

Distribuição espacial dos teores de argila, silte e areia na camada superficial do solo em Santa Catarina¹

Milton da Veiga², Osvaldo dos Santos³, Luiz Albano Hammes⁴ e Cristina Pandolfo⁵

Resumo – A elaboração de mapas de atributos físicos do solo se constitui em uma ferramenta para o planejamento do uso e manejo do solo para fins agrícolas. Para determinar a distribuição espacial dos teores de argila, silte e areia em Santa Catarina, foram coletadas 1.706 amostras de solo em lavouras distribuídas em todo o Estado. A participação percentual dessas frações foi determinada pelo método da pipeta, em amostras coletadas na camada de até 50cm. Também foi determinado o teor de argila pelo método de rotina para análises químicas em amostras coletadas na camada de até 20cm nas mesmas lavouras. As médias municipais dos atributos foram referenciadas nas coordenadas geográficas das sedes dos municípios para a elaboração de mapas com a distribuição espacial de classes de valores utilizando-se o software ILWIS 3.2 Academic. A distribuição espacial dos teores de argila e de areia do solo está associada à distribuição dos tipos de rochas, e o teor de argila aumenta no sentido do Litoral para o Planalto, continua alto até o Oeste e diminui novamente no Extremo Oeste do Estado. O teor de areia apresenta distribuição inversa à da argila, e o teor de silte predomina na faixa entre 30% e 45%, conforme mapa de distribuição espacial.

Termos para indexação: granulometria, tipo de solo, material de origem.

Spatial distribution of clay, silt and sand contents in the superficial layer of soil in Santa Catarina State, Southern Brazil

Abstract – The elaboration of maps with soil attributes is a tool to present soil use and management plans according to agricultural demands. To determine the spatial distribution of clay, silt and sand contents in Santa Catarina State, Southern Brazil, 1,706 soil samples were collected in fields throughout the state. The percentage of each fraction was determined by the pipette method in soil samples collected at up to 50cm deep. The clay content was determined also by the routine method of chemical soil analysis in samples collected at up to 20cm deep in the same plots. The municipal mean of each attribute was placed at the city geographic coordinates in order to elaborate maps with the spatial distributions of the classes through the ILWIS 3.2 Academic software. The spatial distribution of clay and sand contents is associated with the parent material, with an increase of the clay content from the Coast to the Highlands, remaining high as far as the West and reducing again in the Far West of the state. The sand content followed the opposite pattern as compared to clay content, and silt content predominated in the range between 30% and 45%, according to the spatial distribution map.

Index terms: granulometry, soil type, parent material.

Introdução

O Estado de Santa Catarina apresenta diversidade de classes de solos (Embrapa, 2004), o que é devido à distribuição espacial dos tipos de rochas (Silva & Bortoluzzi, 1987) e de climas (Pandolfo et al., 2002). A elaboração de mapas com a distribuição espacial dos atributos físicos do solo é uma ferramenta importante para estabelecer

estratégias mais eficientes e eficazes de uso e manejo do solo, aumentando-se a produtividade e reduzindo-se os riscos de perdas por adversidades climáticas.

O estudo da distribuição espacial de atributos do solo das áreas em uso agrícola pode ser realizado a partir dos resultados de análises de amostras enviadas pelos agricultores para os laboratórios (Pandolfo et al., 1995; Veiga et al., 2008) ou através de levantamentos

específicos (Veiga et al., 2011). Nesses estudos, o único atributo físico do solo determinado foi o teor de argila pelo método de rotina utilizado nas análises químicas do solo (Tedesco et al., 1995), o qual não apresenta boa exatidão e precisão quando comparado com métodos específicos para essa determinação.

A caracterização mais precisa da distribuição das frações granulométricas do solo (argila, silte e areia) em lavouras ►

Aceito para publicação em 14/12/11.

¹ Trabalho executado com recursos do Projeto de Assistência Técnica e Extensão Rural na Agricultura Familiar Catarinense (Ater) para implantação das Unidades de Referência para Agricultura Familiar (Epagri/MDA) e da Fapesc.

² Eng.-agr., Dr., Epagri/Estação Experimental de Campos Novos, C.P. 116, 89620-000 Campos Novos, SC, fone/fax: (49) 3541-0748, e-mail: milveiga@epagri.sc.gov.br.

³ Eng.-agr., Esp., Epagri/Gerência Estadual de Extensão Rural e Pecuária, e-mail: osvaldo@epagri.sc.gov.br.

⁴ Eng.-agr., Agroconsult Ltda., e-mail: luizhammes@gmail.com.

⁵ Eng.-agr., Dr., Epagri/Centro de Informações de Recursos Ambientais e Hidrometeorologia de Santa Catarina (Ciram), e-mail: cristina@epagri.sc.gov.br.

foi estabelecida como requisito para obtenção de financiamento de custeio agrícola a partir da vigência da Instrução Normativa nº 12 do Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento, de 14 de junho de 2005 (Brasil, 2005), a qual foi reformulada pela Instrução Normativa nº 2, de 9 de outubro de 2008 (Brasil, 2008). Essa Instrução Normativa classifica os solos aptos para produção agrícola em três tipos, tendo como base seus teores de argila e de areia.

Em linhas gerais, para o estabelecimento dessas classes foi considerado que o risco de perdas de produção por deficiência hídrica aumenta com a redução do teor de argila do solo, o que está associado à sua capacidade de armazenamento de água. Essa portaria define que não são passíveis de financiamento de custeio agrícola lavouras estabelecidas em solos com teor de argila inferior a 10%.

Para determinar a distribuição espacial dos teores das frações granulométricas do solo no Estado de Santa Catarina, foi realizado um estudo a partir de amostras coletadas em lavouras distribuídas em todas as regiões do Estado, resultando na elaboração de mapas com a distribuição espacial dos teores das frações argila, silte e areia no solo.

Material e métodos

Foram coletadas, no período de abril a setembro de 2009, amostras em 1.706 lavouras utilizadas como Unidades de Referência do Projeto de Assistência Técnica e Extensão Rural na Agricultura Familiar Catarinense, do componente "Ater para implantação das Unidades de Referência para Agricultura Familiar", desenvolvido em Santa Catarina pela Epagri em convênio com a Secretaria de Agricultura Familiar do Ministério de Desenvolvimento Agrário. A coleta foi realizada na camada de até 50cm de profundidade em pelo menos cinco pontos por lavoura. Esse material foi seco à sombra e homogeneizado, e uma amostra de aproximadamente

0,5kg enviada para o laboratório para realização da análise granulométrica.

A granulometria do solo foi determinada no Laboratório de Física do Solo da Estação Experimental de Campos Novos (LFS/EECN), utilizando-se o método da pipeta, conforme descrito em Embrapa (1997). Foram determinados o teor de argila (partículas com diâmetro < 0,002mm), silte (partículas com diâmetro entre 0,002 e 0,05mm) e areia (partículas com diâmetro entre 0,05 e 2mm). O teor de argila do solo também foi determinado no Laboratório de Análise do Solo do Cepaf/Epagri, em Chapecó, SC, em amostras coletadas na camada de até 20cm nas mesmas lavouras, utilizando-se o método de rotina para análises químicas do solo conforme descrito em Tedesco et al. (1995). O tipo de solo, com base nos teores de argila e de areia, foi determinado conforme definido na Instrução Normativa nº 2 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Brasil, 2008).

Foram calculadas as médias dos resultados das análises de cada atributo por município, sendo o valor referenciado no ponto correspondente às coordenadas geográficas de sua sede.

A elaboração dos mapas de distribuição espacial dos valores dos atributos foi realizada através do software ILWIS 3.2 Academic, estabelecendo-se classes com intervalos de 15% no teor de cada atributo. O método de interpolação utilizado foi a média móvel, com uma definição digital de 100 metros. Segmentos pouco representativos de uma classe dentro de outra foram excluídos do mapa, utilizando-se o software Windows Paint.

Para discussão dos resultados foi utilizada a divisão regional do Estado apresentada na Figura 1. O mapa com a distribuição espacial dos principais tipos de rochas no Estado, apresentado na Figura 2, foi elaborado a partir do Mapa Geológico de Santa Catarina, publicado pelo Departamento Nacional de Produção Mineral (Brasil, 1987).

Resultados e discussão

O teor de argila no solo aumenta no sentido do Litoral até o Planalto, continua alto até o Oeste e diminui novamente no Extremo Oeste (Figura 3). O menor teor foi observado ao longo do litoral, ocorrendo no extremo sul uma pequena região com predominância de



Figura 1. Regiões geográficas de Santa Catarina: 1) Extremo Oeste; 2) Oeste; 3) Meio-Oeste; 4) Planalto Norte; 5) Planalto Serrano; 6) Alto Vale do Itajaí; 7) Litoral Norte; 8) Litoral Centro; e 9) Litoral Sul

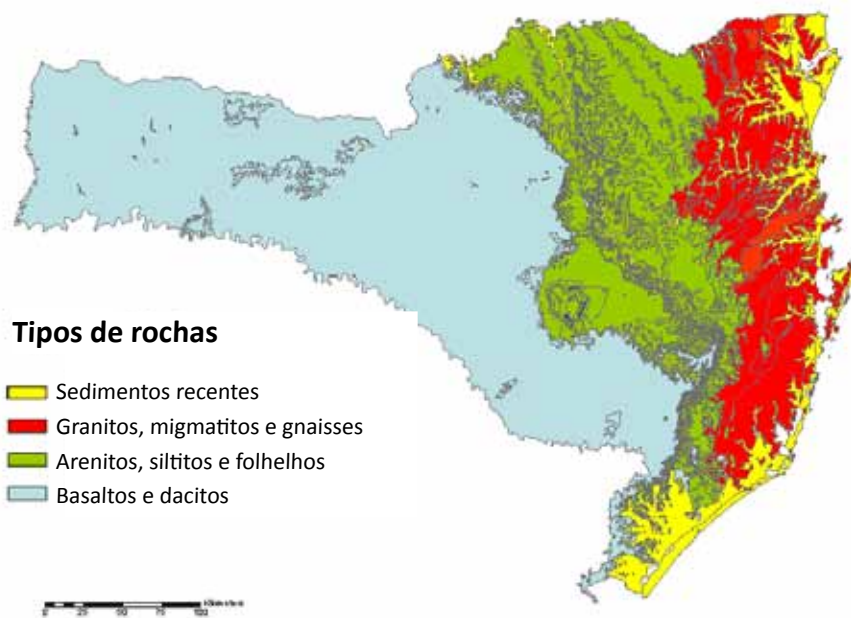


Figura 2. Distribuição geográfica dos principais tipos de rochas que ocorrem em Santa Catarina. Adaptado de Brasil (1987)

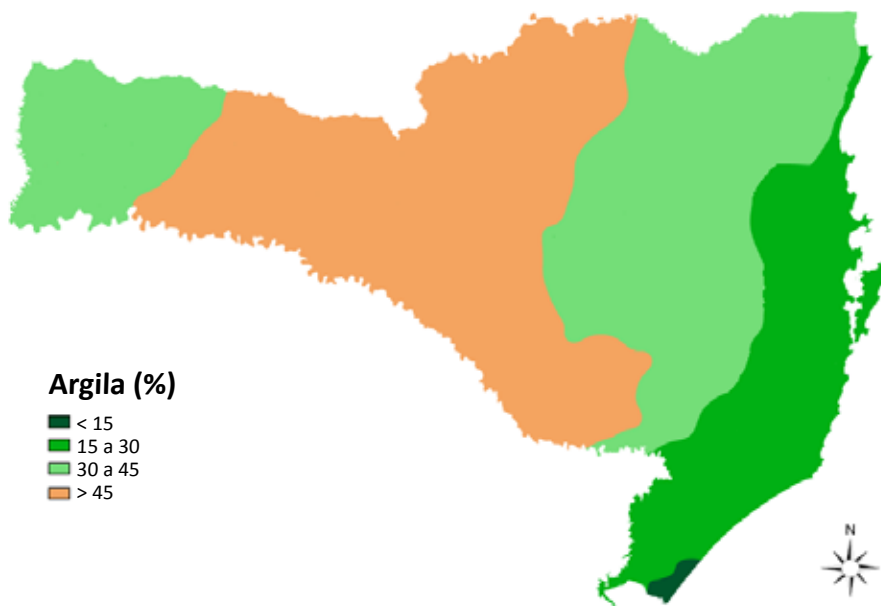


Figura 3. Distribuição espacial dos teores de argila determinados pelo método da pipeta em amostras coletadas na camada de até 50cm em lavouras no Estado de Santa Catarina

lavouras com solos com teor de argila < 15%. O teor de areia do solo, por sua vez, apresenta comportamento inverso da argila (Figura 6), enquanto o teor de silte predomina na faixa entre 30% e 45% (Figura 7).

Solos com teor de argila entre 15% e 30% ocorrem na maioria das lavouras do Litoral Sul e Litoral Centro, onde os solos foram desenvolvidos a partir de

rochas graníticas e gnáissicas do Embasamento Cristalino ou de sedimentos recentes originários dessas rochas, predominantemente constituídos de areias quartzosas (Figura 2). No Litoral Norte se observa aumento do teor de argila no solo, com predominância de lavouras com teor entre 30% e 45% dessa fração (Figura 3). Isso pode estar relacionado com o afloramento, dentro do Emba-

samento Cristalino, de rochas do Complexo Granulítico (gnaiesses granulíticos), com constituição desde siálicas até máficas (Silva & Bortoluzzi, 1987), e das últimas podem desenvolver-se solos com maior teor de argila. Outro aspecto que pode ter contribuído para essa ocorrência é o fato de a maioria das amostras dessa região ter sido coletada em lavouras de arroz irrigado, as quais estão implantadas em planícies aluviais com predominância de sedimentos mais finos do que os observados no Litoral Centro e Litoral Sul.

Nas regiões com solos desenvolvidos sobre as rochas sedimentares gonduânicas (arenitos, siltitos e folhelhos), observa-se predominância de lavouras com teor de argila entre 30% e 45% no Alto Vale do Itajaí, no Planalto Serrano e em um segmento do Planalto Norte, e maior que 45% no restante do Planalto Norte. O maior teor de argila observado no Planalto Norte está relacionado com o afloramento de folhelhos, os quais resultam na formação de solos com maior teor de argila e silte e menor de areia (Figura 3).

No Planalto Serrano, Meio-Oeste e Oeste predominam solos com alto teor de argila, formados a partir de basaltos, dacitos e riolitos que afloram na região (Figura 2), rochas essas que apresentam minerais ferromagnesianos em sua composição (Leinz & Amaral, 2003). Esses minerais, quando completamente intemperizados, resultam na formação de minerais argilosos e de óxidos, cujas partículas se encontram na fração argila (Ollier, 1975), aumentando a participação dessa fração no solo. O menor teor de argila observado no Extremo Oeste provavelmente está relacionado à ocorrência de relevo montanhoso, onde ocorrem solos com grau de intemperismo intermediário em função da constante remoção das partículas mais finas pelo processo erosivo, predominando no solo material parcialmente intemperizado nas frações silte e areia, ou até mesmo em frações mais grosseiras, como cascalho, calhaus e matacão. ▶

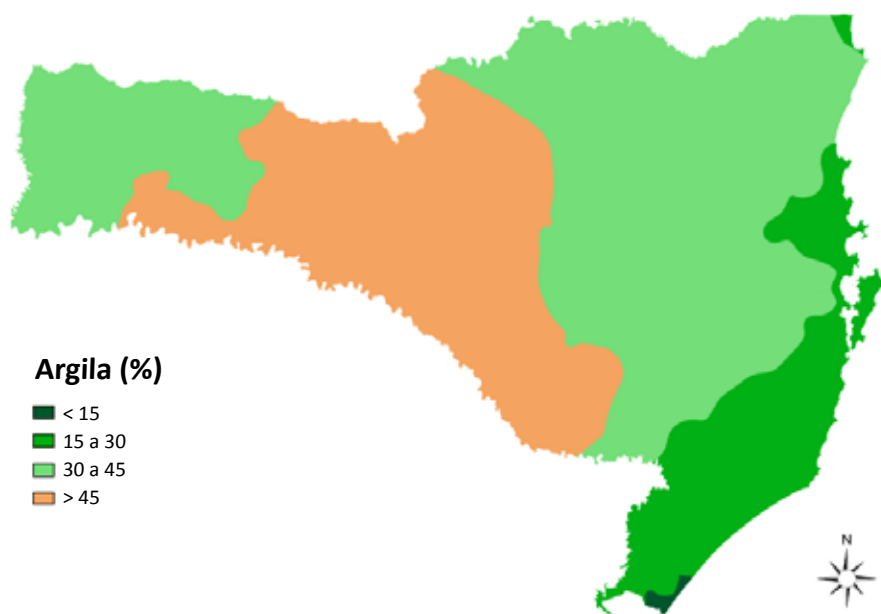


Figura 4. Distribuição espacial dos teores de argila determinados pelo método da rotina em amostras coletadas na camada de até 20cm em lavouras no Estado de Santa Catarina

No mapa elaborado a partir dos teores de argila determinados pelo método de rotina para caracterização química do solo (Figura 4) se observa aumento da área de abrangência da classe de teor entre 30% e 45%, a qual avança tanto sobre a área com teor entre 15% e 30% como com teor maior que 45%. Isso ocorre em função de que esse método superestima o teor de argila em aproximadamente 10% nas amostras com baixo teor dessa fração e subestima

nas amostras com alto teor, como pode ser observado na equação de regressão entre os valores determinados pelos dois métodos, apresentada na Figura 5A. Outro aspecto que pode ter contribuído para essa diferença é a profundidade de amostragem, pois muitos solos apresentam gradiente textural, com incremento do teor de argila em profundidade. Dessa forma, quando realizada coleta em uma camada mais espessa, é esperado encontrar maior

teor de argila do que em uma coleta em camada mais rasa.

Uma superestimação no teor de argila em amostras com baixo teor dessa fração também foi observada na comparação do teor determinado pelo método da rotina e da pipeta em 50 amostras padronizadas (Figura 5B), nas quais, no entanto, não foi observada subestimação significativa do teor nas amostras com maior participação dessa fração. Na tipificação do solo de acordo com a Instrução Normativa nº 2 (Brasil, 2008), essa diferença observada entre os dois métodos nas amostras com menor teor de argila (10%) é maior do que a faixa de variação no teor dessa fração no solo Tipo 1, que é de 5% (≥ 10 a $< 15\%$).

Com relação à fração areia, observou-se a ocorrência de uma faixa com predominância de lavouras com teor menor que 15% no centro do Estado, nas regiões Planalto Serrano, Meio-Oeste e Planalto Norte, e outra com teor maior que 45% ao longo do Litoral Sul (Figura 6). Nessa região, os solos foram desenvolvidos a partir de rochas graníticas e gnáissicas do Embasamento Cristalino ou de sedimentos recentes originários dessas rochas (Figura 2), predominantemente constituídos por areias quartzosas. Nessas rochas o

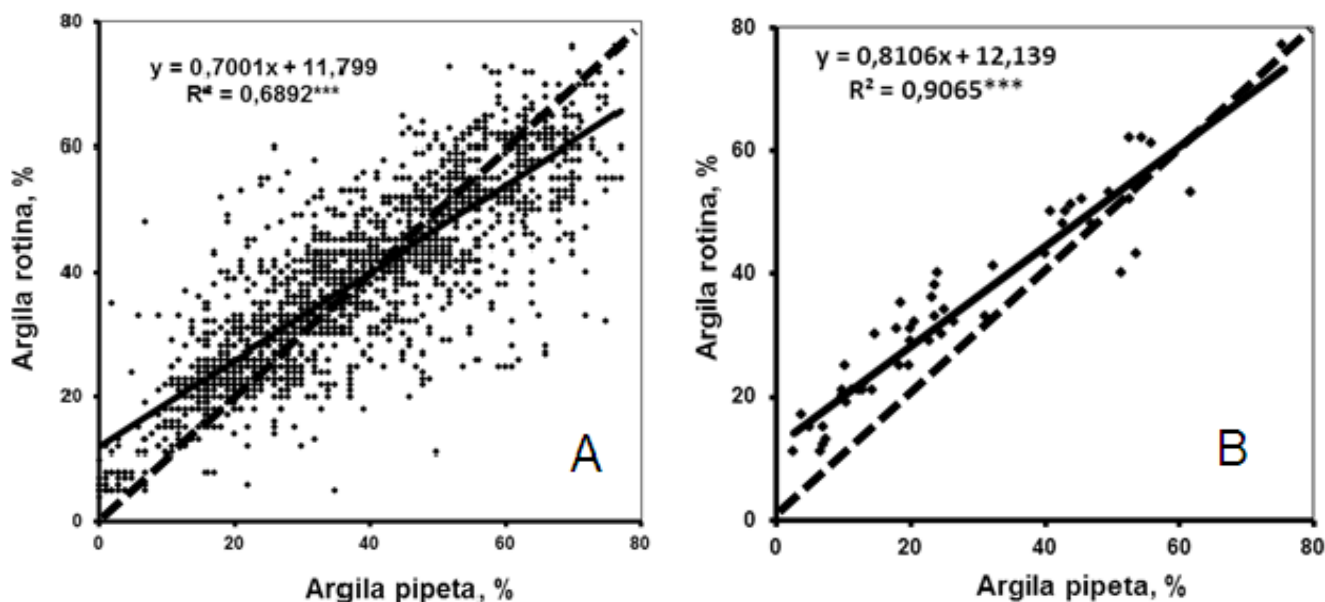


Figura 5. Correlação entre os teores de argila determinados pelo método da pipeta e da rotina em amostras coletadas, respectivamente, nas camadas de até 50 e até 20cm de profundidade em (A) 1.706 lavouras no Estado de Santa Catarina e (B) 50 amostras padronizadas. A linha pontilhada corresponde à relação 1:1

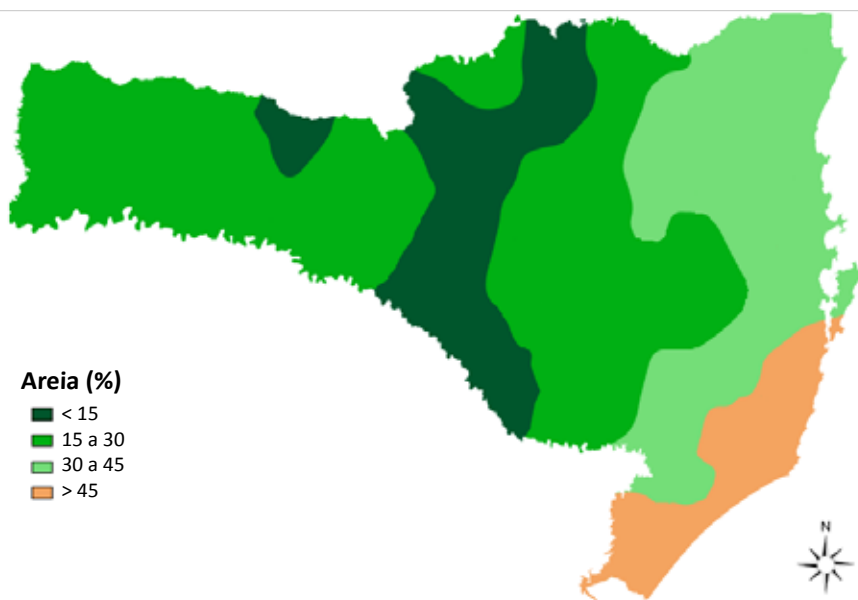


Figura 6. Distribuição espacial dos teores de areia determinados pelo método da pipeta em amostras coletadas na camada de até 50cm em lavouras no Estado de Santa Catarina

participação dessa fração na massa do solo e, principalmente, no seu volume, em função da menor densidade de suas partículas.

O teor de silte variou entre 15% e 45% em todo o Estado, com predominância da faixa entre 30% e 45% (Figura 7). Áreas com predominância de lavouras com teor de silte no solo entre 15% e 30% foram observadas no Planalto Serrano e no Litoral Centro, com pequena ocorrência também no Planalto Norte e no Litoral Sul. Como o teor de silte no solo é determinado pela subtração do teor de argila e de areia do valor de 100%, que corresponde ao total da amostra (Embrapa, 1997), qualquer erro na determinação do teor das demais frações se reflete em erro na determinação do teor de silte da amostra.

Com relação aos tipos de solo, definidos a partir do enquadramento nas faixas de teores de argila e de areia conforme determina a Instrução Normativa nº 2 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Brasil, 2008), observou-se predominância de solos do Tipo 1 em uma área restrita no extremo sul, do Tipo 2 em faixas situadas ao longo do litoral e no Extremo Oeste, e do Tipo 3 nas demais regiões do Estado (Figura 8). Os dois últimos são considerados solos adequados para o cultivo da maioria das culturas, quando considerados os riscos climáticos associados ao armazenamento de água no solo.

A predominância de solos do Tipo 1 em parte do Litoral Sul está associada ao fato de eles terem se desenvolvido a partir de sedimentos recentes, constituídos principalmente por areias quartzosas. Solos do Tipo 2 predominam na região de afloramento das rochas do Embasamento Cristalino (granitos, gnaisses e migmatitos) e em parte da região de afloramento das rochas sedimentares gonduânicas, em uma faixa que se estende desde o Litoral Sul até o Planalto Norte, passando pelo Alto Vale do Itajaí. Também ocorre no Extremo Oeste, em solos com menor grau de intemperismo ▶

quartzo é encontrado em cristais predominantemente do tamanho da fração areia, permanecendo nessa fração no solo desenvolvido *in situ* ou sobre os sedimentos transportados pela água ou pelo vento em função da sua alta resistência ao intemperismo (Ollier, 1975).

O menor teor de areia observado no Planalto e no Meio-Oeste do Estado é

explicado pela ocorrência de rochas com pequena participação de quartzo em sua constituição (basalto, dacito, riolito e folhelhos) e, também, pela ocorrência de clima mais frio (Pandolfo et al., 2002), que favorece o acúmulo de matéria orgânica no solo. Esse componente, quando estabilizado no solo na forma de húmus, se encontra na fração argila, aumentando proporcionalmente a

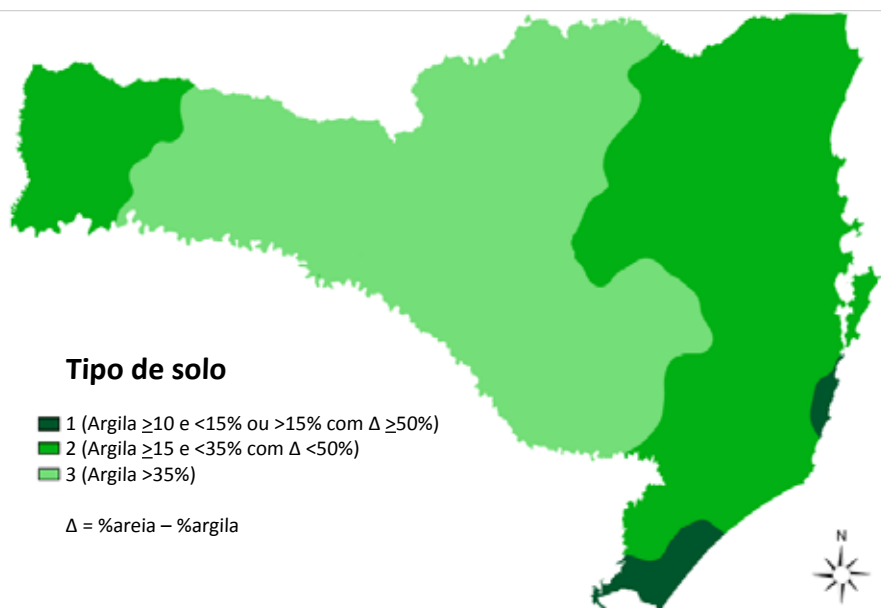


Figura 8. Distribuição espacial dos tipos de solo de acordo com a classificação estabelecida pela Instrução Normativa nº 2 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Brasil, 2008)

desenvolvidos sobre basaltos. Solos do Tipo 3 predominam no Planalto e Oeste, os quais se desenvolveram a partir de rochas sedimentares gonduânicas mais finas (folhelhos) e rochas ígneas extrusivas constituídas predominantemente por minerais ferromagnesianos (basalto, dacito e riolito).

Conclusões

- A distribuição espacial dos teores de argila e areia do solo está associada à distribuição dos tipos de rochas no Estado de Santa Catarina.

- O teor de argila aumenta no sentido do Litoral para o Planalto, continua alto até o Oeste e diminui novamente no Extremo Oeste do Estado, enquanto o teor de areia apresenta distribuição inversa ao de argila, e o de silte predomina na faixa entre 30% e 45%.

- Na distribuição dos solos de acordo com a tipologia utilizada para fins de financiamento de custeio agrícola predominam os solos do Tipo 2 no Litoral e no Extremo Oeste, e do Tipo 3 no Planalto e Oeste do Estado.

Literatura citada

1. BRASIL. Departamento Nacional de Produção Mineral. **Mapa geológico de Santa Catarina**. 1987.
2. BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria Executiva da Comissão Especial de Recursos. **Instrução Normativa nº 12**, de 14 de junho de 2005.
3. BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Política Agrícola. **Instrução Normativa nº 2**, de 9 de outubro de 2008. Diário Oficial da União, n.193, Seção 1, p.5, 13 out. 2008.
4. EMBRAPA. **Manual de métodos de análise do solo**. Rio de Janeiro: Embrapa, 1997. 212p.
5. EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de solos. **Solos do Estado de Santa Catarina**. Rio de Janeiro: Embrapa/CNPQ, 2004. 1 CD-ROM; mapa color. (Embrapa Solos. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 46).

6. LEINZ, V.; AMARAL, S.E. **Geologia geral**. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2003. 400p.
7. OLLIER, C. **Weathering**. Londres: London Group Limited, 1975, 304p. (Geomorphology Texts, 2).
8. PANDOLFO, C.M.; VEIGA, M.; BALDISSERA, I.T. **Evolução da fertilidade do solo nas mesorregiões Serrana e Oeste Catarinense**. Florianópolis: Epagri, 1995. 99p. (Epagri. Documentos, 163).
9. PANDOLFO, C.; BRAGA, H.J.; SILVA JÚNIOR, V.P. et al. **Atlas climatológico digital do Estado de Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri, 2002. 1 CD-ROM.
10. SILVA, L.C.; BORTOLUZZI, C.A. (Eds.). **Texto explicativo para o mapa geológico do estado de Santa Catarina**. Florianópolis: DNPM, 1987. 216p.
11. TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A. et al. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: UFRGS/Departamento de Solos, 1995. 174p. (Boletim Técnico, 5).
12. VEIGA, M.; PANDOLFO, C.M.; MULLER NETTO, J.M. et al. Diagnóstico da fertilidade em solos cultivados de Santa Catarina, em 2004. **Agropecuária Catarinense**, v.21, n.3, p.79-84, 2008.
13. VEIGA, M.; PANDOLFO, C.M.; SPAGNOLLO, E. Sistemas de manejo e atributos do solo na área de atuação do projeto Microbacias 2 em Santa Catarina. **Agropecuária Catarinense**, v.24, n.1, p.54-59, 2011. ■