

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
WALQUÍRIA CHAVES DA SILVA

**AVALIAÇÃO, EM PROFUNDIDADE, DOS ATRIBUTOS DO SOLO: CARBONO
ORGÂNICO, ARGILA, SILTE E AREIA**

Curitibanos
2015

WALQUÍRIA CHAVES DA SILVA

**AVALIAÇÃO, EM PROFUNDIDADE, DOS ATRIBUTOS DO SOLO: CARBONO
ORGÂNICO, ARGILA, SILTE E AREIA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Agronomia, do Campus Curitibanos da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Alexandre ten Caten

Curitibanos

2015

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Silva , Walquíria Chaves da
AVALIAÇÃO, EM PROFUNDIDADE, DOS ATRIBUTOS DO SOLO:
CARBONO ORGÂNICO, ARGILA, SILTE E AREIA / Walquíria
Chaves da Silva ; orientador, Alexandre ten Caten -
Curitibanos, SC, 2015.
43 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Campus
Curitibanos. Graduação em Agronomia.

Inclui referências

1. Agronomia. 2. Mapeamento Digital de Solo . 3.
Pedometria . I. ten Caten , Alexandre . II. Universidade
Federal de Santa Catarina. Graduação em Agronomia. III.
Título.



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
Coordenação do Curso de Graduação em Agronomia
Rodovia Ulysses Gaboardi km3
CP: 101 CEP: 89520-000 - Curitibanos - SC
TELEFONE (048) 3721-2178 E-mail: agronomia.cbs@contato.ufsc.br.

WALQUIRIA CHAVES DA SILVA

Avaliação, em profundidade, dos atributos do solo: carbono orgânico, argila, silte e areia.

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado ao Colegiado do Curso de Agronomia, do Campus Curitibanos da Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Alexandre ten Caten

Data da defesa:

MEMBROS COMPONENTES DA BANCA EXAMINADORA:

Alexandre ten Caten

Presidente e Orientador: Alexandre ten Caten
Universidade Federal de Santa Catarina campus Curitibanos

Alexandre ten Caten

Membro Titular: ANTONIO LUNARDI NETO
Universidade Federal de Santa Catarina campus Curitibanos

Antonio Lunardi Neto
Sonia Corina Hess

Membro Titular:
Universidade Federal de Santa Catarina campus Curitibanos

Local: Universidade Federal de Santa Catarina
Campus de Curitibanos
Coordenação do Curso de Graduação em Agronomia

RESUMO

Existe uma demanda pelo conhecimento da distribuição espacial do solo em escalas mais detalhadas. Muitos são os projetos os quais necessitam de informações espaciais dos solos em superfície e em distintas profundidades. O objetivo do presente estudo foi avaliar a aplicação de uma ferramenta de interpolação, em profundidade, para dados de perfis de solo. Três perfis foram selecionados na bacia hidrográfica do rio Marombas, localizada na mesorregião Serrana do Estado de Santa Catarina. Amostras de solo com estrutura deformada foram coletadas nos perfis descritos. As análises laboratoriais das amostras de solo foram determinadas conforme a metodologia da Embrapa. Foram utilizados dados físicos da composição granulométrica do solo (argila, silte e areia) e dados químicos do teor de carbono orgânico em diferentes profundidades de três perfis de solo. Os dados foram submetidos ao programa *Soil Profile Generator v2.0*, possibilitando obter dados de uma função “*spline*” que permite visualizar os atributos em diferentes profundidades ao longo do perfil. O programa permite que os dados oriundos das coletas realizadas nos distintos horizontes do perfil descrito, sejam interpolados para que se tenha a variação em profundidade dos atributos nos perfis do solo. Entre os resultados encontrados destaca-se a possibilidade de gerar valores contínuos em profundidade para os atributos avaliados. Os dados de centímetro em centímetro podem ser usados em interpolações que possibilitem a espacialização destes atributos em distintas profundidades do solo, e não mais apenas naqueles em que os horizontes haviam sido coletados. A ferramenta “*spline*” permitiu gerar valores contínuos em profundidade para os atributos estudados em solos da Ordem Latossolos.

Palavras-chave: Mapeamento Digital do Solo. Pedometria. Ferramenta “*Spline*”.

ABSTRACT

There is a demand for knowledge of the spatial distribution of soil in more detailed scales. Many projects need spatial soil information in surface and different depth. The objective about this recent study it was evaluate the application of an interpolation tool in depth of profile data of soil. Three profiles were selected in the river basin Marombas, located in the mountainous middle region of the State of Santa Catarina. Soil samples were collected with deformed structure described in profiles. Laboratory tests of soil samples were determines according to the methodology of Embrapa. Data physical were used in a granulometric composition of soil (clay, silt, sand) and chemical data of the organic carbon content in different depth of three profile soils. The data were submitted to the program *Soil Profile Generator v2.0*, making it possible to get dice from a function "*spline*" which allows you to view the attributes at different depth along the profile. The program allows that the data from the surveys carried out in distinct horizons of the profile described, are interpolated in order, for to have the variation in a profundity from attributes of soil profiles. Among the findings there is the possibility of generating continuous values in depth to the evaluated attributes. Centimeter data in centimeter can be used in spatial interpolation to enable these attributes in different depth of soil, and not only those in which the horizons were collected. The "*spline*" tool, allows generate continuous values in depth to the attributes studied in Latosols Order of soils.

Keywords: Digital Soil Mapping. Pedometrics. "Spline" tool.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Perfil de solo descrito com a indicação dos horizontes pedogenéticos e das profundidades em centímetros.	12
Figura 2. Modelo de representação cartográfica por polígonos (mapeamento de solos clássicos) e modelo contínuo por matriz (mapeamento digital de solos). A, B e C são unidades de mapeamento.....	14
Figura 3. Representação da função quadrática de área-igual.....	15
Figura 4. Sessão do mapa de solos do Estado de Santa Catarina (1:250.000) ilustrando parte da bacia hidrográfica do Rio das Marombas. Imagem interna localiza a sessão no Estado. Associação NITOSSOLO BRUNO Distroférico, CAMBISSOLO HÁPLICO Alumínico e LATOSSOLO BRUNO Distroférico (NBdf + CXa + LBdf); Associação NITOSSOLO BRUNO Distroférico e CAMBISSOLO HÁPLICO Alumínico (NBdf + CXa); NITOSSOLO BRUNO Distroférico (NBdf) e NITOSSOLO BRUNO Aluminoférico (NBa). Coordenadas UTM/SIRGAS2000 Fuso22.....	16
Figura 5. Locais de descrição dos perfis e coleta das amostras de solos. Coordenadas UTM/SIRGAS2000 Fuso22.....	17
Figura 6. Página inicial do programa <i>Soil Profile Generator v2.0</i> . Legenda: Camadas do perfil representadas pelas barras em verde; Valores da função “spline” representados pela linha em vermelho.	19
Figura 7. Representação do arquivo de entrada bloco de notas (txt) para os dados de carbono orgânico presentes no perfil de solo MDS1.....	20
Figura 8. Representação do arquivo de saída bloco de notas (cmsout.txt) para os dados de carbono orgânico presentes no perfil de solo MDS1.	20
Figura 9. Representação do ponto 1. A) Perfil de solo; B) Paisagem onde foi realizada a descrição; C) Preparação para amostragem do perfil de solo.	22
Figura 10. Representação do ponto 2. A) Perfil de solo; B) Paisagem onde foi realizada a descrição; C) Cobertura vegetal.	23
Figura 11. Representação do ponto 3. A) Perfil de solo; B) e C) Paisagem onde foi realizada a descrição.	24
Figura 12. Triângulos texturais baseados no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS).	26

- Figura 13.** Variabilidade em profundidade dos atributos: A) carbono orgânico; B) argila; C) silte; D) areia. As linhas tracejadas representam a função “*spline*”. Observar que os eixos das abcissas não estão na mesma escala.28
- Figura 14.** Variabilidade em profundidade dos atributos: A) carbono orgânico; B) argila; C) silte; D) areia. As linhas tracejadas representam a função “*spline*”. Observar que os eixos das abcissas não estão na mesma escala.29
- Figura 15.** Variabilidade em profundidade dos atributos: A) carbono orgânico; B) argila; C) silte; D) areia. As linhas tracejadas representam a função “*spline*”. Observar que os eixos das abcissas não estão na mesma escala.30

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Classes do triângulo textural SiBCS13.	18
Tabela 2. Caracterização granulométrica e orgânica dos perfis de solo.....	25

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	7
1.1	JUSTIFICATIVA	8
1.2	OBJETIVOS	9
1.2.1	Objetivo geral	9
1.2.2	Objetivos específicos	9
2	REFERENCIAL TEÓRICO	10
2.1	IMPORTÂNCIA DO RECURSO NATURAL SOLO	10
2.2	LEVANTAMENTOS DE SOLOS.....	11
2.2.1	Mapeamentos de Solos Clássicos	11
2.2.2	Mapeamento Digital de Solos	13
2.3	HARMONIZAÇÃO DOS DADOS EM PROFUNDIDADE	14
3	MATERIAL E MÉTODOS	16
3.1	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	16
3.2	ANÁLISES LABORATORIAIS	18
3.3	CLASSIFICAÇÃO TEXTURAL	18
3.4	ANÁLISE DA VARIABILIDADE EM PROFUNDIDADE DOS ATRIBUTOS	19
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
4.1	DESCRIÇÃO GERAL	22
4.2	ANÁLISES LABORATORIAIS	24
4.3	CLASSIFICAÇÃO TEXTURAL	25
4.4	ANÁLISE DA VARIABILIDADE EM PROFUNDIDADE DOS ATRIBUTOS	27
4.4.1	Descrição das propriedades determinadas nos pontos 1, 2, 3	27
5	CONCLUSÃO	32
	REFERÊNCIAS	33
	APÊNDICE A – Variabilidade dos atributos: 1) carbono orgânico; 2) argila; determinados no ponto 1	37
	APÊNDICE B – Variabilidade dos atributos: 1) silte; 2) areia; determinados no ponto 1	38
	ANEXO A – Rotina de programação utilizada na classificação textural das amostras	39

1 INTRODUÇÃO

O crescimento populacional, aliado aos avanços tecnológicos, tem impulsionado uma busca pelo aumento da produção agrícola. Nesse contexto, existe uma necessidade de monitoramento das condições dos recursos naturais envolvidos, assim como o correto planejamento agrícola e manejo do solo, a fim de assegurar a produção e sustentabilidade. Para isso, as informações sobre o recurso natural solo devem ser disponibilizadas em quantidade e qualidade conciliáveis com essas demandas. No entanto, predominam no país mapeamentos em pequenas escalas, muito generalistas para a tomada de decisão em nível de bacia hidrográfica, municipal ou até mesmo, em propriedades rurais.

As informações mais amplamente reconhecidas e disponíveis sobre os solos do Estado de Santa Catarina (SC) estão contidas no (i) Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Estado de Santa Catarina (UFSC; SUDESUL, 1972); (ii) no Atlas de Santa Catarina (SANTA CATARINA, 1986); (iii) no Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento nº. 46 (EMBRAPA, 2004); (iv) no Levantamento de Recursos Naturais efetuado pelo Projeto Radambrasil (IBGE; EMBRAPA, 1986). Apesar de importantes, esses estudos disponibilizam informações abrangentes dificultando a delimitação mais detalhada e precisa das classes de solos presentes em áreas menores do Estado.

Aliado a essa questão, a escassez de informações sobre os solos, as limitações financeiras e o tempo necessário para a execução de novos levantamentos leva à adoção de novos métodos que tornem os levantamentos mais ágeis e menos onerosos e, portanto o Mapeamento Digital de Solos (MDS) torna-se uma alternativa. Recentemente, ocorreu o desenvolvimento de novos métodos, mais econômicos, devido à crescente disponibilidade de informações auxiliares. A utilização de técnicas geoestatísticas possibilita a interpolação e espacialização horizontal dos atributos do solo, assim como, a ferramenta “*spline*” tornou-se uma opção de interpolação em profundidade dos dados das coletas em horizontes do solo. Com isso disponibilizando essas informações de forma vertical contínua, e não em horizontes do perfil do solo, como realizado por ocasião da descrição morfológica dos solos.

1.1 JUSTIFICATIVA

O presente Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) justifica-se pela importância do conhecimento sobre a variabilidade espacial dos atributos do solo. A variabilidade desses atributos pode ser avaliada por técnicas geoestatísticas, auxiliando no mapeamento e manejo do solo. Dessa forma, tornando as informações espaciais dos solos um elemento informativo a mais nos levantamentos de solos.

Atualmente, existe um crescente interesse da sociedade pela informação espacial do solo. Muitos são os projetos os quais necessitam de informações espaciais dos solos em superfície e em distintas profundidades. Entre eles o GlobalSoilMap.net (<http://www.globalsoilmap.net/>) é um dos projetos que aplica o MDS para gerar mapas de solos em diferentes profundidades e não apenas em superfície, ou naquelas em que os horizontes foram originalmente descritos por ocasião da descrição morfológica do perfil do solo.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

O objetivo do presente estudo foi avaliar a aplicação de uma ferramenta de interpolação, em profundidade, para dados de perfis de solo.

1.2.2 Objetivos específicos

Gerar valores contínuos em profundidade para os atributos do solo: carbono orgânico, argila, silte e areia;

Utilizar os dados gerados em interpolações que possibilitem a espacialização de atributos do solo em distintas profundidades.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 IMPORTÂNCIA DO RECURSO NATURAL SOLO

Há um crescente reconhecimento, por parte da população, da importância do recurso natural solo (PARIKH; JAMES, 2012). Diante disso, ressalta-se que 2015 foi declarado o Ano Internacional de Solos pela 68ª sessão da Assembleia Geral das Nações Unidas (Resolução 68/232), onde pretende-se realizar ações de sensibilização sobre a importância dos solos na vida dos seres vivos, garantindo a segurança alimentar e os serviços essenciais dos ecossistemas (FAO, 2015).

Através de levantamentos de solos, disponibilizados na forma de mapas ou boletins descritivos é possível gerar informações a cerca da distribuição espacial do solo na paisagem. Desse modo, esses documentos constituem peças fundamentais para todos aqueles que, de alguma forma, manejam esse corpo natural que cobre as áreas não submersas do planeta, seja sob o ponto de vista agrícola ou, fins de engenharia civil, engenharia sanitária entre outras atividades.

Para Reichert et al. (2007, p. 5) o solo:

Pode ser considerado como um componente fundamental dos ecossistemas terrestres, pois afeta o balanço de energia, o ciclo da água, a ciclagem de nutrientes e a produtividade do ecossistema. Além da produção de alimentos, o solo tem grande importância ecológica e ambiental. A sobrevivência do homem na Terra depende, em boa medida, da sua capacidade em harmonizar produção agrossilvipastoril com preservação ecológica e ambiental.

O solo pode ser pensado como a pele que recobre o planeta Terra, sendo um meio poroso com estrutura e biologicamente ativo que se desenvolveu e continua se desenvolvendo na crosta da superfície terrestre. Portanto, a pedosfera é o envelope da Terra onde ocorre e se forma o solo. O único ambiente onde se encontram reunidos em associação íntima a litosfera, a hidrosfera, a atmosfera e a biosfera é o solo (CREPANI et al., 2001).

Além disso, o solo sustenta fisicamente as plantas (através das suas raízes) e fornece água e nutrientes durante o crescimento e desenvolvimento vegetal, por isso considera-se o solo como um meio para o crescimento das plantas. O solo também apresenta função na regulação e fornecimento de água para as plantas, pois este armazena água na sua zona não saturada e posteriormente disponibiliza conforme a necessidade para as plantas (REICHERT et al., 2007).

Para isso, são necessárias informações relevantes e atualizadas sobre a distribuição espacial dos solos, uma vez que existe demanda pela informação espacial solo em diversos setores, no país e no mundo (ARRUDA et al., 2013). O solo é explorado economicamente sendo usado como destino para o carbono atmosférico, pois se busca quantificar o real potencial de cada tipo de solo em estocar carbono (HARTLEY, 2014). Outro exemplo interessante que atualmente tem sido empregado é a identificação das melhores áreas para a produção de culturas que atendam a substituição das fontes de energia não renováveis por bioenergia, e de como a produção de energia e alimentos irão compartilhar áreas agrícolas sem prejudicar os biomas brasileiros (AIDAR, 2013).

2.2 LEVANTAMENTOS DE SOLOS

Os levantamentos e mapeamentos de solos podem ser descritos por duas abordagens: (i) mapeamento de solos realizado por métodos, aqui denominados de convencionais, executado com base no modelo mental solo-paisagem, dessa forma, as mudanças em um ou mais fatores de formação do solo permitem localizar com precisão os limites entre classes de solos diferentes (COELHO, 2010); e também, (ii) nos últimos anos a abordagem do MDS expandiu-se significativamente, o qual baseia-se na geração de sistemas de informações que permitem estabelecer relações matemáticas entre variáveis ambientais e classes de solos e, assim, prever a distribuição espacial das classes de solos com semelhança aos mapas gerados por meios convencionais (VISCARRA ROSSEL; BEHRENS, 2010).

2.2.1 Mapeamentos de Solos Clássicos

Sabe-se que nos mapeamentos, existe uma classificação dos solos. A mesma pode ser feita segundo diferentes critérios adotados pelos países, considerando os diferentes fatores morfogenéticos envolvidos no processo de formação dos solos. Consolidado pela Embrapa - Solos, antigo Centro Nacional de Pesquisa de Solos, o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS), permite a classificação de solos do território nacional em seis níveis categóricos diferentes: Ordem, Subordem, Grande Grupo, Subgrupo, Família e Série, correspondendo cada nível a um grau de detalhamento, em ordem crescente (SANTOS et al., 2013).

Os mapeamentos de solos clássicos iniciam-se com a elaboração de um mapa preliminar, onde as unidades dos solos são inferidas a partir de fotointerpretação e sobreposição de dados ambientais, associados aos conhecimentos e experiências tácitas dos pedólogos. São realizadas atividades de campo, para geração do modelo mental solo-paisagem, com definição e descrição de perfis amostrais, dessa forma, agregando-se informações ao mapa, sendo estabelecidas as relações entre os solos e as diferentes paisagens, estabelecendo assim a distribuição espacial e os limites entre as unidades no mapa final (SANTOS et al., 1995).

Para uniformizar a linguagem empregada na metodologia de campo para a descrição de perfis, principalmente aqueles descritos e coletados nos trabalhos de levantamentos pedológicos, utilizam-se manuais para definição e normatização das características morfológicas normalmente utilizadas na descrição e coleta de perfis de solos no campo. O “Manual de descrição e coleta de solos no campo” baseado na metodologia proposta por Santos et al. (2005) têm sido amplamente utilizado para descrição morfológica de perfis de solos (Figura 1).

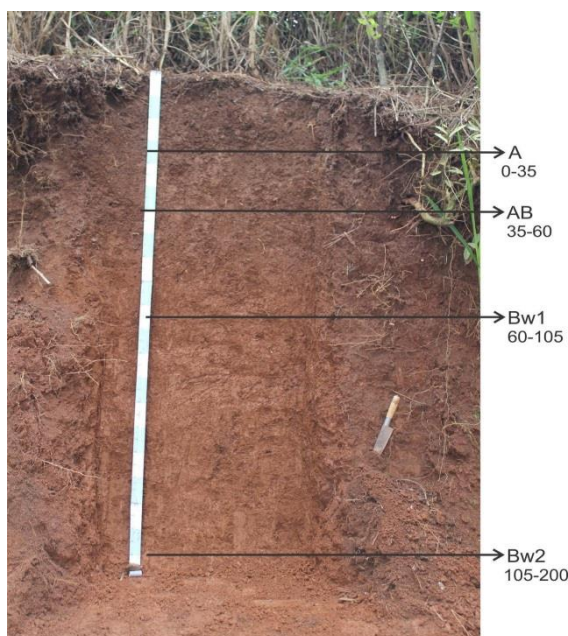


Figura 1. Perfil de solo descrito com a indicação dos horizontes pedogenéticos e das profundidades em centímetros.

Seguindo o registro metodizado de Santos et al. (2005) o estudo da morfologia do solo refere-se a descrição das propriedades detectadas pelos sentidos da visão e do tato (manuseio), como por exemplo: cor, textura, estrutura,

porosidade, consistência, transição entre horizontes e, ou, camadas, sendo realizada por ocasião do estudo do solo no campo (descrição do perfil) para cada horizonte ou camada individualmente.

2.2.2 Mapeamento Digital de Solos

Muitas são as limitações associadas ao processo de produção tradicional de mapas, entre elas: (i) mudanças sutis nas condições ambientais não podem ser facilmente observadas, devido à limitação da percepção visual humana; (ii) procedimento de interpretação visual de fotografias aéreas demanda tempo, é um processo subjetivo que está sujeito a ocorrência de erros; (iii) atualizações necessárias tornam os levantamentos caros e ineficientes (NEUMANN, 2012). Além disso, a representação espacial dos levantamentos tem sido sempre discreta, com limites abruptos entre as unidades de mapeamento com a aplicação da representação cartográfica por polígonos (Figura 2).

Os mapeamentos clássicos de solos têm sido criticados por muitos autores, pelo fato de serem esses, de caráter discreto, em oposição ao modelo contínuo, o que implica dizer que as classes de solos possuem limites abruptos. Isso significa que em geral, cada unidade de mapeamento representa uma característica pedológica constante ou um determinado tipo de solo. A precisão dos levantamentos realizados desta forma é limitada, principalmente pela técnica de cartografia baseada em polígonos e pelo próprio processo manual de produção de mapas. Consequentemente os mapeamentos tradicionais não são realísticos, uma vez que os limites naturais na paisagem tendem a ser mais graduais do que abruptos (ODEH et al., 1990; MCBRATNEY; WEBSTER, 1981; NEUMANN, 2012).

Contudo, novas abordagens de modelagem quantitativa dos solos têm sido propostas, a fim de descrever, classificar e definir padrões da variabilidade espacial dos solos na paisagem (WEBSTER, 1985). Nos últimos anos o MDS expandiu-se significativamente devido aos avanços de informações e tecnologias de sensoriamento remoto, computação, estatística, sistemas de posicionamento global e sistemas de medição (VISCARRA ROSSEL; BEHRENS, 2010).

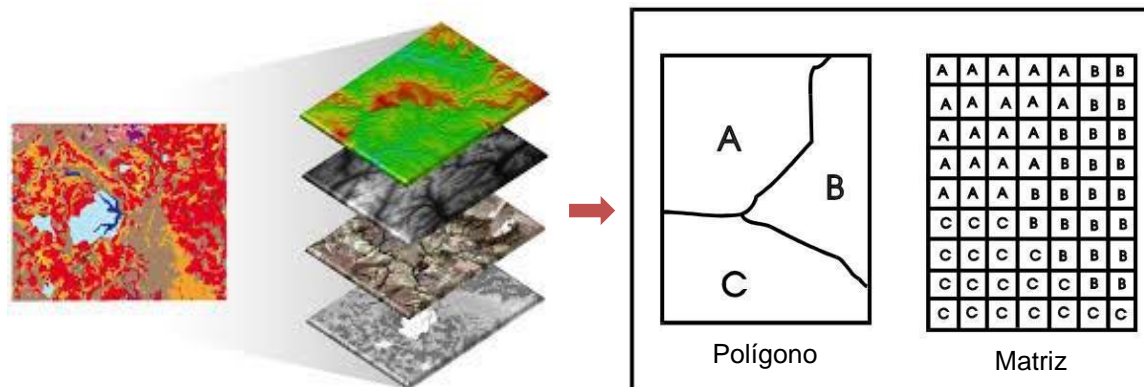


Figura 2. Modelo de representação cartográfica por polígonos (mapeamento de solos clássicos) e modelo contínuo por matriz (mapeamento digital de solos). A, B e C são unidades de mapeamento. Fonte: EMBRAPA (2013); CAMARA; MEDEIROS (2015).

Em 2004 durante o “*1 Global Workshop on Digital Soil Mapping*” realizado na França, definiu-se para comunidade acadêmica e científica o conceito de MDS. Os estudos apresentados no evento foram publicados no livro “*Digital Soil Mapping – An introductory perspective*” na série *Developments in Soil Science*, volume 31 da Elsevier.

Conforme McBratney et al. (2007, p. 137) mapeamento digital de solo é:

Definido como a criação e manipulação de sistemas espaciais de informação de solos, através do uso de modelos numéricos para a inferência das variações espaciais e temporais dos tipos de solos e de suas propriedades, a partir de observações e conhecimento dos solos e de variáveis ambientais correlacionadas.

Nesses levantamentos de solos uma das metodologias de amostragem é baseada nas especificações do consórcio GlobalSoilMap.net (GLOBALSOILMAP.NET, 2011), sendo coletadas amostras em 6 profundidades, a saber: 0-5, 5-15, 15-30, 30-60, 60-100, 100-200 centímetros dependendo da espessura do perfil.

2.3 HARMONIZAÇÃO DOS DADOS EM PROFUNDIDADE

A representação espacial dos atributos do solo possuem limites abruptos entre as unidades de mapeamentos. Dessa forma, o procedimento de harmonização dos dados por meio da ferramenta “*spline*” permite estimar valores contínuos, em profundidade.

A ferramenta “*spline*” foi proposta com base nos estudos conduzidos por Bishop et al. (1999) e Ponce-Hernandez et al. (1986), onde os autores

demonstraram o desempenho da função “*spline*” em gerar valores contínuos em profundidade. A função pode ser explicada como um conjunto de funções quadráticas de área-igual (*equal-area spline depth functions*) que descrevem uma curva através de um conjunto de pontos. Dessa forma os valores em profundidade dos atributos estudados foram representados graficamente conforme a figura 3.

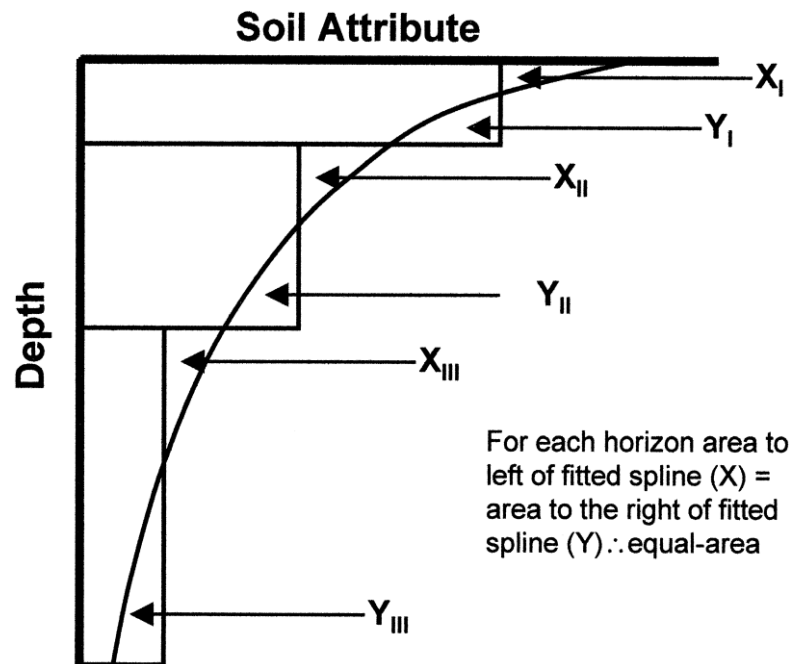


Figura 3. Representação da função quadrática de área-igual.
Fonte: BISHOP et al. (1999).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo está localizada na bacia hidrográfica do Rio Marombas (Figura 4), localizada na mesorregião Serrana do Estado de Santa Catarina (Município de Curitibanos, SC). O clima da região é Cfb – Temperado (mesotérmico úmido e verão ameno) segundo a classificação de Köppen (ALVARES et al., 2013). A área de estudo possui informações de solos na escala de 1:250.000 disponíveis no Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Estado de Santa Catarina (EMBRAPA, 2004). Devido à escala do levantamento as informações contidas neste mapa são generalistas e predominantemente na forma de associações.

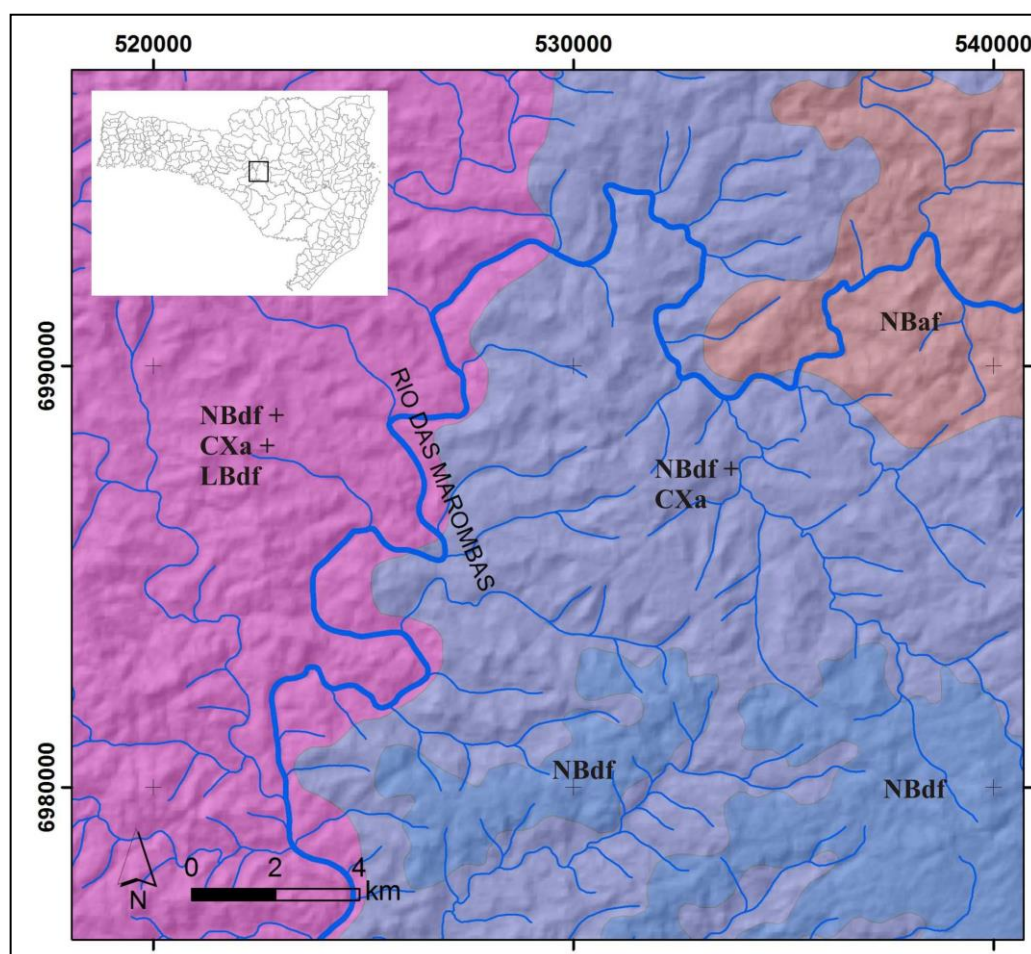


Figura 4. Sessão do mapa de solos do Estado de Santa Catarina (1:250.000) ilustrando parte da bacia hidrográfica do Rio das Marombas. Imagem interna localiza a sessão no Estado. Associação NITOSSOLO BRUNO Distroférico, CAMBISSOLO HÁPLICO Alumínico e LATOSSOLO BRUNO Distroférico (NBdf + CXa + LBdf); Associação NITOSSOLO BRUNO Distroférico e CAMBISSOLO HÁPLICO Alumínico (NBdf + CXa); NITOSSOLO BRUNO Distroférico (NBdf) e NITOSSOLO BRUNO Aluminoférico (NBa). Coordenadas UTM/SIRGAS2000 Fuso22.

As amostras de solos estudadas localizam-se na Região Edafoambiental Homogênea Campos Novos segundo Uberti (2005). A paisagem é dominada por planalto com relevo ondulado em pendentes longas. Nessa região o autor identifica uma grande homogeneidade na textura do solo devido ao material de origem dos solos, basalto, ser predominante. Predominam na região solos profundos, dessaturados, com avançado grau de intemperismo, a exemplo de Latossolos nas áreas de relevo mais suave, e nas áreas de relevo mais movimentado há formação de Neossolos Litólicos, Neossolos Regolíticos e de Cambissolos Húmicos e Háplicos, além dos Nitossolos Brunos nos terços finais das encostas.

Na área foram coletados três perfis de solo sendo classificados de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS) (SANTOS et al., 2005). Os mesmos três perfis (chamados de: perfis MDS), foram coletados de acordo com as especificações do consórcio GlobalSoilMap.net (GLOBALSOILMAP.NET, 2011), sendo coletadas amostras em seis profundidades desde a superfície até o máximo de 2,0 metros de profundidade (Figura 5).

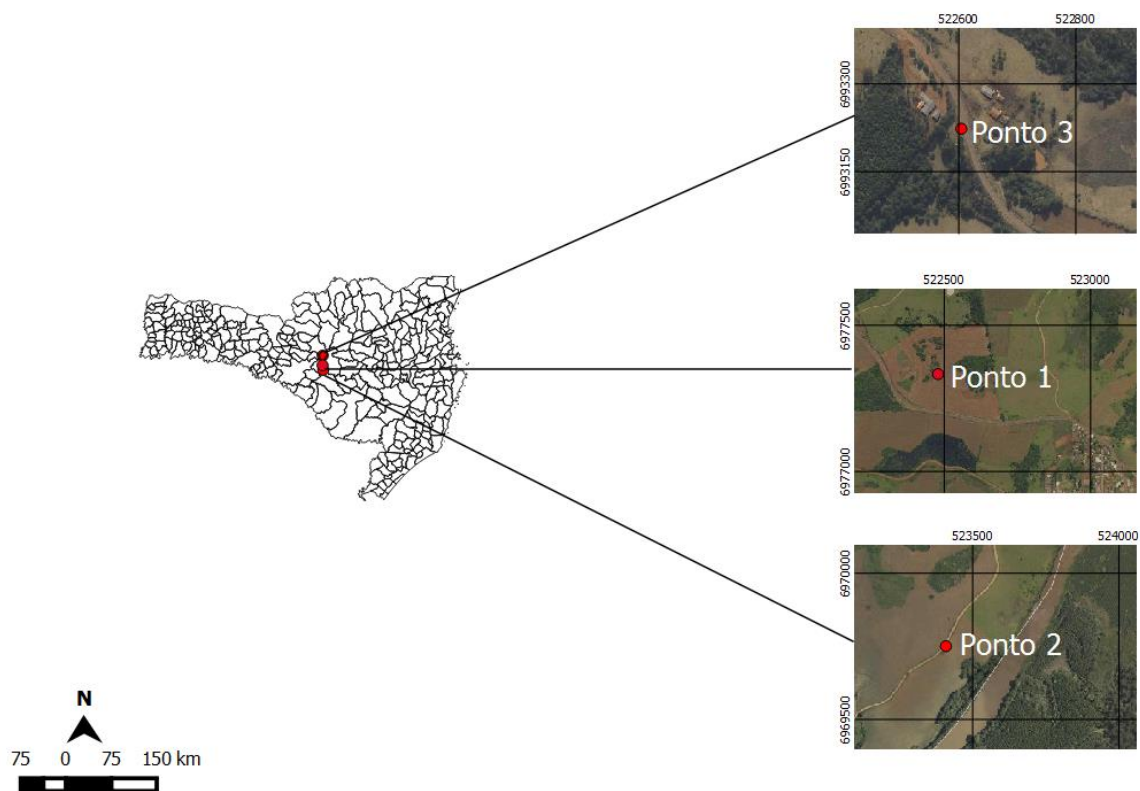


Figura 5. Locais de descrição dos perfis e coleta das amostras de solos. Coordenadas UTM/SIRGAS2000 Fuso22.

3.2 ANÁLISES LABORATORIAIS

As amostras de solo foram coletadas através do método recomendado pelo consórcio GlobalSoilMap.net. No total foram amostradas 18 camadas de solo por essa metodologia. Também foram coletadas as amostras de solo dos perfis para a classificação com espessuras e horizontes variáveis conforme a descrição morfológica seguindo Santos et al. (2005). No total foram amostrados 16 horizontes do solo.

Os atributos do solo foram determinados pela análise de solo realizada no Laboratório de Pedologia na Universidade Federal de Santa Maria. A composição granulométrica para determinar as frações areia, silte e argila (g. kg^{-1}) das amostras de solo foi realizada conforme as recomendações da Embrapa (1997). O teor de carbono orgânico total foi determinado pelo método Mébius no bloco de digestão (YEOMANS; BREMNER, 1988; NELSON et al., 1996), utilizando-se solução de dicromato de potássio ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) $0,067 \text{ mol L}^{-1}$ em presença de ácido sulfúrico (H_2SO_4) concentrado. A titulação foi feita com solução de sulfato ferroso amoniacal $[\text{FeSO}_4(\text{NH}_4)_2]$ $0,2 \text{ mol L}^{-1}$.

3.3 CLASSIFICAÇÃO TEXTURAL

Uma vez conhecidas as proporções relativas das frações argila, silte e areia procedeu-se a classificação textural dos solos amostrados através do diagrama de triângulo textural. As classes texturais do solo foram baseadas no subagrupamento textural do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SANTOS et al., 2013), representadas na tabela 1.

Tabela 1. Classes do triângulo textural SiBCS13.

Classe textural	Sigla
Muito argiloso	MA
Argiloso	A
Médio Argiloso	MeA
Médio Siltoso	MeS
Siltoso	S
Médio Arenoso	MeAr
Arenoso Médio	ArMe
Muito Arenoso	MAr

Os valores obtidos a partir da determinação dos percentuais das diferentes frações na análise granulométrica foram plotados no triângulo textural confeccionado em linguagem R (ANEXO A). A classificação textural está presente no pacote “soiltexture”, com a denominação de SiBCS13 (MOEYS, 2014), o qual permite produzir triângulos texturais, a fim de determinar a classe textural das amostras de solo amostradas.

3.4 ANÁLISE DA VARIABILIDADE EM PROFUNDIDADE DOS ATRIBUTOS

Foram utilizados dados da composição granulométrica (g. kg^{-1}) e o teor de carbono orgânico (g. kg^{-1}) em diferentes profundidades de três perfis de solo. Esses foram submetidos ao programa *Soil Profile Generator v2.0* (MALONE et al., 2009), possibilitando obter dados de uma função “*spline*” que permite visualizar os atributos físico-químicos em diferentes profundidades ao longo do perfil (Figura 6).

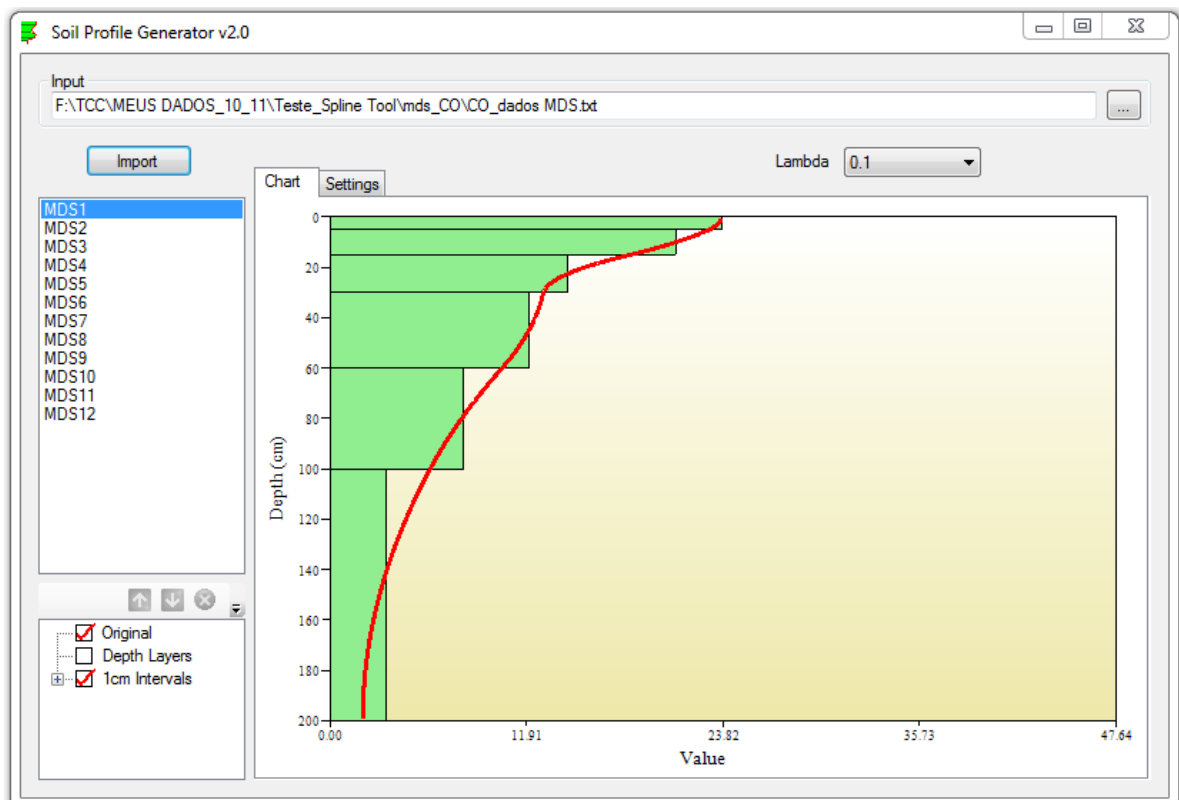


Figura 6. Página inicial do programa *Soil Profile Generator v2.0*. Legenda: Camadas do perfil representadas pelas barras em verde; Valores da função “*spline*” representados pela linha em vermelho.

O programa foi desenvolvido pelo *The Australian Collaborative Land Evaluation Program* (ACLEP), sendo disponibilizado gratuitamente pelo *Australian Soil Resource Information System* (ASRIS) no endereço <<http://www.asris.csiro.au/methods.html>>.

A ferramenta “*spline*” utiliza arquivos de texto (txt) delimitados por vírgula (Figura 7). A guia configurações permite ao usuário exportar arquivos de saída (cmsout.txt) contendo os valores da função “*spline*”. O arquivo contém valores do respectivo atributo do solo em cada centímetro até uma profundidade de 200 centímetros. Sendo que a profundidade máxima de saída é limitada pela profundidade máxima de entrada (Figura 8).

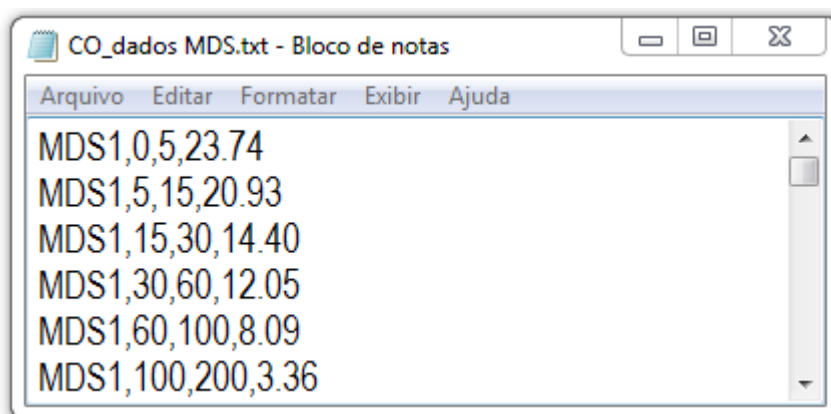


Figura 7. Representação do arquivo de entrada bloco de notas (txt) para os dados de carbono orgânico presentes no perfil de solo MDS1.

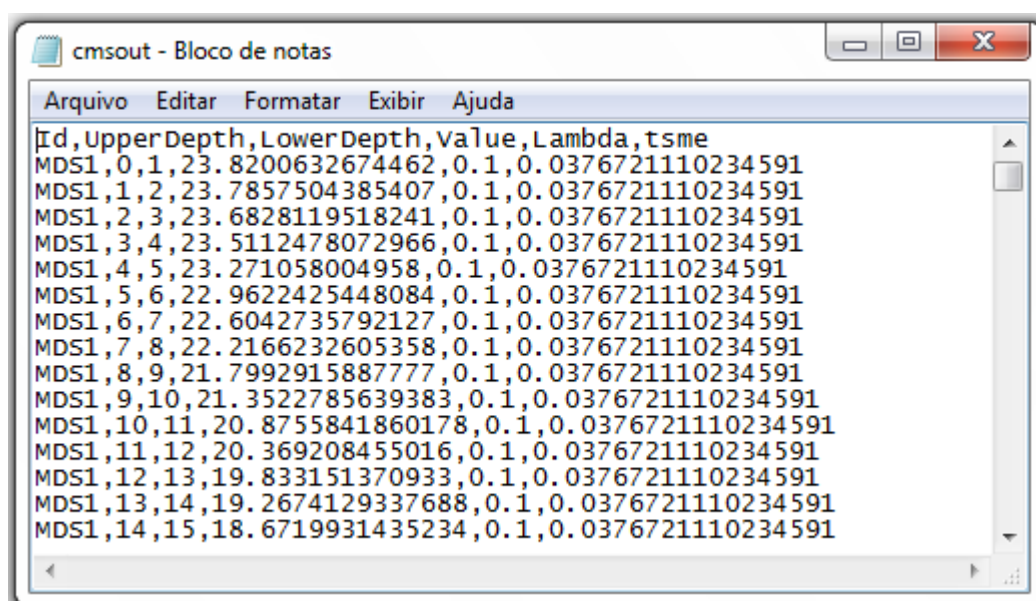


Figura 8. Representação do arquivo de saída bloco de notas (cmsout.txt) para os dados de carbono orgânico presentes no perfil de solo MDS1.

A qualidade de ajuste da função “*spline*” foi baseada no parâmetro de suavização ($\lambda = 0,1$). O valor foi selecionado por produzir os melhores resultados da função “*spline*” em conjuntos de dados testados por Bishop et al. (1999).

Os gráficos apresentados no item resultados e discussão foram confeccionados no software Microsoft Excel utilizando os arquivos de saída do programa *Soil Profile Generator v2,0*, os quais continham os valores da função “*spline*”.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 DESCRIÇÃO GERAL

De acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos – SiBCS, os perfis de solo foram classificados como LATOSSOLO VERMELHO Distroférico típico (SANTOS et al., 2013). Na figura 9 é possível observar a representação do ponto 1 onde a paisagem é dominada por áreas de relevo mais suave. Há o predomínio de mata nativa como cobertura vegetal sobre esse perfil de solo.

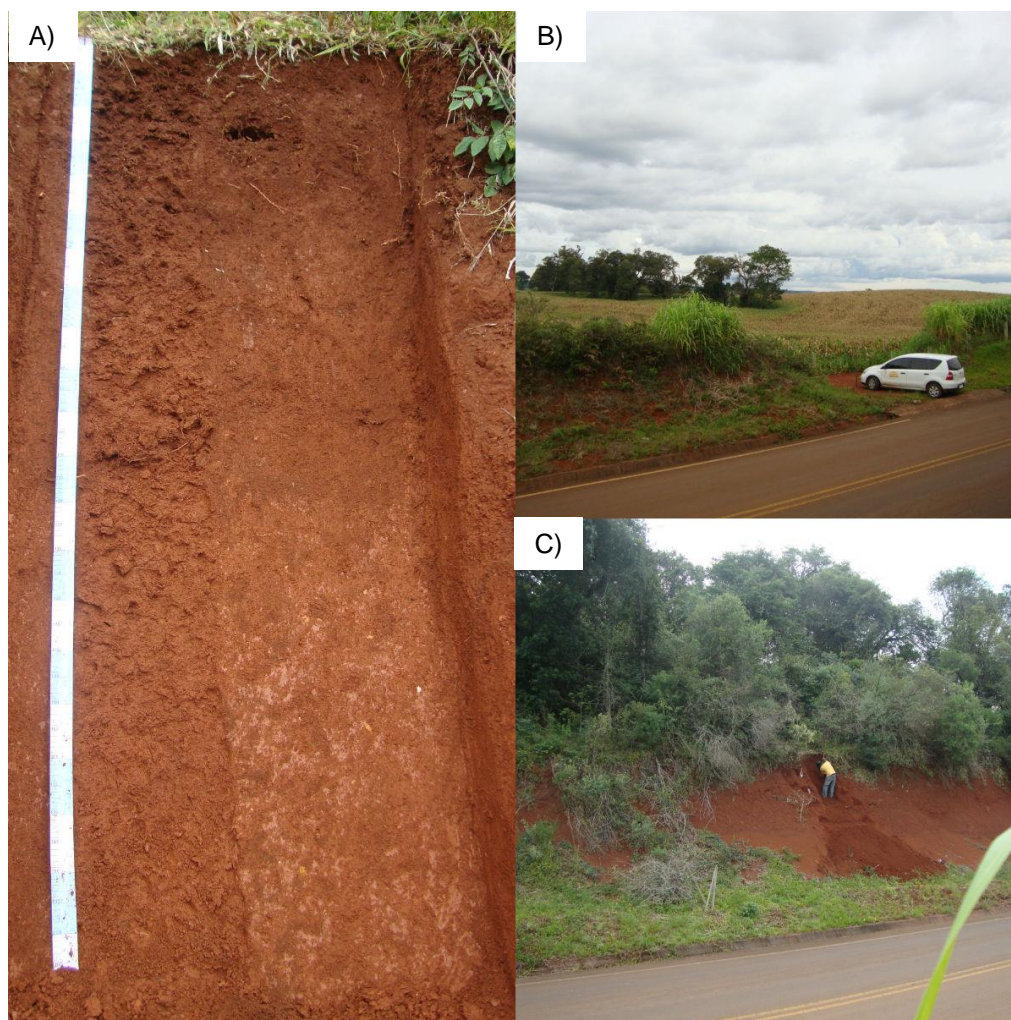


Figura 9. Representação do ponto 1. A) Perfil de solo; B) Paisagem onde foi realizada a descrição; C) Preparação para amostragem do perfil de solo.

O perfil de solo descrito no ponto 2 está representado pela figura 10. A paisagem é caracterizada pela presença de áreas de relevo ondulado. A cobertura vegetal presente é lavoura de soja.

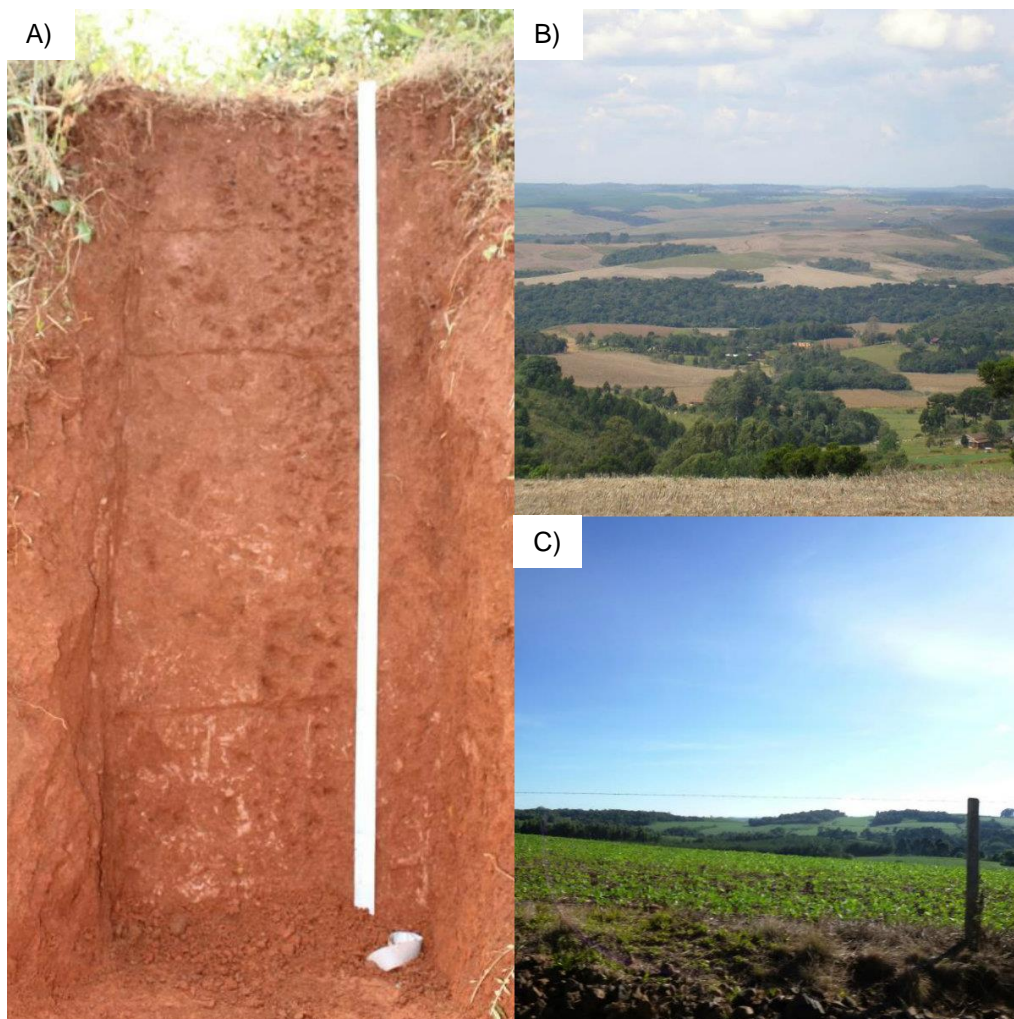


Figura 10. Representação do ponto 2. A) Perfil de solo; B) Paisagem onde foi realizada a descrição; C) Cobertura vegetal.

A figura 11 demonstra o ponto 3, as características da paisagem são semelhantes as observadas no ponto 2. A paisagem é dominada por áreas de relevo movimentado (ondulado). A cobertura vegetal é composta por campo e floresta.

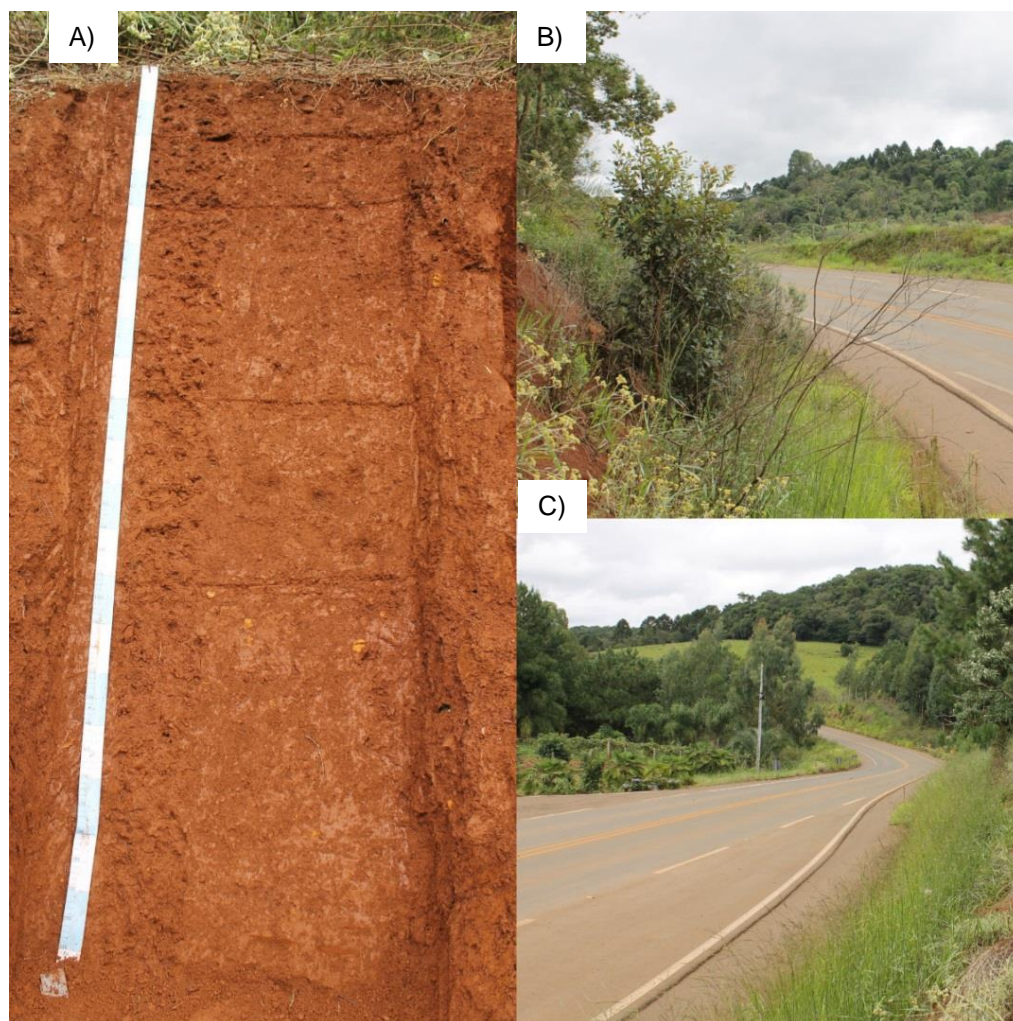


Figura 11. Representação do ponto 3. A) Perfil de solo; B) e C) Paisagem onde foi realizada a descrição.

4.2 ANÁLISES LABORATORIAIS

Na tabela 2 são apresentados os resultados das análises laboratoriais realizadas nas camadas descritas conforme metodologia preconizada pelo consórcio GlobalSoilMap.net e também dos horizontes descritos segundo as recomendações de Santos et al. (2005).

Os dados da análise granulométrica demonstram a distribuição das frações argila, silte e areia, nas camadas analisadas. É possível observar que não houve grandes variações em relação à granulometria entre os dois métodos de coleta. No entanto, verifica-se a variação dos teores de carbono orgânico (CO). Ambas as metodologias demonstraram um elevado acúmulo de CO em superfície, devido ao constante aporte de materiais nas superfícies vegetadas. A altitude da região

condiciona há ocorrência de baixas temperaturas, o que desfavorece a sua decomposição pelos microrganismos do solo (Tabela 2).

Tabela 2. Caracterização granulométrica e orgânica dos perfis de solo.

Profundidade (cm)	Atributos do solo (g. kg ⁻¹)			
	CO ¹	Argila	Silte	Areia
Ponto 1 – MDS				
0-5	23.74	682.9	277.0	40.0
5-15	20.93	694.8	266.5	38.7
15-30	14.40	723.5	256.5	20.0
30-60	12.05	784.8	185.0	30.2
60-100	8.09	781.6	189.1	29.3
100-200	3.36	737.5	224.1	38.4
Ponto 1 – Perfil				
A1 0-5	20.30	682.1	277.2	40.7
A2 5-22	19.14	682.1	277.2	40.7
A3 22-42	15.08	682.1	277.2	40.7
AB 42-65	11.60	758.2	211.1	30.7
BW 65-115	6.96	765.9	206.4	27.8
BC ₁ 115-151	3.48	727.4	238.2	34.4
BC ₂ 151-200	2.32	732.0	235.7	32.4
Ponto 2 – MDS				
0-5	40.20	536.9	297.1	166.1
5-15	28.84	550.5	285.7	163.8
15-30	24.43	558.3	277.1	164.6
30-60	20.18	560.7	285.1	154.1
60-100	14.41	640.2	225.9	133.9
100-200	7.27	707.3	190.6	102.1
Ponto 2 – Perfil				
A 0-40	20.88	561.9	283.1	155.0
AB 40-70	16.82	625.0	222.4	152.7
BW 70-150	9.28	701.9	177.0	121.1
BC 150-200	2.90	695.9	212.9	91.2
Ponto 3 – MDS				
0-5	29.90	698.1	259.3	42.6
5-15	20.94	703.9	260.8	35.4
15-30	15.33	701.0	271.5	27.5
30-60	13.24	703.2	272.4	24.4
60-100	8.85	725.0	248.6	26.4
100-20	4.42	673.0	298.9	28.0
Ponto 3 – Perfil				
A 0-20	16.82	701.6	267.4	31.0
AB 20-40	13.34	744.7	231.4	23.8
BW ₁ 40-70	11.02	758.8	217.7	23.4
BW ₂ 70-130	5.80	741.3	226.7	32.0
BC 130-200	2.90	705.5	271.2	23.3

¹Carbono Orgânico.

4.3 CLASSIFICAÇÃO TEXTURAL

Foi possível identificar as classes texturais das amostras de solo nas profundidades de coleta, dessa forma, possibilitando classificar esses solos como

predominantemente muito argilosos e argilosos (Figura 12). Os solos desta região são muito intemperizados com forte presença de óxidos de Fe. O predomínio das amostras nas classes muito argilosos e argilosos deve-se ao basalto, composto de plagioclásio cálcico e piroxênios, o qual se intemperiza por completo e forma a fração argila por processo de hidrólise deste material de origem. A caracterização desse atributo tem grande importância no comportamento e utilização agrícola do solo, assumindo ainda maior destaque pelo fato de ser uma característica permanente (KER et al., 2012).

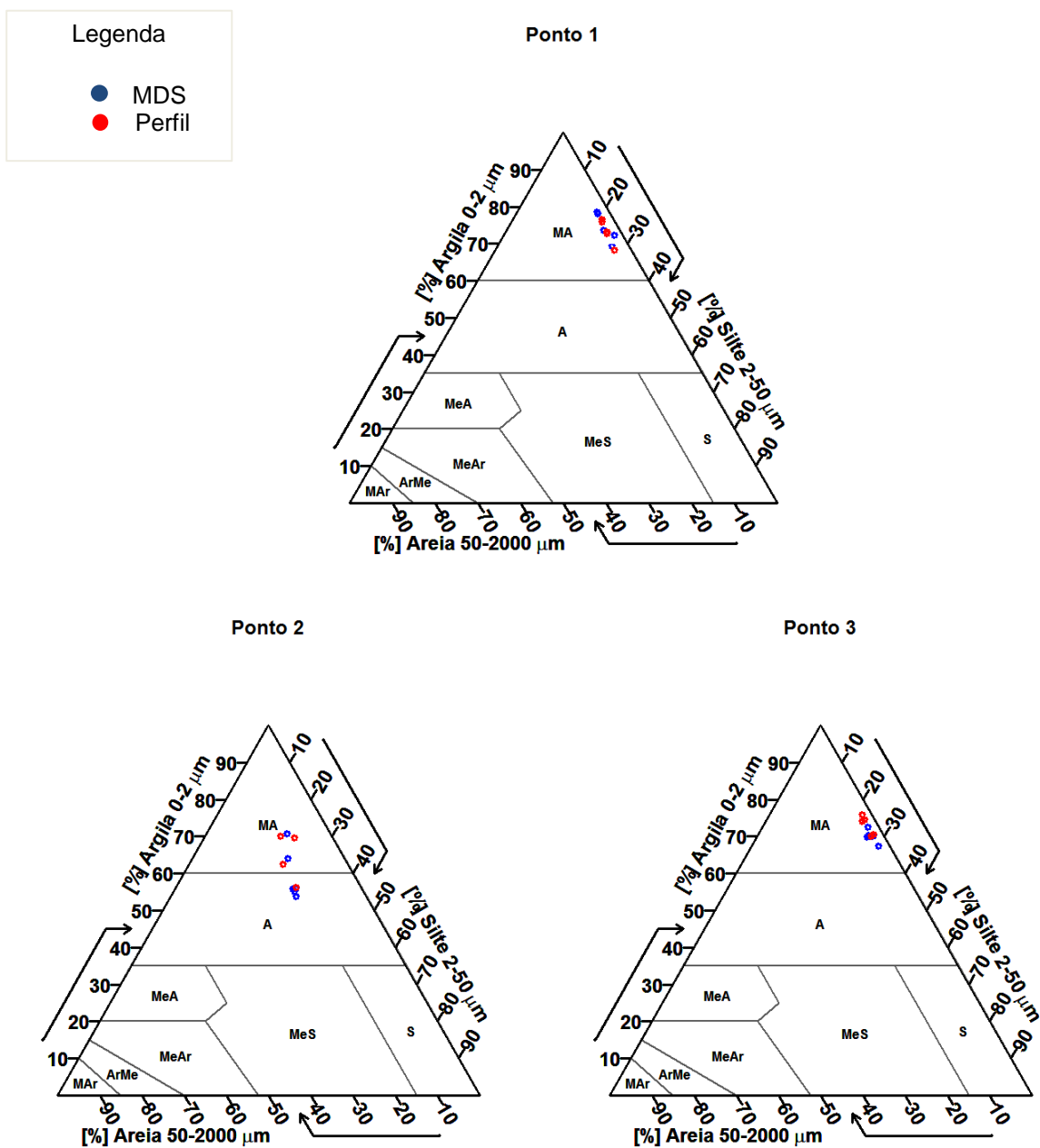


Figura 12. Triângulos texturais baseados no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS).

4.4 ANÁLISE DA VARIABILIDADE EM PROFUNDIDADE DOS ATRIBUTOS

Por meio do programa *Soil Profile Generation v2.0*, foi possível obter dados da função “*spline*” que possibilita visualizar os atributos estudados em diferentes profundidades ao longo do perfil, dessa forma, os resultados foram obtidos em intervalos de profundidade de um em um centímetro, onde é possível correlacionar os dados obtidos para os horizontes amostrados conforme Santos et al. (2005), com os dados das camadas amostradas conforme a metodologia preconizada pelo consórcio GlobalSoilMap.net, identificando a contínua variabilidade em profundidade.

4.4.1 Descrição das propriedades determinadas nos pontos 1, 2, 3

Os apêndices 1 e 2 demonstram em barras as camadas e horizontes coletados no ponto 1. As barras em azul representam as camadas do MDS e as barras em vermelho representam os horizontes do perfil. Além disso, os valores dos atributos em profundidade determinados nos pontos 1, 2 e 3 são apresentados nas figuras 13, 14 e 15, respectivamente.

Ao avaliar o conteúdo de CO presente ao longo dos perfis verifica-se que este atributo diminui em profundidade. Isto decorre da maior concentração de matéria orgânica nas camadas superficiais e da baixa capacidade deste material em migrar no perfil do solo. Quando comparadas as funções “*spline*” MDS e Perfil, verifica-se pequena diferença no conteúdo de CO. As amostras de solo coletadas pela metodologia MDS apresentaram maior conteúdo de CO em superfície, uma vez que a profundidade de coleta foi de cinco centímetros.

Com relação à composição granulométrica desse solo, as frações argila, silte e areia apresentaram pequena variação e de forma gradativa com a profundidade. O conteúdo de argila apresenta um discreto incremento ao longo do perfil. Esse atributo tende a migrar da camada superficial para camadas inferiores. Dessa forma, na medida em que se aumenta a profundidade, esse atributo aumenta, indicando a possível migração em profundidade das argilas.

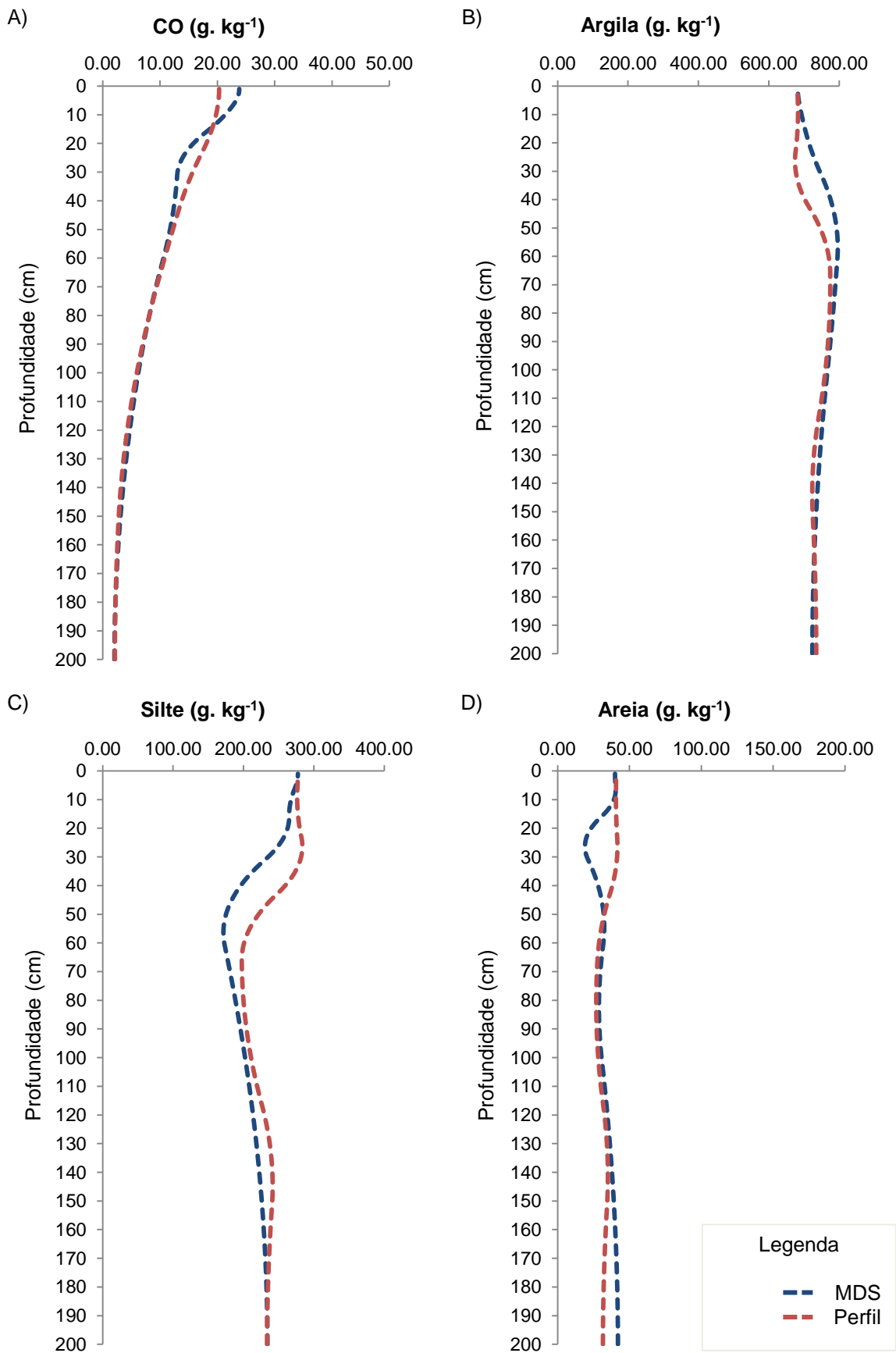


Figura 13. Variabilidade em profundidade dos atributos do solo no ponto 1: A) carbono orgânico; B) argila; C) silte; D) areia. As linhas tracejadas representam a função “spline”. Observar que os eixos das abcissas não estão na mesma escala.

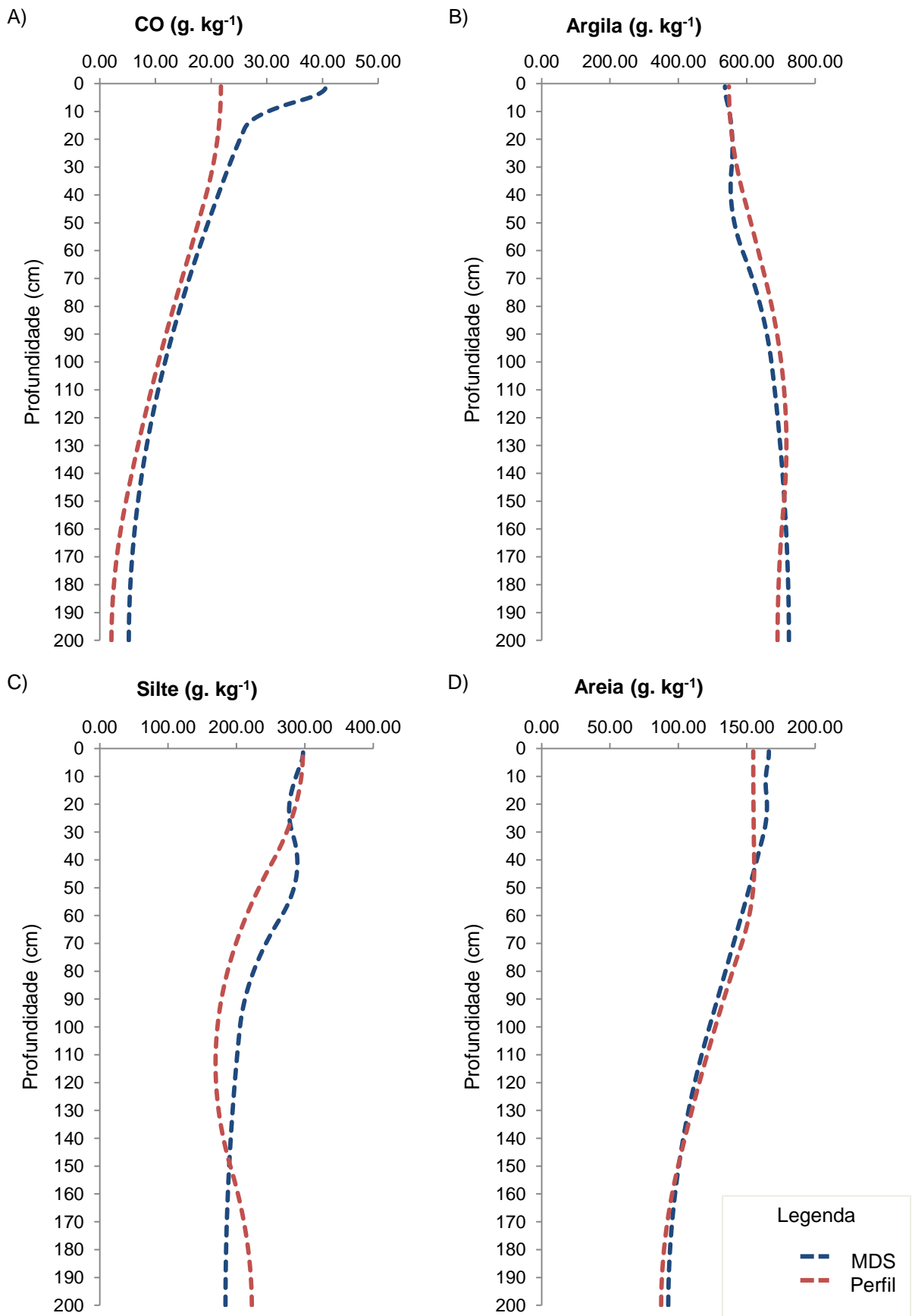


Figura 14. Variabilidade em profundidade dos atributos do solo no ponto 2: A) carbono orgânico; B) argila; C) silte; D) areia. As linhas tracejadas representam a função “spline”. Observar que os eixos das abcissas não estão na mesma escala.

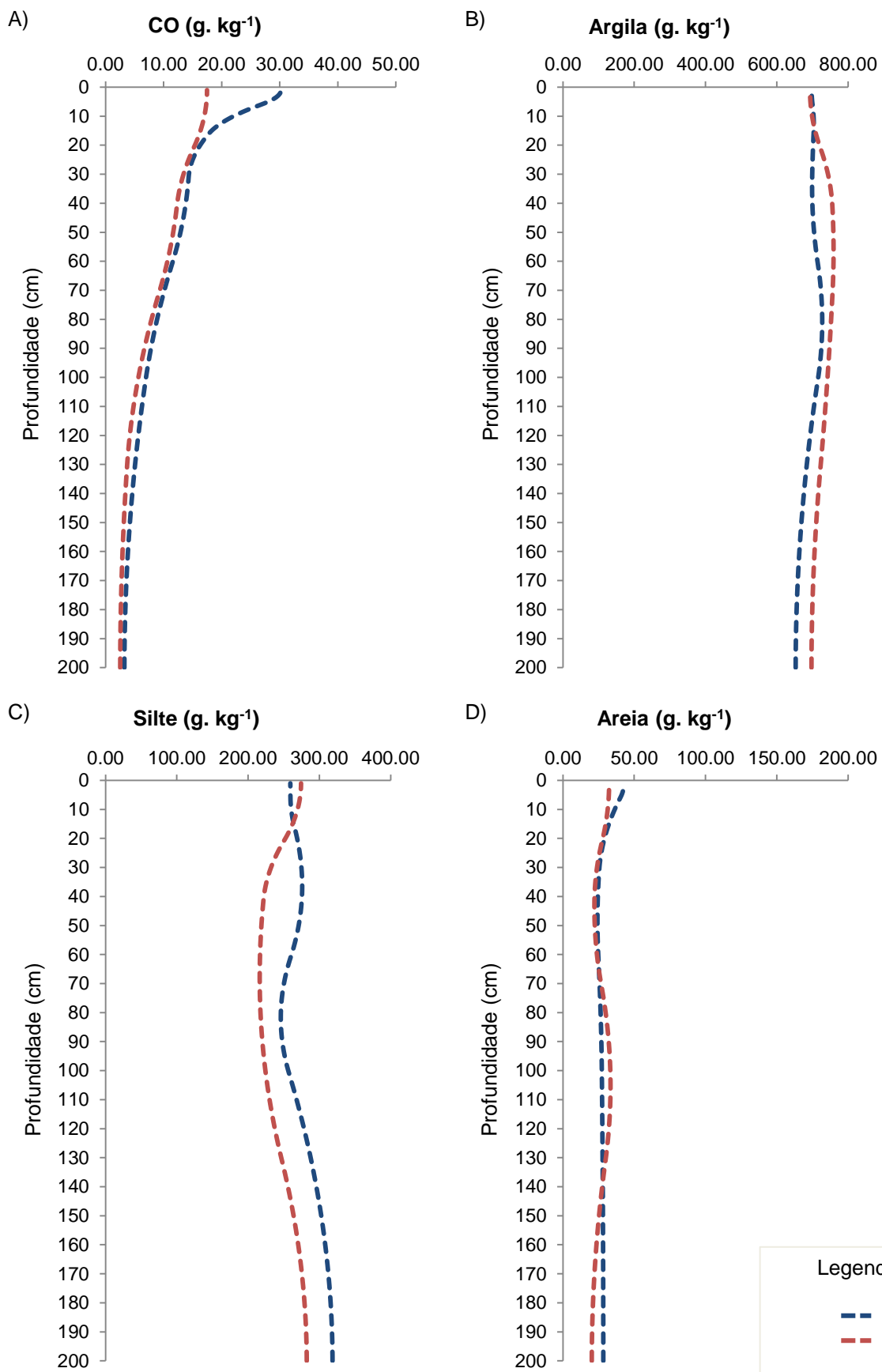


Figura 15. Variabilidade em profundidade dos atributos do solo no ponto 3: A) carbono orgânico; B) argila; C) silte; D) areia. As linhas tracejadas representam a função “spline”. Observar que os eixos das abcissas não estão na mesma escala.

Observa-se pelas figuras que harmonização dos dados, em profundidade, via o procedimento função “*spline*”, gerou resultados muito similares entre ambos os métodos de coleta (MDS e perfil). Esse resultado era, de certa forma, esperado por se tratar de solos muito intemperizados e homogêneos em profundidade como os Latossolos. Além disso, verifica-se que dados legados (herdados de levantamentos anteriores), gerados pelas diferentes metodologias de coleta, podem ser reunidos para gerar novas informações e mapas de solos para essas classes de solos.

A obtenção de informações sobre a distribuição espacial dos solos através de técnicas geoestatísticas demonstra-se ser uma ferramenta útil no auxílio aos levantamentos de solos em níveis próximos aos detalhados. O MDS vem sendo cada vez mais estudado como uma técnica auxiliar em pedologia conforme verificado por Malone et al. (2009). Ao mesmo tempo, faz-se necessário o apoio para o desenvolvimento de novos estudos e pesquisa, a fim de tornar as informações sobre a distribuição espacial dos solos um elemento informativo a mais nos levantamentos de solos.

5 CONCLUSÃO

A ferramenta “*spline*” permitiu gerar valores contínuos em profundidade para os atributos estudados.

Os dados de centímetro em centímetro podem ser usados em interpolações que possibilitem a espacialização destes atributos em distintas profundidades do solo, e não mais apenas naquelas em que os horizontes haviam sido coletados.

As funções “*spline*” geradas nos Latossolos deste estudo possuem o comportamento característico de solos homogêneos e bem intemperizados.

REFERÊNCIAS

ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

AIDAR, A. C. K. O futuro da agricultura brasileira está sendo construído agora. **Agroanalysis**, v. 33, n. 04, p. 33-42, 2013.

ARRUDA, G. P.; DEMATTÊ, J. A. M.; CHAGAS, C. S. Mapeamento digital de solos por redes neurais artificiais com base na relação solo-paisagem. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 37, n. 2, p. 327-338, 2013.

BISHOP, T. F. A.; MCBRATNEY, A. B.; LASLETT, G. M. Modelling soil attribute depth functions with equal-area quadratic smoothing splines. **Geoderma**, v. 91, n. 1, p. 27-45, 1999.

CAMARA, G.; MEDEIROS, J. S. **Modelagem de dados em geoprocessamento**. 2015. Disponível em: <<http://www.fatecc.com.br/ead/moodle/geoprocessamento/2modelagemdedadosemgeoprocessamento.pdf>>. Acesso em: 11 nov. 2015.

COELHO, F. F. **Comparação de métodos de Mapeamento digital de solos através de variáveis geomorfométricas e sistemas de informações geográficas**. 2010. 95 f. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

CREPANI, E. et al. **Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados ao zoneamento ecológico-econômico e ao ordenamento territorial**. 2001. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/dsr/simeao/Publicacoes/SERGISZEE3.pdf>>. Acesso em: 11 nov. 2015.

EMBRAPA. **Mapeamento de Solos: do tradicional ao digital**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2013.

EMBRAPA. **Solos do Estado de Santa Catarina**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2004.

EMBRAPA. CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE SOLOS. **Manual de Métodos de Análise de Solo**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa, 1997. 212 p.

FAO. **International Year of Soils 2015 - IYS 2015**. 2015. Disponível em: <<http://www.fao.org/globalsoilpartnership/iys-2015/en/>>. Acesso em: 11 nov. 2015.

GLOBALSOILMAP.NET. **Specifications Version 1 *GlobalSoilMap.net* products**. 2011. Disponível em: <http://www.globalsoilmap.net/system/files/GlobalSoilMap_net_specifications_v2_0_edited_draft_Sept_2011_RAM_V12.pdf>. Acesso em: 11 nov. 2015.

HARTLEY, I. P. Soil carbon: Resisting climate change. **Nature Climate Change**, v. 4, n. 9, p. 760-761, 2014.

IBGE; EMBRAPA. **Mapa exploratório de solos. Escala 1:1000.000. Levantamento de Recursos Naturais**. Rio de Janeiro: IBGE, Embrapa, 1986.

KER, J. C. et al. **Pedologia: Fundamentos**. 1. ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2012. 343 p.

MALONE, B. P. et al. Mapping continuous depth functions of soil carbon storage and available water capacity. **Geoderma**, v. 154, n. 1, p. 138-152, 2009.

MOEYS, J. **The soil texture wizard: R functions for plotting, classifying, transforming and exploring soil texture data**. 2014. Disponível em: <http://cran.r-project.org/web/packages/soiltexture/vignettes/soiltexture_vignette.pdf>. Acesso em: 14 nov. 2015.

MCBRATNEY, A. B.; WEBSTER, R. Spatial dependence and classification of the soil along a transect in northeast Scotland. **Geoderma**, v. 26, n. 1, p. 63-82, 1981.

MCBRATNEY, A. B.; LAGACHERIE, P.; VOLTZ, M. **Digital soil mapping: An introductory perspective**. Developments in Soil Science, Volume 31. Amsterdam: Elsevier, 2007. 600 p.

NELSON, D. W. et al. Total carbon, organic carbon and organic matter. **Methods of soil analysis, Part**, v. 3, n. 3, p. 961-1010, 1996.

NEUMANN, M. R. B. **Mapeamento digital de solos, no Distrito Federal**. 2012. 123 f. Tese (Doutorado em Geociências Aplicadas) – Instituto Geociências, Universidade de Brasília, Brasília, 2012.

ODEH, I. O. A.; MCBRATNEY, A. B.; CHITTLEBOROUGH, D. J. Design of optimal sample spacings for mapping soil using fuzzy-k-means and regionalized variable theory. **Geoderma**, v. 47, n. 1, p. 93-122, 1990.

PARIKH, S. J.; JAMES, B. R. Soil: the foundation of agriculture. **Nature Education Knowledge**, v. 3, n. 10, p. 2, 2012.

PONCE-HERNANDEZ, R.; MARRIOTT, F. H. C.; BECKETT, P. H. T. An improved method for reconstructing a soil profile from analyses of a small number of samples. **Journal of Soil Science**, v. 37, n. 3, p. 455–467, 1986.

REICHERT, J. M. et al. **Fundamentos da ciência do solo**. 2007. Disponível em: <http://www.fisicadosolo.ccr.ufsm.quoos.com.br/downloads/Disciplinas/FundCiSolo/Apostila_FundaCiSolo.pdf>. Acesso em: 11 nov. 2015.

SANTOS, H. G. et al. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2013. 153 p.

SANTOS, H. G. et al. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 5. ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2005. 100 p.

SANTOS, H. G. et al. **Procedimentos normativos de levantamentos pedológicos**. Rio de Janeiro: Embrapa, 1995.

SANTA CATARINA. Gabinete de Planejamento e Coordenação Geral. Subchefia de Estatística. Atlas de Santa Catarina. Rio de Janeiro: Aerofoto Cruzeiro, 1986. 173 p.

UBERTI, A. A. A. **Santa Catarina: Proposta de Divisão Territorial em Regiões Edafoambientais Homogêneas**. 2005. 185 f. Tese (Doutorado) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

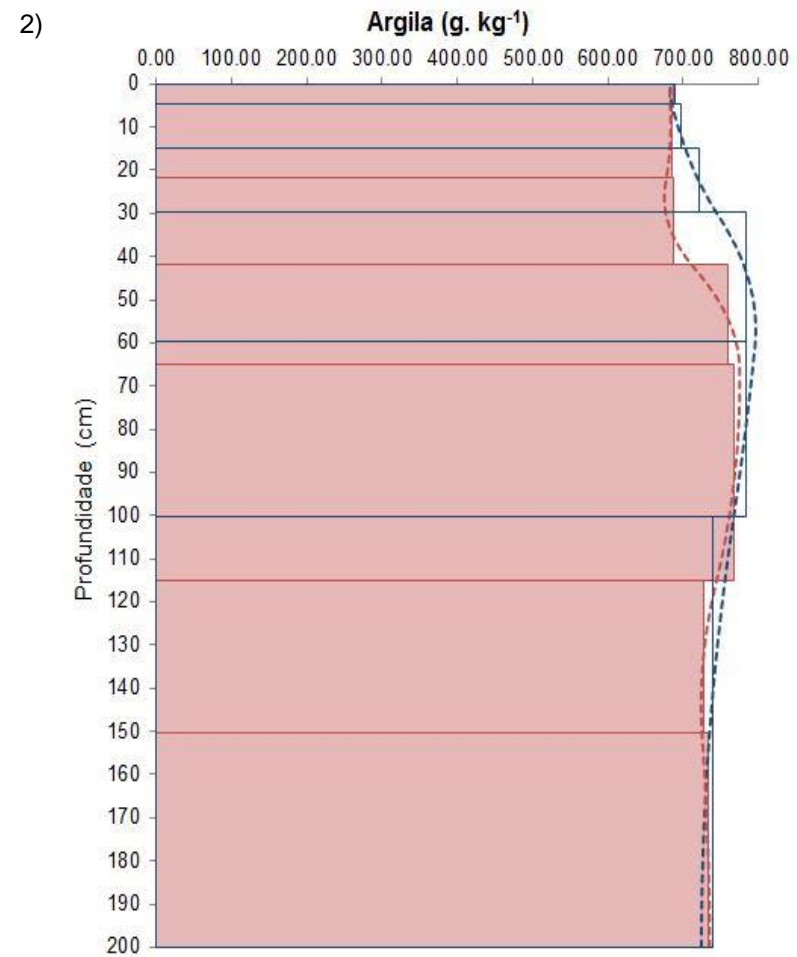
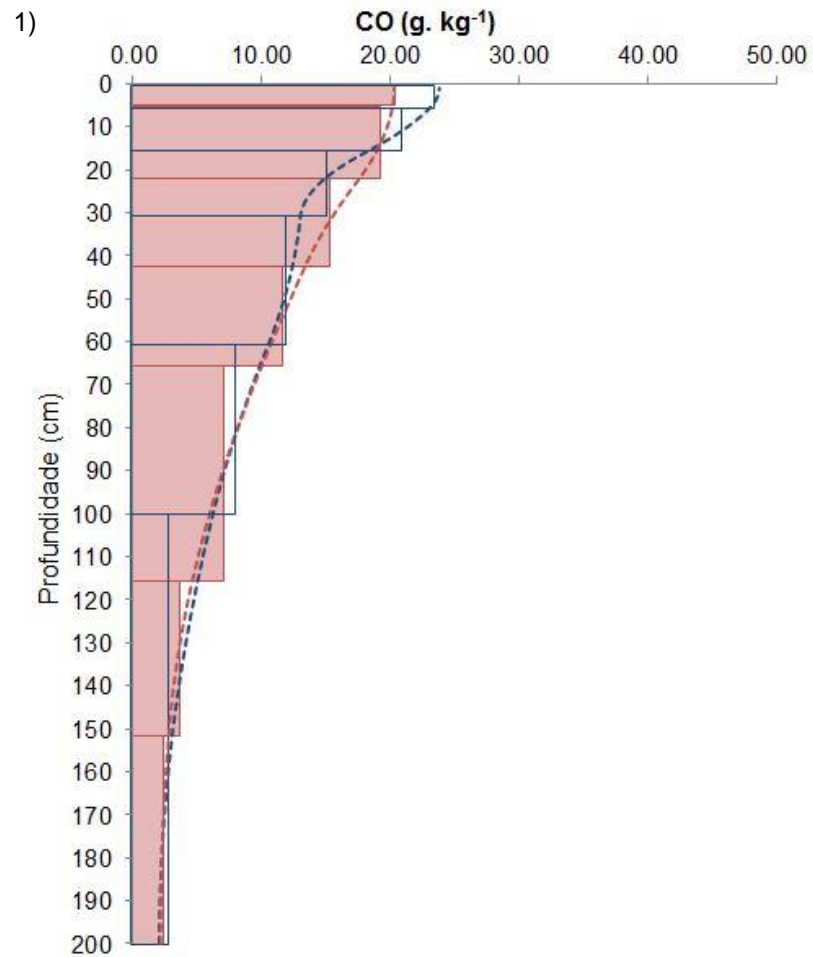
UFSM; SUDESUL. Levantamento de reconhecimento de solos do Estado de Santa Catarina (1 parte). **Revista do Centro de Ciências Rurais**, v. 2, n.1-2, p. 11-248, 1972.

VISCARRA ROSSEL, R. A.; BEHRENS, T. Using data mining to model and interpret soil diffuse reflectance spectra. **Geoderma**, v. 158, n. 1, p. 46-54, 2010.

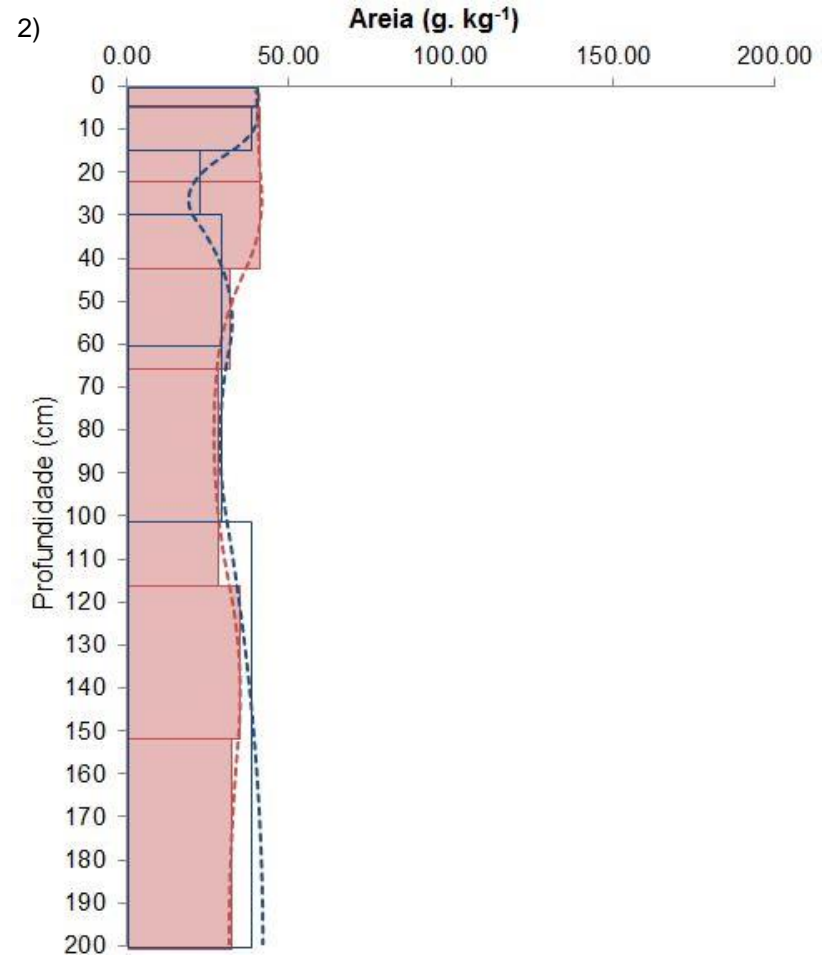
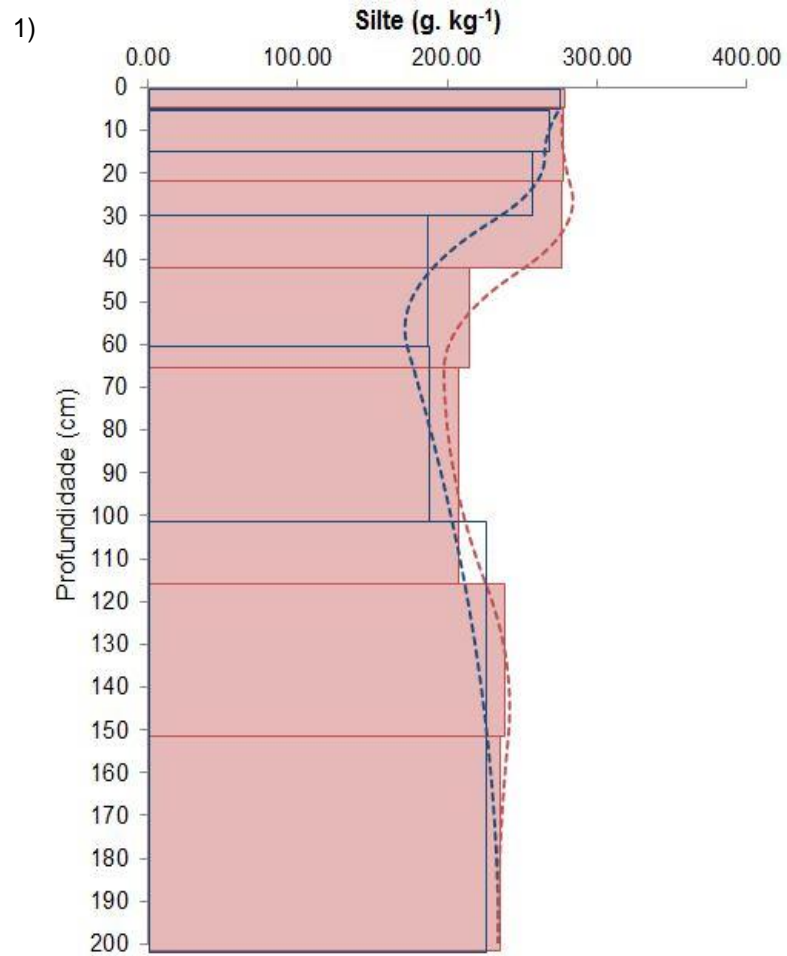
WEBSTER, R. Quantitative spatial analysis of soil in the field. In: **Advances in Soil Science**. New York: Springer, 1985. 1-70 p.

YEOMANS, J.C.; BREMNER, J.M. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil 1. **Communications in Soil Science Plant Analysis**, v. 19, n. 13, p. 1467-1476, 1988.

APÊNDICE A – Variabilidade dos atributos: 1) carbono orgânico; 2) argila; determinados no ponto 1



APÊNDICE B – Variabilidade dos atributos: 1) silte; 2) areia; determinados no ponto 1



ANEXO A – Rotina de programação utilizada na classificação textural das amostras

<pre>Dados = read.csv("TT_TCC.csv", header = TRUE, sep = ";", dec = ".") require(soiltexture) ###PONTO 1 proportions1_blue = data.frame("CLAY" = c(dados[1:6,4]), "SILT" = c(dados[1:6,5]), "SAND" = c(dados[1:6,3])) proportions1_red = data.frame("CLAY" = c(dados[7:13,4]), "SILT" = c(dados[7:13,5]), "SAND" = c(dados[7:13,3])) geo = TT.plot(class.sys="SiBCS13.TT",lang = "pt", main = "Ponto 1") TT.plot(class.sys="SiBCS13.TT", tri.data = proportions1_blue,geo = geo, cex = 1, col = "blue",lang = "pt", main = "Ponto 1", grid.col = "white", frame.bg.col = "white", lwd.axis = 2, class.lab.col = "black") TT.plot(class.sys="SiBCS13.TT", tri.data = proportions1_red, geo = geo, cex = 1, col = "red",add = TRUE, lang = "pt", main = "ponto 1",grid.col = "white", frame.bg.col = "white",lwd.axis = 2, class.lab.col = "black") ### PONTO 2 proportions2_blue = data.frame("CLAY" = c(dados[14:19,4]), "SILT" = c(dados[14:19,5]), "SAND" = c(dados[14:19,3])) proportions2_red = data.frame("CLAY" = c(dados[20:23,4]), "SILT" = c(dados[20:23,5]), "SAND" = c(dados[20:23,3])) geo = T.plot(class.sys="SiBCS13.TT",lang = "pt", main = "Ponto 2") TT.plot(class.sys="SiBCS13.TT", tri.data = proportions2_blue, geo = geo, cex = 1, col = "blue",lang = "pt", main = "Ponto 2",grid.show = FALSE, frame.bg.col = "white",lwd.axis = 2, class.lab.col = "black")</pre>	<pre>TT.plot(class.sys="SiBCS13.TT", tri.data = proportions2_red, geo = geo, cex = 1, col = "red",add = TRUE, lang = "pt", main = "ponto 2",grid.show = FALSE, frame.bg.col = "white",lwd.axis = 2, class.lab.col = "black") ### PONTO 3 proportions3_blue = data.frame("CLAY" = c(dados[24:29,4]), "SILT" = c(dados[24:29,5]), "SAND" = c(dados[24:29,3])) proportions3_red = data.frame("CLAY" = c(dados[30:34,4]), "SILT" = c(dados[30:34,5]), "SAND" = c(dados[30:34,3])) geo = TT.plot(class.sys="SiBCS13.TT",lang = "pt", main = "Ponto 3") TT.plot(class.sys="SiBCS13.TT", tri.data = proportions3_blue, geo = geo, cex = 1, col = "blue",lang = "pt", main = "Ponto 3",grid.show = FALSE, frame.bg.col = "white", lwd.axis = 2, class.lab.col = "black") TT.plot(class.sys="SiBCS13.TT", tri.data = proportions3_red, geo = geo, cex = 1, col = "red",add = TRUE, lang = "pt", main = "Ponto 3",grid.show = FALSE, frame.bg.col = "white",lwd.axis = 2, class.lab.col = "black")</pre>
--	---