b) Características físicas e morfológicas

Solo mineral, hidromórfico, raso, mal drenado, com sequência de horizontes A-Cg, A moderado, textura argilossiltosa/francoargilosa. A cor do solo é preta (5YR) no horizonte A e bruna no horizonte Cg (7,5YR), com valor e croma baixos.

Apresenta estrutura moderada, muito pequena, blocos subangulares.

Quanto à consistência do solo, apresenta-se o horizonte A, ligeiramente duro, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa e horizonte Cg, friável, plástica e ligeiramente pegajosa.

c) Características químicas

A capacidade de troca de cátions ($CTC_{pH\ 7,0}$) é alta para o horizonte A e média para o Cg, medindo 17,4 e 7,5 $cmol_c.kg^{-1}$, respectivamente.

A soma de bases é baixa, sendo de 5,2 $cmol_c.kg^{-1}$ no horizonte A e 2,3 $cmol_c.kg^{-1}$ no Cg.

O teor de Ca no horizonte A é médio (Ca entre 2,1 e 4,0 $cmol_c.kg^{-1}$) e no Cg é baixo (Ca \leq 2,0 $cmol_c.kg^{-1}$). A quantidade de Mg é considerada alta no horizonte A (Mg $>$ 1,0 $cmol_c.kg^{-1}$) e médio no horizonte Cg (Mg entre 0,6 e 1,0 $cmol_c.kg^{-1}$).

A interpretação do teor do K é dependente do valor da $CTC_{pH\ 7,0}$. Como a $CTC_{pH\ 7,0}$ no horizonte A é maior que 15 $cmol_c.kg^{-1}$, o teor de K é considerado médio (K entre 61 e 90 $mg.kg^{-1}$). No horizonte Cg a $CTC_{pH\ 7,0}$ está entre 5,1 e 15 $cmol_c.kg^{-1}$, desse modo o teor de K é considerado baixo (K entre 21 e 40 $mg.kg^{-1}$).

Os solos são distróficos ($V < 50\%$), com baixa saturação de bases no horizonte diagnóstico.

Quanto à atividade da argila (Aa), este Gleissolo Melânico demonstrou possuir argila de atividade baixa (Tb). A CTC da fração argila no horizonte Cg foi de 22,0 $cmol_c.kg^{-1}$ ($CTC < 27\ cmol_c.kg^{-1}$).

O teor de matéria orgânica é alto no horizonte A (MO $>$ 5%) e baixo no Cg (MO \leq 2,5%).

A interpretação do teor do P assimilável é dependente da proporção da argila na análise granulométrica ou se o solo é alagado. Este solo é

hidromórfico. Por isso, o horizonte A apresenta teor médio (P entre 3,1 e 6,0 mg.kg⁻¹). Enquanto o horizonte Cg expressa teor baixo (P ≤ 3,0 mg.kg⁻¹).

O teor de Al trocável (Al > 1,0 cmol_c.kg⁻¹) e a saturação por alumínio (m > 20%) são altos para os horizontes A e Cg. Avaliando o horizonte Cg constata-se que o teor de Al de 1,8 cmol_c.kg⁻¹ fica abaixo do valor de referência (Al > 4 cmol_c.kg⁻¹), a saturação por alumínio é de 38%, (m < 50%) e com valor V de 39%, sendo considerado distrófico e sem caráter aluminico.

Quanto ao pH, o horizonte A apresenta pH muito baixo (pH_{H2O} ≤ 5,0) e o horizonte Cg pH baixo (pH_{H2O} entre 5,1 e 5,4).

d) Origem

São originados da pedogênese dos materiais de alteração das rochas vulcânicas ácidas além da deposição do material coluvionar, em ambiente reduzido, expressando seu caráter nas cores pretas e brunas.

e) Posição na paisagem

Os solos da unidade ocorrem na base das encostas, associados as formas do relevo mais estáveis, nos segmentos de relevo plano.

f) Inclusões na unidade

Não são encontradas inclusões na unidade.

g) Distribuição geográfica

A unidade de mapeamento ocupa 40 hectares (0,60 % da área da bacia) no mapa originado do método convencional e 40 hectares (0,60 % da área da bacia) no mapa elaborado com o auxílio do LandMapR. Esta unidade ocorre dispersa por toda bacia principalmente em áreas com relevo plano, nas menores altitudes da bacia.

5.5 Avaliação da aptidão agrícola das terras

Para avaliar a aptidão agrícola das terras da área em estudo foi elaborado um sistema com base nas características limitantes combinadas entre si e para cada uma destas combinações foi definido o melhor tipo de uso e as práticas de manejo e conservação necessárias, com vistas à manutenção da qualidade e produtividade das terras. Como resultado obtém-se um quadro-guia para a classificação das glebas homogêneas.

As glebas homogêneas são obtidas pela reclassificação das unidades de mapeamento do levantamento de solos da área de estudo.

5.5.1 Definição do quadro-guia

A adaptabilidade como uma das características mais relevantes deste sistema de avaliação, demonstra-se nesta bacia hidrográfica que as características limitantes ao uso agrícola das terras são: declividade, profundidade do solo e drenagem do solo. Cada uma destas limitações foi estratificada em diferentes classes, conforme as Tabelas 6, 7 e 8.

Este trabalho não considerou as limitações ao uso agrícola definidas pela legislação ambiental no que se refere às áreas de preservação permanente e áreas de reserva legal.

Tabela 6. Classes de declive das terras da Bacia Hidrográfica do Arroio Faxinal

Classes de declive	Características	Área (%)
d1 0-8%	Áreas planas a suave onduladas, não impedem ou dificultam a mecanização agrícola, mas que necessitam de práticas simples de conservação.	20,7
d2 8-45%	Áreas inclinadas, mas não impedem a mecanização agrícola e necessitam de práticas intensivas e complexas de controle da erosão.	47,5
d3 >45%	Áreas muito inclinadas, que impedem o uso de máquinas agrícolas e com riscos severos de erosão.	31,8

Fonte: Elaborada pelo autor.

Observando-se a viabilidade e rendimento das práticas de mecanização agrícola e as condições que possam ocasionar o processo erosivo

dos solos, as terras da bacia foram segmentadas em três classes de declividade e destacam-se por sua ocorrência as classes “d2” e “d3” com 79,3 % da área da bacia, representadas pelas UMs CXba1 e RLdl. A classe “d1” totalizou 20,7 % da área da bacia e ocorre nas UMs CXba e GMbd.

Tabela 7. Classes de drenagem das terras da Bacia Hidrográfica do Arroio Faxinal

Classes de drenagem		Características	Área (%)
h1	Bem drenado	Ausência de lençol freático no perfil e não apresenta mosqueados.	97,9
h2	Mal drenado	Presença de lençol freático no perfil, podendo estar completamente saturado por longo período na estação chuvosa, gleização em todo o perfil.	2,1

Fonte: Elaborada pelo autor.

Quanto a profundidade do lençol freático e pela observação da cor dos horizontes dos solos, nota-se que há um predomínio de terras bem drenadas (h1), com 97,9 % da área da bacia, que ocorrem nas UMs CXba, CXba1 e RLdl. As terras mal drenadas (h2) abrangem apenas 2,1 % da área da bacia e ocorre na UM GMbd.

Tabela 8. Classes de profundidade das terras da Bacia Hidrográfica do Arroio Faxinal

Classes de profundidade		Características	Área (%)
p1	>50cm	Pouco profundo	78,5
p2	<50cm	Raso	21,5

Fonte: Elaborada pelo autor.

Considerando-se a espessura máxima do solo onde as raízes das plantas podem se desenvolver livremente, bem como a viabilidade às práticas de preparo do solo, foram consideradas apenas duas classes de profundidade

de solos com predomínio dos solos poucos profundos (p1) com 78,5 % da área e representados pelas UMs CXba e CXba1. Os solos rasos (p2) ocorrem em 21,5 % da área da bacia e representados nas UMs RLdl e GMbd.

Após elaborar as combinações possíveis de todas as classes das características limitantes e com base em informações de pesquisa e de extensão na região, foram definidos os tipos de uso e as práticas de manejo recomendadas (Figura 8).

	Drenagem		
	h1: Bem drenado		h2: Mal drenado
	Profundidade efetiva		
Declividade	p1: >50 cm	p2: <50 cm	p2: <50 cm
d1: <8%	C1	-----	C2 e/ou P2
d2: 8-45%	F e/ou S e/ou P1	-----	-----
d3: >45%	-----	P1	-----

Classes de Aptidão Terras aptas para:	Subclasses de Aptidão
C: Culturas anuais de inverno ou de verão / Olericultura	C1: Preparo mínimo; cordões de contorno; terraceamento integrado ao cultivo e às estradas; plantio em nível; rotação de culturas; utilizar plantas recuperadoras de solo; manter o solo permanentemente coberto.
C: Culturas anuais de inverno ou de verão / Olericultura	C2: Drenagem; uso com espécies adaptadas.
F: Fruticultura	F: Cordões de contorno; cultivo de plantas de cobertura nas entrelinhas da cultura principal; utilizar plantas recuperadoras de solo; manter o solo permanentemente coberto.
S: Silvicultura	S: Talhões em contorno; manter o solo permanentemente coberto; cortes alternados em faixas e em nível.
P: Pastagem	P1: Cordões de contorno.
P: Pastagem	P2: Uso com espécies adaptadas.

Figura 8. Quadro-guia das terras da Bacia Hidrográfica do Arroio Faxinal e indicação das práticas conservacionistas correspondentes às subclasses de aptidão agrícola das terras.

Fonte: Elaborada pelo autor.

As áreas da bacia classificadas com aptidão para culturas anuais (C1), são as que apresentam menos restrições ao uso e são aptas para fruticultura, silvicultura ou pastagem, e ocorrem em áreas de relevo suave ondulado com solos bem drenados e pouco profundos. Enquanto as áreas da bacia classificadas com aptidão para fruticultura (F) são as que apresentam restrições intermediárias ao uso e são aptas para silvicultura (S) ou pastagem (P1), e ocorrem em áreas de relevo que variam de ondulado a forte ondulado com solos bem drenados e pouco profundos a rasos. Ainda, têm-se as áreas da bacia classificadas com aptidão para pastagem (P1) são as que apresentam maiores restrições ao uso e ocorrem em áreas de relevo que variam de montanhoso a escarpado com solos bem drenados e rasos. Por fim, têm-se as áreas da bacia classificadas com aptidão para culturas anuais e/ou pastagem (C2 e/ou P2) que ocorrem em áreas de relevo plano com solos mal drenados e rasos, ou seja, um ambiente de exceção que necessitam de manejo e cuidados especiais.

A Tabela 9 mostra o quantitativo das classes e subclasses de aptidão agrícola das terras da Bacia Hidrográfica do Arroio Faxinal e a Figura 9 a sua distribuição espacial.

Tabela 9. Classes e subclasses de aptidão da Bacia Hidrográfica do Arroio Faxinal

Classes e subclasses de aptidão	Área	
	Hectares	%
C1	1.594	24,8
F e/ou S e/ou P1	3.454	53,8
P1	1.338	20,8
C2 e/ou P2	40	0,6
TOTAL	6.426	100,0

Fonte: Elaborada pelo autor.

De acordo com os dados do levantamento detalhado dos solos, do qual evidenciou-se as características limitantes dos solos e associado às características ambientais, a Bacia Hidrográfica do Arroio Faxinal apresenta 53,8 % de terras aptas para fruticultura e/ou silvicultura e/ou pastagem, 24,8 % de terras aptas para culturas anuais/olericultura, 20,8 % de terras aptas para pastagens e 0,6 % de terras aptas para culturas anuais/olericultura e/ou pastagem.

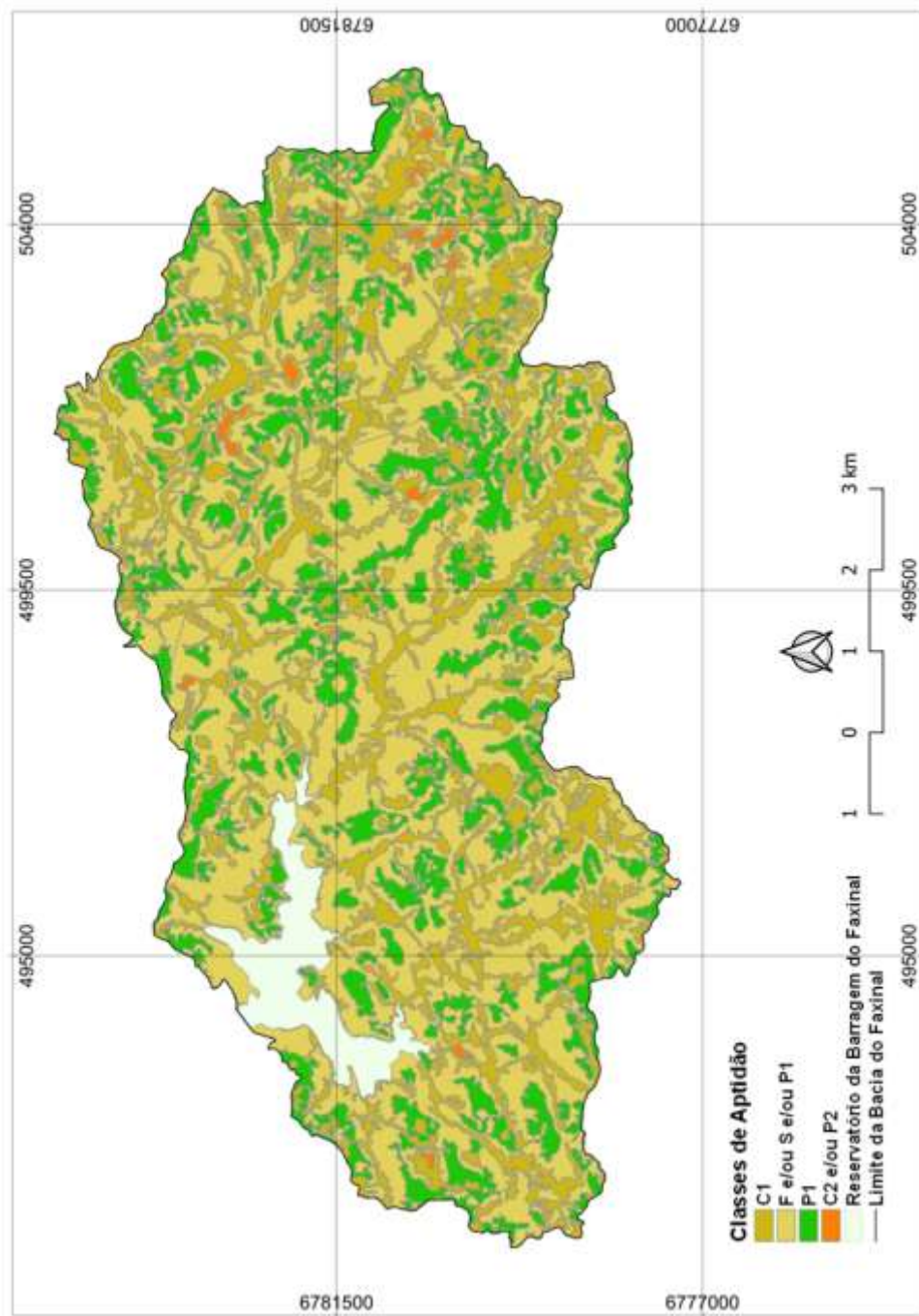


Figura 9. Mapa de aptidão agrícola das terras da Bacia Hidrográfica do Arroio Faxinal.

Fonte: Elaborada pelo autor.

6. CONCLUSÕES

Os solos da bacia pertencem às classes taxonômicas CAMBISSOLOS HÁPLICOS, NEOSSOLOS LITÓLICOS, NEOSSOLOS REGOLÍTICOS e GLEISSOLOS MELÂNICOS.

As unidades de mapeamento constatadas nesta escala detalhada de 1:20.000 são: (1) CXba: unidade simples de CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Alumínico típico, textura muito argilosa, relevo plano a ondulado; (2) CXba1: associação de CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Alumínico típico, textura muito argilosa, relevo forte ondulado + NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico fragmentário, textura argila, relevo forte ondulado; (3) RLdl: complexo de NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico fragmentário, textura argila, A moderado, relevo montanhoso a escarpado (RLdl) e NEOSSOLO REGOLÍTICO Distrófico típico, textura argila/franco-argiloarenosa, relevo montanhoso a escarpado (RRdv); (4) GMbd: unidade simples de GLEISSOLO MELÂNICO Tb Distrófico léptico, textura franco argilosa, relevo plano (GMbdI).

O mapeamento convencional com auxílio do LandMapR demonstrou ser promissor no delineamento semiautomático das unidades de mapeamento em bacias hidrográficas com relevo movimentado e na escala detalhada de trabalho, por revelar detalhes da relação solo-paisagem que o mapeamento convencional não consegue distinguir.

O levantamento detalhado dos solos forneceu informações suficientes para selecionar as características limitantes ao uso e aliado às características ambientais mostrou-se adequado para montar um quadro-guia para a indicação da aptidão agrícola das terras da Bacia Hidrográfica do Arroio Faxinal.

A avaliação da aptidão agrícola das terras da Bacia Hidrográfica do Arroio Faxinal indica que 53,8 % são aptas para fruticultura e/ou silvicultura e/ou pastagem, 24,8 % aptas para culturas anuais/olericultura, 20,8 % aptas para pastagens e 0,6 % aptas para culturas anuais/olericultura e/ou pastagem.

REFERÊNCIAS

- AMARAL, E. F. *et al.* **Planejamento do uso da terra e implantação de práticas agroflorestais em pequenas propriedades rurais do Estado do Acre com base em imagens de satélite.** Rio Branco: Embrapa Acre, 2000.
- BALIEIRO, F. C.; ALVES, B. J. R. Nitrogênio total: Kjeldahl. *In:* TEIXEIRA, P. C. *et al.* (ed.). **Manual de métodos de análise de solo.** 3. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: EMBRAPA, 2017. pt. 3, cap. 2, p. 368-376.
- BOUMA, J. Using soil survey data for quantitative land evaluation. *In:* STEWART, B. A. (ed.). **Advances in soil science.** New York: Springer, 1989. v. 9, p. 177-213.
- CALDERANO FILHO, B. *et al.* Aptidão agroecológica de terras: proposta de avaliação em paisagens rurais montanhosas ocupadas por pequenos agricultores na Serra do Mar. **Cadernos de Ciência & Tecnologia,** Brasília, DF, v. 24, n. 1/3, p. 39-75, 2007.
- CAMARGO, M. N.; KLAMT, E.; KAUFFMAN, J. H. Sistema brasileiro de classificação de solos. **Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo,** Viçosa, MG, v. 12, n. 1, p. 11-33, 1987.
- CAMPOS, D. V. B. *et al.* Hidrogênio extraível. *In:* TEIXEIRA, P. C. *et al.* (ed.). **Manual de métodos de análise de solo.** 3. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: EMBRAPA, 2017. pt. 2, cap. 5, p. 238-239.
- CAMPOS, M. C. C. *et al.* Relações solo-superfície geomórfica em uma topossequência várzea-terra firme na região de Humaitá (AM). **Revista Brasileira de Ciência do Solo,** Viçosa, MG, v. 36, n. 2, p. 325-326, 2012.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia.** 2. ed. São Paulo: Edgar Blucher, 1980.
- CONGALTON, R. G. A review of assessing the accuracy of classification of remotely sensed data. **Remote Sensing of Environment,** New York, v. 37, p. 35-46, 1991.

COSTA, L. M. Solos: temos de evoluir para uma visão mais abrangente. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 13, n. 147, p. 79-80, 1987.

COSTANTINI, E. A. C. The land capability classification. *In*: COSTANTINI, E. A. C. (ed.) **Manual of methods for soil and land evaluation**. Enfield, NH: Science Publishers, 2009. p. 37-46.

DONAGEMMA, G. K.; VIANA, J. H. M. Argila dispersa em água e grau de floculação. *In*: TEIXEIRA, P. C. *et al.* (ed.). **Manual de métodos de análise de solo**. 3. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: EMBRAPA, 2017. pt. 1, cap. 11, p. 117-124.

DONAGEMMA, G. K. *et al.* Análise granulométrica. *In*: TEIXEIRA, P. C. *et al.* (ed.). **Manual de métodos de análise de solo**. 3. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: EMBRAPA, 2017. pt. 1, cap. 10, p. 95-116.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, DF: Embrapa Produção da Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Atlas climático da região Sul do Brasil**: estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2012. *E-book*. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/143521/1/Atlas-climatico-da-regiao-Sul-do-Brasil.pdf>. Acesso em: 16 fev. 2021.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Procedimentos normativos de levantamento pedológico**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1995.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Programa nacional de solos do Brasil (PronaSolos)**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2016. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1054924/programanacional-de-solos-do-brasil-pronasolos>. Acesso em: 28 jul. 2020.

FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATIONS OF THE UNITED NATIONS. **World reference base for soil resources 2014**: international soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps, update 2005. Rome: FAO, 2015. (World Soil Resources Reports, n. 106). Disponível em: <https://www.fao.org/3/i3794en/l3794en.pdf>. Acesso em: 22 jun. 2021.

FLORES, C. A. *et al.* Levantamento semidetalhado dos solos na Serra do Sudeste, RS como subsídio ao zoneamento vitivinícola: folha Pinheiro Machado. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 31., 2007, Gramado. **Anais [...]**. Porto Alegre: UFRGS: SBCS, 2007.

FONTANA, A.; CAMPOS, D. V. B. Carbono orgânico. *In*: TEIXEIRA, P. C. *et al.* (ed.). **Manual de métodos de análise de solo**. 3. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: EMBRAPA, 2017a. pt. 3, cap. 1, p. 360-367.

GIASSON, E. *et al.* Decision trees for digital soil mapping on subtropical basaltic steeplands. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 68, n. 2, p. 167-174, 2011.

GIASSON, E. *et al.* Digital soil mapping using multiple logistic regression on terrain parameters in southern Brazil. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 63, n. 3, p. 262-268, 2006.

HESSELN, N. E. **Levantamento de solos e avaliação da aptidão de uso das terras do Assentamento Capela (Nova Santa Rita/RS)**. 1997. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) –Faculdade de Agronomia, Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1997.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Estimativas da população residente no Brasil e Unidades da Federação com data de referência em 1º de julho de 2020**. Rio de Janeiro: IBGE, 2020. Disponível em: https://ftp.ibge.gov.br/Estimativas_de_Populacao/Estimativas_2020/estimativa_dou_2020.pdf. Acesso em: 22 jun. 2021.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual técnico de pedologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2007. (Manuais técnicos de geociências, n. 4).

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual técnico de pedologia**. 3. ed. Rio de Janeiro, 2015. (Manuais técnicos em geociências, n. 4).

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. (Manuais técnicos de geociências, n. 1).

JENNY, H. **Factors of soil formation: a system of quantitative pedology**. New York: McGraw-Hill, 1941.

LANDIS, J. R.; KOCH, G. G. An application of hierarchical Kappa-type statistics in the assessment of majority agreement among multiple observers. **Biometrics**, [Washington], v. 33, n. 2, p. 363-374, 1977.

LEPSCH, I. F. **19 lições de pedologia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

LEPSCH, I. F. *et al.* **Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso**. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1991.

LI, S. *et al.* Extracting topographic characteristics of landforms typical of Canadian agricultural landscapes for agri-environmental modeling. I. Methodology. **Canadian Journal of Soil Science**, Ottawa, v. 91, p. 251-266, 2011.

MACMILLAN, R. A. **LandMapR© Software Toolkit- C++ Version: users manual**. Edmonton, Canada: LandMapper Environmental Solutions Inc., 2003.

MACMILLAN, R. A. *et al.* Automated analysis and classification of landforms using high-resolution digital elevation data: applications and issues. **Canadian Journal of Remote Sensing**, Ottawa, v. 29, n. 5, p. 592-606, 2003.

MAPBIOMAS. **Projeto MapBiomass**: coleção 6 [1985-2020] da série anual de mapas de cobertura e uso de solo do Brasil. [S. l.]: MapBiomass, 2021. Disponível em: <https://mapbiomas.org/>. Acesso em: 19 set. 2021.

NEUBERT, E. O. **Levantamento de solos e avaliação da aptidão agrícola da microbacia do Rio Armazém (Urussanga/SC)**. 1995. Dissertação (Mestrado em Agronomia) –Faculdade de Agronomia, Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1995.

OLIVEIRA, V. A. *et al.* **Recomendações práticas para levantamentos de reconhecimento a detalhado de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2019.

PEREIRA, L. C.; LOMBARDI NETO, F. **Avaliação da aptidão agrícola das terras**: proposta metodológica. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2004.

PEREIRA, M. G. *et al.* Formação e caracterização de solos. *In*: TULLIO, L. (org.). **Formação, classificação e cartografia dos solos**. Ponta Grossa: Atena, 2019. cap. 1, p. 1-20.

PISSARRA, T. C. T.; POLITANO, W.; FERRAUDO, A. S. Avaliação de características morfométricas na relação solo-superfície da bacia hidrográfica do córrego Rico, Jaboticabal (SP). **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 28, n. 2, p. 297-305, 2004.

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

ROSS, J. L. S. Relevo brasileiro: uma nova proposta de classificação. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, v. 4, p. 25-39, 1985.

SAMAE - SERVIÇO AUTÔNOMO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTOS. **Recursos hídricos**. Caxias do Sul: SAMAE, 2020. Disponível em: <https://www.samaecaxias.com.br/Pagina/Index/10044>. Acesso em: 25 nov. 2020.

SANTOS, H. G. *et al.* Distribuição espacial dos níveis de levantamento de solos no Brasil. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 34., 2013, Florianópolis. **Anais [...]**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2013. Disponível em: https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/965399/1/distribuicoes_pacial.pdf. Acesso em: 23 fev. 2021.

SANTOS, H. G. *et al.* **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5. ed. Brasília, DF: EMBRAPA, 2018.

SANTOS, R. D. *et al.* **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 7. ed. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2015.

- SARMENTO, E. C. **Predição de classes de solos em diferentes escalas na Serra Gaúcha usando mapeamento digital de solos a partir de dados legados**. 2015. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Faculdade de Agronomia, Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.
- SCHNEIDER, P.; GIASSON, E.; KLAMT, E. **Classificação da aptidão agrícola das terras**: um sistema alternativo. Guaíba: Agrolivros, 2007.
- STRECK, E. V. **Levantamento de solos e avaliação do potencial de uso agrícola das terras da microbacia do Lajeado Atafona (Santo Ângelo/RS)**. 1992. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Faculdade de Agronomia, Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1992.
- TEIXEIRA, P. C.; CAMPOS, D. V. B.; SALDANHA, M. F. C. Fósforo disponível. *In*: TEIXEIRA, P. C. *et al.* (ed.). **Manual de métodos de análise de solo**. 3. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: EMBRAPA, 2017a. pt. 2, cap. 2, p. 203-208.
- TEIXEIRA, P. C.; CAMPOS, D. V. B.; SALDANHA, M. F. C. PH do solo. *In*: TEIXEIRA, P. C. *et al.* (ed.). **Manual de métodos de análise de solo**. 3. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: EMBRAPA, 2017b. pt. 2, cap. 1, p. 199-202.
- TEIXEIRA, P. C. *et al.* Cátions trocáveis. *In*: TEIXEIRA, P. C. *et al.* (ed.). **Manual de métodos de análise de solo**. 3. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: EMBRAPA, 2017a. pt. 2, cap. 3, p. 209-232.
- TEIXEIRA, P. C. *et al.* Complexo sortivo do solo (Soma de Bases Trocáveis, CTC Efetiva, CTC Total, Percentagem de Saturação por Bases). *In*: TEIXEIRA, P. C. *et al.* (ed.). **Manual de métodos de análise de solo**. 3. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: EMBRAPA, 2017b. pt. 2, cap. 6, p. 240-244.
- VIANA, J. H. M.; DONAGEMMA, G. K.; TEIXEIRA, W. G. Umidade residual e fator “f”. *In*: TEIXEIRA, P. C. *et al.* (ed.). **Manual de métodos de análise de solo**. 3. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: EMBRAPA, 2017. pt. 1, cap. 3, p. 32-33.
- VIDAL-TORRADO, P.; LEPSCH, I. F.; CASTRO, S. S. Conceitos e aplicações das relações pedologia-geomorfologia em regiões tropicais úmidas. **Tópicos em Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 4, p. 145-192, 2005.
- WADT, P. G. S. *et al.* Avaliação da aptidão agrícola das terras em solos sedimentares associados a argilas de alta atividade da Amazônia Sul-Occidental. **Biota Amazônia**, Macapá, v. 6, n. 1, p. 55-59, 2016.
- WOLSKI, M. S. *et al.* Digital soil mapping and its implications in the extrapolation of soil-landscape relationships in detailed scale. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 52, n. 8, p. 633–642, 2017.

APÊNDICES

Apêndice 1. Descrição dos perfis de solos

Perfil 01 (P01)

A – Descrição geral

DATA - 24/03/2021

CLASSIFICAÇÃO – CAMBISSOLOS HÁPLICOS Tb Alumínicos típicos, textura muito argilosa, A moderado, relevo suave ondulado.

CLASSIFICAÇÃO WRB (FAO) – Cambisols

UNIDADE DE MAPEAMENTO - CXba

LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO, ESTADO E COORDENADAS – Estrada vicinal. Caxias do Sul/RS, coordenada UTM 6.784.358 S e 500.498 E (*datum* SIRGAS 2000, zona 22S).

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL – Descrito e coletado em barranco de corte de estrada, em terço médio de encosta com aproximadamente 6% de declive, sob pastagem.

ELEVAÇÃO – 818 m.

LITOLOGIA – Rochas vulcânicas ácidas.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA – Formação Serra Geral (Vulcanismo do Cretáceo da Bacia do Paraná).

CRONOLOGIA – Cretáceo Inferior.

MATERIAL ORIGINÁRIO – Produto de alteração do material supracitado.

PEDREGOSIDADE – Não pedregoso.

ROCHOSIDADE – Não rochoso.

RELEVO LOCAL – Suave ondulado.

RELEVO REGIONAL – Plano a escarpado.

EROSÃO – Não aparente.

DRENAGEM – Bem drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA – Floresta Ombrófila Mista (Floresta de Araucária).

USO ATUAL – Pastagem.

CLIMA – Cfb, segundo classificação de Köppen.

DESCRITO E COLETADO POR – Saulo Guilherme da Silva e Volnei Dal Bosco

B - Descrição morfológica

A 0-30 cm, bruno-avermelhado-escuro (5YR 2,5/2, úmida), muito argilosa; moderada, pequena, blocos subangulares; ligeiramente duro, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e gradual.

AB 30-50 cm, bruno-avermelhado-escuro (5YR 2,5/2, úmida), muito argilosa; moderada, pequena, blocos subangulares; ligeiramente duro, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e gradual.

BA 50-72 cm, bruno-avermelhado (5YR 4/4, úmida), muito argilosa; moderada, pequena, blocos subangulares; ligeiramente duro, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e difusa.

Bi 72-130 cm+, vermelho-amarelado (5YR 4/6, úmida), muito argilosa; moderada, pequena, blocos subangulares; ligeiramente duro, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa.

RAÍZES – Muitas finas nos horizontes A e AB; comuns finas no BA; raras finas no Bi.



Figura 11. Perfil 01 - CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Aluminoso típico e paisagem da área de ocorrência.

Fonte: Registrada pelo autor.

Tabela 10. Dados de análises físicas e químicas do P01

Horizonte	Frações da amostra total				Composição Granulométrica da Terra Fina					ADA*	GF ²	Relação Silt/Argila	Carbono Orgânico		Relação C/N ³
	Prof.	Calhao	Ca ²⁺	Terra Fina	Areia Grossa	Areia Fina	Silt	Argila	%				Valor V	Sat. por Al (m)	
Símb.	cm	g kg ⁻¹													
A	0-30	0	0	1000	80	40	220	660	450	32	0,33	2,90	0,23	13	
AB	30-50	0	0	1000	90	30	140	740	540	27	0,19	1,80	0,18	10	
BA	50-72	0	0	1000	50	30	200	720	540	25	0,28	1,10	0,10	11	
BI	72-130+	0	0	1000	50	50	200	700	390	44	0,29	0,61	0,08	8	
Horizonte	PH (1:2,5)	Complexo Sorçivo													
Agua	KCl	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Valor S	Al ³⁺	H ⁺	H ⁺ -Al ³⁺	Valor T	Aa ³	Valor V	Sat. por Al (m)	P assim.	
		cmol. kg ⁻¹													
A	4,9	3,8	1,3	0,8	0,26	0,03	2,4	5,0	5,8	10,8	20,0	18	68	2,6	
AB	5,0	3,8	0,4	0,1	0,05	0,04	0,6	5,7	4,8	10,5	15,0	5	90	1,1	
BA	5,1	3,8	0,3	0,1	0,04	0,02	0,5	5,9	3,5	9,4	13,7	5	92	0,4	
BI	5,1	4,0	0,2	0,1	0,06	0,02	0,4	5,5	1,9	7,4	11,1	5	93	0,3	

¹/Argila Dispersa em Água; ²/Grau de Flocculação; ³/Atividade da Argila; ⁴/Carbono/Nitrogênio.

Fonte: Elaborada pelo autor

Perfil 02 (P02)**A – Descrição geral**

DATA - 24/03/2021

CLASSIFICAÇÃO – CAMBISSOLOS HÁPLICOS Tb Alumínicos típicos, textura muito argilosa, A moderado, relevo ondulado.

CLASSIFICAÇÃO WRB (FAO) – Cambisols

UNIDADE DE MAPEAMENTO - CXba1

LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO, ESTADO E COORDENADAS – Estrada vicinal. Caxias do Sul/RS, coordenada UTM 6.782.806 S e 494.635 E (*datum* SIRGAS 2000, zona 22S).

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL – Descrito e coletado em barranco de corte de estrada, em terço superior de encosta com aproximadamente 10% de declive, sob floresta de pinus.

ELEVAÇÃO – 732 m.

LITOLOGIA – Rochas vulcânicas ácidas.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA – Formação Serra Geral (Vulcanismo do Cretáceo da Bacia do Paraná).

CRONOLOGIA – Cretáceo Inferior.

MATERIAL ORIGINÁRIO – Produto de alteração do material supracitado.

PEDREGOSIDADE – Não pedregoso.

ROCHOSIDADE – Não rochoso.

RELEVO LOCAL – Ondulado.

RELEVO REGIONAL – Plano a escarpado.

EROSÃO – Não aparente.

DRENAGEM – Bem drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA – Floresta Ombrófila Mista (Floresta de Araucária).

USO ATUAL – Floresta de pinus.

CLIMA – Cfb, segundo classificação de Köppen.

DESCRITO E COLETADO POR – Saulo Guilherme da Silva e Volnei Dal Bosco.

B – Descrição morfológica

- A 0-45 cm, bruno-avermelhado-escuro (5YR 2,5/2, úmida), muito argilosa; moderada, muito pequena, blocos subangulares; ligeiramente duro, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição ondulada e gradual.
- AB 45-106 cm, bruno-avermelhado-escuro (5YR 2,5/2, úmida), muito argilosa; moderada, pequena, blocos subangulares; ligeiramente duro, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição ondulada e abrupta.
- Bi 106-145 cm, vermelho (2,5YR 4/6, úmida), muito argilosa; moderada, pequena, blocos subangulares; ligeiramente duro, firme, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição ondulada e gradual.
- BC 145-200 cm+, vermelho-amarelado (5YR 4/6, úmida), muito argilosa; moderada, pequena, blocos subangulares; ligeiramente duro, firme, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa.

RAÍZES – Muitas finas nos horizontes A e AB; comuns finas no Bi; raras finas no BC.

OBSERVAÇÕES – Ocorrência de uma linha de fragmentos de rocha na transição entre os horizontes AB e Bi.



Figura 12. Perfil 02 - CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Alumínico típico e paisagem da área de ocorrência.

Fonte: Registrada pelo autor.

Tabela 11. Dados de análises físicas e químicas do P02.

Horizonte	Frações da amostra total				Composição Granulométrica da Terra Fina					ADA*	GF ³	Relação Silte/Argila	Carbono Orgânico		Relação C/N ⁴
	Prof. cm	Carvão	Casc. KCl	Terra Fina	Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila	%				Valor V	Sat. por Al (m)	
A	0-45	0	0	1000	150	70	100	680	400	41	0,15	2,80	0,17	16	
AB	45-106	0	0	1000	100	40	50	810	530	35	0,06	1,80	0,12	15	
Bi	106-145	0	0	1000	10	20	370	600	40	93	0,62	0,43	0,05	9	
BC	145-200+	0	0	1000	10	20	390	580	40	93	0,67	0,30	0,03	10	
PH (12,5)															
Horizonte	Complexo Sorção														
	Água	KCl	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Valor S	Al ³⁺	H ⁺	H ⁺ -Al ³⁺	Valor T	Aa ³	Valor V	Sat. por Al (m)	P assim.
A	4,8	3,9	1,3	0,6	0,06	0,05	2,0	6,3	6,3	12,6	14,6	21,5	14	76	1,3
AB	4,9	3,8	0,3	0,2	0,06	0,04	0,6	9,4	2,9	12,3	12,9	15,9	5	94	0,8
Bi	5,2	3,9	0,1	0,2	0,07	0,03	0,4	11,1	0,6	11,7	12,1	20,2	3	97	0,8
BC	5,2	3,9	0,1	0,1	0,05	0,03	0,3	10,2	0,6	10,8	11,1	19,1	3	97	0,7

¹/Argila Dispersa em Água; ²/Grau de Floculação; ³/Atividade da Argila; ⁴/Carbono/Nitrogênio.

Fonte: Elaborada pelo autor.

Perfil 03 (P03)**A – Descrição geral**

DATA - 25/03/2021

CLASSIFICAÇÃO – NEOSSOLOS LITÓLICOS Distróficos fragmentários, textura argila, A moderado, relevo suave ondulado.

CLASSIFICAÇÃO WRB (FAO) – Leptsols

UNIDADE DE MAPEAMENTO – RLdl

LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO, ESTADO E COORDENADAS – Estrada vicinal. Caxias do Sul/RS, coordenada UTM 6.782.169 S e 502.656 E (*datum* SIRGAS 2000, zona 22S).

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL – Descrito e coletado em barranco de corte de estrada, no topo do morro com aproximadamente 5% de declive, sob pastagem.

ELEVAÇÃO – 844 m.

LITOLOGIA – Rochas vulcânicas ácidas.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA – Formação Serra Geral (Vulcanismo do Cretáceo da Bacia do Paraná).

CRONOLOGIA – Cretáceo Inferior.

MATERIAL ORIGINÁRIO – Produto de alteração do material supracitado.

PEDREGOSIDADE – Ligeiramente pedregoso.

ROCHOSIDADE – Não rochoso.

RELEVO LOCAL – Suave Ondulado.

RELEVO REGIONAL – Plano a Escarpado.

EROSÃO – Não aparente.

DRENAGEM – Bem drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA – Floresta Ombrófila Mista (Floresta de Araucária).

USO ATUAL – Pastagem.

CLIMA – Cfb, segundo classificação de Köppen.

DESCRITO E COLETADO POR – Saulo Guilherme da Silva e Volnei Dal Bosco.

B – Descrição morfológica

A 0-38 cm, bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/2, úmida), argila; moderada, muito pequena, blocos subangulares; ligeiramente duro, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e abrupta.

R 38- cm+, matacões de basalto.

RAÍZES – Muitas finas no horizonte A; comuns finas no R.

OBSERVAÇÕES – Contato lítico fragmentário a 38 cm da superfície do solo.



Figura 13. Perfil 03 - NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico fragmentário e paisagem da área de ocorrência.

Fonte: Registrada pelo autor.

Tabela 12. Dados de análises físicas e químicas do P03

Horizonte	Frações da amostra total			Composição Granulométrica da Terra Fina					ADA ¹	GF ²	Relação Silte/Argila	Carbono Orgânico		Relação C/N ⁴	
	Calhau	Causc.	Terra Fina	Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila	%				%			
Simb.	Prof. cm	g kg ⁻¹													
A	0-38	0	0	1000	90	50	320	540	250	54	0,59	3,00	0,16	19	
R	38-+														
Horizonte	PH (1:2,5)		Complexo Sorçivo										Sat. por Al (m)	P assim. mg.kg ⁻¹	
	Água	KCl	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Valor S	Al ³⁺	H ⁺	H ⁺ +Al ³⁺	Valor T	Aa ¹			Valor V
A	4,9	3,9	0,9	0,6	0,12	0,05	1,7	5,0	7,7	12,7	14,4	26,7	12	75	2,1
R															

¹/Argila Dispersa em Água; ²/Grau de Flocculação; ³/Atividade da Argila; ⁴/Carbono/Nitrogênio.

Fonte: Elaborada pelo autor.

Perfil 04 (P04)**A – Descrição geral**

DATA - 25/03/2021

CLASSIFICAÇÃO – GLEISSOLOS MELÂNICOS Tb Distróficos lépticos, textura franco argilosa, A húmico, relevo plano.

CLASSIFICAÇÃO WRB (FAO) – Gleysols

UNIDADE DE MAPEAMENTO - GMbdI

LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO, ESTADO E COORDENADAS – Área de várzea, próximo a estrada vicinal. Caxias do Sul/RS, coordenada UTM 6.780.385 S e 504.771 E (*datum* SIRGAS 2000, zona 22S).

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL – Descrito e coletado em trincheira, em área de várzea, na base da encosta com aproximadamente 1% de declive, sob pastagem natural.

ELEVAÇÃO – 863 m.

LITOLOGIA – Rochas vulcânicas ácidas.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA – Formação Serra Geral (Vulcanismo do Cretáceo da Bacia do Paraná).

CRONOLOGIA – Cretáceo Inferior.

MATERIAL ORIGINÁRIO – Produto de alteração do material supracitado.

PEDREGOSIDADE – Não pedregoso.

ROCHOSIDADE – Não rochoso.

RELEVO LOCAL - Plano

RELEVO REGIONAL – Plano a escarpado.

EROSÃO – Não aparente.

DRENAGEM – Mal drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA – Floresta Ombrófila Mista (Floresta de Araucária).

USO ATUAL – Pastagem.

CLIMA – Cfb, segundo classificação de Köppen.

DESCRITO E COLETADO POR – Saulo Guilherme da Silva e Volnei Dal Bosco.

B – Descrição morfológica

A 0-30 cm, preto (5YR 2,5/1, úmida), argilossiltosa; moderada, muito pequena, blocos subangulares; ligeiramente duro, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e abrupta.

Cg 30-50 cm, bruno (7,5YR 5/2, úmida), francoargilosa; moderada, muito pequena, blocos subangulares; friável, plástica e ligeiramente pegajosa.

RAÍZES – Muitas muito finas no horizonte A; comuns finas no Cg.

OBSERVAÇÕES – Contato lítico a 60 cm da superfície do solo.



Figura 14. Perfil 04 - GLEISSOLO MELÂNICO Tb Distrófico léptico e paisagem da área de ocorrência.

Fonte: Registrada pelo autor.

Tabela 13. Dados de análises físicas e químicas do P04

Horizonte	Frações da amostra total			Composição Granulométrica da Terra					ADA ¹	GF ²	Relação Silte/Argila	Carbono Orgânico		Relação C/N ⁴			
	Prof.	Calhau	Casc.	Terra Fina	Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila				Valor V	Sat. por Al (m)	Relação C/N ⁴	%		
Simb.	cm	g.kg ⁻¹															
A	0-30	0	0	1000	50	30	450	470	210	55	0,95	4,80	0,32	15			
Cg	30-50+	0	0	1000	180	140	340	340	270	21	1,00	0,68	0,08	9			
Horizonte		PH (1:2,5)		Complexo Sorçivo													
Água		KCl	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Valor S	Al ³⁺	H ⁺	H ⁺ +Al ³⁺	Valor T	Valor V	Sat. por Al (m)		P assim.		
			cmolc.kg ⁻¹														
A	4,8	3,9	3,7	1,2	0,17	0,13	5,2	2,9	9,3	12,2	17,4	37,0	30	36	5,8		
Cg	5,3	3,7	2,0	0,8	0,08	0,06	2,9	1,8	2,8	4,6	7,5	22,0	39	38	1,0		

¹/Argila Dispersa em Água; ²/Grau de Floculação; ³/Atividade da Argila; ⁴/Carbono/Nitrogênio.

Fonte: Elaborada pelo autor.

Perfil 05 (P05)**A – Descrição geral**

DATA - 25/03/2021

CLASSIFICAÇÃO – CAMBISSOLOS HÁPLICOS Tb Alumínicos típicos, textura muito argilosa, A moderado, relevo ondulado.

CLASSIFICAÇÃO WRB (FAO) – Cambisols

UNIDADE DE MAPEAMENTO - CXba1

LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO, ESTADO E COORDENADAS – Estrada vicinal. Caxias do Sul/RS, coordenada UTM 6.780.370 S e 499.274 E (*datum* SIRGAS 2000, zona 22S).

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL – Descrito e coletado em barranco de corte de estrada, em terço médio de encosta com aproximadamente 10% de declive, sob floresta de eucaliptos.

ELEVAÇÃO – 772 m.

LITOLOGIA – Rochas vulcânicas ácidas.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA – Formação Serra Geral (Vulcanismo do Cretáceo da Bacia do Paraná).

CRONOLOGIA – Cretáceo Inferior.

MATERIAL ORIGINÁRIO – Produto de alteração do material supracitado.

PEDREGOSIDADE – Não pedregoso.

ROCHOSIDADE – Não rochoso.

RELEVO LOCAL – Ondulado.

RELEVO REGIONAL – Plano a escarpado.

EROSÃO – Não aparente.

DRENAGEM – Bem drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA – Floresta Ombrófila Mista (Floresta de Araucária).

USO ATUAL – Floresta de eucaliptos.

CLIMA – Cfb, segundo classificação de Köppen.

DESCRITO E COLETADO POR – Saulo Guilherme da Silva e Volnei Dal Bosco.

B – Descrição morfológica

- A1 0-22 cm, bruno-muito escuro (7,5YR 2,5/3, úmida), argila; moderada, pequena, blocos subangulares; ligeiramente duro, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e clara.
- A2 22-65 cm, bruno-muito escuro (7,5YR 2,5/2, úmida), muito argilosa; moderada, muito pequena, blocos subangulares; ligeiramente duro, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e clara.
- Bi 65-85 cm, bruno-escuro (7,5YR 3/3, úmida), muito argilosa; moderada, pequena, blocos subangulares; ligeiramente duro, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e abrupta.
- Cr 85-150 cm+, bruno-acinzentado muito escuro (2,5YR 3/4, úmida), franca; moderada, pequena, blocos subangulares; ligeiramente duro, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa.

RAÍZES – Muitas e finas nos horizontes A1 e A2; comuns e finas no Bi; raras e finas no Cr.



Figura 15. Perfil 05 - CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Alumínico típico e paisagem da área de ocorrência.

Fonte: Registrada pelo autor.

Tabela 14. Dados de análises físicas e químicas do P05

Horizonte	Frações da amostra total			Composição Granulométrica da Terra					ADA*	GF ⁴	Relação Silte/Argila	Carbono Orgânico		Relação C/N ⁵	
	Prof.	Calc.	Terra Fina	Arena Grossa	Arena Fina	Silte	Argila	%				%			
Simb.	cm			g.kg ⁻¹											
A1	0-22	0	1000	150	50	290	510	270	47	0,57	3,10	0,20	16		
A2	22-65	0	1000	100	40	200	660	280	58	0,30	2,00	0,13	15		
Bi	65-85	0	1000	140	60	200	600	270	55	0,33	0,88	0,08	11		
Cr	85-150+	0	1000	270	170	290	270	160	41	1,07	0,18	0,03	6		
PH (1:2,5)															
Horizonte	Água	KCl	Complexo Sorçivo												
			Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Valor S	Al ³⁺	H ⁺	H ⁺ +Al ³⁺	Valor T	Ap ³	Valor V	Sat. por Al ³⁺ P assim. (m)	mg.kg ⁻¹
A1	4,5	3,7	0,2	0,2	0,11	0,03	0,5	6,8	5,4	12,2	12,7	24,9	4	93	2,1
A2	4,6	3,7	0,1	0,1	0,04	0,04	0,3	8,7	4,1	12,8	13,1	19,8	2	97	1,1
Bi	4,6	3,7	0,1	0,1	0,05	0,04	0,3	9,6	1,5	11,1	11,4	19,0	3	97	0,9
Cr	4,9	3,7	0,3	0,2	0,15	0,04	0,7	11,2	2,0	13,2	13,9	51,5	5	94	4,0

¹/Argila Dispersa em Água; ²/Grau de Flocculação; ³/Atividade da Argila; ⁴/Carbono/Nitrogênio.

Fonte: Elaborada pelo autor.

Perfil 06 (P06)**A – Descrição geral**

DATA - 26/03/2021

CLASSIFICAÇÃO – NEOSSOLOS REGOLÍTICOS Distróficos típicos, textura muito argilosa/argila, A moderado, relevo forte ondulado.

CLASSIFICAÇÃO WRB (FAO) – Regosols

UNIDADE DE MAPEAMENTO - RLdl

LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO, ESTADO E COORDENADAS – Estrada vicinal. Caxias do Sul/RS, coordenada UTM 6.779.297 S e 498.239 E (*datum* SIRGAS 2000, zona 22S).

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL – Descrito e coletado em barranco de corte de estrada, em terço superior de encosta com aproximadamente 25% de declive, sob pastagem.

ELEVAÇÃO – 810 m.

LITOLOGIA – Rochas vulcânicas ácidas.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA – Formação Serra Geral (Vulcanismo do Cretáceo da Bacia do Paraná).

CRONOLOGIA – Cretáceo Inferior.

MATERIAL ORIGINÁRIO – Produto de alteração do material supracitado.

PEDREGOSIDADE – Moderadamente pedregoso.

ROCHOSIDADE – Ligeiramente rochoso.

RELEVO LOCAL – Forte Ondulado.

RELEVO REGIONAL – Plano a escarpado.

EROSÃO – Não aparente.

DRENAGEM – Bem drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA – Floresta Ombrófila Mista (Floresta de Araucária).

USO ATUAL – Pastagem.

CLIMA – Cfb, segundo classificação de Köppen.

DESCRITO E COLETADO POR – Saulo Guilherme da Silva e Volnei Dal Bosco.

B – Descrição morfológica

- A 0-25 cm, preto (5YR 2,5/1, úmida), muito argilosa; moderada, muito pequena, blocos subangulares; duro, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e abrupta.
- Bi 25-37 cm, bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/2, úmida), muito argilosa; moderada, muito pequena, blocos subangulares; ligeiramente duro, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e clara.
- Cr1 37-60 cm, vermelho-amarelado (5YR 4/6, úmida), muito argilosa; moderada, pequena, blocos subangulares; ligeiramente duro, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e gradual.
- Cr2 60-110 cm, vermelho-amarelado (5YR 4/6, úmida), argila; moderada, pequena, blocos subangulares; ligeiramente duro, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e gradual.
- R 110- cm+, matacões de rochas basálticas.
- RAÍZES – Abundantes e muito finas no horizonte A; muitas e finas no Bi; comuns e finas no Cr₁; raras e finas no Cr₂.



Figura 16. Perfil 06 - NEOSSOLO REGOLÍTICO Distrófico típico e paisagem da área de ocorrência.

Fonte: Registrada pelo autor.

Tabela 15. Dados de análises físicas e químicas do P06

Horizonte	Frações da amostra total			Composição Granulométrica da Terra						ADA ¹	GF ²	Relação Silte/Argila	Carbono Orgânico		Relação C/N ⁴	
	Calhau	Cascalho	Terra Fina	Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila	%	%							
Simb.	Prof. cm	g.kg ⁻¹														
A	0-25	0	0	1000	150	40	200	610	170	72	0,33	3,70	0,31	12		
Bi	25-37	0	0	1000	100	30	220	650	190	71	0,34	1,60	0,12	13		
Cr1	37-60	0	0	1000	50	50	300	600	20	97	0,50	0,81	0,08	10		
Cr2	60-110	0	0	1000	50	50	320	580	110	81	0,55	0,38	0,05	8		
R	110+															
Horizonte	PH (1:2,5)		Complexo Soritivo													
	Água	KCl	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Valor S	Al ³⁺	H ⁺	H ⁺ +Al ³⁺	Valor T	Aa ³	Valor V	Sat. por Al (m)	P assim. mg.kg ⁻¹	
A	5,2	4,1	6,4	2,3	0,34	0,05	9,1	1,5	9,4	10,9	20,0	32,8	46	14	2,1	
Bi	5,1	3,9	4,3	1,7	0,16	0,04	6,2	3,2	4,7	7,9	14,1	21,7	44	34	0,6	
Cr1	5,2	3,9	1,7	0,8	0,11	0,04	2,7	6,5	2,4	8,9	11,6	19,3	23	71	0,5	
Cr2	5,0	3,7	1,2	0,7	0,13	0,03	2,1	10,7	1,1	11,8	13,9	23,9	15	84	0,5	
R																

¹/Argila Dispersa em Água; ²/Grau de Floculação; ³/Atividade da Argila; ⁴/Carbono/Nitrogênio.

Fonte: Elaborada pelo autor.

Perfil 07 (P07)**A – Descrição geral**

DATA - 26/03/2021

CLASSIFICAÇÃO – NEOSSOLOS LITÓLICOS Distróficos típicos, textura argila/franco-argiloarenosa, A moderado, relevo ondulado.

CLASSIFICAÇÃO WRB (FAO) – Leptsols

UNIDADE DE MAPEAMENTO - RLdl

LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO, ESTADO E COORDENADAS – Estrada vicinal. Caxias do Sul/RS, coordenada UTM 6.779.268 S e 493.743 E (*datum* SIRGAS 2000, zona 22S).

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL – Descrito e coletado em barranco de corte de estrada, em terço superior de encosta com aproximadamente 15% de declive, sob floresta de eucaliptos.

ELEVAÇÃO – 755 m.

LITOLOGIA – Rochas vulcânicas ácidas.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA – Formação Serra Geral (Vulcanismo do Cretáceo da Bacia do Paraná).

CRONOLOGIA – Cretáceo Inferior.

MATERIAL ORIGINÁRIO – Produto de alteração do material supracitado.

PEDREGOSIDADE – Moderadamente pedregoso.

ROCHOSIDADE – Não rochoso.

RELEVO LOCAL – Ondulado.

RELEVO REGIONAL – Plano a escarpado.

EROSÃO – Não aparente.

DRENAGEM – Bem drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA – Floresta Ombrófila Mista (Floresta de Araucária).

USO ATUAL – Floresta de Eucaliptos.

CLIMA – Cfb, segundo classificação de Köppen.

DESCRITO E COLETADO POR – Saulo Guilherme da Silva e Volnei Dal Bosco.

B – Descrição morfológica

- A1 0-15 cm, bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/2, úmida), argila; fraca, muito pequena, blocos subangulares; ligeiramente duro, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e abrupta.
- A2 15-47 cm, bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/2, úmida), franco-argiloarenosa; fraca, muito pequena, blocos subangulares; ligeiramente duro, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e abrupta.
- R 47-200 cm+, matacões de basalto.
- RAÍZES – Abundantes finas no horizonte A; muitas finas no A/R.

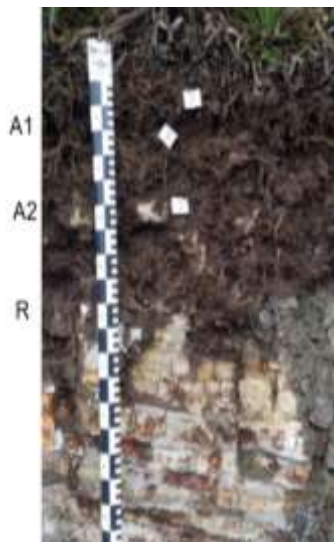


Figura 17. Perfil 07 - NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico e paisagem da área de ocorrência

Fonte: Registrada pelo autor.

Tabela 16. Dados de análises físicas e químicas do P07

Horizonte	Frações da amostra total			Composição Granulométrica da Terra Fina					ADA ¹	GF ²	Relação Silte/Argila	Carbono Orgânico		Relação C/N ⁴	
	Calhau	Cascalho	Terra Fina	Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila	%				%			
Simb.	cm	g.kg ⁻¹										%			
A1	0-15	0	0	1000	280	80	230	410	260	37	0,56	2,50	0,19	13	
A2	15-47	0	0	1000	380	90	210	320	270	16	0,66	1,30	0,10	13	
R	47+														
Horizonte	Complexo Soritivo										Valor T	Aa ³	Valor V	Sat. por Al (m)	P assim. mg.kg ⁻¹
	PH (1:2,5)	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Valor S	Al ³⁺	H ⁺	H ⁺ +Al ³⁺	cmol.kg ⁻¹					
A1	4,7	3,8	0,6	0,5	0,32	0,06	1,5	6,8	6,4	13,2	14,7	35,8	10	82	4,5
A2	4,7	3,8	0,4	0,3	0,27	0,08	1,1	8,8	5,2	14,0	15,1	47,2	7	89	1,8
R															

¹/Argila Dispersa em Água; ²/Grau de Floculação; ³/Atividade da Argila; ⁴/Carbono/Nitrogênio.

Fonte: Elaborada pelo autor.

RESUMO BIOGRÁFICO

Saulo Guilherme da Silva, filho de Guilherme da Silva e Dalva Freire da Silva, nasceu em 08 de agosto de 1967, em Cáceres, Mato Grosso. Estudou no Instituto Santa Maria e na Escola Agrotécnica Federal de Cáceres, em Cáceres/MT, onde completou seus estudos no ensino fundamental e no médio. O ensino superior foi vivenciado na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, onde graduou-se como Engenheiro Agrônomo e Licenciado em Ciências Agrícolas em 1993. Após a graduação teve diversas experiências profissionais, como Agrônomo da Escola Agrotécnica Federal de Cáceres/MT, Professor da Escola Agrotécnica Federal de Codó/MA, Analista Ambiental do Órgão de Meio Ambiente do Estado do Tocantins, Professor do Instituto Federal do Tocantins Campus Araguatins e Paraíso do Tocantins e, desde 2008 até os dias atuais, é servidor público no cargo de Engenheiro Agrônomo junto ao INCRA. Em 2019 iniciou seus estudos no curso de Mestrado em Ciência do Solo na Universidade Federal do Rio Grande do Sul.