

# Solos

## do Rio Grande do Sul



**Edemar Valdir Streck**  
**Nestor Kämpf**  
**Ricardo Simão Diniz Dalmolin**  
**Egon Klamt**  
**Paulo César Nascimento**  
**Elvio Giasson**  
**Luiz Fernando Spinelli Pinto**  
**Colaboradores:**  
**Carlos Alberto Flores**  
**Paulo Schneider**

**3ª edição**  
**Revisada e**  
**Ampliada**  
**2018**

**EMATER/RS**  **ASCAR**

Convênio



GOVERNO DO ESTADO  
RIO GRANDE DO SUL

**Edemar Valdir Streck**

Engenheiro Agrônomo (UFSM, 1980), mestre em Solos (UFRGS, 1992), Doutor em Ciência do Solo (UFRGS, 1999). Assistente Técnico Estadual em Solos da Emater/RS (desde 1999)

**Nestor Kämpf**

Engenheiro Agrônomo (UFSM, 1968), Mestre em Solos (UFRGS, 1971), Doutor em Ciências Agrárias (TUM, Alemanha, 1981), Pós-doutorado em Solos (Purdue University, EUA, 1997). Professor Titular do Departamento de Solos da UFRGS (1970-2001).

**Ricardo Simão Diniz Dalmolin**

Engenheiro Agrônomo (UFSM, 1987), Mestre em Agronomia (UFSM, 1990), Doutor em Ciência do Solo (UFRGS, 2002). Professor Adjunto do Departamento de Solos, UFSM (desde 1995).

**Egon Klamt**

Engenheiro Agrônomo, (UFRGS, 1966), Mestre em Solos (UFRGS, 1969), Ph D em Solos (University of Wisconsin, USA, 1973), Pós-Doutorado em Solos (ISRIC, Holanda, 1985), Professor Titular do Departamento de Solos da UFRGS (1969-1995).

**Paulo César Nascimento**

Engenheiro Agrônomo (ESALQ-USP, 1987), Mestre em Ciência do Solo (ESALQ-USP, 1994); Doutor em Solos e Nutrição de Plantas (UFV, 2004). Professor Adjunto do Departamento de Solos- Agronomia- UFRGS (desde 1998).

**Elvio Giasson**

Engenheiro Agrônomo (UFRGS, 1988), Mestre em Solos (UFRGS, 1992), Doutor em Ciência do Solo (Cornell University, USA, 2002), Professor Adjunto do Departamento de Solos da UFRGS (desde 1994).

**Luiz Fernando Spinelli Pinto**

Geólogo (UFRGS, 1985). Mestre em Ciências Físicas (Hirosaki University, 1988), Mestre em Ciência do Solo (UFRGS, 1994), Doutor em Ciência do Solo (UFRGS, 1997). Professor Adjunto do Departamento de Solos da UFPel. (desde 1997).

# **Solos**

do Rio Grande do Sul

Apoio:



# Solos

## do Rio Grande do Sul

---

Edemar Valdir Streck  
Nestor Kämpf  
Ricardo Simão Diniz Dalmolin  
Egon Klamt  
Paulo César do Nascimento  
Elvio Giasson  
Luiz Fernando Spinelli Pinto

Colaboradores:  
Carlos Alberto Flores  
Paulo Schneider

3ª edição revisada e ampliada  
Porto Alegre, RS  
2018

© dos autores  
3ª edição: 2018

Direitos reservados desta edição: Emater/RS-Ascar.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Biblioteca da Emater/RS-Ascar

S689 Solos do Rio Grande do Sul / Edegar Valdir Streck ... [et al.]  
; colaboradores, Carlos Alberto Flores e Paulo Schneider.  
– 3. ed., rev. e ampl. – Porto Alegre, RS: Emater/RS-  
Ascar, 2018.  
252 p. il. color.

ISBN 978-85-98842-20-2

1. Solo. 2. Classificação do solo. 3. Rio Grande do Sul. I.  
Streck, Edegar Valdir. II. Kämpf, Nestor. III. Dalmolin,  
Ricardo Simão Diniz. IV. Klamt, Egon. V. Nascimento,  
Paulo César. VI. Giasson, Elvio. VII. Pinto, Luiz Fernando  
Spinelli. VIII. Flores, Carlos Alberto. IX. Schneider, Paulo.

CDU 631.4(816.5)

Tiragem: 2.000 exemplares.

**Referência:**

STRECK, Edegar Valdir et al.; FLORES, Carlos Alberto; SCHNEIDER, Paulo (Cibs.) **Solos do Rio Grande do Sul**. 3. ed., rev. e ampl. Porto Alegre: Emater/RS-Ascar, 2018. 252 p. il. color. ISBN 978-85-98842-20-2.

---

Emater/RS-Ascar                      Rua Botafogo, 1051 - 90150-053 – Porto Alegre/RS - Brasil  
Fone (0XX51) 2125-3144  
<http://www.emater.tche.br> E-mail: [biblioteca@emater.tche.br](mailto:biblioteca@emater.tche.br)

---

**Designer gráfico:** Roseana Kriedt

**Fotos e mapas de solos:** Emater/RS-Ascar

**Normalização:** Cleusa Alves da Rocha – CRB 10/2127  
Felipe Chagas Tedesco – CRB 10/2157

**Revisão textual:** Ester Mambrini

# SUMÁRIO

## CAPÍTULO 1

<b>SOLOSEMAPAS.....</b>	<b>11</b>
<b>O que é solo.....</b>	<b>11</b>
<b>Mapas de solos.....</b>	<b>12</b>

## CAPÍTULO 2

<b>PERFIL DO SOLO E SUAS CARACTERÍSTICAS.....</b>	<b>19</b>
<b>Principais horizontes pedogenéticos e características</b>	
<b>específicas.....</b>	<b>19</b>
<b>Características morfológicas e sua importância.....</b>	<b>22</b>
<b>Características complementares.....</b>	<b>37</b>

## CAPÍTULO 3

<b>A CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS.....</b>	<b>39</b>
--------------------------------------	-----------

## CAPÍTULO 4

### **AS PRINCIPAIS CLASSES DE SOLOS IDENTIFICADAS**

<b>NO RIO GRANDE DO SUL.....</b>	<b>43</b>
<b>Argissolos.....</b>	<b>44</b>
<b>Cambissolos.....</b>	<b>62</b>
<b>Chernossolos.....</b>	<b>68</b>
<b>Gleissolos.....</b>	<b>75</b>
<b>Latossolos.....</b>	<b>81</b>
<b>Luvissolos.....</b>	<b>89</b>
<b>Neossolos.....</b>	<b>94</b>
<b>Nitossolos.....</b>	<b>112</b>
<b>Organossolos.....</b>	<b>115</b>
<b>Planossolos.....</b>	<b>120</b>
<b>Plintossolos.....</b>	<b>126</b>
<b>Vertissolos.....</b>	<b>130</b>

## CAPÍTULO 5

### **A DIVERSIDADE DE SOLOS E SUA DISTRIBUIÇÃO NA PAISAGEM.....**

<b>A formação dos solos.....</b>	<b>135</b>
<b>Geologia do estado do Rio Grande do Sul.....</b>	<b>138</b>
<b>Adistribuição dos solos na paisagem.....</b>	<b>151</b>

<b>CAPÍTULO 6</b>	
<b>AVALIAÇÃO DA APTIDÃO DOS SOLOS PARA A DESTINAÇÃO FINAL DE RESÍDUOS.....</b>	<b>185</b>
Resíduos ou rejeitos.....	185
Avaliação da aptidão dos solos para aplicação de resíduos.....	186
Definição das classes de aptidão para destinação final de resíduos animais.....	192
Recomendações para aplicação de dejetos animais.....	194
Interpretação do uso do solo para instalação de sistemas de fossas sépticas com valas de infiltração em propriedades rurais.....	197
<b>CAPÍTULO 7</b>	
<b>DIAGNÓSTICO E PLANEJAMENTO DE USO DOS SOLOS EM AGROECOSSISTEMAS.....</b>	<b>203</b>
Diagnóstico.....	203
Planejamento do agroecossistema.....	208
Recomendações de manejo dos solos sob culturas anuais.....	208
Recomendações de uso do solo para fins não agrícolas em áreas rurais.....	212
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>217</b>
<b>GLOSSÁRIO.....</b>	<b>225</b>
<b>ANEXO A – EXEMPLO DE DESCRIÇÃO DE PERFIL DE SOLO .....</b>	<b>231</b>
<b>ANEXO B – O SIGNIFICADO DOS HORIZONTES DIAGNÓSTICOS.....</b>	<b>233</b>
<b>ANEXO C – CLASSIFICAÇÃO TAXONÔMICA DE 1973 E CONFORME SIBCS (2013) DAS UNIDADES DE MAPEAMENTO DO LEVANTAMENTO DE RECONHECIMENTO DOS SOLOS DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL.....</b>	<b>236</b>
<b>ANEXO D - RELAÇÃO DE LEVANTAMENTOS DE SOLOS DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL.....</b>	<b>241</b>

## **DEDICATÓRIA**

A primeira informação abrangente a respeito dos solos que ocorrem no Estado do Rio Grande do Sul foi disponibilizada pelo “Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Estado do Rio Grande do Sul”, cuja execução foi coordenada pelo Engenheiro Agrônomo e Professor Raimundo Costa de Lemos.

Publicada na década de 1970, a obra constitui a fonte básica das informações sobre os solos do Estado, essas informações têm sido fundamentais no ensino agrônômico, no desenvolvimento da pesquisa científica sobre solos e na formação de pesquisadores, bem como imprescindíveis ao planejamento e à execução do desenvolvimento agrícola do Estado.

Em reconhecimento a esse relevante legado, a presente obra é dedicada a

### **RAIMUNDO COSTA DE LEMOS**

(in memoriam)

que lançou os fundamentos, contribuindo ainda na atualidade para aplicação dos mesmos e estimulando a contínua busca de novos conhecimentos sobre os solos.



## APRESENTAÇÃO

O solo é um recurso natural que sustenta a flora e a fauna, a agricultura, a pecuária, o armazenamento da água e as obras de engenharia humana. Além de ser um meio insubstituível para a agricultura, é também um componente vital do agroecossistema no qual ocorrem processos e ciclos de transformações físicas, químicas e biológicas. Por outro lado, quando for mal manejado e receber o aporte de resíduos indesejáveis, em curto espaço de tempo o solo poderá contribuir para a degradação do ecossistema.

O conhecimento do solo é importante para diversas áreas de atividade. Entretanto, a carência de informações em relatórios e mapas mais detalhados sobre solos no estado do Rio Grande do Sul requer que os técnicos atuantes no desenvolvimento agrícola e na preservação ambiental tenham as noções e habilidades para identificarem os diferentes tipos de solos no campo e as limitações de uso agrícola, objetivando seu uso mais racional, economicamente viável e ambientalmente sustentável.

Objetivando contribuir para esta capacitação, neste livro são desenvolvidos os sete tópicos seguintes: (1) Solos e mapas, (2) O perfil do solo e suas características, (3) A classificação de solos, (4) As principais classes de solos identificadas no Rio Grande do Sul, (5) A diversidade de solos e sua distribuição na paisagem, (6) Avaliação da aptidão dos solos para a destinação final de resíduos e (7) Diagnóstico e planejamento de uso dos solos em agroecossistemas.

O presente texto atualiza o conhecimento a respeito dos principais tipos de solos identificados no Estado. Nele são abordados aspectos da distribuição geográfica dos solos em mapas. São tratados os fundamentos da identificação dos solos no campo, através do perfil do solo e seus horizontes, fazendo uso das características morfológicas. As principais classes de solos identificadas no Estado, principalmente com base no Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Estado do Rio Grande do Sul (BRASIL, 1973), são ilustradas e descritas quanto às suas características, classificação, ocorrência e aptidão agrícola. A identificação dos solos é atualizada com base no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos – SiBCS (EMBRAPA, 2013), cujo conhecimento e uso é essencial como integrador de informações e facilitador na comunicação, compartilhando informações entre os usuários dos solos.



# CAPÍTULO 1

## SOLOS E MAPAS

### O que é solo?

Não há uma resposta única para esta questão, pois o entendimento daquilo que é “solo” varia conforme a atividade ou a formação profissional das pessoas. Por exemplo, um agricultor pode definir como solo (ou terra)<sup>(1)</sup> a camada superficial do terreno, com alguns centímetros de espessura, que é importante para o crescimento das plantas. Entretanto, no ecossistema terrestre as funções do solo são bem mais amplas, destacando-se o solo como (1) meio para o desenvolvimento de plantas, atuando como suporte, fonte de nutrientes e de água; (2) sistema natural de reciclagem de nutrientes e resíduos orgânicos, formando húmus e outros compostos; (3) hábitat para organismos vivos; (4) regulador e filtro da água no sistema hidrológico; (5) meio para descarte de rejeitos e resíduos, atuando como filtro e inativador de produtos tóxicos; e (6) meio e material para obras de engenharia. Cada uma dessas funções permite a elaboração de definições de solo com significado apropriado à maneira particular de “enxergar” ou usar o solo. Aqui, o nosso enfoque de desenvolvimento agrícola e preservação ambiental requer uma definição de solo que contemple aspectos desde sua origem, composição, importância ambiental, até o seu uso e manejo.

Sabe-se que o solo é um recurso natural lentamente renovável, encontrado em diferentes posições na paisagem. Sua origem resulta da alteração de rochas e sedimentos pela ação das variações climáticas (intensidade das chuvas, variação de temperatura) e dos organismos vivos (fauna e flora), nas mais diversas situações da paisagem, ao longo do tempo.

No Rio Grande do Sul, a combinação da diversidade geológica, climática e de relevo originou uma grande variedade de tipos de solos que contribuíram para os diferentes padrões de ocupação das terras, do seu uso agrícola e do desenvolvimento regional. Considerando esses vários aspectos, os solos podem ser definidos como corpos naturais que cobrem a superfície terrestre, são constituídos por materiais minerais e orgânicos, contêm organismos vivos e têm potencial para o desenvolvimento de vegetação onde ocorrem, tendo sido em parte modificados pela atividade humana.

---

<sup>(1)</sup>Nota: O termo terra é muitas vezes usado como sinônimo de solo, mas tem um significado mais amplo: a terra inclui todos os elementos do ambiente (solos, geologia, relevo, clima, recursos hídricos, flora e fauna) e os efeitos da ação humana.

## **Mapas de solos**

Levantamentos de solos compreendem o prognóstico da distribuição geográfica dos solos como entes naturais, determinados por um conjunto de relações e propriedades observáveis na natureza. Os levantamentos de solos ou levantamentos pedológicos consistem no inventário dos solos existentes em determinada área, sua caracterização e sua distribuição geográfica. Além de identificar os solos de acordo com classes definidas por um sistema taxonômico nacional (SANTOS et al., 2013), reconhecendo-os como unidades naturais, os levantamentos também localizam e delimitam as classes em mapas. Os mapas de solos podem ser analisados e interpretados com inúmeros propósitos, tais como avaliações de aptidão agrícola, capacidade de uso das terras, classificação das terras para irrigação, zoneamento edafoclimático para culturas, áreas para descarte de resíduos sólidos, plano diretor de municípios, etc. Dessa forma, mapas de solos constituem subsídio importante na produção de alimentos, fibras, energia, controle da erosão, de assoreamentos e da poluição de corpos d'água, mitigação do efeito estufa, saneamento básico, saúde pública, educação ambiental, modelagem da biodiversidade e também como suporte para a inovação tecnológica (agricultura de precisão).

Na cartografia, os mapas têm características específicas que os classificam, e representam elementos selecionados de um determinado espaço geográfico, de forma reduzida, utilizando simbologia e projeção cartográfica. Um elemento fundamental para o bom entendimento e o uso eficaz de um mapa é a noção da sua escala (FITZ, 2000). A escala consiste na relação ou na proporção que há entre as distâncias lineares no mapa e as distâncias reais no terreno. As escalas são representadas nos mapas nas formas numéricas ou gráficas. Na forma numérica, a escala é representada por uma fração onde o numerador é sempre a unidade que designa a distância no mapa e o denominador que representa a distância correspondente no terreno. Por exemplo, 1:100.000 ou  $1/100.000$ , cuja leitura é: a escala é de um para cem mil, ou seja, cada unidade medida no mapa corresponde a cem mil unidades no terreno. Isto significa que cada centímetro representado no mapa corresponderá a cem mil centímetros ou mil metros no terreno. Na escala gráfica a escala é representada por uma linha ou barra graduada, onde as divisões correspondem ao seu valor no terreno, o qual é indicado na parte inferior da escala.

A noção de limitação da informação imposta pela escala de um mapa pode ser visualizada quando se calcula a extensão do terreno contida na área de 1 cm<sup>2</sup> no mapa (Tabela 1.1). Assim, num mapa em escala 1:1.000.000 cada cm<sup>2</sup> representa 100 km<sup>2</sup> ou 10.000 hectares no terreno; por outro lado, num mapa em escala 1:10.000 cada cm<sup>2</sup> corresponde a um hectare no terreno, fornecendo assim maior detalhe (ou precisão) de informação. Isto mostra que o grau de generalização (ou imprecisão) do mapa cresce com o índice numerador da escala.

Tabela 1.1 Relação entre a escala do mapa de solos, a área do terreno representada em 1 cm<sup>2</sup> do mapa e a área do terreno contida na área mínima mapeável (AMM) de 0,4 cm<sup>2</sup>.

Escala do mapa	Área (ha)/cm <sup>2</sup> do mapa	Área (ha) da AMM
1:1.000.000	10.000	4.000
1:750.000	5.625	2.250
1:500.000	2.500	1.000
1:100.000	100	40
1:50.000	25	10
1:20.000	4	1,6
1:10.000	1	0,4

Mapas de solos (assim como mapas rodoviários, urbanos, geográficos e outros) são, portanto, representações simplificadas da realidade. Isto é, os mapas mostram o grau de detalhe que é possível de ser representado na escala selecionada para a publicação. Ainda, mapas de solos devem ser legíveis para os diversos usuários, isto é, a informação deve ser clara e, para isso, certos detalhes devem ser excluídos. Em outras palavras, mapas não podem mostrar exatamente tudo o que existe na realidade, pois o grau de detalhe das informações depende da escala e do objetivo para o qual o mapa foi produzido. Assim, para permitir uma fácil visualização do conteúdo do mapa foi convencionado que a área mínima ocupada por um determinado tipo de solo deve corresponder a uma área de 0,4 cm<sup>2</sup> no mapa, a qual representa a área mínima mapeável (AMM) deste solo. A dimensão da AMM no terreno também é condicionada pela escala do mapa, conforme mostra a Tabela 1.1. Assim, em uma escala 1:1.000.000 (1 cm = 10 km) a AMM é de 4.000 ha, enquanto que em uma escala de 1:10.000 (1 cm = 100 m) a AMM é de 0,4 ha. Obviamente, um mapa de solos na escala 1:10.000 permite o delineamento dos diferentes tipos de solos com maior detalhe e precisão do que um

mapa em escala 1:1.000.000.

Por exemplo, em um mapa de escala 1:750.000 a AMM é equivalente a 2.250 hectares (1 cm no mapa = 7,5 km no terreno;  $1 \text{ cm}^2 = 56,25 \text{ km}^2$ ;  $0,4 \text{ cm}^2 = 22,5 \text{ km}^2 = 2.250 \text{ ha}$ ). Isto significa que, para manter a legibilidade do mapa, nesta escala não estão representados aqueles tipos de solos diferentes que estão distribuídos em áreas menores do que a AMM não estão representados no mapa. Mas, eles constam como inclusões (ou seja, estão incluídos) naqueles tipos de solos vizinhos que ocupam uma maior extensão. Por exemplo, no mapa 1:750.000, publicado no Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Estado do Rio Grande do Sul (BRASIL, 1973), as áreas ocupadas por Latossolos podem conter inclusões de Nitossolos, Gleissolos, Neossolos Regolíticos, Cambissolos e/ou outras classes que ocupam áreas contínuas menores do que 2.250 ha, razão pela qual não foram mapeados em separado na escala em questão. Apesar de não constarem no mapa, as inclusões de solos são identificadas e caracterizadas no texto descritivo do relatório/boletim/livro. Outro artifício usado para mapear tipos de solos cuja distribuição no terreno seria muito intrincada e/ou difícil de ser individualizada na escala do mapeamento proposto (e pouco legível) no mapa é apresentá-los na forma de uma associação de duas ou mais unidades de solos. Por exemplo: associação Neossolo Regolítico Distroúmbrico + Cambissolo Húmico Alumínico + Argissolo Bruno-Acinzentado Alítico (unidades Caxias + Farroupilha + Carlos Barbosa), que ocorre na Encosta Superior do Nordeste do RS. O mapa de solos na escala 1:750.000 mostra apenas que essas três classes de solos ocorrem associadas, sem indicar onde ocorre cada uma delas. Assim, caberá ao usuário interessado verificar a distribuição local de cada uma dessas classes de solos, o que pressupõe que ele seja capaz de identificar esses solos no campo. Já num mapa em escala 1:10.000 (1 cm = 100 metros) a AMM é de 0,4 hectares, o que permite a representação mais precisa da distribuição dos diferentes tipos de solos eventualmente presentes.

Informações a respeito dos vários tipos de solos, sua distribuição geográfica, limitações e aptidão de uso podem ser encontradas em inventários de solos, que consistem de relatórios/boletins/livros compostos por um texto descritivo e um mapa da distribuição dos solos. Um inventário geral com a cobertura completa do estado do RS é o

Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Estado do Rio Grande do Sul (BRASIL, 1973), que além do boletim<sup>2</sup>, apresenta também um mapa de solos na escala de 1:750.000. Outro inventário geral é o levantamento exploratório dos solos do RS (IBGE, 1986), também com boletim e mapas disponível no meio digital<sup>3</sup>.

Há também diversos inventários de solos a nível local (estações experimentais) e regional (municípios, micro e macrorregiões) em escalas diversas (de 1:10.000 a 1:100.000), (Ver anexo D) portanto, com maior nível de detalhe que Brasil (1973) e IBGE (1986).

O fato das informações de um mapa de solos serem limitadas pela sua escala é exemplificado na comparação do mapa de solos na escala 1:750.000 (Figura 1.1a) com o mapa de solos em escala 1:20.000 referente ao município de São João do Polêsine (Figura 1.1b). De acordo com o mapa de solos 1:750.000 esse município teria a ocorrência de apenas três unidades de solos, enquanto que o mapa de solos do município na escala 1:20.000 identifica 12 unidades de solos (KLAMT et al., 1997). Esta comparação evidencia que informações mais detalhadas só podem ser geradas por levantamentos de solos mais detalhados. Ou seja, uma ampliação do mapa 1:750.000 não irá gerar informação mais detalhada, pois isso requer um novo inventário para produzir um mapa em escala mais apropriada. Portanto, a simples ampliação de mapas de solos publicados não alterará a sua escala, nem irá contribuir para melhorar a informação que consta no mapa original. Mais detalhes podem verificados em Dalmolin et al. (2004).

---

<sup>2</sup> Disponível em: <[http://library.wur.nl/isric/fulltext/isricu\\_i00003061\\_001.pdf](http://library.wur.nl/isric/fulltext/isricu_i00003061_001.pdf)>. Acesso em: 30 jan. 2017.

<sup>3</sup> Disponível em: <[ftp://geoftp.ibge.gov.br/mapas/tematicos/tematico\\_estadual/RS\\_solos.pdf](ftp://geoftp.ibge.gov.br/mapas/tematicos/tematico_estadual/RS_solos.pdf)>. Acesso em: 30 jan. 2017.

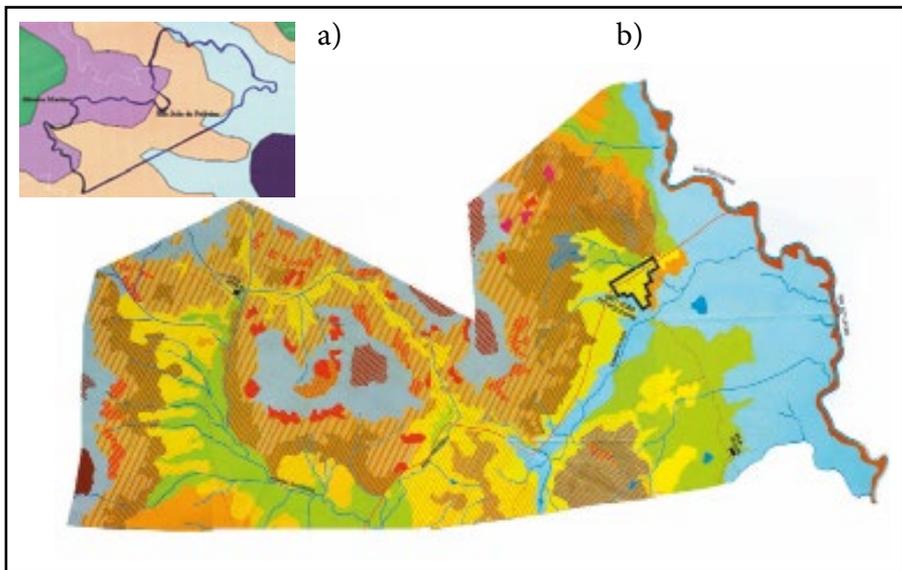


Figura 1.1 Comparação das unidades de solos identificadas no município de São João do Polêsine nos mapas na escala 1:750.000 (a) e na escala 1:20.000 (b).

Mapas em escala pequena (por exemplo: 1:250.000; 1:500.000; 1:750.000 ou 1:1.000.000) não são adequados para o planejamento de uso dos solos de municípios, de bacias hidrográficas ou de propriedades rurais. Para esta finalidade são necessários mapas regionais e municipais na escala 1:50.000 ou maiores, isto é, com informações detalhadas da distribuição dos diferentes tipos de solos. Como por exemplo, o inventário realizado no município de Santa Maria (FLORES et al., 2015) onde foi executado o levantamento de solos do município na escala 1:50.000 visando seu ordenamento territorial, no Vale dos Vinhedos (FLORES et al., 2012) e na região da Serra Gaúcha para o IBRAVIN (FLORES et al., 2005). Lamentavelmente, este não é o caso na maior parte do RS, onde os inventários mais detalhados de solos são ainda raros. Assim, na ausência de inventários de solos (relatório/boletim/livro e mapas) mais detalhados, é necessário efetuar uma verificação (checagem) das unidades de solos presentes e da sua distribuição na paisagem no terreno, usando o mapa de solos eventualmente disponível como informação preliminar. A carência de mapas de solos apropriados pode ser compensada, em parte, com a capacitação dos usuários (atuantes no planejamento de uso das terras ou outra

atividade) no reconhecimento dos eventuais tipos de solos existentes. Contribuir para essa capacitação é um dos objetivos do presente texto.

Novas tecnologias (geotecnologias), juntamente com o emprego de modelos matemáticos e estatísticos, têm sido utilizadas para gerar informações espacialmente localizadas de atributos e classes de solos. Este novo paradigma é chamado de mapeamento Digital de Solos (MDS) (DALMOLIN e TEN CATEN 2015). Os estudos em MDS no Brasil são recentes; o primeiro trabalho abordando esta temática foi publicado em 2006 (GIASSON et al. 2006). No Brasil, vários grupos têm se dedicado a esta temática e nos próximos anos teremos avanços significativos na área de MDS.



## CAPÍTULO 2

### O PERFIL DO SOLO E SUAS CARACTERÍSTICAS

A identificação dos tipos de solo no campo é feita pela observação do perfil do solo em um talude de estrada ou na parede de uma trincheira. O entendimento do perfil é a primeira etapa na identificação e interpretação das características do solo para fins de recomendação de uso e manejo. O perfil do solo mostra uma sequência vertical de camadas mais ou menos paralelas à superfície, resultantes da ação dos processos de formação do solo (processos pedogenéticos). Estas camadas são chamadas de horizontes pedogenéticos que são diferenciados entre si pela espessura, cor, textura, estrutura ou outras características. A Figura 2.1 é um exemplo de perfil do solo com seus horizontes, que podem ser distinguidos pela variação da cor.

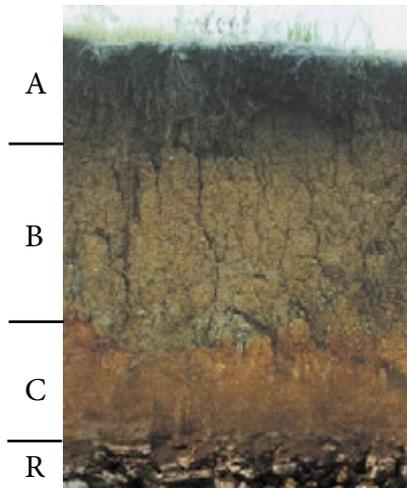


Figura 2.1 Perfil de solo com sequência de horizontes pedogenéticos.

#### **Principais horizontes pedogenéticos e características específicas**

Os horizontes principais, não necessariamente presentes em todos os perfis, são os seguintes:

**A** – é um horizonte mineral, situado na superfície (ou abaixo de horizonte **O** ou **H**), que apresenta concentração de matéria orgânica decomposta, incorporada por atividade biológica, intimamente misturada

com a fração mineral. Normalmente tem uma coloração mais escura do que os horizontes subjacentes, mas quando cultivado, geralmente apresenta uma descoloração na porção revolvida pelos implementos devido à perda de matéria orgânica.

**E** – é um horizonte mineral com cores mais claras devido à perda de argila, óxidos de ferro ou matéria orgânica, que foram transferidos para o horizonte **B** por eluviação ou destruídos (Figura 4.3); por consequência, apresenta uma maior concentração residual de areia, constituída principalmente de quartzo. Quando está presente no perfil do solo, geralmente, ocorre abaixo do horizonte **A** ou **O**.

**B** – é um horizonte mineral formado abaixo de horizontes **E**, **A** ou **H**; é identificado pela coloração mais “viva” (vermelha, amarela ou cinza), em comparação com os horizontes **A** e **C**, bem como pela presença de agregados estruturais bem desenvolvidos; pode ou não apresentar uma maior acumulação de argila do que os horizontes superiores.

**C** – é um horizonte mineral situado abaixo do horizonte **B** ou abaixo do **A** quando o **B** está ausente, sendo constituído por rocha alterada, pouco afetada por processos pedogenéticos. Em geral representa o material de origem do solo.

**R** – é uma camada mineral de material consolidado, não cortável com uma pá quando úmido; constitui o substrato rochoso, podendo ser contínuo ou fendilhado.

Além dos horizontes minerais já citados, podem ainda ocorrer os seguintes horizontes orgânicos:

**O** - é um horizonte ou camada orgânica superficial constituído de restos orgânicos pouco ou não decompostos, formado em ambiente bem drenado ou ocasionalmente saturado com água.

**H** – é um horizonte ou camada orgânica, superficial ou não, constituído de resíduos orgânicos pouco ou não decompostos, acumulados sob prolongada estagnação de água, em áreas alagadiças. Pode estar soterrado por material mineral.

Entre dois horizontes principais podem ocorrer horizontes de transição (por exemplo: **AB**, **AC**, **BA**, **EB**, **BE**, **BC**), onde as características dos horizontes principais se fundem em proporções variadas.

A simbologia atualmente usada para os horizontes do perfil de solo foi estabelecida em 1988 e sua equivalência com a simbologia anterior é mostrada na Tabela 2.1. Portanto, nos relatórios de levantamentos de solos mais antigos, a simbologia dos horizontes pode exigir alguma atualização.

Tabela 2.1 Simbologia atual dos horizontes do solo e sua equivalência com a simbologia antiga.

Simbologia atual (EMBRAPA, 1988)	Simbologia antiga
Horizontes principais	
O,H	O
A	A1
E	A2
B	B2
Horizontes de transição	
AE	-
AB, EB	A3
AC, CA	AC
BA, BE	B1
BC	B3
CB	C1

Características específicas dos horizontes são identificadas por letras minúsculas, cujo significado e uso são apresentados na Tabela 2.2. Os horizontes podem ser subdivididos utilizando-se sufixos numéricos colocados após todas as letras símbolo. Exemplos: Bt1-Bt2-Btx1-Btx2; Cg1-Cg2.

Nas figuras dos perfis de solos (Figuras 4.1 a 4.89) apresentadas no texto somente estão identificados os horizontes principais, visando facilitar seu entendimento.

Tabela 2.2 Sufixos e significado de algumas características específicas em horizontes e camadas do solo, de ocorrência mais comum nos solos do Rio Grande do Sul.

Sufixo	Significado	Usados nos horizontes	Indicativo de atributo ou horizonte diagnóstico
b	horizonte enterrado	O, A, E, B, F	Soterramento
c	concreções ou nódulos (Fe, Mn) endurecidos	A, E, B, C	Petroplintita
f	plintita	A, B, C	Horizonte plíntico
g	gleização (cores cinzas ou neutras)	A, E, B, C	Horizonte glei
i	incipiente desenvolvimento do horizonte B	B	Horizonte B incipiente
j	tiomorfismo	H, A, B, C	Material sulfídrico
k'	acumulação de carbonato de Ca secundário	A, B, C	Horizonte cálcico
m	extremamente cimentado em mais de 90%	B, C	Duripan
n	saturação com Na <sup>+</sup> trocável ≥ 6%	H, A, B, C	Caráter sódico
p	alteração por aração ou outra pedoturbação	H, O, A	Uso
r	rocha alterada branda ou saprólito	C	Material de origem inconsolidado
t	acumulação de argila	B	Horizonte B textural
v	características vérticas	B, C	Horizonte vértico
w	intensa alteração+iluviação inexpressiva	B	Horizonte B latossólico
x	cimentação aparente, reversível	B, C, E	Fragipã

Adaptado de Embrapa (1988) e Santos et al. (2005).

## Características morfológicas e sua importância

As características morfológicas representam a aparência do solo no campo, sendo visíveis a olho nu ou perceptíveis por manipulação. A sua feição no perfil de solo é utilizada na identificação de solos, na avaliação da capacidade de uso da terra, no diagnóstico da causa de variação no crescimento de plantas e no diagnóstico de degradação em propriedades do solo. Um exemplo de descrição morfológica do perfil de solo consta do Anexo A.

A descrição morfológica de um perfil de solo inicia com a identificação e separação dos horizontes do solo. Em seguida, as diversas características morfológicas são observadas e descritas em cada horizonte: espessura, cor (conforme a escala Munsell), textura, estrutura, consistência, cerosidade, porosidade, distribuição de raízes, e a transição entre os diferentes horizontes. As características morfológicas devem ser observadas numa face recém exposta do perfil, pois a exposição prolongada produz alterações, principalmente na cor e na estrutura. Esse efeito da exposição do perfil de solo está exemplificado nas figuras 2.2 e 4.56. Além do perfil descreve-se também o ambiente de ocorrência do solo, quanto aos seguintes aspectos: relevo, drenagem, vegetação, geologia, pedregosidade, rochiosidade, erosão, uso atual e clima. Toda essa caracterização segue um procedimento padronizado descrito no *Manual de Descrição e Coleta de Solo no Campo* (SANTOS et al., 2005), o qual deve ser consultado para maiores detalhes.

A seguir é apresentado um resumo interpretativo das principais características morfológicas observadas no perfil do solo. As demais características encontram-se definidas no glossário.



Figura 2.2 Comparação entre exposição recente e não recente do perfil de solo.

### *Profundidade efetiva e profundidade do solo*

Nos estudos de solos são considerados dois tipos de profundidades do solo, embora possam parecer sinônimos, apresentam características bem específicas São elas: a profundidade efetiva e a profundidade do solo (PEREIRA; GOMES 2017).

A profundidade efetiva refere-se à profundidade máxima que as raízes penetram livremente no solo, em razoável número e sem impedimentos físicos ou químicos, proporcionando às plantas suporte físico, condições para absorção de água e nutrientes e ao desenvolvimento do sistema radicular (LEPSCH,et.al.,2015). Como exemplos de impedimentos de ordem física podem ser citados horizonte plúntico, contato lítico, pedregosidade, dentre outros. Como exemplos de ordem química, temos toxicidade de alumínio, salinidade, dentre outras.

A profundidade efetiva é um indicador utilizado para determinação da aptidão agrícola dos solos. E nem sempre as classes da profundidade efetiva correspondem às mesmas da profundidade do solo levadas em consideração nos levantamentos pedológicos. A Sociedade Brasileira de Ciência do Solo (2004), estabeleceu classes de profundidade efetiva para o Rio Grande do Sul e Santa Catarina, conforme a seguir:

Tabela 2.3 Exemplos de classes de profundidade efetiva estabelecidas para solos do Rio Grande do Sul e Santa Catarina.

Classe	Rio Grande do Sul	Santa Catarina
	Medida (cm)	
Raso	< 40	< 50
Pouco profundo	40 a 80	50 a 100
Profundo	> 80	100 a 200
Muito profundo	----	> 200

A profundidade do solo é um pouco mais abrangente; relaciona-se mais intimamente com os processos pedogenéticos, sendo comumente usados em levantamentos e mapeamento de solos. Segundo a Embrapa (2013) a profundidade do solo é distribuída em quatro classes, conforme descrito a seguir:

- Raso : menos de 50 cm.
- Pouco profundo: tem 50 a 100 cm.
- Profundo: 100 a 200cm.
- Muito profundo: mais de 200 cm.

A profundidade do solo e a profundidade efetiva são atributos de grande importância, tanto no contexto agrônomo quanto ambiental. A profundidade efetiva tem influência direta na capacidade de armazenamento de água, estoque de nutrientes, desenvolvimento do sistema radicular das plantas, além de riscos de erosão. Além disso, tem grande utilidade na indicação da aptidão agrícola e descarte de dejetos, bem como nas recomendações de sistemas de manejo e práticas conservacionistas. Como exemplo, podemos citar alguns Argissolos e Planossolos que possuem espessura do horizonte A+E menor que 50 cm. A pequena espessura dos horizontes afeta a drenagem do solo e o desenvolvimento das raízes (Figuras 2.8; 2.9). Nestes casos, o sistema de manejo e as práticas conservacionistas a serem adotadas devem ser diferentes em relação àqueles solos de maior espessura. Um outro exemplo, são os Neossolos Regolíticos das figuras 2.3a e 2.3b, os quais possuem a mesma profundidade pedogenética, mas não têm a mesma profundidade efetiva. Além disso, a pedregosidade no horizonte "Cr" do Neossolo Regolítico da figura 2.3a, é maior do que da figura 2.3b, o que lhe confere menor capacidade de armazenamento de água e de desenvolvimento do sistema radicular. Neste caso não são recomendados para uso com culturas anuais, pois são áreas de risco de perdas da produção na ocorrência de curtas estiagens, como ilustrado nas figuras 2.3 c e d.

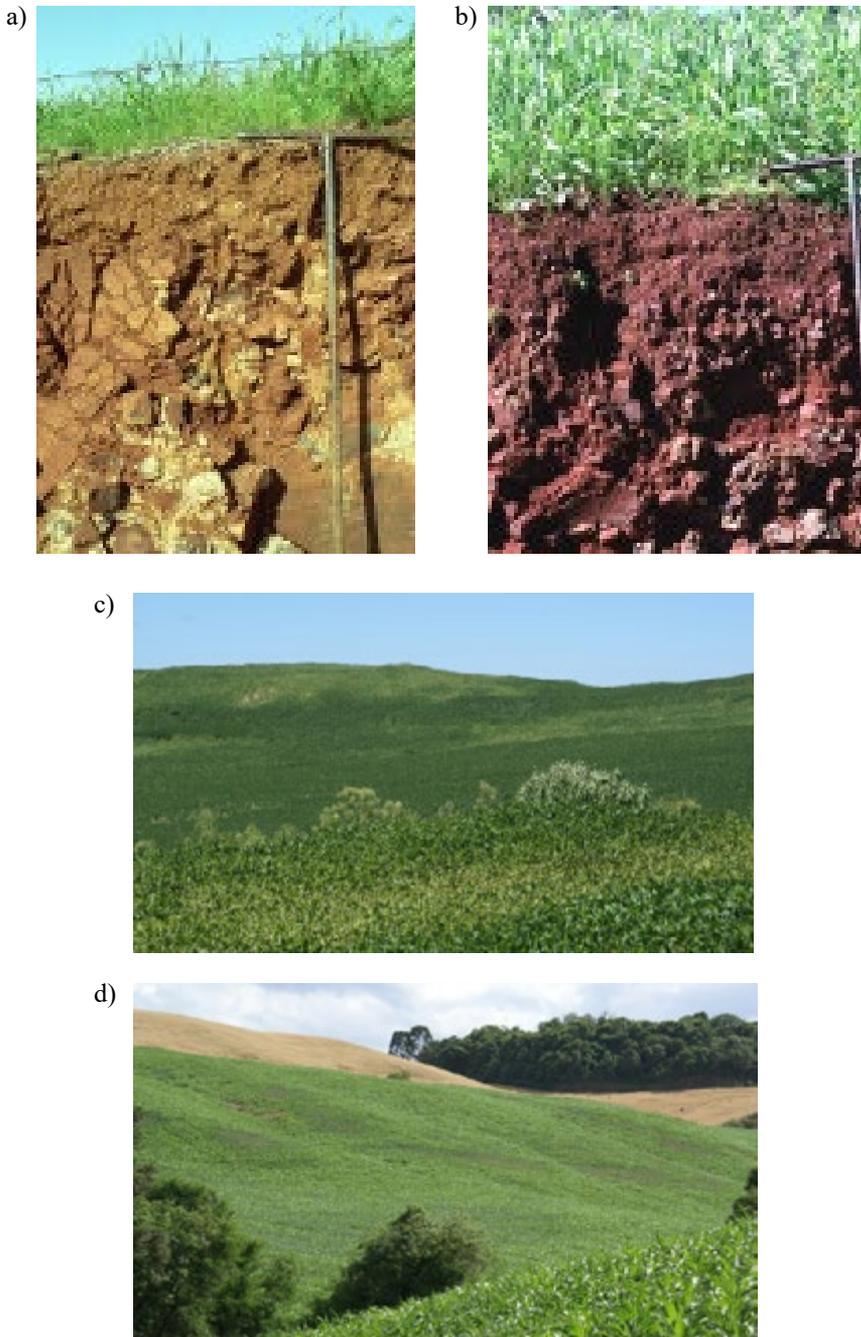


Figura 2.3 Perfis de Neossolos Regolíticos com mesma profundidade pedogenética e diferentes profundidades efetivas (a e b) e os efeitos na ocorrência de curtas estiagens (c) e (d).

## Cor

A cor do solo é uma característica facilmente perceptível e muito usada para identificar e diferenciar solos a campo, permitindo também a avaliação de propriedades relacionadas com a composição, aeração e drenagem do solo. As cores *escuras* observadas nos horizontes O, H e A e em alguns horizontes B indicam acumulação ou presença de matéria orgânica. A cor preta encontrada nos horizontes B e C, sob forma de revestimentos em agregados ou nódulos, indica a presença de óxidos de manganês (Figura 2.4).

As cores *vermelhas* e *amarelas* devem-se aos óxidos de ferro e, quando são homogêneas no perfil, indicam condições de boa drenagem e aeração do solo, como por exemplo, nos Latossolos Vermelhos (Figura 4.43 a 4.49).

A cor amarela (brunada) também pode significar um ambiente mais úmido, como por exemplo, nos Latossolos Brunos (Figura 4.42). Cores *acinzentadas* podem estar relacionadas com ambientes de solo saturado com água durante períodos prolongados, como por exemplo nos Gleissolos (Figura 4.36 a 4.40) e Planossolos (Figura 4.83); essas cores resultam da dissolução e remoção de óxidos de ferro e espelham a cor dos minerais silicatos (principalmente argilominerais e quartzo). Horizontes com cores variadas na forma de *mosqueados* (ou variegados) amarelos e vermelhos em matriz (massa principal do solo) de cor cinzenta (ou uma matriz amarela com mosqueados vermelhos), são indicativos de zona de oscilação do lençol freático no solo, como por exemplo nos Plintossolos (Figura 4.86) e Planossolos (Figura 4.84). Cores *claras* ou *esbranquiçadas* significam a ausência de materiais pigmentantes (matéria orgânica e óxidos de ferro) e refletem o domínio de minerais como o quartzo, como por exemplo nos horizontes E (Figura 4.3) e nos Neossolos Quartzarênicos (Figura 4.67).

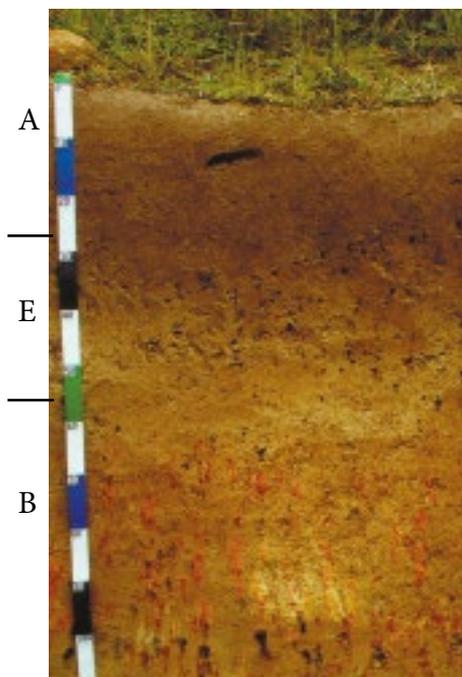


Figura 2.4 Concreções de óxido de manganês (cor preta) e de ferro (cor vermelha) nos horizontes E e B do solo.

Variações de cor podem ser observadas entre os horizontes de um perfil de solo ou ao longo da paisagem. Assim, num perfil bem drenado, geralmente tem-se cores mais escuras no horizonte A, enquanto que o horizonte B apresenta cores mais vivas (avermelhadas, amareladas ou brunadas), e o C é mais descorado ou variegado (cores variadas). Em perfis de solo com encharcamento prolongado, o horizonte A é escuro, enquanto que os horizontes subjacentes (B ou C) são acinzentados, com ou sem mosqueados. A diferença de cor entre os horizontes é melhor observada quando as amostras são colocadas uma ao lado da outra, como ilustrado na figura 2.5. Por outro lado, em uma paisagem, conforme ilustrado na figura 2.6, geralmente os solos nas porções mais elevadas, nas superfícies convexas e bem drenadas, apresentam cores avermelhadas, enquanto que nas posições côncavas onde há drenagem imperfeita há cores amareladas, e nas partes baixas mal drenadas mostram cores acinzentadas. Esta interação da cor com a umidade do solo é usada na identificação das classes de drenagem (SANTOS et al., 2005). Portanto, as cores dos diversos horizontes do perfil de solo permitem uma série de interpretações úteis a respeito do ambiente de cada solo.



Figura 2.5 Diferenciação de cores entre as amostras de solo dos horizontes pedogenéticos.

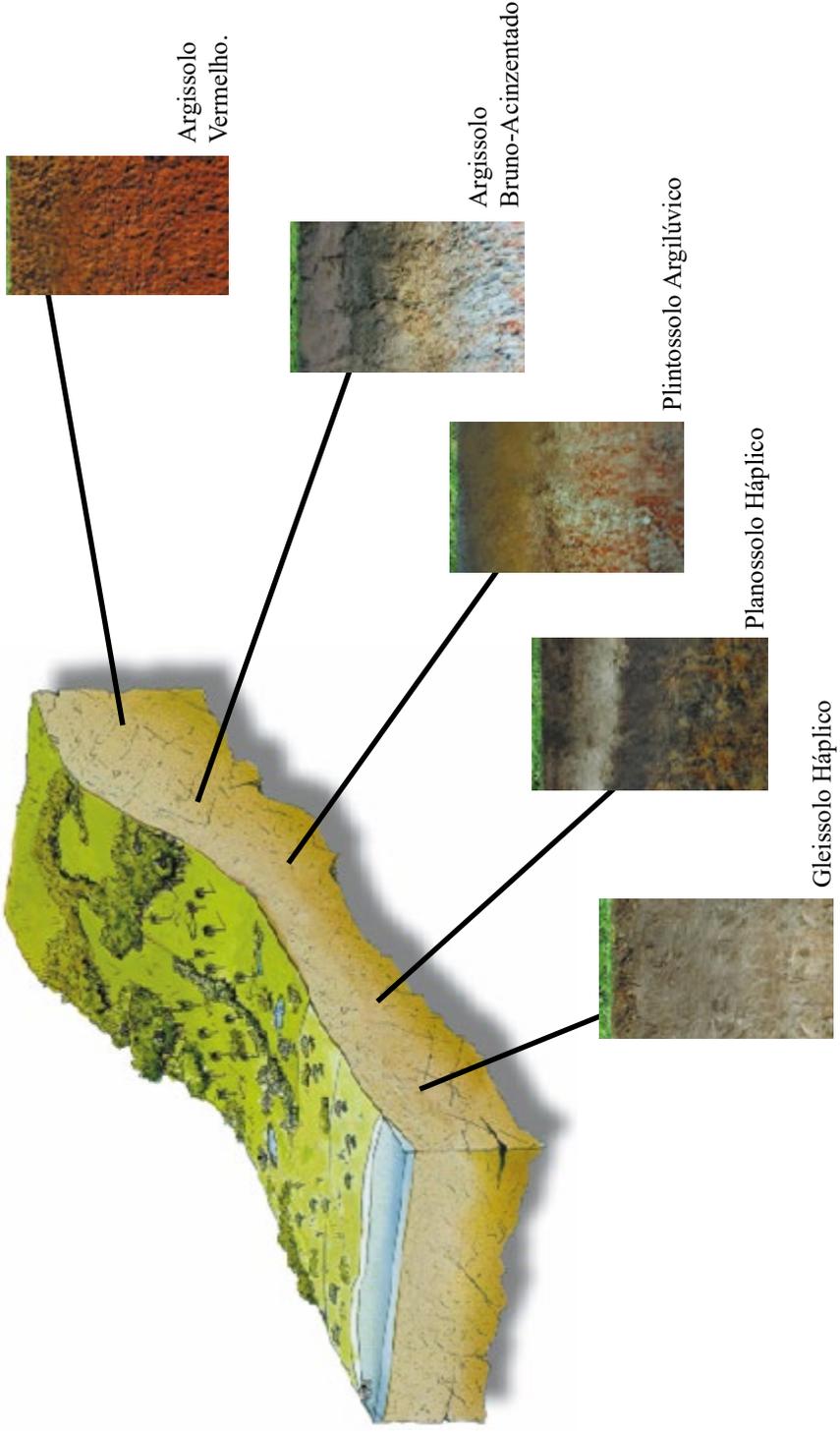


Figura 2.6 Exemplo de uma toposequência de solos na região da Depressão Central (adaptado de Menegat, 1998).

## Textura

A *textura* do solo refere-se à proporção relativa das partículas de areia, silte e argila (Tabela 2.4) que compõem a terra fina do solo (fração menor que 2 mm). Estas proporções são agrupadas em 13 classes texturais (Figura 2.7a). Por exemplo, uma amostra de solo com 42% de argila, 6% de silte e 52% de areia apresenta a classe textural argila-arenosa. Para fins de classificação do solo as classes de textura são reunidas nos seguintes grupamentos texturais (Figura 2.7b):

- Textura arenosa: compreende as classes texturais areia e areia franca.
- Textura média: classes texturais com menos de 35% de argila e com mais de 15% de areia, excluídas as classes areia e areia franca.
- Textura argilosa: classes texturais com 35 a 60% de argila.
- Textura muito argilosa: classe textural com mais de 60% de argila.
- Textura siltosa: classes texturais com menos de 35% de argila e menos de 15% de areia.

Tabela 2.4 Dimensão das partículas, frações granulométricas e sensação ao tato em amostra úmida e homogeneizada.

<b>Diâmetro das partículas (mm)</b>	<b>Fração granulométrica</b>	<b>Sensação ao tato quando esfregada entre o polegar e o indicador</b>
2 – 0,2	Areia grossa	Aspereza; quando molhada não é plástica e nem pegajosa
0,2 – 0,05	Areia fina	
0,05 – 0,002	Silte	Sedosidade; quando molhada é ligeiramente plástica e não é pegajosa
< 0,002	Argila	Sedosidade; quando molhada é plástica e pegajosa

No campo, a textura é estimada através do tato, esfregando-se uma amostra de solo úmida, amassada e bem homogeneizada, entre o polegar e o indicador. O método baseia-se nas diferentes sensações que as frações areia, silte e argila oferecem ao tato, conforme definido na Tabela 2.4. Uma estimativa precisa da textura no campo requer experiência. Além disso, erros de estimativa podem ser induzidos por amostras insuficientemente homogeneizadas ou com umidade inadequada. Nos Latossolos argilosos e ricos em óxidos de ferro, a manifestação da plasticidade e pegajosidade da argila não é tão intensa, pois é difícil desfazer os microagregados estruturais, levando facil-

mente a uma subestimativa do teor de argila. Por outro lado, nos solos com predomínio de argilominerais expansivos (esmectita), tais como os Vertissolos e outros solos com características vérticas, a sensação de plasticidade e pegajosidade é intensificada, podendo resultar numa superestimativa do teor de argila. Além disso, em solos com elevados teores de matéria orgânica (horizontes A húmicos e Organossolos), pode não ser possível determinar a textura no campo.

Os solos também podem conter materiais minerais com dimensão maior que 2 mm, como cascalhos (diâmetro > 2 a 20 mm), calhaus (20 mm a 20 cm) e matacões (> 20 cm), além de nódulos e concreções. Havendo uma elevada proporção dessas frações grosseiras é recomendável peneirar a massa do solo para avaliar a textura na fração < 2 mm.

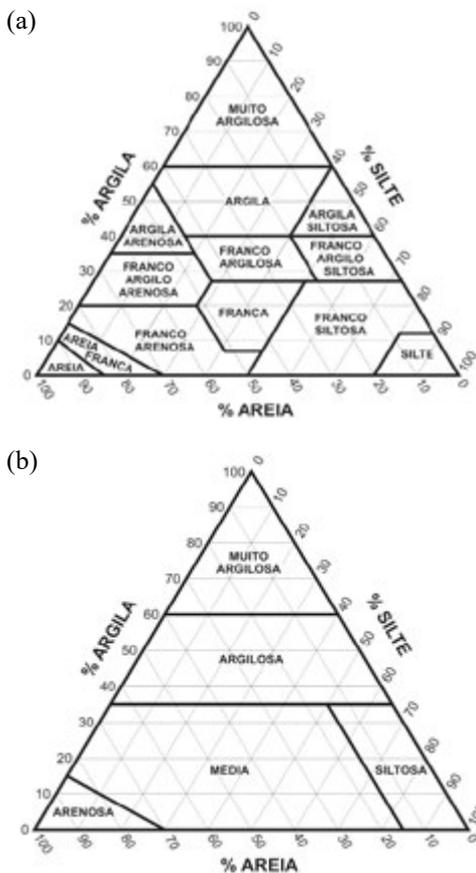


Figura 2.7 (a) Guia para identificação das classes de textura; (b) guia para identificação das classes genéricas de textura.

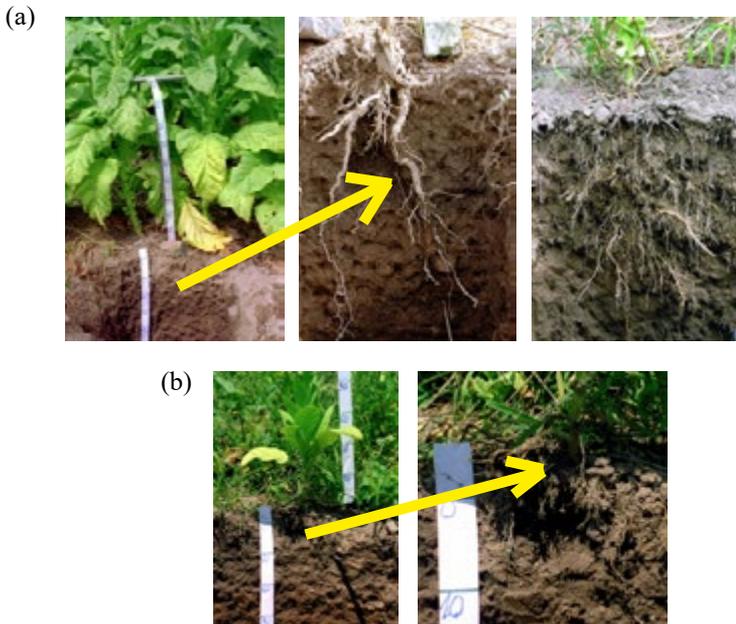


Figura 2.8 Efeito da mudança textural no desenvolvimento das raízes na cultura do fumo:(a) mudança textural gradual e (b) mudança textural abrupta em horizonte A pouco espesso.

A determinação da textura em todos os horizontes do solo objetiva verificar sua variação ao longo do perfil. Um perfil de solo pode apresentar uma textura uniforme, tal como nos Neossolos Quartzarênicos (Figura 4.67), Latossolos (Figuras 4.42 a 4.49) e Nitossolos (Figuras 4.76 e 4.78); ou então apresentar horizontes superficiais (A ou E) mais arenosos sobre horizontes mais argilosos (B), caracterizando um gradiente textural, tal como é observado nos Argissolos (Figuras 4.2 e 4.3), Planossolos e em alguns Plintossolos e Luvisolos. Quando este gradiente textural é muito acentuado ele caracteriza uma mudança textural abrupta, conforme pode ser observado no limite abrupto entre os horizontes E e Bt (Figuras 4.3 e 4.10). Nos solos com textura uniforme a taxa de infiltração da água é geralmente maior nos solos arenosos em comparação aos solos argilosos. Nas situações onde a mudança textural abrupta ocorre em pequena profundidade (isto é, onde o horizonte A é pouco espesso), o desenvolvimento das raízes pode ser prejudicado afetando o desenvolvimento da cultura, conforme exemplifica a figura 2.8. A pequena espessura do horizonte A associada com a mudança textural abrupta favorece uma rápida saturação com a água da chuva na camada superficial. Em decorrência, pode haver o escoamento superficial da

água, causando erosão hídrica e deficiência temporária de oxigênio no solo, prejudicando o desenvolvimento das raízes e até conduzindo à morte das plantas (Figura 2.9).



Figura 2.9 Efeito da mudança textural abrupta e do horizonte A de pouca espessura na drenagem do solo e na conseqüente morte da cultura do fumo.

A textura tem grande importância no comportamento e utilização agrícola dos solos. Ela influencia em muitas propriedades químicas e físicas do solo, como a capacidade de troca catiônica (CTC), a infiltração, o armazenamento, drenagem, a retenção de água, a erodibilidade do solo, a compactação do solo, entre outras.

A CTC dos solos deve-se aos minerais da fração argila e à matéria orgânica. Conseqüentemente, nos solos arenosos a CTC é mais dependente da matéria orgânica, a qual também contribui para aumentar a retenção de água, diminuindo a perda de nutrientes por lixiviação. Por isso é importante a manutenção de níveis elevados de matéria orgânica e de cobertura vegetal nos solos arenosos.

O armazenamento e a retenção de água são sempre maiores nos solos argilosos do que nos solos arenosos. Os solos arenosos, por terem maior macroporosidade, perdem rapidamente a água retida por evaporação e drenagem; os solos argilosos, ao contrário, por terem maior microporosidade retêm volumes mais elevados de água por mais tempo em capacidade de campo e em ponto de murcha permanente, resultando em mais água disponível para as plantas. Assim, os solos arenosos por serem suscetíveis à erosão e por perderem água mais rapidamente, necessitam práticas conservacionistas mais severas do que os argilosos, principalmente em relação à cobertura por resíduos culturais.

Solos com teores mais elevados de areia e silte, por apresentarem menor resistência à desagregação, são mais suscetíveis à erosão pelo impacto das gotas de chuva e pelo escoamento superficial das águas. Essa suscetibilidade pode ser aumentada através do preparo excessivo continuado durante muitos anos de cultivo, resultando na perda de argila da camada arável. Resultados de pesquisa no município de Arvorezinha (MELLO, 2006), mostraram uma redução no teor de argila do horizonte A para 24% em relação aos 39% de argila no solo sob mata nativa em Neossolos Regolíticos cultivados no sistema convencional durante 40 anos. Essa redução no teor de argila, além de aumentar a suscetibilidade do solo à erosão, também diminuiu a sua capacidade de retenção de cátions e a fertilidade química. Em outras situações, com a erosão do horizonte A, observa-se um incremento de argila devido à exposição do horizonte B mais argiloso.

### *Estrutura*

No solo, as partículas das frações areia, silte e argila, juntamente com a matéria orgânica, estão interligadas formando agregados (unidades estruturais), os quais compõem a estrutura do solo. Solos sem estrutura (ausência de agregados) apresentam-se na forma de grãos simples (areia solta) ou maciços; estas ocorrências são comuns, respectivamente, em Neossolos Quartzarênicos e no horizonte Cg de Gleissolos não drenados. De acordo com a forma dos agregados são distinguidos os seguintes tipos de estrutura: laminar, granular ou grumosa, blocos angulares, blocos subangulares, prismática e colunar (Figura 2.10).

Na estrutura *laminar* os agregados têm a dimensão horizontal maior que a vertical, mostrando feição de lâminas de espessura variável; pode ocorrer nos horizontes C, bem como formar-se abaixo da camada de lavração (horizontes A e E), pela ação de implementos agrícolas ou pisoteio (camada compactada). Agregados pequenos com forma arredondada, quando muito porosos tipificam a estrutura *grumosa*; quando pouco porosos identificam a estrutura *granular*; ambas são mais comuns em horizontes A. A estrutura granular também é típica do horizonte B de Latossolos mais ricos em óxidos de ferro. Os agregados com as três dimensões aproximadamente iguais (isodimensionais) com faces planas e arestas bem definidas representam a

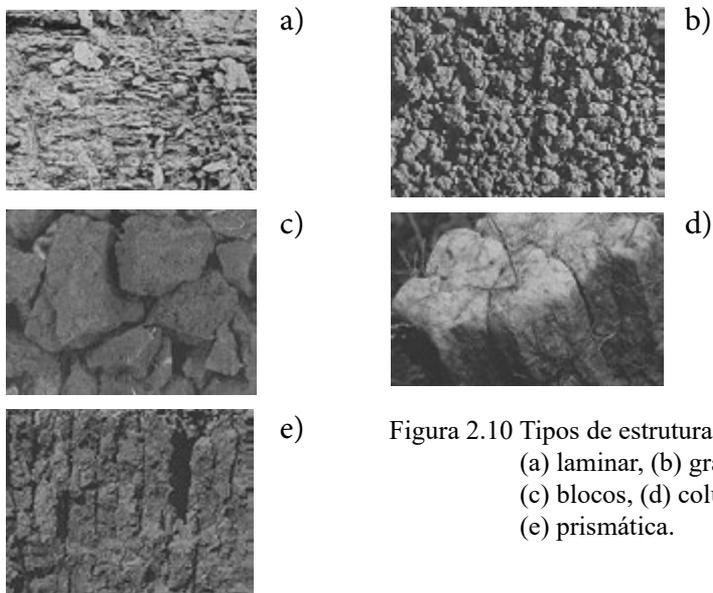


Figura 2.10 Tipos de estrutura:  
 (a) laminar, (b) granular,  
 (c) blocos, (d) colunar,  
 (e) prismática.

estrutura em blocos *angulares*, enquanto que as arestas mais arredondadas identificam a estrutura em blocos *subangulares*. A estrutura em blocos é a mais comum nos solos em geral, sendo característica de horizontes subsuperficiais; a estrutura em blocos subangulares é típica em horizontes B de Latossolos mais caulíníticos, que ocorrem no RS. Na estrutura *prismática* e na *colunar* os agregados têm a dimensão vertical maior que a horizontal; a estrutura colunar distingue-se pelo topo arredondado, enquanto que na estrutura prismática o topo é aproximadamente plano; ambas são típicas do horizonte B de Planossolos, Luvisolos e de solos com características vérticas.

A estrutura afeta propriedades importantes tais como a aeração, a capacidade de armazenamento de água, a infiltração de água e a erodibilidade do solo. Por exemplo, solos com estrutura em blocos subangulares no horizonte B apresentam maior capacidade de infiltração e armazenamento de água e menor erodibilidade do que os solos com estrutura laminar produzida pela ação dos implementos agrícolas.

A estrutura pode ser modificada pelo uso e manejo do solo. Um manejo inadequado pode degradar a estrutura do solo, produzindo, em casos mais severos, camadas compactadas que reduzem o movimento de água no solo, a aeração e o desenvolvimento das raízes. Sintomas da degradação da estrutura podem ser diagnosticados pela comparação com áreas adjacentes ainda sob vegetação nativa (Figura 2.11).

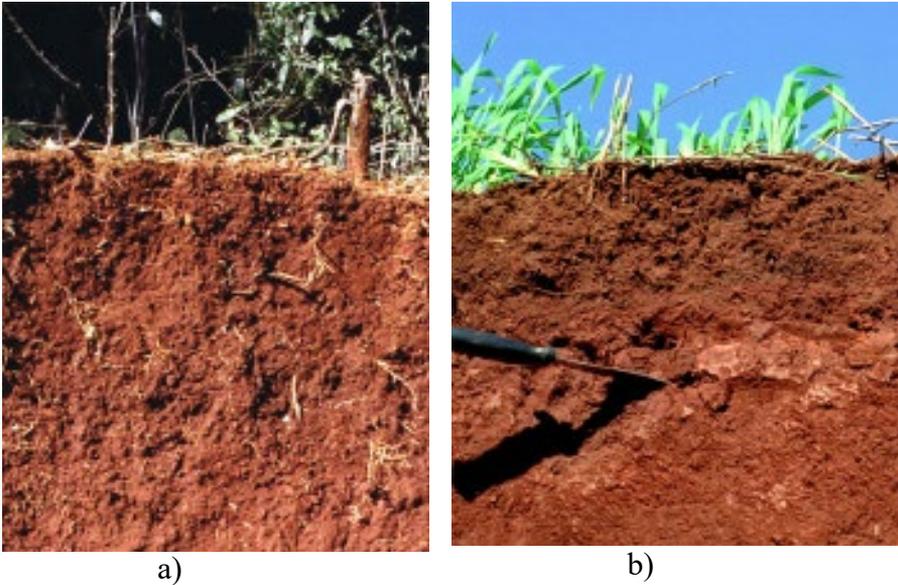


Figura 2.11 Comparação da estrutura original do solo sob mata nativa (a) com a estrutura modificada pelo uso e manejo inadequado do solo (b).

### *Consistência*

A *consistência* refere-se à resistência do material do solo à deformação e ruptura. Ela é condicionada pelas forças de coesão e adesão que atuam na massa do solo, que variam principalmente com o conteúdo de água presente. A consistência também é afetada pela textura, pela matéria orgânica, a mineralogia da argila e pelo cátion dominante na CTC, bem como pelas práticas de manejo do solo. No campo a consistência do solo é estimada conforme o estado de umidade do mesmo. No solo *seco* caracteriza-se o grau de *dureza*, isto é, a resistência dos agregados à ruptura ou fragmentação. No solo úmido caracteriza-se a *friabilidade*, enquanto que no solo *molhado* caracterizam-se a *plasticidade* e a *pegajosidade*. A friabilidade é a resistência dos agregados úmidos à ruptura e sua posterior capacidade de reagregação. A plasticidade é a capacidade que o solo molhado tem de ser moldado. A pegajosidade é a propriedade que o solo molhado tem de aderir a objetos, como arados ou pneus do trator. A consistência do solo tem implicações diretas no seu manejo e deve-se identificar qual a melhor condição de umidade para trabalhar o solo. A umidade excessiva do

solo favorece a compactação. O estado de consistência friável é o mais indicado para o preparo do solo.

### *Outras características morfológicas*

Encontram-se definidas no Glossário as seguintes características: porosidade, cerosidade, superfícies foscas, superfícies de fricção (*slickensides*), superfícies de compressão, nódulos e concreções minerais. Para sua descrição destes termos, usa-se o Manual de Descrição e Coleta de Solo no Campo (SANTOS et al., 2005). Apesar de não fazerem parte da morfologia do solo, a descrição das raízes costuma ser incluída na descrição do perfil do solo. A quantidade relativa (expressa como muitas, comuns, poucas, raras ou ausentes) de raízes normais ou deformadas nos diferentes horizontes pode indicar a possível existência de impedimentos ao desenvolvimento do sistema radicular.

### *Caracterização do solo em laboratório*

Amostras de solo coletadas em cada horizonte do perfil de solo são submetidas a análises de laboratório padronizadas (consultar EMBRAPA, 2013) visando determinar suas características físicas e químicas, e fornecer subsídios adicionais para a classificação do solo. Neste texto são citadas apenas as análises mais usuais nesta caracterização dos solos. As análises físicas compreendem granulometria, com a determinação das proporções das frações areia (grossa e fina), silte e argila; e argila dispersa em água. As análises químicas compreendem teor de carbono orgânico, pH em água e em solução KCl N, cátions trocáveis ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ), alumínio extraível ( $\text{Al}^{3+}$ ), acidez total ( $\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$ ), fósforo extraível. A partir destas análises podem ser calculados os seguintes valores: soma de bases (valor S), capacidade de troca de cátions (valor T), percentagem de saturação por bases (valor V), percentagem de saturação por alumínio e atividade da argila. As respectivas definições constam no **Glossário**.

## Características complementares

### *Drenagem*

Esta característica indica condições do solo referente à umidade e a drenagem com o tempo. Um solo pode ser considerado bem drenado quando a água infiltra rapidamente e não fica encharcado na maior arte do tempo, como nos Latossolos (Figuras 4.42 a 4.49) ou Neossolos Quartzarênicos (Figuras 4.67 e 4.68). Solos moderadamente drenados são aqueles que permanecem encharcados, saturados com água algum tempo, ocorrendo condição redutora do  $\text{Fe}^{3+}$  para  $\text{Fe}^{2+}$ , consequentemente adquirindo cor cinza no horizonte B. No restante do tempo, permanecem não encharcados, principalmente em períodos secos, ocorrendo a oxidação do  $\text{Fe}^{2+}$  para  $\text{Fe}^{3+}$  e adquirindo manchas de cor avermelhada, como exemplo nos Plintossolos (Figuras 8.86 e 4.87). Solos mal drenados são aqueles que ficam encharcados na maior parte do tempo, como os Gleissolos e Planossolos (Figuras 4.36 a 4.40 e 4.84).

### *Pedregosidade*

Indica a presença de pedras (cascalhos, calhaus e matações) que ocorrem na superfície e/ou na massa do perfil do solo. A pedregosidade na superfície dificulta o cultivo da terra para a lavoura, principalmente quando a superfície é muito pedregosa. O fator que limita o uso para culturas anuais é o grau de pedregosidade na massa do perfil do solo, desde a superfície até os 50 cm de profundidade (profundidade efetiva do sistema radicular das culturas) (REICHERT et. al. 2011). Isso porque a pedregosidade e as outras características mencionadas nos itens anteriores, influenciam diretamente na disponibilidade de água para as plantas. Assim, quanto maior for o grau de pedregosidade menor é a disponibilidade da água para as plantas e maior é o risco de perdas da produção na ocorrência de curtas estiagens, conforme ilustrado nas figuras 2.3 c e d. De acordo com Santos et. al. (2005) os Neossolos Regolíticos podem ser enquadrados nas seguintes classes:

Tabela 2.5 Classes de pedregosidade na superfície e/ou na massa do solo.

Classe	Percentagem
	-----%-----
Não pedregosa	Ausência
Moderadamente pedregosa	1 a 3
Pedregosa	3 a 15
Muito pedregosa	15 a 50
Extremamente pedregosa	50 a 90

Fonte: Santos et al. 2005.

De acordo com a tabela acima e considerando-se a profundidade de 50 cm, os solos representados na Figura 2.12 podem ser enquadrados nas classes, a) pedregosa, b) muito pedregosa, e c) extremamente pedregosa.

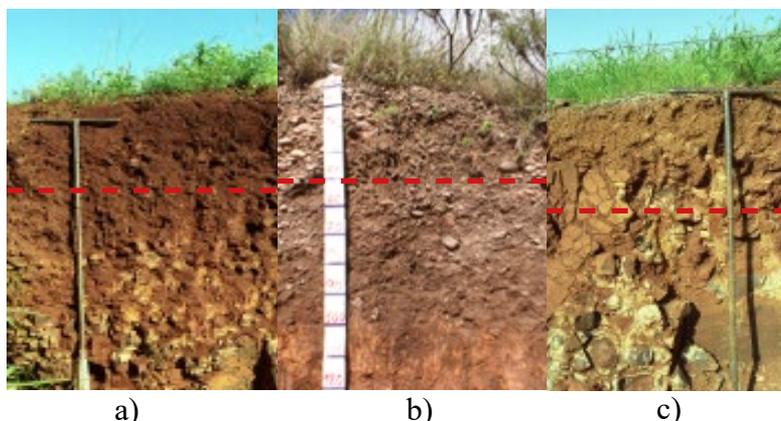


Figura 2.12 Perfis de Neossolos Regolíticos de classes pedregosa (a), muito pedregosa (b) e extremamente pedregosa (c).

### *Declividade*

Corresponde ao desnível do terreno. De acordo com Santos et al (2005) as faixas de declividade consideradas na descrição dos levantamentos e mapeamento de solos são as seguintes: plano – declividade menor do que 3%; suave ondulado – apresenta declives – de 3 a 8%; ondulado – de 8 a 20%; forte ondulado – de 20 a 45%; montanhoso – de 45 a 75% e escarpado acima de 75%.

## CAPÍTULO 3

### A CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS

Os perfis representando os diversos tipos de solos das diferentes regiões do Estado (Figuras 4.1 a 4.89) mostram uma grande heterogeneidade em características morfológicas como a presença e a sequência de horizontes, bem como sua espessura, estrutura e cor. Além dessas propriedades visíveis, os horizontes de cada solo podem variar quanto à textura, à estrutura, ao teor de matéria orgânica, à CTC, à saturação por bases, ao teor de alumínio extraível e outros atributos. Isso significa que o mesmo tipo de horizonte pedogenético (A, E, B ou C) pode apresentar diferenças de um solo (ou de um local) para outro. É oportuno lembrar que essa variação entre os solos (Figuras 4.1 a 4.89) representa qualidades ou limitações ao seu uso para determinados fins, além de refletir o ambiente particular de formação de cada solo, ou seja, variações quanto ao material de origem, clima, relevo, drenagem e outras características.

Para organizar o conhecimento que se tem a respeito dos solos e facilitar o acesso ao grande número de informações disponíveis são usados sistemas de classificação de solos, como por exemplo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos ou, abreviadamente, SiBCS (EMBRAPA, 2013). A classificação de solos consiste em agrupá-los em classes de acordo com as semelhanças entre si e, ao mesmo tempo, separando-os em classes distintas conforme as diferenças entre si.

Os critérios usados para a classificação dos solos são características e propriedades (morfológicas, físicas, químicas, mineralógicas) consideradas importantes para a interpretação de seu uso agrícola e não-agrícola. O avanço do conhecimento a respeito dos solos pode exigir uma correspondente readequação da classificação. Desta maneira, assim como as recomendações de corretivos e fertilizantes são reavaliadas e modificadas periodicamente, também uma classificação de solos pode ser eventualmente revista e aperfeiçoada. A existência de uma classificação de solos é essencial para a execução do mapeamento de solos e, conseqüentemente, para a produção de mapas que mostram a distribuição geográfica dos solos.

No mapa de solos do Levantamento de Reconhecimento de So-

los do Estado do Rio Grande do Sul (BRASIL, 1973) as unidades de mapeamento (UM) de solos foram identificadas por nomes regionais, tais como Vacaria, São Pedro, Ciriaco, Tuia, Banhado e outros, além da legenda de classificação vigente na época. Essa identificação dos solos por nomes regionais objetivou facilitar o acesso da informação aos usuários, visto que na época o aprendizado e o uso da classificação de solos eram muito pouco difundidos e mesmo incipientes; um resultado disso foi o uso generalizado e preferencial dos nomes regionais por extensionistas rurais, técnicos e pesquisadores.

Entretanto, o uso apenas dos nomes regionais de solos tem uma limitação importante, pois não permite a toda comunidade envolvida inferir características e propriedades dos solos da unidade de mapeamento citada. Ressalta-se que um dos objetivos do uso da classificação taxonômica é proporcionar o conhecimento e ao menos inferir sobre as características dos solos. Para suprir estas limitações recomenda-se utilizar sistemas de classificação, os quais permitem a extrapolação, a correlação e a atualização de informações sobre os solos, desta maneira facilitando a comunicação entre os usuários. Obviamente isto irá exigir deles um certo conhecimento do sistema de classificação aplicado, o que é um dos objetivos do presente texto.

A partir da disponibilidade do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS) publicado pela Embrapa (1999), este passou a ser adotado nos mapeamentos e na identificação dos solos para fins de pesquisa, ensino e extensão. No presente texto foi adotada a terceira edição do SiBCS (EMBRAPA, 2013), cuja estrutura é apresentada resumidamente a seguir. Dados complementares são encontrados na publicação da Embrapa (2013), a qual orienta em detalhe como fazer a classificação de um solo.

Os conceitos relacionados a uma série de características morfológicas, físicas, químicas e mineralógicas são empregados para o enquadramento de um perfil de solo em estudo. Isto é feito, inicialmente, por meio da verificação da ocorrência ou não de uma série de atributos diagnósticos. Estes, por sua vez, são utilizados na definição de horizontes diagnósticos de superfície e subsuperfície (na maior parte dos casos, coincidentes com horizonte A ou H e B ou C, respectivamente), que estão diretamente influenciados pelos processos de formação do solo.

De acordo com o SiBCS, a classificação de um solo é organizada em seis níveis, chamados de Níveis Categóricos (NC), que são explicados a seguir:

1º NC – Ordens: os solos são diferenciados em 13 ordens (Tabela 3.1), conforme a presença de características que representam processos importantes na formação dos solos. As ordens são diferenciadas por atributos e horizontes diagnósticos, explicados no Glossário e Anexo B. Exemplo de ordem: Latossolo.

2º NC – Subordens: são subdivisões das ordens baseadas na presença de características que representam processos secundários na formação dos solos e que são importantes para o uso agrícola e não agrícola. Exemplo de subordem: Latossolo Vermelho.

3º NC – Grandes Grupos: são subdivisões das subordens baseadas na presença de características morfológicas (tipos de horizontes), químicas (CTC, saturação de bases, alumínio, etc.) ou físicas (restrições ao desenvolvimento de raízes e ao movimento de água no solo). Exemplo de grande grupo: Latossolo Vermelho Distrófico.

4º NC – Subgrupos: são subdivisões dos grandes-grupos baseadas na presença de (1) variações em relação aos NCs superiores (solos intermediários entre duas classes) ou de (2) de características extraordinárias ou (3) típicas. Exemplos de subgrupos: (1) Latossolo Vermelho Distrófico argissólico, (2) Latossolo Vermelho Distrófico húmico e (3) Latossolo Vermelho Distrófico típico.

5º NC – Famílias: são subdivisões dos subgrupos baseadas em propriedades morfológicas, físicas, químicas e mineralógicas importantes para o uso e manejo dos solos.

6º NC – Séries: são subdivisões das famílias baseadas em características relacionadas ao desenvolvimento de plantas ou para fins de engenharia ou geotecnia.

Assim, a terminologia aplicada na classificação de um solo segue a sequência dos NCs conforme a chave de classificação apresentada no SiBCS. O primeiro termo (que corresponde ao 1º NC) indica em qual das 13 ordens se enquadra o solo em questão: por exemplo, Latossolo ou Argissolo, ou Planossolo, entre outros. O 2º NC, a subordem, é indicado pela combinação do primeiro com um segundo termo: Latossolo Vermelho. O 3º NC (grande-grupo) é dado pelo acréscimo de mais um termo aos anteriores: Latossolo Vermelho Distrófico. O

4º NC é dado pelo acréscimo de um ou dois termos aos anteriores: Latossolo Vermelho Distrófico típico. Portanto, o conjunto de termos acrescentado ao nome do solo define a classe de solo em um determinado nível categórico.

Atualmente o SiBCS está desenvolvido até o 4º nível categórico (Subgrupos), enquanto que os dois últimos, 5º NC (Famílias) e 6º NC (Séries), têm definições provisórias para uso em levantamentos detalhados de solos (EMBRAPA, 2013).

Tabela 3.1 Classes de solos no 1º nível categórico (ordens) do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2013) e conotação.

<b>Classe do solo</b>	<b>Conotação <sup>(1)</sup></b>
Argissolos	Horizonte B textural Distrófico com Tb ou Eutrófico Ta
Cambissolos	Horizonte B incipiente
Chernossolos	Horizonte A chernozêmico
Espodossolos <sup>(2)</sup>	Horizonte B espódico
Gleissolos	Horizonte glei
Latossolos	Horizonte B latossólico
Luvisolos	Horizonte B textural Eutrófico com Ta
Neossolos	Novo solo em formação
Nitossolos	Horizonte B nítico
Organossolos	Solos orgânicos
Planossolos	Horizonte B plânico
Plintossolos	Horizonte plíntico
Vertissolos	Horizonte vértico

<sup>(1)</sup> ver definição no glossário e anexo B.

<sup>(2)</sup> ocorrência não significativa no Rio Grande do Sul.

<sup>(3)</sup>Ta = argila de atividade alta ( $CTC \geq 27$  cmol<sub>c</sub>/kg de argila); Tb = argila de atividade baixa ( $CTC < 27$  cmol<sub>c</sub>/kg de argila).

## CAPÍTULO 4

### AS PRINCIPAIS CLASSES DE SOLOS IDENTIFICADAS NO RIO GRANDE DO SUL

As principais classes de solos identificadas no Estado são abordadas nesta seção, tomando-se como referência os perfis de solos descritos no Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Estado do Rio Grande do Sul (BRASIL, 1973), por Lemos et al. (1967), FEE (1980), IBGE (1986) e outros publicados ou não. É importante lembrar que o SiBCS (EMBRAPA, 2013) utiliza novos critérios que são mais exigentes do que os utilizados nos relatórios de solos publicados anteriormente. Por isso, diferentes perfis de solos pertencentes à mesma unidade de mapeamento de solos segundo Brasil (1973), podem corresponder a classes distintas no SiBCS. Por exemplo, há perfis da unidade de mapeamento Júlio de Castilhos (BRASIL, 1973; LEMOS et al., 1967) todos classificados como Podzólicos Vermelho-Amarelos segundo a legenda de classificação então em uso, atualmente classificados como Argissolos Vermelho-Amarelos, Nitossolos Vermelhos ou Nitossolos Háplicos segundo Embrapa (2013). Da mesma forma, perfis de solo descritos da unidade Estação (BRASIL, 1973; LEMOS et al., 1967), anteriormente classificados como Lateríticos Bruno-Avermelhados (legenda de classificação antiga), são agora classificados como Nitossolos Vermelhos ou Latossolos Vermelhos. Isto mostra que certas variações anteriormente admitidas nas unidades de solos descritas em Brasil (1973) agora correspondem a classes distintas de solos no SiBCS.

Portanto, o uso da terminologia do SiBCS, no lugar dos tradicionais nomes regionais de Brasil (1973), permite uma melhor distinção entre os solos. Para facilitar aos usuários a transição para o SiBCS, a possível equivalência entre a nova terminologia e os nomes regionais é mencionada no texto e listada no Anexo C. É importante entender que o SiBCS é um sistema dinâmico que permite seu constante aperfeiçoamento, conforme mostra a evolução do SiBCS de Embrapa (1999) para Embrapa (2006) e atualmente para Embrapa (2013) que, entre as diversas alterações, extinguiu a classe Alissolos, redistribuindo esses solos em outras ordens.

A seguir são apresentadas as classes de solos em sequência alfabética pelo nome das Ordens, contemplando a descrição das suas características gerais, a classificação até o 4º nível categórico, suas regiões de ocorrência

e aspectos referentes à aptidão de uso agrícola dos solos.

## Argissolos

O termo *Argissolo* deriva da presença de um horizonte subsuperficial mais argiloso no perfil.

### *Características e classificação*

Os Argissolos são solos geralmente profundos a muito profundos, variando de bem drenados a imperfeitamente drenados, apresentando um perfil com uma sequência de horizontes A-Bt-C ou A-E-Bt-C, onde o horizonte Bt é do tipo B textural (ver Anexo B). Estes solos apresentam tipicamente um perfil com um gradiente textural, onde o horizonte B é significativamente mais argiloso do que os horizontes A e E. Os solos podem ser originados de diversos tipos de materiais, tais como basaltos, granitos, arenitos, argilitos e siltitos.

No RS, foram identificados no segundo nível categórico do Si-BCS de acordo com a cor que predomina no horizonte B textural: Argissolos Vermelhos (Figuras 4.1 a 4.9), Argissolos Vermelho-Amarelos (Figuras 4.10 a 4.13), Argissolos Bruno-Acinzentados (Figuras 4.14 a 4.15) Argissolos Acinzentados e Argissolos Amarelos (Figura 4.16 a 4.18). No terceiro nível, em função das características químicas, os Argissolos são distinguidos em distróficos (saturação por bases < 50%), eutróficos (saturação por bases >50%), alíticos (Al extraível  $\geq 4$  cmol<sub>c</sub>/kg, saturação por Al  $\geq 50\%$  e atividade de argila > 20cmol<sub>c</sub>/kg de argila) e alumínicos (Al extraível  $\geq 4$  cmol<sub>c</sub>/kg, saturação por Al  $\geq 50\%$  e atividade de argila < 20cmol<sub>c</sub>/kg de argila). No quarto nível, esses solos são diferenciados em *arênicos*, *espessarênicos*, *abrupticos*, *latossólicos*, *úmbricos*, *plínticos* ou *típicos* (ver definições no Glossário). Os Argissolos que apresentam simultaneamente mudança textural abrupta e horizontes A ou A+E de textura arenosa são distinguidos em *arênicos* quando o horizonte B inicia entre 50 e 100 cm de profundidade (Figuras 4.1, 4.2b e 4.10) e como *espessarênicos* quando o horizonte B inicia em profundidade >100 cm (Figura 4.2c e 4.3). Solos onde há mudança textural o abrupta ocorre a menos de 50 cm de profundidade são designados apenas como *abrupticos*. (Figuras 4.3, 4.5). Os solos que apresentam um horizonte A proeminente (ver Glossário) são denominados (Figuras 4.6, 4.7, 4.8, 4.12 e 4.15), enquanto que os húmicos são aqueles que apresentam um horizonte A húmico (ver Glossário). Os endorredóxicos possuem caráter redóxico(ver glossário) abaixo dos 50 cm e acima de 150 cm da superfície do solo (Figuras 4.14, 4.16 e 4.18). E

os plintossólicos são aqueles que apresentam um horizonte plíntico em profundidade e com espessura insuficiente para ser classificada como classe Plintossolos. As classes de Argissolos identificadas no RS estão relacionadas na Tabela 4.1.

Tabela 4.1 Classes dos Argissolos, perfil de referência e legenda no mapa de solos.

Classes de solos		Perfil de referência		Legenda no mapa de solos		
Argissolo	Vermelho	Distrófico	típico, arênico e esessarênico	São Pedro (Perfil RS 135) <sup>(1)</sup>	PVd1	
			típico	São Jerônimo (Perfil RS1CA) <sup>(1)</sup> (Perfil V3) <sup>(4)</sup>	PVd2	
			esessarênico abruptico	Itapoã (Perfil RS 164) <sup>(1)</sup>	PVd3	
		Eutrófico	úmbrico	Alto das Canas (Perfil RS117) <sup>(1)</sup>	PVd4	
				Gravataí (Perfil RS 166) <sup>(1)</sup>	PVd5	
				Rio Pardo (Perfil RS 140) <sup>(1)</sup>	PVd6	
		Alítico	típico	Santa Tecla (Perfil RS 12) <sup>(1)</sup>	PVe	
			abruptico	(Perfil P1 AR) <sup>(2)</sup>		
			abruptico típico	Pituva (Perfil RS 127) <sup>(1)</sup>	PVa1	
		Vermelho- Amarelo	Alumínico	abruptico, arênico ou esessarênico abruptico	Bom Retiro (Perfil RS 128) <sup>(1)</sup>	PVa2
	típico			(Perfil Perfil 1) <sup>(3)</sup>		
	úmbrico			Camaquã (Perfil RS – IGRA 1) <sup>(1)</sup>	PVAd1	
	Distrófico		abruptico	Santa Clara (Perfil RS 107) <sup>(1)</sup>	PVAd2	
			arênico abruptico	Tuia (Perfil RS 52) <sup>(1)</sup>	PVAd3	
			típico	Tupanciretã (Perfil RS 71) <sup>(1)</sup>	PVAd4	
	Alítico		abruptico ou típico	Matarazo (Perfil RS 47) <sup>(1)</sup>	PVAd5	
				Vera Cruz (Perfil RS 124) <sup>(1)</sup>	PVAa1	
	Bruno- Acinzentado		Alumínico	úmbrico	Júlio de Castilhos (Perfil RS 50) <sup>(1)</sup>	PVAa
				típico	Carlos Barbosa (Perfil RS 154) <sup>(1)</sup>	PBACa1
		úmbrico		Santa Maria (Perfil RS 1) <sup>(1)</sup>	PBACa2	
Amarelo	Alítico	húmico	(Perfil 8) <sup>(5)</sup>			
		típico	Oasis (Perfil RS 150) <sup>(1)</sup>	PAa		
		endorredóxico	Livramento (Perfil RS 136) <sup>(1)</sup>	PAa1		
			Santa Maria (Perfil RS 1) <sup>(1)</sup>	PAa2		
Ramos (Perfil RS 137) <sup>(1)</sup>	PAa3					
plintossólico	Tala (Perfil RS 120) <sup>(1)</sup>	PAa4				

<sup>(1)</sup> Brasil, 1973; <sup>(2)</sup> Rio Grande do Sul, 2005; <sup>(3)</sup> Schneider et al., 2000; <sup>(4)</sup> Mello et al., 1966; <sup>(5)</sup> Pedron et al., 2008.

## Ocorrência

Os Argissolos ocorrem em relevo desde suave ondulado até forte ondulado (Figuras 4.1 a 4.18) ocupando em termos percentuais a maior parte da área territorial do Rio Grande do Sul.

Na região da Depressão Central ocorrem os Argissolos Vermelhos Distróficos arênicos, espessarênicos e típicos (Unidade São Pedro) e típicos (Unidade São Jerônimo), os Argissolos Vermelhos Distróficos úmbricos (Unidades Alto das Canas, Gravataí e Rio Pardo) e os Argissolos Vermelhos Alíticos abrupticos típicos, arênicos e espessarênicos abrupticos (Unidade Bom Retiro), Argissolos Amarelos Alíticos endorredóxicos (Unidade Ramos) e Argissolos Vermelho-Amarelos Alíticos típicos (Unidade Vera Cruz); Argissolos Bruno-Acinzentados Alíticos úmbricos e Argissolos Amarelos Alíticos húmicos (Unidade Santa Maria), originados de siltito e arenito, que ocorrem em duas situações de paisagem: (1) dominando o relevo suavemente ondulado e (2) ocupando coxilhas em cotas intermediárias entre Argissolos Vermelhos (Unidade São Pedro) em cotas mais altas (Figura 2.6).

Na região da Encosta Inferior do Nordeste ocorrem os Argissolos Vermelhos Alíticos abrupticos típicos, arênicos e espessarênicos abrupticos (Unidade Bom Retiro), os Argissolos Vermelhos Alíticos abrupticos típicos (Unidade Pituva), Argissolos Amarelos Alumínicos típicos (Unidade Oásis); os Argissolos Vermelhos Alíticos abrupticos (Perfil 1 P1 AR) e na borda do Planalto os Argissolos Vermelho-Amarelos Alumínicos úmbricos (Unidade Júlio de Castilhos).

Na região da Campanha ocorrem, principalmente, os Argissolos Vermelhos Distróficos típicos, arênicos e espessarênicos (Unidade São Pedro), os Argissolos Vermelhos Distróficos úmbricos (Unidade Alto das Canas), os Argissolos Vermelhos Eutróficos típicos (Unidades Santa Tecla), os Argissolos Vermelho-Amarelos Distróficos abrupticos (Unidade Santa Clara) e Argissolos Amarelos Alíticos endorredóxicos (Unidade Livramento).

Na Serra do Sudeste tem-se os Argissolos Vermelhos Distróficos típicos (Unidade São Jerônimo), os Argissolos Vermelho-Amarelos Distróficos úmbricos (Unidades Camaquã) e os Argissolos Vermelho-Amarelos Distróficos abrupticos ou típicos (Unidade Matarazo).

No Planalto Médio ocorrem os Argissolos Vermelho-Amarelos Distróficos típicos (Unidade Tupanciretã) e os Argissolos Vermelho-Amarelos Alumínicos úmbricos (Unidade Júlio de Castilhos) sendo que este último também é encontrado na região das Missões.

No Litoral, no trecho desde Palmares do Sul a São José do Norte e entre Rio Grande e Pelotas em direção à Lagoa Mirim, são encontrados Argissolos Vermelho-Amarelos Distróficos arênicos abrupticos (Unidade Tuia).

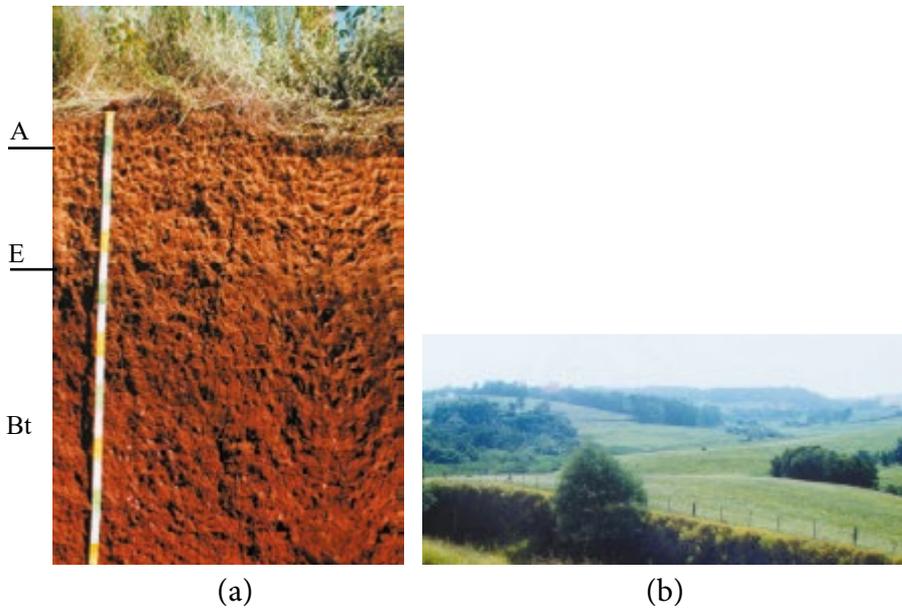


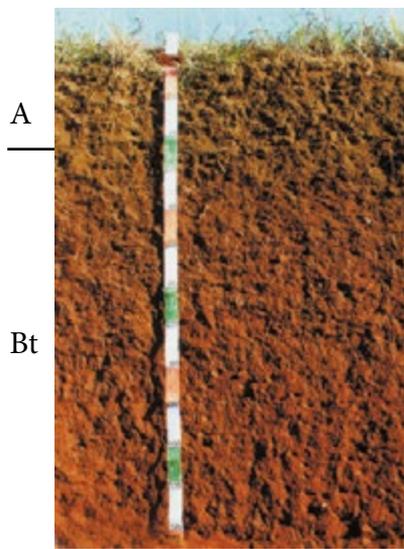
Figura 4.1 Perfil e paisagem de Argissolo Vermelho Alítico arênico (Unidade Bom Retiro).

### *Uso e manejo agrícola*

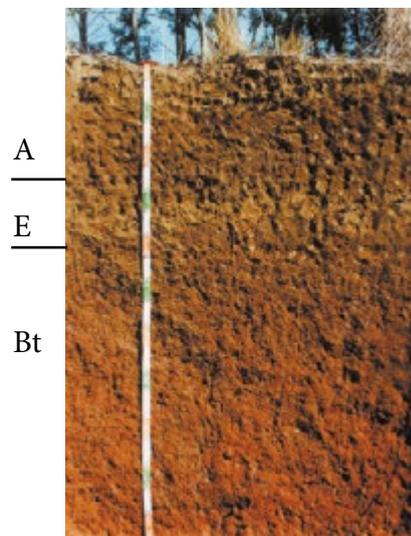
As várias classes de Argissolos especificadas na Tabela 4.2 apresentam uma grande diversidade de características físicas e químicas, cuja interpretação permite algumas recomendações gerais de uso e manejo agrícola desses solos.

As características físicas consideradas para interpretação do uso e manejo agrícola dos Argissolos referem-se à cor, drenagem, textura, espessura da camada arenosa com mudança textural abrupta (arênicos e espessarênicos), a mudança textural abrupta (abrupticos) e à declividade. Enquanto as cores vermelhas e vermelho-amarelas indicam ambientes de boa drenagem, as cores bruno-acinzentadas e acinzentadas indicam solos com drenagem moderada ou imperfeita que os mantém saturados com água em determinados períodos do ano, proporcionando um ambiente anaeróbico prejudicial ao desenvolvimento das plantas. Geralmente, as limitações na drenagem natural são mais acentuadas quando há uma mudança textural abrupta ou um contato lítico (rocha) a pouca profundidade no perfil (Figura 4.15b).

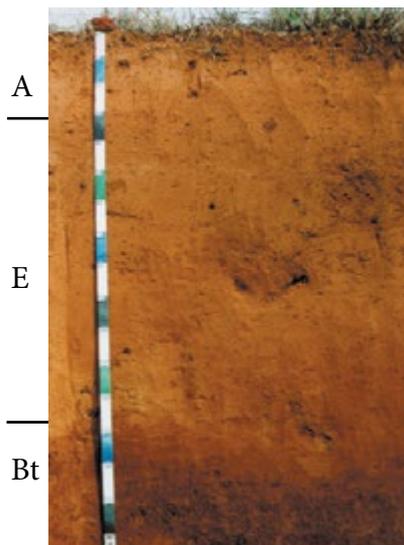
Disso resulta um maior encharcamento do solo em períodos de chuva prolongada exigindo práticas de drenagem superficial, como ocorre por exemplo em algumas áreas de Argissolo Bruno-Acinzentado Alítico úmbrico (Unidade Santa Maria). Ainda, nas áreas destinadas



(a)



(b)



(c)



Figura 4.2 Perfis e paisagem de Argissolo Vermelho Distrófico típico (a) arênico (b) e espessarênico (c) (Unidade São Pedro).



Figura 4.3 Perfil e paisagem de Argissolo Vermelho Distrófico espessarênico abrupto (Unidade Itapuã)



Figura 4.4 Perfil e paisagem de Argissolo Vermelho Distrófico típico (Unidade São Jerônimo).



Figura 4.5 Perfil e paisagem de Argissolo Vermelho Alítico abrupto (Perfil P1 AR).



Figura 4.6 Perfil e paisagem de Argissolo Vermelho Distrófico úmbrico (Unidade Alto das Canas).



Figura 4.7 Perfil e paisagem de Argissolo Vermelho Distrófico úmbrico (Unidade Gravataí).



Figura 4.8 Perfil e paisagem de Argissolo Vermelho Distrófico úmbrico (Unidade Rio Pardo).



Figura 4.9 Perfil e paisagem de Argissolo Vermelho Eutrófico típico (Unidade Santa Tecla).



Figura 4.10 Perfil e paisagem de Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico arênico típico (Unidade Tuia).



Figura 4.11 Perfil e paisagem de Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico abruptico ou típico (Unidade Matarazo).

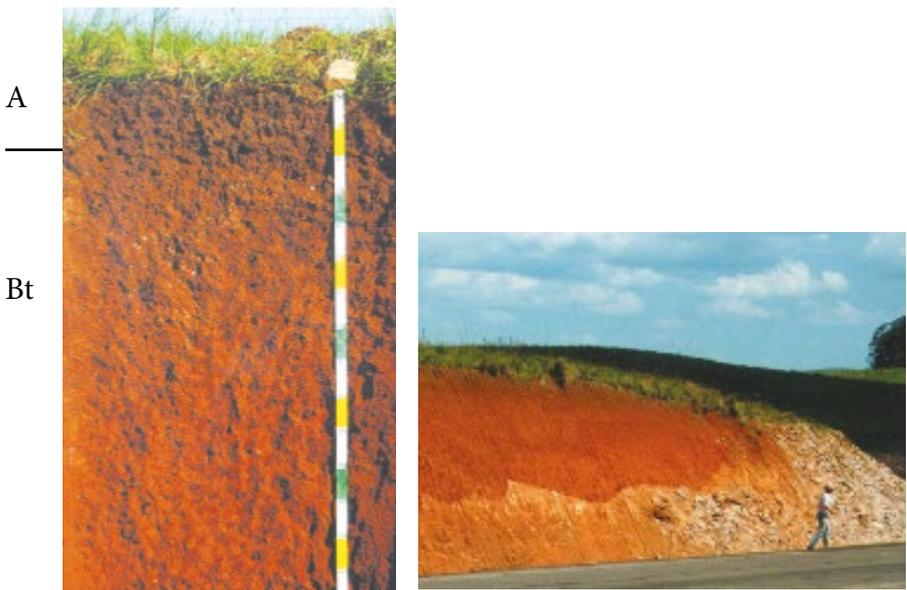


Figura 4.12 Perfil e paisagem de Argissolo Vermelho-Amarelo Alumínico úmbrico (Unidade Júlio de Castilhos).



Figura 4.13 Perfil e paisagem de Argissolo Vermelho-Amarelo Alítico típico (Unidade Vera Cruz).



Figura 4.14 Perfil e paisagem de Argissolo Bruno-Acinzentado Alítico típico (Unidade Carlos Barbosa).

à fruticultura recomenda-se o plantio em desnível e sobre camaleões. Nos Argissolos Vermelhos e Vermelho-Amarelos com textura arenosa nos horizontes superficiais (A+E) há uma rápida infiltração da água, que diminui no horizonte B textural devido a sua menor permeabilidade, o que é mais acentuado quando há uma mudança textural abrupta. Em consequência, a saturação com água nos horizontes superficiais será alcançada tanto mais rapidamente quanto menor for a espessura dos horizontes A+E, dando início ao escoamento superficial da água. Como resultado tem-se uma erosão em sulcos, culminando com a formação de voçorocas (Figura 4.19). Além disso, a saturação com água por períodos prolongados na camada superficial prejudica o desenvolvimento das culturas, podendo causar a sua morte devido à falta de oxigênio no solo (Figura 2.9).

Assim, em condições de mesma declividade, quanto mais próximo à superfície for o início do horizonte B textural tanto mais rapidamente se evidenciam a drenagem impedida e o processo de erosão (Argissolos típicos > arênicos > espessarênicos), tanto menor será a tolerância às perdas de solo e tanto maior serão as exigências de práticas conservacionistas. Apesar de a evidência da erosão ser menor nos Argissolos espessarênicos, a presença do horizonte B textural em maior profundidade pode permitir a formação de voçorocas profundas. Uma espessa camada superficial arenosa facilita o trabalho dos implementos agrícolas (principalmente aqueles de tração animal) até uma maior profundidade. Por outro lado, naqueles solos com uma camada superficial arenosa pouco espessa e mudança textural abrupta a ação dos implementos em maior profundidade é dificultada; disso resulta uma camada revolvida de menor espessura, que é facilmente saturada com água e sujeita a pouca aeração, o que pode impedir o desenvolvimento satisfatório das raízes e da parte aérea, limitando o crescimento e o rendimento das culturas. A influência da pequena espessura e mudança textural abrupta sobre o desenvolvimento das plantas pode ser observada na cultura do fumo, principalmente quando o cultivo for realizado sob plantio direto, como mostra a Figura 2.8.

As principais limitações nas características químicas dos Argissolos referem-se à baixa fertilidade natural (distróficos), forte acidez e alta saturação por alumínio (alíticos e aluminicos). Os elevados teores de alumínio trocável ao longo do perfil são tóxicos para culturas anuais e para frutíferas com sistema radicular profundo. Os níveis de toxidez são variáveis entre culturas e variedades. A correção de alumínio, no caso do plantio direto sobre o campo nativo, poderá ser realizada com a aplicação do corretivo na superfície do solo sem incorporação. Em áreas degradadas recomenda-se que o corretivo seja incorporado antes da adoção do sistema de plantio direto. Na implantação de pomares recomenda-se a correção de toda área, até a profundidade de 30 a 40 cm, e não apenas na cova. A toxidez por alumínio em profundidade é de

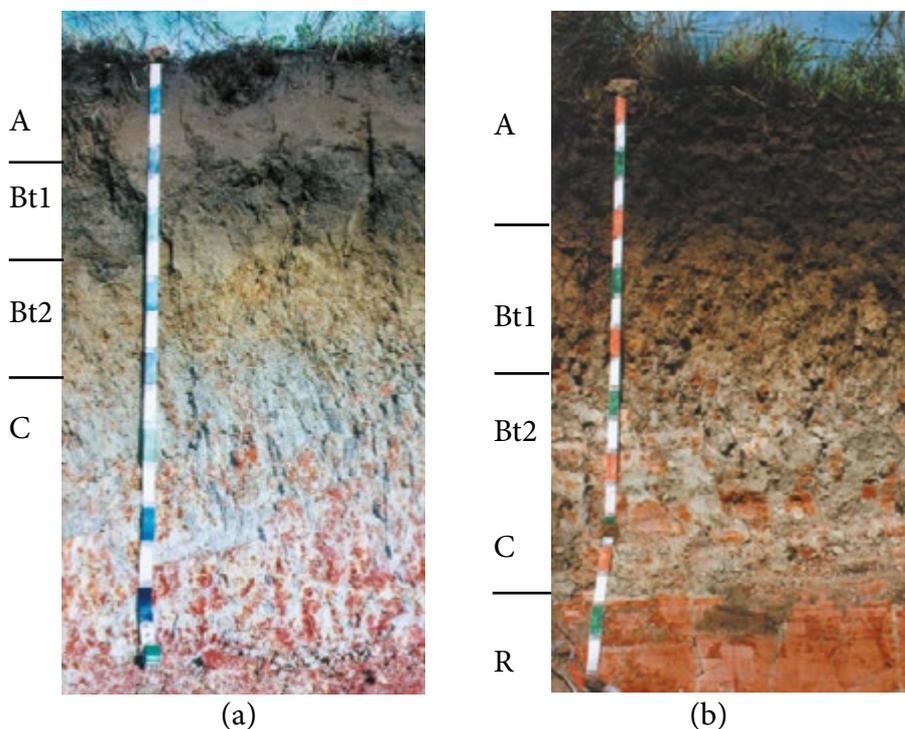


Figura 4.15 Perfil sem (a) e com contato lítico (b) e paisagem de Argissolo Bruno-Acinzentado Alítico úmbrico ou Argissolo Amarelo Alítico endoredóxico (Unidade Santa Maria).

difícil correção. As quantidades de calcário a serem aplicadas também variam de acordo com a atividade da argila (CTC). Os solos alíticos por terem atividade de argila mais elevada necessitam de mais corretivo do que os solos alumínicos, considerando-se a mesma saturação de

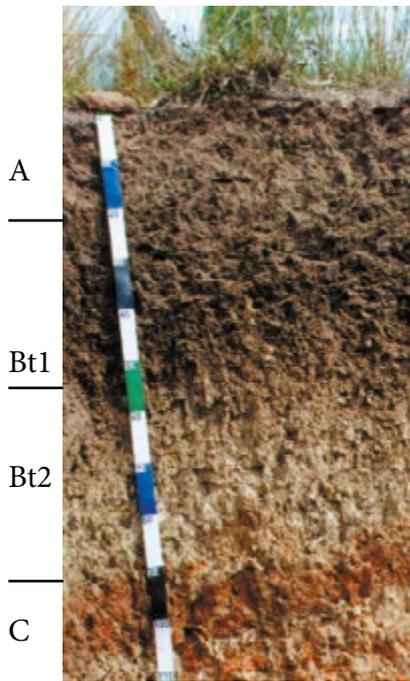


Figura 4.16 Perfil e paisagem de Argissolo Amarelo Alítico endoredóxico (Unidade Livramento).

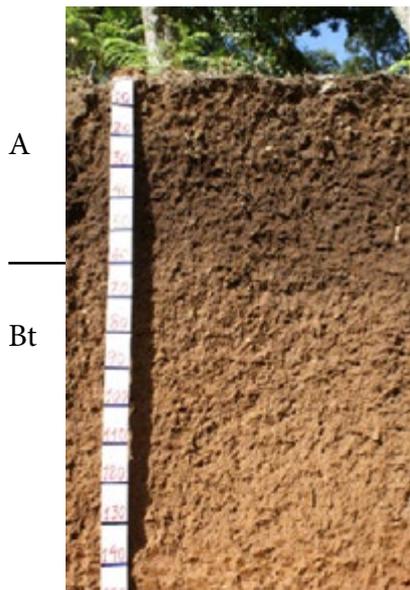


Figura 4.17 Perfil e paisagem de Argissolo Amarelo Alumínico típico (Unidade Oásis).

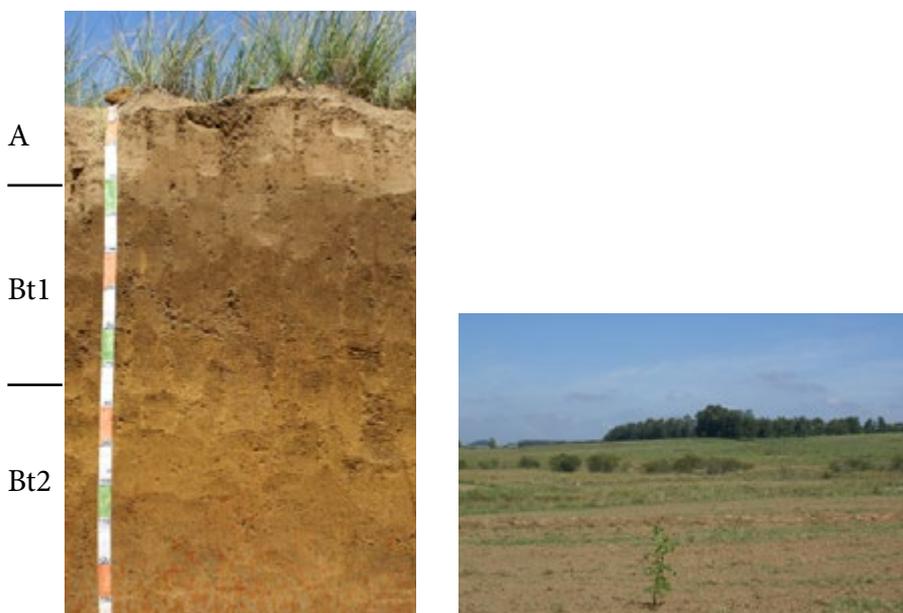


Figura 4.18 Perfil e paisagem de Argissolo Amarelo Alítico endoredóxico (Unidade Ramos).

alumínio para os dois solos. Isto se deve ao fato de a acidez potencial ser definida pelo próprio alumínio extraível e pelos teores de argila e de matéria orgânica.

Devido à acidez e à baixa fertilidade natural, os Argissolos exigem investimentos em corretivos, fertilizantes e sistemas de manejo para alcançar rendimentos satisfatórios, seja em campo nativo ou lavoura. Os investimentos normalmente são maiores nos solos arenosos, com baixo teor de argila e matéria orgânica, que possuem saturação por bases e baixa capacidade de troca de cátions (CTC) e elevado teor de alumínio extraível ( $Al^{3+}$ ). Conforme pode ser verificado na Tabela 4.2, os Argissolos originados do arenito têm teores elevados de areia e baixos de argila e de matéria orgânica, resultando em fertilidade química menor do que naqueles originados de basalto. O fato de serem mais arenosos os torna mais suscetíveis à erosão e sujeitos a uma decomposição mais rápida dos resíduos culturais, razão pela qual exigem práticas de manejo e conservação de solo mais intensas do que os Argissolos originados de basalto. Os solos originados do argilito, siltito e granito têm um grau de fertilidade química intermediário; porém, por serem bastante arenosos, também são suscetíveis à erosão hídrica.

Devido à alta suscetibilidade à erosão e degradação, principalmente nos Argissolos arênicos e espessarênicos, com mudança textural abrupta o uso de culturas anuais exige terraços vegetados e cultivos em faixas com plantio direto, em declividades de até 10%. No inverno, é aconselhável que o cultivo seja intercalado com plantas protetoras e recuperadoras de solo, como por exemplo a aveia, o nabo forrageiro, a ervilhaca (Figura 4.20). No verão os cultivos devem ser intercalados ou consorciados com crotalária, feijão de porco, feijão miúdo, mucuna e outras, em rotação com outras culturas ou com pastagens (Figuras 4.21 e 4.22). No uso desses solos com fruticultura também é aconselhável a intercalação com plantas protetoras e recuperadoras do solo.

Tabela 4.2 Algumas características do horizonte A de Argissolos: material de origem, frações granulométricas, carbono orgânico (C org.), soma de bases (SB), capacidade de troca de cátions (T) e alumínio extraível (Al<sup>3+</sup>).

Classes de solos	Referência	Material de origem	Frações granulométricas			C org.	SB	T	Al <sup>3+</sup>
			Arcia	Silte	Argila				
			-----%-----						
Argissolo Vermelho Distrófico típico ou arênico	RS128 <sup>(1)</sup>	Arenito	78	12	10	0,28	0,3	2,7	1,0
Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico	RS 71 <sup>(1)</sup>	Arenito	79	8	13	0,56	1,0	4,1	1,2
Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico abruptico	RS107 <sup>(1)</sup>	Siltito-arenito	68	24	8	0,72	1,1	4,3	0,8
Argissolo Vermelho Distrófico úmbrico	RS140 <sup>(1)</sup>	Siltito	57	15	28	0,73	1,1	7,7	3,0
Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico	RS 1 CA <sup>(1)</sup>	Granito	47	22	31	1,16	3,3	8,5	1,1
Argissolo Vermelho Distrófico úmbrico	RS117 <sup>(1)</sup>	Argilito	45	22	23	1,00	3,4	8,8	1,1
Argissolo Vermelho Alítico abruptico	PIAR <sup>(2)</sup>	Basalto	23	38	39	1,40	4,1	16,7	3,2
Argissolo Vermelho Alítico abruptico típico	RS127 <sup>(1)</sup>		35	35	30	1,95	9,0	14,6	0,3

<sup>(1)</sup>Brasil, 1973; <sup>(2)</sup>Rio Grande do Sul, 2005



Figura 4.19 Erosão em sulcos e voçorocas em Argissolos com mudança textural abrupta.



(a)



(b)



(c)

Figura 4.20 Manejo de solo com plantas recuperadoras de inverno: a) ervilhaca; b) nabo forrageiro; c) aveia+ervilha forrageira.



(a)



(b)



(c)



(d)

Figura 4.21 Manejo do solo com plantas recuperadoras de verão: a) mucuna; b) crotalaria spectabilis; crotalaria júncea; d) milho em consorciação com mucuna.



(a)



(b)



(c)



(d)

Figura 4.22 Manejo do solo com plantas recuperadoras: a) sorgo em consorciação com crotalaria júncea; b) citros em consorciação com crotalaria júncea; c) sorgo forrageiro com ressemeadura natural de azevém e trevo; d) milho em plantio direto sobre campo nativo.

## Cambissolos

O termo *Cambissolo* se refere a um solo em processo incipiente de formação.

### Características e classificação

Os Cambissolos são solos rasos a profundos, apresentando no perfil uma sequência de horizontes A-Bi-C ou O-A-Bi-C, onde o horizonte Bi é do tipo B incipiente (ver Anexo B). As condições de drenagem desses solos variam de bem drenados a imperfeitamente drenados, dependendo da posição que ocupam na paisagem. Cambissolos são solos em processo de transformação, razão pela qual têm características insuficientes para serem enquadrados em outras classes de solos mais desenvolvidos. Por exemplo, o gradiente textural pode ser insuficiente para classificar o solo como Argissolo, ou a CTC é muito alta para classificá-lo como Latossolo. A presença de fragmentos de rocha é comum no perfil dos Cambissolos, atestando um baixo grau de alteração (pouca intemperização) do material.

No RS, os Cambissolos foram diferenciados em função da acumulação de material orgânico (MO) no horizonte superficial, identificando-se os mais ricos em MO como Cambissolos Húmicos por apresentarem um horizonte superficial A húmico (Figuras 4.23 e 4.24); a maioria dos Cambissolos Háplicos tem um horizonte superficial A proeminente ou A moderado (Figura 4.26 a 4.29), mas ocorrem também Cambissolos Hísticos com horizonte O hístico que são intermediários para Organossolos (Figura 4.25) e são distróficos. Os Cambissolos Húmicos são aluminicos (Al trocável  $\geq 4$  cmol/kg; saturação por Al  $\geq 50\%$ ), portanto extremamente ácidos. Já a maioria dos Cambissolos Háplicos são, geralmente, distróficos (saturação por bases  $< 50\%$ ) ou eutróficos (saturação por bases  $\geq 50\%$ ). As classes de Cambissolos identificadas no RS estão relacionadas na Tabela 4.3.

Tabela 4.3 Classes dos Cambissolos, perfil de referência e legenda no mapa de solos.

Classes de solos	Perfil de referência			Legenda no mapa de solos		
Cambissolo	Húmico	Aluminico	tipico	Bom Jesus (Perfil RS 47) <sup>(1)</sup>	CHa1	
				Farroupilha (Perfil RS 151) <sup>(1)</sup>	CHa2	
	Hístico	Distrófico	tipico	Rocinha (Perfil RS 48) <sup>(1)</sup>	Cld	
				PM 06 <sup>(2)</sup>		
	Háptico	Ta Eutrófico	Tb Distrófico	tipico	Santo Cristo (Perfil SC 06) <sup>(3)</sup>	
			Ta Eutrófico	argissólico	Lajeado Grande (Perfil LG 03) <sup>(4)</sup>	
			Alítico	tipico	Santo Cristo (Perfil SC 19) <sup>(3)</sup>	

<sup>(1)</sup>Brasil, 1973; <sup>(2)</sup> Rio Grande do Sul, 2005; <sup>(3)</sup> Brasil, 2004a ; <sup>(4)</sup> Brasil, 2004b.

### *Ocorrência*

Os Cambissolos Húmicos ocorrem em ambientes onde a alta pluviosidade e as baixas temperaturas favorecem a acumulação da matéria orgânica. Na região dos Campos de Cima da Serra, em relevo ondulado a forte ondulado, são encontrados Cambissolos Hísticos Distróficos típicos (Unidade Rocinha; Figura 4.25) e os típicos (Unidade Bom Jesus; Figura 4.23), associados com Neossolos Litólicos (Unidade Silveiras). Na região da Encosta Superior do Nordeste, em relevo ondulado, são encontrados os Cambissolos Húmicos Alumínicos típicos (Unidade Farroupilha; Figura 4.24) associados com Argissolos Bruno-Acinzentados Alíticos típicos (Unidade Carlos Barbosa) e Neossolos Litólicos (Unidade Caxias). Os Cambissolos Háplicos Distróficos ou Eutróficos (Figuras 4.26 a 4.29), foram identificados em levantamentos mais detalhados e ocorrem em qualquer situação de relevo e paisagem nas demais regiões do Estado. Os Cambissolos Háplicos Eutróficos e Distróficos ocorrem em parte das áreas indicadas como de Chernossolos da unidade Ciríaco (BRASIL, 1973), possivelmente pela degradação dos solos por dezenas de anos de atividade agrícola extrativista.

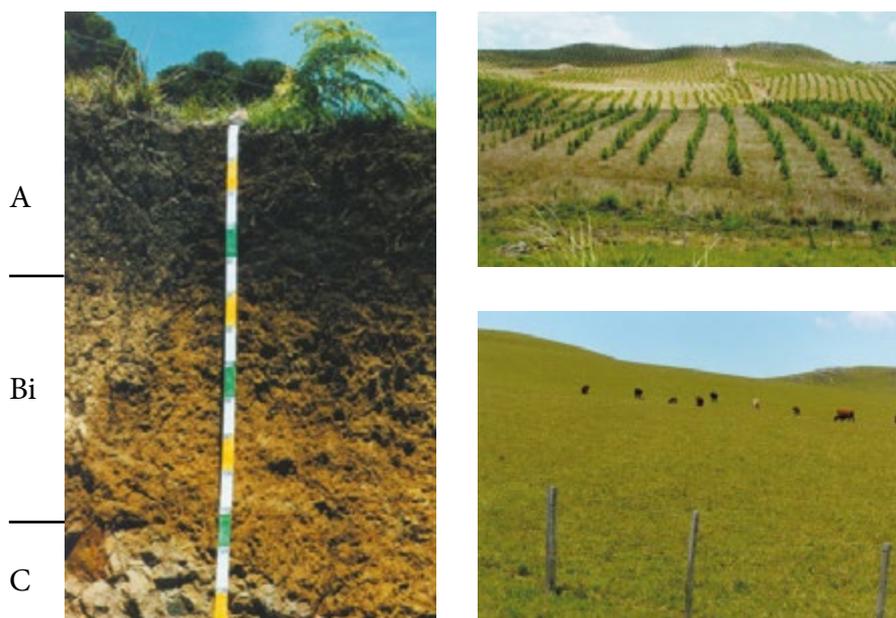


Figura 4.23 Perfil e paisagem de Cambissolo Húmico Alumínico típico (Unidade Bom Jesus).

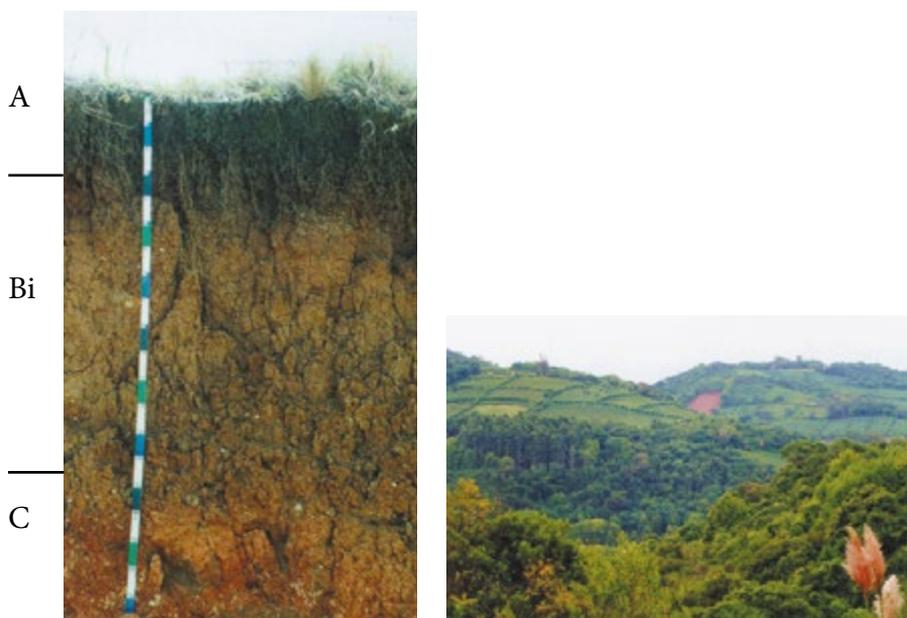


Figura 4.24 Perfil e paisagem de Cambissolo Húmico Alumínico típico (Unidade Farroupilha).

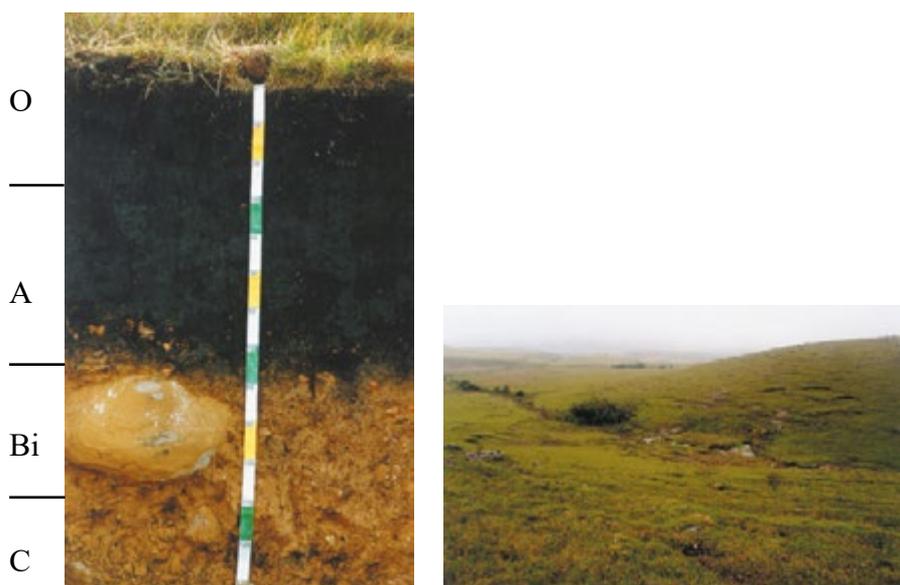


Figura 4.25 Perfil e paisagem de Cambissolo Hístico Distrófico típico (Unidade Rocinha).



Figura 4.26 Perfil e paisagem de Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico (PM 06).



Figura 4.27 Perfil e paisagem de Cambissolo Háplico Tb Eutrófico argissólico (SC 06).



Figura 4.28 Perfil e paisagem de Cambissolo Háplico Ta Distrófico típico (SC 19).



Figura 4.29 Perfil e paisagem de Cambissolo Háplico Ta Eutrófico típico (LG 03).

### *Uso e manejo agrícola*

Os Cambissolos Húmicos e Hísticos (Unidades Bom Jesus e Rocinha) presentes na região dos Campos de Cima da Serra, em situações de maior altitude, devido às limitações climáticas (geadas tardias e baixa insolação), apresentam aptidão restrita para culturas de verão e melhores opções para fruticultura de clima temperado (macieiras e pereiras) e silvicultura, além de pastagens. Os Cambissolos Húmicos Alumínicos típicos (Unidade Farroupilha), na Encosta Superior do Nordeste, apresentam aptidão para culturas anuais e fruticultura de pequena extensão, bem como silvicultura. Devido ao relevo acidentado, forte acidez e baixa disponibilidade de nutrientes, o uso agrícola destes solos exige práticas conservacionistas intensivas e aplicação de elevados níveis de corretivos e fertilizantes. Os Cambissolos Háplicos originados de basalto, situados nas regiões do Alto Uruguai e da Encosta Inferior do Nordeste, apresentam melhor fertilidade química (Tabela 4.4), em comparação aos Cambissolos originados de riolito (região dos Campos de Cima da Serra e da Encosta Superior do Nordeste) e de granito (região da Serra do Sudeste). Esses Cambissolos apresentam potencial para uso agrícola diversificado, além da fruticultura e silvicultura. Os Cambissolos das regiões do Alto Uruguai e da Encosta Inferior do Nordeste provavelmente são Chernossolos Argilúvicos degradados (Unidade Ciríaco) pelo intenso uso agrícola, que resultou na erosão do horizonte A chernozêmico original. Por este motivo, as áreas ocupadas pela Unidade Ciríaco (BRASIL, 1973) atualmente apresentam predomínio de Cambissolos Háplicos Eutróficos e Distróficos. Por tal razão, optou-se por sua representação no mapa de solos (Figura 5.20) em substituição aos Chernossolos (Unidade Ciríaco) que constam em Brasil (1973). Este fato chama a atenção para os efeitos significativos da atividade humana (através do uso e manejo) na modificação das características dos solos. Pelo fato de ocorrerem em diversas condições de material de origem, clima e relevo, com fertilidade química variável, a aptidão agrícola dos Cambissolos deve ser avaliada caso a caso.

Tabela 4.4 Algumas características do horizonte A de Cambissolos: material de origem, frações granulométricas, carbono orgânico (C org.), soma de bases (SB), capacidade de troca de cátions (T) e alumínio extraível (Al<sup>3+</sup>).

Classes de solos	Referência	Material de origem	Frações granulométricas			C org.	SB	T	Al <sup>3+</sup>
			Areia	Silte	Argila				
			%						
Cambissolo Húmico Aluminico típico	RS 47 <sup>(1)</sup>	Riolito	15	30	55	2,5	2,2	19,1	5,8
Cambissolo Hístico Distrófico típico	RS 48 <sup>(1)</sup>	Basalto	50	25	25	8,9	1,4	39	7,4
Cambissolo Háplico Tb Eutrófico argissólico	SC 06 <sup>(3)</sup>		24	36	40	1,2	6,5	14,7	0,9
Cambissolo Háplico Ta Eutrófico típico	LG 03 <sup>(4)</sup>		34	41	25	2,6	21,8	25,5	0,0
Cambissolo Háplico Tb Distrófico argissólico	PM 6 <sup>(2)</sup>	Granito	52	13	35	1,9	2,8	10,1	1,5

<sup>(1)</sup> Brasil, 1973; <sup>(2)</sup> Rio Grande do Sul, 2005; <sup>(3)</sup> Brasil, 2004a ; <sup>(4)</sup> Brasil, 2004b.

## Chernossolos

O termo *Chernossolo* se refere a solos com horizonte A escuro e alta fertilidade química.

### Características e classificação

Os Chernossolos são solos rasos a profundos, apresentando no perfil uma sequência de horizontes A-Bt-C ou A-Bi-C. Estes solos se caracterizam em função de apresentar razoáveis teores de material orgânico, o que confere cores escuras ao horizonte superficial que é do tipo A chernozêmico (ver Anexo B). Além disso, têm uma alta fertilidade química (saturação por bases  $\geq 65\%$ ) e alta CTC em todo o perfil.

No RS, os Chernossolos foram diferenciados em Chernossolos Ebânicos (Figuras 4.30 e 4.31) quando apresentam predomínio de cores escuras também no horizonte B; Chernossolos Argilúvicos (Figuras 4.32 a 4.34) quando há horizonte B textural ou acumulação de argila no B; e os demais são Chernossolos Háplicos (Figura 4.35). No terceiro nível os Chernossolos são diferenciados em *carbonáticos*, quando há presença de carbonatos de cálcio (Figura 4.31); *fêrricos*, quando o teor de ferro é elevado ( $\geq 18\%$ ) (Figura 4.32); e os demais são *órticos*. No quarto nível, os Chernossolos foram distinguidos em *saprolíticos*, *vertissólicos* e *típicos*: os *saprolíticos*, têm o horizonte C dentro de 100 cm da superfície do solo; os *vérticos* têm horizonte vértico ou características vérticas (ver Glossário) dentro de 120 cm da superfície do solo (fendas visíveis, figuras 4.31 e 4.33), ou seja, são intermediários para a classe dos Vertissolos; os Chernossolos que não apresentam características especiais são os *típicos*. As classes de Chernossolos identificadas no RS estão relacionadas na Tabela 4.5.

Tabela 4.5 Classes dos Chernossolos, perfil de referência (BRASIL, 1973) e legenda no mapa de solos.

Classes de solos			Perfil de referência	Legenda no mapa de solos	
Chernossolo	Ebânico	Órtico vertissólico	Seival (Perfil RS 157)	MEo	
		Carbonático vertissólico	Uruguaiana (Perfil RS 148)	MEk	
	Argilúvico	Férrico típico	Ciriaco (Perfil RS 25)	MTf *	
		Órtico	saprolítico	Venda Grande (Perfil RS 94)	MTo1
			vertissólico	Ponche Verde (Perfil RS 158)	MTo2
		Carbonático típico	Formiga (Perfil RS 6)	MTk	
	Háplico	Órtico típico	Vila (Perfil RS 125)	MXo	

\* legenda no mapa substituída por TXp2 – ver descrição no texto.

### Ocorrência

Os Chernossolos Argilúvicos Férricos típicos (Unidade Ciriaco), originados de basalto, ocorrem nas encostas do Vale do Uruguai e da Serra do Mar, e na Encosta Inferior do Nordeste, associados a Neossolos Regolíticos ou Litólicos Eutróficos (Figura 4.32). Entretanto, elevada proporção desses Chernossolos foi degradada pelo uso agrícola, resultando na erosão do horizonte A chernozêmico original, transformando-os em Cambissolos Háplicos (ver Cambissolos) ou em Luvisolos Háplicos (ver Luvisolos). Os Chernossolos Háplicos Órticos típicos (Unidade Vila) situam-se nas várzeas encaixadas dos rios que drenam a Encosta Inferior do Nordeste (rios Toropi, Pardo, Taquari, Caí, dos Sinos e seus afluentes) bem como nas várzeas dos rios Maquiné, Três Forquilhas e Mampituba que drenam a Serra do Mar (Figuras 4.32 e 4.35). Os Chernossolos Argilúvicos Órticos saprolíticos (Unidade Venda Grande) (Figura 4.34) ocorrem esparsos no centro da região Depressão Central. Na Serra do Sudeste, entre Lavras do Sul e São Sepé, ocorrem Chernossolos Ebânicos Órticos vertissólicos (Unidade Seival) (Figura 4.30). Na porção Oeste da Campanha são encontrados os Chernossolos Ebânicos Carbonáticos vertissólicos (Unidade Uruguaiana; Figura 4.31), geralmente associados a Neossolos Regolíticos Eutróficos (Unidade Pedregal; Figura 4.58), enquanto que os Chernossolos Argilúvicos Órticos vertissólicos (Unidade Ponche Verde) ocorrem na porção sudeste da Campanha (Figura 4.33). Na região Litoral Sul, nas planícies da Lagoa Mirim ocorrem Chernossolos Argilúvicos Carbonáticos típicos (Unidade Formiga).

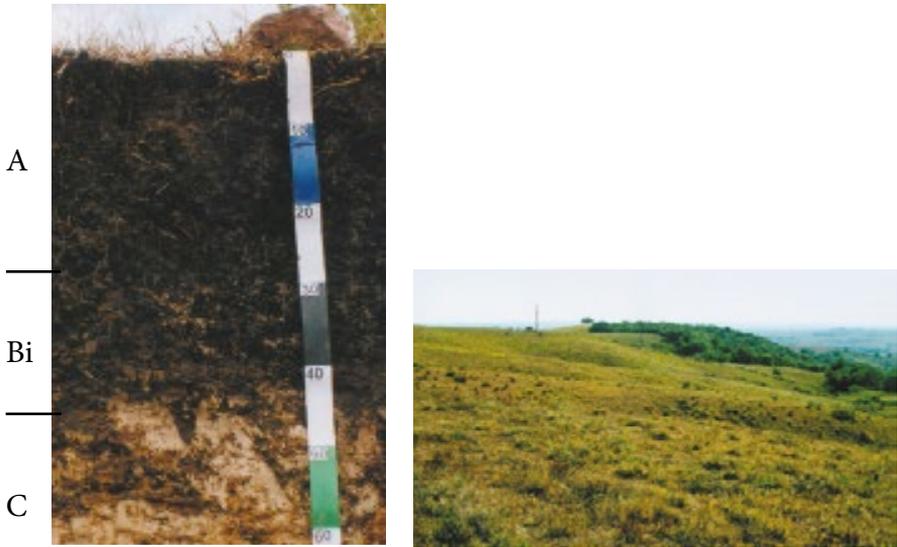


Figura 4.30 Perfil e paisagem de Chernossolo Ebânico Órtico vertissólico (Unidade Seival).

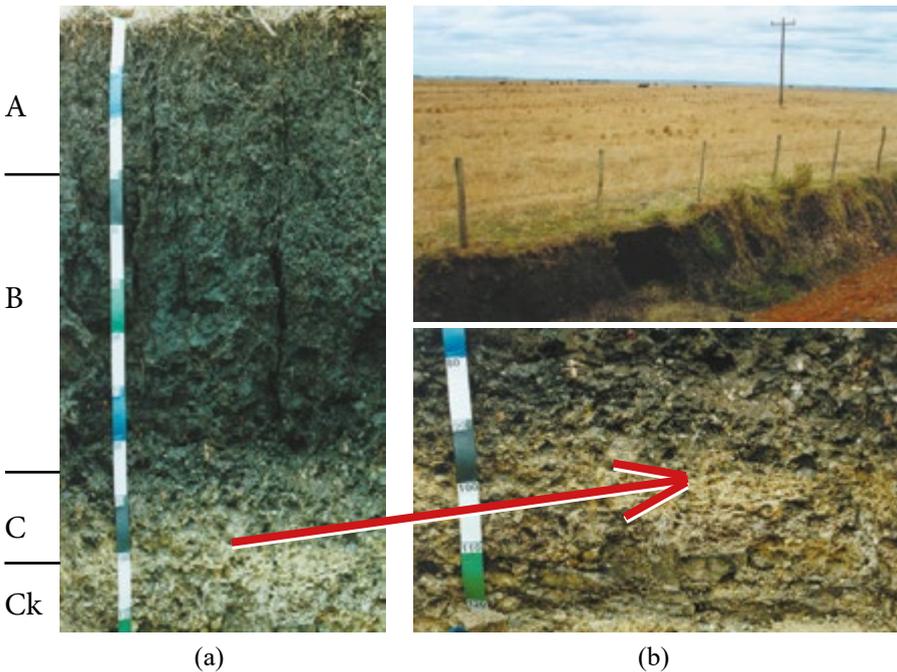


Figura 4.31 Perfil (a) com detalhe do horizonte carbonático (b) e paisagem de Chernossolo Ebânico Carbonático vertissólico (Unidade Uruguaiana).

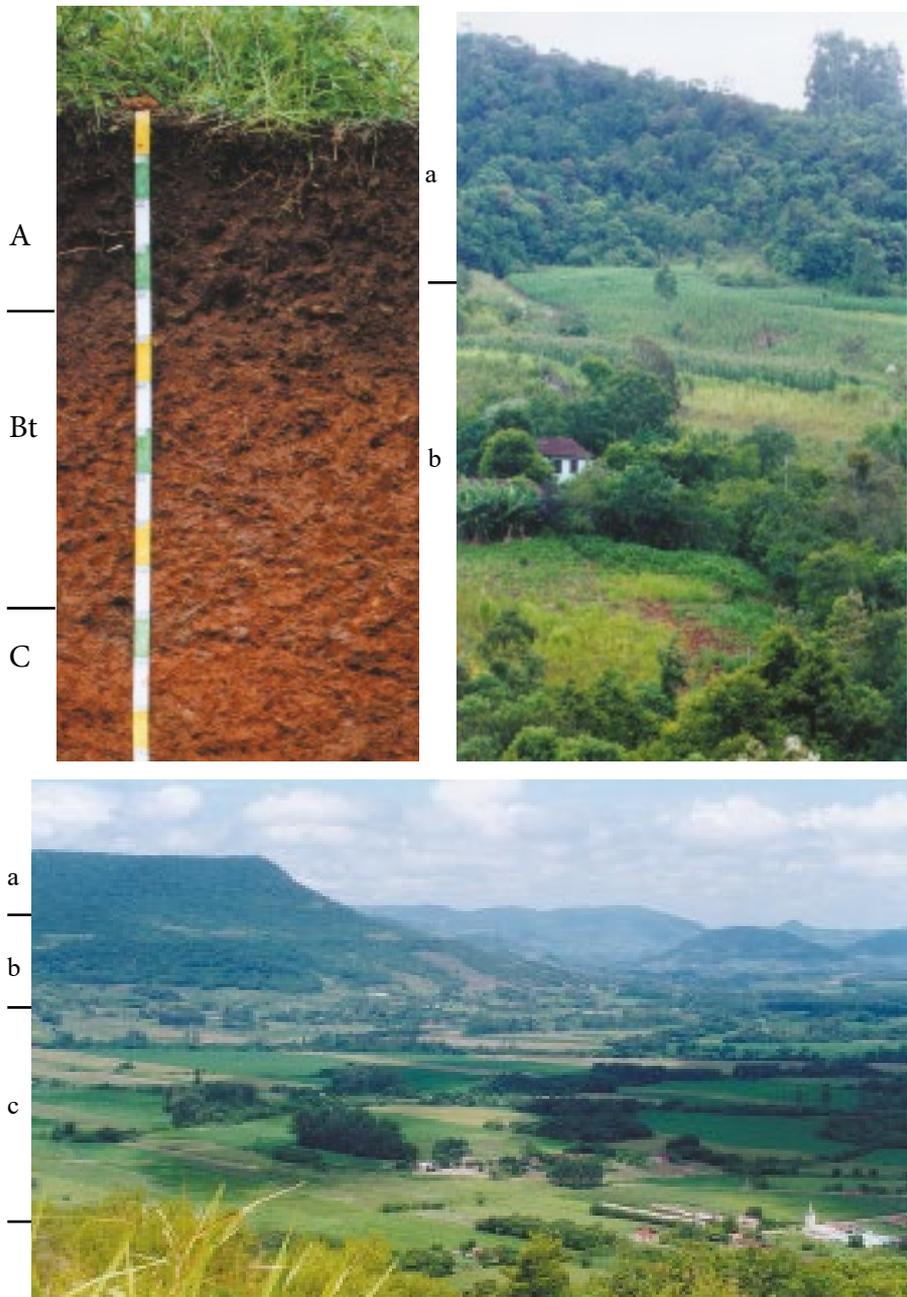


Figura 4.32 Perfil e paisagens de Chernossolo Argilúvico Férnico típico (b) (Unidade Ciríaco) em associação com Neossolo Regolítico Eutrófico típico (a) (Unidade Charrua) e Chernossolo Háplico Órtico típico (c) (Unidade Vila).

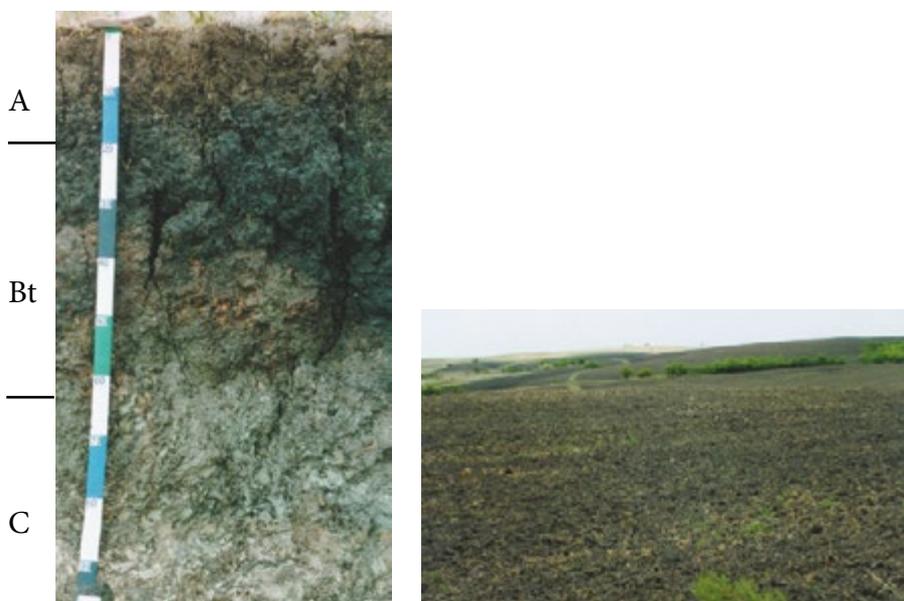


Figura 4.33 Perfil e paisagem de Chernossolo Argilúvico Órtico vertissólico (Unidade Ponche Verde).



Figura 4.34 Perfil e paisagem de Chernossolo Argilúvico Órtico saprolítico (Unidade Venda Grande).



Figura 4.35 Perfil e paisagem de Chernossolo Háplico Órtico típico (Unidade Vila).

#### *Uso e manejo agrícola*

Os Chernossolos Argilúvicos Férricos típicos (Unidade Ciríaco) e os Chernossolos Ebânicos Órticos vertissólicos (Unidade Seival) ocupam áreas de pequena extensão intercaladas com Neossolos Regolíticos ou Litólicos e afloramentos de rocha, em relevo ondulado a fortemente ondulado, o que dificulta a mecanização, exigindo práticas conservacionistas intensivas (Figuras 4.30 e 4.32). Oferecem condições para uso com culturas anuais, fruticultura, pastagem e reflorestamento. A fragilidade dos Chernossolos Argilúvicos Férricos típicos (Unidade Ciríaco) é evidenciada pela perda do horizonte A chernozêmico por erosão em decorrência do uso agrícola extrativista intensivo praticado por várias dezenas de anos. Por esta razão esses solos atualmente são classificados como Luvisolos Háplicos ou Cambissolos Háplicos ou como Neossolos Regolíticos quando houve também erosão do horizonte B.

Os Chernossolos Ebânicos Carbonáticos vertissólicos (Unidade Uruguaiana) situam-se em relevo plano a suavemente ondulado (Figura 4.31). A presença de argilas expansivas (esmetitas) torna-os duros quando secos e plásticos e pegajosos quando úmidos, dificultando o uso e manejo em sistemas de culturas anuais de sequeiro. Em períodos chuvosos, devido à baixa condutividade hidráulica, tornam-se saturados com água. Nesta condição o preparo e a semeadura ficam

inviabilizados. Em períodos mais secos, com semeadura concluída, se advirem dias chuvosos, a germinação das culturas ou pastagens e o desenvolvimento inicial das plantas poderão ser prejudicados pela aeração deficiente, com perda no rendimento da cultura. Por outro lado, a coincidência da época de preparo e semeadura com períodos secos poderá inviabilizar a implantação das culturas ou pastagens devido à excessiva dureza destes solos quando secos, o que impede a ação dos equipamentos de preparo e devido à deficiência de água para a germinação e crescimento das plantas. Estes solos apresentam aptidão de uso com arroz irrigado, entretanto oferecem risco de degradação por tráfego excessivo de máquinas, suscetibilidade à erosão pela facilidade de dispersão das argilas e pela ocorrência associada com Neossolos Regolíticos ou Litólicos (ver Neossolos). Têm aptidão para pastagem natural, porém a lotação excessiva de animais, principalmente na ovinocultura, causa a degradação acelerada destes solos.

Os Chernossolos Háplicos Órticos típicos (Unidade Vila) situam-se em relevo plano a suavemente ondulado, nas várzeas de rios. Apresentam alto potencial para culturas anuais (Figura 4.32), entretanto apresentam risco de inundação ocasional. Em cotas mais baixas são utilizados com arroz irrigado (Figura 4.35).

Os Chernossolos Argilúvicos Carbonáticos típicos (Unidade Formiga) ocorrem em relevo plano, apresentando drenagem imperfeita. Tem aptidão para arroz irrigado, exigindo práticas de drenagem mais eficientes quando utilizados com culturas anuais de sequeiro.

Os Chernossolos Argilúvicos Órticos vertissólicos (Unidade Ponche Verde) situam-se em relevo suave ondulado a ondulado (Figura 4.33), apresentando argilas expansivas na sua constituição. Por isso, oferecem restrições para uso com culturas anuais, apresentando aptidão para pastagens.

A aptidão agrícola dos Chernossolos está limitada, principalmente, às condições de relevo e tipo de argila, mas a fertilidade além de estar relacionada ao tipo e teor de argila, também se relaciona ao material de origem e à matéria orgânica. A tabela 4.6 mostra que os Chernossolos originados de sedimentos lacustres são mais arenosos que os demais e acumulam pouca matéria orgânica, proporcionando-lhes menor fertilidade. Os Chernossolos originados do basalto e siltito possuem grau de fertilidade variado, influenciado pela percentagem e tipo de argila e pela quantidade de matéria orgânica.

Tabela 4.6 Algumas características do horizonte A de Chernossolos (BRASIL, 1973): material de origem, frações granulométricas, carbono orgânico (C org.), soma de bases (SB), capacidade de troca de cátions (T) e alumínio extraível (Al<sup>3+</sup>).

Classes de solos	Referência	Material de origem	Frações granulométricas			C org.	SB	T	Al <sup>3+</sup>
			Areia	Silte	Argila				
			-----%-----						
Chernossolo Ebânico Órtico vértissólico	RS157	Andesito	29	39	32	2,15	16,5	24,4	0,3
Chernossolo Ebânico Carbonático vértissólico	RS148		25	50	25	1,62	17,5	19,4	0,0
Chernossolo Argilúvico Férrico típico	RS 25	Basalto	42	40	18	1,65	12,7	17,7	0,0
Chernossolo Háptico Órtico típico	RS125		4	60	36	1,32	18,5	23,0	0,2
Chernossolo Argilúvico Órtico vértissólico	RS158	Siltito	15	42	43	1,8	18,2	27,6	2,5
Chernossolo Argilúvico Órtico saprolítico	RS 94	Siltito	64	17	19	1,34	13,5	19,3	0,4
Chernossolo Argilúvico Carbonático típico	RS 6	Sedimentos lacustres	56	28	16	0,94	9,1	10,8	0,0

## Gleissolos

O termo *Gleissolo* se refere à processo de gleização (dissolução do ferro) atuante em ambientes alagadiços.

### Características e classificação

Os Gleissolos são solos pouco profundos a profundos, muito mal drenados, de cor acinzentada ou preta, apresentando no perfil uma sequência de horizontes A-Cg, ou A-Bg-Cg ou H-Cg, onde os horizontes Bg e Cg são horizontes glei (ver Anexo B). Os Gleissolos com horizonte superficial (A ou H) com maior espessura e teor de material orgânico (por exemplo: horizonte H hístico, A húmico, A chernozêmico ou A proeminente) são classificados como Gleissolos Melânicos (Figuras 4.36 e 4.37) e os que não atendem esses requisitos são os Gleissolos Hápticos (Figuras 4.38 a 4.40). Os Gleissolos Melânicos e os Gleissolos Hápticos podem ser *eutróficos* (saturação por bases  $\geq 50\%$ ), *distróficos* (saturação por bases  $< 50\%$ ) ou *sódicos* (saturação por sódio  $\geq 15\%$ ). Adicionalmente, no quarto nível esses solos são *típicos*. As classes de Gleissolos identificadas no RS estão relacionadas na Tabela 4.7.

Tabela 4.7 Classes dos Gleissolos, perfil de referência e legenda no mapa de solos.

Classes de solos			Perfil de referência	Legenda no mapa de solos
Gleissolo	Melânico	Ta Eutrófico típico	Colégio (Perfil RS 75) <sup>(1)</sup>	GMve1
		Ta Eutrófico chernossólico	Itapeva (Perfil RS 163) <sup>(1)</sup>	GMve2
		Sódico típico	Santo Cristo (Perfil SC 9) <sup>(3)</sup>	
	Háplico	Tb Distrófico típico	Mangueira (Perfil RS 15-IGRA) <sup>(1)</sup>	GMn
		Ta Eutrófico	típico	Banhado (Perfil RS 45) <sup>(1)</sup>
léptico			Santo Cristo (Perfil SC 23) <sup>(3)</sup>	
		Cristal (Perfil PM 8) <sup>(2)</sup>		

<sup>(1)</sup> Brasil, 1973; <sup>(2)</sup> Rio Grande do Sul, 2005; <sup>(3)</sup> Brasil, 2004a.

### Ocorrência

Os Gleissolos ocorrem tipicamente em depressões mal drenadas em todo Estado. Em maior extensão (Unidades Colégio, Taim e Itapeva) são encontrados em várzeas de rios e nas planícies lagunares, geralmente associados aos Planossolos (Figura 4.36). Os Gleissolos Háplicos Tb Eutróficos típicos (Unidade Banhado; Figura 4.38) foram identificados principalmente na região Oeste do Estado nas várzeas da bacia do rio Uruguai (rios Urucutai, Icamaquã, Butuí, afluentes do Ibi-cuí) e na região Sul nas várzeas dos rios Pirai e Negro. Os Gleissolos Ta Eutróficos são encontrados na região das Missões e Alto Uruguai e os Gleissolos Tb Distróficos (Figura 4.40) são encontrados na Encosta do Sudeste. A ocorrência com Gleissolos Tiomórficos (presença de horizonte sulfúrico e/ou materiais sulfídricos, pH <3,5) e Gleissolos Solódicos são registrados em áreas alagadiças no Litoral Sul do Rio Grande do Sul.



Figura 4.36 Perfil e paisagem de Gleissolo Melânico Ta Eutrófico típico (Unidade Colégio).



Figura 4.37 Perfil e paisagem de Gleissolo Melânico Ta Eutrófico chernossólico (SC 9).



Figura 4.38 Perfil e paisagem de Gleissolo Háplico Ta Eutrófico típico (Unidade Banhado).



Figura 4.39 Perfil e paisagem de Gleissolo Háplico Ta Eutrófico léptico (SC 23).

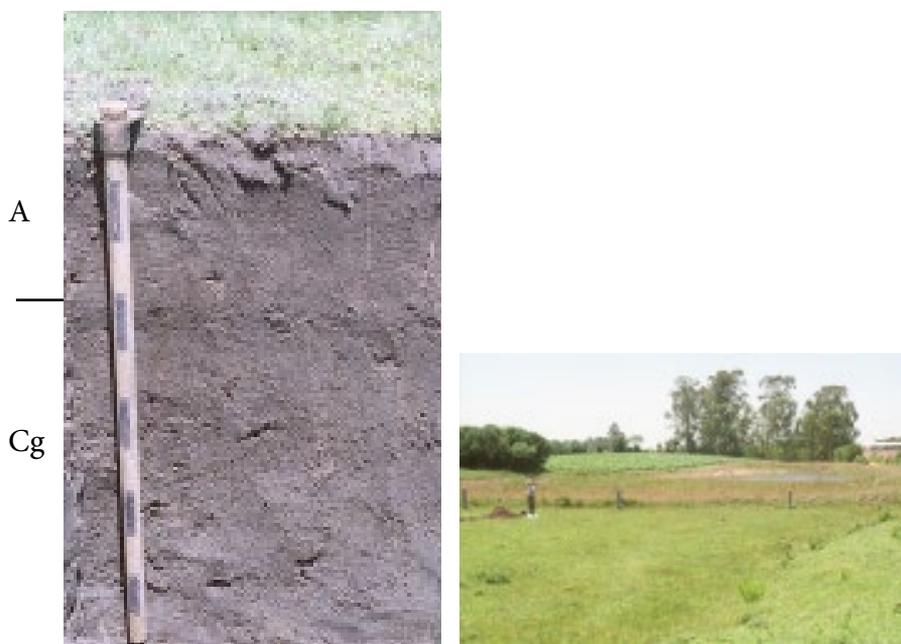


Figura 4.40 Perfil e paisagem de Gleissolo Háplico Tb Distrófico típico (PM 8).

### *Uso e manejo agrícola*

Os Gleissolos que ocorrem em áreas de nascentes dos riachos e ocupam as pequenas depressões nas regiões das Missões, Planalto e Alto Uruguai (Figura 4.41) devem permanecer em preservação permanente. Nas áreas maiores de várzeas de rios e planícies lagunares são solos aptos para cultivo com arroz irrigado e, quando drenados, com culturas anuais como milho, soja, feijão e pastagens. Nos Gleissolos de textura média a drenagem deve ser feita em canais com taludes inclinados para evitar o solapamento das paredes. Devido à baixa condutividade hidráulica nos Gleissolos mais argilosos, o uso de culturas de sequeiro exige uma sistematização do terreno para possibilitar a drenagem superficial. Técnicas de aração com formação de camalhões alternados com depressões e com inclinação para o sistema de drenagem principal são indicadas para esses casos. No uso com arroz irrigado a sistematização também é recomendada, visando economia de água. O preparo do solo inundado para formação de lavoura no sistema de plantio de arroz pré-germinado favorece a dispersão e a suspensão da argila. Quando a água de inundação é movida entre quadros ou é escoada da lavoura antes de possibilitar a decantação dos sedimentos em suspensão, pode

haver perda de argila, matéria orgânica com decréscimo na fertilidade do horizonte A. A longo prazo pode haver uma remoção significativa de argila da camada submetida a esse tipo de preparo do solo, alterando as características originais desses solos, com prejuízo na produtividade da cultura. Na tabela 4.8 estão representados os Gleissolos originados de basalto, sedimentos lacustres e do granito. Verifica-se que de acordo com o material de origem apresentam diferenças na textura, com o menor teor de argila nos Gleissolos originados de granito. Em termos de fertilidade química observa-se que esta aumenta com o teor de argila e de matéria orgânica, indicando que os Gleissolos originados de sedimentos lacustres podem apresentar um potencial de produção maior em relação aos demais.



Figura 4.41 Paisagem com Gleissolos em pequenas depressões com aptidão para preservação permanente.

Tabela 4.8 Algumas características do horizonte A de Gleissolos: material de origem, frações granulométricas, carbono orgânico (C org.), soma de bases (SB), capacidade de troca de cátions (T) e alumínio extraível ( $Al^{3+}$ ).

Classes de solos	Referência	Material de origem	Frações granulométricas			C org.	SB	T	$Al^{3+}$
			Areia	Silte	Argila				
			-----%-----						
Gleissolo Melânico Ta Eutrófico típico	RS 75 <sup>(1)</sup>	Sedimentos lacustres	24	27	49	7,55	19,4	43,6	1,2
Gleissolo Háptico Ta Eutrófico típico	RS 45 <sup>(1)</sup>	Sedimentos de basalto	7	52	41	1,43	15,1	25,0	2,9
Gleissolo Háptico Ta Eutrófico típico	SC 23 <sup>(3)</sup>	Sedimentos de Basalto	9	50	41	1,54	11,1	18,9	0,3
Gleissolo Háptico Tb Distrófico típico	PM 8 <sup>(2)</sup>	Sedimentos de granito	69	18	13	0,81	0,7	6,2	0,5

(<sup>1</sup>) Brasil, 1973; (<sup>2</sup>) Rio Grande do Sul, 2005; (<sup>3</sup>) Brasil, 2004a.

## Latossolos

O termo *Latossolo* relaciona à solos muito profundos e homogêneos, altamente intemperizados.

### *Características e classificação*

Os Latossolos são solos bem drenados, normalmente profundos a muito profundos, apresentando no perfil uma sequência de horizontes A-Bw-C, onde o horizonte Bw é do tipo B latossólico (consultar Glossário). Em alguns casos podem ser pouco profundos associados com inclusões de Neossolos Regolíticos ou Litólicos (Figura 4.42). Os Latossolos têm pouco ou nenhum incremento de argila com a profundidade e apresentam uma transição difusa ou gradual entre os horizontes; por isso mostram um perfil muito homogêneo, onde é difícil diferenciar os horizontes. Por serem solos muito intemperizados, têm predomínio de caulinita e óxidos de ferro, o que lhes confere uma baixa CTC (atividade da argila  $< 17 \text{ cmol}_c/\text{kg}$ ); a maioria dos Latossolos apresenta acentuada acidez, uma baixa reserva de nutrientes e toxidez por alumínio para as plantas; entretanto, também ocorrem Latossolos com alta saturação por bases (eutroféricos), em áreas da região do Alto Uruguai.

No RS, os Latossolos foram diferenciados em Latossolos Brunos e Latossolos Vermelhos conforme a cor predominante no horizonte B. Os Latossolos Brunos são *aluminoférricos* ( $\text{Al} \geq 4 \text{ cmol}_c/\text{kg}$ , saturação por  $\text{Al} \geq 50\%$  e teor de  $\text{Fe} \geq 18\%$ ) e *aluminicos* ( $\text{Al} \geq 4 \text{ cmol}_c/\text{kg}$  e saturação por  $\text{Al} \geq 50\%$ ); há ocorrências também de Latossolos Brunos *cambissólicos* quando apresentam características intermediárias para a classe dos Cambissolos (IBGE,1986), além dos típicos que são os predominantes (Figura 4.42). Os Latossolos Vermelhos com baixa saturação por bases ( $< 50\%$ ) e elevado teor de ferro ( $\geq 18\%$ ) são *distroféricos* (Figuras 4.43 e 4.44); quando têm caráter aluminico ( $\text{Al} \geq 4 \text{ cmol}_c/\text{kg}$ ; saturação por  $\text{Al} \geq 50\%$ ) e elevado teor de ferro ( $\geq 18\%$ ) são Latossolos Vermelhos *aluminoférricos* (Figuras 4.42 e 4.46), e os que apresentam baixa saturação por bases ( $< 50\%$ ) são *distróficos* (Figuras 4.47 a 4.49); também ocorrem em menor extensão Latossolos Vermelhos *eutroféricos* (saturação por bases  $\geq 50\%$  e teor de  $\text{Fe} \geq 18\%$ , Figura 4.45 SC 11). No quarto nível, foram identificados Latossolos *húmicos* por terem horizonte A húmico, argissólicos que possuem características intermediários para Argissolos e os *típicos* que são os normais. As classes de Latossolos identificadas no RS estão relacionadas na Tabela 4.9.

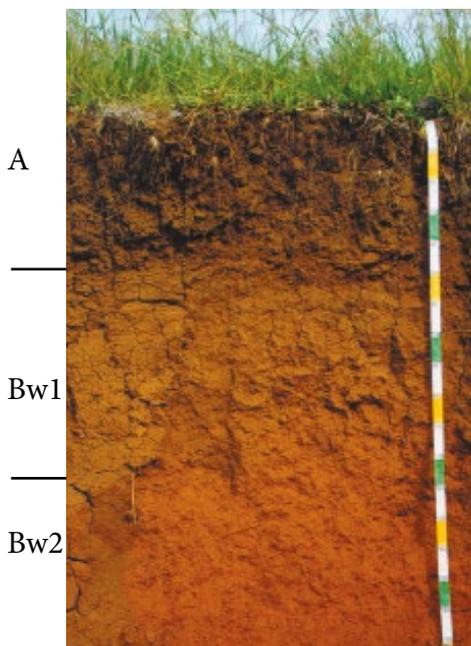


Figura 4.42 Perfil e paisagem de Latossolo Bruno Aluminoférrico típico (Unidade Vacaria).

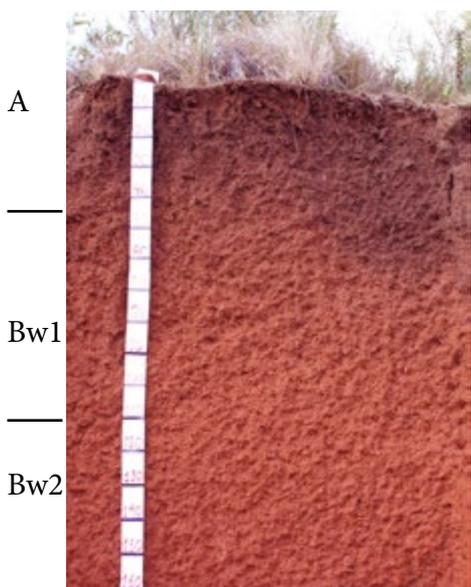


Figura 4.43 Perfil e paisagem de Latossolo Vermelho Distroférico húmico (Unidade Durox).



Figura 4.44 Perfil e paisagem de Latossolo Vermelho Distroférico típico (Unidade Santo Ângelo).



Figura 4.45 Perfil e paisagem de Latossolo Vermelho Eutroférico típico (SC 11).



Figura 4.46 Perfil e paisagem de Latossolo Vermelho Aluminoférrico típico (Unidade Erechim).

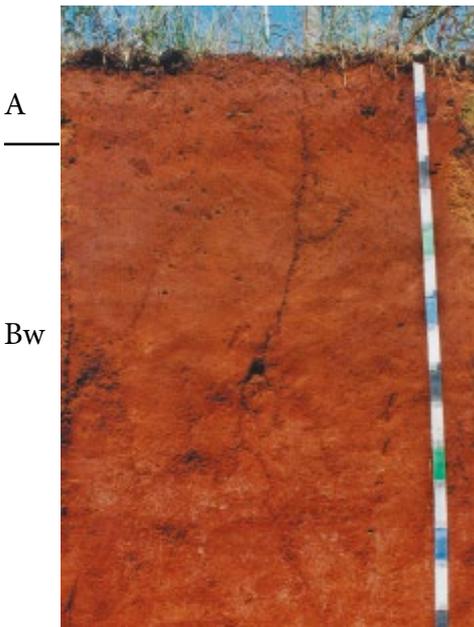


Figura 4.47 Perfil e paisagem de Latossolo Vermelho Distrófico argissólico (Unidade Cerrito).

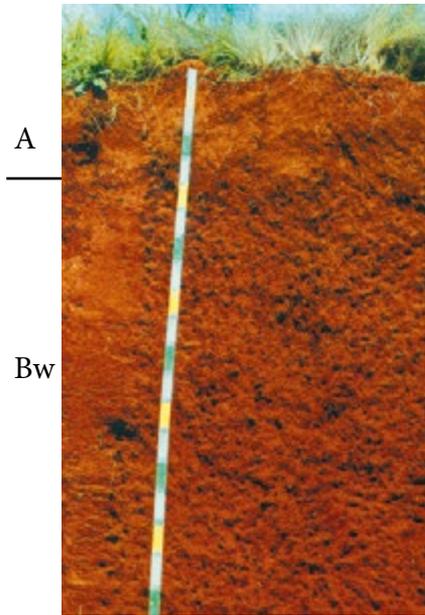


Figura 4.48 Perfil e paisagem de Latossolo Vermelho Distrófico típico (Unidade Cruz Alta).

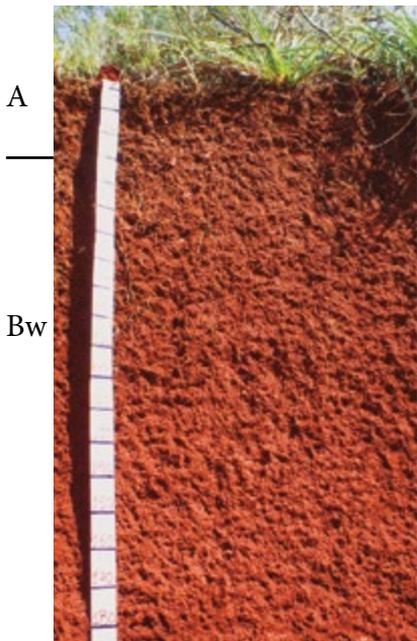


Figura 4.49 Perfil e paisagem de Latossolo Vermelho Distrófico típico (Unidade Passo Fundo).

No RS, os Latossolos e os Nitossolos têm comumente características muito próximas, dificultando sua distinção no campo. Isto decorre dos critérios usados na sua distinção (grau de desenvolvimento da estrutura, presença de cerosidade e respectivo grau de desenvolvimento e quantidade) serem difíceis de avaliar e não isentos de subjetividade. Além desses aspectos, os atributos citados são observáveis apenas em perfis expostos recentemente e não são discerníveis em material obtido por tradagem. Isto pode ser considerado uma deficiência do SiBCS, merecedora de uma futura revisão. Todavia, a dificuldade de distinguir entre Latossolos e Nitossolos é irrelevante, uma vez que o uso e o manejo dos solos não são significativamente diferentes entre estas classes.

Tabela 4.9 Classes dos Latossolos, perfil de referência e legenda no mapa de solos.

Classes de solos		Perfil de referência		Legenda no mapa de solos	
Latossolo	Bruno	Aluminoférrico	típico	Vacaria (Perfil RS 49) <sup>(1)</sup>	LBaf
		Alumínico	típico	Erval Grande (Perfil RS 27) <sup>(1)</sup>	LBa
	Vermelho	Distroférico	húmico	Durox (Perfil RS 30) <sup>(1)</sup>	LVdf1
			típico	Santo Ângelo (Perfil RS 35) <sup>(1)</sup>	LVdf2
		Eutroférico	típico	Santo Cristo (Perfil SC 11) <sup>(2)</sup>	
		Aluminoférrico	típico	Erechim (Perfil RS 16) <sup>(1)</sup>	LVaf
	Distrófico	argissólico	Cerrito (Perfil RS 160) <sup>(1)</sup>	LVd1	
		típico	Cruz Alta (Perfil RS 6) <sup>(1)</sup>	LVd2	
		Passo Fundo (Perfil RS 22) <sup>(1)</sup>	LVd3		

<sup>(1)</sup> Brasil, 1973; <sup>(2)</sup> Brasil, 2004a.

### Ocorrência

Os Latossolos Brunos Aluminoférricos típicos (Unidade Vacaria; Figura 4.42) e alumínicos típicos (Unidade Erval Grande) ocorrem em áreas da região do Alto Uruguai, bem como na região dos Campos de Cima da Serra juntamente com Latossolos Vermelhos Distroféricos húmicos (Unidade Durox; Figura 4.43). Em pequena extensão na porção Oeste da região do Alto Uruguai, ocorrem Latossolos Vermelhos Eutroféricos típicos (Figura 4.45). Na região do Planalto Médio e das Missões, ocorrem as classes Latossolos Vermelhos Distroféricos típicos (Unidade Santo Ângelo; Figura 4.44), Latossolos Vermelhos Aluminoférricos típicos (Unidade Erechim; Figura 4.46) originados de basalto e os Latossolos Vermelhos Distróficos típicos (Unidade Passo

Fundo; Figura 4.49 e unidade Cruz Alta; Figura 4.48) originados de arenito. Latossolos Vermelhos Distróficos típicos (Unidade Cerrito; Figura 4.47), originados de arenito e os Latossolos Vermelhos Distróficos argissólicos (Figura 4.47) são encontrados em pequena extensão na região de São Sepé.

Os Latossolos mais argilosos, originados de basalto, também são reconhecidos a campo pela presença abundante da limalha de ferro (magnetita de coloração preta) nos valos de drenagem. Por sua vez, os Latossolos mais arenosos ou sua mistura com material basáltico são reconhecidos pelo depósito de grãos claros de areia (quartzo) nos valos de drenagem.

### *Uso e manejo agrícola*

Em função de suas propriedades físicas (profundos, bem drenados, muito porosos, friáveis, bem estruturados) e condições de relevo suave ondulado, os Latossolos possuem boa aptidão agrícola, desde que corrigida a fertilidade química. Nos Latossolos Vermelhos Alumínofêrricos e nos Latossolos Brunos Alumínicos, as maiores limitações referem-se aos elevados teores de alumínio trocável ao longo do perfil, os quais são tóxicos para culturas com sistema radicular profundo, como por exemplo fruticultura. Para tanto, é necessário corrigir a acidez em profundidade superior aos 40 cm antes da implantação do pomar. Os Latossolos podem ser utilizados com culturas de inverno e de verão, exigindo práticas conservacionistas adequadas, como por exemplo plantio direto intercalado com plantas recuperadoras como aveia, ervilhaca e nabo forrageiro (Figura 4.20), com terraceamento e canais escoadouros protegidos (Figura 4.50 a e b). Os Latossolos Vermelhos Distróficos de textura média (Unidades Cruz Alta e Cerrito), originados de arenito, por apresentarem textura mais arenosa (Tabela 4.10) são mais pobres em fertilidade e mais susceptíveis à erosão, exigindo práticas conservacionistas intensivas quando usados com culturas anuais. Para os Latossolos da região dos Campos de Cima da Serra, existem limitações climáticas (geadas) para lavouras de verão, sendo aptos para frutíferas de clima temperado, pastagens e culturas de inverno (Figura 4.51 a e b).



(a)



(b)

Figura 4.50 Uso de Latossolo com culturas anuais em plantio direto com terraços



(a)



(b)

Figura 4.51 Uso de Latossolo com fruticultura, macieira (a) e pereira (b), com solo protegido.

Tabela 4.10 Algumas características do horizonte A de Latossolos (BRASIL, 1973): material de origem, frações granulométricas, carbono orgânico (C org.), soma de bases (SB), capacidade de troca de cátions (T) e alumínio extraível (Al<sup>3+</sup>).

Classes de solos	Referência	Material de origem	Frações granulométricas			C org.	SB	T	Al <sup>3+</sup>
			Areia	Silte	Argila				
			%						
Latossolo Vermelho Aluminoférrico típico	RS 16	Basalto	3	23	74	1,80	0,6	14,6	5,7
Latossolo Vermelho Distrófico típico	RS 22	Basalto	44	14	42	1,36	1,7	10,5	2,2
Latossolo Vermelho Distrófico argissólico	RS160	Arenito	59	19	22	0,85	1,9	6,3	1,6
Latossolo Vermelho Distrófico típico	RS 6	Arenito	70	9	21	1,02	1,8	6,4	1,3

## Luvissolos

O termo *Luvissolo* significa acumulação subsuperficial de argila.

### *Características e classificação*

Os Luvissolos são geralmente solos pouco profundos, de bem a imperfeitamente drenados, apresentando no perfil uma sequência de horizontes A-Bt-C, onde o horizonte Bt é do tipo B textural (ver Anexo B). Estes solos têm alta CTC (atividade da argila  $\geq 27$  cmol/kg) e alta saturação por bases ( $\geq 50\%$ ).

No RS, foram distinguidos os Luvissolos Crômicos que apresentam cores mais “vivas” no horizonte B (Figuras 4.52, 4.55 e 4.56) e os Luvissolos Háplicos que têm cores mais acinzentadas ou escuras no horizonte B (Figuras 4.53 a 4.54). Os Luvissolos Crômicos e Háplicos com espessura dos horizontes A+B > 80 cm são identificados como Pálicos, enquanto que os de menor espessura são os Órticos. No quarto nível foram identificados Luvissolos Crômicos Pálicos abruptos por apresentarem mudança textural abrupta. Os Luvissolos Háplicos Órticos típicos e os Luvissolos Crômicos Órticos típicos apresentam as características normais da classe. As classes de Luvissolos identificadas no RS estão relacionadas na Tabela 4.11.

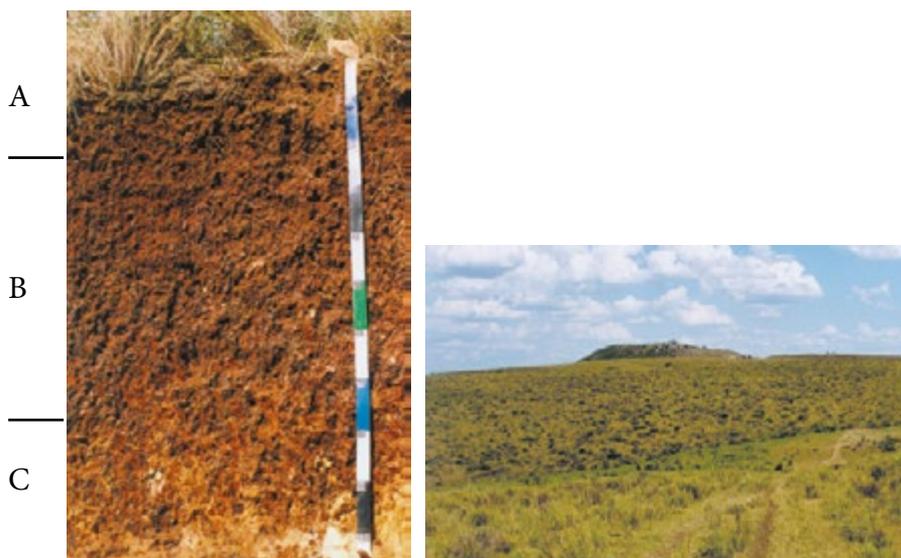


Figura 4.52 Perfil e paisagem de Luvissolo Crômico Órtico típico (Unidade Cambai).

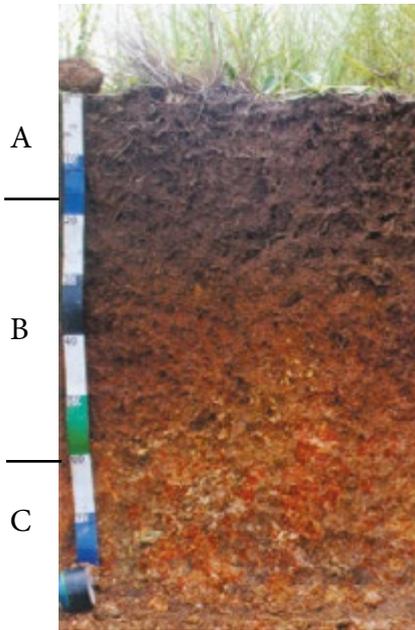


Figura 4.53 Perfil e paisagem de Luvisolo Háplico Órtico típico (Unidade Bexigoso)

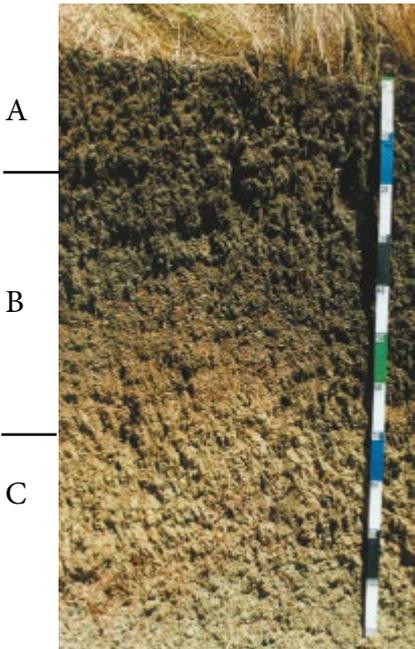


Figura 4.54 Perfil e paisagem de Luvisolo Háplico Órtico típico (Unidade Pirái)



Figura 4.55 Perfil e paisagem de Luvisolo Crômico Pálico abrupto (Unidade Virgínea).



Figura 4.56 Perfil e paisagem de Luvisolo Crômico Pálico abrupto (Unidade Caldeirão).

Tabela 4.11 Classes dos Luvisolos (BRASIL, 1973), perfil de referência e legenda no mapa de solos.

Classes de solos			Perfil de referência	Legenda no mapa de solos	
Luvisolo	Crômico	Pálico	abrupto	Caldeirão (Perfil RS 114) <sup>(1)</sup>	TCp1
				Virgínia (Perfil RS 165)	TCp2
		Órtico	típico	Cambaí (Perfil RS 98)	TCo1
				Carajá (Perfil RS 112) <sup>(1)</sup>	TCo2
	Háplico	Órtico	típico	Bexigoso (Perfil RS 122)	TXo1
				Pirai (Perfil RS 95)	TXo2

### *Ocorrência*

Os Luvisolos Crômicos Pálicos abrupticos (Unidade Virgínia; Figura 4.55), originados de basalto, ocorrem ao Oeste na região da Campanha e das Missões, entre os municípios de Uruguaiana e São Borja, geralmente associados com Plintossolos Argilúvicos Alumínicos abrupticos (Figura 4.86) (IBGE, 1986). Os Luvisolos Crômicos Pálicos abrupticos (Unidade Caldeirão; Figura 4.56) originados de arenitos e conglomerados são encontrados na Serra do Sudeste, na região próxima ao município de Caçapava do Sul. Os Luvisolos Háplicos Órticos típicos (Unidade Bexigoso; Figura 4.53), originados de granitos e gnaisses, são encontrados ao Sul da região da Encosta do Sudeste e Serra do Sudeste, próximo à Jaguarão e Herval, bem como a este da região da Campanha entre Bagé e São Gabriel, ao Sul da região da Depressão Central, próximo à São Sepé. Os Luvisolos Háplicos Órticos típicos (Unidade Piraí; Figura 4.54), originados de argilitos e siltitos, ocorrem ao Norte e Nordeste de São Gabriel, a Noroeste de Dom Pedrito e nas proximidades de Pantano Grande e Butiá. Os Luvisolos Crômicos Órticos típicos (Unidade Cambaí; Figura 4.52), originados de xisto, ocorrem em Vila Nova; entre São Gabriel, Caçapava do Sul e Lavras do Sul; em Dom Feliciano e entre Camaquã e Amaral Ferrador. E a Unidade Carajás, originado de arenito e conglomerado, é encontrada entre Caçapava do Sul e Lavras. Os Luvisolos Háplicos Pálicos típicos ocorrem nas encostas do Vale do Uruguai, da Serra do Mar e na Encosta Inferior do Nordeste, associados a Neossolos Regolíticos ou Litólicos Eutróficos ocupando parte das áreas indicadas como de Chernossolos da Unidade Ciríaco (BRASIL, 1973), possivelmente pela degradação dos solos por dezenas de anos de atividade agrícola extrativista.

### *Uso e manejo agrícola*

Os Luvisolos têm boa fertilidade química natural, exceto aqueles originados do arenito, e de uma maneira geral todos têm carência de fósforo. A Tabela 4.12 mostra que a fertilidade (CTC) está relacionada ao teor de argila e matéria orgânica. Os Luvisolos Crômicos Órticos típicos (Unidade Cambaí), originado do silito, apresentam maiores teores de argila e matéria orgânica, conseqüentemente melhor condição de fertilidade natural. Já os Luvisolos Háplicos Órticos típicos (Uni-

dade Bexigoso) originados de granitos e gnaisses apresentam teores menores de argila e matéria orgânica, características em função das quais necessitam de maiores investimentos em corretivos e sistemas de manejo. Os Luvissoles Crômicos Órticos típicos (Unidade Cambaí) e os Luvissoles Háplicos Órticos típicos (Unidade Bexigoso) ocorrem em relevo ondulado, são pouco profundos, até rasos (Figuras 4.52 e 4.53) e estão comumente associados com afloramentos de rochas e Neossolos Litólicos e Regolíticos. Esses solos apresentam aptidão regular para culturas anuais devido às limitações quanto ao armazenamento de água para as plantas e o uso de implementos agrícolas; exigem práticas conservacionistas intensivas, como por exemplo o terraceamento em desnível e cobertura vegetal viva ou morta permanente. Os Luvissoles Háplicos Órticos típicos (Unidade Piraí) ocorrem em relevo ondulado (Figura 4.54) e por apresentarem argilas expansivas (esmectita) na sua constituição, têm alta suscetibilidade à erosão e baixa condutividade hidráulica, dificultando o manejo e exigindo práticas conservacionistas intensivas. Os Luvissoles Crômicos Pálicos abruptos (Unidade Virgínia) ocorrem em relevo plano a suavemente ondulado, apresentando aptidão para culturas de verão; têm alta retenção de umidade na camada superficial nos períodos chuvosos, o que pode dificultar o seu uso para as culturas de inverno. Os Luvissoles Crômicos Pálicos abruptos (Unidade Caldeirão), por serem arenosos e possuírem mudança textural abrupta são susceptíveis aos processos de erosão, necessitando de boas práticas conservacionistas, principalmente em relação à cobertura vegetal e à produção de resíduos culturais.

Os Luvissoles Háplicos Pálicos típicos (correspondentes à Unidade Ciriaco degradada) ocupam áreas de pequena extensão intercaladas com Neossolos Regolíticos ou Litólicos e afloramentos de rocha, em relevo ondulado a fortemente ondulado, o que dificulta a mecanização. O fato de serem resultantes da degradação de Chernossolos por manejo inadequado que permitiu a erosão do horizonte A, mostra que esses solos requerem práticas conservacionistas intensivas. Sob esta condição apresentam potencial para culturas anuais, fruticultura, pastagem e reflorestamento.

Tabela 4.12 Algumas características do horizonte A de Luvisolos (BRASIL, 1973): material de origem, frações granulométricas, carbono orgânico (C org.), soma de bases (SB), capacidade de troca de cátions (T) e alumínio extraível (Al<sup>3+</sup>).

Classes de solos	Referência	Material de origem	Frações granulométricas			C org.	SB	T	Al <sup>3+</sup>
			Areia	Silte	Argila				
			-----%-----						
Luvissolo Crômico Órtico típico	RS 98	Substrato de xisto	37	38	25	1,4	8,05	13,1	0,25
Luvissolo Háptico Órtico típico	RS122	Granito	47	31	22	1,1	6,4	11,2	1,05
Luvissolo Háptico Órtico típico	RS 95	Substrato de siltito	21	42	37	2,0	10,6	20,1	3,1
Luvissolo Crômico Pálico abrupto	RS165	Basalto	59	23	18	1,5	6,1	11,9	1,0

## Neossolos

O termo *Neossolo* se refere a solos novos, pouco desenvolvidos.

### *Características e classificação*

Os Neossolos são solos rasos ou profundos, apresentando no perfil uma sequência de horizontes A-R, A-C, A-C-R, A-Cr-R, O-R ou H-C; podem apresentar horizonte B desde que haja insuficiência de requisitos para qualquer tipo de horizonte B diagnóstico. O Neossolos são solos de formação muito recente, desenvolvidos a partir dos mais diversos tipos de rochas (material de origem) e encontrados nas mais diversas condições de relevo e drenagem.

No RS foram distinguidos dessa forma: (1) Neossolos Litólicos (Figuras 4.57a; 4.60 e 4.62a; 4.66b) que apresentam um horizonte A ou O assentado diretamente sobre horizonte C ou Cr ou sobre material com 90% (por volume) ou mais da sua massa constituída por fragmentos de rocha com diâmetro > 2 mm (cascalhos, calhaus, matacões), com contato lítico (rocha, camada R) dentro de 50 cm da superfície do solo. (2) Neossolos Regolíticos (Figuras 4.57b; 4.58; 4.59; 4.62b; 4.61 a 4.66) que apresentam o horizonte A assentado sobre a rocha totalmente alterada (horizonte C ou Cr) e contato lítico em profundidade maior do que 50 cm, admitindo horizonte Bi com espessura < 10 cm. (3) Neossolos Flúvicos que apresentam o horizonte A situado sobre sedimentos fluviais estratificados e/ou distribuição irregular de C orgânico com a profundidade. (4) Neossolos Quartzarênicos (Figuras 4.67 a 4.69) que apresentam o horizonte A assentado sobre sedimentos

muito arenosos (de textura areia ou areia franca, com teor de argila  $\leq 15\%$ ), constituídos por grãos soltos de quartzo. Entre esses solos, os Neossolos Regolíticos são os de maior frequência no RS, enquanto que os Neossolos Flúvicos ocupam a menor extensão.

Os Neossolos Litólicos e os Neossolos Regolíticos são diferenciados no terceiro nível da seguinte forma: *eutróficos*, quando apresentam alta saturação por bases ( $\geq 50\%$ ) (Figuras 4.57 e 4.58); em *distróficos* quando a saturação por bases é baixa ( $< 50\%$ ) (Figura 4.65); *húmicos* quando têm horizonte A húmico (Figuras 4.59 a 4.61); e *distroúmbricos* (Figuras 4.62 a 4.64) quando têm saturação por bases baixa ( $< 50\%$ ) e horizonte A proeminente. No quarto nível, os Neossolos Litólicos são distinguidos em *fragmentários* quando têm contato lítico fragmentário (rocha fragmentada) (Figuras 4.57 e 4.64); os Neossolos Regolíticos são distinguidos em *lépticos* quando apresentam contato lítico (rocha) entre 50 e 100 cm da superfície do solo (Figuras 4.57b; 4.58; 4.60; 4.61; 4.62b; 4.63 e 4.64). Tanto os Neossolos Litólicos como os Regolíticos são considerados *típicos* quando têm as feições normais da respectiva classe.

Os Neossolos Quartzarênicos são distinguidos no terceiro nível conforme as condições de drenagem em *hidromórficos* (Figura 4.69) quando mal drenados e em *órticos* quando bem drenados (Figura 4.67 e 4.68). No quarto nível são diferenciados em *argissólicos* quando têm horizonte E ou lamelas mais argilosas com espessura total  $< 15$  cm, isto é, feições intermediárias para a classe Argissolos; e *típicos* quando apresentam as feições normais da classe. Os Neossolos Flúvicos são distinguidos no terceiro nível em *eutróficos* (saturação por bases  $\geq 50\%$ ) e *distróficos* (saturação por bases  $< 50\%$ ). No quarto nível os Neossolos Flúvicos são *gleissólicos* quando apresentam feições intermediárias para a classe Gleissolos. As classes de Neossolos identificadas no RS estão relacionadas na Tabela 4.13.

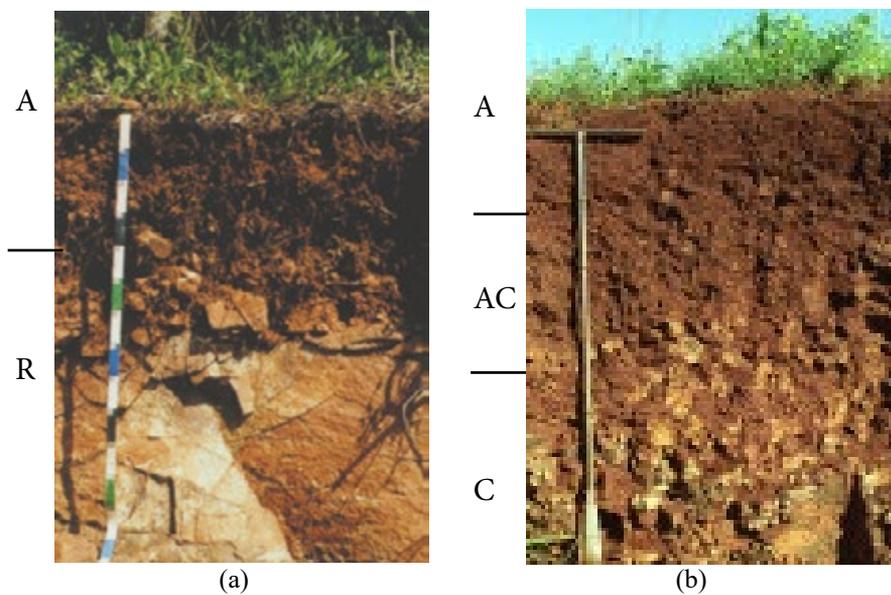


Figura 4.57 Perfis e paisagem de Neossolo Litólico Eutrófico fragmentário (a) e Neossolo Regolítico Eutrófico léptico ou típico (b) (Unidade Charrua).



Figura 4.58 Perfil e paisagem de Neossolo Regolítico Eutrófico léptico ou típico (Unidade Pedregal).



Figura 4.59 Perfil e paisagem de Neossolo Regolítico Húmico léptico ou típico (Unidade Lavras).



Figura 4.60 Perfil e paisagem de Neossolo Litólico Húmico léptico (Unidade Silveiras).

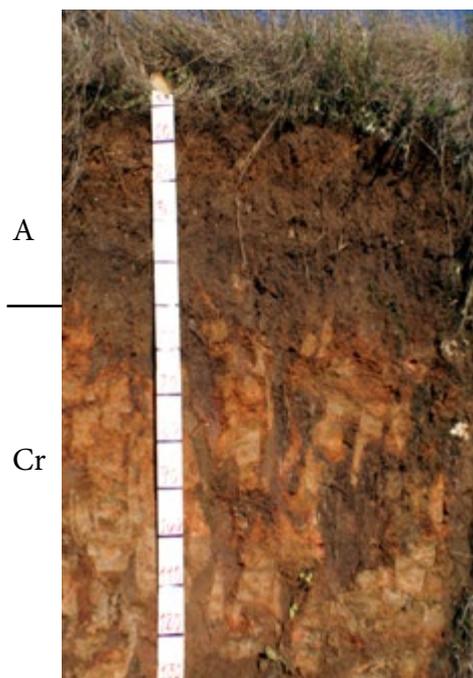


Figura 4.61 Perfil e paisagem de Neossolo Regolítico Húmico léptico ou típico (Unidade Ibaré).

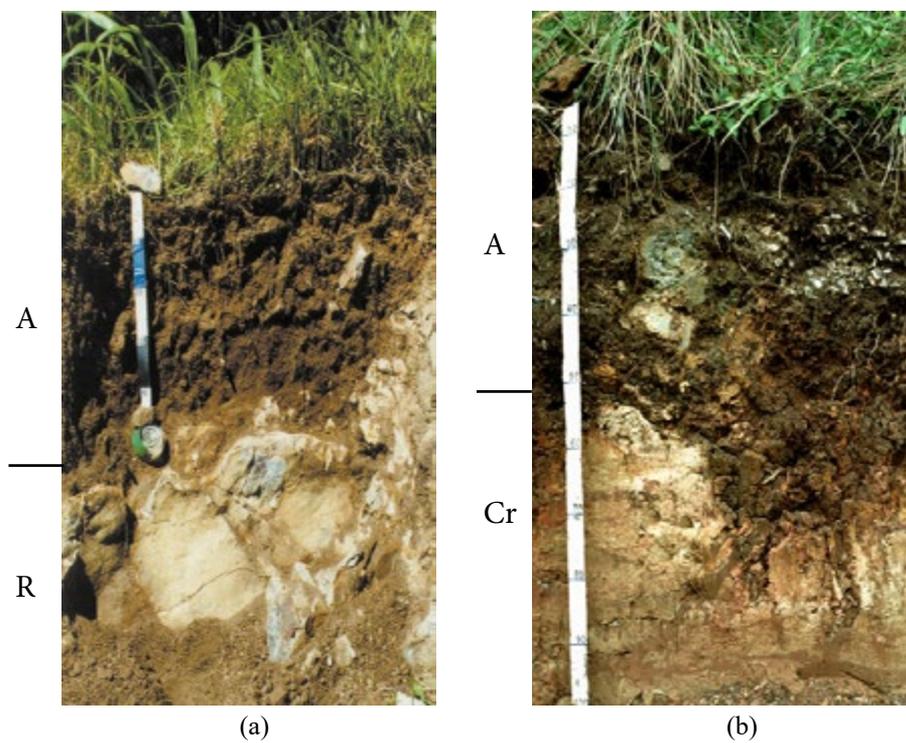


Figura 4.62 Perfis e paisagem de Neossolo Litólico Distrófico típico (a) e Neossolo Regolítico Distrófico léptico ou típico (b) (Unidade Caxias).

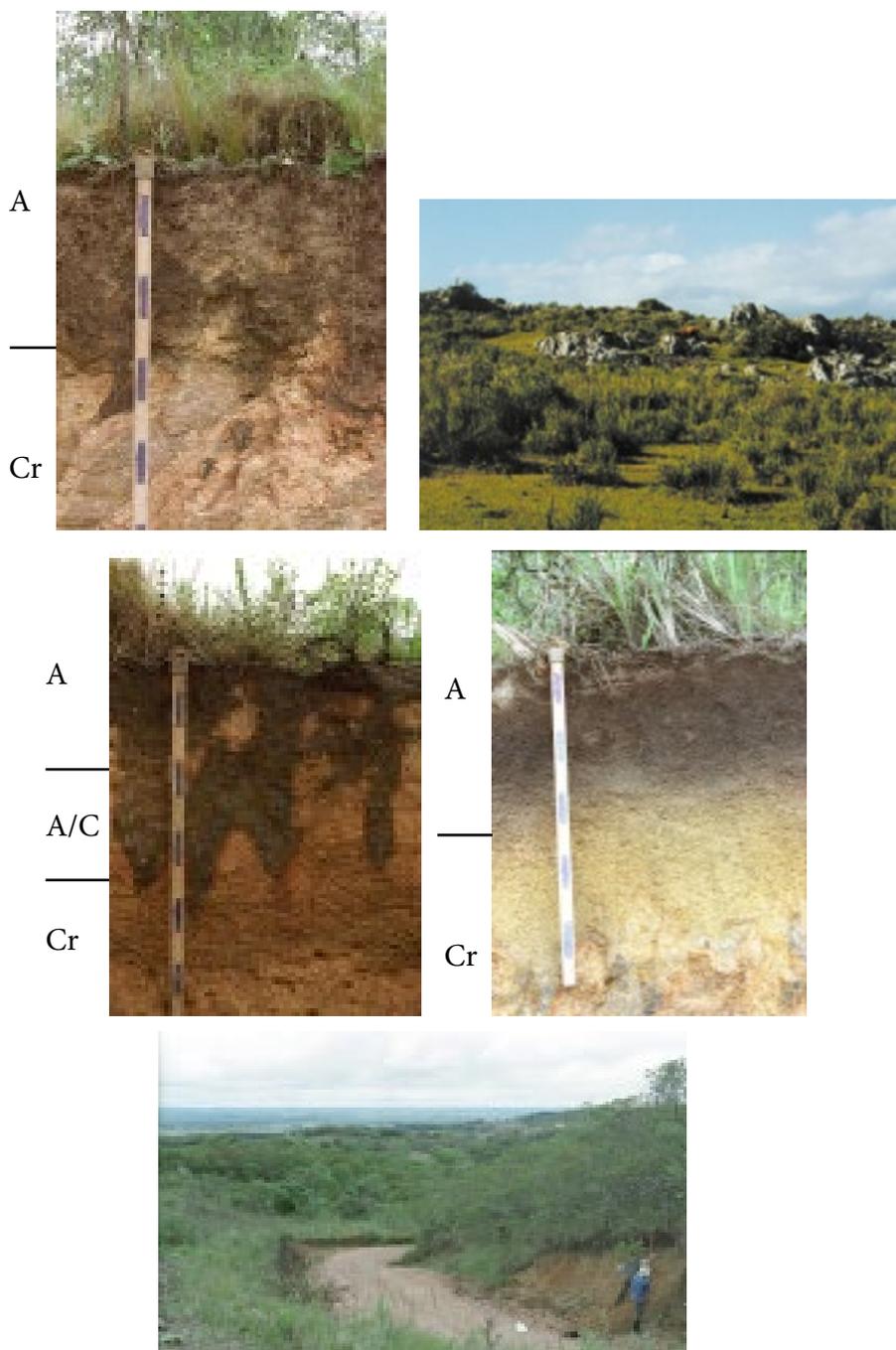


Figura 4.63 Perfis e paisagem de Neossolos Regolíticos Distroúmbricos lépticos ou típicos (Unidade Pinheiro Machado).

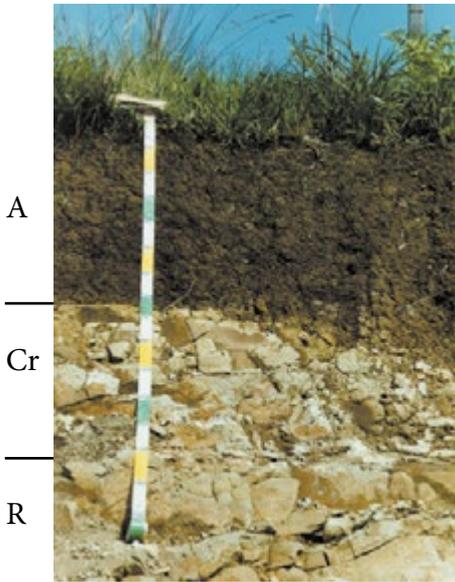


Figura 4.64 Perfil e paisagem de Neossolo Regolítico Distroúmbrico léptico ou típico (Unidade Guassupi).

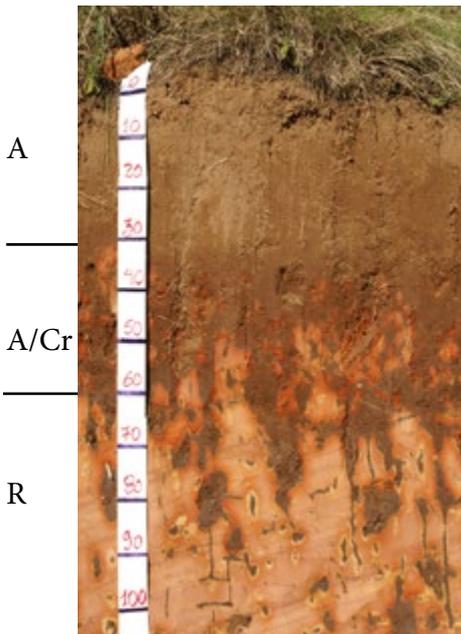
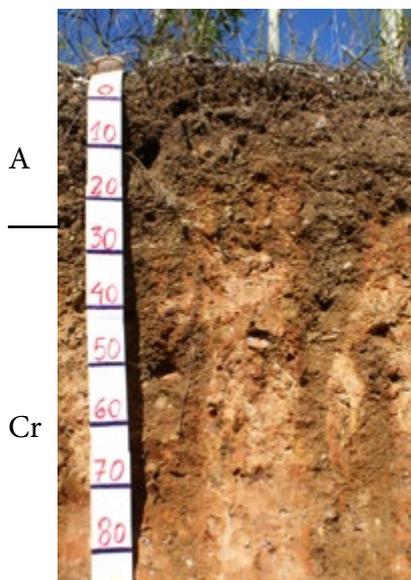
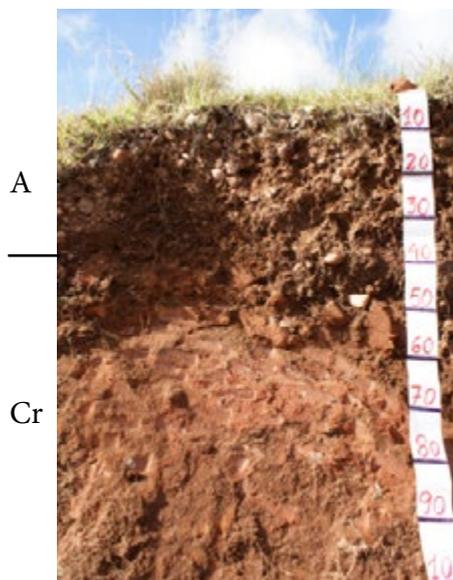


Figura 4.65 Perfil e paisagem de Neossolo Regolítico (arenito).



(a)



(b)



Figura 4.66 Perfis e paisagem de Neossolo Litótico Distrófico típico (a) e Neossolo Regolítico Distrófico típico (b) (Unidade Guaritas).



Figura 4.67 Perfil e paisagem de Neossolo Quartzarênico Órtico típico ou argissólico (Unidade Osório).



Figura 4.68 Perfil e paisagem de Neossolo Quartzarênico Órtico típico ou argissólico (Município Quaraí).



Figura 4.69 Perfil e paisagem de Neossolo Quartzarênico Hidromórfico típico (Unidade Curumim).

### *Ocorrência*

Nas regiões da Encosta Inferior do Nordeste e no Vale do Uruguai, ocupando as encostas de relevo mais acentuado, ocorrem Neossolos Litólicos e Neossolos Regolíticos Eutróficos (Unidade Charrua; Figura 4.57) associados a Chernossolos Argilúvicos Férricos típicos (Unidade Ciriaco) ou Cambissolos Háplicos Eutróficos típicos e Luvisolos Háplicos Pálicos típicos (Unidade Ciriaco degradada). No relevo plano a suavemente ondulado da região da Campanha há extensas áreas de Neossolos Litólicos e Neossolos Regolíticos Eutróficos (Unidade Pedregal; Figura 4.58) associados ou não a Chernossolos Ebânicos (Unidade Uruguaiana). No relevo ondulado a forte ondulado da Serra do Sudeste ocorrem Neossolos Litólicos e Regolíticos Húmicos lépticos ou típicos (Unidades Ibaré e Lavras; Figuras 4.59 e 4.61); Distroúmbricos lépticos ou típicos (Unidade Pinheiro Machado; Figura 4.63); e Distróficos típicos (Unidade Guarita; Figura 4.66). Na Encosta Superior do Nordeste, nos relevos mais acentuados, ocorrem Neossolos Litólicos Distróficos típicos; Distroúmbricos lépticos ou tí-

Tabela 4.13 Classes dos Neossolos (BRASIL, 1973), perfil de referência e legenda no mapa de solos.

Classes de solos		Perfil de referência		Legenda no mapa de solos		
Neossolo	Regolítico	Eutrófico	léptico ou típico	{ Charrua (Perfil RS 38) Pedregal (RS 155)	RRe1 RRe2	
			Húmico	léptico ou típico	{ Ibaré (Perfil RS 118) Lavras (Perfil RS 113)	RRh3 RRh1
		léptico		Silveiras (Perfil RS)	RRh2	
		Distroúmbrico		léptico ou típico	{ Guassupi Pinheiro Machado (Perfil RS13) Caxias (Perfil RS 153)	RRdh1 RRdh2 RRdh3
			Distrófico	típico	Guaritas (Perfil RS 142)	RRd
	Litólico	Eutrófico	fragmentário ou típico	{ Charrua Pedregal	RLe1 RLe2	
			Húmico	típico	{ Lavras Silveiras	RLh1 RLh2
		Distrófico		típico	Guaritas (Perfil RS 142)	RLd
		Distroúmbrico		típico	Caxias	RLdh1
	fragmentário		Guassupi (Perfil RS 78)	RLdh2		
	Quartza-rênico	Órtico	{ típico ou argissólico	Osório (Perfil RS 161)	RQo2	
			típico	Dunas	RQo1	
		Hidromórfico	típico	{ Curumim (Perfil RS 162) Lagoa (Perfil RS -11[Lagoa Mirim])	RQg1 RQg2	
	Flúvico	Tb Distrófico ou Eutrófico	gleissólico	Guaiba (Perfil RS)	RYbe	

picos (Unidade Caxias; Figura 4.62); e Neossolos Litólicos Distroúmbricos fragmentários e Neossolos Regolíticos Distroúmbricos lépticos e típicos (Unidade Guassupi; Figura 4.64 ); ocorrem na transição do Planalto para a Encosta Inferior do Nordeste (tendo Soledade e Santiago como centro) e na Encosta Superior do Nordeste (Unidade Caxias; Figura 4.62); na região dos Campos de Cima da Serra ocorrem Neossolos Litólicos Húmicos fragmentários ou típicos e Neossolos Regolíticos Húmicos lépticos ou típicos (Unidade Silveiras; Figura 4.60).

Neossolos Quartzarênicos Hidromórficos típicos são encontrados na Planície Costeira (Unidade Curumim; Figura 4.69; e Lagoa), ocupando os feixes de restingas, frequentemente ocorrendo com recobrimento por areias eólicas (dunas). O horizonte A desses solos enterrados foi erroneamente identificado como horizonte Bh formado por processo de podzolização; disso resultou a classificação desses solos como Espodossolos (antigamente Podzóis) em mapeamento de solos efetuado no litoral Sul (CUNHA, 1997) e assim foi trans-

crito em IBGE (1986). Neossolos Quartzarênicos Hidromórficos típicos também ocorrem na região do Planalto Médio entre Cruz Alta e Tupanciretã, situados nas depressões entre as coxilhas ocupadas por Latossolos Vermelhos Distróficos (Unidade Cruz Alta) ou Argissolos Vermelho-Amarelos Distróficos (Unidade Tupanciretã). Os Neossolos Quartzarênicos típicos ou argissólicos são encontrados na Planície Costeira (Unidade Osório; Figura 4.67). Neossolos Quartzarênicos Órticos típicos também ocorrem na região da Campanha (municípios de São Francisco de Assis, Manuel Viana, Alegrete e Quaraí), nas áreas em processo de arenização (Figura 4.68). Neossolos Flúvicos são encontrados nas margens de cursos d'água nas diversas regiões do Estado.

### *Uso e manejo agrícola*

Os Neossolos Litólicos (Figuras 4.57a; 4.60 e 4.62a), com sequência de horizontes A-R, devido à pouca profundidade efetiva para o desenvolvimento das raízes e para o armazenamento de água e também por ocorrerem em regiões de relevo forte ondulado e montanhoso, em geral com pedregosidade e afloramentos de rochas, apresentam fortes restrições para culturas anuais; em consequência disso, devem ser mantidos sob preservação permanente. Os Neossolos Regolíticos (Figuras 4.57b; 4.58; 4.62b a 4.64) também apresentam certas restrições para culturas anuais. Entretanto, os solos com sequência de horizontes A-C, com contato sobre rocha decomposta e declividade < 15%, podem ser cultivados mediante práticas intensivas de conservação, com mínima mobilização do solo. Como por exemplo, cordão em contorno (Figura 4.71), cobertura permanente do solo (Figura 4.72) e plantio direto (Figura 4.73b). Para manter-se o solo sempre coberto, antes do término do ciclo de uma cultura ou imediatamente após a sua colheita, deve-se semear a cultura subsequente. A vantagem deste sistema, além de manter o solo sempre coberto, produz anualmente uma grande quantidade de massa de resíduos culturais, impedindo a ocorrência de erosão, melhorando as condições físicas e químicas do solo e a produtividade. Áreas com declividade entre 15% e 25 % para pastagem permanente e declividade de 25 % a 45% devem ser utilizadas com reflorestamento ou com fruticultura intercaladas com plantas de cobertura e recuperadoras de solo, (Figura 4.74). Nas áreas com

declividade superior a 45 % recomenda-se a manutenção da cobertura vegetal natural, constituindo áreas de preservação permanente. O preparo convencional e a erosão favorecem o surgimento de afloramentos de pedras, dificultando o uso posterior com pastagens. Exemplos da degradação de Neossolos Regolíticos são encontrados em áreas cultivadas com arroz na região da Campanha na Unidade Pedregal (Figura 4.75a), bem como na Encosta Inferior do Nordeste (Unidade Charrua; Figura 4.75c) e na Encosta Superior do Nordeste (Unidade Caxias; Figura 4.75b). A utilização desses solos com pastagem sob lotação excessiva de animais por unidade de área resulta na redução da cobertura vegetal do solo, favorecendo a erosão hídrica (Figura 4.75c).



Figura 4.70 Sequência de processo de erosão culminando com a arenização em Neossolo Quartzarênico Órtico típico (Município de São Francisco de Assis).



a)



b)

Figura 4.71 Cordões em contorno com pedra (a) e vegetados (b) em Neossolos Regolíticos.



a)



b)

Figura 4.72 Cobertura permanente em Neossolos Regolíticos com sistema milho e crotalária spectabilis (a) e milho/feijão miúdo e aveia (b).



a)



b)

Figura 4.73 Manejo da cobertura em Neossolos Regolíticos com rolo faca (a) e plantio direto (b).



a)

b)

Figura 4.74 Uso de Neossolo Regolítico com videira intercalada com aveia+nabo forrageiro (a) e pessegueiro com soja perene (b).



a)



b)



c)

Figura 4.75 Uso e manejo inadequado de Neossolo Regolítico com arroz irrigado (a), olericultura (b) e com pastagem (c).

Os Neossolos Quartzarênicos Órticos típicos constituem ambientes muito frágeis, altamente suscetíveis à erosão hídrica e eólica (Figuras 4.67 e 4.68), razão pela qual devem ser manejados com cautela. Nas áreas com pastagem deve ser evitado o pastoreio excessivo, pois afeta a cobertura vegetal, favorecendo o processo de erosão hídrica e eólica e o processo de arenização, tal como é observado na região Sudoeste do Rio Grande do Sul (Figura 4.70).

A arenização consiste em um processo de intensa mobilização de solos arenosos pela ação das águas e dos ventos, dificultando o restabelecimento da vegetação. Esse processo só ocorre em solos muito arenosos, onde a coesão entre as partículas é fraca ou inexistente (ausência de agregados estruturais, baixo teor de MO), além de apresentarem uma baixa fertilidade química natural que favorece o desenvolvimento de uma vegetação de campo rala e esparsa. O material arenoso do solo exposto é erodido resultando na expansão de áreas desnudas de vegetação conhecidas como areais; estes são encontrados principalmente nos municípios de Alegrete, Cacequi, Itaqui, Maçambará, Manuel Viana, Quaraí, Rosário do Sul, São Borja, São Francisco de Assis e Unistalda.

A formação local de areais é antiga e precede a colonização luso-espanhola. A arenização é, portanto, um processo natural nas áreas ocupadas por Neossolos Quartzarênicos Órticos e alguns Latossolos de textura média (isto é, mais arenosos) originados de arenito (Formação Botucatu), mas que foi acelerado pela excessiva lotação animal no pastejo dos campos e pela intensificação do uso com culturas anuais e práticas de manejo inadequado do solo em épocas recentes. O fracasso do cultivo nessas áreas e a lenta reposição da cobertura vegetal de campo têm contribuído para frear a expansão dos areais. Todavia, persiste a necessidade de uma melhor adequação da lotação de animais respeitando a baixa capacidade de suporte das pastagens nativas. Na recuperação das áreas degradadas são usadas técnicas de contenção de ravinas e voçorocas e o plantio de gramíneas e de espécies florestais nativas e exóticas (eucalipto). Uma alternativa de uso desses solos é a silvicultura, com adoção de práticas de manejo adequadas tais como plantio em sulcos ou covas, mobilização parcial da superfície, colheita alternada em faixas ou talhões.

Os Neossolos Quartzarênicos Hidromórficos típicos (Figura 4.69), devido sua má drenagem, devem ser preferencialmente utilizados com pastagem permanente ou reflorestamento. No entanto, muitas áreas es-

tão sendo cultivadas com arroz irrigado devido ao lençol estar próximo à superfície. Os preparos excessivos desses solos, no sistema convencional e inundado, bem como a ausência de rotação de culturas poderão reduzir o teor de matéria orgânica e a capacidade produtiva.

Conforme as características do horizonte A dos Neossolos Litólicos, Regolíticos e Quartzarênicos, representados na Tabela 4.14, observa-se que os Neossolos Quartzarênicos Órticos típicos devido ao elevado teor de areia apresentam uma baixa fertilidade química e atingem rapidamente situações de deficiência hídrica, o que limita o desenvolvimento das plantas e a produção de cobertura vegetal. A baixa cobertura vegetal e a rápida decomposição dos resíduos vegetais, por sua vez, proporcionam baixos teores de matéria orgânica, dando ao solo a característica de baixa fertilidade. Por outro lado, os Neossolos Quartzarênicos Hidromórficos, por ocorrerem em ambientes úmido, acumulam carbono orgânico no solo e melhoram a condição da fertilidade química. Porém, quando drenados e manejados de forma inadequada poderão perder carbono orgânico e reduzir essa fertilidade. Já os Neossolos Litólicos ou Regolíticos, originados do basalto e andesito, por possuírem maior teor de argila oferecem melhores condições para produção de resíduos vegetais e acumulação de carbono orgânico, resultando em maior fertilidade química. Neossolos Flúvicos são de uso agrícola limitado pelo risco de inundação e pelo fato de ocorrerem geralmente em áreas de preservação.

Tabela 4.14 Algumas características do horizonte A de Luvisolos (BRASIL, 1973): material de origem, frações granulométricas, carbono orgânico (C org.), soma de bases (SB), capacidade de troca de cátions (T) e alumínio extraível (Al<sup>3+</sup>).

Classes de solos	Nº perfil	Material de origem	Frações granulométricas			C org.	SB	T	Al <sup>3+</sup>
			Areia	Silte	Argila				
			-----%-----						
Neossolo Regolítico Eutrófico léptico ou típico	RS 38	Basalto	28	62	11	2,2	39	45,8	0,2
Neossolo Regolítico Distroúmbrico léptico ou típico	RS153	Basalto	17	44	42	1,6	3,2	14,3	4,5
Neossolo Regolítico Húmico léptico ou típico	RS113	Andesito	42	25	33	2,2	13,0	18,3	0,2
Neossolo Regolítico Distroúmbrico léptico ou típico	RS13	Granito	55	24	21	2,4	5,4	11,2	0,5
Neossolos Quartzarênico Órtico típico ou argissólico	RS161	Sedimentos recentes	89	4	7	0,5	0,7	4,7	1,1
Neossolo Quartzarênico Hidromórfico típico	RS 162	Sedimentos costeiros recentes	79	13	8	5,5	1,4	20,8	3,8

## Nitossolos

O termo *Nitossolo* se refere a agregados nítidos e reluzentes no horizonte B.

### *Características e classificação*

Os Nitossolos são solos profundos, apresentando no perfil uma sequência de horizontes A-B-C, onde o horizonte B é do tipo B nítico (ver Anexo B). Estes solos têm uma aparência muito similar aos Latossolos, pois também têm pouco incremento de argila com a profundidade e apresentam uma transição difusa ou gradual entre os horizontes; por isso, mostram um perfil muito homogêneo, onde é difícil distinguir os horizontes. O que distingue os Nitossolos dos Latossolos é a presença do horizonte B com uma estrutura mais desenvolvida (na forma de blocos angulares e/ou subangulares) com revestimento reluzente (cerosidade), que é característico do horizonte B nítico. Os Nitossolos são, geralmente, solos ácidos com CTC baixa (argila de atividade baixa), pelo fato de apresentarem predomínio de caulinita e óxidos de ferro na sua constituição.

No RS, os Nitossolos e os Latossolos têm comumente características muito próximas, o que pode dificultar a sua distinção no campo. Isto decorre dos requisitos usados no SiBCS para diferenciá-los (grau de desenvolvimento da estrutura; presença de cerosidade e respectivo grau de desenvolvimento e quantidade) serem difíceis de avaliar e não isentos de subjetividade. Além desses aspectos, os atributos citados são observáveis apenas em perfis expostos recentemente e não são discerníveis em material obtido por tradagem. Todavia, a dificuldade de distinguir entre Latossolos e Nitossolos não deve constituir motivo de preocupação uma vez que o uso e o manejo do solo não são significativamente distintos entre essas classes.

No RS, os Nitossolos foram distinguidos em Nitossolos Vermelhos quando apresentam um horizonte B nítico com predomínio de cor vermelha (Figura 4.76 e 4.77), em Nitossolos Brunos (IBGE, 1986) quando predomina a coloração brunada (Figura 4.78), sendo que os demais constituem os Nitossolos Háplicos. Os Nitossolos Vermelhos Distroféricos (Unidades Estação e São Borja) apresentam baixa saturação por bases (< 50%) e os Eutroféricos alta saturação por bases (> 50%), ambos com altos teores de ferro (15 a 36%); os Nitossolos Brunos Aluminoféricos têm alto teor de  $Al^{3+}$  extraível ( $\geq 4$  cmol<sub>c</sub>/kg)

e alto teor de óxidos de ferro ( $\geq 15\%$ ), enquanto que os Distrofêrricos têm alto teor de ferro e, em comum com os Distróficos, têm uma baixa saturação por bases ( $<50\%$ ). No quarto nível se distinguem em *latossólicos* quando têm um horizonte latossólico abaixo do horizonte B nítrico, e em *típicos* quando apresentam as feições normais da classe. Os Nitossolos Háplicos Alumínicos (IBGE, 1986) têm altos teores de alumínio extraível ( $\geq 4 \text{ cmol}_c/\text{kg}$ ). As classes de Nitossolos identificadas no RS estão relacionadas na Tabela 4.15.



Figura 4.76 Perfil e paisagem de Nitossolo Vermelho Distrofêrrico típico (Unidade Estação).



Figura 4.77 Perfil e paisagem de Nitossolo Vermelho Eutrofêrrico típico (Perfil 5).

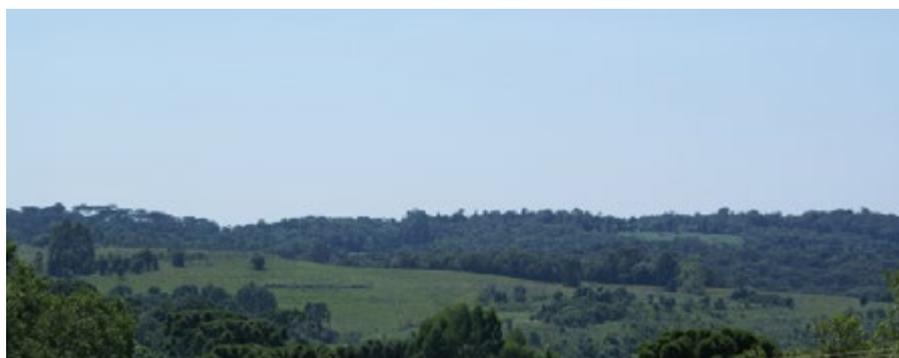
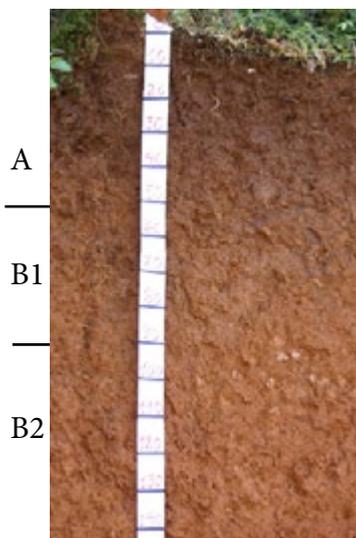


Figura 4.78 Perfil e paisagem de Nitossolo Bruno Distroférico típico.

Tabela 4.15 Classes dos Nitossolos, perfil de referência e legenda no mapa de solos.

Classes de solos			Perfil de referência	Legenda no mapa de solos
Nitossolo	Vermelho	Distroférico típico	Estação (Perfil RS 7) <sup>(1)</sup>	NVdf1
		Eutroférico típico	São Borja (Perfil RS43) <sup>(1)</sup> (Perfil 5) <sup>(2)</sup>	NVdf2
	Háplico	Alumínico típico	(Perfil 3) <sup>(3)</sup>	

<sup>1)</sup>Brasil, 1973; <sup>2)</sup>Kämpf e Klamt, 1991; <sup>3)</sup>Pötter, 1977.

### *Ocorrência*

Os Nitossolos Vermelhos ocorrem em relevo suave ondulado a ondulado na região do Planalto (Unidade Estação; Figura 4.76) e Missões (Unidade São Borja) até o Alto Uruguai, geralmente associados com Latossolos, bem como na transição da Encosta Inferior do Nordeste para a região da Depressão Central (Unidades Estação e Perfil 5), geralmente associados com Chernossolos e Neossolos Litólicos Eutróficos. Os Nitossolos Brunos (Figura 4.78) são mais frequentes nas áreas de Latossolos Brunos na região dos Campos de Cima da Serra, bem como na região da Encosta Superior do Nordeste (IBGE, 1986).

### *Uso e manejo agrícola*

Em função de suas propriedades físicas (profundos, bem drenados, muito porosos, friáveis, bem estruturados) e condições de relevo, os Nitossolos geralmente possuem boa aptidão agrícola, desde que corrigida a fertilidade química. Nos Nitossolos Háplicos Alumínicos as maiores limitações referem-se aos elevados teores de alumínio extraível ao longo do perfil os quais são tóxicos para culturas com sistema radicular profundo, como por exemplo em frutíferas (Figura 4.51). Os Nitossolos podem ser utilizados com culturas de inverno e verão, exigindo práticas conservacionistas similares às utilizadas nos Latossolos (Figura 4.50), intercalados ou consorciados com plantas recuperadoras de solos, como por exemplo aquelas mostradas nas figuras 4.20 a 4.22.

## **Organossolos**

O termo *Organossolo* se refere a solos orgânicos.

### *Características e classificação*

Os Organossolos são solos formados por material orgânico (MO) em grau variável de decomposição, acumulado em ambientes muito mal drenados (alagadiços). Os Organossolos são identificados pela presença de horizontes H hísticos, (espessura  $\geq 40$  cm e teor de carbono orgânico  $\geq 80$  g/kg ou matéria orgânica  $\geq 14\%$ ). Quando as espessuras são menores os solos são classificados como Gleissolos

Melânicos ou Neossolos Quartzarênicos Hidromórficos hísticos. As principais classes de Organossolos encontradas no Rio Grande do Sul estão relacionadas na Tabela 4.16. A característica mais marcante dos Organossolos é sua baixa densidade de solo (Ds) que, de modo geral, varia de 0,10 a 0,25 g/cm<sup>3</sup>, e sua grande capacidade de armazenar água (até 10 vezes seu peso seco).

Tabela 4.16 Classes dos Organossolos, perfil de referência e legenda no mapa de solos.

Classes de solos				Perfil de referência	Legenda no mapa de solos
Organossolo	Tiomórfico	Sáprico	salino ou solódico	Taim (Perfil RS15) <sup>(1)</sup>	OJs
		Hêmico	típico	Barcelos 1 <sup>(2)</sup>	
	Háplico	Fíbrico	típico	Torres 4 <sup>(2)</sup>	
		Sáprico	típico	Caldas 1 <sup>(2)</sup>	
			térrico	Torres 3 <sup>(2)</sup>	
			Itapuã 1 <sup>(2)</sup>		

<sup>(1)</sup>Brasil, 1973; <sup>(2)</sup>Kämpf e Schneider, 1989.

No RS foram identificados Organossolos Tiomórficos que têm horizonte sulfúrico ou presença de materiais sulfídricos dentro de 100 cm a partir da superfície do solo e Organossolos Háplicos (Figura 4.79), que são mais frequentes. Os Organossolos são diferenciados no terceiro nível conforme o grau de decomposição do material orgânico na maior parte dos horizontes até a profundidade de 100 cm; a estimativa é feita espremendo-se o material molhado na mão: fíbricos (> 2/3 da massa permanece na mão), hêmicos (entre 2/3 e 1/3 permanece na mão) e sápricos (< 1/3 permanece na mão). No quarto nível, os Organossolos são distinguidos em salinos (CE ≥ 4 e < 7 dS/m) ou sálicos (CE ≥ 7 dS/m), térricos (presença de camada mineral com espessura > 30 cm dentro de 100 cm da superfície do solo) e os típicos que representam o conceito central da classe.

### Ocorrência

Os Organossolos ocupam áreas permanentemente saturadas com água, muito mal drenadas, em depressões e nas proximidades de lagoas (Figura 4.79). As maiores extensões de Organossolos ocorrem às margens de lagoas na Planície Costeira, principalmente nos municípios de Viamão, Osório, Tramandaí, Torres, Pelotas, Rio Grande e Santa Vitória do Palmar. Extensões menores de Organossolos podem

ser encontradas em alagadiços nas planícies de inundação de rios e nas depressões mal drenadas entre coxilhas.

### *Uso e manejo agrícola*

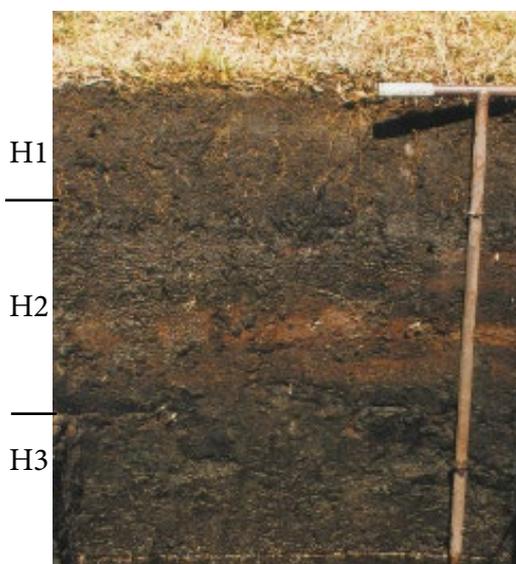
Os Organossolos, quando drenados e cultivados, estão sujeitos a mudanças significativas nas suas características. A mudança é proporcional ao teor de matéria orgânica, por isso, não se recomenda o uso agrícola de Organossolos Háplicos (com teor de MO > 65% por massa). Com a retirada da água pela drenagem a massa orgânica se contrai, produzindo uma acelerada subsidência (rebaixamento da superfície) inicial do solo, que pode alcançar até 50% da profundidade do dreno. A drenagem também incrementa a atividade biológica na decomposição do material orgânico (1 a 5 cm/ano). Isto significa que um Organossolo drenado e cultivado tenderá a desaparecer ao longo do tempo. Uma comparação entre Organossolos Háplicos Hêmicos ou Háplicos Sápricos e Fíbricos, mostra que os sápricos, geralmente, apresentam menor teor de MO (maior teor de material mineral) e, portanto, têm maior densidade (Ds). Assim, nas mesmas condições de manejo, os Organossolos Háplicos Hêmicos ou Sápricos têm uma menor taxa de subsidência e uma maior capacidade de suportar cargas do que os Organossolos Háplicos Fíbricos.

Antes de implementar um projeto de utilização de Organossolos devem ser considerados aspectos como os seguintes: (1) a posição topográfica, tanto da superfície orgânica como da subsuperfície da camada mineral, em relação ao nível base da drenagem regional; com o rebaixamento da superfície pela subsidência, há risco da drenagem ser revertida, resultando no alagamento da área; (2) a espessura da camada orgânica; Organossolos pouco espessos (téricos) têm vida útil curta, podendo transformar-se em um Gleissolo aproveitável para o cultivo de arroz irrigado, ou se, o substrato mineral subjacente for arenoso será formado um Neossolo Quartzarênico e a área terá, futuramente, um baixo potencial de uso; (3) a presença de sulfetos, com risco potencial para formação de solos tiomórficos ( $\text{pH} < 3,5$ ); (4) presença abundante de material lenhoso, na forma de raízes e troncos, que possam dificultar o preparo da área.

Na sua utilização, como por exemplo com olericultura (Figura 4.79), esses solos exigem um manejo cuidadoso da drenagem. Os

drenos devem ter talude inclinado para evitar o desmoronamento. Recomenda-se uma drenagem pouco profunda, com controle do nível freático, para evitar a subsidência acelerada, mantendo uma cobertura com vegetação ou resíduos para evitar a desidratação irreversível da camada superficial. Devem ser evitadas as queimadas, bem como o tráfego de equipamentos pesados, pois esses solos têm baixa capacidade de suporte. Os Organossolos têm risco de combustão espontânea quando excessivamente drenados.

Os Organossolos geralmente têm baixa fertilidade química, pois o alto teor de MO não é necessariamente sinônimo de uma alta fertilidade química (Tabela 4.17). O uso de corretivos e fertilizantes aumenta o rendimento das culturas, mas também acelera a biodegradação da massa orgânica, diminuindo a vida útil do solo. Na interpretação dos resultados da análise química dos Organossolos é imprescindível conhecer-se a densidade do Organossolo (comumente a  $D_s$  é de 0,1 a 0,25 g/cm<sup>3</sup>), pois os resultados de laboratório normalmente são calculados com base na densidade de solos minerais ( $D_s = 0,9$  a 1,2 g/cm<sup>3</sup>), fornecendo valores elevados irrealistas. Nessa situação, os valores das respectivas análises químicas devem ser multiplicados pelo valor da  $D_s$  do Organossolo, para a conversão dos teores por volume de solo; com essa correção os valores serão de 10 até quatro vezes menores, pois na realidade os teores dos elementos estão diluídos em um grande volume de solo. Considerando a sua alta capacidade de armazenamento de água, estes solos são importantes no controle do fluxo de água de arroyos e rios. Por esta razão, o uso agrícola dos Organossolos requer um manejo criterioso para evitar sua extinção.



4.79 Perfil, paisagem e uso com olericultura em Organossolo Háplico.

Tabela 4.17 Algumas características do horizonte H de Organossolos (KÄMPF; SCHNEIDER, relatório não publicado): frações granulométricas, matéria orgânica (MO), soma de bases (SB), capacidade de troca de cátions (T) e alumínio extraível ( $Al^{3+}$ ).

Classes de solos	Perfil de referência	Ds	MO	SB	T	$Al^{3+}$
		$g/cm^3$	% peso	$cmol_c kg^{-1}$		
Organossolo Háplico Fíbrico típico	Torres 4	0,14	78	42,0	96	1,5
Organossolo Háplico Hêmico típico	Barcelos 1	0,10	86	27,3	78	5,5
Organossolo Háplico Sáprico típico	Caldas 1	0,25	75	15,0	248	17,5
Organossolo Háplico Sáprico térreo	Itapuã 1	0,18	60	8,0	101	7,0

## Planossolos

O termo *Planossolo* lembra áreas planas de várzeas.

### Características e classificação

Os Planossolos são solos imperfeitamente ou mal drenados, encontrados em áreas de várzea, com relevo plano a suave ondulado. Apresentam perfis com sequência de horizontes A-E-Bt-C, com o horizonte A geralmente de cor escura e o horizonte E de cor clara (tipo E alábico), ambos de textura mais arenosa, com passagem abrupta para o horizonte Bt (que é do tipo B plânico) bem mais argiloso e adensado, de cor acinzentada com ou sem mosqueados vermelhos e/ou amarelos. Essa mudança abrupta de textura dos horizontes mais superficiais (A+E) para o horizonte Bt define uma mudança textural abrupta, pela qual se distinguem os Planossolos dos Gleissolos. Quando o solo está seco, o horizonte Bt destaca-se pela estrutura prismática, colunar ou em blocos angulares, contrastando com a estrutura menos desenvolvida dos horizontes superficiais. O horizonte B plânico pode apresentar ainda feições de gleização (Btg), acumulação de sódio (Btn) ou ambos (Btng). Alguns Planossolos apresentam horizontes subsuperficiais cimentados (Btm, Cm), caracterizando um duripã.

No RS, a maioria desses solos são Planossolos Háplicos Eutróficos, que apresentam alta saturação por bases ( $\geq 50\%$ ). Aqueles com eventual baixa saturação por bases ( $< 50\%$ ) são Distróficos ou Alíticos (Al extraível  $\geq 4$  cmol/kg de solo, T  $\geq 20$  cmol/kg de argila e saturação por Al  $\geq 50\%$ ). No quarto nível, os Planossolos Háplicos são espessarênicos quando têm os horizontes A ou A+E de textura arenosa com mais de 100 cm de espessura até o início do B (Figura 4.85; Unidade Palmares); são arênicos quando têm os horizontes A ou A+E de textura arenosa com espessura de 50 a 100 cm até o início do B; espessos são de textura arenosa desde a superfície do solo até o início do horizonte B plânico, que ocorre no mínimo a 50 cm e no máximo a 100 cm de profundidade (Figura 4.84); são solódicos quando têm saturação por sódio de 6 a  $< 15\%$  dentro de 120 cm de profundidade (Figura 4.83); são vertissólicos quando têm características vérticas (slickensides, fendas, etc.) dentro de 120 cm de profundidade (Figura 4.81 e 4.82), como intermediários para a classe Vertissolo; são típicos quando apresentam as feições normais da classe. Principalmente na região da Planície Costeira, formados em sedimentos marinhos, ocorrem Planossolos Nátricos Órticos gleissólicos ou salinos (Figura 4.80), que apresentam alta saturação por sódio ( $\geq 15\%$ ), horizonte glei coincidente ou abaixo do Bt plânico ou condutividade elétrica  $\geq 4$  e  $< 7$  dS/m. As classes de Planossolos identificadas no RS estão relacionadas na Tabela 4.18.

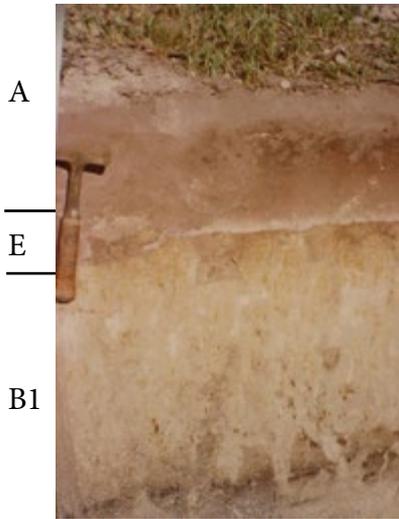


Figura 4.80 Perfil e paisagem de Planossolo Nátrico Órtico gleissólico (Unidade Barros).

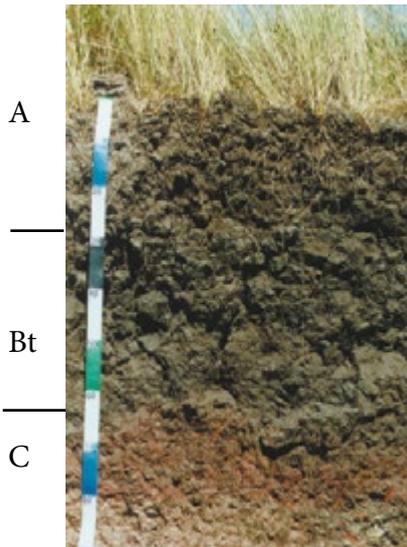


Figura 4.81 Perfil e paisagem de Planossolo Háptico Eutrófico vertissólico (Unidade Bagé)

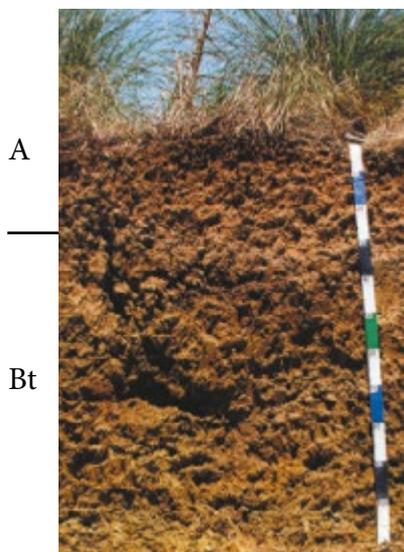


Figura 4.82 Perfil e paisagem de Planossolo Háplico Eutrófico vertissólico (Unidade São Gabriel).

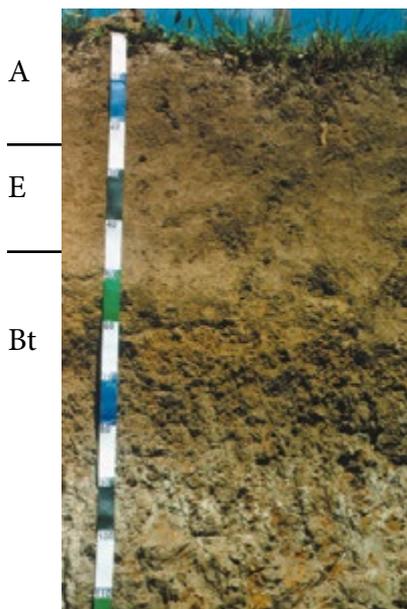


Figura 4.83 Perfil e paisagem de Planossolo Háplico Eutrófico solódico (Unidade Pelotas).

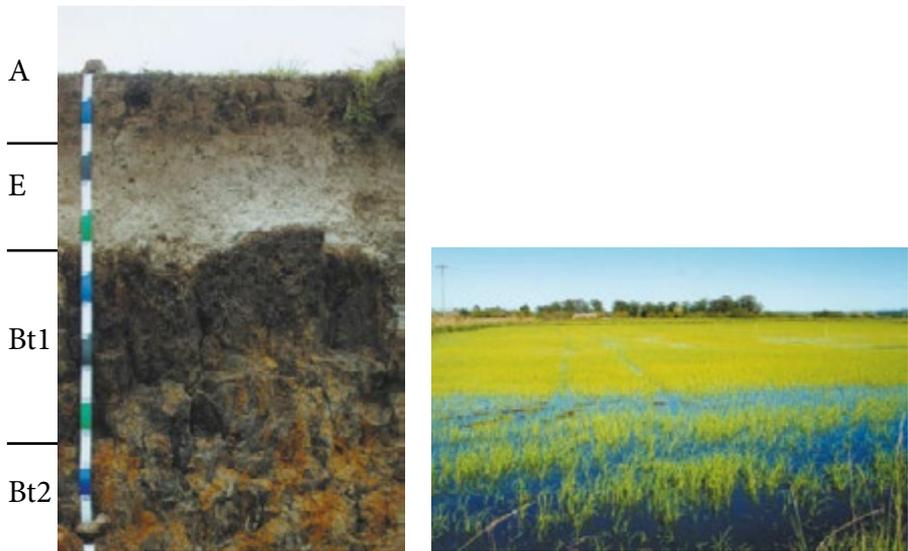


Figura 4.84 Perfil e paisagem de Planossolo Háplico Eutrófico espesso (Unidade Vacacai).



Figura 4.85 Perfil e paisagem de Planossolo Háplico Eutrófico espessarênico (Unidade Palmares).

Tabela 4.18 Classes dos Planossolos, perfil de referência e legenda no mapa de solos.

Classes de solos			Perfil de referência	Legenda no mapa de solos	
Planossolo	Nátrico	Órtico	gleissólico	Barros (Perfil 07) <sup>(2)</sup>	
		Háplico	Eutrófico	típico	São Gabriel (Perfil RS109) <sup>(1)</sup>
	vertissólico			Bagé (Perfil RS11) <sup>(1)</sup>	SXe2
	espesso			Pelotas (Perfil RS 15-IGRA) <sup>(1)</sup>	SXe3
		Alumínico	espedrarênico	Palmares (Perfil 1) <sup>(2)</sup>	SXe4

<sup>(1)</sup> Brasil, 1973; <sup>(2)</sup> FEE, 1980.

### Ocorrência

Os Planossolos são frequentes nas áreas de várzeas dos rios e lagoas. Os Planossolos Háplicos Eutróficos arênicos (Unidade Vacacaí) ocorrem principalmente na Depressão Central, em menores proporções na Encosta Inferior do Nordeste e em partes da porção Oeste da Campanha, enquanto que os espedrarênicos (Unidade Palmares) ocorrem no Litoral Norte (FEE, 1980). Na Planície Costeira interna e externa são encontrados os Planossolos Háplicos Eutróficos solódicos (Unidade Pelotas). Os Planossolos Háplicos Eutróficos vertissólicos (Unidade Bagé) ocorrem na parte Sul da região da Campanha, de Dom Pedrito a Bagé e Aceguá, e desde Dom Pedrito a São Gabriel até Pântano Grande (Unidade São Gabriel), ocupando um relevo suavemente ondulado a ondulado. Planossolos Nátricos Órticos gleissólicos ou salinos (Unidade Barros) são comuns na região da Planície Costeira, distribuídos entre Planossolos Háplicos, Plintossolos e Gleissolos.

### Uso e manejo agrícola

Os Planossolos Háplicos são, geralmente, aptos para o cultivo de arroz irrigado e, com sistemas de drenagem eficientes, também podem ser cultivados com milho, soja e pastagens (Figuras 4.82 a 4.84). Na instalação dos sistemas de drenagem os taludes devem ser inclinados e a base dos canais deve estar dentro do horizonte B (por ser mais argiloso) para evitar o solapamento das paredes. Os Planossolos Háplicos Eutróficos solódicos podem apresentar alguma limitação pelos teores de sódio devido a sua ascensão capilar, notadamente quando drenados e utilizados com culturas de sequeiro. Essas limitações são mais sérias, inclusive para o cultivo de arroz irrigado, nos Planossolos Nátricos (Figura 4.80; Unidade Barros). Nos Planossolos Háplicos Eutróficos *espedrarênicos* (Figura 4.85; Unidade Palmares) a grande espessura (> 100 cm) dos horizontes A+E é limitante para a irrigação por inundação, devido ao elevado consumo de água. Nos Planossolos Háplicos Eutróficos *vertis-*

*sólicos* (Figura 4.81; Unidade Bagé), o manejo das culturas de sequeiro pode ser problemático devido à presença de argilominerais expansivos (esmetitas), que sofrem contração pelo secamento formando uma massa extremamente dura, muito resistente aos implementos agrícolas e ao desenvolvimento das raízes das culturas (ver Chernossolos vertissólicos). Por isso, esses solos são preferencialmente utilizados com pecuária extensiva.

Em termos de fertilidade química (Tabela 4.19) os Planossolos originados de sedimentos aluviais (Unidade Vacacaí) e de granito (Unidade Pelotas) são geralmente menos supridos em nutrientes; por serem mais arenosos têm condições mais favoráveis à drenagem da camada superficial (horizonte A), mas também apresentam uma taxa de decomposição da matéria orgânica mais acelerada. Os Planossolos originados de siltito (Unidades Bagé e São Gabriel), por possuírem maior teor de argila e de matéria orgânica acumulada, são quimicamente mais férteis. Os Planossolos vêm sendo tradicionalmente cultivados com arroz irrigado há muitas décadas. No uso com arroz irrigado a sistematização também é recomendada, visando economia de água. O preparo do solo inundado para formação de lavoura no sistema de plantio de arroz pré-germinado favorece a dispersão e a suspensão da argila. Quando a água de inundação é movida entre quadros ou é escoada da lavoura antes de possibilitar a decantação dos sedimentos em suspensão, pode haver perda de argila, matéria orgânica com decréscimo na fertilidade do horizonte A. A longo prazo pode haver uma remoção significativa de argila da camada submetida a esse tipo de preparo do solo, alterando as características originais desses solos, com prejuízo na produtividade da cultura.

Tabela 4.19 Algumas características do horizonte A de Planossolos: material de origem, frações granulométricas, carbono orgânico (C org.), soma de bases (SB), capacidade de troca de cátions (T) e alumínio extraível (Al<sup>3+</sup>).

Classes de solos	Refe-rência	Material de origem	Frações granulométricas			C org.	SB	T	Al <sup>3+</sup>
			Areia	Silte	Argila				
			-----%-----			----- cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> -----			
Planossolo Háplico Eutrófico vertissólico	RS 11 <sup>(1)</sup>	Siltito	41	42	12	1,84	8,8	13,6	0,5
Planossolo Háplico Eutrófico vertissólico	RS109 <sup>(1)</sup>	Siltito	11	54	35	1,4	15,4	22,5	2,9
Planossolo Háplico Eutrófico solódico	RS15	Granito	47	36	17	0,67	2,7	6,1	1,1
Planossolo Háplico Eutrófico espesso	RS110 <sup>(1)</sup>	Sedimentos aluviais	64	27	9	0,50	1,1	5,1	1,6
Planossolo Nátrico Órtico gleissólico	(Perfil 07) <sup>(2)</sup>	Sedimentos marinhos	61	32	7	1,86	2,4	7,0	0,8

<sup>1)</sup> Brasil, 1973; <sup>(2)</sup> FEE, 1980.

## **Plintossolos**

O termo *Plintossolo* se refere a ocorrência de plintita (segregações de ferro).

### *Características e classificação*

Os Plintossolos são solos de drenagem moderada a imperfeita e até mal drenados, apresentando sequência de horizontes A-Bf-C, onde o horizonte B plíntico é identificado pela coloração variegada ou mosqueada característica da plintita (segregações macias de óxidos de ferro) ou na forma de concreções cimentadas (petroplintita). A coloração variegada ou mosqueada reflete a condição de drenagem moderada ou imperfeita destes solos. No RS foram distinguidos os Plintossolos Argilúvicos por apresentarem horizonte plíntico coincidente com horizonte B textural e os Plintossolos Pétricos que apresentam horizonte concrecionário ou litoplíntico. Os Plintossolos Argilúvicos podem ser Eutróficos (saturação por bases > 50%), Distróficos (saturação por bases < 50%) ou Alumínicos (Al extraível  $\geq 4$  cmol<sub>c</sub>/kg de solo, T < 20 cmol<sub>c</sub>/kg de argila e saturação por Al  $\geq 50\%$ ). Os Plintossolos Pétricos são concrecionários e menos frequentemente Litoplínticos. No quarto nível, os Plintossolos Argilúvicos podem ser abruptos quando têm mudança textural abrupta (Figura 4.86 e 4.87); espessarênicos quando têm textura arenosa e o início do horizonte plíntico em profundidade > 100 cm; petroplínticos quando têm camada concrecionária ou litoplintita dentro de 200 cm de profundidade (Figura 4.87, Unidade Durasnal); ou típicos quando têm as características normais da classe. Os Plintossolos Pétricos Concrecionários são geralmente gleissólicos, isto é, intermediários para a classe Gleissolos. Os Plintossolos encontrados no RS estão relacionados na Tabela 4.20.

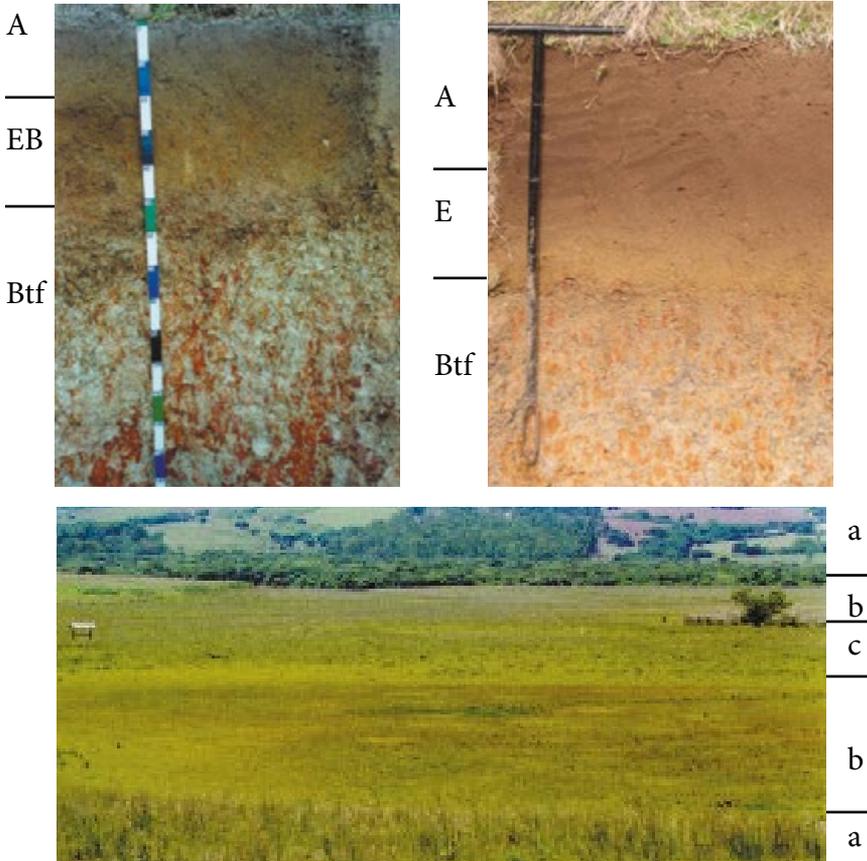


Figura 4.86 Perfis e paisagem de Plintossolos Argilúvicos Alumínicos abruptos; paisagem: a) Argissolo; b) Gleissolo e c) Plintossolo.



Figura 4.87 Perfil e paisagem de Plintossolo Argilúvico Eutrófico petroplíntico (Unidade Durasnal).

Tabela 4.20 Classes dos Plintossolos, perfil de referência e legenda no mapa de solos.

Classes de solos			Perfil de referência	Legenda no mapa de solos
Plintossolo	Argilúvico	Eutrófico petroplíntico	Durasnal (Perfil RS 42) <sup>(1)</sup>	FTe
		Distrófico espessarênico	(Amostra extra 114) <sup>(2)</sup>	
		Alumínico abrupto	(Perfil 01) <sup>(2)</sup>	FTa
	Pétrico	Concrecionário êndico	(Perfil 6) <sup>(3)</sup>	

<sup>(1)</sup> Brasil, 1973; <sup>(2)</sup> IBGE, 1986; <sup>(3)</sup> Pötter, 1977.

### Ocorrência

Os Plintossolos ocorrem em posições específicas da paisagem (Figuras 4.86 e 4.87), normalmente ocupando as porções mais elevadas do microrelevo em algumas, bem como posições de transição entre várzeas e o início das coxilhas (sopé de coxilhas), em relevo plano a suave ondulado. Estas posições de relevo normalmente determinam condições temporárias de saturação com água do solo, com oscilação do lençol freático. Plintossolos Argilúvicos Eutróficos petroplínticos (Unidade Durasnal) foram mapeados em maior extensão na região da Campanha, entre São Borja e Itaqui. Plintossolos Argilúvicos Alumínicos abruptos (IBGE, 1986) ocorrem associados aos Luvisolos Háplicos Pálicos plínticos (Unidade Virgínia) na porção Oeste da região das Missões e Campanha, ocupando as cotas mais baixas da paisagem em relação aos Nitossolos Vermelhos (Unidade São Borja). Plintossolos Argilúvicos Distrófico espessarênico ocorrem

na Planície Costeira (FEE, 1980), ocupando os terraços mais elevados em relação aos Planossolos e Gleissolos. Ocorrências de Plintossolos Pétricos em extensão limitada foram registradas em diversos locais da Depressão Central, Missões, Planalto, Serra do Sudeste e outras.

### *Uso e manejo agrícola*

A drenagem moderada a imperfeita nas áreas de Plintossolos é limitante para uma série de plantas cultivadas anuais ou perenes. As limitações ao uso agrícola dessa classe de solos são referentes à saturação temporária, com oscilação do lençol freático. Em períodos chuvosos, principalmente no inverno, ocorre a elevação do lençol freático, saturando o solo e impedindo o seu uso com culturas anuais e pastagens cultivadas. Por outro lado, durante o verão o aprofundamento do lençol freático permite que sejam utilizados com culturas anuais. A drenagem desses solos pode levar ao eventual endurecimento irreversível da *plintita* formando a petroplintita, resultando na diminuição da sua profundidade efetiva e dificultando o desenvolvimento das raízes das culturas.

Além disso, os Plintossolos são normalmente ácidos e com baixa saturação por bases (Tabela 4.21), necessitando aplicação de corretivos e adubos. Os Plintossolos originados de sedimentos arenosos, por serem mais pobres em fertilidade do que os do basalto, devem ser preparados com menor intensidade e cultivados com plantas recuperadoras de solo, visando o aumento do teor de carbono orgânico e da produtividade.

Tabela 4.21 Algumas características do horizonte A de Plintossolos: material de origem, frações granulométricas, carbono orgânico (C org.), soma de bases (SB), capacidade de troca de cátions (T) e alumínio extraível (Al<sup>3+</sup>).

Classes de solos	Referência	Material de origem	Frações granulométricas			C org.	SB	T	Al <sup>3+</sup>
			Areia	Silte	Argila				
			%						
Plintossolo Argilúvico Eutrófico petroplintico	RS 42 <sup>(1)</sup>	Basalto	24	53	23	1,19	3,5	12,5	2,1
Plintossolo Argilúvico Alumínico abruptico	Perfil 01 <sup>(2)</sup>	Basalto	31	45	24	1,49	3,7	9,3	1,2
Plintossolo Argilúvico Distrófico espessarênico	Amostra extra 114 <sup>(2)</sup>	Sedimentos arenosos	90	2	8	0,6	0,32	2,25	0,47

<sup>(1)</sup> Brasil, 1973; <sup>(2)</sup> IBGE, 1986.

## Vertissolos

O termo *Vertissolo* refere-se a solos que modificam suas características físicas por expansão e contração da argila.

### *Características e classificação*

São solos imperfeitamente ou mal drenados, encontrados em áreas planas a suavemente onduladas. Apresentam perfis pouco profundos, com sequência de horizontes A-Cv ou A-Biv-Cv, de cores escuras (caráter *ebânico*) ou cinzentas, com horizonte vértico (ver Apêndice) e pequena variação de textura ao longo do perfil. A estrutura é granular porosa no A e em blocos angulares e subangulares ou prismática nos horizontes B ou C. Estes solos contêm argilominerais expansivos (esmectitas) em quantidade suficiente para produzir mudanças significativas de volume com a variação do teor de umidade: expandem quando úmidos e contraem quando secos, produzindo fendas profundas (Figura 4.88); essa movimentação da massa do solo é evidenciada pela presença de superfícies de fricção (*slickensides*; Figura 4.90). São extremamente duros quando secos e muito plásticos e pegajosos quando úmidos. São solos de elevada fertilidade natural, com pH ligeiramente ácido, alta soma e saturação por bases e elevada CTC.

No RS foram identificados Vertissolos Ebânicos Órticos chernossólicos por terem um horizonte A chernozêmico (Figuras 4.88 e 4.89), sendo possível também a ocorrência de Vertissolos típicos. As classes de Vertissolos identificados no RS estão relacionadas na tabela 4.22.

Tabela 4.22 Classes dos Vertissolos (BRASIL, 1973), perfil de referência e legenda no mapa de solos.

Classe de solo	Perfil de referência	Legenda no mapa de solos
Vertissolo Ebânico Órtico chernossólico	Aceguá (Perfil RS130) <sup>(1)</sup>	VEo1
	Escobar (Perfil RS141) <sup>(1)</sup>	VEo2

### *Ocorrência*

Os Vertissolos ocorrem na região da Campanha. Mais especificamente, o Vertissolo Ebânico Órtico chernossólico (Unidade Escobar) desenvolvido de rochas basálticas, ocorre principalmente nos municípios de Alegrete, Santana do Livramento, Quaraí e Uruguaiana em áreas de várzea ou no sopé das coxilhas ocupadas por Neossolos Litó-

licos (Figura 4.89). O Vertissolo Ebânico Órtico chernossólico (Unidade Aceguá) desenvolvido de rochas sedimentares (folhelhos argilosos e siltosos), ocorre nos municípios de Dom Pedrito, Bagé e Hulha Negra, ocupando coxilhas suavemente onduladas e depressões (Figura 4.88).

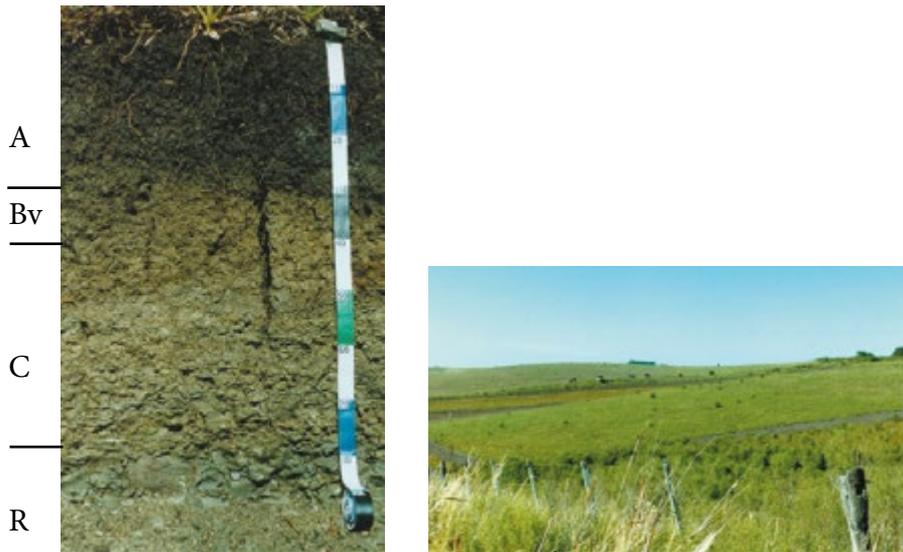


Figura 4.88 Perfil e paisagem de Vertissolo Ebânico Órtico chernossólico (Unidade Aceguá).



Figura 4.89 Perfil e paisagem de Vertissolo Ebânico Órtico chernossólico (Unidade Escobar) na várzea (b) e Neossolo Regolítico Eutrófico (Unidade Pedregal) na coxilha (a).

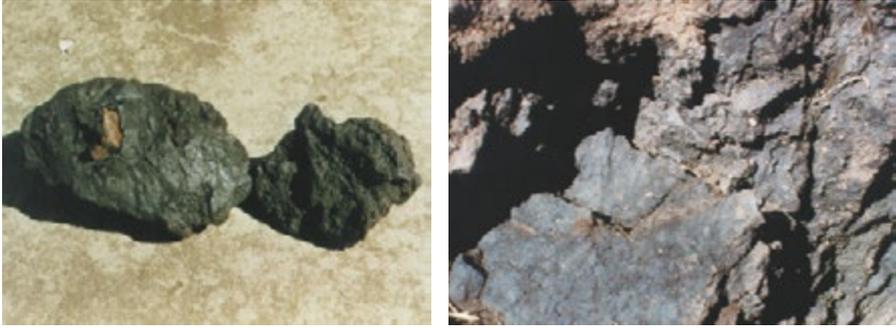


Figura 4.90 Superfícies de fricção (slikensides) em Vertissolos.

### *Uso e manejo agrícola*

Os Vertissolos apresentam alta fertilidade química natural (Tabela 4.23), mas têm limitações quanto às propriedades físicas (STAMMEL, 1996). Devido a presença de argilas expansivas (esmetctitas) esses solos tornam-se duros quando secos e plásticos e pegajosos quando úmidos, dificultando o uso e manejo em sistemas de culturas de sequeiro anuais, similar ao observado no Chernossolo Ebânico Carbonático vertissólico (Figura 4.31; Unidade Uruguaiana). Os Vertissolos Ebânicos Órticos chernossólicos (Figura 4.89; Unidade Escobar) em períodos chuvosos, devido à baixa condutividade hidráulica, tornam-se saturados com água. Nesta condição o preparo e semeadura ficam inviabilizados. Em períodos mais secos, com semeadura concluída, se advirem dias chuvosos, a germinação das culturas ou pastagens e o desenvolvimento inicial das plantas poderá ser prejudicado, com risco de perda da área cultivada. Por outro lado, a coincidência da época de preparo e semeadura com períodos secos poderá inviabilizar a implantação das culturas ou pastagens devido à excessiva dureza destes solos quando secos, o que impede a ação dos equipamentos de preparo e à deficiência de água para a germinação e crescimento das plantas. Estes solos apresentam aptidão de uso com arroz irrigado, entretanto oferecem risco de degradação por tráfego excessivo de máquinas, suscetibilidade à erosão pela facilidade de dispersão das argilas e pela ocorrência associada com Neossolos Litólicos ou Regolíticos. Têm aptidão para pastagem natural, porém a lotação excessiva de animais, principalmente na ovinocultura, causa a degradação acelerada destes solos.

Os Vertissolos Ebânicos Órticos chernossólicos (Figura 4.88; Unidade Aceguá) têm problemas de manejo similares à unidade Escobar. A ocorrência em relevo suave ondulado a ondulado favorece a drenagem superficial e subsuperficial, bem como a erosão hídrica. As

áreas com declividades até 6% permitem o uso com pastagem cultivada (cornichão + trevo + azevém) alternada com culturas anuais de sequeiro (milho e sorgo) em cultivo convencional. Em áreas com declividades de até 10% é possível o uso contínuo com culturas de verão em plantio direto, desde que sejam utilizadas plantas de cobertura no inverno sem pastoreio, para evitar o adensamento do solo.

Tabela 4.23 Algumas características do horizonte A de Vertissolos (BRASIL, 1973): material de origem, frações granulométricas, carbono orgânico (C org.), soma de bases (SB), capacidade de troca de cátions (T) e alumínio extraível (Al<sup>3+</sup>).

Classe de solo	Referência	Material de origem	Frações granulométricas			C org.	SB	T	Al <sup>3+</sup>
			Areia	Silte	Argila				
			-----%-----			----- cmolc kg <sup>-1</sup> -----			
Vertissolo Ebânico Órtico chernossólico	RS130	Folhelhos	4	36	60	1,79	22,8	30,1	1,1
	RS141	Basalto	5	43	52	5,64	43,8	56,5	0



## CAPÍTULO 5

### A DIVERSIDADE DE SOLOS E A SUA DISTRIBUIÇÃO NA PAISAGEM

#### **A formação dos solos**

A seção anterior, ao descrever as principais classes de solos identificadas no RS, mostra a enorme diversidade de tipos de solos encontrados. Qual é a razão de existirem tantos solos diferentes e quais são as causas desta diversidade? A resposta é dada pelo entendimento dos fatores que afetam a formação (ou a gênese) dos solos. Primeiramente, é oportuno lembrar que a formação natural do solo é um processo muito lento, isto é, os solos que vemos hoje são os resultados de processos que atuaram (e continuam atuando) ao longo de muitos séculos ou milhares e até milhões de anos. Mais especificamente, estudos científicos mostram que a origem e o desenvolvimento dos solos devem-se à influência dos fatores ambientais (por isso também conhecidos como “fatores de formação do solo”), que são identificados como: o material de origem do solo (rocha ou sedimento que forneceu o material mineral que compõe o solo), o clima (a temperatura e principalmente a quantidade de chuvas que atuam nas reações de dissolução e remoção de materiais do solo), o relevo (paisagem ou conformação da superfície do terreno, que condiciona a erosão através do escoamento das águas que chegam ao solo), os organismos vivos (ação da flora e fauna, que atuam na adição e transformação de materiais orgânicos e minerais no solo), bem como o tempo de atuação desses fatores. Desta maneira, as diferenças entre os tipos de solos são explicadas pelas várias combinações possíveis de associação entre os fatores ambientais, as quais condicionam a ação dos processos (físicos, químicos e biológicos) atuantes na formação do solo. Entre os fatores ambientais que mais influenciaram na diferenciação dos solos identificados no RS destacam-se o material de origem (a geologia), o relevo e o clima. Destes fatores, um conhecimento da origem e da distribuição dos materiais geológicos existentes no RS contribui para um melhor entendimento da ocorrência dos diversos tipos de solos. Por esta razão, uma breve descrição da geologia do Estado está exposta na seção seguinte.

O fato de os solos serem o produto de uma determinada combinação dos fatores ambientais explica a razão pela qual podem se formar solos diferentes a partir de um mesmo material geológico. Isto é exemplificado pelas diferenças entre solos originados da mesma rocha, basalto (Figura 5.1) e granito (Figura 5.2).



(a)



(b)



(c)



(d)

Figura 5.1 Exemplos de solos desenvolvidos do basalto: a) Neossolo Litólico; b) Neossolo Regolítico; c) Cambissolo Háptico; d) Latossolo Vermelho.



(a)



(b)



(c)



(d)

Figura 5.2 Exemplos de solos desenvolvidos do granito: a) Neossolo Regolítico; b) Combissolo Háplico; c) Argissolo Vermelho; d) Argissolo Vermelho-Amarelo.

O fato de os processos de formação natural dos solos serem extremamente lentos impede na maioria dos casos que se observem mudanças visíveis no solo a curto prazo (em uma ou mais gerações). No entanto, a ação humana é capaz de modificar de maneira rápida (de poucos dias a dezenas de anos) certas características naturais do solo que foram adquiridas ao longo de milhares de anos. Neste aspecto, a ação humana sobre o solo pode ser benéfica ou prejudicial. Sob o ponto de vista agrônomo, os efeitos benéficos são geralmente avaliados em termos de alterações do solo que contribuem para incrementar a produção agrícola, tais como a correção da acidez (calagem), a reposição de nutrientes para as culturas (fertilização e adubação), uso de práticas conservacionistas e outras. Por outro lado, os efeitos prejudiciais são visíveis na degradação do solo e do ecossistema, seja pelo uso agrícola, urbano, industrial ou em função de outras finalidades. Por isso, o uso do solo deve ser baseado na sua aptidão ao objetivo proposto, o que envolve uma avaliação de riscos e benefícios decorrentes da utilização pretendida. Convém sempre lembrar que o solo não é um recurso natural imutável, mas sujeito a mudanças de acordo com o tratamento recebido.

## **Geologia do estado do Rio Grande do Sul**

O estado do Rio Grande do Sul (RS) apresenta quatro grandes províncias geomorfológicas (Figura 5.3) que têm origens geológicas distintas. Para um melhor entendimento dessas províncias, é necessária uma breve retrospectiva da história geológica do RS e do planeta Terra, transcorrida no tempo geológico (Figura 5.4), estimado em períodos de milhões de anos (Ma). Os primórdios do RS estão relacionados a mais de um ciclo de choque e ao posterior afastamento de antigas massas continentais através da movimentação das placas tectônicas, até chegar à configuração dos atuais continentes. Primeiramente é apresentado um panorama geral dos processos geológicos que resultaram na atual feição do RS e, em seguida, são descritas brevemente a formação e as principais características de cada província geomorfológica. Maiores detalhes da história geológica do RS são encontrados em Holz (1999).

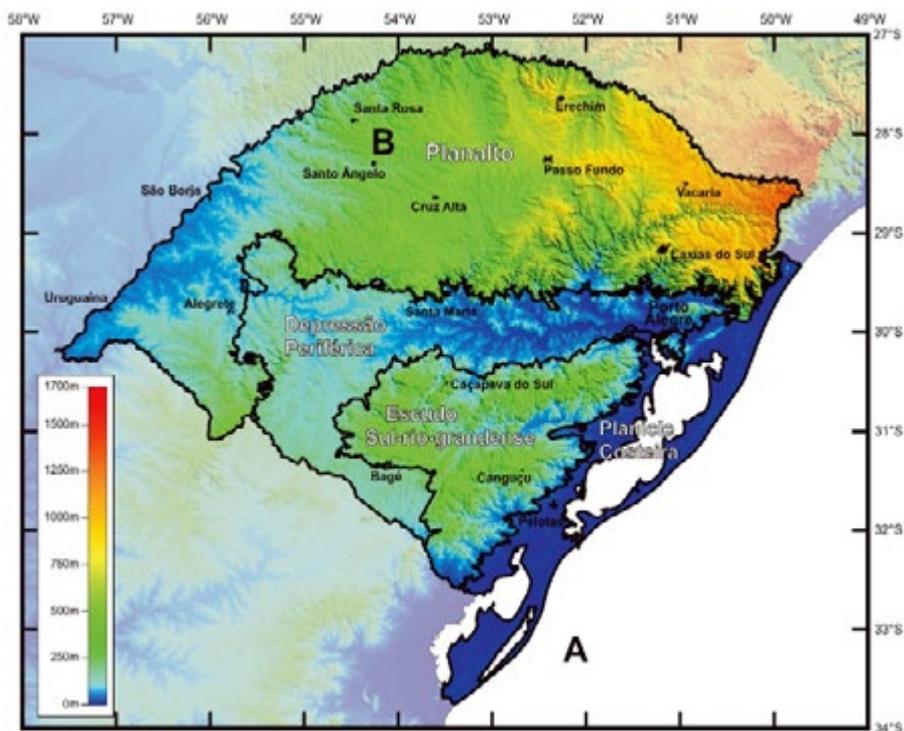


Figura 5.3 Províncias geomorfológicas do estado do Rio Grande do Sul (modelo digital do terreno derivado dos dados SRTM - Nasa).

A configuração da distribuição geográfica atual das províncias geomorfológicas (Figura 5.3) começa a ser explicada a partir do período Carbonífero (Figura 5.4) entre 359-299 milhões de anos atrás, quando as antigas massas continentais do nosso planeta estavam agregadas em um único megacontinente chamado Pangéia. [O Pangéia depois se separou, há cerca de 200 milhões de anos nos supercontinentes Gondwana (formado pela agregação da América do Sul, África, Austrália, Antártida e Índia) e Laurásia (formado pela agregação da América do Norte, Groelândia, Europa e Ásia)]. A história geológica desde os primórdios do planeta Terra até o período Ordoviciano (444-485 Ma) encontra-se registrada nas rochas da atual província do Escudo Sul-rio-grandense. No período Carbonífero começou a ocorrer um afundamento (ou subsidência) na região da qual o RS atualmente faz parte, originando uma ampla depressão topográfica de milhares de quilômetros quadrados, que passou a ser

	<b>Época</b>	<b>Período</b>	<b>Era</b>	<b>Eon</b>	
0,01	Holoceno	Quaternário	Cenozóico	Fanerozóico	Homem, glaciações
2,6	Pleistoceno				
5,3	Plioceno	Neógeno			Mamíferos e fanerógamas
23,0	Mioceno				
33,9	Oligoceno	Paleógeno			Mamíferos e fanerógamas
56,0	Eoceno				
66,0	Paleoceno				
		Cretáceo	Mesozóico	Fanerozóico	Dinossauros e coníferas (mamíferos pequenos)
145		Jurássico			
201		Triássico			
252		Permiano	Paleozóico	Fanerozóico	Répteis primitivos
299		Carbonífero			
359		Devoniano			Anfíbios e criptógamas
419		Siluriano			
444		Ordoviciano			
485		Cambriano			
541					
				Proterozóico	Algas, esponjas e vermes
			2500	Arqueano	Bactérias e algas verde-azuladas
			4000	Hadeano	Bombardio de asteroídes explosões vulcânicas e formação da atmosfera e da hidrosfera
			4600		

Figura 5.4 Escala geológica do tempo (em milhões de anos).

preenchida por sedimentos originando a bacia sedimentar do Paraná; parte desses sedimentos está exposta na atual província da Depressão Periférica e parte está recoberta pelas rochas vulcânicas da atual província do Planalto (Figura 5.5). A subsidência dessa bacia sedimentar aumentou lentamente à medida que aumentava a pressão da massa de camadas sedimentares depositadas. Essa sedimentação continuou durante aproximadamente 140 milhões de anos, formando uma espessura de rochas sedimentares que alcança até um quilômetro no RS (e até seis quilômetros no Norte de SC). Há cerca de 147 Ma, isto é no final do período Jurássico e início do Cretáceo (Figura 5.4), iniciou a fragmentação do supercontinente Gondwana devido ao movimento de separação das placas tectônicas. Este processo desencadeou um vulcanismo de fissuras com lava (magma) basáltica brotando em fendas da crosta terrestre; as diversas extrusões do magma por fendas, que ocorreram na sua quase totalidade em um espaço de menos de 10 milhões de anos, empilharam uma sucessão de camadas que alcançam centenas de metros de espessura. O resultado disso é um vulcanismo basáltico gigantesco que cobre cerca de 1,3 milhões de km<sup>2</sup>, do qual faz parte a atual província do Planalto no RS. A continuidade do vulcanismo fez com que essa fenda se alargasse e permitisse a entrada da água do mar, dando origem ao Oceano Atlântico e aos continentes da América do Sul e da África, em processo que persiste até os dias de hoje através de vulcanismo marinho. No início do Cenozóico, há 66 Ma, logo após o vulcanismo de fissuras e a separação entre a América do Sul e a África, não existia o litoral extenso, plano e arenoso do RS, com suas diversas lagoas; nessa época, a linha costeira era recortada e formada pelas rochas basálticas (tal como em Torres) e pelas rochas graníticas e metamórficas do Escudo Sul-rio-grandense. A Planície Costeira (Figura 5.3), região geologicamente mais jovem do RS, foi originada muito depois, pelas sucessivas oscilações do nível do mar que passaram a ocorrer a partir do final do período Neógeno (Plioceno) e no Quaternário, associadas a períodos glaciais e interglaciais. Um testemunho desse processo são as grandes lagoas, tais como a lagoa dos Barros e a lagoa dos Quadros, bem como a laguna dos Patos, originadas pelo aprisionamento de parte do mar da época por cordões arenosos; atualmente essas lagoas são abastecidas pelos rios da

porção continental. Esse processo de formação da zona litorânea do RS continua em andamento.

A seguir, em ordem cronológica e com um pouco mais de detalhe, são descritas a formação e a situação de cada uma das quatro províncias geomorfológicas (Figura 5.3).

### *Escudo Sul-rio-grandense*

A província do Escudo Sul-rio-grandense, localizada na parte Centro-Sul do RS, apresenta as rochas mais antigas, com idades que vão desde o período Ordoviciano (444-485 Ma) até o Arqueano (mais de 2500 Ma). Estas rochas estão distribuídas em relevos ondulados a forte ondulados, desde menos de 100 até um máximo de 500 metros de altitude (Figura 5.3), constituindo o embasamento cristalino, assim chamado em alusão ao fato de ele compor a base onde as outras formações geológicas se assentaram (Figura 5.5) e ao alto grau de consolidação das rochas. Além de ser muito antiga, essa província é também geologicamente muito complexa, pois compreende várias suítes de rochas ígneas plutônicas (rochas originadas por magma resfriado em grande profundidade abaixo da superfície) principalmente de composição granítica (Figura 5.6a e b), algumas intimamente associadas a rochas metamórficas (rochas formadas a partir de rochas pré-existentes pela ação de altas pressões e temperaturas) de alto grau como gnaisses (terrenos granito-gnáissicos), além de faixas de rochas metamórficas diversas (xistos, quartzitos, mármore, gnaisses, etc.). Essas rochas foram recobertas por sequências de rochas sedimentares (conglomerados, arenitos e siltitos) e de rochas vulcânicas (riolitos, andesitos e tufos vulcânicos) no final do Proterozóico e início do Paleozóico. Sua formação se deu numa época anterior à existência do megacontinente Pangéia, numa conformação pretérita de massas continentais e de oceanos muito diversa da atual, onde por exemplo, no final do Proterozóico o terreno que hoje compõe o Estado do RS se encontrava no hemisfério Norte de ponta-cabeça (HOLZ, 1999).

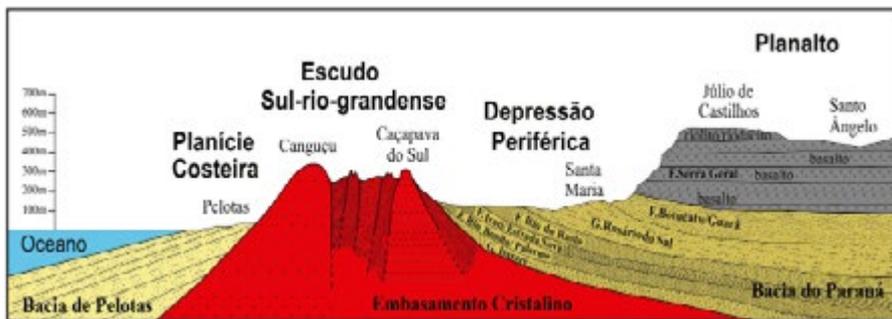
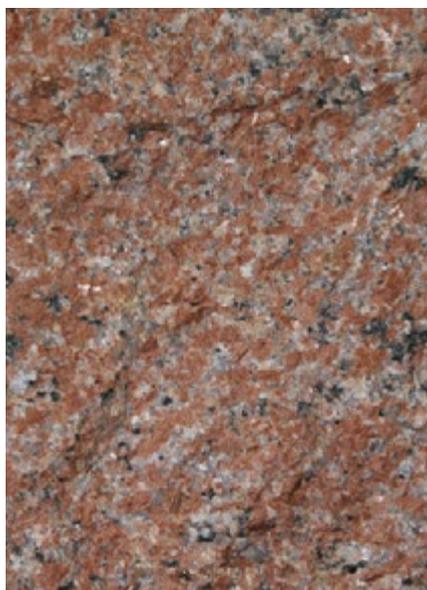


Figura 5.5 Seção esquemática mostrando a disposição das unidades geológicas e as formas de relevo ao longo da linha A-B da figura 5.3.



(a)



(b)

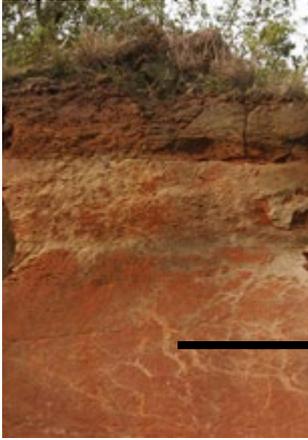
Figura 5.6 Granito cinzento (a) e granito rosa (b).

Tabela 5.1 Quadro resumo das características dos principais tipos de rochas.

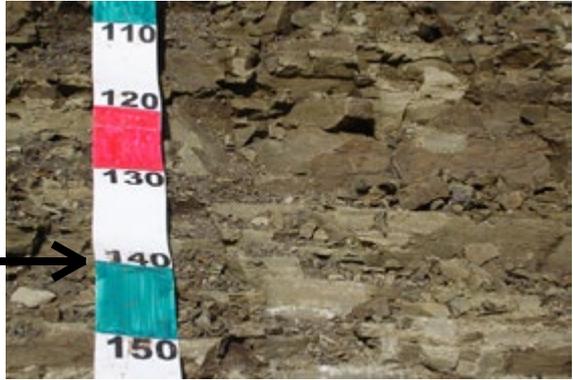
Tipo	Origem (aspecto)	Nome	Característica	Foto	
Ígnea ou magmática	plutônica: resfriamento lento em profundidade (granulação grosseira)	granito	rico em Si, Na e K		granito
		granodiorito	intermediária		
		diorito	intermediária		
		gabro	pobre em Si, rico em Ca, Mg e Fe		
	vulcânica: resfriamento rápido na superfície (granulação fina)	riolito	rico em Si, Na e K		basalto
		dacito	intermediária		
andesito		intermediária			
Sedimentar	intemperismo, erosão, transporte e deposição das partículas ou substâncias dissolvidas	conglomerado arenito	cascalhos e calhaus areia		conglomerado
		siltito	silte		
		argilito	argila		arenito
		folhelho	argila com laminação		
		calcário	carbonato de cálcio		
Metamórfica	recristalização de rochas pré-existentes sob alta temperatura e/ou pressão	xisto	rocha laminada (xistosidade)		xisto
		gnaisse	rocha bandada		
		mármore	carbonato de cálcio		gnaisse
		quartzito	silica		

### *Depressão Periférica*

A província da Depressão Periférica é uma área de rochas sedimentares diversificadas (originadas pela deposição de sedimentos com composição e granulometria variada, gradativamente compactados e litificados) que circunda o Escudo Sul-rio-grandense. A Depressão Periférica apresenta relevos ondulados a suave ondulados (coxilhas) e altitudes médias entre 40 e 100 metros (Figura 5.3). Geologicamente, ela faz parte de uma grande bacia sedimentar conhecida como Bacia do Paraná, que se estende até o Sul dos estados de Goiás e do Mato Grosso. Sua sedimentação começou no início do período Permiano (~299 Ma, isto é, ainda no megacontinente Pangéia, antes da separação entre a América do Sul e a África) transcorrendo em vários ambientes: primeiramente em um ambiente continental com evidências de deposição glacial (identificado como Grupo Itararé, constituído por conglomerados do tipo tilito, arenitos e siltitos do tipo varvito), passando depois a um ambiente costeiro (Grupo Guatá - Formação Rio Bonito: arenitos, siltitos e carvão; Formação Palermo: siltitos) e após a um ambiente marinho de águas rasas (Grupo Passa Dois - Formação Irati: folhelhos com lentes calcárias; Subgrupo Estrada Nova: folhelhos e siltitos); retornou então à sedimentação em um ambiente costeiro (Grupo Passa Dois - Formação Rio do Rasto: siltitos e arenitos finos), passando à fluvial (Grupo Rosário do Sul – Formações Sanga do Cabral, Santa Maria e Caturrita: arenitos, siltitos e argilitos) e após a um ambiente desértico (Formações Guará e Botucatu: arenitos eólicos) no final do período Jurássico e início do Cretáceo (144 Ma). Os arenitos eólicos constituem um imenso aquífero, chamado Guarani, considerado um dos mais importantes reservatórios de água doce do mundo. A Depressão Periférica apresenta, portanto, uma sucessão de diferentes camadas de rochas sedimentares, as quais estão eventualmente expostas dependendo da remoção (por erosão geológica) das camadas de rochas suprajacentes: as dos Grupos Itararé, Guatá e Passa Dois, que estão na base, são encontradas circundando o Escudo Sul-rio-grandense e na região da Campanha do Estado (de Candiota a Dom Pedrito), as do Grupo Rosário do Sul, intermediárias, ocupam uma superfície maior, e as do topo (Formações Guará e Botucatu) são encontradas próximas à Província do Planalto (Figura 5.3). A Figura 5.7 a, b, c ilustra as rochas arenito, silito e argilito.



(a)



(b)



(c)

Figura 5.7 Arenito (a), siltito (b) e argilito (c).

## Planalto

A província do Planalto, que ocupa a metade Norte e uma porção no Sudoeste do RS, é formada por uma sucessão de pacotes de rochas vulcânicas (rochas originadas por magma resfriado na superfície da crosta terrestre: basaltos, dacitos e riolitos da Formação Serra Geral). Essas rochas se apresentam em um relevo aproximadamente tabular, muito escavado pelos rios em alguns pontos formando escarpas e vales profundos (principalmente na zona da Serra gaúcha); a sequência de derrames é identificada na forma de patamares nas encostas dos vales (Figura 5.8).

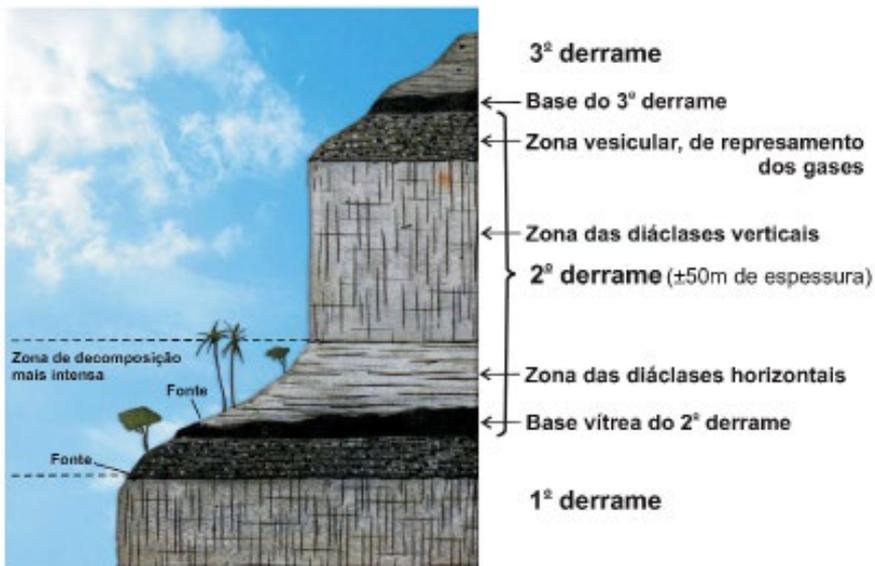


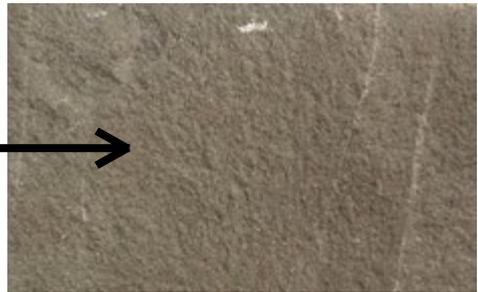
Figura 5.8 Zonas típicas dos derrames basálticos do Sul do Brasil (LEINZ; AMARAL, 1978).

Na porção Nordeste do RS (região dos Campos de Cima da Serra) os derrames vulcânicos apresentam altitudes de até mais de 1000 metros, gradualmente caindo para menos de 100 metros na porção Oeste, na região da Campanha (Figura 5.3). Essa manifestação vulcânica de grande porte, datada do período Cretáceo (140-130 Ma), interrompeu a sedimentação da Bacia do Paraná, e sua origem está conectada com abertura do Oceano Atlântico e a divisão do supercontinente Gondwana, originando os continentes da América do Sul e da África. Os derrames de lava vulcânica, portanto, cobriram grande parte dos sedimentos da Ba-

cia do Paraná, deixando exposta no RS apenas a porção referente à atual Depressão Periférica. De modo geral, os primeiros derrames vulcânicos apresentam composição basáltica (contém mais Fe, Ca e Mg) (Figura 5.9a e b) e os últimos derrames têm composição riolítica (contém mais silício e menos Fe, Ca e Mg) (Figura 5.10a e b), ocorrendo ainda tipos intermediários de composição dacítica (rochas tipo dacito). Por isso, na porção Nordeste do RS se encontram os derrames basálticos nas cotas mais baixas, formando as bases e encostas dos morros, enquanto que os derrames riolíticos aparecem nas cotas mais altas, geralmente acima de 700 a 800 metros de altitude. Por outro lado, na porção Oeste e Sudoeste do RS predominam rochas basálticas. Nos intervalos entre os primeiros derrames de lavas houve eventualmente a deposição de sedimentos arenosos, constituindo os arenitos intertrápicos (situados entre os derrames ou “traps”- degraus). Os derrames basálticos apresentam uma espessura variável entre 25 e 50 metros, sendo constituídos por quatro zonas formadas conforme a velocidade de resfriamento da lava. A disposição dessas zonas, da base para o topo do derrame, é a seguinte (Figura 5.8): (1) a base, constituída por um material vítreo (não cristalino) decorrente do resfriamento muito rápido da lava em contato com a superfície fria; (2) a zona de diaclase (fendilhamento) horizontal, constituída por basalto microcristalino (cristais muito pequenos, não visíveis a olho nu) devido ao resfriamento mais lento da lava, apresentando eventualmente algumas vesículas mais alongadas no sentido horizontal (Figura 5.10b); (3) a zona central de diaclase vertical, constituída por basalto mais grosseiro devido ao seu resfriamento muito mais lento (Figura 5.11); (4) a zona de topo do derrame, constituída por basalto com vesículas amigdaloides (preenchidas por cristais visíveis) (Figura 5.12) formadas pelo aprisionamento de gases devido ao resfriamento muito rápido da lava. A formação de cristais (tais como quartzo, ametista, zeolita, etc.) nas vesículas resultou da condição de supersaturação com sílica das soluções que migraram através da lava durante o processo de resfriamento. Nas escarpas e encostas basálticas, as zonas da base e as vesiculares e de diaclase horizontal são geralmente locais de afloramento de água (surgeências) e menos resistentes à intemperização (decomposição), sendo identificadas nas encostas pelo crescimento de vegetação arbórea em cinturões paralelos. Ainda, sobre as rochas vulcânicas, podem ser encontradas rochas sedimentares do Paleógeno/Neógeno (Formação Tupanciretã – arenitos), principalmente numa área que vai de Júlio de Castilhos até o município de Pontão, passando por Cruz Alta e Carazinho.



(a)



(b)

Figura 5.9 Basalto (a e b)



(a)



(b)

Figura 5.10 Riolito com diaclase horizontal (a) e riolito em detalhe (b).

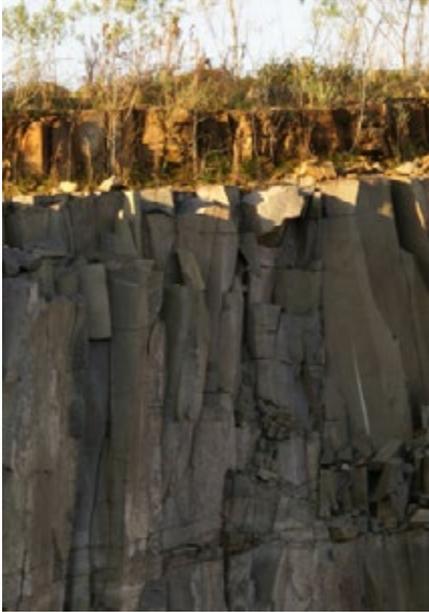


Figura 5.11 Basalto com diaclase vertical



Figura 5.12 Basalto amigdalóide.

### *Planície Costeira*

A província da Planície Costeira está situada em cotas baixas (menos de 40 metros de altitude) (Figura 5.3), sendo formada por sedimentos inconsolidados (areias, siltes e argilas) depositados a partir do final do Neógeno e durante o período Quaternário (há menos de 2,6 Ma). É, portanto, a província geomorfológica mais jovem do RS. Sua sedimentação é característica de ambiente costeiro sob influência de eventos de transgressão e regressão marinhos (respectivamente, avanços e recuos do nível do mar, relacionados aos períodos interglaciais e glaciais), que formaram ambientes praias, com lagunas e cordões arenosos, e marinhos de águas rasas. Estas subidas e descidas do nível do mar deram origem a pelo menos quatro níveis de terraços, progressivamente mais baixos, separados por degraus de dois a cinco metros, até a cota do terraço atual, ao nível do mar. Os sedimentos da Planície Costeira compõem a parte emersa de uma bacia sedimentar de dimensões mais amplas, chamada Bacia de Pelotas (Figura 5.5), depositada a partir do período Cretáceo com

a separação do supercontinente Gondwana e a formação do Oceano Atlântico.

Toda essa complexidade geológica acima descrita, associada aos demais fatores ambientais (clima, relevo, vegetação), permitem entender a razão e a distribuição da grande variedade de tipos de solos encontrados no RS.

### **A distribuição dos solos na paisagem**

O Rio Grande do Sul apresenta uma grande diversidade de paisagens e de litologias, que são as principais responsáveis pela variedade de solos encontrada e representada no mapa de solos (Figura 5.20, adiante). Este mapa é uma versão modificada do mapa de solos de Brasil (1973), com algumas atualizações conforme o SiBCS (EMBRAPA, 2013) e eventuais generalizações cartográficas da distribuição de solos. O objetivo desse mapa de solos (Figura 5.20) é fornecer uma visão genérica da distribuição dos principais tipos de solos no RS, não excluindo a eventual necessidade de novos levantamentos pedológicos para atender a outros objetivos.

Tendo isso em perspectiva, nesta seção é feita uma breve descrição da distribuição geográfica e da ocorrência dos solos seguindo o referido mapa de solos, acrescida de informações de outras fontes (IBGE, 1986; FEE, 1980). A descrição é feita por setores dentro de cada província geomorfológica (Figura 5.3) considerando eventualmente a sua subdivisão em regiões fisiográficas (Figura 5.13 e 5.14). A descrição da distribuição dos solos no mapa inicia pela província do Planalto e segue nas províncias da Depressão Periférica, do Escudo Sul-rio-grandense e finaliza na província da Planície Costeira. A Figura 5.14 mostra a localização das toposequências representativas das distribuições dos solos na paisagem nas diversas regiões fisiográficas.



Figura 5.13 Regiões fisiográficas e distribuição dos solos.

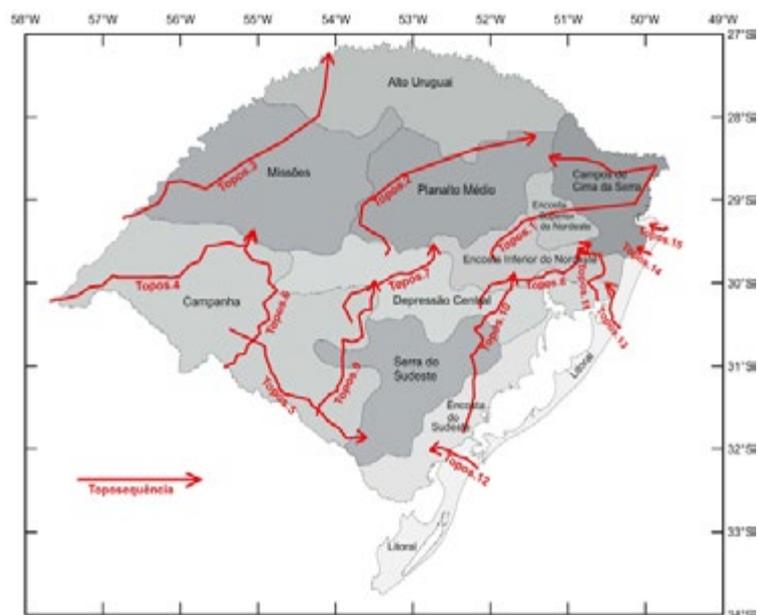


Figura 5.14 Localização das toposequências nas regiões fisiográficas

A província geomorfológica do **Planalto** pode ser subdividida nas seguintes regiões fisiográficas: Campos de Cima da Serra, Encosta Inferior do NE, Encosta Superior do NE, Planalto Médio, Alto Uruguai, Missões e Campanha.

A região dos **Campos de Cima da Serra**, situada na porção Nordeste do RS, constitui uma superfície aplainada com cotas acima de 900 metros, delimitada ao Sul por São Francisco de Paula, ao Norte por Bom Jesus, a Leste por Cambará do Sul e a Oeste por São Marcos. É a região mais fria (temperaturas médias anuais de 14,1°C em São Francisco de Paula, 15,6°C em Vacaria) e que apresenta o maior volume de chuvas no Estado (1700mm/ano em Vacaria, 2470 mm/ano em São Francisco de Paula), suportando uma vegetação de campos de altitude entremeada por mata com araucárias. A cobertura geológica predominante é de rochas vulcânicas ácidas (riolito, dacito) e o relevo varia de suave ondulado a forte ondulado. Devido às condições climáticas os solos dominantes são normalmente ácidos (baixa saturação por bases e altos teores de  $Al^{3+}$  extraível e de MO), correspondendo às classes Cambissolos Húmicos Alumínicos típicos (U. Bom Jesus), Cambissolos Háplicos Alumínicos organossólicos (U. Rocinha), Neossolos Regolíticos Húmicos lépticos e Neossolos Litólicos Húmicos típicos (U. Silveiras), além de inclusões de Gleissolos Melânicos e Organossolos Háplicos (Figura 5.15 – Toposequência 1). A meio caminho do trajeto de Bom Jesus a Vacaria, já sobre rochas vulcânicas básicas (basalto), estendendo-se para Noroeste na direção de Esmeralda, ocorrem Latossolos Brunos Alumínicos férricos (U. Vacaria) ocupando as coxilhas em relevo suave ondulado, com inclusões de Nitossolos Brunos e Cambissolos Háplicos e nas áreas mais baixas e mal drenadas ocorrem inclusões de Plintossolos e Gleissolos. Com a cidade de Vacaria por referência, ao Sul, para Oeste no sentido de Ibiraiaras e para Noroeste no trajeto Lagoa Vermelha a Ibiaçá, ocorrem Latossolos Vermelhos Distroférricos húmicos (U. Durox), com inclusões de Nitossolos Brunos e Vermelhos Distroférricos (Figura 5.15 – Toposequência 1).

Ao Sul da região dos Campos de Cima da Serra, em altitudes um pouco menores, situa-se a região da **Encosta Superior do NE**. Nesta região e na faixa que se estende no sentido Leste-Oeste na borda da província do Planalto em relação à Depressão Central (entre 500 e 900

metros de altitude), compreendendo os municípios de Caxias do Sul, Farroupilha, Bento Gonçalves, Carlos Barbosa, Antônio Prado, Ilópolis, Arvorezinha, Fontoura Xavier, Sobradinho e outros, em relevo ondulado a forte ondulado e desenvolvidos a partir de rochas efusivas ácidas (riolito, dacito) ocorrem Argissolos Bruno-Acinzentados Alíticos abruptos (U. Carlos Barbosa), Neossolos Litólicos ou Regolíticos Distróficos típicos (U. Caxias), Cambissolos Húmicos Alumínicos típicos (U. Farroupilha), além de Nitossolos Brunos (IBGE, 1986) (Figura 5.15 – Toposequência 1).

Em altitudes entre 300 e 500 metros situam-se os patamares da Serra Geral, que formam a região da **Encosta Inferior do Nordeste**, bem como as escarpas da Serra Geral com face para o litoral. A litologia dominante é o basalto em relevo ondulado a montanhoso, onde predominam Neossolos Litólicos ou Regolíticos Eutróficos (U. Charua), Chernossolos Argilúvicos Férricos (U. Ciríaco), Cambissolos Háplicos Eutróficos (U. Ciríaco degradada) e situados em relevo suave ondulado Nitossolos Vermelhos Distroférricos (U. Estação). Nas porções mais baixas situadas nos vales em U dos rios são encontrados Chernossolos Háplicos Órticos típicos (U. Vila) e inclusões de Cambissolos Háplicos Eutróficos gleissólicos, Neossolos Flúvicos e Gleissolos Háplicos (Figura 5.15 – Toposequência 1).

Na região do **Planalto Médio** (que se limita a Leste com a região dos Campos de Cima da Serra, a Oeste com a região das Missões, ao Norte com a região do Alto Uruguai e ao Sul com a borda do Planalto à Depressão Central), em relevo suave ondulado e bastante homogêneo dominam solos profundos dos tipos Latossolos, Nitossolos e Argissolos. Originados de rochas basálticas, nas áreas mais acidentadas em relevo forte ondulado são encontrados Cambissolos Háplicos e Neossolos Regolíticos. Nos trajetos Lagoa Vermelha em direção a Barracão e de Sarandi a Nonoi, em relevo suave ondulado a ondulado ocorrem Latossolos Vermelhos Aluminoférricos húmicos (U. Erechim). No trajeto Lagoa Vermelha a Passo Fundo (BR-285) observa-se em relevo suave ondulado a ondulado, uma sequência de áreas com Latossolos Vermelhos Distroférricos húmicos (U. Durox) e Nitossolos Vermelhos Distroférricos latossólicos ou típicos (U. Estação) todos originados de basalto; antes de Passo Fundo, formados da mistura de sedimentos arenosos e basálticos passam a predominar os Latossolos Vermelhos

Distróficos húmicos (U. Passo Fundo), ocupando uma extensa área que se estende por Carazinho, Santa Bárbara do Sul, Não-Me-Toque, Victor Graeff, até Cruz Alta e entre Tapejara e Soledade. Os Nitossolos Vermelhos Distroféricos (U. Estação) também são encontrados entre Passo Fundo e Marau, bem como ao Norte e a Noroeste de Casca; ao Norte de Ciríaco no sentido de Tapejara e Sananduva; e ao Norte de Passo Fundo na direção de Campinas do Sul. No trajeto Tio Hugo, Victor Graeff, Tapera, Selbach e Ibirubá, são encontrados Latossolos Vermelhos Aluminoféricos (U. Erechim) originados de rochas basálticas. Já no trajeto Santa Bárbara do Sul, Cruz Alta em direção a Tupanciretã e até Júlio de Castilhos, a litologia é de arenitos com relevo suave ondulado onde predominam Latossolos Vermelhos Distróficos de textura média (U. Cruz Alta) ocupando as coxilhas, com Gleissolos nas áreas de baixada mal drenadas (Figura 5.15 – Toposequência 2).

A Oeste de Santa Bárbara, no trajeto Panambi, Ijuí a Santo Ângelo e em direção ao Norte até São Nicolau, Santo Cristo, Três Passos e Tenente Portela, ocorrem Latossolos Vermelhos Distroféricos (U. Santo Ângelo) originados de rochas basálticas e ocupando o relevo suave ondulado. Nestas áreas, além dos Latossolos, também são encontrados Nitossolos Vermelhos Distroféricos e, nas porções mais baixas e mal drenadas do terreno ocorrem Gleissolos. Nas encostas mais íngremes das coxilhas, esses Latossolos cedem espaço para Cambissolos Háplicos e Neossolos Regolíticos (Figura 5.15 – Toposequência 2).

Ao Norte de Tupanciretã sobre arenitos (Formação Tupanciretã) em relevo suave ondulado de coxilhas são encontrados Argissolos Vermelho-Amarelos Distróficos (U. Tupanciretã), com Gleissolos Háplicos e Neossolos Quartzarênicos Hidromórficos ocupando as partes baixas mal drenadas entre coxilhas (Figura 5.15 – Toposequência 2).

No setor a Oeste de Soledade até as proximidades de Santiago, em relevo ondulado predominam Argissolos Vermelho-Amarelos Aluminicos úmbricos (U. Júlio de Castilhos) e Neossolos Litólicos ou Regolíticos Distroúmbricos (U. Guassupi) desenvolvidos de basalto; esses Neossolos podem dominar nas áreas de relevo forte ondulado. Na borda do Planalto, no sentido de Arvorezinha a Nova Palma, em relevo ondulado a forte ondulado ocorrem Argissolos Bruno-Acinzentados Aluminicos típicos (U. Oásis) originados de rochas efusivas ácidas (riolito e dacito) (Figura 5.15 – Toposequência 2).

Na região do **Alto Uruguai**, nas porções mais dissecadas pelas calhas dos afluentes do rio Uruguai, todos originados de rochas basálticas e ocupando um relevo ondulado a forte ondulado ocorrem Neossolos Litólicos ou Regolíticos Eutróficos (U. Charrua), Chernossolos Argilúvicos Férricos (U. Ciríaco) e Cambissolos Háplicos Eutróficos (U. Ciríaco degradada); nas áreas de relevo suave ondulado ocorrem Latossolos Vermelhos Distroférricos e Eutroférricos, além de Nitossolos Brunos e Vermelhos Distroférricos (Figura 5.15 – Toposequência 3).

No Oeste do Estado situa-se a região das **Missões**, delimitada a Leste com o Planalto Médio, ao Norte com o Alto Uruguai, ao Sul com a Campanha e a Oeste com o rio Uruguai. A litologia dominante é de rochas basálticas e sedimentos derivados das mesmas, em relevo suave ondulado de coxilhas e extensas áreas de várzea na porção Oeste, com vegetação natural de campos. Os solos dominantes são Latossolos Vermelhos Distroférricos (U. Santo Ângelo) que se estendem de Santo Ângelo para Boçoroca, Santo Antônio das Missões, São Nicolau e Guarani das Missões. No trajeto de Santo Antônio das Missões a São Borja predominam Nitossolos Vermelhos Distroférricos (U. São Borja) nas coxilhas associados com Luvisolos Háplicos Pálicos plínticos (U. Virgínia) situados em cotas mais baixas, que se estendem para o Norte até Garruchos e até ao Sul de Itu. Ao Sul de Santo Antônio das Missões e a Oeste de Boçoroca há grandes extensões de Neossolos Regolíticos Eutróficos e afloramentos de rocha, com presença de Vertissolos Ebânicos nas partes baixas da paisagem (Figura 5.15 – Toposequência 3).

As várzeas alagadiças dos rios Icamauã e Butuí são ocupadas por Gleissolos Háplicos Eutróficos (U. Banhado), enquanto que nas imediações de São Borja, em várzeas ao longo do rio Uruguai, ocorrem Plintossolos Argilúvicos Eutróficos petroplínticos (U. Durasnal); no trajeto de São Borja a Itaqui e de Maçambará até ao Sul do rio Ibicuí há extensas áreas de Luvisolos Háplicos Pálicos plínticos (U. Virgínia) associados com Plintossolos Argilúvicos Alumínicos abruptos (IBGE, 1986), ocupando um relevo quase plano a suave ondulado. Nas imediações de Itaqui e para o Sul ao longo do rio Uruguai, há áreas com ocorrência de Chernossolos Ebânicos Carbonáticos vertissólicos (U. Uruguiana). Nas margens do rio Ibicuí são encontrados Neossolos Quartzarênicos Órticos e Hidromórficos (Figura 5.15 – Toposequência 3).

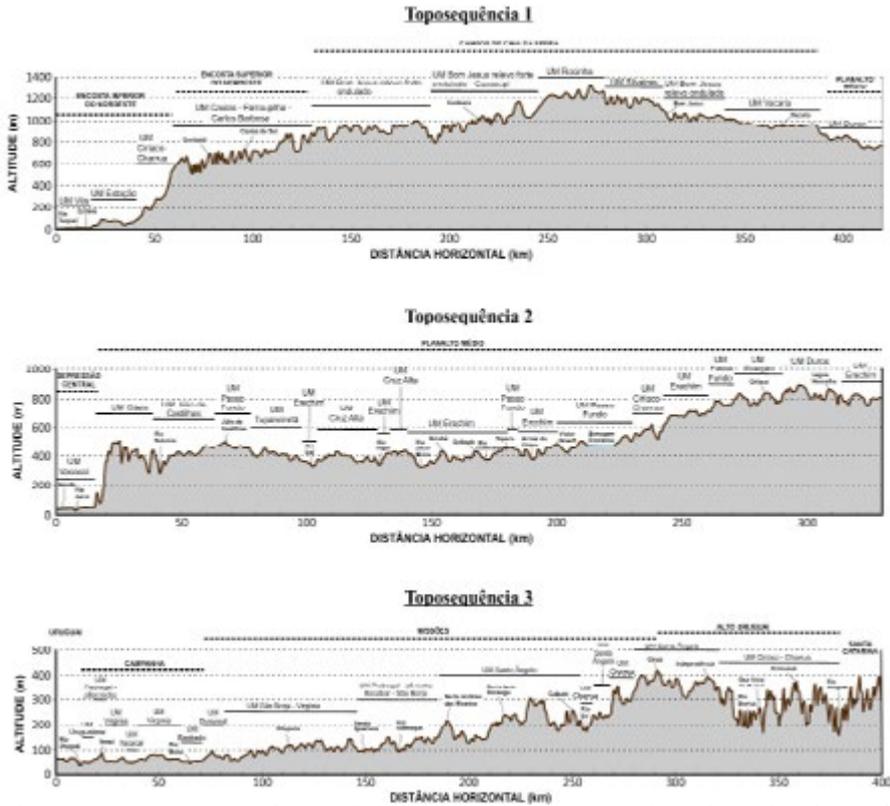


Figura 5.15 Toposequências 1 a 3 da Figura 5.14 representativas dos solos das regiões fisiográficas Campos de Cima da Serra, Encosta Inferior do NE, Encosta Superior do NE, Planalto Médio, Alto Uruguai e Missões.

A região da **Campanha** delimita-se ao Norte com o rio Ibicuí, a Oeste com o rio Uruguai, ao Sul com o rio Quaraí e a Leste com a bacia do rio Ibicuí correspondente ao segmento Sul-Norte da Depressão Periférica (IBGE, 1986). As principais cidades nela localizadas são Uruguaiana, Alegrete, Santana do Livramento e Quaraí. A maioria dos solos tem o basalto (Formação Serra Geral) como material de origem, mas também há áreas cobertas por arenitos (Formação Botucatu). Toda região tem ampla dominância de Neossolos Litólicos ou Regolíticos Eutróficos (U. Pedregal), geralmente situados em relevo suave ondulado, mas ocorrendo também em áreas com relevo forte ondulado em associação com afloramentos de rocha. Associados a esses Neossolos, ocorrem Chernossolos Ebânicos Carbonáticos vertissólicos (U. Uruguaiana), que ocupam áreas quase planas, expressivas na



gra, apresenta uma litologia bastante variável composta por diversos sedimentos (arenitos, siltitos, argilitos, folhelhos), os quais originaram vários tipos de solos. Em relevo suave ondulado com vegetação de campo, ocorrem Planossolos Háplicos Eutróficos vertissólicos (U. Bagé), Chernossolos Argilúvicos Órticos vertissólicos (U. Ponche Verde), Luvisolos Háplicos Órticos típicos (U. Pirai) e Vertissolos Ebânicos Órticos chernossólicos (U. Aceguá). Todos esses solos apresentam argilas expansíveis (esmectitas) na sua composição, conferindo-lhes uma alta fertilidade química; porém há limitações fortes quanto ao uso de implementos agrícolas e à lotação de animais de criação (Figura 5.16 – Toposequência 5).

O segmento Sul-Norte da Depressão Periférica corresponde à Depressão rio Ibicuí – rio Negro, onde as principais cidades são Dom Pedrito, São Gabriel, Cacequi, Rosário, São Francisco de Assis e São Pedro. A partir de Santana do Livramento em seções para o Norte e Nordeste, sobre arenitos e siltitos (Formação Rosário) ocupando um relevo suave ondulado, ocorrem Argissolos Bruno-Acinzentados Alíticos abruptos (U. Livramento) (Figura 5.16 – Toposequência 6). No sentido Sul-Norte, acompanhando a bacia dos rios Ibicuí da Armada e Santa Maria, ocorrem Planossolos Háplicos Eutróficos arênicos (U. Vacacaí) nas planícies de inundação dos rios; nas coxilhas de cotas intermediárias situam-se os Argissolos Bruno-Acinzentados Alíticos úmbricos (U. Santa Maria) originados de siltitos e argilitos, ocupando áreas de grande extensão entre Rosário e Santa Maria; nas cotas mais elevadas ocorrem Argissolos Vermelhos Distróficos arênicos ou espessarênicos abruptos (U. São Pedro) desenvolvidos de arenitos (Figura 5.16 – Toposequência 6). Entre Dom Pedrito, São Gabriel e Formigueiro, ocupando coxilhas de relevo suave ondulado ocorrem Planossolos Háplicos Eutróficos vertissólicos (U. São Gabriel) originados de folhelhos; áreas desses solos ocorrem também no segmento Oeste-Leste da Depressão Periférica, até Pantano Grande. Margeando a província do Escudo Sul-rio-grandense ocorrem áreas descontínuas com Luvisolos Háplicos Órticos típicos (U. Pirai) desenvolvidos a partir de siltitos ocupando coxilhas arredondadas. Na porção Norte do segmento Sul-Norte, a Leste de Alegrete e nas imediações de São Francisco de Assis, ocorrem Latossolos Vermelhos Distróficos (U. Cruz Alta) e Neossolos Quartzarênicos Órticos, que apresentam alta

suscetibilidade à erosão, notabilizando o processo de arenização nestas áreas (Figura 5.16 – Toposequência 6).

O segmento Oeste-Leste da Depressão Periférica corresponde à área de drenagem do rio Jacuí e seus afluentes, sendo conhecido também como **Depressão Central**. Nas planícies de inundação e nos terços margeando esses rios, ocorrem Planossolos Háplicos Eutróficos (U. Vacacaí) associados a Gleissolos Háplicos. Nas cabeceiras de drenagem dos rios Vacacaí, Vacacaí-Mirim e outros, até sua confluência ao rio Jacuí, em relevo suave ondulado que forma coxilhas alongadas, principalmente ao Sul do rio Jacuí ocorrem Planossolos Háplicos Eutróficos vertissólicos (U. São Gabriel), cujas áreas ocupam um arco descontínuo que se estende desde o Sudoeste de São Gabriel até Pantano Grande e Rio Pardo. Em continuidade no Sul e ao Norte de rio Jacuí, ocorrem os Argissolos Bruno-Acinzentados Alíticos úmbricos (U. Santa Maria) originados de siltitos e argilitos ocupando as coxilhas de cotas intermediárias, enquanto que nas partes mais elevadas ocorrem Argissolos Vermelhos Distróficos arênicos ou espessarênicos abrupticos (U. São Pedro) desenvolvidos de arenitos (Figura 5.17 – Toposequência 7). Essas duas classes de solos ocorrem alternadamente (acompanhando a litologia aflorante: siltitos e argilitos, ou arenitos) até próximo a confluência dos rios Vacacaí e Jacuí; a partir daí apenas os Argissolos Bruno-Acinzentados Alíticos úmbricos (U. Santa Maria) são encontrados ocupando áreas descontínuas até a confluência dos rios Taquari e Jacuí.

As planícies de inundação dos afluentes (rios Pardo, Pardinho, Taquari, Caí, Maratá, Cadeia, Sinos e outros) e do próprio rio Jacuí, enquanto encaixadas entre os patamares da Serra Geral (**Encosta Inferior do NE**), são ocupadas por Chernossolos Háplicos Órticos típicos (U. Vila), Cambissolos Háplicos Eutróficos gleissólicos, Neossolos Flúvicos e Gleissolos Háplicos (Figura 5.17 – Toposequência 7).

Ao Sul do rio Jacuí, entre as áreas ocupadas por Planossolos Háplicos Eutróficos vertissólicos (U. São Gabriel) e o Escudo Sul-riograndense, no trajeto de São Gabriel até Pantano Grande, ocorrem coxilhas em relevo suave ondulado com Argissolos Vermelho-Amarelos Distróficos úmbricos (U. Alto das Canas) originados de argilitos e siltitos (Formação Itararé) (Figura 5.17 – Toposequência 7).

A partir da confluência dos rios Vacacaí e Jacuí até Taquari e as

proximidades de Arroio dos Ratos, os Planossolos Háplicos Eutróficos da planície de inundação são margeados por coxilhas ocupadas por Argissolos Vermelho-Amarelos Distróficos típicos (U. Rio Pardo), originados de arenitos finos; a partir daí passam a ocorrer Argissolos Vermelhos Distróficos arênicos (U. Bom Retiro) originados de arenitos (Formação Botucatu), ocupando um relevo ondulado a forte ondulado (Figura 5.17 – Toposequência 8). A extensa área ocupada por esses Argissolos se estende a Leste do rio Taquari até os contrafortes da Serra Geral, incluindo as cidades de Taquari, Bom Retiro, Montenegro, São Sebastião do Caí, Novo Hamburgo, Taquara, Igrejinha e outras. Essas áreas têm uso intensivo com citricultura e florestamento com acácia e eucalipto.

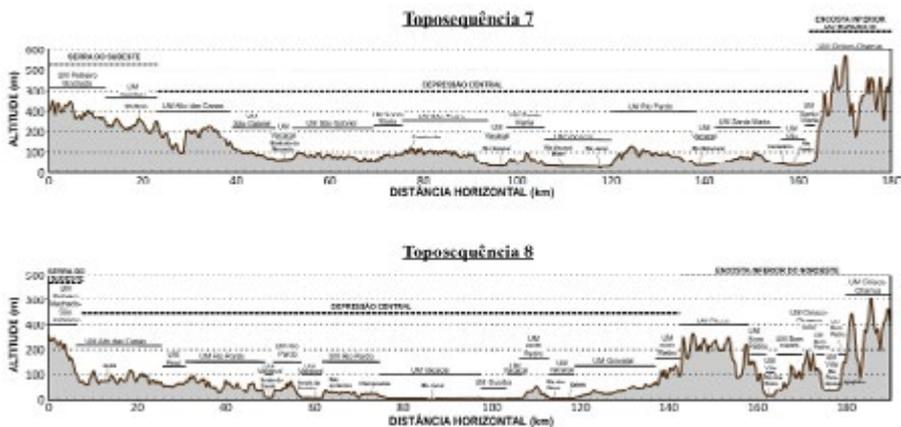


Figura 5.17 Toposequências 7 e 8 da Figura 5.14 representativas dos solos da região fisiográfica da Depressão Central.

A província do **Escudo Sul-rio-grandense** (Figura 5.3) apresenta ampla diversidade geológica, com predomínio de litologias pré-cambrianas. Na sua porção Noroeste, entre as cidades de Vila Nova, Caçapava, Santana da Boa Vista, Lavras e Ibaré, ocorrem áreas expressivas de solos com alta fertilidade química, originados de xistos, como os Neossolos Regolíticos Húmicos lépticos ou típicos (U. Ibaré), ocupando um relevo ondulado a forte ondulado, associados a afloramentos de rocha; Luvisolos Crômicos Pálicos saprolíticos (U. Cambaí) em relevo ondulado; e, originados de andesitos em relevo ondulado Chernossolos Ebânicos Órticos vertissólicos (U. Seival). Associados a esses solos e estendendo-se para o Sul até Bagé, ocorrem Argissolos

Vermelho-Amarelos Eutróficos abruptos (U. Caldeirão) originados de arenitos, Cambissolos Háplicos Distróficos e Luvisolos Háplicos Órticos típicos (U. Bexigoso) originados de granitos e gnaisses, e Neossolos Litólicos Distroúmbricos fragmentários ou típicos e Neossolos Regolíticos Distroúmbricos lépticos ou típicos (U. Pinheiro Machado). Nas proximidades de Bagé também ocorrem Argissolos Vermelho-Amarelos Eutróficos latossólicos (U. Santa Tecla) originados de arenitos (Formação Santa Tecla) (Figura 5.18 – Toposequência 9).

Na porção Nordeste-Sudoeste do Escudo, cujos limites são aproximadamente as cidades de Porto Alegre, Encruzilhada, Camaquã e Erval, com predomínio de relevo ondulado a forte ondulado, os solos são originados principalmente de granitos, migmatitos e granitoides, predominando os Neossolos Litólicos Distroúmbricos fragmentários ou típicos e Neossolos Regolíticos Distroúmbricos lépticos ou típicos (U. Pinheiro Machado), Cambissolos Háplicos Distróficos e Argissolos Vermelho-Amarelos Distróficos úmbricos (U. Camaquã). Na borda do Escudo com a Planície Costeira, os Argissolos Vermelho-Amarelos Distróficos úmbricos (U. Camaquã) apresentam um relevo ondulado e suave ondulado, estando geralmente associados com Cambissolos Háplicos Distróficos; nas partes baixas do terreno ocorrem Plintossolos e Gleissolos Háplicos. Ao Norte, na borda do Escudo com a Depressão Periférica, de Minas do Leão a Eldorado, ocorrem Argissolos Vermelho-Amarelos Distróficos típicos e Argissolos Vermelhos Distróficos latossólicos ou típicos (U. São Jerônimo) (Figura 5.18 – Toposequência 10).

A Leste de Porto Alegre situa-se uma área de transição entre o Escudo, a Depressão e a Planície Costeira, compreendendo a extensa planície do rio Gravataí onde ocorrem Planossolos Háplicos Eutróficos arênicos (U. Vacacaí) e Gleissolos Melânicos Tb Eutróficos típicos (U. Colégio); o relevo suave ondulado a ondulado de coxilhas ocupadas por Argissolos Vermelho-Amarelos Distróficos úmbricos (U. Gravataí) desenvolvidos de sedimentos arenoargilosos, se estende de Sapucaia (Figura 5.18 – Toposequência 8) à Santo Antônio da Patrulha; e, o relevo ondulado da Coxilha das Lombas estende do Sul de Porto Alegre até a Lagoa dos Barros, onde ocorrem Argissolos Vermelhos Distróficos arênicos abruptos (U. Itapoã) (Figura 5.18 – Toposequência 11).

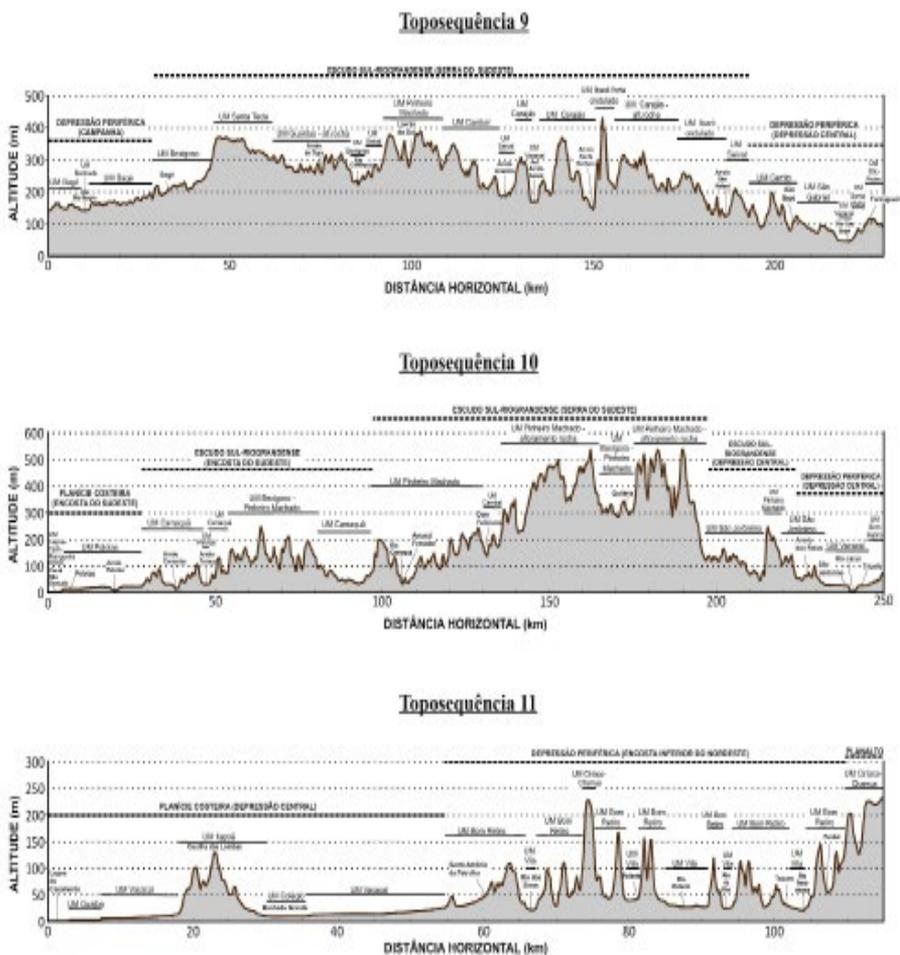


Figura 5.18 Toposequências 9 a 11 da Figura 5.14 representativas dos solos das regiões fisiográficas da Serra do Sudeste, Encosta do Sudeste, Depressão

A província da **Planície Costeira** (Figura 5.3) pode ser dividida em Planície Costeira Interna e Externa. A Planície Costeira Interna situa-se entre a encosta Leste do Escudo Sul-rio-grandense e a Laguna dos Patos; a Planície Costeira Externa se estende junto ao Oceano Atlântico, podendo ser ainda subdividida em Litoral Norte que se estende de São José do Norte a Torres, e Litoral Sul, que se estende de Rio Grande ao Chuí. A Planície Costeira, corresponde à área dos depósitos sedimentares quaternários que se alonga no sentido Norte-Sul no litoral do RS, em relevo praticamente plano com cotas de até 25 m, onde predominam os solos das classes Planossolos, Gleissolos e Neossolos Quartzarênicos.

Na Planície Costeira Interna ocorrem no relevo plano dos terraços superiores Plintossolos e Planossolos Háplicos Eutróficos solódicos (U. Pelotas), com Gleissolos Melânicos Tb Eutróficos típicos (U. Colégio), Gleissolos Háplicos Tb Eutróficos (U. Banhado) e Neossolos Flúvicos (U. Guaíba) situados nos terraços inferiores nas várzeas que margeiam a Laguna dos Patos, Lagoa Mirim e outras. Nos alagadiços próximos às lagoas são encontrados ainda Organossolos Háplicos. Nas margens dos rios e arroios que drenam do Escudo para as lagoas ocorrem Neossolos Quartzarênicos Órticos. Ao longo do Canal de São Gonçalo, que comunica a Lagoa Mirim e a Laguna dos Patos, ocorrem Neossolos Quartzarênicos Hidromórficos (U. Lagoa), Organossolos Tiomórficos Sápricos salinos ou sálicos (U. Taim) e Planossolos Háplicos Eutróficos solódicos (U. Mangueira). De Pelotas a Jaguarão, ocupando os terraços superiores, entre o Escudo (Serra do Sudeste) e as lagoas, ocorrem Planossolos Háplicos Eutróficos solódicos (U. Pelotas) e Chernossolos Argilúvicos Carbonáticos (U. Formiga). Entre as lagoas Mirim e Mangueira, estendendo-se até o Chuí, predominam Planossolos Háplicos Eutróficos solódicos (U. Pelotas e Mangueira), Chernossolos Argilúvicos Carbonáticos (U. Formiga) e Gleissolos Háplicos Tb Eutróficos (U. Banhado) (Figura 5.19 – Toposequência 12).

Entre Pelotas e Quinta são encontrados Argissolos Vermelho-Amarelos Distróficos arênicos abrupticos (U. Tuia) ocupando relevo suave ondulado. No setor entre Rio Grande e Taim, ocupando o feixe de restingas, ocorrem Neossolos Quartzarênicos Hidromórficos (U. Curumim), Gleissolos Melânicos Eutróficos típicos (U. Itapeva) e Neossolos Quartzarênicos Órticos típicos (U. Dunas) (Figura 5.19 – Toposequência 12).

Na Planície Costeira Externa, no setor entre São José do Norte e Capivari, os diversos tipos de solos estão distribuídos em terraços que correspondem às cotas dos diferentes sedimentos dos quais se originaram. Os terraços superiores são ocupados por Argissolos Vermelho-Amarelos Distróficos arênicos abrupticos (U. Tuia); nos terraços intermediários, os Plintossolos Argilúvicos Distróficos espessarênicos (U. Quintão) e os Planossolos Háplicos Eutróficos espessarênicos (U. Palmares); nos terraços inferiores situam-se Planossolos Háplicos Eutróficos solódicos (U. Pelotas) e Planossolos Nátricos Órticos gleissólicos (U. Barros); nas cotas mais baixas ocorrem Gleissolos Melânicos Eutróficos típicos (U. Itapeva). Nas áreas mais próximas ao litoral, nos feixes de restingas ocorrem Neossolos Quartzarênicos Hidromórficos (U. Curumim) e Neossolos Quartzarênicos Órticos típicos (U. Dunas)

(Figura 5.19 – Toposequência 13).

No setor entre Capivari e Torres, os terraços mais elevados são ocupados por Neossolos Quartzarênicos Órticos (U. Osório) e Plintossolos Argilúvicos Distróficos espessarênicos até próximo a Torres onde passam a ocorrer Argissolos Vermelhos Distróficos arênicos (U. Bom Retiro) nas cotas mais elevadas (Figura 5.19 – Toposequências 14 e 15). Nos terraços intermediários ocorrem Planossolos Háplicos Eutróficos arênicos (U. Vaca-caí), ocupando as várzeas que se estendem até a Coxilha das Lombas; nos terraços mais baixos, nas proximidades das lagoas, predominam Gleissolos Melânicos Eutróficos típicos (U. Itapeva e Colégio) e Organossolos Háplicos. Nos feixes de restinga são encontrados alternadamente Neossolos Quartzarênicos Hidromórficos (U. Curumim) e Neossolos Quartzarênicos Órticos (U. Dunas) (Figura 5.19 – Toposequência 13 a 15).

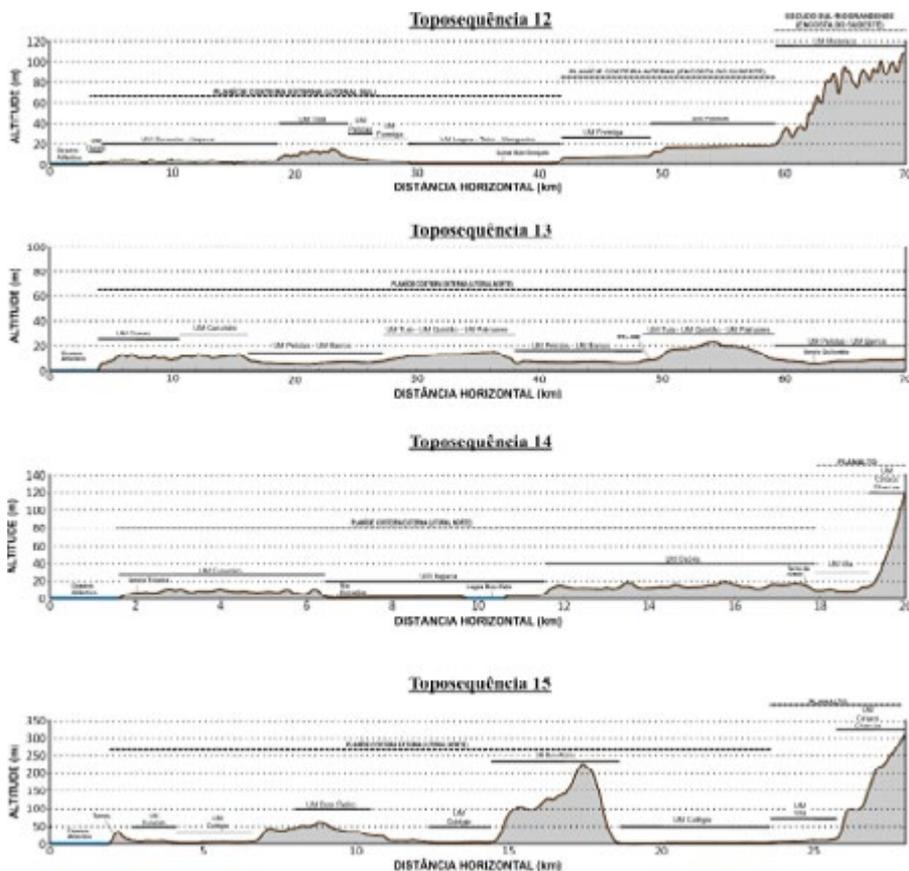
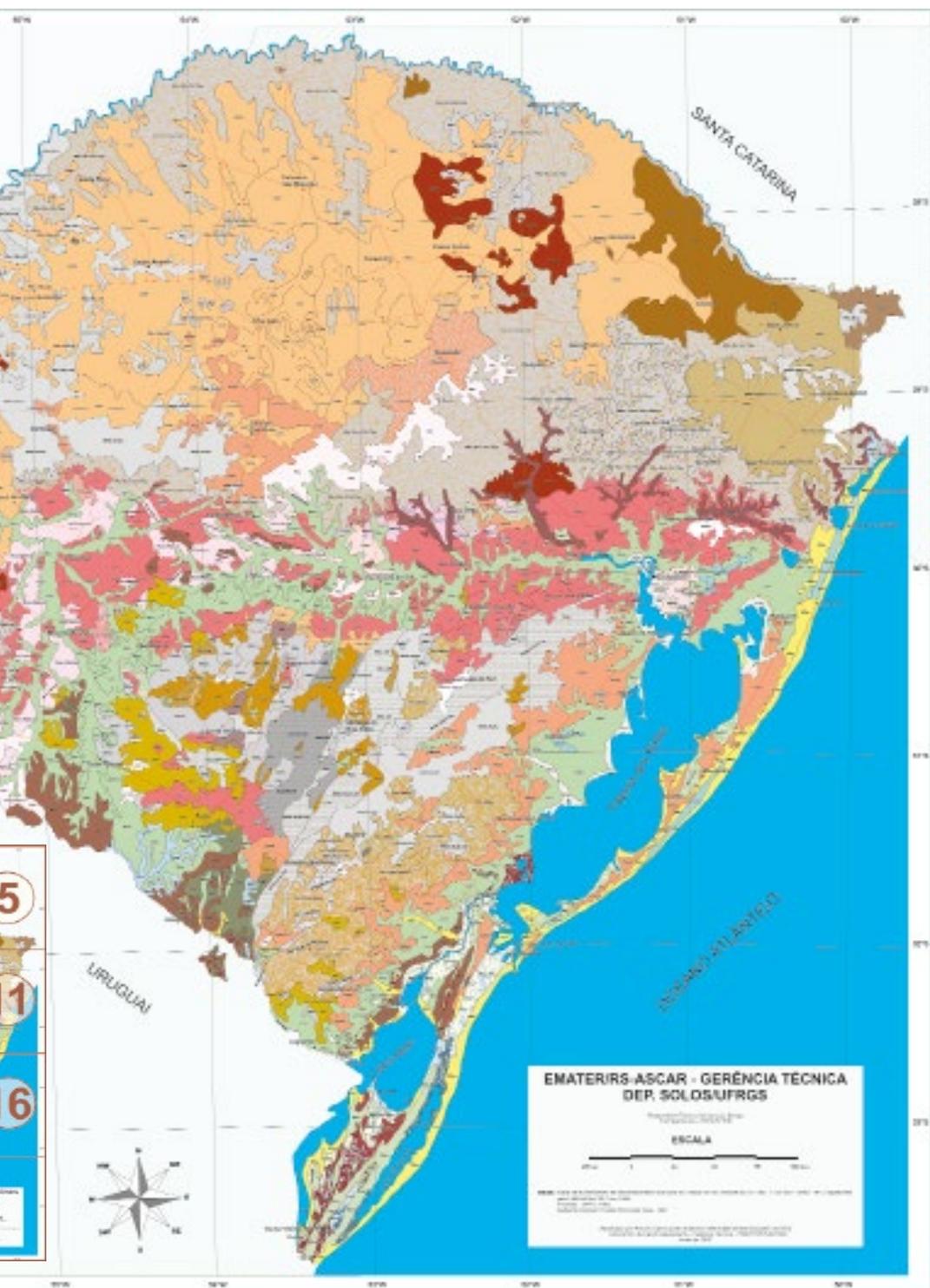
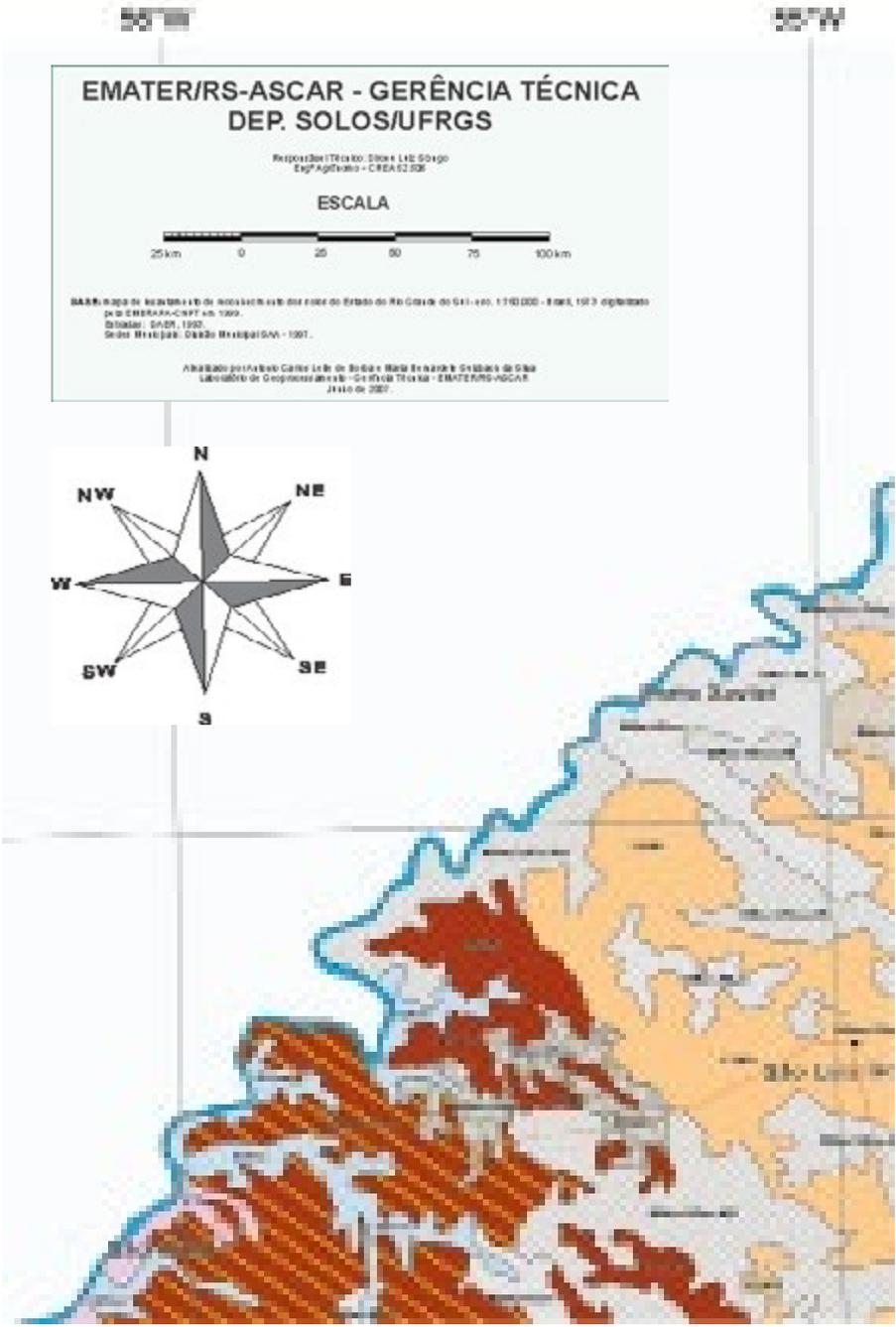
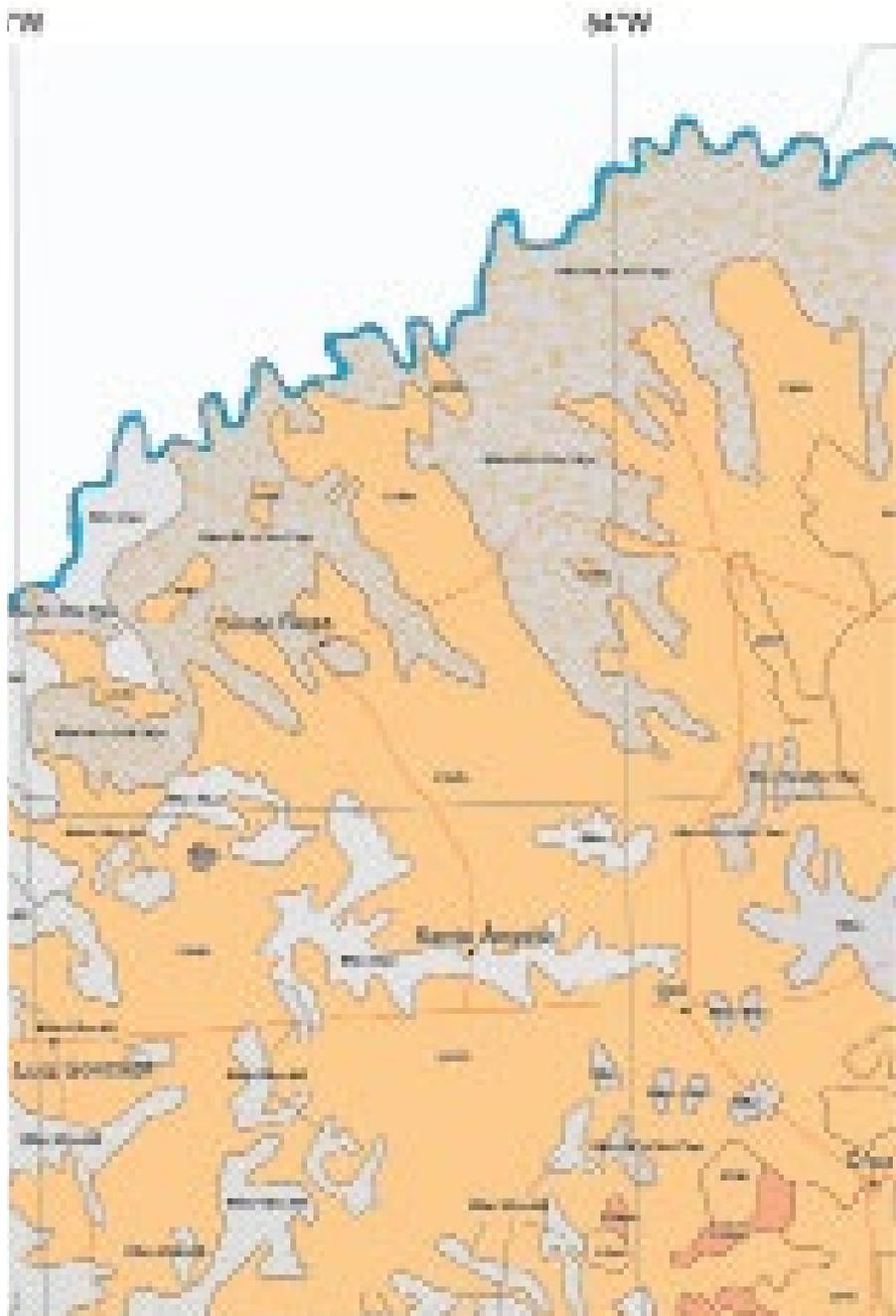


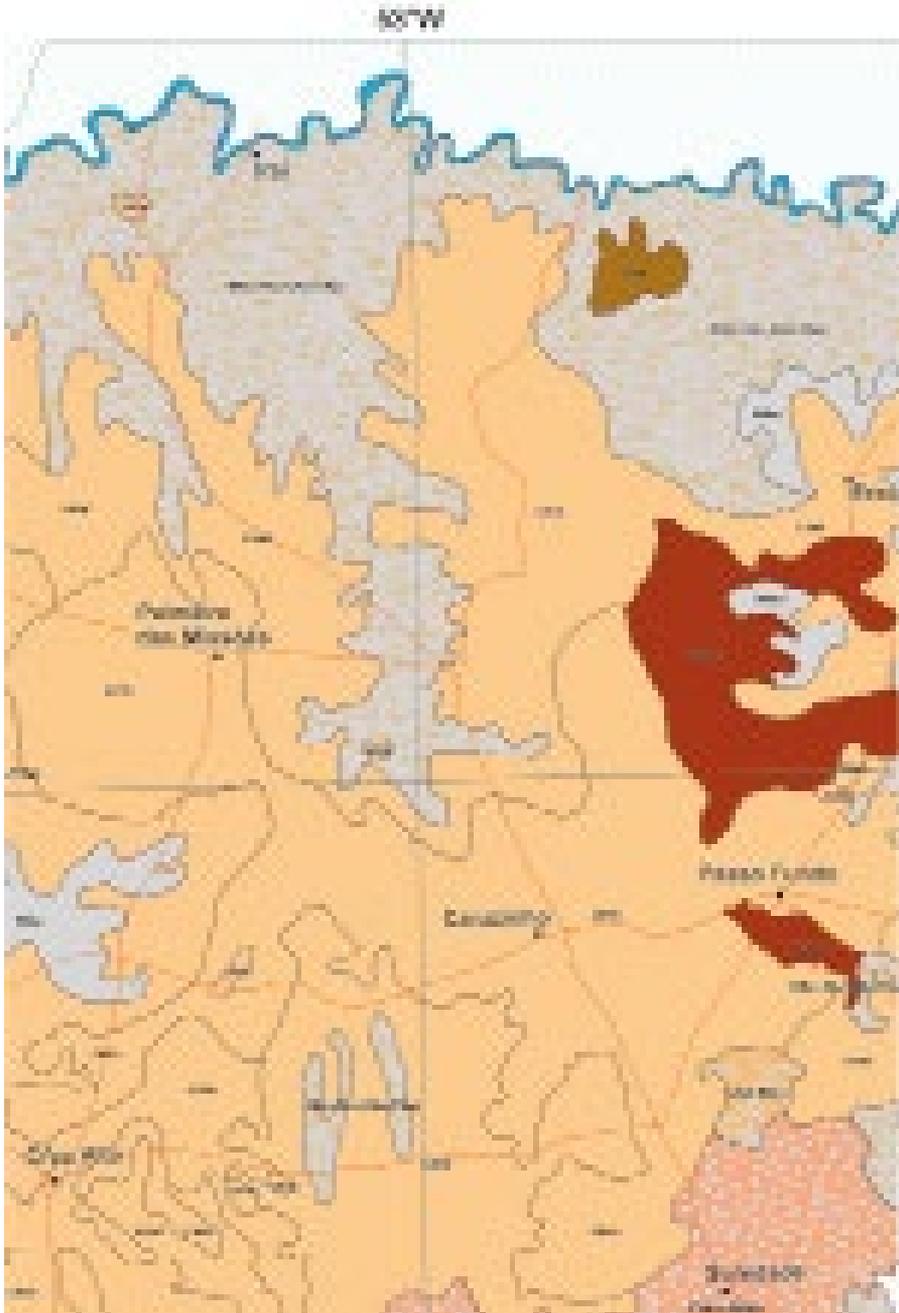
Figura 5.19 Toposequências 12 a 15 da Figura 5.14 representativas dos solos da Planície Costeira Interna e Externa.

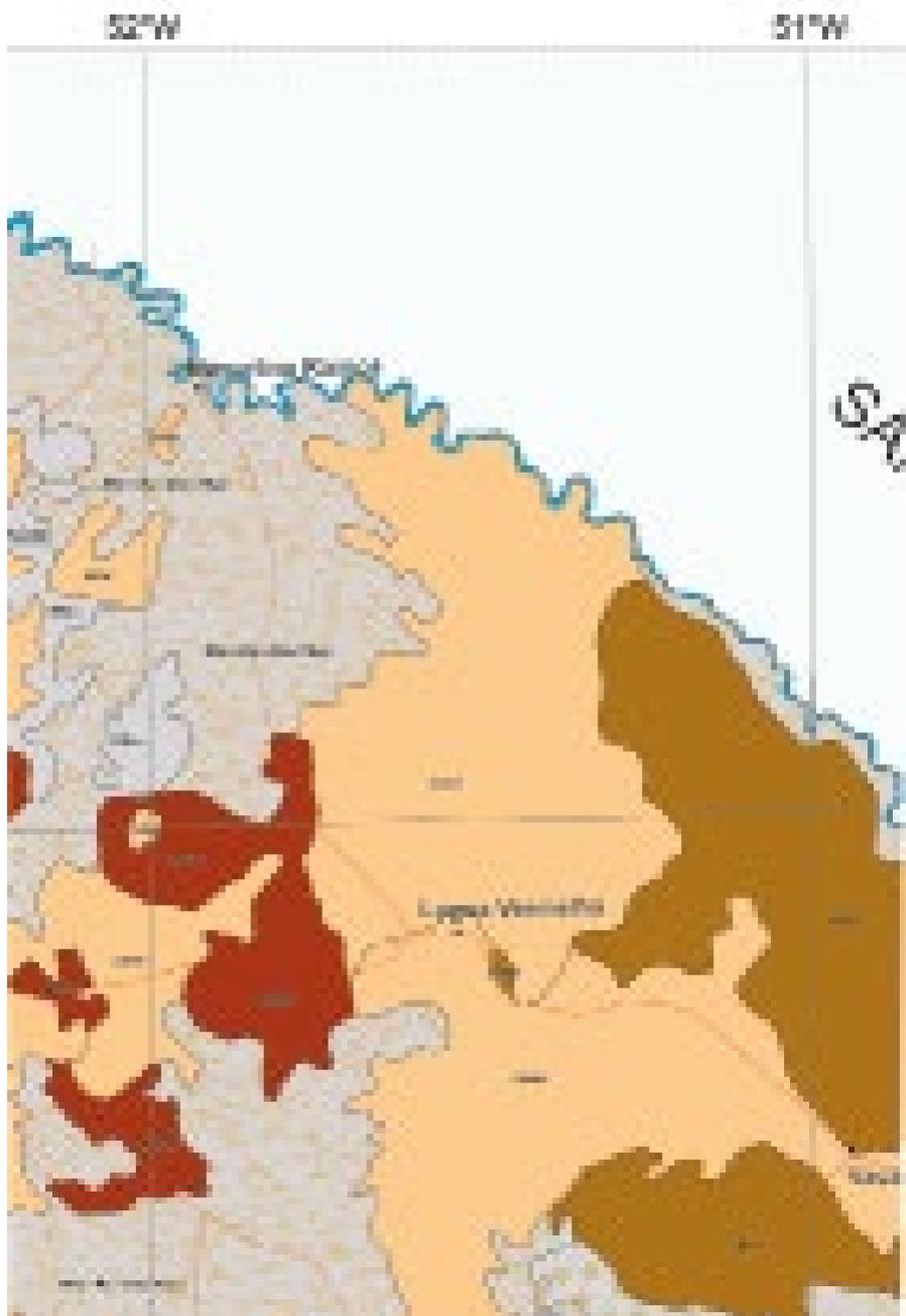


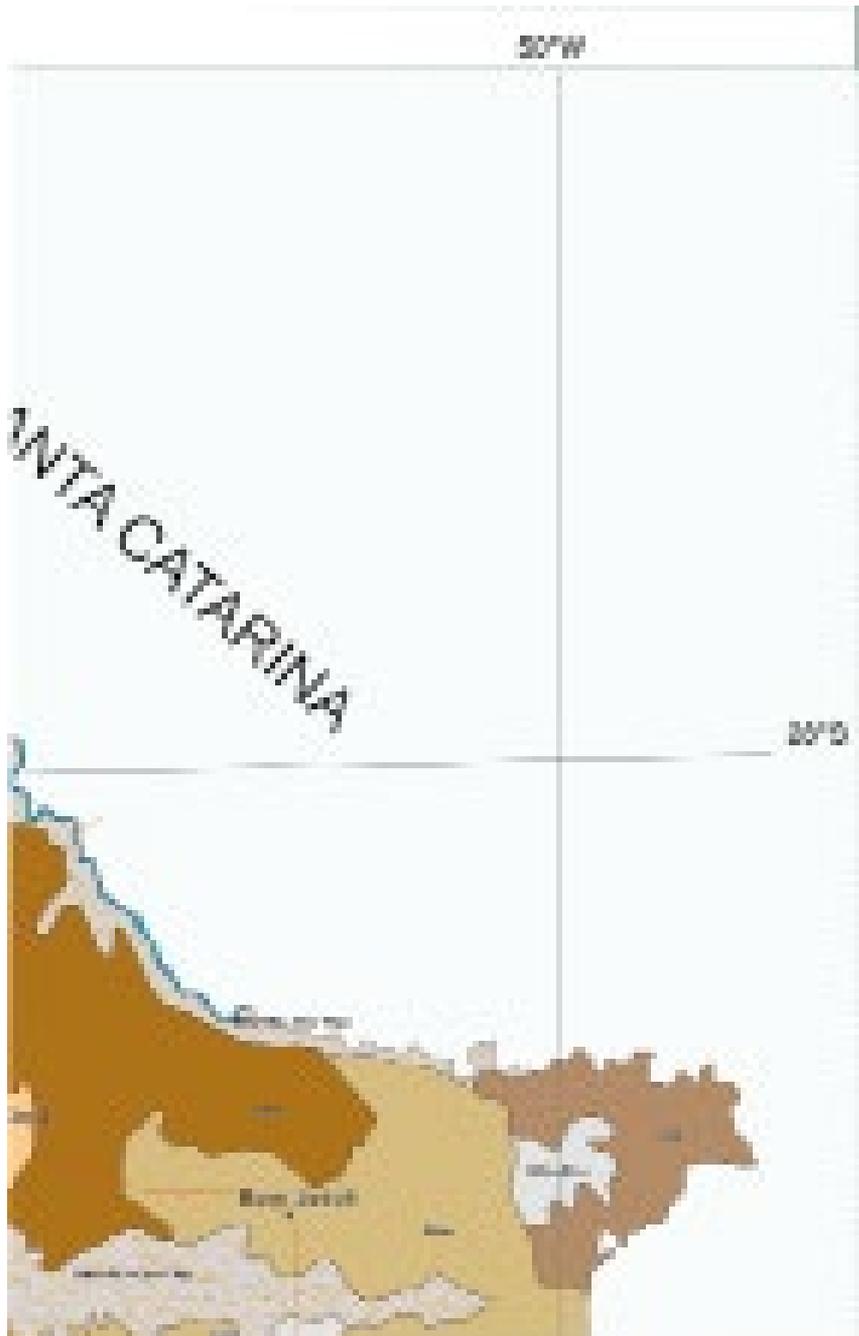


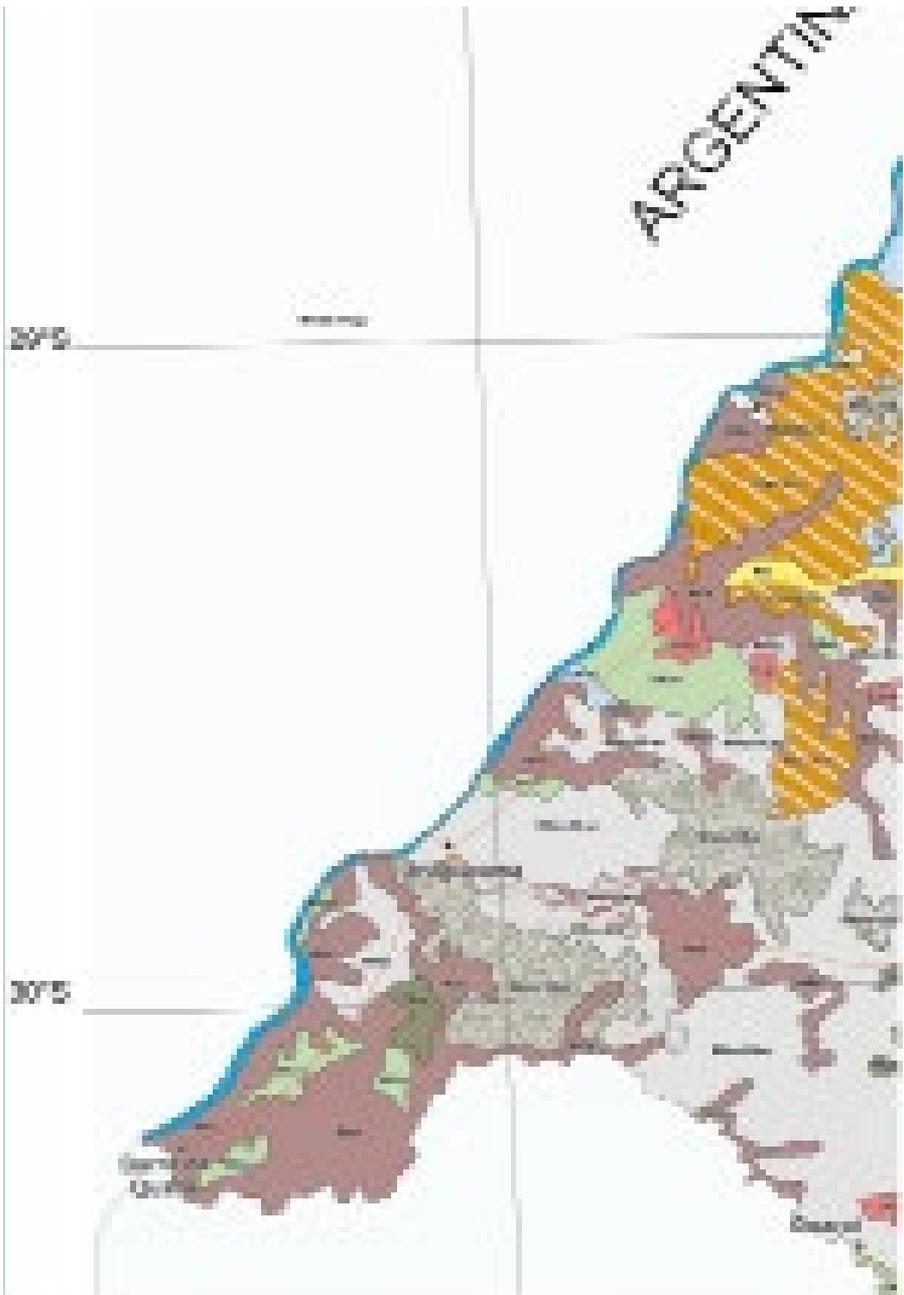


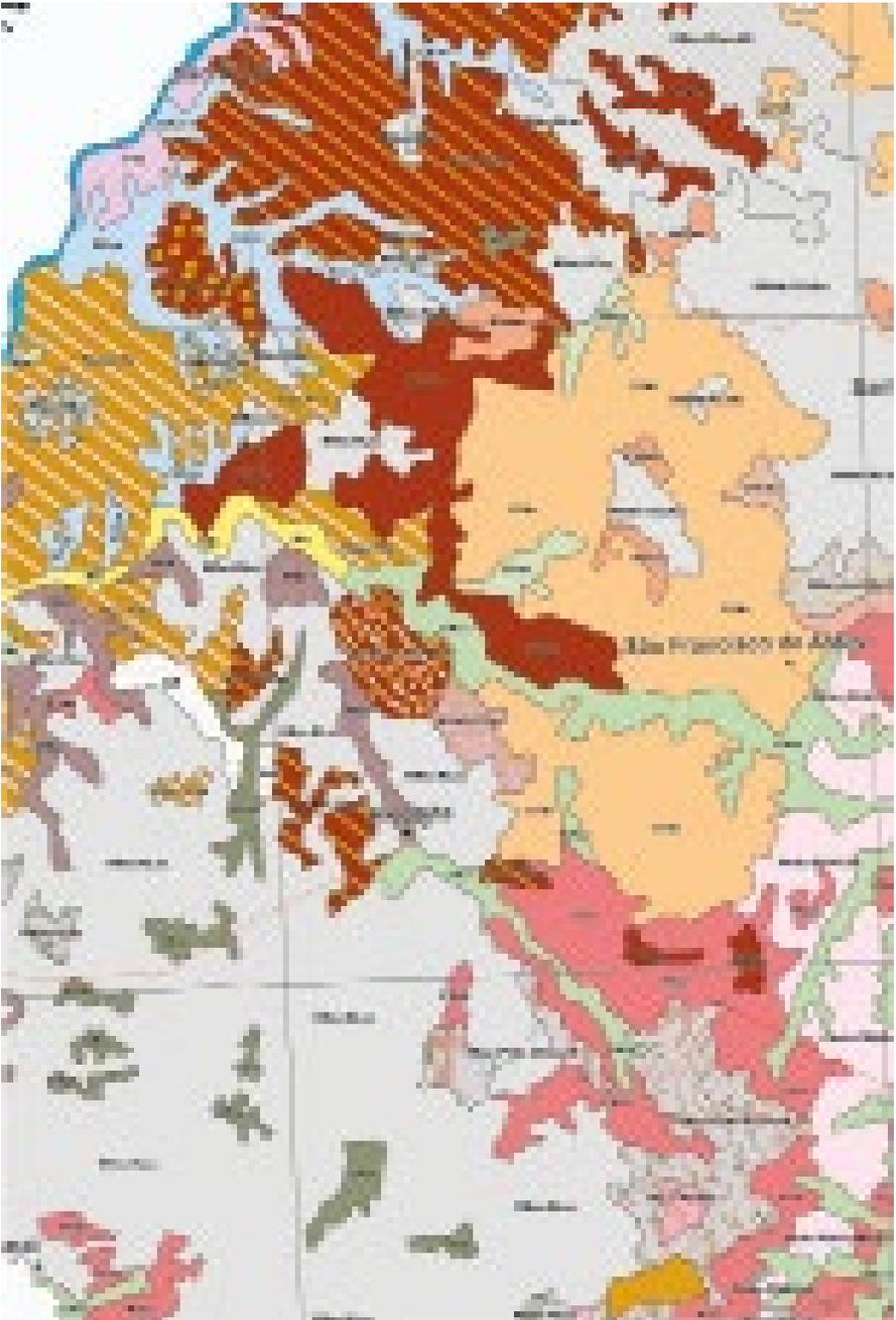


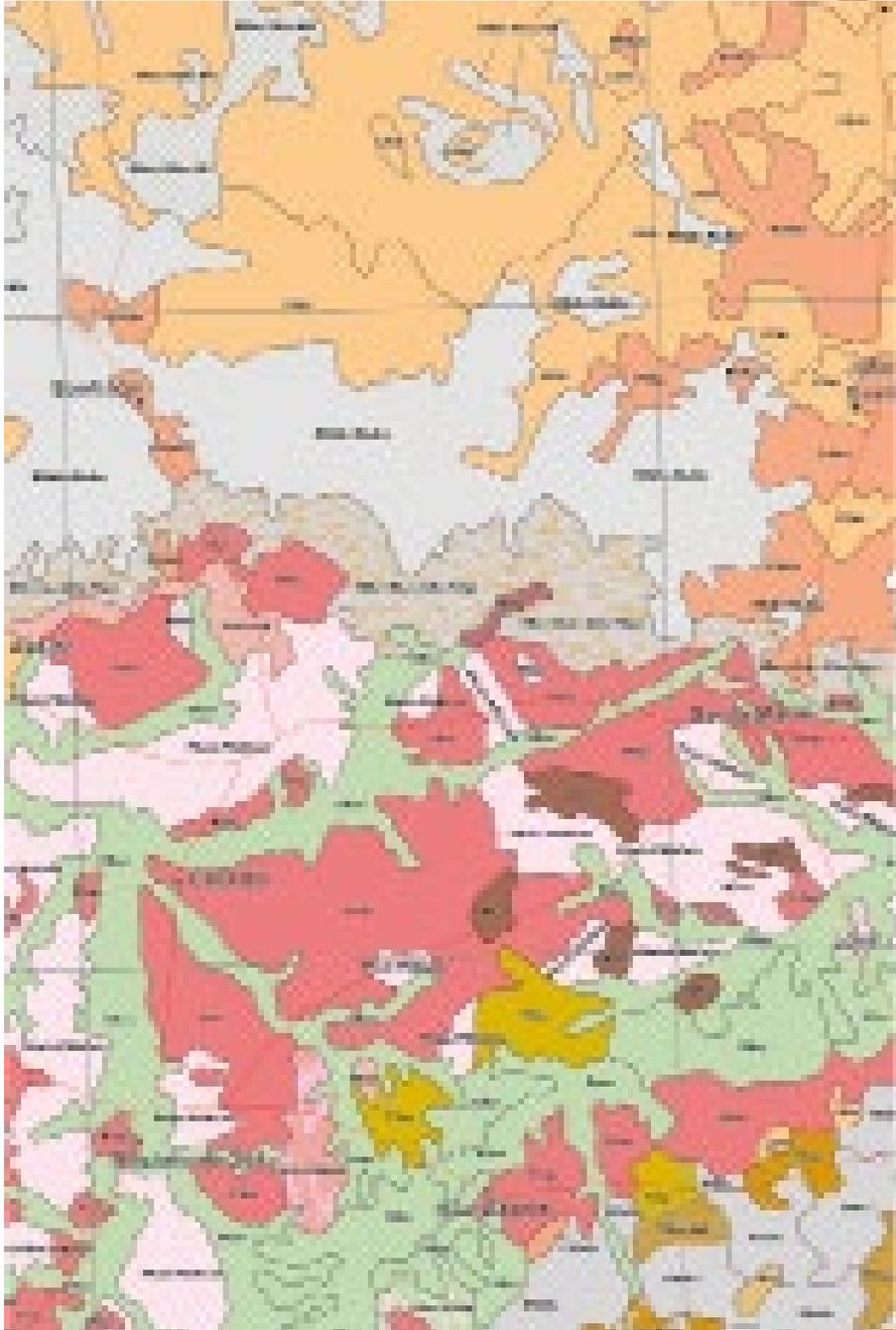


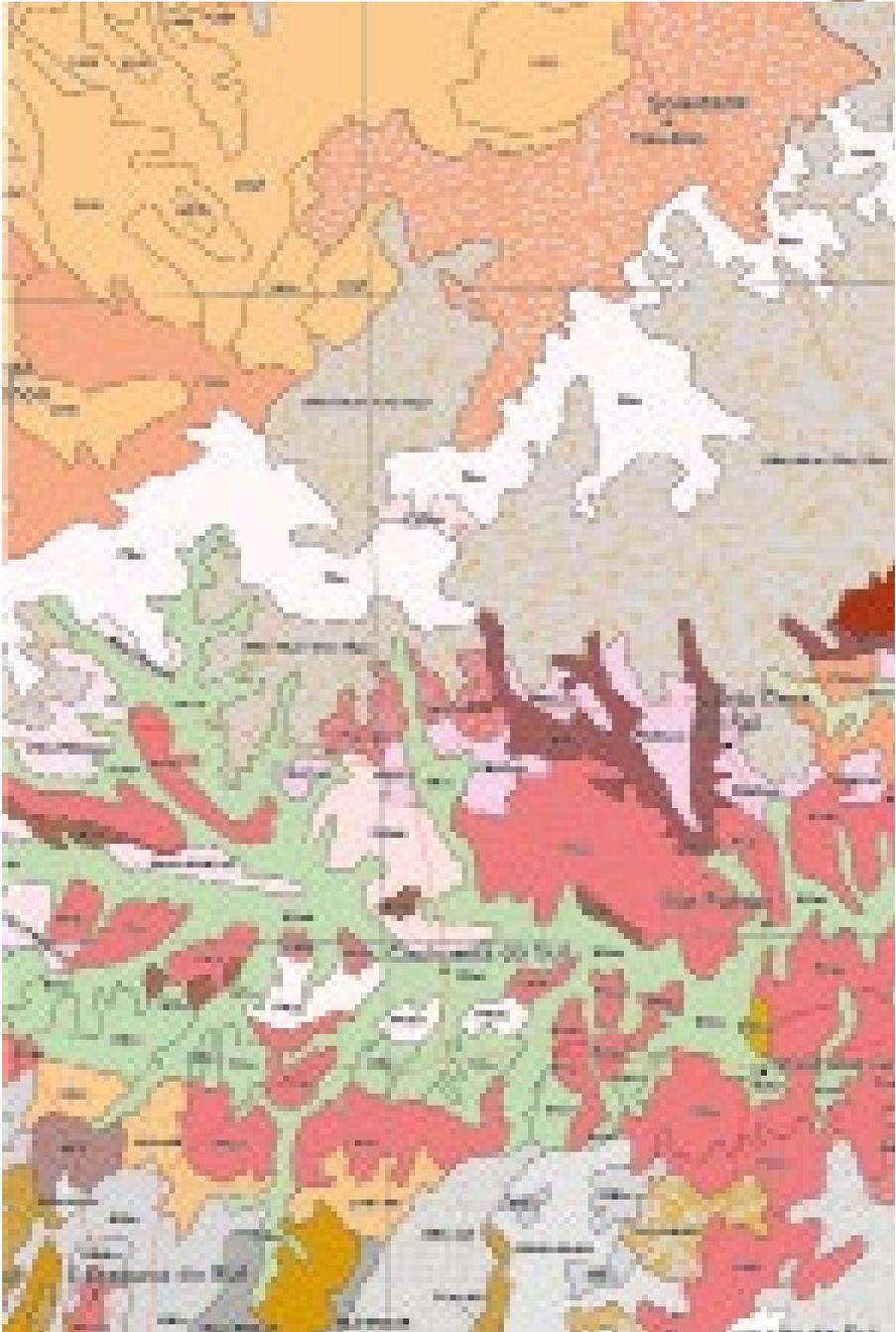


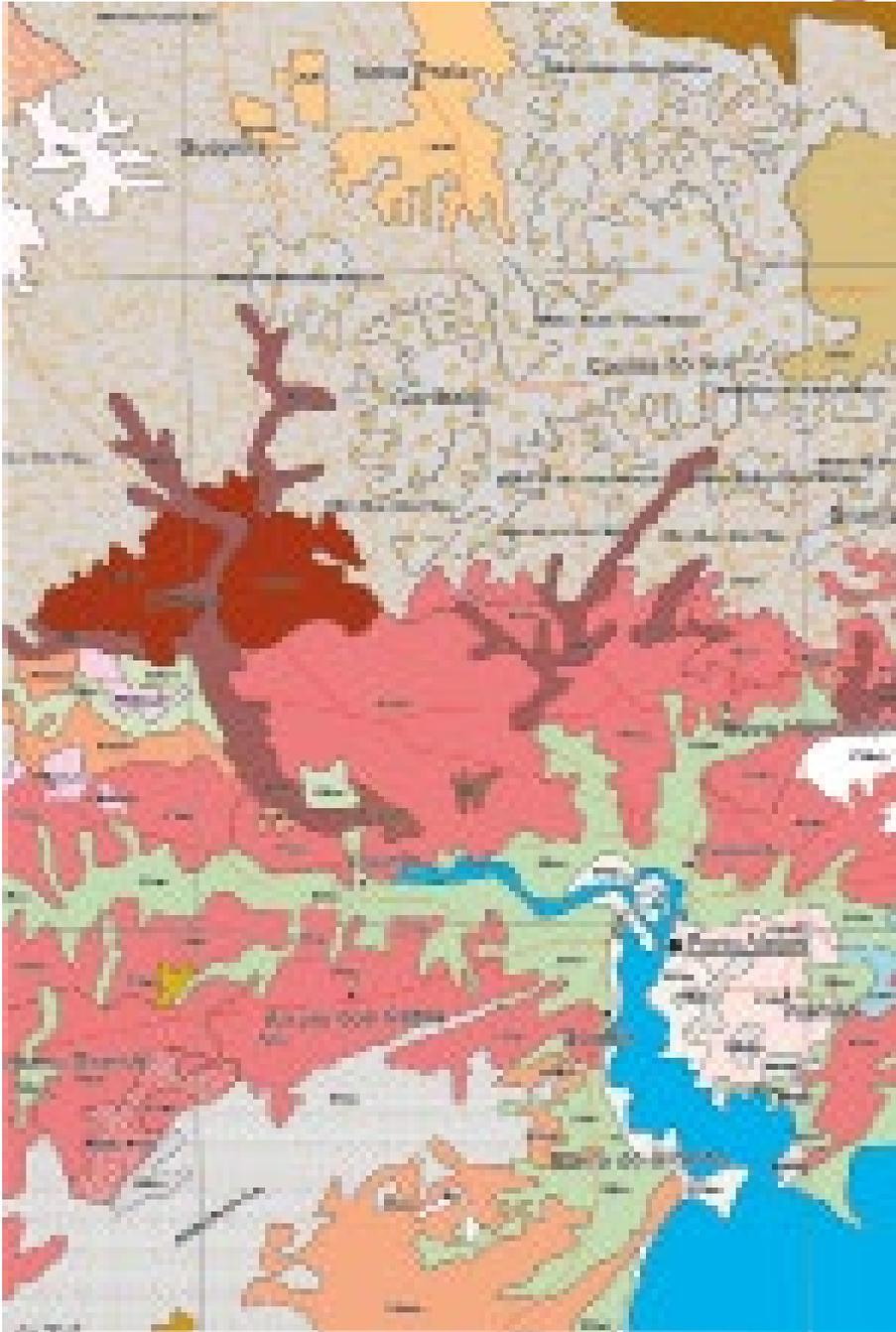


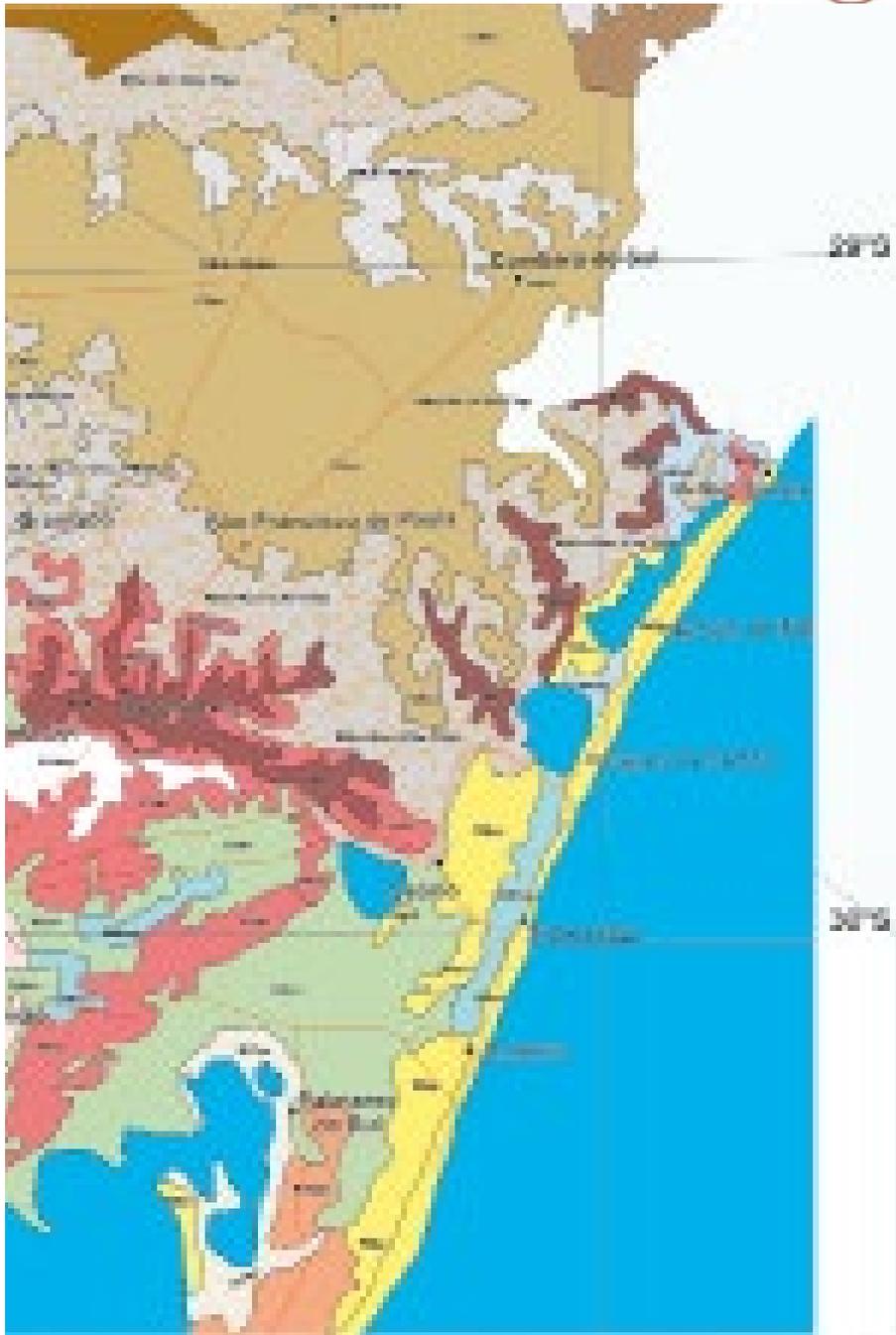




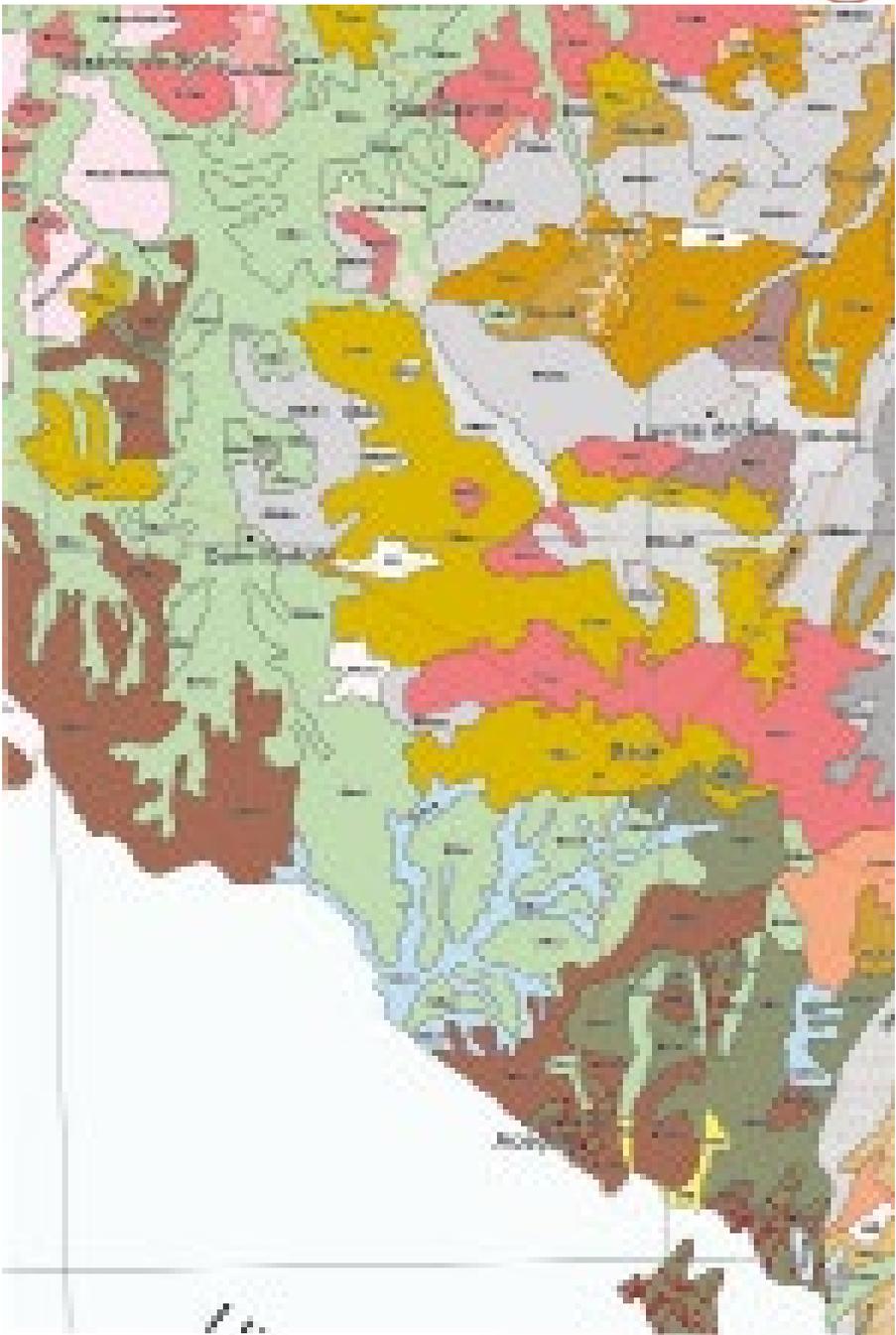


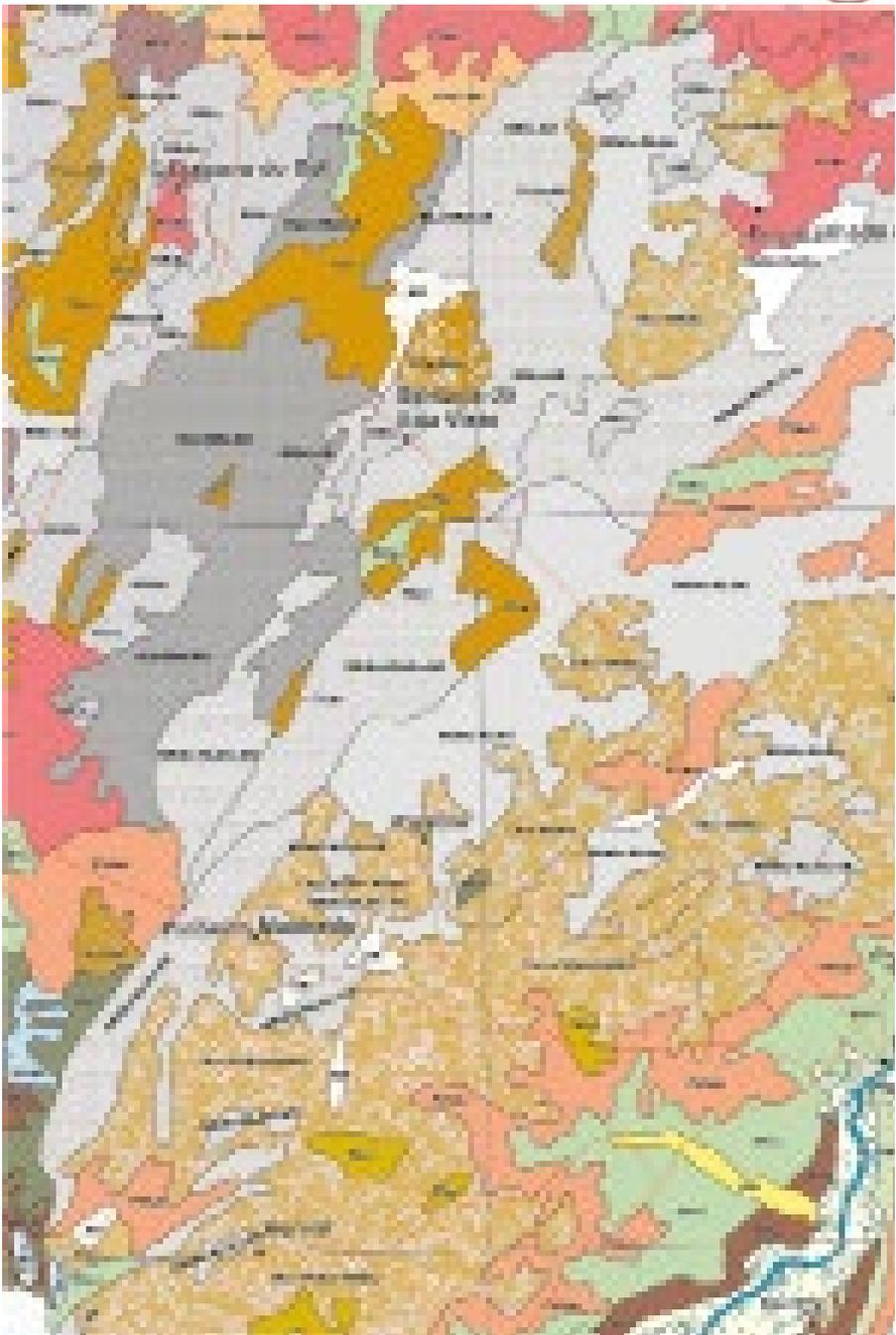




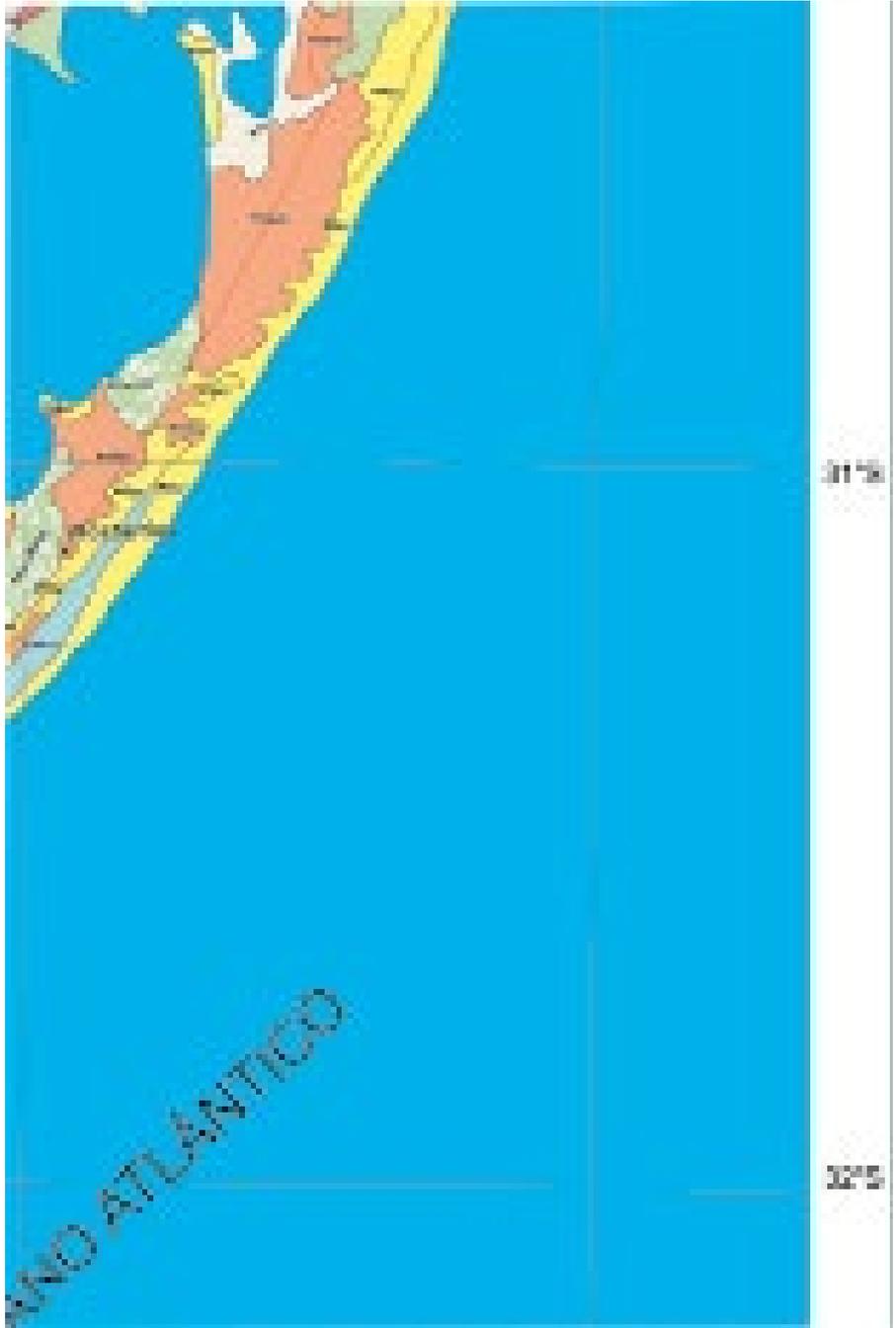


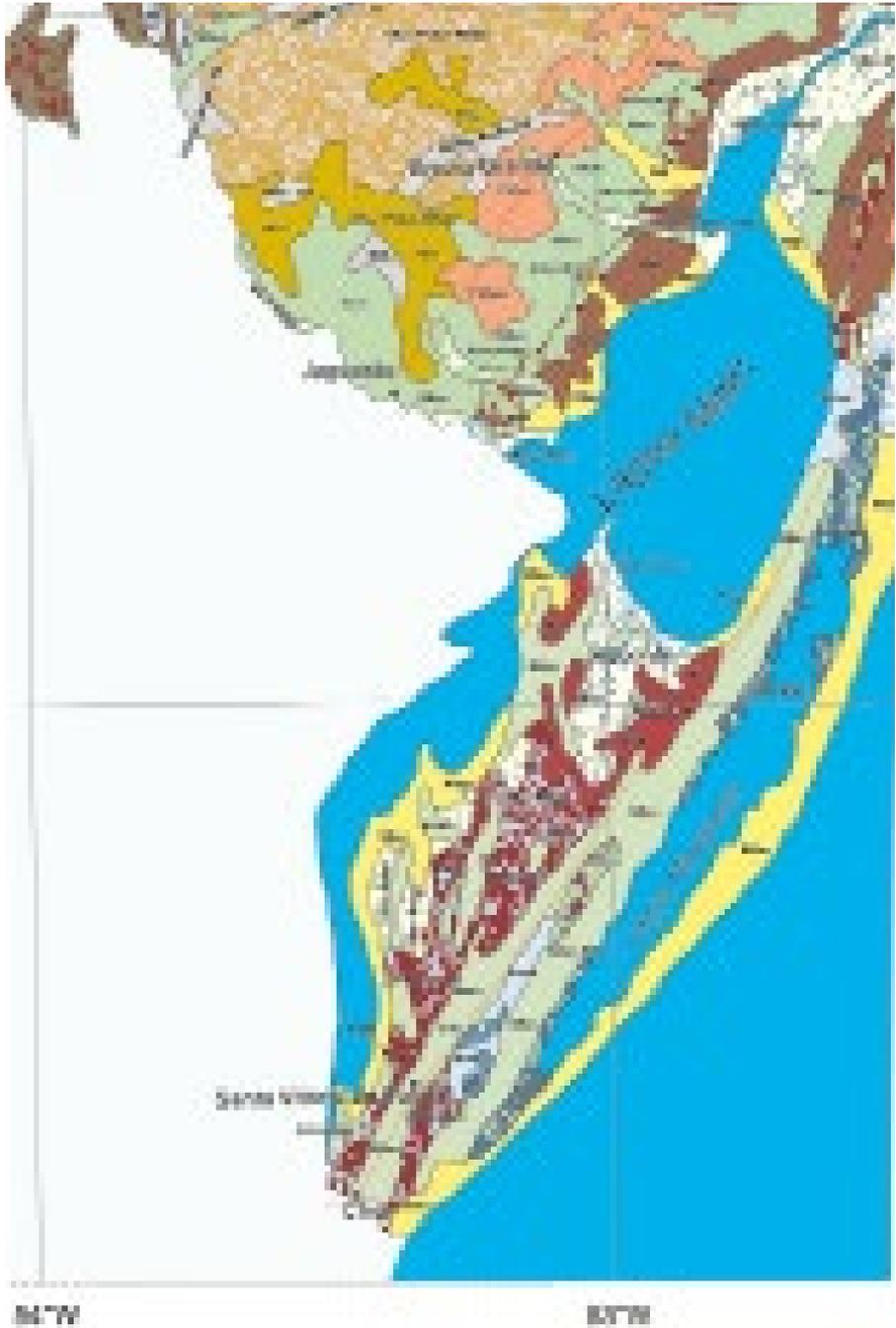












## CAPÍTULO 6

### AVALIAÇÃO DA APTIDÃO DOS SOLOS PARA A DESTINAÇÃO FINAL DE RESÍDUOS

#### Resíduos ou rejeitos

Uma grande variedade de materiais derivados de atividades agrícolas e industriais tem potencial para ser aplicada ao solo. Esses materiais são considerados *rejeitos* quando não tem aproveitamento ou têm efeito negativo, ou são identificados como *resíduos* quando têm efeitos positivos no crescimento de plantas cultivadas, além de não terem impacto ambiental adverso com tal uso.

A aplicação desses materiais residuais em solos cultivados e florestados é uma alternativa aos elevados custos do seu descarte e armazenamento em aterros, bem como para seu aproveitamento na reciclagem de nutrientes para o solo em substituição aos fertilizantes comerciais. Os materiais orgânicos presentes em muitos desses resíduos, também têm potencial para aumentar os níveis de carbono orgânico nos solos, incrementando a produtividade a longo prazo, além de contribuir para o armazenamento de carbono. Entre os materiais residuais com potencial para aplicação ao solo tem-se, por exemplo, dejetos animais, resíduos domésticos tratados (biossólidos) e resíduos industriais.

Os principais materiais residuais aplicados aos solos são os dejetos animais produzidos na criação intensiva de suínos, aves e gado. A crescente centralização e industrialização da produção animal tem originado problemas com a distribuição de tais dejetos às áreas cultivadas, principalmente pelo custo do transporte em relação ao custo equivalente de nutrientes inorgânicos. Além disso, apesar de estarem sendo usados há bastante tempo, ainda há uma certa carência de informações quanto ao seu impacto na qualidade das águas.

Outra questão é o fato de que as propriedades químicas e físicas dos dejetos animais variam muito. Um aspecto particularmente importante no armazenamento e na manipulação dos dejetos é o seu teor de água (ou conteúdo de sólidos). Dejetos contendo menos de 5% de sólidos são considerados líquidos, com 5 e 12% são semilíquidos, com 12 e 20% são semisólidos e os com mais de 20% são considerados

sólidos. Dejetos líquidos e semilíquidos são produzidos na lavagem de dejetos semisólidos e seu armazenamento em lagoas; a decantação dos sólidos produz um dejetos semilíquido no fundo e um dejetos líquido na parte superior. Dejetos sólidos são produzidos pela secagem dos dejetos semilíquidos ou semisólidos, ou pela mistura desses resíduos com o material das camas de chiqueiro ou aviário ou estábulo, tais como palhas e maravalha. A composição química dos dejetos de origem animal é muito variável, pois depende de vários fatores, como (1) o tipo de animal, (2) a natureza e composição da ração, (3) a natureza e composição do material das camas, (4) da relação dejetos/cama, e (5) da forma de coleta, armazenamento e manipulação do dejetos antes da sua aplicação ao solo.

O efeito benéfico principal da aplicação de muitos resíduos é o suprimento de nutrientes essenciais para as culturas, principalmente macronutrientes (N, P, K). Há casos onde o suprimento de outros elementos (Ca, S, ou micronutrientes), ou a ação corretiva da acidez podem ser o efeito principal. A aplicação de resíduos geralmente melhora as propriedades físicas do solo, aumentando a agregação, reduzindo a densidade de solo e aumentando a capacidade de retenção de água pelo solo. Adicionalmente, algumas aplicações (particularmente de material orgânico) podem aumentar a matéria orgânica do solo (MOS).

No contexto da destinação final de dejetos, o solo pode ser utilizado conforme três objetivos gerais: (1) como intermediário no aproveitamento dos dejetos, usados como fertilizantes visando o rendimento de culturas agrícolas; (2) como remediador de dejetos, atuando na imobilização, dissipação e filtragem de componentes; e (3) como depósito de dejetos concentrados, tais como aterros sanitários. O enfoque principal no presente texto é a avaliação da aptidão dos solos para a aplicação de dejetos animais como fonte de nutrientes para as culturas e como melhoradores da qualidade do solo. A ação dos solos como remediadores e como depósitos de dejetos são tratados secundariamente.

### **Avaliação da aptidão dos solos para a aplicação de resíduos**

Os levantamentos de solos (mapas pedológicos) são importantes fontes de informações para a avaliação preliminar do potencial de áreas para a destinação final de resíduos no solo. Entretanto, como os

levantamentos de solos estão focados nos dois metros superficiais do regolito – material inconsolidado na superfície terrestre – os mapas de solos geralmente são deficientes quanto às informações das características do material inconsolidado subjacente ao solo, bem como de aspectos geológicos e hidrológicos. Para muitos tipos de descarte de resíduos, como aterros sanitários e lagoas, é necessário determinar a natureza do material inconsolidado subjacente e a sua profundidade até a rocha. Isto é particularmente importante se o regolito é permeável e quimicamente ativo e se a rocha é fraturada ou contém canais abertos. Além disso, a hidrologia do sítio deve ser avaliada, pois ela pode ser afetada pela construção e operação do aterro. Após uma avaliação preliminar, deve ser efetuada uma avaliação específica do local selecionado considerando as propriedades dos solos, o tipo de resíduos e de sistemas de tratamento.

Na inexistência de um levantamento pedológico detalhado do local, o procedimento na avaliação a campo consiste em verificar as características do solo no perfil de solo exposto ou através de amostragem por tradagem, bem como as características do terreno no local. A identificação das classes de solos no SiBCS (EMBRAPA, 2013) pode auxiliar nesta avaliação, mas não é imprescindível. Para a avaliação ser representativa da área pode ser necessário um exame em vários locais do sítio em questão. Esta avaliação de campo não elimina a eventual necessidade de testes adicionais. Isto significa que informações complementares obtidas através de testes de campo e análises de laboratório podem ser requeridas pelo órgão ambiental responsável pelo licenciamento.

Dentre as diversas características do solo e do terreno que podem influir na retenção ou lixiviação, na erosão e no escoamento superficial, são importantes as seguintes: a profundidade do solo (definindo o volume de solo disponível para o armazenamento e a distância da água subterrânea), o teor de argila do solo (influindo no volume de poros e na capacidade de sorção), a drenagem do solo (definindo a proximidade do lençol freático e a condição de saturação do solo) e a declividade do terreno (condicionando a erosão e o escoamento superficial). O conjunto de características do solo e do terreno que condicionam a aptidão dos solos para a destinação de resíduos estão relacionados, definidos e fundamentados na tabela 6.1. Além destas características

devem ser considerados os aspectos regidos pela legislação ambiental, como por exemplo as distâncias mínimas de aplicação dos resíduos em relação aos cursos d'água (GOMES, 2006).

Tabela 6.1 Características do solo e do terreno que condicionam a aptidão do solo para o descarte de resíduos.

<b>Características do solo ou do terreno</b>	<b>Definição ou base das características</b>	<b>Implicação na aptidão do solo</b>
Profundidade	Refere-se à espessura do solo (horizontes A+B+C) até a rocha ou saprólito, ou sedimento subjacente	Representa o volume de solo disponível para a absorção e atenuação de impactos: absorção de soluções, incorporação e enterramento de sólidos
Textura e mineralogia	A textura é baseada em classes genéricas de textura: arenosa, média, argilosa, muito argilosa (Embrapa, 2013); a mineralogia é baseada nas características da classe de solo e na presença ou ausência de feições vérticas no perfil de solo	A presença de argila (fração coloidal) é essencial para a sorção, retenção e inativação de resíduos. Solos com predomínio de argila caulínica e óxidos de ferro (p.ex., Latossolos, Nitossolos), apesar de apresentarem baixa CTC, são priorizados por condicionarem uma maior estabilidade física ao solo (menor erodibilidade, melhor trafegabilidade e maior facilidade de manipulação do solo). A presença de argila esmectítica (identificada em solos com características vérticas e Vertissolos) é considerada condição de restrição ao uso pelo fato de apresentar expansão quando molhada e contração quando seca, restringindo a trafegabilidade e a manipulação do solo
Gradiente textural	Refere-se à presença de um incremento significativo do teor de argila do horizonte superficial (A e/ou E) para o horizonte subsuperficial	A diminuição da permeabilidade (menor taxa de infiltração da água) no horizonte B gera condição para a formação de lençol freático suspenso, favorece a movimentação

*Continua*

Continuação da Tabela 6.1 Características do solo e do terreno que condicionam a aptidão do solo para o descarte de resíduos.

<b>Características do solo ou do terreno</b>	<b>Definição ou base das características</b>	<b>Implicação na aptidão do solo</b>
	(B ou C), ou seja, apresenta um horizonte A (e/ou E) mais arenoso seguido de horizonte B ou C mais argiloso e menos permeável	lateral de soluções no horizonte A (e/ou E) para áreas adjacentes; com a saturação (por água) destes horizontes há risco de escoamento superficial da água excedente, o que induz a uma maior erodibilidade ao solo
Pedregosidade	Refere-se a proporção de calhaus ( $\varnothing = 2-20$ cm) e matacões ( $\varnothing = 20-100$ cm) sobre a superfície e/ou na massa do solo. A estimativa é baseada em Santos et al. (2005)	A presença de pedregosidade pode interferir na aração, dificultar ou tornar impraticável o uso de máquinas agrícolas
Rochosidade	Refere-se a proporção relativa de rochas expostas na superfície do solo. A estimativa é baseada em Santos et al. (2005)	A presença de afloramentos de rochas pode restringir e/ou tornar impraticável o uso de máquinas agrícolas
Drenagem natural	Avaliada conforme as classes de drenagem identificadas segundo Santos et al. (2005); a identificação é baseada em critérios de cor, textura e presença de gradiente textural.	Afeta a permeabilidade do solo, a contaminação do lençol freático, o acesso local e o manejo do solo
Lençol freático	Presença e profundidade de ocorrência no solo	Risco de contaminação por transporte em solução
Lençol suspenso	Presença e profundidade de ocorrência no solo	Risco de contaminação por transporte lateral de soluções
Risco de inundação	Ocorrência e temporalidade	Risco de contaminação por erosão e transporte de materiais

*Continua*

Continuação da Tabela 6.1 Características do solo e do terreno que condicionam a aptidão do solo para o descarte de resíduos.

<b>Características do solo ou do terreno</b>	<b>Definição ou base das características</b>	<b>Implicação na aptidão do solo</b>
Erodibilidade	Refere-se a suscetibilidade de erosão do solo, baseada na associação de fatores como textura, gradiente textural, relevo, declividade do terreno [(segundo critérios de Ramalho & Beek (1994) e Brasil (1973)].	Risco de perda de solo e de resíduos (material contaminante) depositados
Relevo e declividade	Conformação da superfície do terreno	Relevos íngremes e incremento da declividade do terreno aumentam o risco de erosão do solo, possibilitando a transferência de material do solo e de resíduos depositados, e dificultando o acesso e o tráfego no local. Para diferentes tipos de impactos podem ser admitidas diferentes classes de declividade.
Aptidão agrícola	Conforme critérios de Ramalho & Beek (1994) e Brasil (1973), referente a culturas de sequeiro	Este fator tem apenas caráter auxiliar, pois, as limitações do solo ao uso agrícola coincidem, geralmente, com limitações na sua aptidão para o descarte de resíduos.

O estabelecimento dos graus de limitação para cada característica do solo e/ou do terreno permite definir classes de aptidão dos solos com vistas à aplicação de resíduos. Segundo este critério, o risco de danos ambientais cresce com o aumento do grau de limitação nas características do solo e/ou do terreno. A organização e a combinação das características do solo e do terreno e suas respectivas limitações em um quadro-guia (Tabela 6.2) possibilitam uma avaliação qualitativa do potencial de uso dos solos para a aplicação de resíduos em quatro classes de aptidão identificadas pelos termos ADEQUADA, REGULAR, RESTRITA e INADEQUADA. A classe ADEQUADA reúne as melhores condições para a aplicação de resíduos, enquanto que as demais classes

apresentam respectivamente limitações crescentes à aplicação de resíduos, conforme é definido mais adiante. De acordo com o quadro-guia (Tabela 6.2), para se qualificar na classe de aptidão ADEQUADA um solo deverá preencher todos os requisitos das características listadas; qualquer incompatibilidade (ou limitação maior) em uma ou mais características deslocará o solo para uma das demais classes (Regular, Restrita ou Inadequada), isto é, para aquela classe onde a respectiva condição é admitida. Desta maneira, para um solo se qualificar nas classes Regular, Restrita ou Inadequada, basta apresentar concordância em um dos requisitos das características listadas. Ou seja, a característica mais

Tabela 6.2 Quadro-guia das classes de aptidão para a destinação final de resíduos.

Característica do solo ou do terreno	Classes de aptidão para a destinação final de resíduos			
	ADEQUADA	REGULAR	RESTRITA	INADEQUADA
	<b>Máximo grau de limitação admitido</b>			
Profundidade (até a rocha dura ou saprólito)	> 150 cm	100 a 150 cm	50 a 100 cm	< 50 cm
Textura (dominante no perfil)	Argilosa (> 35% de argila)	Média (15 a 35% de argila)	Arenosa (< 15% de argila)	Arenosa (< 15% de argila)
Mineralogia predominante	Caulinita e óxidos de ferro		Esmectita e/ou feições vérticas	
Gradiente textural	Sem ou gradual	Com gradiente, se abrupto em profundidade <100 cm	Com gradiente abrupto em profundidade >100 cm	Com ou sem
Drenagem	Bem ou moderada	Forte ou acentuada	Imperfeita ou excessiva	Mal ou muito mal
Lençol freático (ou em profundidade)	Ausente (ou > 180 cm)	Ausente (ou de 100 a 180 cm)	< 100 cm	Superficial
Lençol suspenso	Ausente		Presente	
Pedregosidade (% da massa do solo)	Não pedregosa a moderadamente pedregosa (< 3%)	Pedregosa (3 a 15%)	Muito pedregosa (15 a 50%)	Extremamente pedregosa (>50%)
Rochosidade (% da superfície do terreno)	Não rochosa (<2%)	Ligeiramente rochosa (2 a 10%)	Moderadamente rochosa (10 a 25%)	Rochosa a extremamente rochosa (>25%)
Risco de inundação	Nulo		Raro	Ocasional a frequente
Erodibilidade	Ligeira a moderada	Moderada a forte	Forte	Forte a muito forte
Relevo local	Plano a ondulado	Ondulado	Forte ondulado	Forte ondulado a montanhoso
Declividade	< 12%	< 20%	20 a 45%	> 45%
Aptidão agrícola (para cultura de sequeiro)*	Boa	Boa a regular	Regular a restrita	Restrita

\*Informação adicional sem valor decisório

limitante é o que determina a classe de aptidão do solo. A quantidade aplicável de resíduos nas diferentes classes de aptidão deverá ser definida com base nos diferentes tipos de resíduos e suas características e para culturas específicas.

### **Definição das classes de aptidão para destinação final de resíduos animais**

**Classe ADEQUADA** – Compreende os solos profundos ( $> 150$  cm), argilosos (teor de argila  $> 35\%$ ) e bem drenados, situados em áreas pouco declivosas (declive  $< 12\%$ ). Nestas condições os solos possuem boa capacidade de sorção de nutrientes (e contaminantes), e o escorrimento superficial é facilmente controlável por práticas mecânicas de conservação. São solos aptos para culturas anuais, que contribuem para a reciclagem e exportação de nutrientes, reduzindo a contaminação das águas de superfície e subsuperfície. Estes solos podem receber aplicações elevadas e mais frequentes de resíduos (em quantidades a serem definidas pela pesquisa), com risco mínimo de contaminação ambiental. Estes solos apresentam bom potencial para o descarte de resíduos em aterros sanitários. Na classe de aptidão Adequada ocorrem principalmente Latossolos, Nitossolos e Argissolos argilosos, sem mudança textural abrupta; os solos são profundos ( $> 150$  cm), e bem drenados e normalmente situados em declividade menor que  $12\%$ . (Exemplos apresentados nas Figuras 4.6, 4.46 e 4.76.)

**Classe REGULAR** – Compreende os solos que apresentam algumas limitações à aplicação de resíduos devido a (1) textura menos argilosa (teor de argila de  $15$  a  $35\%$ ), admitindo mudança textural abrupta em profundidade  $< 100$  cm, ou (2) profundidade de  $100$  a  $150$  cm, ou (3) declividade  $< 20\%$ , ou (4) uma combinação dessas condições. Consequentemente, são solos que requerem práticas de contenção de enxurradas, podendo receber aplicações menores de resíduos ou com menor frequência (a serem definidas pela pesquisa) em comparação com a adequada. Estes solos têm restrições moderadas para o descarte de resíduos em aterros sanitários, exigindo investimentos para sanar algumas limitações naturais. Na classe de aptidão Regular ocorrem La-

tossolos de textura média e Argissolos com mudança textural abrupta em profundidade < 100 cm. (Exemplos apresentados nas Figuras 4.1, 4.7 e 4.47.)

**Classe RESTRITA** – Compreende os solos que apresentam restrições à aplicação de resíduos devido a limitações decorrentes de (1) textura pouco argilosa (< 15% de argila) e/ou mudança textural abrupta > 100 cm ou (2) profundidade 50 a 100 cm, ou (3) declividade acentuada (20 a 45%), ou drenagem inadequada, ou (4) uma combinação dessas condições. As condições do solo dificultam a retenção (sorção) de nutrientes e o controle do escoamento superficial, ou aumentam o risco de erosão e de contaminação das águas superficiais e subsuperficiais. Em consequência, as aplicações de resíduos se restringem a quantidades menores e menos frequentes (a serem definidas pela pesquisa), em comparação com a classe regular. Estes solos apresentam restrições fortes para o descarte de resíduos em aterros sanitários, requerendo investimentos elevados para diminuir as limitações naturais. Na classe de aptidão Restrita ocorrem Argissolos de textura arenosa, com mudança textural abrupta em profundidade > 100 cm e/ou com drenagem imperfeita, Chernossolos e Luvisolos com restrições de profundidade, Chernossolos, Planossolos e Vertissolos com limitações pela presença de argilas expansivas (esmetita) ou drenagem imperfeita e Neossolos Quartzarênicos Órticos devido a textura arenosa e drenagem excessiva; e Neossolos Regolíticos por restrições quanto à sua profundidade. (Exemplos apresentados nas Figuras 4.3, 4.18, 4.57b e 4.68.)

**Classe INADEQUADA** – Compreende os solos inadequados para a aplicação de resíduos, devido a limitações fortes decorrentes de (1) pequena profundidade (< 50 cm) combinada com declividade (8 a 15%), ou (2) textura pouco argilosa (teor de argila < 15%) e declividade acentuada (> 15 a 25%), ou (3) declividade acentuada (> 45%), ou (4) má drenagem. Estes solos praticamente não permitem a construção de barreiras físicas para o controle de enxurradas em áreas declivosas, ou são sujeitos a inundação em áreas baixas, favorecendo a contaminação das águas pelos resíduos. Estes solos são inaptos para o descarte de resíduos em aterros sanitários por apresentarem limitações muito fortes e/ou não removíveis. Na classe Inadequada situam-se os solos com problemas de drenagem e/ou de inundação, como Planossolos, Neos-

solos Quartzarênicos Hidromórficos, Neossolos Flúvicos, Gleissolos e Organossolos, que oferecem risco à contaminação das águas, além de Neossolos Litólicos por serem muito rasos (profundidade < 50 cm). (Exemplos apresentados nas figuras 4.39, 4.69 e 4.79.)

### **Recomendações para a aplicação de dejetos animais**

O uso do solo para o aproveitamento dos dejetos como fertilizantes ou corretivos tem como principal objetivo o rendimento das culturas agrícolas. Nesta situação, a aplicação dos dejetos é feita em quantidades que supram adequadamente os nutrientes para as culturas. Isto requer o conhecimento do dejetos quanto à disponibilidade de nutrientes para as plantas e seus efeitos residuais. Altas aplicações, como no exemplo mostrado na Figura 6.1, adicionam nutrientes em quantidade superior à capacidade de absorção pelas plantas. Além disso, aplicações elevadas e repetidas de dejetos com alta salinidade (alta condutividade elétrica) podem degradar a estrutura do solo e afetar negativamente as plantas. O suprimento de nitrogênio (N) em quantidades superiores à necessidade das plantas implica na lixiviação de nitrato e na possível contaminação da água subterrânea. O solo, através da sua capacidade de sorção, poderá reter muitas substâncias, mas eventualmente algumas poderão alcançar a água subsuperficial. Se a quantidade de dejetos a ser aplicada no solo for baseada no nutriente em menor concentração e corrigindo-se as eventuais deficiências com fertilizante químico, os danos ambientais decorrentes do uso do solo para o descarte dos dejetos serão minimizados a curto e a longo prazo.



Figura 6.1 Aplicação excessiva de dejetos líquidos.

O uso de dejetos animais como fonte de N para a nutrição de plantas geralmente resulta na aplicação excessiva de outros nutrientes. Aplicações repetidas de dejetos animais resultam em acumulações de fósforo (P) e de elementos traço (Zn e Cu) no solo. A concentração ocorre quando as aplicações de nutrientes excedem a quantidade removida pelas culturas, drenagem e perdas superficiais. As características do solo (capacidade tampão) irão determinar o impacto ambiental desta acumulação a longo prazo. As quantidades de esterco aplicadas devem ser ajustadas às exigências agronômicas das culturas e às características do solo. As aplicações de dejetos em quantidades excessivas podem decrescer o rendimento das culturas, aumentar a concentração de nutrientes nas águas e possivelmente resultar em concentrações prejudiciais de nitrato em culturas forrageiras.

Para prevenir a contaminação das águas de superfície e subterrânea os dejetos aplicados ao solo devem ser adequadamente manejados. As quantidades aplicadas não devem exceder as necessidades de nutrientes das culturas. Práticas conservacionistas do solo e da água são necessárias para prevenir a erosão e reduzir o escoamento superficial. Com o uso de boas práticas de manejo o risco de contaminação das águas tende a ser baixo.

As recomendações disponíveis para a aplicação de dejetos animais ao solo, sua frequência e quantidade, são baseadas nas recomendações da Comissão de Fertilidade do Solo-RS/SC (SOCIEDADE...,2016) e nos resultados de pesquisa de Basso (2003), Ceretta et al. (2005) e Basso et al. (2005). A quantidade de dejetos de animais que poderá ser aportado no solo deve ser calculada de acordo com as características do material: densidade, concentração de massa seca (MS) e de nitrogênio (N), eficiência da liberação do nitrogênio da forma orgânica para a forma mineral, que é de 50% no primeiro cultivo e 20% no segundo cultivo. Preferentemente, a quantidade de nitrogênio adicionada ao solo não deve exceder as exigências da cultura. A quantidade de dejetos a ser aportada pode ser calculada da seguinte forma:  $X = A/(B \times C)$ , onde X é a quantidade de resíduo a ser aportado em m<sup>3</sup>/ha; A é a quantidade de nitrogênio exigida pela cultura em kg/ha; B é a concentração do nutriente no dejetos em kg/ha; e C é o índice de eficiência = 50% para o nitrogênio.

Por exemplo, para uma produção de milho acima de 6 t/ha, em solo com teor de matéria orgânica de 3%, são necessários 140 kg/ha de

nitrogênio. Se o dejetos tiver 7% de massa seca e um teor de N de 6,03 kg/m<sup>3</sup>, a quantidade de dejetos a ser adicionado é de  $X = 140 / (6,03 \times 0,5) = 46,5$  m<sup>3</sup>/ha de dejetos.

Os resultados de pesquisa (ALMEIDA, 2000; BASSO, 2003; CERETTA et al., 2004; BASSO et al., 2004) realizada em Argissolo Vermelho Distrófico arênico (Unidade São Pedro), mostram que na quantidade de 40 m<sup>3</sup>/ha de dejetos suínos, com teores de 3,7 de MS e 80 kg/ha de nitrogênio, aplicada no sistema aveia, milho e nabo forrageiro, a quantidade de nitrato (NO<sup>3-</sup>) não excedeu o valor tolerável de 10 mg/L na solução do solo; porém, excedeu este valor na solução do escoamento superficial no segundo ano de cultivo. Entretanto, quando foram aplicados dejetos na quantidade de 80 m<sup>3</sup>/ha, os valores toleráveis de nitrato foram excedidos tanto na solução do solo como na solução do escoamento superficial.

Com base nesses resultados, objetivando reduzir as perdas por escoamento superficial e lixiviação, para a cultura do milho é recomendada a aplicação de 30 kg/ha de nitrogênio na semeadura, e 110 kg/ha de N em cobertura 45 dias após a semeadura, correspondendo respectivamente a 10 e 36,5 m<sup>3</sup>/ha de dejetos (com as mesmas características citadas acima). Para a cultura da soja é recomendada a aplicação de no máximo 20 kg/ha de N, ou seja 6,6 m<sup>3</sup>/ha de dejetos.

Cabe lembrar que as informações relatadas acima foram obtidas em um experimento localizado em Argissolo Vermelho Distrófico arênico (U. São Pedro), que apresenta um baixo teor de argila ( $\leq 15\%$  e  $\leq 35\%$ , respectivamente nos horizontes A e B) e, portanto, tem uma baixa capacidade de sorção e retenção de nutrientes e contaminantes, portanto, a capacidade de sorção e retenção de nutrientes e contaminantes é menor do que a de solos mais argilosos solos mais argilosos (Latosolos, Nitossolos, Chernossolos, etc.). Considerando as características dos solos mais argilosos, é admissível que nos mesmos possam ser aplicadas quantidades maiores de dejetos ou em uma maior frequência de aplicações. Entretanto, a definição exata destas quantidades exige um estudo específico, visando a obtenção de uma recomendação segura, sem risco de impacto ambiental nas águas locais. Certamente os solos mais argilosos (cauliníticos e oxidicos) têm maior potencial de serem usados como locais de descarte e depósito de resíduos (aterros sanitários).

## **Interpretação do uso do solo para a instalação de sistemas de fossas sépticas com valas de infiltração em propriedades rurais**

Ao contrário dos centros urbanos, nas áreas rurais geralmente não há redes coletivas de tratamento de esgoto. Em função da baixa densidade populacional no meio rural, o descarte local de resíduos domésticos constitui um procedimento importante na prevenção da saúde humana e de problemas ambientais. Há uma grande variedade de sistemas de descarte local de resíduos domésticos. No presente caso é abordada apenas a importância do solo como absorvedor de efluentes; os aspectos de engenharia e detalhes da construção do sistema devem ser consultados na literatura pertinente (ver normas ABNT-NBR-7229/93), além de atender as exigências ambientais. Aqui se considera o uso de um sistema de dois componentes compreendendo uma fossa séptica para o tratamento parcial do resíduo e valas de infiltração instaladas no solo adjacente como uma das peças para a destinação final do efluente líquido descartado. A dimensão do sistema e sua eficiência dependem do volume de resíduos a ser descartado. A função da fossa séptica é realizar o tratamento primário e evitar que o solo seja obstruído pelos sólidos suspensos no resíduo. Após um dia ou mais da decantação dos sólidos na fossa, o efluente sobrenadante se transfere para a área de absorção no solo. Os resíduos sólidos são digeridos anaerobicamente na fossa séptica, reduzindo seu volume, de onde devem ser removidos a cada dois a três anos, para evitar sua res-suspensão e transferência para a área de absorção onde podem causar a obstrução do solo.

A área de absorção no solo pode ser constituída por uma ou mais valas, com profundidade de 60 a 100 cm e largura de 50 a 100 cm, onde são colocadas tubulações perfuradas na parte inferior. As manilhas ( $\varnothing$  10 cm) são assentadas em declividade de 0,2 a 0,3%, sobre uma camada (20 a 30 cm) de cascalho (brita); além do fundo da vala, também o espaço lateral à manilha é preenchido com cascalho. O fechamento da vala é completado com uma camada de 5 cm de cascalho sobre a manilha, seguido de uma tela de malha fina para evitar o entupimento dos furos da manilha pelo solo; o restante da vala é preenchido com solo até 5 cm acima da superfície original, efetuando-se a posterior revegetação com gramado. O efluente transportado pelas manilhas é filtrado através da camada de cascalho, onde se forma um

“filtro biológico” constituído por bactérias e outros microorganismos. A presença de oxigênio possibilita a degradação aeróbia dos compostos orgânicos, pela qual o efluente, ao percolar através do solo, é purificado antes de alcançar o lençol freático. Um solo adequado poderá ser eficiente na remoção da DBO, fósforo, bactérias patogênicas e vírus. O nitrogênio migrará livremente através do sistema somente se for oxidado à nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) em solo bem aerado.

Um desempenho aceitável de qualquer sistema de descarte e tratamento de resíduos líquidos domésticos implica que sempre haja infiltração no solo, seguida das transformações durante a percolação no solo, de forma a não contaminar a água subterrânea nem das águas superficiais em níveis inaceitáveis para a saúde humana ou a qualidade ambiental (BOUMA, 1979). É recomendável que o sistema instalado distribua doses relativamente pequenas do efluente e de forma não concentrada, para evitar problemas de entupimento do solo e a purificação deficiente do efluente.

As propriedades do solo consideradas importantes para permitir a instalação das valas de infiltração e a absorção eficiente dos efluentes das fossas sépticas são as seguintes:

- a) profundidade do solo até a rocha (volume de solo disponível para absorção de efluentes);
- b) profundidade do solo até camada impermeável ou cimentada;
- c) profundidade do lençol freático (considerado seu nível máximo e avaliado segundo a ocorrência de mosqueados no solo e a classe de drenagem do solo);
- d) condutividade hidráulica saturada (obtida mediante teste de infiltração em cova; é afetada pela textura e estrutura do solo);
- e) declividade do terreno, o risco de inundação e a suscetibilidade de deslizamento do solo em encostas.

Os valores da condutividade hidráulica saturada ( $K_s$ ) ou taxa de infiltração básica da água, indicados na Tabela 6.3 são referentes ao solo já umedecido e de perfil uniforme. É necessário lembrar que os solos geralmente não são uniformes, nem em textura e nem quanto ao teor de umidade inicial. Assim, as taxas de infiltração iniciais são bem mais elevadas quando o teor de umidade do solo é baixo, ou devido à alta agregação (estrutura) ou fendilhamento do solo; ou mais baixas, quando há presença de crosta superficial ou de camadas impeditivas no perfil. Isto explica a necessidade de determinar-se a condutividade

hidráulica saturada do solo em cada local.

Outros aspectos devem ser observados na abertura da vala de infiltração quando o perfil de solo apresenta gradiente textural. No caso de o perfil apresentar uma camada mais grosseira (mais arenosa) de alta condutividade hidráulica situada sobre uma camada de textura mais fina (mais argilosa) de Ks mais baixa, a taxa de infiltração é primeiramente controlada pela camada superior (mais arenosa) e ao atingir a camada de textura mais argilosa, passa a ser controlada pela taxa menor desta última. Com a adição continuada de água, tende a formar-se um “lençol de água suspenso” sobre a camada impeditiva mais argilosa, com tendência ao deslocamento lateral dos efluentes acompanhando o declive do solo e chegando mais facilmente às fontes de água superficiais. É por isso que as valas de infiltração devem estar localizadas dentro do horizonte B textural (Bt, camada de textura mais argilosa).

Essas propriedades do solo são avaliadas, estabelecendo-se os respectivos limites e as classes correspondentes, como por exemplo "ligeira", "moderada" e "severa". O diagnóstico de um solo em classes de limitação moderada ou severa não necessariamente inviabiliza seu uso, mas pode indicar a necessidade de maiores investimentos para tornar o solo adequado à finalidade proposta. Desta maneira, na interpretação da adequação dos solos para uso na absorção de efluentes de fossas sépticas, os critérios relacionados no quadro-guia (Tabela 6.3) têm caráter de orientação e devem ser avaliados e estabelecidos para cada situação; esses critérios podem ser revistos com base na experiência local. Isto significa que não há uma tabela única que sirva para todos os tipos de solos e situações.

Tabela 6.3 Quadro-guia de classes de aptidão de solos para a instalação de fossas sépticas com valas de infiltração no solo

Característica do solo ou do terreno	Classes de limitações		
	Ligeira	Moderada	Severa
Profundidade do solo até a Rocha ou camada cimentada (cm)	> 180	100 a 180	< 100
Profundidade até lençol freático (cm)	> 200	130 a 200	< 130
Condutividade hidráulica saturada (taxa de infiltração básica ) (cm/h)	5 a 15	1,5 a 5	< 1,5 ou > 15
Fração > 7,5 cm (%)	< 25	25 a 50	> 50
Declividade (%)	< 8	8 a 15	> 15
Risco de inundação	Nenhum	Raro	Comum

(adaptado de SOIL SCIENCE DIVISION STAFF, 2017)<sup>1</sup>

Solos permeáveis (Latosolos argilosos, Nitossolos, Argissolos sem gradiente textural abrupto) com lençol freático e rocha situados a grande profundidade são ideais para a instalação de um sistema de valas de infiltração. Em solos com gradiente textural abrupto (Argissolos arênicos abruptos) em profundidade menor que 100 cm, o fundo da vala de infiltração deve situar-se dentro do horizonte B textural para facilitar a infiltração dos efluentes. Em Argissolos espessarênicos (gradiente textural abrupto em profundidade maior que 100 cm), a maior profundidade do topo do horizonte B textural pode inviabilizar a instalação do sistema de infiltração.

Em situações onde o volume de solo é insuficiente (solos rasos ou rocha ou camada impermeável a pouca profundidade, ou lençol freático é alto), para funcionar como área de absorção de efluentes é possível importar material de solo adequado para a construção de um aterro (teso) para a instalação da área de infiltração. Tudo depende da tecnologia e dos recursos disponíveis para que o sistema seja satisfatório.

Em solos argilosos e com argilominerais expansivos, podem haver problemas de entupimento dos poros. Também é recomendável evitar a construção do sistema nos solos argilosos em geral quando es-

<sup>1</sup> Disponível em: < [https://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/detailfull/soils/ref/?cid=nrcs142p2\\_054262](https://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/detailfull/soils/ref/?cid=nrcs142p2_054262)>. Acesso em: 3 de jul. de 2017.

tão molhados e, portanto, suscetíveis à compactação. Essas situações podem inviabilizar o sistema de infiltração, resultando na estagnação do efluente e provocar seu extravasamento à superfície. Em solos arenosos com permeabilidade muito alta (Neossolos Quartzarênicos Órticos) ou com lençol freático alto (Neossolos Quartzarênicos Hidromórficos, Gleissolos, Planossolos), de solo sobre rocha fendilhada (Neossolos Litólicos fragmentários, Neossolos Regolíticos lépticos), ou solos pouco permeáveis (Ks muito baixa), há risco de poluição das águas por N e P dos efluentes. Nesses casos é necessário aumentar a área de absorção ou instalar dois ou mais sistemas de infiltração, ou reduzir a carga de efluentes aplicados, isto é, liberar os efluentes em doses menores. Com o tempo, à medida em que o solo se torna saturado pelos efluentes, pode haver necessidade de estender novas valas de infiltração em áreas adjacentes.



## CAPÍTULO 7

### DIAGNÓSTICO E PLANEJAMENTO DE USO DOS SOLOS EM AGROECOSSISTEMAS

#### Diagnóstico

Um agroecossistema compreende a área geográfica de uma microbacia ou bacia hidrográfica, incluindo várias propriedades rurais, ou pode restringir-se à uma única propriedade rural (Figura 7.1). Esta área geográfica é composta pela flora, a fauna, os solos, as águas, as infraestruturas, os animais domésticos e o ser humano. A exploração do agroecossistema pelo ser humano, sem uma organização adequada da sua ocupação, pode levar à degradação dos recursos naturais existentes. Essa degradação geralmente é maior quando não são consideradas as características dos solos que determinam a sua aptidão agrícola. Para evitar-se a degradação do agroecossistema, é necessário realizar um diagnóstico e um planejamento de ocupação e de uso dos solos. Este diagnóstico consiste no levantamento dos tipos de solos, na avaliação da aptidão agrícola das terras e identificação de outras características do ambiente, conforme descrito a seguir.



Figura 7.1 Exemplo de um agroecossistema

#### *Tipos de solos*

Para o processo de planejamento de uso do ambiente para fins agrícolas, as informações mais necessárias são a identificação dos solos que ocorrem na área e a aptidão desses solos para o cultivo. As melhores fontes dessas informações são os levantamentos dos solos,

através dos relatórios e mapas de solos, desde que estejam disponíveis na escala adequada para os objetivos do planejamento em questão (ver Capítulo 1). Mas mesmo assim, é necessário verificar se os solos que constam nesses mapas e relatórios são os que ocorrem no agroecossistema em questão. Na falta de mapas adequados, é necessário realizar os levantamentos para identificar os tipos de solos, sua distribuição na área e as características limitantes ao uso agrícola. Por exemplo, a profundidade efetiva, textura, presença ou não de gradiente textural, drenagem, pedregosidade e rochiosidade, podem apresentar limitações que condicionarão o uso e manejo dos solos. (ver Capítulos 2 e 4).

### *Recursos hídricos*

O diagnóstico dos recursos hídricos consiste em mapear e avaliar a situação atual das nascentes, vertentes e os cursos d'água do agroecossistema, quanto à proteção vegetal das margens por mata ciliar e em estabelecer as eventuais atividades de recuperação e preservação dos mananciais, em acordo com a legislação ambiental (**Código Florestal Brasileiro – lei 12.651 de 25/05/2012** e lei 12.727 de 17/10/2012). (BRASIL, 2012a, 2012b).

Além disso, em relação aos recursos hídricos, é importante verificar a consistência das margens, a morfologia do percurso, a ocorrência e as tendências de erosão nas margens e a existência de assoreamento do leito dos cursos d'água. Isso é importante pois, a ausência da mata ciliar, como ilustrado da Figura 7.2 a e b, poderá acelerar ainda mais o processo de erosão e destruição das margens, conseqüentemente, mudar o percurso e o leito d'água, causando danos de difícil recuperação ao meio ambiente, principalmente quando as margens dos rios são pouco consistentes. É nestes locais que a largura mínima de cinco metros da APP (cobertura florestal), estabelecida pelo Código Florestal, para pequenas propriedades rurais, pode ser insuficiente, necessitando de uma faixa maior para a conservação dos recursos hídricos e das terras lindeiras.



Figura 7.2 Erosão nas margens e assoreamento dos cursos d'água devido à remoção e ausência da mata ciliar.

### *Vegetação*

O inventário da vegetação consiste em verificar a localização das matas nativas e reflorestadas e se a cobertura florestal total do agroecossistema atende à requisição do código Florestal na Lei. A cobertura florestal permanente deve primeiramente atender a Legislação e sequencialmente, estar de acordo com a aptidão agrícola das terras, conforme mencionado no Capítulo 4.

A seguir são fornecidas algumas recomendações para recuperação de solos degradados, controle de erosão, uso e manejo, traçados e controle de erosão em estradas e problemas de infraestrutura e saneamento.

### *Relevo*

A avaliação e a quantificação da conformação da superfície do terreno e a declividade são importantes, pois superfícies côncavas e convexas condicionam, respectivamente, fluxos de água convergentes e divergentes. Nos locais dos fluxos convergentes, ocorre maior erosão (Figura 7.3), necessitando de maiores cuidados no controle das enxurradas do que as superfícies convexas. A declividade deve ser medida nas diferentes conformações do terreno, preferencialmente, em classes específicas para cada tipo de solo, visto que dois solos com características distintas em uma mesma classe de declive podem condicionar usos e aptidão diferentes.



Figura 7.3 Erosão em superfície côncava devido aos fluxos de água convergentes.

### *Degradação do solo*

A ocorrência de erosão e a alteração da estrutura do solo em relação à condição natural são algumas evidências da degradação. Quanto à ocorrência de erosão devem ser observados os tipos e graus de erosão e sua relação com o relevo (SANTOS et al. 2005). No perfil do solo deve ser verificada a qualidade dos agregados, podendo-se comparar áreas de cultivo com áreas sob mata ou campo nativo (Figura 2.11 a, b). Nas lavouras deve ser verificado o padrão do desenvolvimento das raízes das culturas, identificando-se eventuais zonas de impedimentos de penetração. É necessário coletar amostras para a análise da fertilidade química do solo. Essas características devem ser identificadas e mapeadas para posterior recuperação do solo e melhoria das condições de infiltração da água e redução da erosão.

### *Uso atual*

O uso atual dos solos deve ser observado para verificar se as culturas anuais ou permanentes, as pastagens e o reflorestamento estão localizadas conforme a aptidão dos solos. Caso ocorra algum conflito no uso, deverá ser proposta uma readequação das atividades no agroecossistema.

### *Conservação e localização das estradas rurais*

De uma maneira geral, a grande maioria das estradas situadas nas zonas rurais e também as internas das propriedades foram abertas pelos colonizadores de uma maneira inadequada, pois foram orien-

tadas basicamente para facilitar o acesso ao terreno e a instalação da sede das propriedades rurais; isso fez com que o traçado das estradas, na maioria das vezes, fosse na pendente do declive. Este traçado favorece a ocorrência de erosão nas margens e a conservação do leito. O traçado das estradas no sentido do declive aumenta a concentração da água que escoar no trajeto e o processo de erosão nas sarjetas, contribuindo com a produção de sedimentos para os mananciais hídricos (Figura 7.4). A concentração da água e a erosão ainda são maiores quando ocorre o escoamento da água das lavouras ou residências.



Figura 7.4 Erosão na margem da estrada.

### *A infraestrutura e saneamento*

A infraestrutura e o saneamento são outros aspectos a serem observados. A exposição dos dejetos sobre a superfície ou o armazenamento local em solo inadequado podem acelerar o processo de contaminação das águas superficiais ou subsuperficiais (Figura 7.5). Para evitar isto, devem ser consideradas as recomendações descritas no Capítulo 6.



Figura 7.5 Ausência de armazenamento adequado resulta em exposição dos dejetos na superfície com riscos de contaminação das águas.

## **Planejamento do agroecossistema**

O conceito de planejamento aqui desenvolvido enfatiza a preservação do ambiente, principalmente a proteção do solo agrícola de acordo com a ideia de sustentabilidade, ou seja, que o atual usuário da terra assegure a sua transferência para a próxima geração com a mesma qualidade ou em melhores condições. Assim, conhecida a situação atual dos recursos hídricos, a vegetação, os tipos de solos, o relevo, as áreas de preservação, as evidências de degradação, o uso e manejo atual, as estradas, a infraestrutura e o saneamento pode então ser estabelecido o plano de ocupação e exploração sustentável do agroecossistema.

O plano de exploração e ocupação sustentável do agroecossistema, numa primeira etapa do plano consiste em estabelecer as eventuais atividades de recuperação e preservação dos mananciais, em acordo com a legislação ambiental (*Código Florestal Brasileiro – Lei 12.651 de 25/05/2012* e da Lei 12.727 de 17/10/2012). (BRASIL, 2012a, 2012b).

A etapa seguinte consiste em determinar a classificação de terras no sistema de aptidão de uso descritos em Ramalho Filho & Beek (1994) e em Lepsch et.al (2015), que relacionam as características do solo (e do terreno) e seus respectivos graus de limitação com as classes de aptidão para a finalidade pretendida e recomendada.

A seguir são fornecidas algumas recomendações para recuperação de solos degradados, controle de erosão, uso e manejo, traçados e controle de erosão em estradas e problemas de infraestrutura e saneamento.

## **Recomendações de manejo dos solos sob culturas anuais**

### *Quanto à degradação e erosão*

Qualquer tipo de sistema de cultivo pode apresentar erosão do solo, seja em plantio convencional ou em plantio direto. O local mais crítico de ocorrência de erosão, em qualquer um desses sistemas, é em situação de relevo côncavo, para onde converge o escoamento superficial das águas (Figura 7.3). É neste local que as perdas de sedimentos são maiores do que no relevo convexo, resultando no decréscimo da espessura do horizonte A, além de poder apresentar problemas de drenagem e de desenvolvimento das plantas, principalmente nos solos

com horizonte B textural e caráter abrupto, como por exemplo em Argissolos, conforme mencionado nos Capítulos 2 e 4. Este local é ideal para ser utilizado como canal de escoamento da água dos terraços, desde que esteja devidamente vegetado para não haver erosão e produção de sedimentos (Figura 4.50b). Porém, nem sempre esta recomendação é a mais viável, pois muitas vezes o canal escoadouro poderá ocupar uma área muito extensa da propriedade, reduzindo a área de plantio com culturas anuais, bem como dificultar a operação das máquinas agrícolas.

No caso da existência de voçorocas, o seu controle é por isolamento, reflorestamento ou fechamento com terra. O isolamento consiste em impedir a entrada de água e das criações. Após o fechamento pode ser feito o terraceamento, a cobertura do solo com plantas recuperadoras e o plantio direto.

A necessidade de práticas complementares de controle da erosão do solo no sistema de plantio direto deve-se à degradação da estrutura do solo, como consequência da ausência de rotação de culturas e da baixa cobertura do solo por resíduos culturais, resultando em adensamento do solo, redução da infiltração e aumento de perda de água por escoamento superficial e erosão (Figura 7.6 a e b). As evidências de deslocamento de resíduos e de erosão demonstram a necessidade de ações de melhoria, principalmente no manejo do solo; quando tais ações não atendem o controle da erosão, há necessidade da intervenção de práticas mecânicas, através da subsolagem, construção de terraços ou cordões vegetados para melhorar a infiltração de água e reduzir o escoamento superficial, conforme ilustrado na Figura 7.7.

Áreas muito declivosas, que não permitem a construção de terraços, requerem a implantação de cordões vegetados. Os cordões permitem o cultivo em nível, além de atuarem como quebra-ventos.



(a)



(b)

Figura 7.6 Compactação (a) e erosão (b) no sistema plantio direto devido ao manejo inadequado do solo.



Figura 7.7 Erosão em campo de milho em sistema plantio direto.

Foto: Dalvo R. Arcari – Emater/RS-Ascar. Mormaço, RS.

*Avaliação quanto da cobertura do solo agrícola*

A cobertura do solo com plantas e com resíduos culturais é altamente recomendável, pois evita o impacto direto da gota da chuva sobre o solo atenuando o processo de erosão. Os resíduos culturais também contribuem para melhorar as condições biológicas, físicas e químicas do solo.

A cobertura do solo pode ser melhorada quando são realizadas a rotação de culturas e a semeadura de nova cultura imediatamente após a colheita da anterior, objetivando obter no mesmo ano agrícola dois cultivos de grãos e um cultivo para recuperação do solo. Um exemplo desse sistema é, após a colheita do milho, semear nabo forrageiro e em seguida trigo (Figura 7.8) e depois soja.

Esse sistema tem como benefícios: otimizar o uso da terra, por proporcionar maior número de safras por ano agrícola; reduzir as perdas de nutrientes liberados pela decomposição dos resíduos culturais; melhorar a fertilidade química, física e biológica do solo; promover a cobertura permanente do solo para minimizar a amplitude térmica do solo e as perdas de solo e de água; reduzir a incidência de plantas daninhas; favorecer o manejo integrado de pragas, de doenças e de plantas daninhas; e promover a diversidade da biota do solo (Figura 8.8).



Figura 7.8 Semeadura de trigo sobre nabo forrageiro.

Foto: Marcos Friedrich – Ajuricaba, RS.



Figura 7.9 Cobertura permanente de solo e perfil de solo demonstrando atividade biológica.

Foto: Edi Werner Jan e Dejair Burtet – Ijuí, RS.

## **Recomendações de uso do solo para fins não agrícolas em áreas rurais**

### *Quanto ao traçado das estradas e à ocorrência de erosão*

Preferencialmente as estradas devem estar em nível, mas isso nem sempre é possível devido às localizações atuais. Para prevenir a ocorrência de erosão e formação de voçorocas devem ser estabelecidas ações integradas no controle das enxurradas das lavouras e das estradas, de preferência elevando o leito das estradas acima do nível das lavouras. Os terraços devem ser construídos de forma a captarem e reterem a água das estradas (Figura 7.10). Em casos especiais quando não for possível manejar a enxurrada das estradas para as lavouras podem ser construídas barragens de retenção da enxurrada nas margens (Figura 7.11), auxiliando na conservação. Além disso, a cobertura vegetal nas margens das rodovias deve ser mantida para proteger o solo e conter as enxurradas. Estas ações contribuem na conservação das lavouras e das estradas, reduzindo gastos públicos e preservando o ambiente.



Figura 7.10 Construção e elevação do leito de estrada acima do nível da lavoura e terraceamento.



Figura 7.11 Barraginhas para retenção das enxurradas nas margens das estradas

### *Quanto às criações de bovinos*

No caso das criações de bovinos, há dois aspectos que podem gerar problemas. Um refere-se à lotação de animais por unidade de área e o outro é o destino dos dejetos. No sistema de criação de bovinos, deve ser observada a capacidade de suporte de animais por hectare e os caminhos dos animais. A capacidade de suporte é condicionada

pela textura e a profundidade do solo. Os solos arenosos, por terem baixa capacidade de retenção de água e serem pobres em nutrientes, têm baixa capacidade de produção de massa vegetal, suportando menores quantidades de animais do que os solos argilosos e profundos (ver Capítulo 4). O excesso de lotação em períodos de maior umidade do solo pode resultar em compactação camada superficial dos solos, dificultando a infiltração da água e a recarga do aquífero subterrâneo, bem como o posterior cultivo no sistema plantio direto.

No caso dos caminhos de trânsito natural dos animais, observa-se que normalmente acompanham o declive, favorecendo o processo de erosão pelo escoamento das águas da chuva. Em solos pedregosos, esses caminhos causam erosão, aflorando as rochas e tornando o local irrecuperável (Figura 7.12). Em solos arenosos, ocorre a formação de voçorocas, favorecendo o processo de erosão hídrica e a arenização (ver Neossolos, Capítulo 4), como ocorre no Sudoeste do RS. Como medida de prevenção, recomenda-se que o caminho seja trocado de local e que seja interrompido o escoamento das águas da chuva.

#### *Quanto à disposição dos dejetos*

A criação dos animais deve seguir os critérios da Fepam quanto à proteção ambiental. Dejetos de animais, principalmente nas pequenas criações, quando ficam expostos sobre a superfície do solo, causam mau cheiro e pontos de proliferação de moscas e de poluição dos mananciais hídricos. Para pequenas criações de suínos, recomenda-se que o sistema seja sobre cama. Esse sistema tem como vantagens o aproveitamento da serragem ou casca de arroz, evitando que os dejetos sejam lançados diretamente sobre o solo, além de não produzir cheiro e moscas e facilitar a retirada e distribuição dos resíduos na lavoura. Em estábulos e grandes criações, recomenda-se que os dejetos sejam acondicionados em estrumeiras bem dimensionadas e cobertas, e após curados sejam distribuídos nas lavouras. Para o descarte dos resíduos nas lavouras, devem ser observadas as recomendações descritas no Capítulo 7.

Quanto aos rejeitos humanos, tem-se a questão do aproveitamento e o destino dos resíduos orgânicos e do lixo reciclável. Os resíduos orgânicos domésticos devem ser destinados para compostagem, permitindo seu aproveitamento como fertilizante. O lixo reciclável (não inclui embalagens de agrotóxicos) deve ser recolhido para recicla-



Figura 7.12 Erosão nos caminho pelo tráfego dos mais e escoamento da água da chuva.

gem do material, evitando-se a queima a céu aberto com emissão de poluentes para a atmosfera. As águas servidas e o esgoto doméstico devem ser tratados adequadamente. Recomenda-se que o esgoto seja destinado à fossa séptica e ao sumidouro, para o qual também se destinam as águas servidas. A seleção de locais para as fossas sépticas deve ser baseada na aptidão dos solos para esta finalidade.

Um planejamento criterioso do uso das terras deve buscar a maximização da produtividade e a minimização das perdas mediante a conservação dos solos. O planejamento requer um conhecimento detalhado dos recursos naturais e uma disposição para usá-los visando o máximo benefício da sociedade. Por isso, é uma tarefa multidisciplinar.



## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, A. C. R. **Uso associado de esterco líquido de suínos e plantas de cobertura de solo na cultura do milho.** 2000. 144 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2000.

AVERBECK, H.; CUNHA, N.G. **Solos da Bacia Lagoa Mirim.** Brasília, DF: Minter, 1971. 45 p.

BASSO, C. J. **Perdas de nitrogênio e fósforo com aplicação no solo de dejetos líquidos de suínos.** 2003. 125 p. Tese (Doutorado)-Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2003.

BASSO, C. J. et al. Dejeito líquido de suínos: II – perdas de nitrogênio e fósforo por percolação no solo, sob plantio direto. **Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v. 35, n. 6, p. 1305-1312, 2005.

BOUMA, J. Subsurface applications of sewage effluent. In: M.T. BEATTY et al. (Ed.). **Planning the uses and management of land.** Madison: ASA-CSSA-SSSA, 1979. p. 665-703.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária. Divisão Pedológica. **Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Rio Grande do Sul.** Recife, PE, 1973. 431 p. (DNPEA. Boletim Técnico, 30). Disponível em: <[http://library.wur.nl/isric/fulltext/isricu\\_i00003061\\_001.pdf](http://library.wur.nl/isric/fulltext/isricu_i00003061_001.pdf)>. Acesso em: 30 jan. 2017.

\_\_\_\_\_. Ministério do Meio Ambiente; RIO GRANDE DO SUL. Secretaria de Estado do Meio Ambiente. Programa Nacional do Meio Ambiente II. **Levantamento pedológico e análise qualitativa do potencial de uso de solos para o descarte de dejetos suínos da microbacia do rio Santo Cristo:** relatório final. Porto Alegre, RS, 2004a. 131 p.

\_\_\_\_\_. Ministério do Meio Ambiente; RIO GRANDE DO SUL. Secretaria de Estado do Meio Ambiente. Programa Nacional do Meio Ambiente II. **Levantamento pedológico e análise qualitativa do potencial de uso de solos para o descarte de dejetos suínos da microbacia do rio Lajeado Grande**: relatório final. Porto Alegre, RS, 2004b. 121 p.

\_\_\_\_\_. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa [...] e dá outras providências. 2012a. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm)>. Acesso em: 21 jun. 2017.

\_\_\_\_\_. **Lei nº 12.727, de 17 de outubro de 2012**. Altera a Lei no 12.651, de 25 de maio de 2012, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa [...]. 2012b. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/112727.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112727.htm)>. Acesso em: 21 jun. 2017.

CERETTA, C. A. et al. Dejeito líquido de suínos: I – perdas de nitrogênio e fósforo na solução escoada na superfície do solo, sob plantio direto. **Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v. 35, n. 6, p. 1296-1304, nov./dez. 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v35n6/a11v35n6.pdf>>. Acesso em: 30 jan. 2017.

CUNHA, N. G. da. **Caracterização dos solos de São José do Norte, Tavares e Mostardas - RS**. 2. ed. Pelotas, RS: EMBRAPA/CPACT; UFPEL, 1997. 47 p. (Documentos CPACT, 7/94). Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/41366/1/Sao-Jose-do-Norte.pdf>>. Acesso em: 30 jan. 2017.

DALMOLIN, R. S. D.; et al. Relação entre as características e o uso das informações de levantamentos de solos de diferentes escalas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, p. 1479-1486, set./out., 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v34n5/a23v34n5.pdf>>. Acesso em: 30 jan. 2017.

DALMOLIN R. S. D.; TEN CATEN, A. Mapeamento Digital: nova abordagem em levantamento de solos. **Investigación Agrária**, San Lorenzo, v.17, n. 2, p. 77-86, 2015.

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Definição e notação de horizontes e camadas do solo**. 2. ed. rev. atual. Rio de Janeiro, RJ, 1988. 54 p. (EMBRAPA – SNLCS. Documentos, 3).

\_\_\_\_\_. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, DF: EMBRAPA/ SPI, 1999. 412 p.

\_\_\_\_\_. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro, RJ: EMBRAPA Solos, 2006. 306 p.

\_\_\_\_\_. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Rio de Janeiro, RJ: EMBRAPA Solos, 2013. 353 p.

FUNDAÇÃO DE ECONOMIA E ESTATÍSTICA (FEE). Plano Integrado para o Desenvolvimento do Litoral Norte do Rio Grande do Sul. **Pedologia, capacidade de uso atual do solo**. Porto Alegre, RS: FEE, 1980. v. 4, t. 2.

FITZ, P. R. **Cartografia básica**. Canoas, RS: Ed. La Salle, 2000. 171 p.

FLORES, C. A. et. al. **Levantamento semidetalhado de solos**: região da Serra Gaúcha. Projeto Vitivinícola do Estado do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2005. Escala 1:50.000. Parceria Embrapa/UFRGS/IBRAVIN. No prelo.

FLORES, C. A. et al. **Os solos do Vale dos Vinhedos**. Brasília: Embrapa, 2012. 176 p. Acompanha mapas e DVD.  
Disponível em: <[http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/livro/solosvv/Os\\_solos\\_do\\_Vale\\_dos\\_Vinhedos\\_com\\_capa.pdf](http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/livro/solosvv/Os_solos_do_Vale_dos_Vinhedos_com_capa.pdf)>. Acesso em: 24 maio 2017.

FLORES, C. A.; FILIPPINI ALBA, J. M. (Eds.). **Zoneamento edáfico de culturas para o município de Santa Maria - RS, visando o ordenamento territorial**. Brasília, DF: Embrapa, 2015. 309 p. il. Inclui CD-ROM com mapas. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/146767/1/Zoneamento-SM-v10-capas-baixa.pdf>>. Acesso em: 17 jan. 2017.

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

GOMES, M. de M. **Manual técnico do licenciamento ambiental com EIA-RIMA**. Porto Alegre, RS: FEPAM, 2006. v. 2. 65 p. Disponível em: <<http://www.fepam.rs.gov.br/biblioteca/pnma.asp>>. Acesso em: 29 ago. 2007.

HOLZ, M. **Do mar ao deserto: a evolução do Rio Grande do Sul no tempo geológico**. Porto Alegre, RS: Ed. da UFRGS, 1999. 142 p.

IBGE. **Levantamento de recursos naturais: folha SH. 22** Porto Alegre e parte das folhas SH.21 Uruguaiana e SI.22 Lagoa Mirim. Rio de Janeiro, RJ, 1986. 796 p. Inclui mapas geológico, geomorfológico, exploratório de solos, vegetação, capacidade de uso dos recursos naturais renováveis, avaliação do relevo (Levantamento de Recursos Naturais, 33).

INTERNATIONAL COMMISSION ON STRATIGRAPHY (ICS); INTERNATIONAL UNION OF GEOLOGICAL SCIENCES (IUGS). **Geologic time scale 2004**. Disponível em: <<http://www.stratigraphy.org/gts.htm>>. Acesso em: 29 ago. 2007.

KÄMPF, N.; SCHNEIDER, P. Caracterização de solos orgânicos do Rio Grande do Sul: propriedades morfológicas e físicas como subsídios à classificação. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, Viçosa, MG, n.13, p. 227-236, 1989.

KAMPF, N.; KLAMT, E. Guia de excursão pedológica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 23., 1991, Porto Alegre, RS. **Anais...** Porto Alegre, 1991. p. 2-53.

KLAMT, E; DALMOLIN, R. S. D.; CABRAL, D. R. **Solos do município de São João do Polêsine**: características, classificação, distribuição geográfica e aptidão de uso. Santa Maria, RS: UFSM-CCR, Departamento de Solos, 1997. 93 p.

LEINZ, V.; AMARAL, S. E. **Geologia geral**. 7. ed. São Paulo, SP: Ed. Nacional, 1978. 397 p.

LEMOS, R. C. D. de et al. Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Rio Grande do Sul: primeira etapa, Planalto Rio-grandense. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Rio de Janeiro, RJ, v. 2, p. 209, 1967.

LEPSCH, I. F. et al. **Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso**. Viçosa, MG: SBCS. 2015. 170 p.

MELLO, O.; et al. Levantamento em série dos solos do Centro Agrônômico. **Revista da Faculdade de Agronomia e Veterinária da UFRGS**, Porto Alegre, RS, v. 8, n. 1/4, p. 7-155, 1966.

MELLO, N. A. **Efeito do sistema de manejo nos atributos do solo, movimentação de sedimentos e exportação de carbono orgânico numa microbacia rural sob cultura do fumo**. 2006. 248 p. Tese (Doutorado)-Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2006.

MENEGAT, R. (Coord.) **Atlas ambiental de Porto Alegre**. Porto Alegre, RS: Ed. da UFRGS, 1998. 228 p.

PEDRON, F. de A.; DALMOLIN, R.S.D.; AZEVEDO, A.C. de. **Solos do perímetro urbano de Santa Maria**: características, classificação e potencial de uso. Santa Maria, RS: Orium, 2008. 143 p.

PEREIRA, L. C.; GOMES, M. A. F. **Profundidade efetiva e profundidade do solo**: conceito e importância. [2017]. Disponível em: <<http://www.diadecampo.com.br/zpublisher/materias/Newsletter.asp?id=33953&secao=Artigos%20Especiais>>. Acesso em: 31 jan. 2017.

PÖTTER, R. O. **Caracterização de solos da região dos Campos de Cima da Serra – RS**. 1977. 176 p. Dissertação (Mestrado)-Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 1977.

RAMALHO FILHO, A.; BEEK, K. J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras**. Rio de Janeiro. EMBRAPA-CNPS, 1994. 65 p.

REICHERT, J. M. et. al. Hidrologia do solo, disponibilidade de água às plantas e zoneamento agroclimático. **Tópicos em Ciência do Solo**, Viçosa, n. 7, p. 1-54, 2011. Disponível em: <[http://www.fisicadosolo.ccr.ufsm.whoos.com.br/downloads/Producao\\_Artigos/122.pdf](http://www.fisicadosolo.ccr.ufsm.whoos.com.br/downloads/Producao_Artigos/122.pdf)>. Acesso em: 26 maio 2017.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria da Ciência e Tecnologia. Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (FEPAGRO). **Projeto de monitoramento ambiental de microbacias hidrográficas do programa RS-RURAL**: relatório final. Porto Alegre, RS, 2005. 70 p.

\_\_\_\_\_. Secretaria de Energia, Minas e Comunicações. **Rio Grande do Sul**: atlas eólico. Porto Alegre, RS: SEMC, 2002. Disponível em: <<http://www.semc.rs.gov.br>>. Acesso em: 29 ago. 2007.

SANTOS, R. D. dos et al. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 5. ed. Viçosa: SBCS; Rio de Janeiro: Embrapa-CNPS, 2005. 92 p.

SANTOS, H. G. et al. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS)**. 3 ed. rev. ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2013, 353 p.

SCHNEIDER, P.; KÄMPF, N.; GIASSON, E. Solos. In: UFRGS. Centro de Ecologia. **Carvão e meio ambiente**. Porto Alegre, RS: Ed. da UFRGS, 2000. p. 45-76.

SCHNEIDER, P.; GIASSON, E.; KLAMT, E. **Classificação da aptidão agrícola das terras**: um sistema alternativo. Guaíba, RS: Agrolivros, 2007. 70 p.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO (SBCS). 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, RS, 2004.

SOIL SCIENCE DIVISION STAFF. **Soil survey manual**. Washington, DC: USDA, 2017. 603 p. (USDA Handbook, 18). Disponível em: <[https://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/detailfull/soils/ref/?cid=nrcs142p2\\_054262](https://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/detailfull/soils/ref/?cid=nrcs142p2_054262)>. Acesso em: 03 jul. 2017.

STAMMEL, J. G. Desenvolvimento sustentado do Pampa. In: ALVAREZ, V. H. V.; FONTES, L. E. F. (Eds.) **O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo; Universidade Federal de Viçosa-Departamento de Solos, 1996. p. 325-333.



## GLOSSÁRIO

Neste Glossário constam as definições de alguns termos utilizados na identificação dos solos citados no texto. As definições são resumidas e adaptadas de EMBRAPA (2013).

**Abrúptico** – solo com mudança textural abrupta.

**Acidez total** – a soma de  $H^+$  +  $Al^{3+}$ .

**Alítico** – significa um teor elevado de alumínio extraível ( $\geq 4$  cmol<sub>c</sub>/kg) associado com atividade de argila  $\geq 20$  cmol<sub>c</sub>/kg de argila, além de apresentar alta saturação por Al ( $\geq 50\%$ ) e/ou baixa saturação por bases ( $V < 50\%$ ).

**Alumínico** – significa um teor elevado de alumínio extraível ( $\geq 4$  cmol<sub>c</sub>/kg) associado com atividade de argila  $< 20$  cmol<sub>c</sub>/kg de argila, além de apresentar alta saturação por Al ( $\geq 50\%$ ) e/ou baixa saturação por bases ( $V < 50\%$ ).

**Alumínio extraível** – alumínio ( $Al^{3+}$ ) extraído com solução de KCl N; anteriormente chamado de  $Al^{3+}$  trocável.

**Aluminoférrico** – solo com caráter alumínico e teores de  $Fe_2O_3$  de 18 a 36%, na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B.

**Arênico** – solo com textura arenosa desde a superfície até o início do horizonte B textural, que ocorre entre 50 e 100 cm de profundidade. (Figuras 4.2b; 4.10).

**Argilúvico** – solo com concentração de argila no horizonte B, expressa por gradiente textural ( $B/A$ )  $\geq 1,4$ , e/ou por iluviação de argila evidenciada por cerosidade, e/ou presença de horizonte E sobrejacente ao B não espódico.

**Argissólico** – solo com características intermediárias para a classe dos Argissolos.

**Atividade da fração argila** – Refere-se à capacidade de troca de cátions correspondente à fração argila, calculada pela expressão  $100 \times T/\%$  argila ou  $1000 \times T/g$ .kg argila. É expressa em cmol<sub>c</sub>/kg de argila. [O mol de um cátion é obtido dividindo-se a sua massa atômica pela valência. Assim, um cmol<sub>c</sub> (centimol de carga) de  $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$  e  $Al^{3+}$  equivalem, respectivamente, a 391 mg, 230 mg, 200 mg, 122 mg e 90 mg do elemento.] A atividade da argila é alta (Ta) quando for  $\geq 27$  cmol<sub>c</sub>/kg argila e é baixa (Tb) quando for inferior a esse valor.

**Bases trocáveis** – são os cátions básicos trocáveis ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$  e  $\text{Na}^+$ ) do solo.

**Cambissólico** – solo com características intermediárias para a classe dos Cambissolos.

**Carbonático** – solo com caráter carbonático, isto é, presença de  $\text{CaCO}_3 \geq 15\%$  (por peso).

**Caulínítico** – solo com predomínio de argilominerais do tipo caulinita (1:1).

**Cerosidade** – consiste numa fina película de argila depositada na superfície dos agregados, conferindo-lhes um aspecto brilhante. Serve para identificar o horizonte B textural e o horizonte B nítico.

**Chernossólico** – solo com características intermediárias para a classe dos Chernossolos.

**Contato lítico** – identifica o material subjacente ao solo, na forma de rocha sã e rocha sedimentar parcialmente consolidada (arenito, siltitos, argilitos ou folhelhos). (Figuras 4.57; 5.1a; 5.6a; 5.7a).

**Crômico** – identifica solos com cores mais “vivas” no horizonte B (predomínio de cores com matiz 7,5YR ou mais amarelo com valor  $> 3$  e croma  $> 4$ ; ou matiz mais vermelho que 7,5YR com croma  $> 4$ ) (consultar caderneta de Munsell).

**Distroférico** – solo com saturação por bases baixa ( $V < 50\%$ ) e teores de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  de 18 a 36%, na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B.

**Distrófico** – solo com saturação por bases baixa ( $V < 50\%$ ), na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B.

**Distroúmbrico** – solo com saturação por bases baixa ( $V < 50\%$ ) e horizonte A proeminente.

**Ebânico** – identifica solo de coloração escura, quase preta, na maior parte do horizonte diagnóstico subsuperficial (matiz 7,5YR ou mais amarelo com valor  $< 4$  e croma  $< 3$ ; no matiz mais vermelho que 7,5YR, cor preta ou cinzento muito escuro) (consultar caderneta Munsell). (Figuras 4.30; 4.31; 4.88; 4.89).

**Êndico** – solo com horizonte concrecionário ocorrendo a profundidade igual ou superior a 40 cm a partir da superfície do solo.

**Esmectita** – argilomineral expansivo do tipo 2:1.

**Epiáquico** – identifica lençol freático superficial temporário (lençol suspenso) resultante da má condutividade hidráulica do horizonte B, permitindo que ocorram processos de redução e segregação de ferro acima ou no topo do B.

**Espessarênico** – solo com textura arenosa desde a superfície até o início do horizonte B textural, que ocorre a mais de 100 cm de profundidade.

**Eutrófico** – solo com saturação por bases alta ( $V \geq 50\%$ ), na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B.

**Férrico** – solo com teor de  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \geq 18\%$  na maior parte do horizonte B.

**Fíbrico** – Organossolo com material orgânico constituído de fibras, pouco decomposto.

**Flúvico** – solo derivado de sedimentos aluviais com sequência de horizontes A-C (antigos Solos Aluviais).

**Fragmentário** – contato lítico onde o material endurecido está fragmentado naturalmente.

**Gilgai** – microrrelevo típico de solos com argilas expansivas (esmectitas).

**Háplico** – este termo não tem um significado específico, é usado como uma subdivisão (subordem) de uma ordem.

**Hêmico** – Organossolo que apresentam matéria orgânica parcialmente alterada, em estágio de decomposição intermediário entre fíbrico e sáprico, dentro de 100 cm da superfície do solo.

**Hidromórfico** – solo mal drenado. (Figuras 4.36 a 4.40 e 4.82 e 4.84).

**Hístico** – solo com horizonte hístico.

**Húmico** – solo com horizonte A húmico.

**Latossólico** – solo com características intermediárias para a classe dos Latossolos.

**Léptico** – solo com contato lítico entre 50 e 100 cm da superfície do solo.

**Litólico** – solo com sequência de horizonte A-C ou O-C e contato lítico dentro de 50 cm da superfície (antigos Solos Litólicos). (Figuras 4.57a; 4.60 e 4.62a).

**Litossólico** – solo com características intermediárias para a classe dos Neossolos Litólicos.

**Materiais sulfídricos** – compostos de enxofre (sulfetos) presentes em ambientes alagadiços que oxidam quando expostos (por drenagem) ao ar, formando ácido sulfúrico e produzindo valores de  $\text{pH} < 3,5$ .

**Melânico** – solo com horizonte H hístico com espessura  $< 40$  cm, ou horizonte A húmico, ou A proeminente ou A chernozêmico, apresentando cores escuras.

**Mudança textural abrupta** – consiste em aumento considerável no conteúdo de argila do horizonte A ou E para o horizonte subjacente B, numa distância inferior a 7,5 cm (Figuras 4.3; 4.5; 4.11).

**Nátrico** – solo com caráter sódico.

**Nitossólico** – solo com características intermediárias para a classe dos Nitossolos.

**Nódulos e concreções minerais** – são grânulos produzidos pela precipitação e cimentação de vários elementos químicos como Fe, Mn, Ca, Si, sendo mais comuns os de ferro e manganês (Figura 2.4).

**Organossólico** – solo com características intermediárias para a classe dos Organossolos.

**Órtico** – este termo não tem um significado específico; é usado como uma subdivisão (grande grupo) das subordens de uma classe.

**Oxídico** – solo com teor elevado teor de óxidos de ferro ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), geralmente originados do basalto.

**Pálico** – solo com desenvolvimento maior que o normal da sua classe.

**Pedogenético** – característica adquirida pela ação dos processos de formação do solo.

**Petroplântico** – horizonte constituído de 50% ou mais (por volume) de petroplintita com espessura igual ou superior a 15 cm.

**Petroplintita** – é a plintita consolidada, formando concreções ferruginosas. (Figura 4.86 e 4.87).

**Plânico** – solo com caráter plânico têm feições que não satisfazem os requisitos de horizonte plânico, sendo intermediários para a classe dos Planossolos.

**Plintita** – são concentrações ferruginosas com diâmetro  $> 2$  mm, cor vermelha ou vermelho-amarelada, de consistência firme quando úmida e dura ou muito dura quando seca, podendo ser quebradas com a mão.

**Porosidade** – é constituída pelos vazios entre as partículas sólidas, sendo responsável pelo movimento de ar e água no solo. No campo a porosidade pode ser estimada pela capacidade de absorção de água dos agregados.

**Quartzarênico** – solo com sequência de horizontes A-C, apresentando textura areia ou areia franca até a profundidade  $\geq 150$  cm, a partir da superfície (Figura 4.67 e 4.68).

**Redóxico** – refere-se à presença de feições redoximórficas, resultante da saturação temporária com água em horizontes e/ou em camadas do mesmo, que induzam a ocorrência de processos de redução e oxidação, com segregação de ferro e/ou manganês, na forma de cores mosqueadas e/ou variegadas (Figuras 4.15, 4.16, 4.18).

**Salino** – solo com caráter salino, isto é, teor de sais solúveis em quantidade que interfere com o desenvolvimento da maioria das culturas; é expresso por condutividade elétrica  $\geq 4$  dS/m e  $< 7$  dS/m.

**Sáprico** – Organossolos com matéria orgânica em estágio avançado de decomposição na maior parte dos horizontes dentro de 100 cm da superfície.

**Saprólito** – material alterado que mantém as características morfológicas da rocha original.

**Saprolítico** – solo com presença de horizonte C ou Cr dentro de 100 cm da superfície do solo.

**Saturação por alumínio** ( $Al^{3+}$  %) – expressa a proporção de alumínio ( $Al^{3+}$ ) em relação a soma de bases trocáveis (S) +  $Al^{3+}$ .

**Saturação por bases** (V%) – expressa a proporção de cátions básicos ( $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $K^+$  e  $Na^+$ ) trocáveis (S) em relação à capacidade de troca de cátions (T):  $V\% = 100 \cdot S/T$ ; onde  $T = S + (H^+ + Al^{3+})$ . A saturação por bases é alta quando  $V \geq 50\%$  e baixa quando for  $< 50\%$ .

**Slickensides** – são superfícies lisas e lustrosas, com estrias paralelas, em agregados de solos constituídos por argilominerais expansivos (esmectitas). São produzidas pelo deslizamento e atrito entre agregados, devido à expansão e contração, respectivamente, nos ciclos de umedecimento e secagem do solo. Identificam os Vertissolos e solos com caráter vértico (Figura 4.90).

**Sódico** – significa uma saturação por sódio  $\geq 15\%$ , calculada pela equação:  $100 \cdot \text{Na}/\text{T}$ , em que Na é o teor de sódio e T é a capacidade de troca de cátions.

**Solódico** – significa uma saturação por sódio de  $6\%$  a  $< 15\%$ .

**Soma de Bases** (Valor S) – é a soma dos cátions básicos trocáveis ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$  e  $\text{Na}^+$ ) do solo.

**Superfícies de compressão** – são superfícies lisas e lustrosas, sem estrias, formadas por compressão entre unidades estruturais durante a expansão e contração resultante da secagem e umedecimento.

**Superfícies de fricção** – slickensides.

**Superfícies foscas** – são revestimentos na superfície de agregados, resultantes da deposição de material orgânico, óxidos de ferro e de manganês.

**Ta** – argila de atividade alta,  $\text{T} \geq 27 \text{ cmol}_c/\text{kg}$  de argila.

**Tb** – argila de atividade baixa,  $\text{T} < 27 \text{ cmol}_c/\text{kg}$  de argila.

**Térrico** – Organossolo com material mineral (horizonte Ag ou Cg) com espessura  $> 30 \text{ cm}$ , dentro de  $100 \text{ cm}$  da superfície do solo.

**Tiomórfico** – solo que apresentam horizonte sulfúrico e/ou materiais sulfídricos dentro de  $100 \text{ cm}$  da superfície do solo.

**Típico** – solo que representam o conceito central da sua respectiva classe.

**Valor S** – soma de bases.

**Valor T** – é o somatório das bases trocáveis (S) e da acidez total:  $\text{T} = \text{S} + (\text{H}^+ + \text{Al}^{3+})$ ; representa a capacidade de troca de cátions do solo.

**Valor V** – saturação por bases.

**Vértico** – presença de slickensides, fendas ou estrutura cuneiforme e/ou paralelepípedica, mas que não satisfazem os critérios para qualificar como horizonte vértico.

**Vertissólico** – solo com características intermediárias para a classe dos Vertissolos.

**ANEXO A**  
**EXEMPLO DE DESCRIÇÃO DE PERFIL DO SOLO**  
(adaptado de BRASIL, 1973)

**A – DESCRIÇÃO GERAL**

**PERFIL: RS-25.**

**CLASSIFICAÇÃO (SiBCS, 2013):** Chernossolo Argilúvico Férrico típico, textura argilosa, fase floresta subtropical subperenifólia, relevo forte ondulado.

**LOCALIZAÇÃO:** Município de Sarandí, na estrada Rondinha-Ronda Alta, próximo a Rondinha.

**SITUAÇÃO E DECLIVE:** Corte de estrada na meia encosta de elevação com 42% de declive.

**LITOLOGIA E FORMAÇÃO GEOLOGICA:** Rochas eruptivas básicas, da Formação Serra Geral, do Jurássico-Cretáceo.

**MATERIAL DE ORIGEM:** Resíduos do intemperismo das rochas acima, afetados por retrabalhamento.

**RELEVO:** Forte ondulado formando vales em V com fundo chato.

**ALTITUDE:** 380 metros.

**DRENAGEM:** Moderadamente drenado.

**EROSÃO:** Laminar moderada.

**VEGETAÇÃO PRIMARIA:** Floresta subtropical subperenifólia.

**PEDREGOSIDADE E ROCHOSIDADE:** Pedregosa, não rochosa.

**USO ATUAL:** Lavoura de aveia e azevém para corte.

**CLIMA:** Subtropical Cfa (Koeppen); perúdic e térmico (Soil Taxonomy).

**DESCRITO E COLETADO POR -**

**B – DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA**

Ap - 0 - 25cm, bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/2, úmido e úmido amassado); franco arenosa; fraca pequena e média granular; poroso; solta, friável, muito plástica e não pegajosa (consistência); transição difusa e plana; raízes abundantes.

- AB - 25 - 48cm, bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/2, úmido e úmido amassado); franco argilosa; fraca pequena blocos subangulares e fraca pequena granular; poroso; macia, friável, muito plástica e não pegajosa; transição clara e plana; raízes comuns.
- Bt - 48 - 90cm, bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/3, úmido e úmido amassado); franco argilosa; forte média e grande blocos subangulares; cerosidade forte e abundante; pouco poroso; muito dura, firme, muito plástica e ligeiramente pegajosa; transição abrupta e ondulada.
- R - 90 - 150cm<sup>+</sup>, fragmentos de rochas eruptivas em decomposição.

**OBSERVAÇÃO:** Calhaus com 15 cm de diâmetro na parte inferior do AB.

## ANEXO B

### O SIGNIFICADO DOS HORIZONTES DIAGNÓSTICOS

O significado genérico dos horizontes diagnósticos identificados nos solos do RS é resumido e adaptado de Embrapa (2006). Para fins de classificação de solos devem ser usadas as definições descritas no SiBCS (EMBRAPA, 2013).

#### **Horizontes diagnósticos superficiais**

**Hístico** – representa um ambiente com predominância de material orgânico devido a condições alagadiças (horizonte H) ou elevada umidade (horizonte O). Ocorre em Organossolos, Cambissolos Húmicos e eventualmente em Gleissolos.

**A húmico** – representa um ambiente de elevada acumulação de matéria orgânica, cores escuras, alta acidez e baixa saturação por bases ( $V < 65\%$ ).

**A chernozêmico** – Representa um ambiente de baixa lixiviação, baixa acidez e boa fertilidade química, com alta saturação por bases ( $V \geq 65\%$ , com predomínio de cálcio) e razoável teor de matéria orgânica, condicionando uma boa estruturação e cores escuras. Identifica a classe dos Chernossolos.

**A proeminente** – representa um ambiente ácido com saturação por bases  $< 65\%$  e com razoável teor de matéria orgânica, condicionando uma boa estruturação e cores escuras.

**A moderado** – é um horizonte A que apresenta desvios em relação aos horizontes A chernozêmico, A proeminente, A húmico ou hístico.

## Horizontes diagnósticos subsuperficiais

**B textural (Bt)** – é um horizonte B com incremento de argila em relação ao horizonte A ou E. É o horizonte diagnóstico dos Argissolos, podendo ocorrer ainda nos Luvisolos, Plintossolos e Chernossolos. (Figuras 4.1 a. 4.18).

**B latossólico (Bw)** – é um horizonte B sem gradiente textural em relação ao horizonte A, bem drenado, com estrutura em blocos fraca a moderada ou microgranular forte, argila de baixa atividade ( $< 17 \text{ cmol}_c/\text{kg}$  de argila); baixo teor de minerais intemperizáveis ( $< 4 \%$ ) e de fragmentos de rochas ( $< 5\%$ ), com textura franco arenosa ou mais argilosa. É o horizonte diagnóstico dos Latossolos. (Figuras 4.42 a 4.49).

**B incipiente (Bi)** – é um horizonte B em formação, mas com desenvolvimento de cor e estrutura suficiente para ser distinguido dos horizontes A e C. Pode apresentar fragmentos de rocha ( $< 50 \%$  do volume), não satisfaz os requisitos do horizonte B textural ou B latossólico. É o horizonte diagnóstico dos Cambissolos. (Figuras 4.23 a 4.29).

**B nítico** – é um horizonte B com baixo gradiente textural em relação ao horizonte A, apresentando estrutura bem desenvolvida com agregados brilhantes pela cerosidade. É o horizonte diagnóstico dos Nitossolos. (Figuras 4.76 a 4.78).

**B plânico** – é um horizonte B com mudança textural abrupta em relação ao horizonte A ou E, de cores acinzentadas ou escurecidas, estrutura prismática, colunar ou em blocos, apresentando baixa permeabilidade. É o horizonte diagnóstico dos Planossolos. (Figuras 4.80 a 4.85).

**Horizonte sulfúrico** – é um horizonte B, C ou H com  $\text{pH} < 3,5$  causado por ácido sulfúrico originado da oxidação de sulfetos. É encontrado nos Gleissolos Tiomórficos e nos Organossolos Tiomórficos.

**Horizonte plântico** – é um horizonte Bf ou Cf com plintita ( $\geq 15\%$ ) e espessura  $\geq 15$  cm. É o horizonte diagnóstico dos Plintossolos. (Figuras 4.86 a 4.87).

**Horizonte glei** – é um horizonte subsuperficial Bg, Cg ou eventualmente superficial Ag, com espessura  $>15$  cm, mal drenado, apresentando cores cinzentas, com ou sem mosqueados. É o horizonte diagnóstico dos Gleissolos (Figuras 4.36 a 4.40).

**Horizonte vértico** – é um horizonte Bv ou Cv, apresentando características vérticas como superfícies de fricção (slickensides), e fendas quando seco. É o horizonte diagnóstico dos Vertissolos (Figuras 4.88 a 4.89).

**Horizonte E alábico** – é um horizonte E de cor clara e textura mais arenosa devido a remoção de material argiloso e orgânico. Comumente precede um horizonte B textural, B plânico ou plântico (Figuras 4.1 a 4.3; 4.10; 4.80; 4.83 a 4.86).

**Duripã** – é um horizonte B ou C cimentado por sílica, sem esboroar-se quando úmido. Pode ocorrer em Planossolos e Argissolos.

**Fragipã** – é um horizonte B ou C aparentemente cimentado quando seco tendo então consistência dura à extremamente dura e quando úmido tem consistência fraca a moderada, rompendo-se subitamente sob pressão. Pode ocorrer em Argissolos e Planossolos.

## ANEXO C

### CLASSIFICAÇÃO TAXONÔMICA DE 1973 E CONFORME Si-BCS (2013) DAS UNIDADES DE MAPEAMENTO DO LEVANTAMENTO DE RECONHECIMENTO DOS SOLOS DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

Nº Perfil	Unidades de mapeamento	Classificação dos solos	
	Brasil, 1973	Brasil, 1973 (antiga)	Proposta SiBCS 2013
RS130	Aceguá	Vertisol	Vertissolo Ebânico Órtico chernossólico
RS117	Alto das Canas	Laterítico Bruno Avermelhado Eutrófico textura argilosa	Argissolo Vermelho Distrófico úmbrico
RS 11	Bagé	Planosol Vértico textura argilosa	Planossolo Háptico Eutrófico vertissólico
RS 45	Banhado	Glei Húmico Eutrófico textura argilosa	Gleissolo Háptico Ta Eutrófico típico
RS122	Bexigoso	Brunizém raso textura argilosa	Luvissole Háptico Órtico típico
RS 47	Bom Jesus	Cambisol Húmico álico textura argilosa	Cambissolo Húmico Alumínico típico
RS 128	Bom Retiro	Podzólico Vermelho Amarelo abrupto textura argilosa	Argissolo Vermelho Alítico abrupto
RS 114	Caldeirão	Podzólico Vermelho Amarelo Equivalente Eutrófico abrupto textura argilosa	Luvissole Crômico Pálico abrupto
RS – 1 IGRA	Camaquã	Podzólico Vermelho Amarelo textura argilosa	Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico úmbrico
RS 98	Cambaí	Brunizém Avermelhado raso textura argilosa	Luvissole Crômico Órtico típico
RS 112	Carajá	Podzólico Vermelho Amarelo Equivalente Eutrófico álbico textura argilosa	Luvissole Crômico Órtico típico
RS 154	Carlos Barbosa	Laterítico Bruno Avermelhado Distrófico textura argilosa	Argissolo Bruno-Acinzentado Alítico típico

Nº Perfil	Unidades de mapeamento	Classificação dos solos	
		Brasil, 1973	Brasil, 1973 (antiga)
RS 153	Caxias	Solos Litólicos Distróficos álicos textura média	Neossolo Regolítico Distroúmbrico típico Neossolo Litólico Distroúmbrico típico
RS 160	Cerrito	Laterítico Bruno Avermelhado Distrófico textura argilosa	Latossolo Vermelho Distrófico argissólico
RS 38	Charrua	Solos Litólicos Eutróficos textura média	Neossolo Regolítico Eutrófico léptico ou típico Neossolo Litólico Eutrófico fragmentário ou típico
RS 25	Ciríaco	Brunizém Avermelhado raso textura argilosa	Chernossolo Argilúvico Férreo típico
RS 75	Colégio	Glei Húmico Eutrófico textura média	Gleissolo Melânico Ta Eutrófico típico
RS 6	Cruz Alta	Latosol Vermelho Escuro Distrófico textura média	Latossolo Vermelho Distrófico típico
RS 162	Curumin	Areias Quartzosas Hidromórficas Distróficas	Neossolo Quartzarênico Hidromórfico típico
RS 42	Durasnal	Hidromórfico Cinzento Eutrófico concrecionário textura argilosa	Plintossolo Argilúvico Eutrófico petroplíntico
	Dunas	Areias Quartzosas não fixadas	Neossolo Quarzarênico Órtico típico
RS 30	Durox	Latosol Húmico Distrófico álico textura argilosa	Latossolo Vermelho Distroférico húmico
RS 16	Erechim	Latosol Roxo Distrófico álico textura argilosa	Latossolo Vermelho Alumino-férrico típico
RS 27	Ervál Grande	Latosol Bruno Distrófico álico textura argilosa	Latossolo Bruno Alumínico típico
RS 141	Escobar	Vertisol	Vertissolo Ebânico Órtico chernossólico
RS 7	Estação	Laterítico Bruno Avermelhado Distrófico álico	Latossolo Vermelho Distroférico típico
RS 151	Farroupilha	Cambisol Húmico álico textura argilosa	Cambissolo Húmico Alumínico típico

Nº Perfil	Unidades de mapeamento	Classificação dos solos	
		Brasil, 1973	Brasil, 1973 (antiga)
RS 6	Formiga	Brunizém Hidromórfico textura média	Chernossolo Argilúvico Carbonático típico
RS 166	Gravataí	Podzólico Vermelho Amarelo textura média	Argissolo Vermelho Distrófico úmbrico
RS 142	Guaritas	Solos Litólicos Eutróficos textura arenosa	Neossolo Litólico Distrófico típico
RS 78	Guassupi	Solos Litólicos Distrófico textura média	Neossolo Litólico Distroúmbri-co fragmentário
	Guaíba	Solos aluviais distrófi-cos e eutróficos textura indiscriminada	Neossolo Flúvico Tb Distrófico ou Eutrófico gleissólico
RS 118	Ibaré	Solos Litólicos Eutróficos textura média	Neossolo Regolítico Húmico léptico ou típico
RS 163	Itapeva	Glei Húmico Eutrófico textura argilosa	Gleissolo Melânico Ta Eutrófi-co típico
RS 164	Itapoã	Podzólico Vermelho Amarelo abrupto textura média	Argissolo Vermelho Distrófico espessarênico abrupto
RS 50	Júlio de Cas-tilhos	Podzólico Vermelho Amarelo álico textura argilosa	Argissolo Vermelho-Amarelo Alumínico úmbrico
	Lagoa	Areias Alcalinas Hidro-mórficas	Neossolo Quartzarênico Hidro-mórfico típico
RS 113	Lavras	Solos Litólicos Eutróficos textura média	Neossolo Litólico Húmico típico
RS 136	Livramento	Solos Brunos Gleiza-dos Distróficos textura argilosa	Argissolo Amarelo Alítico endorredóxico
RS 12	Mangueira	Solonetz-solodizado textura argilosa	Gleissolo Melânico Sódico típico
RS 47	Matarazo	Brunizém Avermelhado textura argilosa	Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico abrupto ou típico
RS 150	Oasis	Laterítico Bruno Avermelhado Distrófico húmico textura argilosa	Argissolo Bruno-Acinzentado Alumínico típico
RS 161	Osório	Areias Quartzosas Distróficas	Neossolo Quartzarênico Órtico típico ou argissólico
RS 22	Passo Fundo	Latosol Vermelho Es-curo Distrófico textura	Latossolo Vermelho Distrófico típico

Nº Perfil	Unidades de mapeamento	Classificação dos solos		
		Brasil, 1973	Brasil, 1973 (antiga)	Proposta SiBCS 2013
RS 155	Pedregal	Solos Litólicos Eutróficos textura média	Neossolo Regolítico Eutrófico léptico ou típico	Neossolo Litólico Eutrófico Luvisso Háplico Órtico típico
RS 15 - IGRA	Pelotas	Planosol textura argilosa	Planossolo Háplico Eutrófico solódico	
RS 13	Pinheiro Machado	Solos Litólicos Distróficos textura média	Neossolo Regolítico Distroúmbrico típico ou léptico	
RS 95	Pirai	Brunizém Hidromórfico textura argilosa	Luvisso Háplico Órtico típico	
RS 127	Pituba	Laterítico Bruno Avermelhado	Argissolo Vermelho Alíco abrupto típico	
RS 158	Ponche Verde	Brunizém Hidromórfico Vértico textura argilosa	Chernossolo Argilúvico Órtico vértissólico	
RS 137	Ramos	Solos Brunos Gleizados Distróficos textura média	Argissolo Amarelo Alítico endorredoxico	
RS 140	Rio Pardo	Laterítico Bruno Avermelhado Distrófico textura argilosa	Argissolo Vermelho Distrófico úmbrico	
RS 48	Rocinha	Cambisol Hístico alíco textura argilosa	Cambissolo Hístico Distrófico típico	
RS 107	Santa Clara	Podzólico Vermelho Amarelo abrupto textura média	Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico abrupto	
RS 1	Santa Maria	Brunizém Hidromórfico textura média	Argissolo Amarelo Alítico endorredoxico ou Argissolo Bruno-Acinzentado Alítico úmbrico	
RS 12	Santa Tecla	Laterítico Bruno Avermelhado	Argissolo Vermelho Eutrófico típico	
RS 35	Santo Ângelo	Latosol Roxo Distrófico textura argilosa	Latossolo Vermelho Distroférrico típico	
RS 43	São Borja	Laterítico Bruno Avermelhado Distrófico textura argilosa	Nitossolo Vermelho Distroférrico típico	
RS 109	São Gabriel	Planosol textura argilosa	Planossolo Háplico Eutrófico típico	
CA - I	São Jerônimo	Laterítico Bruno Avermelhado Distrófico textura argilosa	Argissolo Vermelho Distrófico típico	

Nº Perfil	Unidades de mapeamento	Classificação dos solos	
		Brasil, 1973	Brasil, 1973 (antiga)
RS 135	São Pedro	Podzólico Vermelho Amarelo textura média	Argissolo Vermelho Distrófico típico
RS 157	Seival	Brunizém raso textura argilosa	Chernossolo Ebânico Órtico vértissólico
S/perfil	Silveiras	Litólico Distróficos, húmico, álico textura média	Neossolo Regolítico Húmico léptico Neossolo Litólico Húmico típico
RS 15	Taim	Solos Orgânicos Salinos e Sulfatados	Organossolo Tiomórfico Sáprico salino ou solódico
RS 120	Tala	Planosol textura média	Argissolo Amarelo Alítico plintossólico
RS 52	Tuia	Podzólico Vermelho Amarelo abrupto textura média	Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico arênico abrupto
RS 71	Tupanciretã	Podzólico Vermelho Amarelo textura média	Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico
RS 148	Uruguaiana	Brunizém Hidromórfico cálcico textura argilosa	Chernossolo Ebânico Carbonático vértissólico
RS 110	Vacacaí	Planosol textura média	Planossolo Háptico Eutrófico espesso
RS 49	Vacaria	Latosol Bruno Distrófico álico textura argilosa	Latossolo Bruno Aluminoférrico típico
RS 94	Venda Grande	Brunizém raso	Chernossolo Argilúvico Órtico saprolítico
RS 124	Vera Cruz	Podzólico Vermelho Amarelo textura média	Argissolo Vermelho-Amarelo Alítico típico
RS 125	Vila	Brunizém Avermelhado textura argilosa	Chernossolo Háptico Órtico típico
	Virgínia	Brunizém Hidromórfico textura argilosa	Luvissole Crômico Pálico abrupto

## ANEXO D

### RELAÇÃO DE LEVANTAMENTOS DE SOLOS NO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

<b>RELAÇÃO DE LEVANTAMENTOS DE SOLOS NO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL</b>	<b>ESCALA</b>
<b>ABRÃO, P. U. R.; AZOLIN, M. A. D. Levantamento de reconhecimento solos do município de Ijuí. 1970.</b>	1:40.000
<b>ABRÃO, P. U. R. et al. Levantamento de solos da Estação Experimental de Silvicultura de Santa Maria/RS. Porto Alegre, RS: Secretaria de Agricultura do Rio Grande do Sul – DRNR. 1988.</b>	1:15.000
<b>ABRÃO, P. U. R. et al. Levantamento de solos da microbacia do Arroio Umbú (Vitor Graef/RS). 1990.</b>	1:15.000
<b>ABRÃO, P. U. R.; AZOLIN, M. A. D. Levantamento e utilização agrícola dos solos do Município de Ijuí. Porto Alegre: INCRA; Secretaria da Agricultura do Rio Grande do Sul. Departamento de Recursos Naturais Renováveis. 1970. Texto mimeografado.</b>	1:100.000
<b>ALMEIDA, P. S. G. Levantamento solos do Campus da Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria: CCR/UFSM. 1997.</b>	1:7.500
<b>AVERBECK, H. et al. Projeto Jaguarão. Área Sedimentar entre o rio Jaguarão e o arroio Bretanha. Município de Arroio Grande. Planície Sedimentar Costeira. [S.l]: Superintendência de Desenvolvimento da região Sul. 1970.</b>	1:50.000
<b>BRASIL. Ministério da Agricultura. Divisão de Pesquisas Pedológicas. Levantamento de reconhecimento dos solos do Rio Grande do Sul. Recife: MA, 1973. 431 p. (Boletim Técnico, 30).</b>	1:750.000
<b>BRASIL. Secretaria do Planejamento. Projeto RADAM BRASIL. Levantamento de recursos naturais. Rio de Janeiro: IBGE, 1986. 791 p.</b>	1:1.000.000

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente; RIO GRANDE DO SUL. Secretaria de Estado do Meio Ambiente. Programa Nacional do Meio Ambiente II. <b>Levantamento pedológico e análise qualitativa do potencial de uso de solos para o descarte de dejetos suínos da microbacia do rio Santo Cristo:</b> Relatório final. Porto Alegre. Outubro 2004a. 27 p.	1:50.000
BRASIL. Ministério do Meio Ambiente; RIO GRANDE DO SUL. Secretaria do Meio Ambiente. Programa Nacional do Meio Ambiente II. <b>Levantamento pedológico e análise qualitativa do potencial de uso de solos para o descarte de dejetos suínos da microbacia do rio Lajeado Grande:</b> relatório final. Porto Alegre. Outubro 2004b. 27 p.	1:50.000
CARDOSO, A.; CARVALHO, A. P. Centro de Pesquisa de Arroz Irrigado (IRGA), Eldorado do Sul. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (SNCLS/EMBRAPA). 1991.	1:10.000
CARVALHO, A. P. <b>Caracterização, distribuição e utilização dos solos da Estação Experimental Zootécnica de Uruguiana.</b> 1976. Dissertação (Mestrado em Solos)- Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1976.	1:20.000
CECÍLIO, J. <b>Levantamento detalhado, classificação e possibilidade de utilização dos solos da estação Experimental de Encruzilhada do Sul.</b> Dissertação (Mestrado em Solos)- Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1973.	1:12.000
CONSÓRCIO NACIONAL DE ENGENHEIROS CONSULTORES S/A (CNEC). <b>Área de drenagem dos rios Uruguai/Peixe:</b> Área de Influência Indireta da UHE – ITÁ. 1986.	1:100.000
CUNHA, N. G. et al. <b>Levantamentos e reconhecimento solos de alta intensidade da Bacia Hidrográfica do Arroio Chasqueiro:</b> área de 24.770 ha. [S.l.]: Superintendência de Desenvolvimento da região Sul, 1973.	INFORMAR

CUNHA, N. G.; GONÇALVES, A. <b>Projeto Jaguarão:</b> área sedimentar entre o Arroio Bretanha e o Arroio Grande. Município de Arroio Grande, RS. Planície Sedimentar Costeira. 1973. v. 4.	1:50.000
CUNHA, N. G.; AVERBECK, H.; GONÇALVES, A. R. <b>Projeto Chasqueiro:</b> levantamento detalhado de solos. [S.l.]: SUDESUL/ Departamento da Lagoa Mirim. 1975. 161p.	1:10.000
CUNHA, N. G.; GONÇALVES, A. Bacia Hidrográfica do rio Piratini. <b>Projeto Piratini.</b> [S.l.]: Superintendência de Desenvolvimento da região Sul. 1990.	1:100.000
CUNHA, N. G. <b>Levantamento solos do município de São Lourenço do Sul.</b> Pelotas: EMBRAPA-CPACT. 1994.	1:100.000
CUNHA, N. G. et al. <b>Mapeamento de solos do Município de Santa Vitória do Palmar:</b> Região da Lagoa Mirim. Pelotas: EMBRAPA-CPACT; UFPel. 1996.	1:100.000
CUNHA, N. G. et al. <b>Município de Morro Redondo:</b> Região da Lagoa Mirim. Pelotas: EMBRAPA-CPACT; UFPel. 1996.	1:100.000
CUNHA, N. G. et al. <b>Município de Pelotas:</b> Região da Lagoa Mirim. Pelotas: EMBRAPA-CPACT; UFPel. 1996.	1:100.000
CUNHA, N. G.; SILVEIRA, R. J. C. da. <b>Levantamento de solos do município de Pedro Osório:</b> Região da Lagoa Mirim. Pelotas: EMBRAPA-CPACT; UFPel. 1996.	1:100.000
CUNHA, N. G. et al. <b>Município de Rio Grande:</b> Região da Lagoa Mirim. Pelotas: EMBRAPA-CPACT; UFPel. 1996.	1:100.000
CUNHA, N. G. da; SILVEIRA, R. J. C. da. <b>Solos do município de Capão do Leão:</b> Região da Lagoa Mirim. Pelotas: EMBRAPA-CPACT; UFPel. 1996.	1:100.000
CUNHA, N. G. et al. <b>Solos do município de Arroio Grande:</b> Região da Lagoa Mirim. Pelotas: EMBRAPA-CPACT; UFPel. 1996.	1:100.000
CUNHA, N. G. <b>Município de Jaguarão.</b> Pelotas, RS: EMBRAPA-CPACT; UFPel. 1996.	1:100.000

CUNHA, N. G. et al. <b>Município de Herval</b> . Pelotas, RS: EMBRAPA-CPACT; UFPel. 1996.	1:100.000
CUNHA, N. G. <b>Solos do município de Canguçu</b> . Pelotas, RS: EMBRAPA-CPACT; UFPel. 1997.	1:200.000
CUNHA, N. G. da. <b>Restingas litorâneas, municípios de São José do Norte, Tavares e Mostardas</b> . Pelotas, RS: EMBRAPA-CPACT; UFPel. 1997.	1:100.000
CUNHA, N. G. <b>Levantamento solos do município de Piratini</b> . Pelotas, RS: EMBRAPA-CPACT; UFPel. 1997.	1:100.000
CUNHA, N. G. da. <b>Levantamento solos do município de Pinheiro Machado: região da Lagoa Mirim</b> . 1998.	1:290.000
CUNHA, N. G. et al. <b>Levantamento solos do município de Candiota</b> . Pelotas, RS: EMBRAPA-CPACT; UFPel. 1998.	1:100.000
CUNHA, N. G. <b>Solos do município de Hulha Negra: Região da Lagoa Mirim</b> . Pelotas, RS: EMBRAPA-CPACT; UFPel. 1999.	1:100.000
CUNHA, N. G. <b>Fazenda Santa Maria do Ibicuy</b> . Município de Manoel Viana. (Campanha Gaúcha). Pelotas, RS: EMBRAPA-CPACT; UFPel. 2000.	1:55.000
CUNHA, N. G. et al. <b>Banhado do Colégio</b> . Município de Camaquã. (Sul do Estado). Pelotas, RS: EMBRAPA-CPACT; UFPel. 2011.	1:45.000
CUNHA, N. G. et al. <b>Município de Barra do Quarai: Região de Fronteira com a Argentina (Campanha)</b> . Pelotas, RS: EMBRAPA-CPACT; UFPel. 2001.	1:160.000
DALMOLIN, R. S. D.; KLAMT, E. et al. <b>Solos do município de São João do Polêsine/RS: características, classificação e aptidão de uso</b> . Santa Maria, RS: UFSM/ Departamento de Solos. 1997.	1: 20.000
DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS E SANEAMENTO (DNOS). <b>Estudo Semidetalhado dos Solos</b> . Banhado do Taim (Zona Sul). Bacia da Lagoa Mirim. 1970. Tomo II.	1:50.000
DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS E SANEAMENTO (DNOS). <b>Estudo Semidetalhado dos Solos</b> . Área não inundável, Zona Norte (entre Vila Taim e pousio além da estrada para Santa Isabel). Bacia da Lagoa Mirim. 1970. Tomo I.	1:50.000

DREWS, C. R. <b>Levantamento detalhado de Classificação de aptidão agrícola dos solos da Estação Experimental de Tupanciretã, RS.</b> 1977. Dissertação (Mestrado)-Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1977.	1:20.000
BRASIL. Ministério da Agricultura. <b>Levantamento de reconhecimento dos solos do estado do Rio Grande do Sul:</b> primeira etapa, planalto Rio-Grandense. Rio de Janeiro, RJ: Divisão de Pedologia e Fertilidade do Solo, 1967.	1:50.000
PÖTTER, R. O. (Coord.). <b>Levantamento detalhado de área piloto para conservação de solos no Município de Ibirubá, RS.</b> Rio de Janeiro, RJ: EMBRAPA-SNLCS, 1980. 188 p.	1:5.000
EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de solos. <b>Estudo expedito dos solos do Rio Grande do Sul.</b> Rio de Janeiro, RJ: EMBRAPA-SNCLS. 1980. FOOD AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO); SOMBROEK, W.G. <b>Comissão da Lagoa Mirim.</b> Projeto da Lagoa Mirim.. Pelotas, RS: 1969.	Sem mapa
FLORES, C. A. et al. <b>Solos do Vale dos Vinhedos:</b> Região da Serra Gaúcha - RS. [S. 1.]: EMBRAPA ; UCS; FAPERGS; APROVALE. 1999.	1:100.000
FLORES, C. A. et al. Projeto Zoneamento Vitivinícola do Estado do Rio Grande do Sul. <b>Folha SH.22 -V-D-III-1. Farroupilha. Região da Serra Gaúcha - RS.</b> [S. 1.]: EMBRAPA; UFRGS; IBRAVIN. 2003.	1:50.000
FLORES, C. A. et al. Projeto Zoneamento Vitivinícola do Estado do Rio Grande do Sul. <b>Folha SH.21 -Z-B-IV-3. Palomas. Região da Campanha do RS.</b> [S. 1.]: EMBRAPA; UFRGS; IBRAVIN. 2005.	1:50.000
FLORES, C. A. et al. Projeto Zoneamento Vitivinícola do Estado do Rio Grande do Sul. <b>Folha SH.21 -Z-B-IV-3. Pinheiro Machado. Região da Serra do Sudeste do RS.</b> [S. 1.]: EMBRAPA; UFRGS; IBRAVIN. 2006.	1:50.000
FLORES, C. A. et al. Projeto Zoneamento Vitivinícola do Estado do Rio Grande do Sul. <b>Folha SH.21 -Z-B-IV-3. Encruzilhada do Sul. Região da Serra do Sudeste do RS.</b> [S. 1.]: EMBRAPA; UFRGS; IBRAVIN. 2006.	1:50.000

FLORES, C. A. et al. Projeto Zoneamento Vitivinícola do Estado do Rio Grande do Sul. Folha SH.22 -V-B-V-4. <b>Nova Prata. Região da Serra Gaúcha - RS.</b> [S. 1.]: EMBRAPA; UFRGS; IBRAVIN. 2006.	1:50.000
FLORES, C. A. et al. Projeto Zoneamento Vitivinícola do Estado do Rio Grande do Sul. <b>Folha SH.22-V-B-VI-1. São Paulo. Região da Serra Gaúcha - RS.</b> [S. 1.]: EMBRAPA; UFRGS; IBRAVIN. 2006.	1:50.000
FLORES, C. A. et al. Projeto Zoneamento Vitivinícola do Estado do Rio Grande do Sul. <b>Folha SH.22-V-B-VI-2. Guacho. Região da Serra Gaúcha - RS.</b> [S. 1.]: EMBRAPA; UFRGS; IBRAVIN. 2006.	1:50.000
FLORES, C. A. et al. Projeto Zoneamento Vitivinícola do Estado do Rio Grande do Sul. <b>Folha SH.22 -V-B-VI-3. Antônio Prado. Região da Serra Gaúcha - RS.</b> [S. 1.]: EMBRAPA; UFRGS; IBRAVIN. 2006.	1:50.000
FLORES, C. A. et al. Projeto Zoneamento Vitivinícola do Estado do Rio Grande do Sul. <b>Folha SH.22-V-B-VI-4. São Marcos. Região da Serra Gaúcha - RS.</b> [S. 1.]: EMBRAPA; UFRGS; IBRAVIN. 2006.	1:50.000
FLORES, C. A. et al. Projeto Zoneamento Vitivinícola do Estado do Rio Grande do Sul. <b>Folha SH.22 -V-B-V-2. Nova Bassano. Região da Serra Gaúcha - RS.</b> [S. 1.]: EMBRAPA; UFRGS; IBRAVIN. 2006.	1:50.000
FLORES, C. A. et al. Projeto Zoneamento Vitivinícola do Estado do Rio Grande do Sul. <b>Folha SH.22-V-D-II-2. Bento Gonçalves. Região da Serra Gaúcha - RS.</b> [S. 1.]: EMBRAPA; UFRGS; IBRAVIN. 2006.	1:50.000
FLORES, C. A. et al. Projeto Zoneamento Vitivinícola do Estado do Rio Grande do Sul. <b>Folha SH.22-V-D-II-2. Folha SH.22-V-D-III-3. Lajeado. Região da Serra Gaúcha - RS.</b> [S. 1.]: EMBRAPA; UFRGS; IBRAVIN. 2006.	1:50.000
FLORES, C. A. et al. Projeto Zoneamento Vitivinícola do Estado do Rio Grande do Sul. <b>Folha SH.22-V-D-II-4. Garibaldi. Região da Serra Gaúcha - RS.</b> [S. 1.]: EMBRAPA; UFRGS; IBRAVIN. 2006.	1: 50.000

FLORES, C. A. et al. Projeto Zoneamento Vitivinícola do Estado do Rio Grande do Sul. <b>Folha SH.22-V-D-III-2. Caxias do sul. Região da Serra Gaúcha - RS.</b> [S. 1.]: EMBRAPA; UFRGS; IBRAVIN. 2006.	1:50.000
FLORES, C. A. et al. Projeto Zoneamento Vitivinícola do Estado do Rio Grande do Sul. <b>Folha SH.22-V-D-III-3. Feliz. Região da Serra Gaúcha - RS.</b> [S. 1.]: EMBRAPA; UFRGS; IBRAVIN. 2006.	1:50.000
FLORES, C. A. et al. Projeto Zoneamento Vitivinícola do Estado do Rio Grande do Sul. <b>Folha SH.22-X-A-IV-3. Criúva. Região da Serra Gaúcha - RS.</b> [S. 1.]: EMBRAPA; UFRGS; IBRAVIN. 2006.	1:50.000
FLORES, C. A. et al. Projeto Zoneamento Vitivinícola do Estado do Rio Grande do Sul. <b>Folha SH.22-V-B-V-3. Guaporé. Região da Serra Gaúcha - RS.</b> [S. 1.]: EMBRAPA; UFRGS; IBRAVIN. 2006.	1:50.000
FLORES, C. A. et al. Projeto Zoneamento Vitivinícola do Estado do Rio Grande do Sul. <b>Folha SH.22-X-C-I-1. Oliva. Região da Serra Gaúcha - RS.</b> [S. 1.]: EMBRAPA; UFRGS; IBRAVIN. 2006.	1:50.000
FLORES, C. A. et al. Projeto Zoneamento Vitivinícola do Estado do Rio Grande do Sul. <b>Folha SH.22-X-C-I-3. Canela. Região da Serra Gaúcha - RS.</b> [S. 1.]: EMBRAPA; UFRGS; IBRAVIN. 2006.	1:50.000
FLORES, C. A. et al. Projeto Zoneamento Vitivinícola do Estado do Rio Grande do Sul. <b>Folha SH.22-V-D-III-4. Nova Petrópolis. Região da Serra Gaúcha - RS.</b> [S. 1.]: EMBRAPA; UFRGS; IBRAVIN. 2006.	1:50.000
FLORES, C. A. et al. Projeto Zoneamento Vitivinícola do Estado do Rio Grande do Sul. <b>Folha SH.22-V-D-III-1. Encantado. Região da Serra Gaúcha - RS.</b> [S. 1.]: EMBRAPA; UFRGS; IBRAVIN. 2006.	1:50.000
FLORES, C. A. et al. Projeto Zoneamento Vitivinícola do Estado do Rio Grande do Sul. <b>Folha SH.22 -V-B-V-1. Serafina Correia. Região da Serra Gaúcha - RS.</b> [S. 1.]: EMBRAPA; UFRGS; IBRAVIN. 2006.	1:50.000

<p>GIASSON, E.; KLAMT, E.; SCHNEIDER, P.; KÄMPF, N. <b>Levantamento de reconhecimento de alta intensidade dos solos do município de Sentinela do Sul (RS)</b>. Porto Alegre: Departamento de Solos/Faculdade de Agronomia/UFRGS. 1996. 94 p.</p>	1:50.000
<p>HESSELN, N. E. <b>Levantamento de solos e avaliação da aptidão agrícola das terras de Assentamento Capela (Nova Santa Rita/RS)</b>. Dissertação (Mestrado em Solos)-Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1997.</p>	1:10.000
<p>IBGE. <b>Levantamento de Recursos Naturais: folha SH.22 Porto Alegre e parte das folhas SH.21 Uruguaiana e SI.22 Lagoa Mirim</b>. Rio de Janeiro, 1986. 796 p. Inclui mapas geológico, geomorfológico, exploratório de solos, vegetação, capacidade de uso dos recursos naturais renováveis, avaliação do relevo. (Levantamento de Recursos Naturais, 33).</p>	1:1.000.000
<p>IBGE. <b>Área de Influência da Usina Hidrelétrica de Machadinho no Rio Uruguai</b>. (Bacia de Drenagem). Municípios de Erechim, Getúlio Vargas, Lagoa vermelha, Sananduva e Tapejara. Fundação IBGE. 1998.</p>	1:100.000
<p>IBGE. <b>Folha SI.22 – VC – Santa Vitória do Palmar</b>. Projeto Sistematização das Informações Temáticas.Fundação IBGE – EU – SC/GRNEA. 1998.</p>	1:250.000
<p>IBGE. <b>Folha SI.22 – VA – Jaguarão</b>. Projeto Sistematização das Informações Temáticas. Fundação IBGE – EU – SC/GRNEA. 1998.</p>	1:250.000
<p>IBGE. <b>Folha SI.22 – ZA – Palmares do Sul</b>. Projeto Sistematização das Informações Temáticas Fundação IBGE – EU – SC/GRNEA. 1999.</p>	1:250.000
<p>IBGE. <b>Folha SH.22 – YC – Pedro Osório</b>. Projeto Sistematização das Informações Temáticas Fundação IBGE – EU – SC/GRNEA. 1999.</p>	1:250.000
<p>IBGE. <b>Folha SI.21 – XD – Santiago</b>. Projeto Sistematização das Informações Temáticas Fundação IBGE – EU – SC/GRNEA. 2000.</p>	1:250.000

IBGE. <b>Folha SI.21 – ZD – Bagé.</b> Projeto Sistematização das Informações Temáticas Fundação IBGE – EU – SC/GRNEA. 2000.	1:250.000
IBGE. <b>Folha SI.22 – VB – Rio Grande.</b> Projeto Sistematização das Informações Temáticas Fundação IBGE – EU – SC/GRNEA. 2000.	1:250.000
IBGE. <b>Folha SH.22 – Y-D/ZC – Pelotas.</b> Projeto Sistematização das Informações Temáticas Fundação IBGE – EU – SC/GRNEA. 2000.	1:250.000
IBGE. <b>Folha SH.22 – XC – Gravataí.</b> Projeto Sistematização das Informações Temáticas Fundação IBGE – EU – SC/GRNEA. 2001.	1:250.000
IBGE. <b>Folha SH.22 – VD – Caxias.</b> Projeto Sistematização das Informações Temáticas Fundação IBGE – EU – SC/GRNEA. 2001.	1:250.000
KLAMT, E.; SCHNEIDER, P.; VEIGA, M.; KERN, D. <b>Levantamento semidetalhado dos solos da área destinada ao descarte de efluentes do pólo petroquímico (Triunfo/RS). Porto Alegre, RS.</b> 1986. 102 p.	1:8.000
KLAMT, E.; SCHNEIDER, P.; COUTO, E. G.; NEUBERT, E.; BARCELOS, A. A.; LEIPNITZ, P. R.; SANTOS, G. I. T. <b>Solos do município de Dois Irmãos /RS:</b> características, distribuição geográfica e aptidão de uso. Departamento de Solos/Fac. Agronomia/UFRGS, Porto Alegre. 1993.147 p.	1:20.000
KLAMT, E. NASCIMENTO, P. C.; SILVA, M. S.; SANTOS, F. J.; KROTH, P. L.; SCHNEIDER, P. <b>Levantamento semidetalhado dos solos da microbacia do Arroio Manecão – Distrito do Lami – Município de Porto Alegre, RS. Porto Alegre, RS:</b> Departamento de Solos/Fac. Agronomia/UFRGS. 1997.	1:20.000
KLAMT, E.; SCHNEIDER, P.; GIANLUPPI, D. <b>Levantamento detalhado dos solos da Estação Experimental de Taquari/RS. Porto Alegre, RS:</b> Departamento de Solos/UFRGS; DRNR/Secretaria da Agricultura do Rio Grande do Sul. 1980. Relatório preliminar.	1:20.000

KLAMT, E.; SCHNEIDER, P.; GIANLUPPI, D. <b>Levantamento detalhado dos solos da Microbacia do Arroio Itaquarinxim – Santo Ângelo/RS.</b> Porto Alegre, RS: Departamento de Solos/UFRGS; DRNR/Secretaria da Agricultura do Rio Grande do Sul. 1979. Relatório preliminar.	1:10.000
KLAMT, E.; FLORES, C. A.; CABRAL, D. da R. <b>Solos do município de São Pedro do Sul:</b> características, classificação, distribuição geográfica e aptidão de uso agrícola. Santa Maria: Departamento de Solos/ Centro de Ciências Rurais/Universidade Federal de Santa Maria. 2001.	1:50.000
KLAMT, E. et al. <b>Levantamento semidetalhado dos solos da microbacia do Arroio Portão/RS.</b> Porto Alegre, RS: Departamento de Solos/UFRGS; Prefeitura Municipal de Estância Velha; Prefeitura Municipal de Portão. 1992.	1:40.000
KLAMT, E.; DALMOLIN, R. S. D.; CABRAL, D. R. <b>Solos do município de São João do Polêsine:</b> características, classificação, distribuição geográfica e aptidão de uso. Santa Maria, RS: UFSM/ CCR/ Departamento de Solos, 1997. 93 p.	1:25.000
LEMOS, R. C. <b>Levantamento de reconhecimento de solos do Município de Alegrete.</b> 1970. Texto mimeografado.	1:50.000
LEMOS, R. C.; AZOLIN, M. A. D.; ABRÃO P. U. R. <b>Levantamento dos solos do município de São Sepé.</b> 1972. 153 p. Texto mimeografado.	1:100.000
LEMOS, R. C. de et al. <b>Levantamento de solos de alta intensidade do Município de São Gabriel.</b> UFSM-UFRGS-EPFS. 1971.	1:40.000
MACEDO, W. <b>Levantamento detalhado de solos do município de Bagé.</b> [S.l.]: EMBRAPA-UEPAE de Bagé. 1984.	1:100.000
MELLO, O. de et al. <b>Levantamento em série do Centro Agrônomo.</b> [S.l.]: UFRGS. 1960.	1: 5.000
PÖTTER, R. O. <b>Caracterização de solos da Região dos Campos de Cima da Serra/RS:</b> levantamento detalhado dos solos da Estação Experimental de Vacaria. 1977. Dissertação (Mestrado em solos)- Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1977.	1:10.000

PÖTTER, R. O. et al. Levantamento semidetalhado de uma área de solos derivados de arenito na Fronteira Oeste do RS. [S.l.]: EMBRAPA- CNPF/CPACT. 1998.	1:50.000
RIO GRANDE DO SUL. Secretaria de Coordenação e Planejamento; FEE. <b>Plano integrado para o desenvolvimento do Litoral Norte do Rio Grande do Sul:</b> adequação do uso do solo - 4.2. Pedologia, capacidade de uso dos solos. Porto Alegre, RS, 1978. 238 p.	1:100.000
RIO GRANDE DO SUL. Secretaria da Ciência e Tecnologia; FEPAGRO. <b>Projeto de Monitoramento Ambiental de Microbacias Hidrográficas do Programa RS-RURAL:</b> relatório final. Porto Alegre. 2005. 70 p.	1:10.000
SANTOS, M. C. L.; KLAMT, E.; KÄMPF, N.; ABRÃO, P. U. R. ; AZOLIN. M. A. D. <b>Levantamento e utilização agrícola dos solos do Município de Ibirubá Porto Alegre.</b> [S. l.]: INCRA; Secretaria da Agricultura do Rio Grande do Sul-DRNR; Departamento de Solos/UFRGS. 1970. 70 p. Texto mimeografado.	1:80.000
SCHNEIDER, P. et al. <b>Levantamento de reconhecimento de média intensidade dos solos da área abrangida entre a margem norte da Lagoa dos Patos e o divisor de águas da Coxilha das Lombas (Município de Viamão/RS).</b> Porto Alegre: Departamento de Solos/Faculdade de Agronomia/UFRGS. 1992. 52 p.	1:100.000
SCHNEIDER, P.; KÄMPF, N.; GIASSON, E. Solos da bacia carbonífera do Baixo Jacuí/RS. Porto Alegre: : Departamento de Solos/Faculdade de Agronomia/UFRGS. 1996. 50 p.	1:200.000
STRECK, E. V. <b>Levantamento de solos e avaliação do potencial de uso agrícola das terras da microbacia do Lajeado Atafona (Santo Ângelo/RS).</b> 1992. Dissertação (Mestrado em Solos)- Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1992.	1:10.000
ZAGO, A. et al. <b>Levantamento de solos da Estação Experimental do Departamento de Solos da UFSM.</b> Santa Maria: UFSM/UNOESC. 1996.	1:5.000

Colaboração: Engenheiro Agrônomo Carlos Alberto Flores

# Solos

## do Rio Grande do Sul



Apoio:



### Solos do Rio Grande do Sul

Atualiza o conhecimento a respeito dos principais tipos de solos identificados no Estado. Os autores abordam as limitações e a viabilidade de utilização agrícola bem como a representação da distribuição geográfica. São tratados fundamentos da identificação no campo, através do perfil de solo e seus horizontes, fazendo uso das características morfológicas.

As principais classes de solos são ilustradas e descritas quanto às suas características, classificação, ocorrência e aptidão agrícola, com identificação atualizada pelo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, SBCS, Embrapa.