

Capítulo 8

Atributos e aptidões dos solos

José Maria Filippini Alba

Gilberto Nava

Introdução

A Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO) considera o solo associado ao ambiente, à sustentabilidade e ao combate à fome (Silva, 2018), pois o aprimoramento da saúde dos solos, no contexto mundial, é um dos caminhos para alcançar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, incluindo “Fome Zero e Agricultura Sustentável” (ODS 2) e a “Ação Contra a Mudança Global do Clima” (ODS 13) e seus impactos é o. A degradação do solo afeta a produção de alimentos, causando fome e desnutrição, alterando os preços dos alimentos, forçando o abandono da terra e levando a milhões de migrantes involuntários à pobreza. Assim, a erosão, o desequilíbrio de nutrientes, as perdas de carbono e da biodiversidade do solo, a acidificação, a contaminação, a salinização e a compactação do solo representam grandes ameaças para o desenvolvimento do planeta.

As características físicas, químicas e biológicas do solo representam, junto com as exigências climáticas para as variedades, os principais requerimentos para o estabelecimento de qualquer tipo de cultivo (Flores; Filippini-Alba, 2013). Esse conceito pode ser sintetizado por dois aspectos: (1) a estreita relação clima-solo-planta; (2) a necessidade de classificar os solos conforme suas características.

No contexto brasileiro, o *Soil Taxonomy – U.S.*, a *World Reference Base for Soil Resources* (WRF), da FAO, e o Sistema Brasileiro de Ciência do Solo (SBCiS) representam as principais referências pedológicas (Santos et al., 2018). Esses sistemas não são perfeitamente equivalentes. O *Soil Taxonomy* e o SBCiS consideram Ordem, Subordem, Grande Grupo, Subgrupo, Família e Série; porém, no SBCiS, a Ordem depende da presença ou ausência de horizontes diagnósticos de superfície e subsuperfície. Já o *Soil Taxonomy* adiciona também o regime hídrico (Prado, 2007). A WRB/FAO classifica em primeiro e segundo nível, colocando mais ênfase nos processos pedogenéticos.

Neste capítulo são analisadas as classes de solos que ocorrem na região Sul do Brasil, conforme o SBCiS, na perspectiva da sua aptidão para o cultivo da noqueira-pecã, porém de maneira genérica, sem especificar cultivares, em função da falta de conhecimentos nesse sentido. Inicia com a caracterização do relevo sulino, dada sua importância em relação ao clima e ao solo e, posteriormente, aborda os principais solos da região Sul, bem como sua aptidão para o cultivo da noqueira-pecã.

Aptidão edáfica para produção de noz-pecã

Como a legenda dos mapas de solos é sistematizada conforme os critérios do SBCiS ou equivalente, é possível extrair informações das propriedades dos solos, como drenagem, grupamento textural, profundidade efetiva, relevo, pedregosidade/rochiosidade e fertilidade, que são organizadas e classificadas conforme os requerimentos da planta de noqueira-pecã (Tabela 1).

Tabela 1. Guia de avaliação da aptidão edáfica para o cultivo de nogueira-pecã (*Carya illinoensis* K.) na região Sul.

Parâmetros edáficos	Classes de aptidão edáfica			
	P	R	PR	NR
Drenagem	Fortemente, acentuadamente ou bem drenado	Moderadamente drenado	Imperfeitamente ou excessivamente drenado	Mal ou muito mal drenado
Profundidade efetiva	>100 cm	100 – 50 cm	-	< 50 cm
Grupamento textural	Média ou argilosa (1:1)	Muito argilosa (1:1)	Argilosa (2:1), ou siltosa	Areia, areia franca ou orgânica
Relevo (declividade)	0-13%	13-20%	20-45%	>45%
Pedregosidade/rochosidade	0-3%	3-15%	15-50%	>50%
Fertilidade	Eutrófico ou a Distrófico	Distrófico ou Tb Distrófico	Alítico ou alumínico	Presença de sais

P = Preferencial; R = Recomendável; PR = Pouco Recomendável; NR= Não Recomendável. Ta/b = presença de argila de alta/baixa atividade.

Fonte: adaptado de Flores; Filippini-Alba (2015).

A produção vegetal é afetada pela drenagem deficiente do solo, pois provoca excesso de água e, principalmente, aeração inadequada às raízes da planta, devido ao aumento da resistência à difusão dos gases do solo para a atmosfera e vice-versa. Nessa condição, o oxigênio necessário na respiração metabólica é rapidamente consumido pelos microrganismos e plantas, inibindo o crescimento do sistema radicular. Isso acarreta a diminuição da absorção de água, podendo em casos extremos ocorrer até o murchamento das plantas (Willey, 1970). Se a falta de oxigênio é muito acentuada, compostos como o etanol, etileno e metano podem acumular-se, resultando em toxicidade por teores elevados. O mesmo acontece com o ferro e o manganês: uma vez reduzidos para as formas bivalentes, podem provocar toxidez, principalmente o manganês. Esse somatório de fenômenos limita bastante o uso de solos com horizonte glei (Gleissolos) e/ou caracteres como: gleico, plíntico, abrupático, lítico, litoplíntico. É importante ressaltar que a nogueira requer solos bem drenados (Wells, 2017); portanto, solos com excesso de umidade devem ser evitados. Eventuais problemas de drenagem devem ser solucionados no estabelecimento do nogueiral, antes do plantio das mudas.

A profundidade efetiva refere-se às profundidades máximas de penetração do solo pelas raízes em número razoável, sem impedimento de qualquer natureza, proporcionando às plantas suporte físico e meio para absorção de água e nutrientes, além de ar. Trata-se de um parâmetro importante para fruticultura. Solos demasiadamente rasos devem ser evitados, uma vez que causam impedimento ao crescimento radicular, bem como à sustentação da planta. Já o grupamento textural refere-se às classes de textura, ou seja, ao tamanho e relacionamento das partículas do solo (Sistema Brasileiro de Ciência do Solo, 2013). Solos de textura arenosa (com teores de areia superiores a 70% e de argila inferior a 15%; permeáveis, leves, de baixa capacidade de retenção de água e de baixo teor de matéria orgânica), solos com textura média (equilíbrio entre as percentuais de areia, silte e argila) e solos de textura argilosa (argila acima de 35%) apresentam baixa permeabilidade e alta capacidade de retenção de água.

A pedregosidade/rochosidade refere a fragmentos ou afloramentos de rochas, cuja presença interfere na ação dos implementos e máquinas agrícolas. Além disso, a pedregosidade/rochosidade limita o volume de solo a ser explorado pelas raízes, o que reduz a disponibilidade de água e nutrientes para as mesmas. Finalmente, a fertilidade é o único parâmetro puramente químico considerado e que pode ser corrigido via tecnologias. Solos alíticos ou alumínicos possuem saturação de alumínio acima de 50%, saturação de bases inferior a 50%, e argila de alta e baixa atividade, respectivamente, o que afeta o desenvolvimento das raízes. Eutrófico significa saturação por bases igual ou maior que 50%, e distrófico saturação por bases inferior a 50%, ou seja, solos férteis e inférteis.

Efetuada-se uma síntese para a região Sul, com base no exposto sobre a aptidão edáfica, verifica-se que os Argissolos, Chernossolos, Latossolos e Nitossolos ocupam 28,5 milhões de hectares, 51,7% do território, tendo potencial para aptidão Preferencial ou Recomendada para noqueira-pecã. Já os Cambissolos, Espodossolos, Neossolos e Vertissolos, que ocupam 19,7 milhões de hectares, 35,7% do território, apresentam problemas de textura, profundidade efetiva ou pedregosidade/rochiosidade, com tendência à aptidão Pouco Recomendada. Os Gleissolos, Planossolos, Plintossolos e Organossolo são mal drenados, o que os limita em potencial produtivo. Argissolos, Latossolos e Nitossolos podem apresentar caráter alítico ou aluminico, limitando seu potencial, porém podem ser utilizados desde que corretamente corrigidos na implantação, na fase de pré-plantio. Já os Cambissolos com profundidade efetiva superior aos 50 cm poderão ter aptidão Recomendada.

Por se tratar de uma cultura perene, o estabelecimento de um novo noqueiral é uma das decisões mais importantes que o produtor deve tomar. Um noqueiral bem planejado e organizado será mais eficiente e propiciará maior retorno de produção. Nesse sentido, a escolha do tipo de solo que propicie boas condições para o desenvolvimento radicular é crucial para o sucesso da atividade agrícola.

Influência do relevo

Em escala macroscópica, o relevo do Sul do Brasil é caracterizado pela ocorrência de planaltos, planícies e serras, sendo os primeiros as estruturas dominantes, que ocupam praticamente 75% do território (Moreira; Lima, 1977). O Planalto Uruguaio-rio-grandense localiza-se na zona sul do RS, atingindo elevação de aproximadamente 500 m (bege-claro na Figura 1). A Depressão Central divide o Rio Grande do Sul, sendo que na parte norte acontece uma sequência de planaltos praticamente contínua, que se estende além do território paranaense (em tons claros, bege), alternados por algumas serras (em vermelho) ou, nas bordas, pelas terras baixas derivadas dos principais corpos d'água, com destaque para a Planície Litorânea a leste (em azul) e a bacia do Rio Uruguai a oeste. Na escala local, o relevo é um parâmetro extremamente importante relacionado à gênese do solo, cuja influência afeta a dinâmica da água e o microclima (posição solar, características das vertentes, declividade, etc.). Prado (2007) ilustra diversos exemplos da relação solo-paisagem, realçando a importância do relevo nesse contexto. Streck et al. (2002) descrevem uma topossequência de unidades de solo típica da Depressão Central, RS, conforme a ordem Argissolo, Plintossolo, Planossolo e Gleissolo, à medida que se perde altitude e declividade.

Os movimentos da água ao longo da vertente são regulados pelo relevo, tanto na superfície como no interior do solo, agindo sobre seu regime hídrico e, conseqüentemente, sobre os fenômenos de percolação interna e ações correlatas – lixiviação de solutos, transporte de partículas coloidais em suspensão no meio líquido – e ainda naqueles fenômenos em que a presença da água é imprescindível – hidrólise, hidratação, dissolução (Flores et al., 2009).

Quanto mais íngreme for o terreno, menor a possibilidade de infiltração da água no solo e, conseqüentemente, do fluxo interno dela, e maior a quantidade de água que escoar na superfície (enxurrada) e a energia cinética produzida, potencializando o processo erosivo. Solos situados em relevo íngreme geralmente são menos profundos e mais secos que outros situados em uma mesma situação climática, porém em declive menos acentuado.

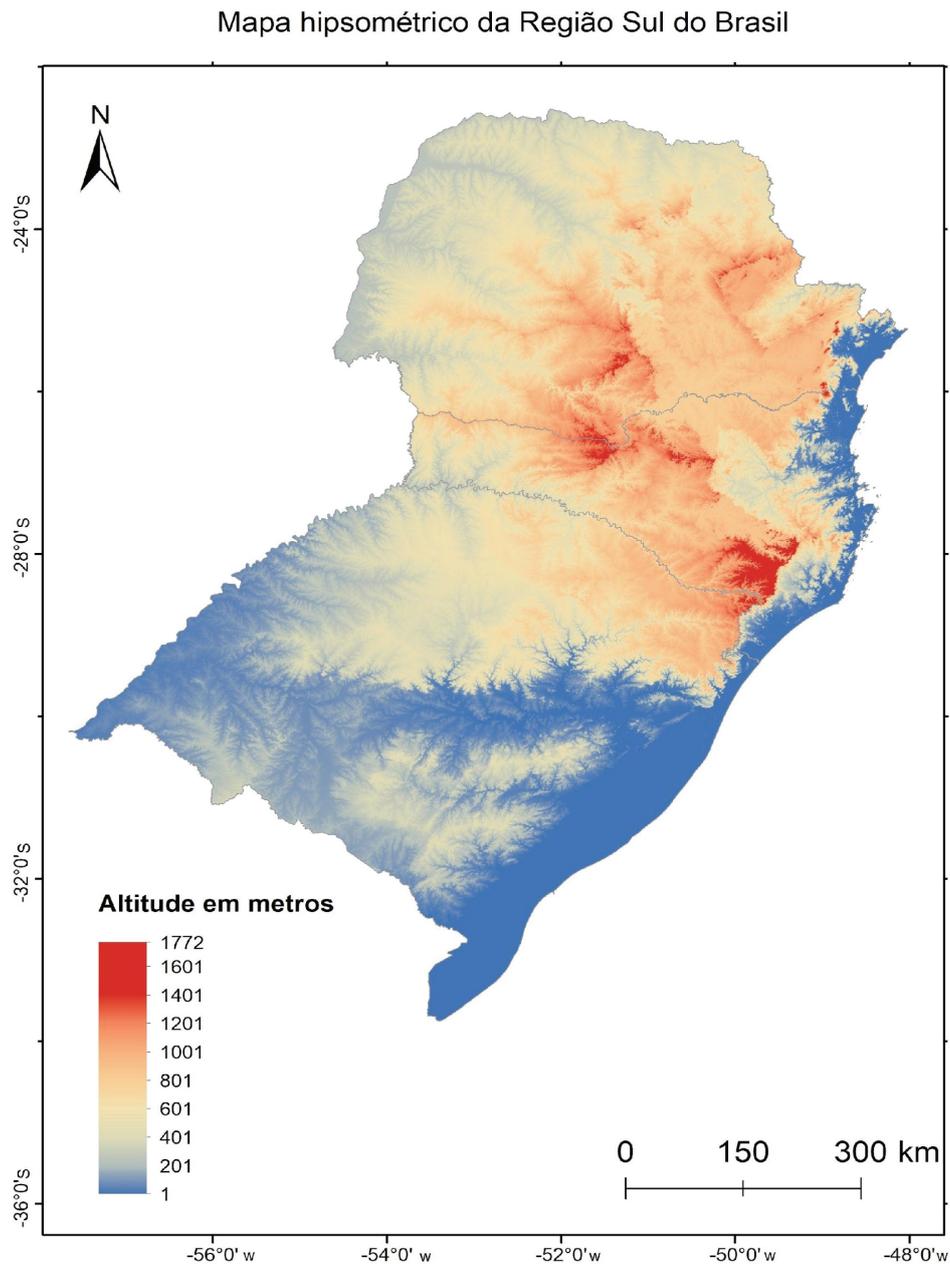


Figura 1. Mapa de altitude da região Sul do Brasil.

Fonte: adaptado de U.S. Geological Survey (2020).

Principais solos da região Sul

A região Sul possui espécimes de 11 das 13 ordens de solos consideradas pelo SBCiS (Tabela 2). Gleissolo, Organossolo e Planossolo são solos de áreas baixas, mal drenados, que, juntos, ocupam aproximadamente 6,5% de todo o território. Não são recomendados para fruticultura. Da mesma forma os Espodossolos, que são solos ácidos, distróficos, de textura arenosa, geralmente associados a locais úmidos, e os Vertissolos, que apresentam textura argilosa ou muito argilosa, de pouca permeabilidade e alta pegajosidade e plasticidade.

Tabela 2. Classes de solo e ocupação na região Sul do Brasil.

Solo ou ocupação	PR ⁽³⁾	RS ⁽¹⁾	SC ⁽²⁾	Área total	
		km ²		km ²	%
Argissolo	30.893,8	58.008,4	7.627,7	96.529,9	16,7
Cambissolo	21.924,6	17.730,0	44.335,9	83.990,5	14,6
Chernossolo	0,0	10.647,0	0,0	10.647,0	1,8
Espodossolo	996,6	0,0	0,0	996,6	0,2
Gleissolo	1.993,2	5159	4.290,6	11.442,7	2,0
Latossolo	61.787,6	44.503,4	5.816,1	112.107,2	19,4
Neossolo	43.849,3	46.659,3	17.257,6	107.766,2	18,7
Nitossolo	29.897,2	29.006,1	13.157,7	72.061,1	12,5
Organossolo	996,6	916	858,1	2.770,7	0,5
Planossolo	0,0	23.234,8	0,0	23.234,8	4,0
Vertissolo	0,0	1.813,7	0,0	1.813,7	0,3
Água	2.192,5	16.360,4	1.048,8	19.601,7	3,4
Urbano	2.591,1	810,4	190,7	3.592,2	0,6
Dunas e AR	0,0	3.474,9	286,0	3.760,9	0,7
Indiscriminado	2.192,5	23.434,7	476,0	26.103,2	4,5
UF	199.315,0	281.758,1	95.345,3	576.418,4	100,0

Fonte: adaptado de IBGE (1986)⁽¹⁾, Potter et al. (2004)⁽²⁾ e Lima et al. (2012)⁽³⁾.

Dos solos com ocupação inferior a 5% do território restam os Chernossolos, que possuem horizonte escuro, rico em matéria orgânica, teor de cálcio significativo, baixa acidez, alta fertilidade e elevado potencial agrícola.

Os Neossolos ocupam aproximadamente quase 108 mil quilômetros quadrados, o que representa 18,7% do território sulino. São solos pouco evoluídos, minerais, sem horizonte B. As subordens são Neossolo Litólico, Flúvico, Regolítico ou Quartzarênico. Os Neossolos Litólicos e Regolíticos derivam da rocha sã ou do manto de intemperismo, respectivamente. São solos usualmente pouco profundos, associados a relevo ondulado a montanhoso, sendo pedregosos ou rochosos, não apresentando aptidão para fruticultura, ou então aptidão pouco recomendada. Os Neossolos Flúvicos ocorrem em áreas planas, relacionados a formações geológicas sedimentares e podem ser eutróficos e profundos com potencial agrícola significativo. No entanto, estão associados a regiões de várzea, com potencial para inundação, o que restringe seu uso para espécies arbóreas ou com dificuldades de desenvolvimento em ambientes úmidos. Os Neossolos Quartzarênicos possuem textura arenosa ou muito arenosa, conferindo pouca capacidade de retenção de água, limitando seu potencial agrícola.

Associados aos Neossolos em terrenos declivosos, os Cambissolos (Figura 2) ocorrem em 84 mil quilômetros quadrados, ocupando 14,6% do território da região Sul. São solos pouco evoluídos, com horizonte B incipiente, ou seja, em condição inicial de formação. No nível de subordem, dividem-se em: Húmicos, isto é, com teor significativo de substância húmicas no horizonte A; Flúvicos, conceito mencionado anteriormente; e,

Háplicos, conceito que se aplica para aqueles Cambissolos não enquadrados nas classes anteriores. Podem apresentar espessura mediana, de 50 cm a 100 cm de profundidade, sem restrição de drenagem, em relevo pouco movimentado, sendo eutróficos ou distróficos e, assim, com bom potencial agrícola, podendo apresentar aptidão Recomendada para o cultivo da noqueira-pecã.

Os Argissolos ocupam mais de 96 mil quilômetros quadrados, o equivalente a 16,7% do território da região Sul, ocorrendo de forma predominante no Rio Grande do Sul (Figura 2). São solos minerais, antigamente conhecidos como solos podzólicos, com diferenciação nítida de horizontes, sendo o horizonte B textural, caracterizado pelo enriquecimento de argila em profundidade. A textura do horizonte superficial pode ser arenosa, média ou argilosa. As subordens são definidas pela cor: acinzentado, amarelo, bruno-acinzentado, vermelho e vermelho-amarelo. Em geral, a aptidão para noqueira-pecã varia de Preferencial a Recomendada, com potencial limitação no caso de enriquecimento em alumínio, mas passível de correção via calagem.

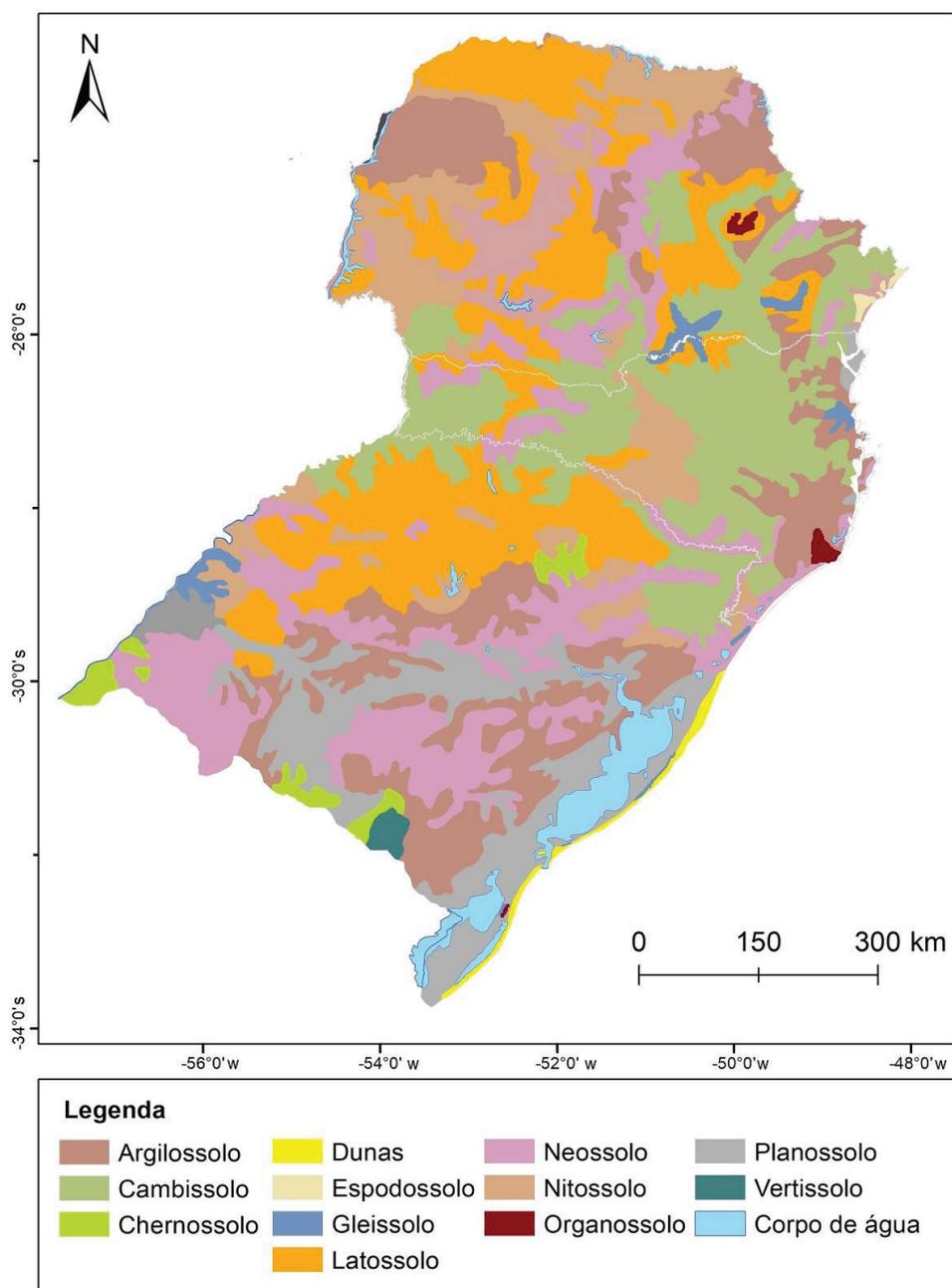


Figura 2. Mapa de solos da região Sul do Brasil.

Fonte: adaptado de IBGE (1986).

Uma das diferenças dos Latossolos com os Argissolos relaciona-se a condições de intemperismo mais rigorosas na gênese dos primeiros. Isso explica o predomínio de Latossolos no estado de Paraná, onde ocupam quase 31 mil quilômetros quadrados. No Rio Grande do Sul e Santa Catarina, onde as condições climáticas predominantes são subtropical e temperado, o percentual de ocupação cai um pouco, com menos de 50 mil quilômetros quadrados. Os Latossolos são solos evoluídos, profundos com desenvolvimento intenso do horizonte B. As subordens também são sistematizadas pela cor, amarelo, bruno, vermelho e vermelho-amarelo. De maneira semelhante aos Argissolos, a aptidão para noqueira varia de Preferencial a Recomendada, com potencial limitação, no caso de enriquecimento em alumínio. Entretanto, por meio da calagem realizada antes do plantio, os teores tóxicos de alumínio são eliminados quando se eleva o pH para 6,0 (CQFS – RS/SC, 2016).

Em relação aos Nitossolos, são solos minerais, não hidromórficos, associados a terrenos basálticos, definidos pela ocorrência de horizonte A qualquer, seguido por horizonte B nítico, ou seja, bem estruturado e com desenvolvimento de cerosidade, que lhe confere superfícies brilhantes (o prefixo “nito” deriva de *nitidus*, brilhante). Ocupam 72 mil quilômetros quadrados na região Sul do Brasil, ou seja, 12,5% do território. Em termos de subordem, são divididos em Bruno, Vermelho e Háplico. Podem ser considerados aptos para cultivo de noqueira-pecã, com limitações associadas ao relevo, presença de alumínio e possível pedregosidade.

Considerações finais

De acordo com Streck et al. (2002), o solo é um recurso natural, lentamente renovável, encontrado em diferentes posições na paisagem, formado pela ação do clima e dos organismos vivos sobre o material de origem, o qual, ao longo do tempo, vem sendo modificado pela ação humana. Nesse sentido, é possível dizer que variações de clima, relevo e geologia originam uma grande variedade de tipos de solos, com mudanças em curta distância, decorrentes dos efeitos do relevo, condicionados aos fluxos de água, seja pela lixiviação, drenagem e/ou oxirredução, assim como pela ação humana, por meio do manejo dos solos e da água. Sabe-se que a aptidão para cultivos depende da interação com a espécie e, considerando-se a noqueira-pecã, cada vez mais observa-se sua adaptação aos solos da regiões Sul e Sudeste do território nacional.

Referências

CQFS-RS/SC (Comissão de Química e Fertilidade do Solo). **Manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 10. ed. Porto Alegre: SBCS-NRS: 2016. 376 p.

IBGE. **Folha SH. 22 Porto Alegre e parte das Folhas SH. 21 Uruguaiana e SI. 22 Lagoa Mirim**: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra. Rio de Janeiro: IBGE, 1986. 796 p. (Continuação do extinto projeto RADAMBRASIL).

FLORES, C. A.; FILIPPINI ALBA, J. M. (ed.). **Zoneamento edáfico de culturas para o município de Santa Maria - RS, visando o ordenamento territorial**. Brasília, DF: Embrapa, 2015. 309 p.

FLORES, C. A.; FILIPPINI-ALBA, J. M. Zoneamento edáfico da olivicultura. In: FILIPPINI ALBA, J. M.; FLORES, C. A.; WREGGE, M. S. (ed.). **Zoneamento edafoclimático da olivicultura para o Rio Grande do Sul**. Brasília, DF: Embrapa, 2013. 70 p.

FLORES, C. A.; GARRASTAZU, M. C.; FILIPPINI ALBA, J. M. **Metodologia de zoneamento edáfico de culturas para o Estado do Rio Grande do Sul**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2009. 45 p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 261).

LIMA, V.; LIMA, M. R. de; MELO, V. de F. **Conhecendo os principais solos do Paraná**. Curitiba: SBCIS/UFPR, 2012. 18 p. Acesso em: 18 jun. 2020. Disponível em: escola.agrarias.ufpr.br/arquivos.pdf/cartilha_solos_pr.pdf.

MOREIRA, A. A. N.; LIMA, G. R. Relevo. In: IBGE. Diretoria Técnica. **Geografia do Brasil**. Rio de Janeiro: SERGRAF, 1977. v. 5, p. 1-34.

PRADO, H. do. **Pedologia fácil**. Piracicaba: ESALQ, 2007. 105 p. Disponível em: <https://www.pedologiafacil.com.br/index.php>. Acesso em: 12 jun. 2020.

POTTER, R. O.; CARVALHO, A. P. de; FLORES, C. A.; BOGNOLA, I. **Solos do Estado de Santa Catarina**. Rio de Janeiro: Embrapa, 2004. 719 p. (Embrapa Solos. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 46).

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; ARAUJO FILHO, J. C. de; OLIVEIRA, J. B. de; CUNHA, T. J. F. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2018. e-book. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/solos/sibcs/classificacao-de-solos/ordens/cambissolos>. Acesso em: 24 abr. 2019.

SILVA, J. G. da. Solos saudáveis são essenciais para alcançar o Fome Zero, a paz e a prosperidade. In: FAO no Brasil. 2018. Disponível em: <http://www.fao.org/brasil/noticias/detail-events/pt/c/1148864/>. Acesso em: 10 jun. 2020.

STRECK, E. V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R. S. D.; KLAMT, E.; NASCIMENTO, P. C. do; SCHNEIDER, P. **Solos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: UFRGS, 2002. 107 p.

U. S. GEOLOGICAL SURVEY. **Earth Resources Observation and Science (EROS) Center**. USGS EROS Archive - Digital Elevation - Shuttle Radar Topography Mission (SRTM). Disponível em: https://www.usgs.gov/centers/eros/science/usgs-eros-archive-digital-elevation-shuttle-radar-topography-mission-srtm-non?qt-science_center_objects=0#qt-science_center_objects. Acesso em: 10 fev. 2020.

WELLS, L. **Southeastern Pecan Grower's Handbook**. University of Georgia, 2017. 236 p.

WILLEY, C. R. Effects of short periods of anaerobic and aerobic conditions on uptake by tobacco roots. **Agronomy Journal**, Madison, v. 62, p. 224-229, 1970.