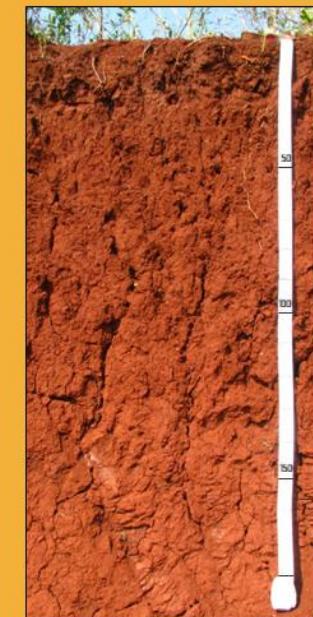


# Base de Referência Mundial para Recursos do Solo

**Sistema internacional de classificação de solos  
para nomear solos  
e criar legendas para mapas de solos**  
**4<sup>a</sup> edição**



International Union of Soil Sciences®



**International  
Decade of Soils  
2015-2024**



Global Soil Icon

**Citação:**

IUSS Working Group WRB. 2022. Base de Referência Mundial para Recursos do Solo. Sistema internacional de classificação de solos para nomear solos e criar legendas para mapas de solos. 4<sup>a</sup> edição. União Internacional de Ciências do Solo (IUSS), Viena, Áustria.

ISBN 979-8-9862451-1-9 (inglês)

Publicado pela primeira vez em: 22 de julho de 2022. Atualização com pequenas correções: 18 de dezembro de 2022. Correções de erratas: 24 de setembro de 2024

Direitos autorais: International Union of Soil Sciences®, Viena, Áustria.

Este é um documento de acesso aberto nos termos da Licence Creative Commons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, desde que o trabalho original seja devidamente citado.

Capa de Stefaan Dondeyne

Da esquerda para a direita:

Rhodic Ferritic Nitisol (Brasil) [foto: Sérgio Shimizu]

Stagnic Gleyic Solonchak (Mongólia) [foto: Stefaan Dondeyne]

Mollic Vitric Silandic Andosol (Islândia) [foto: Stefaan Dondeyne]

Eutric Glossic Stagnosol (Bélgica) [foto: Stefaan Dondeyne]

# Conteúdo

<b>Conteúdo</b> .....	3
<b>Prólogo</b> .....	9
<b>Prefácio</b> .....	10
<b>Reconhecimentos</b> .....	11
<b>Prefácio para a versão em português</b> .....	12
<b>Lista de siglas</b> .....	13
1 Antecedentes e princípios básicos .....	14
1.1 História.....	14
1.2 Principais mudanças no WRB 2022.....	14
1.3 O objeto classificado no WRB.....	16
1.4 Princípios básicos.....	17
1.5 Arquitetura .....	22
1.6 Horizontes superficiais.....	24
1.7 Seções em maior profundidade .....	24
1.8 Tradução para outros idiomas .....	24
2 As regras para nomear solos e criar legendas para mapas de solos .....	25
2.1 Regras e definições gerais.....	25
2.2 Regras para nomear solos .....	27
2.3 Subqualificadores.....	28
2.3.1 Subqualificadores construídos pelos usuários .....	29
2.3.2 Subqualificadores com uma determinada definição .....	32
2.4 Solos enterrados .....	33
2.5 Diretrizes para criar legendas para mapas de solo .....	34
3 Horizontes, propriedades e materiais diagnósticos.....	37
3.1 Horizontes diagnósticos .....	37
3.1.1 Horizonte álbico .....	37
3.1.2 Horizonte antráquico .....	38
3.1.3 Horizonte árgico .....	39
3.1.4 Horizonte cálcico.....	41
3.1.5 Horizonte câmbico.....	42
3.1.6 Horizonte chérnico .....	44
3.1.7 Horizonte coesico .....	45
3.1.8 Horizonte críco .....	46

3.1.9	Horizonte dúrico .....	46
3.1.10	Horizonte ferrálico.....	47
3.1.11	Horizonte férrico .....	49
3.1.12	Horizonte fólico.....	49
3.1.13	Horizonte frágico.....	50
3.1.14	Horizonte gípsico.....	51
3.1.15	Horizonte hístico .....	52
3.1.16	Horizonte hórtico.....	52
3.1.17	Horizonte hidrárgico.....	53
3.1.18	Horizonte irrágrico .....	54
3.1.19	Horizonte limônico .....	55
3.1.20	Horizonte mólico .....	56
3.1.21	Horizonte nátrico .....	57
3.1.22	Horizonte nítico .....	59
3.1.23	Horizonte panpaico.....	60
3.1.24	Horizonte petrocálcico.....	61
3.1.25	Horizonte petrodúrico.....	62
3.1.26	Horizonte petrogípsico .....	63
3.1.27	Horizonte petroplíntico.....	63
3.1.28	Horizonte pisoplíntico .....	64
3.1.29	Horizonte plágico .....	65
3.1.30	Horizonte plíntico.....	66
3.1.31	Horizonte prético .....	67
3.1.32	Horizonte protovértico.....	68
3.1.33	Horizonte sálico.....	69
3.1.34	Horizonte sômbrico .....	69
3.1.35	Horizonte espódico.....	70
3.1.36	Horizonte térrico.....	72
3.1.37	Horizonte tiônico .....	73
3.1.38	Horizonte tsítelíco .....	73
3.1.39	Horizonte úmbrico.....	74
3.1.40	Horizonte vértico .....	75
3.2	Propriedades diagnósticas .....	77
3.2.1	Diferença textural abrupta.....	77
3.2.2	Glossas albelúvicas .....	77
3.2.3	Propriedades ândicas.....	78

3.2.4	Propriedades ântricas .....	79
3.2.5	Rocha contínua .....	80
3.2.6	Propriedades gleicas .....	80
3.2.7	Descontinuidade lítica .....	82
3.2.8	Propriedades protocálcicas .....	83
3.2.9	Propriedades protogíspicas .....	84
3.2.10	Condições redutoras .....	84
3.2.11	Propriedades ródicas .....	85
3.2.12	Fendas que expandem e contraem .....	86
3.2.13	Propriedades siderálicas .....	86
3.2.14	Propriedades estágnicas .....	86
3.2.15	Propriedades taquíricas .....	88
3.2.16	Propriedades vítricas .....	89
3.2.17	Propriedades êrmicas .....	89
3.3	Materiais diagnósticos .....	91
3.3.1	Material eólico .....	91
3.3.2	Artefatos .....	91
3.3.3	Material calcárico .....	92
3.3.4	Material clárico .....	92
3.3.5	Material dolomítico .....	93
3.3.6	Material flúvico .....	93
3.3.7	Material gipsírico .....	94
3.3.8	Material hipersulfídico .....	94
3.3.9	Material hipossulfídico .....	95
3.3.10	Material límnicko .....	95
3.3.11	Material mineral .....	96
3.3.12	Material múlmico .....	96
3.3.13	Material orgânico .....	97
3.3.14	Material organotécnico .....	97
3.3.15	Material ornitogênico .....	98
3.3.16	Carbono orgânico do solo .....	98
3.3.17	Material solimóvico .....	99
3.3.18	Material duro técnico .....	100
3.3.19	Material téfrico .....	100
4	Chave para os Grupos de Solos de Referência com listas de qualificadores principais e suplementares	
	102	

5	Definições de qualificadores.....	134
6	Códigos para os Grupos de Solos de Referência, qualificadores e especificadores .....	161
7	Referências .....	165
8	Anexo 1: Guia de Campo .....	168
8.1	Preparação para o trabalho e regras gerais .....	169
8.1.1	Explorando uma área de interesse com uso de trado e pá.....	169
8.1.2	Preparação de um perfil de solo.....	170
8.2	Dados gerais e descrição dos fatores formadores do solo .....	172
8.2.1	Data e autores.....	172
8.2.2	Localização .....	172
8.2.3	Relevo e topografia .....	172
8.2.4	Clima e tempo .....	173
8.2.5	Vegetação e uso da terra .....	175
8.3	Descrição das características da superfície .....	178
8.3.1	Superfície do solo .....	178
8.3.2	Camada de serrapilheira.....	178
8.3.3	Afloramentos rochosos .....	178
8.3.4	Fragmentos grossos na superfície .....	178
8.3.5	Feições desérticas .....	179
8.3.6	Solos com padrão.....	179
8.3.7	Crosta superficial .....	179
8.3.8	Fendas superficiais.....	179
8.3.9	Presença de água.....	180
8.3.10	Repelência à água .....	181
8.3.11	Desigualdades da superfície .....	181
8.3.12	Alterações técnicas da superfície.....	183
8.4	Descrição das camadas.....	184
8.4.1	Identificação de camadas e profundidades de camadas .....	184
8.4.2	Homogeneidade da camada (o, m).....	185
8.4.3	Água.....	185
8.4.4	Camadas orgânicas, organotécnicas e minerais .....	186
8.4.5	Limites das camadas (o, m) .....	186
8.4.6	Deposição eólica (m) .....	187
8.4.7	Fragmentos grossos e restos de camadas cimentadas fragmentadas (o, m).....	187
8.4.8	Artefatos (o, m).....	189
8.4.9	Textura do solo (m) (*).....	191

8.4.10	Estrutura (m) .....	194
8.4.11	Poros e fendas (visão geral) .....	199
8.4.12	Poros não matriciais (m) .....	200
8.4.13	Fendas (o, m).....	201
8.4.14	Feições de estresse (m).....	201
8.4.15	Concentrações (visão geral) .....	202
8.4.16	Cor do solo (visão geral) .....	202
8.4.17	Cor da matriz (m) (*) .....	203
8.4.18	Combinações de partes de cor mais escura e textura mais fina e partes de cor mais clara e textura mais grossa (m) .....	204
8.4.19	Variegados litogênicos (m) .....	204
8.4.20	Feições redoximórficas (m).....	204
8.4.21	Potencial redox e condições redutoras (o, m).....	207
8.4.22	Intemperismo inicial (m).....	208
8.4.23	Revestimentos e pontes (m) .....	209
8.4.24	Acumulações em forma de fita (m) (*) .....	210
8.4.25	Carbonatos (o, m).....	210
8.4.26	Gesso (m) .....	211
8.4.27	Sílica secundária (m).....	212
8.4.28	Sais facilmente solúveis (o, m) .....	213
8.4.29	pH de campo (o, m).....	214
8.4.30	Consistência (m).....	214
8.4.31	Crosta superficial (m).....	216
8.4.32	Continuidade de materiais duros e camadas cimentadas (m).....	217
8.4.33	Vidros vulcânicos e características ândicas (o, m).....	217
8.4.34	Feições do permafrost (o, m).....	218
8.4.35	Densidade do solo (m) (*) .....	219
8.4.36	Carbono orgânico do solo ( $C_{org}$ ).....	219
8.4.37	Raízes (o, m) .....	220
8.4.38	Resultados da atividade animal (o, m) .....	221
8.4.39	Alterações humanas (o, m).....	221
8.4.40	Material de origem (m) .....	222
8.4.41	Grau de decomposição em camadas orgânicas e presença de restos vegetais mortos (o) (*) 224	
8.5	Amostragem.....	225
8.5.1	Preparação de sacos de amostragem.....	225

8.5.2	Amostragem de camadas orgânicas .....	225
8.5.3	Amostragem convencional de camadas minerais .....	225
8.5.4	Amostragem volumétrica de camadas minerais.....	225
8.6	Referências.....	227
9	Anexo 2: Resumo dos procedimentos analíticos para caracterização do solo .....	228
9.1	Preparação de amostra.....	228
9.2	Teor de umidade.....	228
9.3	Análise de frações granulométricas.....	228
9.4	Argila dispersível em água.....	229
9.5	Densidade do solo .....	229
9.6	Coeficiente de extensibilidade linear (COLE) .....	229
9.7	pH.....	230
9.8	Carbono orgânico .....	230
9.9	Carbonatos.....	230
9.10	Gesso .....	230
9.11	Capacidade de troca catiônica (CTC) e cátions base trocáveis .....	230
9.12	Alumínio trocável e acidez trocável.....	231
9.13	Cálculos de CTC e cátions trocáveis.....	231
9.14	Ferro extraível, alumínio, manganês e silício.....	232
9.15	Salinidade.....	232
9.16	Retenção de fosfato e fosfato .....	232
9.17	Análise mineralógica da fração areia .....	233
9.18	Difratometria de raios-X .....	233
9.19	Reserva total de bases .....	233
9.20	Sulfetos.....	233
9.21	Referências .....	233
10	Anexo 3: Designações de horizonte e camada .....	235
10.1	Símbolos mestres .....	236
10.2	Sufixos.....	237
10.3	Camadas de transição .....	240
10.4	Sequências de camadas .....	240
10.5	Exemplos para sequências de camadas .....	241
10.6	Referências .....	243
11	Anexo 4: Ficha de descrição do solo .....	244
12	Anexo 5: Orientações sobre a configuração de um banco de dados.....	245
13	Anexo 6: Símbolos de cores para mapas de RSGs .....	246

# Prólogo

O solo é um sistema vivo, heterogêneo e dinâmico que inclui componentes físicos, químicos, biológicos e suas interações. Portanto, para avaliar sua qualidade é necessário medir, descrever e classificar suas propriedades.

A classificação do solo é necessária para prever o seu comportamento e identificar limitações que nos permitam tomar decisões corretas de gestão nos domínios agrícola, pecuário, florestal, urbano, ambiental e sanitário, para citar alguns dos mais importantes. Os cientistas de solos da IUSS compreenderam tudo isso e a consequente necessidade urgente de criar um sistema internacional de classificação de solos para nomear solos e criar legendas de mapas de solos com base em um sistema de referência global.

É por isso que a União Internacional de Ciências do Solo formou em 1980 um Grupo de Trabalho para desenvolver a *International Reference Base for Soil Classification* (IRB), em 1992 renomeada *World Reference Base for Soil Resources* (WRB), com a proposta de estabelecer um sistema de classificação.

Durante o 16º Congresso Mundial de Ciência do Solo em Montpellier, França, em 1998, a classificação WRB foi aprovada e adotada como o sistema internacional de correlação e comunicação do solo da União Internacional de Ciências do Solo (IUSS), e a primeira edição do *World Reference Base for Soil Resources* (WRB) foi apresentada.

Em 2022, no âmbito da “Década Internacional de Solos 2015-2024” da IUSS e com o firme compromisso de oferecer à comunidade internacional um sistema de classificação de solos para facilitar tanto a implementação de inventários de solos como a interpretação de mapas de solos como ferramentas práticas para a tomada de decisões de geólogos, agrônomos, agricultores, engenheiros, políticos, etc., a União Internacional de Ciências do Solo apresenta a quarta edição do *World Reference Base for Soil Resources* (WRB).

A IUSS agradece os esforços de todos aqueles que participam do grupo de trabalho do WRB e tornaram possível a apresentação desta nova edição como uma edição IUSS gratuita para download no site da IUSS.

Laura Bertha Reyes-Sánchez  
Presidente da União Internacional de Ciências do Solo (IUSS)

# Prefácio

A primeira edição da Base de Referência Mundial para Recursos do Solo (WRB) foi publicada em 1998, a segunda em 2006 e a terceira em 2014. Em 2022, no 22º Congresso Mundial de Ciência do Solo em Glasgow, apresentamos a quarta edição.

A quarta edição é o resultado de mais oito anos de testes. Durante workshops de campo internacionais, classificamos vários perfis de solo e desenvolvemos ideias para melhorias. O estabelecimento de algoritmos para classificação automatizada ajudou a superar inconsistências. Os 32 Grupos de Solos de Referência foram mantidos, mas as características do solo, não refletidas ou adequadamente definidas até agora no WRB, tiveram de ser consideradas. Muitos critérios nos diagnósticos, na chave e nas definições dos qualificadores, foram aprimorados e refinados. Foram feitos esforços especiais para garantir consistência; que os mesmos elementos sejam redigidos da mesma forma em todo o texto, incluindo os anexos.

A quarta edição traz novos anexos:

- Um novo Guia de Campo, adaptado exatamente às necessidades do WRB, com muitas definições de características de campo, apoiado por numerosas ilustrações – que pode ser usado em vez das FAO *Guidelines for Soil Description* (2006)
- Designações de horizonte e camada com símbolos mestres e sufixos
- Recomendações para símbolos de cores para mapas de Grupos de Solos de Referência
- Uma Ficha de Descrição do Solo e Orientações sobre a Configuração de um Banco de Dados serão fornecidas como documentos separados para *download*.

Um grande número de cientistas do solo contribuiu para a quarta edição (ver Reconhecimentos). Todos esperamos que a nova edição promova uma melhor compreensão dos solos, da sua distribuição e propriedades, e da sua proteção e gestão sustentável.

As três primeiras edições do WRB foram publicadas pela FAO na série *World Soil Resources Reports*. Isso não era mais possível. Estamos satisfeitos que a presente quarta edição seja publicada pela IUSS. Isto reflete bem o carácter do WRB como uma publicação de um Grupo de Trabalho da IUSS.

Peter Schad  
Technical University of Munich, Alemanha  
Presidente do Grupo de Trabalho IUSS WRB

Stephan Mantel  
ISRIC - World Soil Information, Países Baixos  
Vice-presidente do Grupo de Trabalho IUSS WRB

## Reconhecimentos

O principal autor da 4<sup>a</sup> edição do WRB é Peter Schad (Technical University of Munich, Alemanha).

As decisões fundamentais foram tomadas pelos membros do Comitê do WRB: Lúcia Anjos (Brasil), Jaume Boixadera Llobet (Espanha), Seppe Deckers (Bélgica), Stefaan Dondyne (Bélgica), Einar Eberhardt (Alemanha), Maria Gerasimova (Rússia), Ben Harms (Austrália), Cezary Kabała (Polônia), Stephan Mantel (Países Baixos), Erika Michéli (Hungria), Curtis Monger (EUA), Rosa M. Poch Claret (Espanha), Peter Schad (Alemanha), Karl Stahr (Alemanha), Cornie van Huyssteen (África do Sul). Vincent Buness (Alemanha) e Margaretha Rau (Alemanha) serviram como secretários do Comitê do WRB.

O rascunho do Guia de Campo (Anexo 1) e da Ficha de Descrição do Solo (Anexo 4) foi escrito por Vincent Buness, Margaretha Rau e Peter Schad e o rascunho das Orientações sobre a Configuração de um Banco de Dados (Anexo 5) por Einar Eberhardt. As figuras, salvo indicação contrária, foram elaboradas por Vincent Buness.

A atual quarta edição recebeu contribuições de muitos cientistas, incluindo Erhan Akça (Turquia), Ólafur Arnalds (Islândia), David Badía Villas (Espanha), Alma Barajas Alcalá (México), Albrecht Bauriegel (Alemanha), Frank Berding (Países Baixos), Maria Bronnikova (Rússia), Wolfgang Burghardt (Alemanha), Przemysław Charzynski (Polônia), José Coelho (Brasil), Fernanda Cordeiro (Brasil), Edoardo Costantini (Itália), Jaime de Almeida (Brasil), Ademir Fontana (Brasil), Jérôme Juilleret (França/Luxemburgo), Nikolay Khitrov (Rússia), Aleš Kučera (República Tcheca), Eva Lehndorff (Alemanha), José João Lelis Leal de Souza (Brasil), João Herbert Moreira Viana (Brasil), Freddy Nachtergaele (Bélgica), Otmar Nestroy (Áustria), Tibor Novak (Hungria), Luis Daniel Olivares Martínez (México), Thilo Rennert (Alemanha), Blaž Repe (Eslovênia), Nuria Roca Pascual (Espanha), Thorsten Ruf (Alemanha/Luxemburgo), Alessandro Samuel-Rosa (Brasil), Tobias Sprafke (Alemanha/Suíça), Marcin Świtoniak (Polônia), Wenceslau Teixeira (Brasil), Łukasz Uzarowicz (Polônia), Karen Vancampenhout (Bélgica), Andreas Wild (Alemanha).

# Prefácio para a versão em português

O rascunho foi elaborado por José João Lelis Leal de Souza (Universidade Federal de Viçosa, Brasil).

A primeira revisão foi efetuada por Peter Schad (Technical University of Munich, Alemanha) para harmonizar os critérios utilizados nas diferentes definições.

A revisão final foi efetuada por Lúcia Helena Cunha dos Anjos (Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil).

A sequência de horizontes, propriedades e materiais diagnósticos no Capítulo 3 segue o original em inglês para manter a numeração dos capítulos. Por este motivo, a sequência não coincide necessariamente com o alfabeto português. Os códigos do Guia de Campo (Anexo 1, Capítulo 8) são os mesmos que os da versão em inglês.

## **Lista de siglas**

Al <sub>ox</sub>	Alumínio extraído por solução ácida de oxalato de amônio
CaCO <sub>3</sub>	Carbonato de cálcio
CTC	Capacidade de troca de cátions
COLE	Coeficiente de extensibilidade linear
CE	Condutividade elétrica
CE <sub>e</sub>	Condutividade elétrica do extrato de saturação
PST	Porcentagem de sódio trocável
FAO	Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura
Fe <sub>dcb</sub>	Ferro extraído por solução de ditionito-citrato-bicarbonato
Fe <sub>ox</sub>	Ferro extraído por solução ácida de oxalato de amônio
HCl	Ácido clorídrico
ISRIC	Centro Internacional de Referência e Informação do Solo
ISSS	Sociedade Internacional de Ciência do Solo
IUSS	União Internacional de Ciências do Solo
KOH	Hidróxido de potássio
KCl	Cloreto de potássio
Mn <sub>dcb</sub>	Manganês extraído por solução de ditionito-citrato-bicarbonato
NaOH	Hidróxido de sódio
NH <sub>4</sub> OAc	Acetato de amônio
RSG	Grupo de Solos de Referência
RAS	Razão de adsorção de sódio
Si <sub>ox</sub>	Silício extraído por solução ácida de oxalato de amônio
SiO <sub>2</sub>	Sílica
SUITMA	Solos em Áreas Urbanas, Industriais, de Tráfego, Mineração e Militares (grupo de trabalho IUSS)
RTB	Reserva total de bases
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura
USDA	Departamento de Agricultura dos Estados Unidos
WRB	World Reference Base for Soil Resources

# 1 Antecedentes e princípios básicos

## 1.1 História

### Do início à terceira edição 2014/15

O World Reference Base for Soil Resources (WRB) baseia-se na Legenda (FAO-Unesco, 1974) e na Legenda Revisada (FAO, 1988) do Mapa Mundial de Solos (FAO-Unesco, 1971-1981). Em 1980, a Sociedade Internacional de Ciência do Solo (ISSS, desde 2002 a União Internacional de Ciências do Solo, IUSS) formou um Grupo de Trabalho “Base de Referência Internacional para Classificação de Solos” para posterior elaboração de um sistema internacional de classificação de solos com base científica. Este Grupo de Trabalho foi renomeado como 'Base de Referência Mundial para Recursos do Solo' em 1992. O Grupo de Trabalho apresentou a primeira edição do WRB em 1998 (FAO, 1998), a segunda edição em 2006 (IUSS Working Group WRB, 2006) e a terceira edição em 2014/15 (IUSS Working Group WRB, 2015). Em 1998, o Conselho da ISSS aprovou o WRB como a terminologia oficialmente recomendada para nomear e classificar solos.

Uma descrição detalhada da história mais antiga do WRB é fornecida na segunda edição (IUSS Working Group WRB, 2006) e na terceira edição do WRB (IUSS Working Group WRB, 2015).

### Da terceira edição 2014 (Atualização 2015) à quarta edição 2022

A terceira edição do WRB foi apresentada no 20º Congresso Mundial de Ciência do Solo 2014 em Jeju, Coréia do Sul. Em 2015, foi publicada *online* uma atualização do WRB que foi válida de 2015 a 2022: <https://www.fao.org/3/i3794en/I3794en.pdf>.

A terceira edição foi traduzida para vários idiomas: checo, francês, georgiano, polaco, russo, esloveno e espanhol.

Desde 2014, vários workshops de campo do WRB foram organizados para testar a terceira edição:

- 2014: Irlanda
- 2017: Letónia e Estónia
- 2018: Romênia
- 2019: Mongólia
- 2022: Islândia

As viagens de campo associadas às reuniões da Comissão IUSS de Classificação de Solos na África do Sul (2016) e no México (2022) foram testes adicionais da terceira edição e também as viagens oferecidas no 21º Congresso Mundial de Ciência do Solo 2018, no Brasil.

Agora, passados 8 anos, foi preparada uma quarta edição.

## 1.2 Principais mudanças no WRB 2022

As principais mudanças são:

- O conteúdo do livro foi reorganizado:
  - O antigo Anexo 1 (Descrições) foi suprimido. As descrições não estavam totalmente atualizadas.
  - O Anexo 2 (Métodos laboratoriais) foi mantido.
  - O antigo Anexo 3 (Códigos) é agora Capítulo 6. Isto reflete que os códigos, se utilizados, não são apenas recomendados, mas obrigatórios.

- O antigo Anexo 4 está integrado no novo Anexo 1.
- O novo Anexo 1 é um Guia de Campo. Substitui as *Guidelines* da FAO (2006). Comparado com as *Guidelines* da FAO, o Anexo 1 é mais abrangente para o WRB, mais preciso e mais didático usando muitas ilustrações. Fornece muitas definições de características de campo que até agora não foram apresentadas em nenhum lugar no WRB, nem no próprio WRB, nem nas *Guidelines* da FAO. Muitas dessas definições foram retiradas do *Soil Survey Manual* do USDA (2017) e do NRCS *Field Book* (2012), que aproxima o WRB e a *Soil Taxonomy*.
- O novo Anexo 3 fornece breves definições de símbolos de camadas, desenvolvendo ainda mais as definições das *Guidelines* da FAO.
- O novo Anexo 4 explica uma Ficha de Descrição do Solo que é fornecida *online*.
- O novo Anexo 5 fornece orientações sobre a configuração de um banco de dados. Os detalhes são fornecidos *online*.
- O novo Anexo 6 fornece recomendações para símbolos de cores para mapas de Grupos de Solos de Referência.
- No Capítulo 2.1, Regras gerais e definições, foram adicionadas diversas definições para WRB: terra fina, todo o solo, camada de serrapilheira, superfície do solo, superfície do solo mineral, camada do solo, horizonte do solo. Algumas novas regras gerais foram adicionadas para facilitar as definições.
- Todos os Grupos de Solos de Referência (RSGs) foram mantidos. Existem algumas mudanças na Chave: Planosols e Stagnosols estão agora antes dos Nitisols e Ferralsols. Os Fluvisols estão antes dos Arenosols.
- Os seguintes diagnósticos foram excluídos:
  - horizonte fúlvico, horizonte melântico: pertenciam a um conceito ultrapassado de matéria orgânica do solo;
  - propriedades áridas: apresentavam uma combinação não sistemática de diversas características (a deposição eólica passou a ser caracterizada pelo material eólico, veja abaixo);
  - propriedades géricas: podem ser melhor expressas como qualificador;
  - material sulfídico: não é necessário após a introdução dos materiais hipersulfídico e hipossulfídico em 2014.
- Os seguintes diagnósticos foram introduzidos:
  - horizonte álbico: Na primeira e segunda edições do WRB foi definido o horizonte álbico. No entanto, era definido apenas pela cor e não era necessária evidência dos processos de formação do solo. Portanto, foi alterado para material álbico em 2014. Mas isso dificultou a definição do qualificador Albic. Agora, o horizonte álbico foi reintroduzido, exigindo explicitamente evidências dos processos de formação do solo. O material álbico foi mantido (definido apenas pela cor) e renomeado como material clárico (veja abaixo).
  - horizonte coesico: Horizonte subsuperficial denso dominado por caulinita. É encontrado em regiões tropicais com clima sazonal e não foi considerado até o momento no WRB.
  - horizonte limônico: Acumulação de Fe por ascensão capilar de água subterrânea. A acumulação é tão forte que os óxidos de Fe provocam uma cimentação. É tradicionalmente referido como ferro em local pantanoso (*bog iron*).
  - horizonte panpaico: Horizonte A enterrado.
  - horizonte tsitélico: Acumulação de Fe por fluxo subsuperficial, geralmente de Planosols e Stagnosols localizados mais acima na paisagem.
  - propriedades protogípicas: Acumulação de gesso secundário, insuficiente para um horizonte gíplico ou petrogíplico.
  - material eólico: Depositado pelo vento.
  - material múlmico: Material mineral com alto teor de carbono orgânico do solo, derivado de material

orgânico. A drenagem de material orgânico causa decomposição acelerada e, eventualmente, o conteúdo de carbono orgânico do solo é reduzido para abaixo de 20%, o que transforma o material orgânico em material mineral.

- material organotécnico: Contém grandes quantidades de artefatos orgânicos e conteúdos relativamente pequenos de carbono orgânico do solo na terra fina.
- Os seguintes materiais diagnósticos receberam novos nomes:
  - material clárico em vez de material álbico: Após a reintrodução do horizonte álbico, foi necessário evitar que um material diagnóstico e um horizonte diagnóstico tivessem o mesmo nome. O material álbico foi, portanto, renomeado como material clárico.
  - material solimóvico em vez de material colúvico: A palavra colúvio tem significados muito diferentes em diferentes países. Para evitar confusão, o novo nome material solimóvico foi cunhado. Exige que pelo menos parte do material acumulado tenha passado por processo de formação de solo antes de ser transportado.
- Muitos critérios, nos diagnósticos, na chave e nas definições dos qualificadores, foram aprimorados e refinados. Foram feitos esforços especiais para garantir que os mesmos elementos fossem redigidos da mesma forma em todo o texto, incluindo os anexos.
- Alguns novos qualificadores foram definidos, alguns existentes foram excluídos e muitas definições foram refinadas.

## 1.3 O objeto classificado no WRB

Como muitas palavras de uso comum, “solo” tem vários significados. No seu significado tradicional, o solo é o meio natural para o crescimento das plantas, quer tenha ou não horizontes de solo discerníveis (*Soil Survey Staff*, 1999).

No WRB de 1998, o solo foi definido como:

“... um corpo natural contínuo que tem três dimensões espaciais e uma temporal. As três principais características que regem o solo são:

- É formado por **constituintes minerais e orgânicos** e inclui fases sólidas, líquidas e gasosas.
- Os constituintes estão organizados em **estruturas**, específico para o meio pedológico. Essas estruturas formam o aspecto morfológico do solo, equivalente à anatomia de um ser vivo. Resultam da história do solo e da sua dinâmica e propriedades reais. O estudo das estruturas do solo facilita a percepção das propriedades físicas, químicas e biológicas; permite compreender o passado e o presente do solo e prever o seu futuro.
- O solo está em **evolução constante**, dando assim ao solo a sua quarta dimensão, o tempo.”

Embora existam bons argumentos para limitar o levantamento e mapeamento de solos a áreas de solo identificáveis e estáveis tendo uma certa espessura, o WRB adotou uma abordagem mais abrangente para nomear qualquer objeto que faça parte da **epiderme da terra** (Sokolov, 1997; Nachtergaele, 2005). Esta abordagem tem diversas vantagens; nomeadamente que permite abordar os problemas ambientais de uma forma sistemática e holística e evita discussões estéreis sobre uma definição universalmente acordada de solo e a sua espessura e estabilidade necessárias. Portanto, o objeto classificado no WRB é: *qualquer material dentro de até 2 m da superfície da Terra que esteja em contato com a atmosfera, excluindo organismos vivos, áreas com gelo contínuo não coberto por outro material e corpos d'água com profundidade superior a 2 m*. Se explicitamente declarado, o objeto classificado no WRB inclui camadas mais profundas que 2 m. Em áreas de influência de maré, a profundidade de 2 m deve ser aplicada para a altura média das marés vivas vazias.

A definição inclui *rocha contínua*, solos urbanos pavimentados, solos de áreas industriais, solos em edifícios

e outras construções (permanentes/estáveis), solos de cavernas, bem como solos subaquáticos. Solos sob *rocha contínua*, exceto aqueles que ocorrem em cavernas, geralmente não são considerados para classificação, mas em casos especiais, o WRB pode até ser usado para classificar solos sob rocha, por exemplo, para reconstrução paleopedológica do ambiente. O uso de WRB para paleossolos ainda está em fase experimental.

## 1.4 Princípios básicos

### Princípios gerais

- A classificação dos solos é baseada nas propriedades do solo definidas em termos de horizontes diagnósticos, propriedades diagnósticas e materiais diagnósticos (chamados no conjunto de diagnósticos), que, na medida do possível, devem ser mensuráveis e observáveis no terreno. A Tabela 1.1 fornece uma visão geral dos diagnósticos usados no WRB.
- A seleção das características diagnósticas leva em consideração sua relação com os processos de formação do solo. A compreensão dos processos de formação do solo contribui para uma melhor caracterização dos solos, mas estes processos não devem, como tal, ser utilizados como critérios de diferenciação.
- Na medida do possível, em um elevado nível de generalização, são selecionadas características diagnósticas que sejam significativas para o manejo do solo.
- Os parâmetros climáticos não são aplicados na classificação dos solos. Entende-se que devem ser utilizados para fins de interpretação, em combinação com as propriedades do solo, mas não devem fazer parte das definições do solo. A classificação dos solos não está, portanto, subordinada à disponibilidade de dados climáticos. O nome de um determinado solo não se tornará obsoleto devido às alterações climáticas globais ou locais.
- O WRB é um sistema de classificação abrangente que permite acomodar os sistemas nacionais de classificação de solos.
- O WRB não pretende ser um substituto dos sistemas nacionais de classificação de solos, mas sim servir como um denominador comum para a comunicação a nível internacional.
- O WRB compreende dois níveis de detalhe categórico:
  - o **Primeiro nível** tem 32 Grupos de Solos de Referência (RSGs);
  - o **Segundo nível**, consistindo no nome do RSG combinado com um conjunto de qualificadores principais e suplementares.
- Muitos RSGs no WRB são representativos das principais regiões de solo, de modo a fornecer uma visão abrangente da cobertura mundial do solo.
- As definições e descrições refletem variações nas características do solo que ocorrem tanto vertical como lateralmente na paisagem.
- O termo *Reference Base* é conotativo da função de denominador comum do WRB: as suas unidades (RSG) têm largura suficiente para facilitar a harmonização e correlação com os sistemas nacionais.
- Além de servir como correlação entre os sistemas de classificação existentes, o WRB também serve como ferramenta de comunicação para a compilação de bases de dados globais de solos e para o inventário e monitoramento dos recursos mundiais do solo.
- A nomenclatura usada para distinguir grupos de solos preserva termos que têm sido usados tradicionalmente ou que podem ser facilmente introduzidos na linguagem comum. Eles são definidos com precisão, para evitar dúvidas que ocorrem quando nomes com conotações diferentes são usados.

*Tabela 1.1: Os horizontes, propriedades e materiais diagnósticos do WRB.  
Esta tabela não fornece definições. Para critérios diagnósticos, ver Capítulo 3*

<b>Descrição simplificada</b>	
<b>1. Horizontes diagnósticos antropogênicos (todos são minerais)</b>	
horizonte antráquico	em solos de cultivo de arroz: compreende uma camada alagada e um pé de arado, ambos apresentando matriz reduzida e canais radiculares oxidados
horizonte hórtico	escuro, alto teor de matéria orgânica e P, elevada atividade de fauna e saturação por bases; resultante do cultivo a longo prazo, fertilização e aplicação de restos orgânicos
horizonte hidrárgico	em solos de cultivo de arroz: a camada abaixo do horizonte antráquico apresentando feições redoximórficas e/ou acumulação de Fe e/ou Mn
horizonte irrágico	textura uniforme, teor moderado de matéria orgânica, elevada atividade de fauna; gradualmente construído pela água de irrigação rica em sedimentos
horizonte plágico	escuro, teor moderado de matéria orgânica, arenoso ou franco; resultante da aplicação de “plaggen” (partes de solo mineral superficial com materiais vegetais aderidos) e excrementos
horizonte prético	escuro, teor de matéria orgânica e de P pelo menos moderado, alto teor de Ca e Mg trocáveis, com carbono pirogênico; incluindo muitas Terras Pretas Amazônicas (TPI)
horizonte térrico	evidência de adição de material substancialmente diferente, teor moderado de matéria orgânica, alta saturação por bases; resultante da adição de material mineral (com ou sem restos orgânicos) e de práticas de cultivo
<b>2. Horizontes diagnósticos que podem ser orgânicos ou minerais</b>	
horizonte cálcico	acumulação de carbonatos secundários, não cimentados continuamente
horizonte críico	permanentemente congelado (gelo visível ou, se não houver água suficiente, < 0°C)
horizonte sálico	grandes quantidades de sais facilmente solúveis
horizonte tiônico	com ácido sulfúrico e valor de pH muito baixo
<b>3. Horizontes diagnósticos orgânicos</b>	
horizonte fólico	camada orgânica, não saturada por água e que não foi drenada
horizonte hístico	camada orgânica, saturada por água ou drenada
<b>4. Horizontes diagnósticos minerais superficiais</b>	
horizonte chérnico	espesso, de cor muito escura, alta saturação por bases, teor moderado a alto de matéria orgânica, estrutura do solo com agregação bem desenvolvida ou com elementos estruturais formados por práticas agrícolas, alta atividade de fauna (caso especial do horizonte mólico)
horizonte mólico	espesso, de cor escura, alta saturação por bases, teor moderado a alto de matéria orgânica, pelo menos alguma estrutura do solo com agregados ou elementos estruturais formados por práticas agrícolas
horizonte úmbrico	espesso, de cor escura, baixa saturação por bases, teor moderado a alto de matéria orgânica, pelo menos alguma estrutura do solo com agregados ou elementos estruturais formados por práticas agrícolas

## 5. Outros horizontes diagnósticos minerais relacionados à acumulação de substâncias devido a processos de translocação (vertical ou lateral)

horizonte árgico	camada subsuperficial com teor de argila nitidamente maior do que a sobrejacente, sem descontinuidade lítica, e/ou presença de minerais de argila iluviais (com ou sem descontinuidade lítica)
horizonte dúrico	concreções ou nódulos, cimentados por sílica secundária, e/ou restos de um horizonte petrodúrico fragmentado
horizonte férrico	$\geq 5\%$ de concreções e/ou nódulos avermelhados a enegrecidos e/ou $\geq 15\%$ de massas grossas avermelhadas a enegrecidas, com acumulação de óxidos de Fe (e Mn)
horizonte gípsico	acumulação de gesso secundário, não cimentado continuamente
horizonte limônico	acumulação de óxidos de Fe e/ou Mn em uma camada que tem ou teve propriedades gleicas; pelo menos parcialmente cimentado
horizonte nátrico	camada subsuperficial com teor de argila nitidamente maior do que a sobrejacente, sem descontinuidade lítica, e/ou presença de minerais de argila iluviais (com ou sem descontinuidade lítica); alto teor de Na trocável
horizonte petrocálcico	acumulação de carbonatos secundários, formando camada cimentada relativamente contínua
horizonte petrodúrico	acumulação de sílica secundária, formando camada cimentada relativamente contínua
horizonte petrogípso	acumulação de gesso secundário, formando camada cimentada relativamente contínua
horizonte petroplíntico	consiste em feições oximórficas dentro dos (antigos) agregados do solo que estão pelo menos parcialmente interligados e apresentam cor amarelada, avermelhada e/ou enegrecida; altos teores de óxidos de Fe pelo menos nas feições oximórficas; formando camada cimentada relativamente contínua
horizonte pisoplíntico	$\geq 40\%$ de concreções e/ou nódulos moderadamente cimentados amarelados, avermelhados e/ou enegrecidas, com acumulação de óxidos de Fe, e/ou restos de um horizonte petroplíntico fragmentado
horizonte plíntico	tem $\geq 15\%$ de sua área exposta com feições oximórficas dentro dos (antigos) agregados do solo que são pretas ou têm matiz mais vermelho e croma mais alto do que o material circundante; altos teores de óxidos de Fe, pelo menos nas feições oximórficas; não cimentado continuamente
horizonte sômblico	acumulação subsuperficial de matéria orgânica, diferente de horizontes espódicos ou nátricos; não é um horizonte superficial enterrado
horizonte espódico	acumulação subsuperficial de Al com Fe e/ou matéria orgânica
horizonte tsítelico	acumulação for translocação lateral de Fe, geralmente derivado de Planosols e Stagnosols localizados mais acima na encosta

## 6. Outros horizontes diagnósticos minerais

horizonte álbico	de cor clara; perda de substâncias pigmentantes (por exemplo, óxidos, matéria orgânica) devido a processos de formação de solo
horizonte câmbico	evidência de processos de formação do solo; não atende aos critérios de outros horizontes diagnósticos que indiquem processos de alteração ou acumulação mais fortes
horizonte coesico	estrutura maciça ou em blocos subangulares, penetração radicular restrita, drenagem normalmente livre, rico em caulinita, pobre em matéria orgânica

horizonte ferrálico	fortemente intemperizado, dominado por caulinitas e óxidos
horizonte frágico	com grandes agregados do solo, as raízes e a água percolada penetram no solo apenas entre esses agregados, não cimentado ou apenas parcialmente
horizonte nítico	rico em minerais de argila e óxidos de Fe, estrutura moderada a forte, superfícies brilhantes dos agregados do solo
horizonte panpaico	horizonte superficial mineral enterrado com conteúdo significativo de matéria orgânica
horizonte protovértico	influenciado por minerais de argila com alta expansão e contração
horizonte vértico	dominado por minerais de argila com alta expansão e contração

## 7. Propriedades diagnósticas relacionadas às características da superfície

propriedades taquíricas	crosta superficial de textura fina com estrutura laminar ou maciça; sob condições áridas em solos periodicamente inundados
propriedades êrmicas	combinação de feições desérticas: pavimento desértico, verniz desértico, ventifatos, poros vesiculares, estrutura laminar

## 8. Propriedades diagnósticas que definem o relacionamento entre duas camadas

diferença textural abrupta	aumento muito acentuado no teor de argila dentro de uma seção de profundidade limitada
glossas albelúvicas	interdigitação de material de textura mais grossa e de cor mais clara em um horizonte árgico, formando línguas verticalmente contínuas (caso especial de propriedades rédicas)
descontinuidade lítica	diferenças no material de origem
propriedades rédicas	interdigitação de material de textura mais grossa e de cor mais clara em um horizonte árgico ou nátrico

## 9. Outras propriedades diagnósticas

propriedades ândicas	minerais de baixa cristalinidade e/ou complexos organometálicos
propriedades ántricas	aplicando-se a solos com horizontes mólicos ou úmbricos, se o horizonte mólico ou úmbrico for criado ou substancialmente transformado pela ação humana
rocha contínua	material consolidado (excluindo horizontes pedogênicos cimentados)
propriedades gleicas	saturado por água subterrânea fluindo ou em movimento ascendente (ou gases em movimento ascendente), permanentemente ou pelo menos por tempo suficiente para que ocorram condições redutoras
propriedades protocálcicas	carbonatos derivados da solução do solo e precipitados (carbonatos secundários), menos pronunciado que nos horizontes cálcicos ou petrocálcicos
propriedades protogíspicas	gesso derivado da solução do solo e precipitado (gesso secundário), menos pronunciado que nos horizontes gíspicos ou petrogíspicos
condições redutoras	baixo valor de rH e/ou presença de sulfeto, metano ou Fe reduzido
fendas que expandem e contraem	abrem e fecham devido aos minerais de argila com alta expansão e contração
propriedades siderálicas	CTC relativamente baixa
propriedades estágnicas	saturado por água superficial (ou líquidos exógenos), pelo menos temporariamente, por tempo suficiente para que ocorram condições redutoras

propriedades vítricas	$\geq 5\%$ (por contagem de grãos) de vidros vulcânicos e materiais relacionados, e contendo quantidade limitada de minerais de baixa cristalinidade e/ou complexos organometálicos
<b>10. Materiais diagnósticos relacionados à concentração de carbono orgânico ou relacionados a artefatos orgânicos</b>	
material mineral	< 20% de carbono orgânico do solo e < 35% (em volume) de artefatos orgânicos
material múlmico	desenvolvido a partir de material orgânico em ambiente saturado por água após drenagem; 8 - 20% de carbono orgânico do solo
material orgânico	$\geq 20\%$ de carbono orgânico do solo
material organotécnico	< 20% de carbono orgânico do solo e $\geq 35\%$ (em volume) de artefatos orgânicos
carbono orgânico do solo	carbono orgânico que não atende aos critérios diagnósticos de artefatos
<b>11. Material diagnóstico relacionado à cor</b>	
material clárico	a fração terra fina é de cor clara, expressa por alto valor Munsell e baixo croma
<b>12. Materiais diagnósticos tecnogênicos</b>	
artefatos	criados, substancialmente modificados ou trazidos à superfície pela ação humana; nenhuma alteração substancial subsequente nas propriedades químicas ou mineralógicas
material duro técnico	material consolidado e relativamente contínuo resultante de um processo industrial
<b>13. Outros materiais diagnósticos</b>	
material eólico	sedimentado pelo vento
material calcárico	$\geq 2\%$ de equivalente de carbonato de cálcio, pelo menos parcialmente herdado do material de origem
material dolomítico	$\geq 2\%$ de mineral que tenha proporção de $\text{CaCO}_3/\text{MgCO}_3 < 1,5$
material flúvico	depósitos fluviais, marinhos ou lacustres com estratificação evidente
material gipsírico	$\geq 5\%$ de sulfato de cálcio (gesso), pelo menos parcialmente herdado do material de origem
material hipersulfídico	contendo sulfetos e que é capaz de acidificação severa
material hipossulfídico	contendo sulfetos e que não é capaz de acidificação severa
material límnico	depositado na água por precipitação (possivelmente com sedimentação), ou derivado de algas, ou derivado de plantas aquáticas com posterior transporte ou posterior modificação por animais aquáticos ou microrganismos
material ornitogênico	excrementos ou restos de pássaros ou por atividades de pássaros
material solimóvico	mistura heterogênea que se moveu para a parte mais baixa de uma encosta, suspensa em água; dominado por material que passou por processos de formação de solo em seu local original
material téfrico	$\geq 30\%$ (por contagem de grãos) de vidro vulcânico e materiais relacionados

## Estrutura

Cada RSG do WRB é fornecido com uma listagem de possíveis qualificadores principais e suplementares, a partir dos quais o usuário pode construir o segundo nível da classificação. Os qualificadores principais são dispostos em uma sequência de prioridade. Os princípios gerais que regem a diferenciação de classes no WRB são:

- No **Primeiro nível** (RSGs), as classes são diferenciadas principalmente de acordo com as características do solo originadas de processos pedogenéticos primários, exceto quando materiais de origem do solo especiais são de extrema importância.
- No **Segundo nível** (RSGs com qualificadores), os solos são diferenciados de acordo com as características resultantes de qualquer processo secundário de formação do solo que tenha afetado significativamente as características primárias. Em muitos casos, são tidas em conta as características que têm efeito significativo na utilização do solo.

## Evolução do sistema

A Legenda Revisada do Mapa Mundial de Solos da FAO/UNESCO (FAO, 1988) foi usada como base para o desenvolvimento do WRB, a fim de aproveitar a correlação internacional de solos que já havia sido conduzida através deste projeto e em outros lugares. A primeira edição do WRB, publicada em 1998, compreendia 30 RSGs; as edições seguintes têm 32 RSGs.

## 1.5 Arquitetura

O WRB compreende dois níveis de detalhe categórico:

1. o **Primeiro nível** tem 32 Grupos de Solos de Referência (RSGs);
2. o **Segundo nível**, consistindo no nome do RSG combinado com um conjunto de qualificadores principais e suplementares.

### Primeiro Nível: Os Grupos de Solos de Referência

A Tabela 1.2 fornece uma visão geral dos RSGs e a explicação para a sequência dos RSGs na Chave do WRB. Os RSGs são atribuídos a grupos com base em identificadores dominantes, ou seja, os fatores ou processos de formação que condicionam mais visivelmente o solo.

### Segundo Nível: Os Grupos de Solos de Referência com seus qualificadores

No WRB, é feita uma distinção entre **qualificadores principais** e **qualificadores suplementares**. Os qualificadores principais são considerados os mais significativos para a caracterização adicional dos solos do RSG específico. Eles são dispostos em uma ordem de classificação. Os qualificadores suplementares fornecem mais alguns detalhes sobre o solo. Eles não são classificados, mas listados em ordem alfabética (exceção: os qualificadores suplementares relacionados à textura são fornecidos primeiro). O Capítulo 2 apresenta as regras para o uso de qualificadores ao nomear solos e para criar legendas de mapas.

Construir o segundo nível adicionando qualificadores ao RSG tem diversas vantagens em comparação com uma chave dicotômica:

- Cada solo recebe o número apropriado de qualificadores. Solos com poucas características possuem nomes curtos; solos com muitas características (por exemplo, solos poligenéticos) têm nomes mais longos.
- O WRB é capaz de indicar a maioria das propriedades do solo, que são incorporadas a um nome do solo sendo assim informativo.
- O sistema é robusto. A falta de dados não conduz necessariamente a um erro dramático na classificação de um solo. Se um qualificador for adicionado ou omitido erroneamente com base em dados incompletos, o restante do nome do solo permanecerá correto.

Tabela 1.2: Guia simplificado para os Grupos de Solos de Referência (RSGs) do WRB com códigos. Esta tabela não deve ser usada como chave. Para definições completas, ver Capítulo 3 e a Chave (Capítulo 4).

	RSG	Código
<b>1. Solos com camadas orgânicas espessas:</b>	Histosols	HS
<b>2. Solos com forte influência humana –</b>		
Fortemente alterado por uso agrícola longo e intensivo:	Anthrosols	AT
Contendo quantidades significativas de artefatos:	Technosols	TC
<b>3. Solos com limitações ao crescimento radicular –</b>		
Afetados por permafrost:	Cryosols	CR
Pequena espessura ou com muitos fragmentos grossos:	Leptosols	LP
Com alto teor de Na trocável:	Solonetz	SN
Alternam condições úmidas e secas, com minerais de argila que expandem e contraem:	Vertisols	VR
Alta concentração de sais solúveis:	Solonchaks	SC
<b>4. Solos diferenciados pela química de Fe e/ou Al –</b>		
Afetados por água subterrânea ou subaquáticos ou em zonas de marés:	Gleysols	GL
Alofanas e/ou complexos de Al-húmus:	Andosols	AN
Acumulação de húmus e/ou óxidos abaixo do horizonte superficial:	Podzols	PZ
Acumulação e redistribuição de Fe:	Plinthosols	PT
Água estagnada, diferença textural abrupta:	Planosols	PL
Água estagnada, diferença estrutural e/ou diferença textural moderada:	Stagnosols	ST
Argilas de baixa atividade, fixação de P, muitos óxidos de Fe, fortemente estruturados:	Nitisols	NT
Domínio de caulinita e óxidos:	Ferralsols	FR
<b>5. Acumulação pronunciada de matéria orgânica na camada superficial mineral do solo –</b>		
Solo superficial muito escuro, carbonatos secundários:	Chernozems	CH
Solo superficial escuro, carbonatos secundários:	Kastanozems	KS
Solo superficial escuro, sem carbonatos secundários (a menos que muito profundo), saturação por bases alta:	Phaeozems	PH
Solo superficial escuro, saturação por bases baixa:	Umbrisols	UM
<b>6. Acumulação de sais moderadamente solúveis ou de substâncias não salinas –</b>		
Acumulação e cimentação por sílica secundária:	Durisols	DU
Acumulação de gesso secundário:	Gypsisols	GY
Acumulação de carbonatos secundários:	Calcisols	CL

---

**7. Solos com camadas subsuperficiais enriquecidas com argila –**

Interdigitação de material de textura mais grossa e de cor mais clara em Retisols uma camada de textura mais fina e de cor mais forte: RT

Argilas de baixa atividade, baixo teor de bases: Acrisols AC

Argilas de baixa atividade, alto teor de bases: Lixisols LX

Argilas de alta atividade, baixo teor de bases: Alisols AL

Argilas de alta atividade, alto teor de bases: Luvisols LV

---

**8. Solos com pouca ou nenhuma diferenciação no perfil –**

Moderadamente desenvolvido: Cambisols CM

Sedimentos estratificados fluviais, marinhos ou lacustres: Fluvisols FL

Arenoso: Arenosols AR

Nenhum desenvolvimento significativo no perfil: Regosols RG

---

## 1.6 Horizontes superficiais

As características do horizonte superficial são propensas a mudanças rápidas com o tempo e, portanto, são utilizadas apenas em alguns casos no WRB. Várias sugestões para sistemas de classificação do solo superficial foram feitas (Broll et al., 2006; Fox et al., 2010; Graefe et al., 2012; Jabiol et al., 2013; Zanella et al., 2018). Eles podem ser combinados com o WRB.

## 1.7 Seções em maior profundidade

Um esquema de classificação para materiais em maior profundidade no solo foi proposto por Juilleret et al. (2016, 2018) que pode ser combinado com o WRB. As seções em profundidade são qualquer material que ocorra abaixo dos diagnósticos do WRB.

## 1.8 Tradução para outros idiomas

Traduções para outros idiomas são muito bem-vindas. Para direitos autorais, entre em contato com IUSS. Contudo, todos os elementos dos nomes dos solos (RSG, qualificadores, especificadores) não devem ser traduzidos para qualquer outra língua nem transliterados para outro alfabeto. Os nomes dos solos devem preservar sua forma gramatical. As regras para a sequência dos qualificadores devem ser seguidas em qualquer tradução. Os nomes dos RSGs e dos qualificadores começam com letras maiúsculas.

## 2 As regras para nomear solos e criar legendas para mapas de solos

### 2.1 Regras e definições gerais

Os seguintes princípios devem ser considerados para classificação no WRB:

1. Todos os dados referem-se à terra fina, salvo indicação em contrário. A **terra fina** compreende os constituintes do solo  $\leq 2$  mm. **Todo o solo** compreende a terra fina, fragmentos grossos, *artefatos*, partes cimentadas e restos vegetais mortos de qualquer tamanho.
2. Todos os dados são fornecidos **em massa** (seca a  $105^{\circ}$  C, ver Anexo 2, Capítulo 9.2), salvo indicação em contrário.
3. A **camada de serrapilheira** é uma camada de material solto que contém  $> 90\%$  (em volume, em relação à terra fina mais todos os restos vegetais mortos) de tecidos vegetais mortos reconhecíveis (por exemplo, folhas não decompostas). Material vegetal morto ainda ligado a plantas vivas (por exemplo, partes mortas do musgo *Sphagnum*) não é considerado parte de uma camada de serrapilheira. A **superfície do solo (0 cm)** é, por convenção, a superfície do solo após a remoção, se presente, da camada de serrapilheira e, se presente, abaixo de uma camada de plantas vivas (por exemplo, musgos vivos). A **superfície do solo mineral** é o limite superior da camada de *material mineral* em posição mais alta no perfil (ver Capítulo 3.3.11 e Anexo 1, Capítulo 8.3.1).
4. A **camada do solo** é uma seção no solo, aproximadamente paralela a sua superfície, com propriedades diferentes das camadas acima e/ou abaixo do solo. Se pelo menos uma dessas propriedades for resultado de processos de formação, a camada é chamada de **horizonte do solo**. Nos critérios diagnósticos, o termo 'horizonte' é utilizado principalmente para os horizontes diagnósticos definidos. As outras seções são chamadas principalmente de "camada" para garantir que os critérios se aplicam, mesmo que não sejam considerados horizontes.
5. Se um critério for formulado como uma cláusula condicional (se...) e a condição (**oração condicional**) não for verdadeira, o critério será ignorado.
6. Os valores numéricos obtidos no campo ou no laboratório devem ser considerados como tal e **não devem ser arredondados** quando comparados com os valores limites nos critérios diagnósticos.
7. Os critérios diagnósticos devem ser preenchidos **em toda a faixa de profundidade especificada**, salvo indicação em contrário. Se um horizonte diagnóstico consistir em vários sub-horizontes, os critérios diagnósticos (exceto espessura) devem ser preenchidos em cada sub-horizonte separadamente (as médias não são calculadas), salvo indicação em contrário.
8. O termo **camada limitante** usado nas definições compreende *rocha contínua*, *material duro técnico*, e *horizontes petrocálcico, petrodúrico, petrogíplico e petroplíntico* e outras camadas cimentadas com ambos os seguintes critérios: cimentação com classe de pelo menos moderadamente cimentada e continuidade na medida em que as fraturas verticais, se presentes, têm espaçamento horizontal médio  $\geq 10$  cm e ocupem  $< 20\%$  (em volume, em relação a todo o solo).
9. Em áreas **declivosas**, o solo é descrito como um perfil vertical. Os valores de espessura e profundidade são calculados multiplicando os valores medidos verticalmente pelo cosseno do ângulo de inclinação (ver Anexo 1, Capítulo 8.1.2) (Prietzl & Wiesmeier, 2019). Isto é especialmente importante em encostas íngremes.

A classificação consiste em três etapas:

## **Etapa um – identificar horizontes, propriedades e materiais diagnósticos (abreviados como: os diagnósticos)**

Descrever o solo utilizando o Guia de Campo do Anexo 1 (Capítulo 8). É útil que já no campo você compile a lista dos possíveis horizontes, propriedades e materiais diagnósticos observados (ver Capítulo 3). Realizar as análises relevantes de acordo com o Anexo 2 (Capítulo 9). Em seguida, decidir sobre a presença dos diagnósticos. **Para a decisão, apenas os critérios diagnósticos são relevantes** - nem o nome do diagnóstico, nem qualquer outra descrição. Uma camada pode atender aos critérios de mais de um horizonte, propriedade ou material diagnóstico, que são então considerados como coincidentes, parcialmente ou completamente.

## **Etapa dois – alocar o solo a um Grupo de Solos de Referência**

Para o primeiro nível da classificação WRB, a combinação descrita de horizontes, propriedades e materiais diagnósticos e/ou características adicionais é comparada com a Chave WRB (Capítulo 4), a fim de alocar o solo no **Grupo de Solos de Referência (RSG)** apropriado. O usuário deve percorrer a Chave de forma sistemática, começando pelo início e excluindo um por um todos os RSGs para os quais os requisitos especificados não sejam atendidos. O solo pertence ao primeiro RSG para o qual atende aos critérios.

## **Etapa três – alocação dos qualificadores**

Para o segundo nível da classificação WRB, são utilizados qualificadores. Os qualificadores disponíveis para uso com um RSG específico estão listados na Chave, junto com o RSG. Eles são divididos em qualificadores principais e suplementares.

Os **qualificadores principais** são classificados e dados em ordem de importância. A classificação dos qualificadores principais reflete características ou propriedades específicas do solo que influenciam fortemente a funcionalidade do solo:

Exemplos de qualificadores principais que indicam subdivisões do RSG com base nas características do solo:

- Vitric, Aluandic e Silandic para Andosols
- Carbic e Rustic para Podzols
- horizontes antropogênicos: Anthraquic, Hortic, Hydragric, Irragric, Plaggic, Pretic, Terric.

Esses solos apresentam características físicas e químicas distintas que refletem sua formação.

Exemplos de subdivisões que refletem grandes restrições funcionais (muitas delas indicam um desvio da imagem central do RSG): Abruptic, Fragic, Gleyic, Leptic, Petrocalcic, Petroduric, Petrogypsic, Petroplinthic, Retic, Skeletic, Stagnic, Thionic.

Os **qualificadores suplementares** não estão ordenados segundo um ranqueamento. **Qualificadores suplementares relacionados à textura**, se aplicável, são os primeiros da lista. Se vários forem aplicáveis (ver Capítulo 2.3), eles são colocados na sequência do topo para a base do perfil do solo (por exemplo, Episiltic, Katoloamic). Todos os **outros qualificadores suplementares** os seguem e são usados em ordem alfabética.

Os qualificadores podem ser principais para alguns RSGs e suplementares para outros, por exemplo, Turbic é principal para Cryosols e suplementar para outros RSGs.

Os qualificadores principais são adicionados antes do nome do RSG sem parênteses e sem vírgulas. A sequência é da direita para a esquerda, ou seja, o qualificador mais alto da lista é colocado mais próximo do nome do RSG. Os qualificadores suplementares são adicionados entre parênteses após o nome do RSG e

separados uns dos outros por vírgulas. A sequência é da esquerda para a direita, ou seja, o primeiro qualificador da lista é colocado mais próximo do nome do RSG.

Se dois ou mais qualificadores na lista forem **separados por uma barra (/)**, eles são mutuamente exclusivos (por exemplo, Dystric e Eutric) ou um deles é redundante (veja abaixo) com o(s) qualificador(es) redundante(s) listado(s) após a(s) barra(s). No nome do solo, os qualificadores suplementares são colocados na ordem alfabética (exceção: qualificadores suplementares relacionados à textura, ver acima), mesmo que sua posição na lista seja diferente da sequência alfabética devido ao uso da barra.

Qualificadores que são mutuamente exclusivos podem ser aplicados ao mesmo solo em profundidades diferentes. Neste caso, podem ser utilizados ambos, cada um com o respectivo especificador (ver Capítulo 2.3). Se nenhum especificador for usado, apenas o primeiro qualificador aplicável poderá ser usado.

**Qualificadores que transmitem informações redundantes não são adicionados.** Esta é uma regra geral e se aplica mesmo que a barra não seja usada. Por exemplo, Eutric não é adicionado se o qualificador Calcaric se aplicar.

**Se os qualificadores se aplicarem, mas não estiverem na lista do RSG específico,** eles devem ser adicionados por último como qualificadores suplementares. Isto é relevante principalmente para solos poligenéticos.

Os nomes dos RSGs e dos (sub)qualificados devem começar com uma **letra maiúscula**.

## 2.2 Regras para nomear solos

Para nomear um solo no segundo nível, todos os qualificadores principais e suplementares aplicáveis devem ser adicionados ao nome do RSG.

### Exemplo nomeando um solo de acordo com o WRB

#### Descrição do campo

Um solo desenvolvido a partir de loess com argilas de alta atividade tem aumento acentuado de argila a 60 cm de profundidade, revestimentos de argila no horizonte de maior teor de argila, sem estratificação e com valor de pH de campo em torno de 6 na profundidade de 50 a 100 cm. O solo acima com menor teor de argila é subdividido em um horizonte superior mais escuro e um inferior de cor clara. O horizonte com mais argila apresenta quantidade limitada de feições oximórficas com cores intensas dentro dos agregados do solo e *condições redutoras* em algumas partes durante a estação da primavera. Podem ser tiradas as seguintes conclusões (para subqualificadores, ver Capítulo 2.3):

- |    |  |  |
|----|--|--|
| a. | aumento de argila sem <i>descontinuidade lítica</i> e/ou com revestimentos de argila                     | → <i>horizonte árgico</i>                                |
| b. | <i>horizonte árgico</i> com CTC alta, cátions básicos trocáveis em maior teor que Al (inferido por pH 6) | → <i>Luvisol</i>   |
| c. | cor clara no horizonte eluvial   | → <i>material clárico</i>                                |
| d. | <i>material clárico</i> acima do <i>horizonte árgico</i>   | → <i>horizonte álbico</i><br>→ qualificador <i>Albic</i> |

e.	algumas feições oximórficas dentro dos agregados do solo	→ <i>propriedades estágnicas</i>
f.	<i>propriedades estágnicas e condições redutoras</i> começando em 60 cm	→ subqualificador Endostagnic
g.	revestimentos de argila	→ qualificador Cutanic
h.	aumento de argila sem <i>descontinuidade lítica</i>	→ qualificador Differentic
i.	<i>horizonte árgico</i> começando $> 50$ cm e $\leq 100$ cm	→ qualificador Endic

A **classificação de campo** é Albic Endostagnic Luvisol (Cutanic, Differentic, Endic).

### Análises laboratoriais

As análises laboratoriais confirmam a alta CTC  $\text{kg}^{-1}$  argila no *horizonte árgico* e alta saturação por bases na profundidade de 50 a 100 cm. Além disso, a classe textural é franco-argilossiltosa com 30% de argila (qualificador Loamic) de 0 a 60 cm (especificador Ano-) e de argilossiltosa com 45% de argila (qualificador Clayic) de 60 a 100 cm (especificador Endo-). O teor de carbono orgânico na camada superficial do solo é intermediário (qualificador Ochric).

A **classificação final** é Albic Endostagnic Luvisol (Anoloamic, Endoclayic, Cutanic, Differentic, Endic, Ochric).

## 2.3 Subqualificadores

**Qualificadores podem ser combinados com especificadores** (por exemplo, Epi-, Proto-) **para formar subqualificadores** (por exemplo, Epiarenic, Protocalcic). Dependendo do especificador, o subqualificador atende a todos os critérios do respectivo qualificador, ou desvia-se de forma definida do seu conjunto de critérios. As seguintes regras se aplicam:

1. Se for aplicado um subqualificador que atenda a todos os critérios do qualificador, o subqualificador pode - mas não é obrigatório - ser usado em vez de seu qualificador (**subqualificadores opcionais**).
2. Se for aplicado um subqualificador que atenda a todos os critérios do qualificador, exceto os critérios de espessura e/ou profundidade, o subqualificador pode - mas não é obrigatório - ser usado, mas não o qualificador (**subqualificadores adicionais**). Nota: Pode acontecer que o qualificador não esteja listado com os qualificadores disponíveis para o respectivo RSG no Capítulo 4.
3. Se for aplicado um subqualificador que se desvie de uma forma definida do conjunto de critérios do qualificador, o subqualificador deve ser usado em vez do qualificador que está listado como disponível para o respectivo RSG no Capítulo 4 (**subqualificadores obrigatórios**). Este é o caso de alguns subqualificadores com uma determinada definição (ver abaixo).

**Subqualificadores opcionais e adicionais são recomendados especialmente para nomear solos.** Seu uso não é recomendado para qualificadores principais em unidades de mapeamento ou onde a generalização for importante.

O uso de especificadores não altera a **posição do qualificador no nome do solo** com exceção dos especificadores Bathy-, Thapto- e Proto- (veja abaixo). Aqueles qualificadores suplementares que são adicionados de acordo com o alfabeto seguem a ordem alfabética do qualificador, não do subqualificador.

Alguns subqualificadores podem ser construídos pelo usuário de acordo com certas regras (ver Capítulo 2.3.1). Outros subqualificadores têm uma definição fixa dada no Capítulo 5 (ver Capítulo 2.3.2).

### 2.3.1 Subqualificadores construídos pelos usuários

#### Subqualificadores construídos relacionados aos requisitos de profundidade

Qualificadores que possuem requisitos de profundidade podem ser combinados com os especificadores **Epi-, Endo-, Amphi-, Ano-, Kato-, Poly- e Bathy-** para criar subqualificadores (por exemplo, Epicalcic, Endocalcic) expressando ainda mais a profundidade da ocorrência. Qualificadores que são mutuamente exclusivos na mesma profundidade podem ser aplicáveis em diferentes profundidades no mesmo solo. Os qualificadores que já possuem um requisito de faixa de profundidade de 0 a 50 cm ou 50 a 100 cm da superfície do solo não exigem esses especificadores de profundidade extras. Para cada qualificador com requisitos de profundidade, a definição (Capítulo 5) especifica se o requisito de profundidade se refere **para a superfície do solo ou para a superfície do solo mineral**. Os subqualificadores relacionados aos requisitos de profundidade só são usados se as características relevantes do solo forem **relatadas até  $\geq 100$  cm da superfície do solo (mineral) ou até uma camada limitante**, o que for mais raso, **ou se a faixa de profundidade não relatada não influenciar a exatidão do subqualificador**. (Exemplo: Um solo é descrito até 90 cm da superfície do solo mineral. Tem 0% de fragmentos grossos de 0 a 50 cm e 60% de 50 a 90 cm da superfície do solo mineral. O qualificador Skeletic não se aplica, mas pode-se usar o subqualificador Endoskeletal, porque Endoskeletal se aplica independentemente da quantidade de fragmentos grossos de 90 a 100 cm.)

Dependendo do qualificador específico e das características particulares do solo, os subqualificadores relacionados com a profundidade são utilizados das seguintes maneiras:

1. Se um qualificador se referir a uma característica que ocorre em um **ponto específico de profundidade** (por exemplo, Raptic), **subqualificadores opcionais** podem ser construídos com os seguintes especificadores:  
**Epi-** (do grego *epi*, sobre): a característica está presente em algum lugar  $\leq 50$  cm da superfície do solo (mineral) e está ausente  $> 50$  e  $\leq 100$  cm da superfície do solo (mineral); se uma camada limitante começa  $\leq 50$  cm da superfície do solo (mineral), o qualificador referente à camada limitante recebe o especificador Epi- e todos os demais qualificadores permanecem sem especificador.  
**Endo-** (do grego *endon*, dentro): a característica está presente em algum lugar  $> 50$  cm da superfície do solo (mineral) e está ausente  $\leq 50$  cm da superfície do solo (mineral). (Exemplos: Endoraptic: a *descontinuidade lítica* está presente  $> 50$  e  $\leq 100$  cm da superfície do solo mineral; Endocrylic: o *horizonte críco* tem seu limite superior  $> 50$  e  $\leq 200$  cm da superfície do solo.)  
**Amphi-** (do grego *amphi*, ao redor): a característica está presente duas ou mais vezes: uma ou mais vezes em algum lugar  $\leq 50$  cm da superfície do solo (mineral) e uma ou mais vezes em algum lugar  $> 50$  e  $\leq 100$  cm da superfície do solo (mineral).
2. Se um qualificador se referir a uma **camada** (por exemplo, Calcic, Arenic, Fluvic), **subqualificadores opcionais** podem ser construídos com os seguintes especificadores (veja Figura 2.1):  
**Epi-** (do grego *epi*, sobre): a camada tem seu limite inferior  $\leq 50$  cm da superfície do solo (mineral); e tal camada não ocorre entre 50 e 100 cm da superfície do solo (mineral); não utilizado se a definição do qualificador ou do horizonte exigir que a camada comece na superfície do solo (mineral); se uma camada limitante começa  $\leq 50$  cm da superfície do solo (mineral), o qualificador referente à camada limitante recebe o especificador Epi- e todos os demais qualificadores permanecem sem especificador.  
**Endo-** (do grego *endon*, dentro): a camada começa  $\geq 50$  cm da superfície do solo (mineral); e tal camada não ocorre  $< 50$  cm da superfície do solo (mineral). (Exemplos: Endocalcic: o *horizonte cárlico* começa  $\geq 50$  e  $\leq 100$  cm da superfície do solo mineral; Endosodic: o *horizonte espódico* começa  $\geq 50$  e  $\leq 200$  cm da superfície do solo mineral.)

**Amphi-** (do grego *amphi*, ao redor): a camada começa  $> 0$  e  $< 50$  cm da superfície do solo (mineral) e tem seu limite inferior  $> 50$  e  $< 100$  cm da superfície do solo (mineral); e tal camada não ocorre  $< 1$  cm da superfície do solo (mineral); e nenhuma tal camada ocorre entre 99 e 100 cm da superfície do solo (mineral) ou diretamente acima de uma camada limitante.

**Ano-** (do grego *ano*, para cima): a camada começa na superfície do solo (mineral) e tem seu limite inferior  $> 50$  e  $< 100$  cm da superfície do solo (mineral); e nenhuma tal camada ocorre entre 99 e 100 cm da superfície do solo (mineral) ou diretamente acima de uma camada limitante.

**Kato-** (do grego *kato*, para baixo): a camada começa  $> 0$  e  $< 50$  cm da superfície do solo (mineral) e tem seu limite inferior  $\geq 100$  cm da superfície do solo (mineral) ou em uma camada limitante começando  $> 50$  cm da superfície do solo (mineral); e tal camada não ocorre  $< 1$  cm da superfície do solo (mineral).

**Poly-** (do grego *polys*, muitos):

- horizontes diagnósticos: dois ou mais horizontes diagnósticos estão presentes na profundidade exigida pela definição do qualificador, interrompidos por camadas que não atendem aos critérios do respectivo horizonte diagnóstico;
- outras camadas: duas ou mais camadas dentro de 100 cm da superfície do solo (mineral) atendem aos critérios do qualificador, interrompidas por camadas que não atendem aos critérios do respectivo qualificador; e o critério de espessura é atendido pela soma das espessuras das camadas; pode ou não ser atendido pelas camadas únicas.

**Panto-** (do grego *pan*, todo): a camada começa na superfície do solo (mineral) e tem seu limite inferior  $\geq 100$  cm da superfície do solo (mineral) ou em uma camada limitante começando  $> 50$  cm da superfície do solo (mineral).

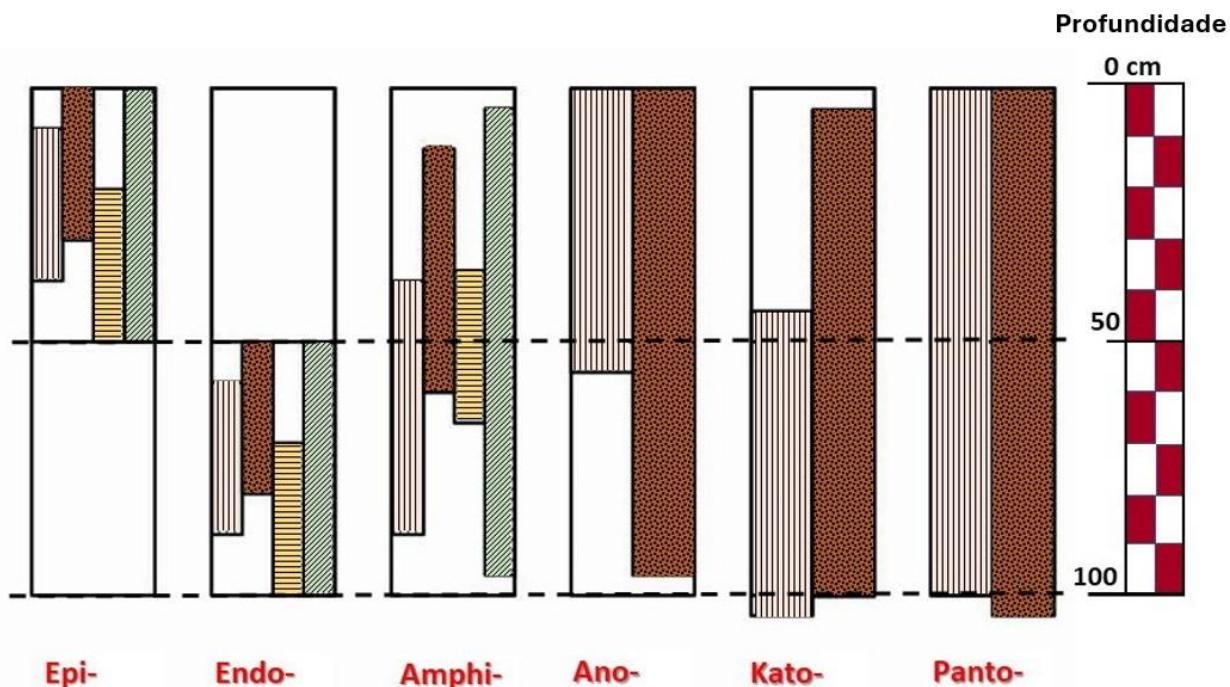


Figura 2.1: Especificadores para construir subqualificadores opcionais relacionados aos requisitos de profundidade e referentes a uma camada específica (Bathy- e Poly- não ilustrados; hachuras e cores apenas para melhor legibilidade), modificado por S. Dondeyne

**Qualificadores mutuamente exclusivos podem ocorrer no mesmo solo em profundidades diferentes.** Neste caso, podem ser utilizados ambos, cada um com o respectivo especificador. Se os especificadores forem utilizados com qualificadores principais, o qualificador referente à camada superior é colocado mais próximo do nome do RSG. Se os especificadores forem usados com qualificadores suplementares relacionados à textura, os qualificadores serão colocados na sequência de cima para baixo do perfil. A sequência dos demais qualificadores suplementares está de acordo com a posição alfabética do qualificador e não do subqualificador.

3. Se um qualificador se referir à maior parte de uma determinada faixa de profundidade ou à metade ou mais de uma determinada faixa de profundidade (Dystric e Eutric, apenas), **subqualificadores adicionais** podem ser construídos com os seguintes especificadores:

**Epi-** (do grego *epi*, sobre): a característica está presente na maior parte (ou metade ou mais da parte) entre o limite superior especificado e 50 cm da superfície do solo (mineral) e está ausente na maior parte (ou metade ou mais da parte) entre o limite superior especificado e 100 cm da superfície do solo (mineral) ou entre o limite superior especificado e uma camada limitante começando > 50 cm da superfície do solo (mineral), o que for mais raso.

**Endo-** (do grego *endo*, dentro): a característica está presente na maior parte (ou metade ou mais da parte) entre 50 e 100 cm da superfície do solo (mineral) ou entre 50 cm da superfície do solo (mineral) e uma camada limitante, o que for mais raso, e está ausente na maior parte (ou metade ou mais da parte) entre o limite superior especificado e 100 cm da superfície do solo (mineral) ou entre o limite superior especificado e uma camada limitante, o que for mais raso.

**Estes subqualificadores adicionais só são permitidos juntamente com o qualificador predominante.** Se for um qualificador principal, o qualificador predominante fica mais próximo do nome do RSG (Epidystric Eutric, Endodystric Eutric, Epieutric Dystric, Endoeutric Dystric). Caso se trate de qualificador suplementar, segue-se a sequência alfabética dos qualificadores.

4. Se um qualificador se referir a uma **faixa de profundidade especificada inteiramente** (Relocatic, apenas), **subqualificadores adicionais** podem ser construídos com os seguintes especificadores:

**Epi-** (do grego *epi*, superfície): a característica está presente entre a superfície do solo (mineral) e 50 cm da superfície do solo (mineral) e está ausente em alguma camada entre 50 e 100 cm da superfície do solo (mineral).

**Endo-** (não aplicável).

5. Se um qualificador se referir a uma **porcentagem** (por exemplo, Skeletic), **subqualificadores adicionais** podem ser construídos com os seguintes especificadores (nenhum subqualificador se uma camada limitante começar < 60 cm da superfície do solo (mineral)):

**Epi-** (do grego *epi*, sobre): a característica está presente entre a superfície do solo (mineral) e 50 cm da superfície do solo (mineral), mas não está presente por toda parte, ou seja, se calcula a média sobre uma profundidade de 100 cm da superfície do solo (mineral) ou entre a superfície do solo (mineral) e uma camada limitante, o que for mais raso.

**Endo-** (do grego *endo*, dentro): a característica está presente entre 50 e 100 cm da superfície do solo (mineral) ou entre 50 cm da superfície do solo (mineral) e uma camada limitante, o que for mais raso, mas não está presente por toda parte, ou seja, se calculada a média sobre uma profundidade de 100 cm da superfície do solo (mineral) ou entre a superfície do solo (mineral) e uma camada limitante, o que for mais raso.

6. Se um qualificador se referir a um ponto específico de profundidade ou a uma camada, mas seus critérios só forem atendidos se forem levadas em consideração camadas a uma profundidade > 100 cm da

superfície do solo (mineral), o especificador **Bathy-** (do grego *bathys*, profundo) pode ser usado para construir **subqualificadores adicionais**. O subqualificador Bathy- se estende a uma profundidade maior do que a especificada para o qualificador. Se o especificador Endo- não puder ser adicionado a um qualificador, o especificador Bathy- também não poderá ser usado (por exemplo, Alcalic: nem Endo-, nem Bathy-). Se usado com um qualificador principal, o subqualificador Bathy- **deve mudar para os qualificadores suplementares** e ser colocado na lista dos qualificadores suplementares de acordo com a posição alfabética do qualificador e não do subqualificador. Com o especificador Bathy-, podem ser adicionados qualificadores que nem sequer estão na lista para o RSG específico (ver Capítulo 4), por exemplo Eutric Arenosol (Bathylic). Se compreender camadas enterradas, Bathy- só é permitido em combinação com o especificador Thapto-, por ex. Thaptobathyvertic (ver o especificador Thapto-, abaixo, e Capítulo 2.4).

Nota: Os especificadores que transmitem informações redundantes não são adicionados. Por exemplo: Skeletic Epileptic Cambisol, não: Episkeletic Epileptic Cambisol.

### **Subqualificadores construídos relacionados a outros requisitos**

Se um horizonte diagnóstico ou uma camada com uma propriedade diagnóstica pertencer a um solo enterrado (ver Capítulo 2.4), o especificador **Thapto-** (do grego *thaptein*, enterrar) pode ser usado para construir **subqualificadores opcionais ou adicionais**. Se usado com um qualificador principal, o subqualificador Thapto- **deve mudar para os qualificadores suplementares** e ser colocado na lista dos qualificadores suplementares de acordo com a posição alfabética do qualificador e não do subqualificador.

Para solos com camada limitante, uma geomembrana ou uma camada contínua de *artefatos*, **subqualificadores adicionais** com o especificador **Supra-** (do latim *supra*, acima) podem ser construídos para descrever o material do solo acima, se os requisitos de espessura ou profundidade de um qualificador ou de seus respectivos diagnósticos não forem atendidos, mas todos os outros critérios forem atendidos no material do solo acima (por exemplo, Ekranic Technosol (Suprafolic)).

### **2.3.2 Subqualificadores com uma determinada definição**

Para alguns qualificadores, os subqualificadores são definidos no Capítulo 5, por exemplo, Hypersalic e Protosalic para o qualificador Salic. Esses **subqualificadores não estão listados com os RSGs no Capítulo 4** (a menos que o qualificador sem especificador não possa existir para o respectivo RSG). Eles pertencem aos subqualificadores **opcionais** (por exemplo, Hypercalcic, Orthomineralic), ou **adicionais** (por exemplo, Akromineralic) ou **obrigatórios** (por exemplo, Protocalcic). Se o especificador **Proto-** é usado com um qualificador principal, o subqualificador Proto- **deve mudar para os qualificadores suplementares** e ser colocado na lista dos qualificadores suplementares de acordo com a posição alfabética do qualificador e não do subqualificador.

Se a partir de um qualificador se aplicarem dois ou mais subqualificadores com uma determinada definição (por exemplo, Anthromollic e Tonguimollic), **todos devem ser adicionados**. Também é permitido adicionar outros especificadores a um subqualificador com uma determinada definição, por exemplo, Endoprotosalic, Supraprotosodic.

## 2.4 Solos enterrados

Um solo enterrado é aquele recoberto por depósitos mais jovens. Quando um solo é enterrado, aplicam-se as seguintes regras:

1. O material sobrejacente e o solo enterrado são classificados como um só solo se ambos juntos se qualificarem como Histosol, Anthrosol, Technosol, Cryosol, Leptosol, Vertisol, Gleysol, Andosol, Planosol, Stagnosol, Fluvisol, Arenosol ou Regosol.
2. Caso contrário, o material sobrejacente é classificado preferencialmente se tiver  $\geq 50$  cm de espessura ou se o material sobrejacente, se isolado, satisfizer os requisitos de um RSG diferente de um Regosol. Para requisitos de profundidade no material sobrejacente, o limite inferior do material sobrejacente é considerado como se fosse o limite superior de *rocha contínua*.
3. Em todos os outros casos, o solo enterrado é classificado preferencialmente. Para requisitos de profundidade no solo enterrado, o limite superior do solo enterrado é considerado como a sua superfície do solo.
4. Se o solo sobrejacente for classificado preferencialmente, existem duas opções para considerar o solo subjacente:
  - a. Se o solo subjacente não for um Regosol ou Leptosol e mostrar sequência completa de horizontes, incluindo camadas superficiais orgânicas claramente identificáveis e/ou horizontes minerais do solo superficial, e um solo não influenciar os processos pedogênicos do outro solo, respectivamente (por exemplo, sem migração de argila do solo sobrejacente para o solo subjacente, não há transporte de Fe por movimento capilar ascendente do solo subjacente para o solo sobrejacente), então o nome do solo enterrado é colocado após o nome do solo sobrejacente, adicionando a palavra 'over' no meio, por exemplo Skeletic Umbrisol (Siltic) over Albic Podzol (Arenic). Como muitos solos enterrados são poligenéticos, podem ser aplicáveis qualificadores que não estejam na lista para o RSG específico. Nesse caso, esses qualificadores devem ser usados como qualificadores suplementares. Os qualificadores Infraandic e Infraspodic são fornecidos apenas para solos enterrados e, portanto, não estão listados para os RSGs no Capítulo 4. Como todos os qualificadores não listados, eles são adicionados como últimos qualificadores suplementares.
  - b. Caso contrário, um horizonte diagnóstico enterrado ou uma camada enterrada com uma propriedade diagnóstica é adicionado com o subqualificador Thapto- ao nome do solo sobrejacente (ver Capítulo 2.3).
5. Se o solo enterrado for classificado preferencialmente, o material sobrejacente é indicado com o qualificador Novic. Se aplicável, o qualificador Novic é combinado com outros qualificadores da seguinte maneira (códigos entre parênteses); os critérios de espessura e profundidade desses qualificadores não precisam ser atendidos:
  - Aeoli-Novic (nva)
  - Fluvi-Novic (nvf)
  - Solimovi-Novic (nvs)
  - Techni-Novic (nvt)
  - Tephri-Novic (nvv)
  - Transporti-Novic (nvp)Além disso, de acordo com o Capítulo 5, a textura também pode ser adicionada, por exemplo, Aeoli-Siltinovic (sja).

## 2.5 Diretrizes para criar legendas para mapas de solo

As seguintes diretrizes se aplicam:

1. Uma unidade de mapeamento consiste em
  - um solo dominante apenas
  - um solo dominante mais um solo codominante e/ou um ou mais solos associados
  - dois ou três solos codominantes
  - dois ou três solos codominantes mais um ou mais solos associados.

Os solos dominantes representam  $\geq 50\%$  da cobertura do solo, os solos codominantes  $\geq 25\%$  e  $< 50\%$  da cobertura do solo. Os solos associados representam  $\geq 5\%$  e  $< 25\%$  da cobertura do solo ou são de alta relevância na paisagem. Outros solos devem ser ignorados na denominação da unidade de mapeamento.

Se forem indicados solos codominantes ou associados, as palavras ‘dominante:’, ‘codominante:’ e ‘associado:’ são escritas antes do nome do solo; os solos são separados por ponto e vírgula.

2. O número de qualificadores indicado abaixo refere-se ao solo dominante. Para solos codominantes ou associados, um menor número de qualificadores (ou mesmo nenhum qualificador) pode ser apropriado.
3. Dependendo da escala, são usados diferentes números de qualificadores principais:
  - a. Para escalas muito pequenas, apenas o Grupo de Solos de Referência (RSG) é usado.
  - b. Para escalas maiores, o RSG mais o primeiro qualificador principal aplicável são usados.
  - c. Para escalas ainda maiores, o RSG mais os dois primeiros qualificadores principais aplicáveis são usados.

Não é possível dar números gerais para estes níveis da escala, porque isso depende muito da homogeneidade ou heterogeneidade da paisagem. Em paisagens de homogeneidade intermediária, escalas muito pequenas seriam menores que 1:10.000.000, as próximas escalas maiores seriam menores que 1:5.000.000 e as próximas escalas maiores seriam menores que 1:1.000.000.

4. Se houver menos qualificadores aplicáveis do que os descritos acima, o número menor será usado.
5. Dependendo da finalidade do mapa ou de acordo com as tradições nacionais, em qualquer nível da escala, outros qualificadores podem ser adicionados como **qualificadores eletivos**. Estes podem ser qualificadores principais mais abaixo na lista e ainda não utilizados no nome do solo, ou podem ser qualificadores suplementares. Eles são colocados usando as regras mencionadas acima para qualificadores suplementares. Se dois ou mais qualificadores eletivos forem usados, as seguintes regras se aplicam:
  - a. os qualificadores principais são colocados em primeiro lugar, e deles, o primeiro qualificador aplicável é colocado em primeiro lugar, e
  - b. a sequência de qualificadores suplementares adicionados é decidida pelo cientista do solo que faz o mapa.

### Exemplo para criar uma unidade de mapeamento no WRB

Uma paisagem geralmente mostra uma variedade de solos. Para representar uma unidade de mapeamento, eles geralmente precisam ser combinados. Os princípios são mostrados na Figura 2.2 e na Tabela 2.1 e Tabela 2.2.

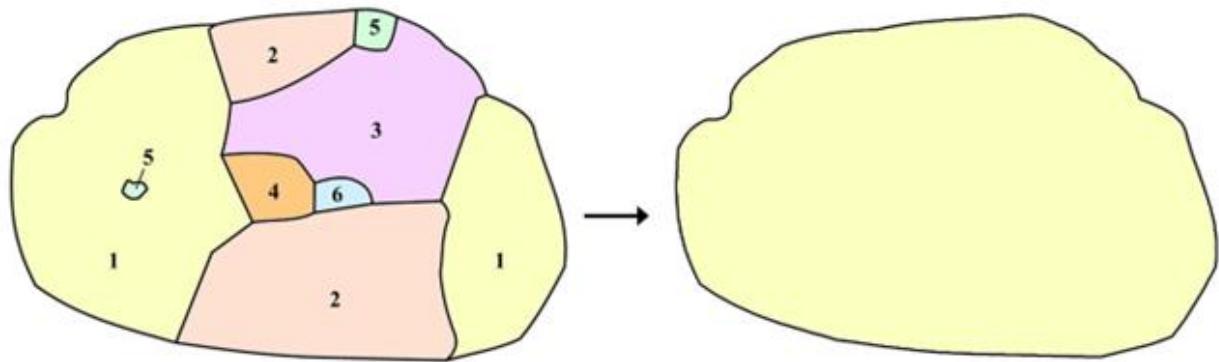


Figura 2.2: Solos numa paisagem que precisam ser combinados para formar uma unidade de mapeamento

Tabela 2.1: Detecção de solos dominantes, codominantes e associados

Área	Nome completo do solo	Resultado
1	Haplic Luvisol (Episiltic, Katoclayic, Aric, Cutanic, Differentic, Epic, Ochric)	solo dominante
2	Eutric Stagnic Leptic Cambisol (Clayic, Humic)	solo codominante
3	Albic Stagnic Luvisol (Anosiltic, Endoclayic, Cutanic, Differentic, Endic, Humic)	solo associado
4	Thyric Technosol (Clayic, Calcaric, Skeletic)	ignorado
5	Eutric Luvic Stagnosol (Episiltic, Katoclayic, Humic)	ignorado
6	Hortic Anthrosol (Loamic, Eutric)	ignorado

Tabela 2.2: Denominação da unidade de mapeamento em função do nível da escala

Nível da escala do mapa	Solo dominante	Solo codominante	Solo associado
Primeiro	Luvisols	Cambisols	
Segundo	Haplic Luvisols	Leptic Cambisols	Stagnic Luvisols
Terceiro	Haplic Luvisols	Stagnic Leptic Cambisols	Albic Stagnic Luvisols

### Exemplos para unidades de mapeamento no WRB

#### Exemplo 1

Uma unidade de mapeamento dominada por um solo com um horizonte superficial mineral muito escuro, 30 cm de espessura, com alta saturação por bases, sem carbonatos secundários e com influência de água subterrânea começando a 60 cm da superfície do solo mineral (ou seja, tendo uma camada  $\geq 25$  cm de espessura que possui *propriedades gleicas* por toda parte e *condições redutoras* em algumas partes de cada subcamada), será nomeado da seguinte forma:

- no primeiro nível da escala do mapa: Phaeozems
- no segundo nível da escala do mapa: Chernic Phaeozems
- no terceiro nível da escala do mapa: Gleyic Chernic Phaeozems

#### Exemplo 2

Em uma unidade de mapeamento, nenhum diagnóstico se aplica. Em 80% da área, o solo tem  $< 40\%$  de fragmentos grossos como média ponderada nos 100 cm superiores, nos outros 20% da área, o solo tem 85% de fragmentos grossos como média ponderada nos 75 cm superiores. Os solos são calcários e siltosos. Esta unidade de mapeamento será nomeada da seguinte forma:

- no primeiro nível da escala do mapa: dominante: Regosols  
associado: Leptosols
- no segundo nível da escala do mapa: dominante: Calcaric Regosols  
associado: Coarsic Leptosols
- no terceiro nível da escala do mapa: dominante: Calcaric Regosols  
associado: Calcaric Coarsic Leptosols

Neste exemplo, o próximo qualificador aplicável para os Regosols é Eutric. Porém, como a alta saturação por bases já é indicada pelo qualificador Calcaric, o qualificador Eutric é redundante. Portanto, neste caso, apenas um qualificador principal é aplicável no terceiro nível da escala do mapa. Para solos associados, é permitido utilizar menos qualificadores do que o indicado para o nível da escala. Se for apropriado, no nível da terceira escala, os Leptosols podem ser chamados apenas de Coarsic Leptosols.

O alto teor de silte pode ser expresso pelo qualificador Siltic, que como qualificador suplementar é eletivo na legenda do mapa. Pode ser adicionado em qualquer nível da escala, por exemplo:

- no primeiro nível da escala do mapa: Regosols (Siltic)
- no segundo nível da escala do mapa: Calcaric Regosols (Siltic)

Os qualificadores principais, não exigidos no respectivo nível da escala, também podem ser adicionados como qualificadores eletivos, por exemplo:

- no primeiro nível da escala do mapa: Regosols (Calcaric, Siltic)
- no segundo nível da escala do mapa: Calcaric Regosols (Siltic)

### **Exemplo 3**

Uma unidade de mapeamento, dominada por um solo com espessa camada de *material orgânico* fortemente decomposto e de natureza acídica, com 70 cm de espessura e saturado por água da chuva, com *rocha contínua* a 80 cm será nomeado da seguinte forma:

- no primeiro nível da escala do mapa: Histosols
- no segundo nível da escala do mapa: Sapric Histosols
- no terceiro nível da escala do mapa: Leptic Sapric Histosols

Neste exemplo, o próximo qualificador aplicável é Ombric. Como já são utilizados dois qualificadores, o terceiro poderá ser adicionado como qualificador eletivo. De forma semelhante, qualificadores eletivos podem ser utilizados nos demais níveis da escala, por exemplo:

- no primeiro nível da escala do mapa: Histosols (Sapric)
- no segundo nível da escala do mapa: Sapric Histosols (Leptic, Ombric)
- no terceiro nível da escala do mapa: Leptic Sapric Histosols (Ombric)

### 3 Horizontes, propriedades e materiais diagnósticos

**Antes de usar os horizontes propriedades e materiais diagnósticos, leia as ‘Regras para nomear solos’ (Capítulo 2).**

Ao longo do texto a seguir, as referências aos RSGs definidos no Capítulo 4 e aos diagnósticos listados em outras partes deste Capítulo são mostradas em *itálico*.

#### 3.1 Horizontes diagnósticos

**Horizontes diagnósticos** são caracterizados por uma combinação de atributos que refletem resultados comuns e generalizados dos processos de formação do solo. Suas características podem ser observadas ou medidas em campo ou laboratório e requerem uma expressão mínima ou máxima para serem qualificadas como diagnósticas. Além disso, horizontes diagnósticos requerem uma certa espessura mínima, formando assim uma camada reconhecível no solo.

##### 3.1.1 Horizonte álbico

###### Descrição geral

Um horizonte álbico (do latim *albus*, branco) é um horizonte de cor clara sobreposto a um *horizonte árgico, nátrico, plíntico* ou *espódico* ou fazendo parte de uma camada com *propriedades estágnicas*. Possui baixos teores de Fe e Mn (tanto na forma oxidada quanto na forma reduzida) e de matéria orgânica, e pelo menos uma dessas substâncias já esteve presente e foi perdida devido à migração de argila, podzolização e/ou processos redox causados por estagnação da água.

###### Critérios diagnósticos

Um horizonte álbico consiste em *material mineral* e

1. consiste em *material clárico*;  
*e*
2. um ou ambos dos seguintes:
  - a. sobreposto a um *horizonte árgico, nátrico, plíntico* ou *espódico*; **ou**
  - b. faz parte de uma camada com *propriedades estágnicas*;  
*e*
3. tem espessura de  $\geq 1$  cm.

###### Informações adicionais

Os horizontes álbicos são normalmente cobertos por camadas superficiais enriquecidas com húmus, mas também podem estar na superfície do solo mineral como resultado da erosão ou remoção artificial da camada superficial. Muitos horizontes álbicos representam uma forte expressão de eluviação e são, portanto, chamados de horizontes eluviais. Em materiais arenosos, os horizontes álbicos podem atingir uma espessura considerável, até vários metros, especialmente em regiões tropicais úmidas, e os horizontes diagnósticos subjacentes podem ser difíceis de encontrar. Os horizontes álbicos geralmente apresentam uma estrutura com agregados fracamente expressa, ou estrutura de grãos simples ou estrutura maciça. Os horizontes álbicos possuem baixos teores de Fe, tanto na forma oxidada quanto na forma reduzida, e normalmente não apresentam cores vermelhas quando se aplica a solução de  $\alpha,\alpha'$ -dipiridil.

## Relações com alguns outros diagnósticos

Embora o horizonte álbico seja o resultado de processos de formação do solo, o *material clárico* é definido apenas por critérios de cores e camadas com *material clárico* podem ou não ter processos de formação de solo. A definição do horizonte álbico usa o horizonte *árgico*, *nátrico*, *plíntico* ou *espódico* ou as *propriedades estágnicas* como critério. As definições do *horizonte espódico* e das *propriedades ródicas* e *estágnicas*, por sua vez, usam o *material clárico* como critério.

Muitos horizontes álbicos formados por água estagnada não apresentam *condições redutoras* ativas.

### 3.1.2 Horizonte antráquico

#### Descrição geral

Um horizonte antráquico (do grego *anthropos*, ser humano, e latim *agua*, água) é um horizonte superficial que resulta de cultivo de lavouras com alagamento e compreende uma *camada alagada* e outra de *pé de arado*.

#### Critérios diagnósticos

Um horizonte antráquico é um horizonte superficial que consiste em *material mineral* e tem:

1. uma camada alagada com as seguintes cores Munsell, úmidas, em  $\geq 80\%$  de sua área exposta:
  - a. matiz de 7,5YR ou mais amarelo, valor  $\leq 4$  e croma  $\leq 2$ ; **ou**
  - b. matiz de GY, B ou BG e valor  $\leq 4$ ;  
*e*
2. um pé de arado subjacente à camada alagada, com todos os seguintes:
  - a. um ou ambos dos seguintes:
    - i. estrutura laminar em  $\geq 25\%$  do seu volume; **ou**
    - ii. estrutura maciça em  $\geq 25\%$  do seu volume;  
*e*
  - b. valor da densidade do solo superior em  $\geq 10\%$  (valor relativo) à da camada alagada;  
*e*
  - c. feições oximórficas, em  $\geq 5\%$  de sua área exposta (em relação à terra fina mais as feições oximórficas de qualquer tamanho e qualquer classe de cimentação), que:
    - i. estão predominantemente nas paredes dos bioporos e, se estiverem presentes agregados do solo, predominantemente nas superfícies dos agregados ou adjacentes a elas; **e**
    - ii. tem matiz Munsell  $\geq 2,5$  unidades mais vermelho e croma  $\geq 1$  unidade mais alto, úmidos, do que o material circundante;  
*e*
3. espessura de  $\geq 15$  cm.

#### Identificação de campo

Um horizonte antráquico mostra evidências de redução e oxidação devido a inundações durante parte do ano. Quando não inundado, é muito dispersível e apresenta empacotamento solto de pequenos agregados do solo selecionados. O pé de arado é compacto, possui estrutura laminar ou maciça e baixíssima taxa de infiltração. Possui matriz reduzida e feições oximórficas marrom-amareladas, marrons ou marrom-avermelhadas ao longo de fendas e canais radiculares devido à liberação de oxigênio das raízes das plantas.

#### Relações com alguns outros diagnósticos

Depois de um longo período de cultivo com alagamento, um *horizonte hidrágrico* se desenvolve sob o horizonte antráquico.

### 3.1.3 Horizonte árgico

#### Descrição geral

Um horizonte árgico (do latim *argilla*, argila branca) é um horizonte subsuperficial com um teor de argila nitidamente maior do que no(s) horizonte(s) sobrejacente(s). A diferenciação textural pode ser causada por:

- um acúmulo iluvial de minerais de argila
- formação pedogênica de minerais de argila, predominantemente no solo subsuperficial
- destruição de minerais de argila no horizonte sobrejacente
- erosão superficial seletiva de minerais de argila
- movimento ascendente de partículas mais grossos devido a expansão e contração
- atividade biológica
- uma combinação de dois ou mais desses processos diferentes.

Os (hidr)óxidos de ferro são frequentemente acumulados ou formados juntamente com minerais de argila, dando ao horizonte árgico matiz mais vermelho e/ou croma mais alto.

Um estrato mais rico em argila sobreposto por um estrato mais pobre em argila pode assemelhar-se a um horizonte árgico. No entanto, uma diferença textural devida apenas a uma *descontinuidade lítica* não se qualifica como um horizonte árgico. Em alguns solos, podemos ter ambos: um estrato mais pobre em argila sobreposto a um estrato mais rico em argila e, adicionalmente, uma diferenciação textural causada pelos processos de formação do solo.

#### Critérios diagnósticos

Um horizonte árgico consiste em *material mineral* e:

1. tem uma classe textural areia franca ou mais fina e  $\geq 8\%$  de argila;  
*e*
2. um ou ambos dos seguintes:
  - a. tem uma camada sobreposta de textura mais grossa com todos os seguintes:
    - i. a camada de textura mais grossa não está separada do horizonte árgico por uma *descontinuidade lítica*; *e*
    - ii. se a camada de textura mais grossa se sobrepõe diretamente ao horizonte árgico, sua subcamada mais inferior não faz parte de uma camada arada; *e*
    - iii. se a camada de textura mais grossa não se sobrepõe diretamente ao horizonte árgico, o horizonte de transição entre a camada de textura mais grossa e o horizonte árgico tem uma espessura de  $\leq 15$  cm; *e*
    - iv. se a camada de textura mais grossa tiver  $< 15\%$  de argila, o horizonte árgico tem  $\geq 6\%$  (valor absoluto) mais argila; *e*
    - v. se a camada de textura mais grossa tiver  $\geq 15$  e  $< 50\%$  de argila, a proporção de argila no horizonte árgico em relação à camada de textura mais grossa é  $\geq 1,4$ ; *e*
    - vi. se a camada de textura mais grossa tiver  $\geq 50\%$  de argila, o horizonte árgico tem  $\geq 20\%$  (valor absoluto) mais argila;
  - ou*
  - b. tem evidência de argila iluvial em uma ou mais das seguintes formas:
    - i. pontes de argila conectando  $\geq 15\%$  dos grãos de areia; *ou*
    - ii. revestimentos de argila cobrindo  $\geq 15\%$  das superfícies dos agregados do solo, fragmentos grossos e/ou paredes dos bioporos; *ou*
    - iii. em seções delgadas, corpos argilosos orientados que constituem  $\geq 1\%$  da seção e que não foram transportados lateralmente após terem sido formados; *ou*
    - iv. uma proporção de argila fina para argila total no horizonte árgico maior em  $\geq 1,2$  vezes do que a proporção na camada sobrejacente de textura mais grossa;

*e*

3. ambos os seguintes:

- a. não faz parte de um *horizonte nátrico*; *e*
- b. não faz parte de um *horizonte espódico*, a menos que a argila iluvial seja evidenciada por um ou mais dos critérios diagnósticos listados em 2.b;

*e*

4. tem espessura de um décimo ou mais da espessura do *material mineral* sobrejacente, se presente, e um dos seguintes:

- a.  $\geq 7,5$  cm (se composto por lamelas: espessura combinada dentro de 50 cm do limite superior da lamela superior) se o horizonte árgico tiver classe textural francoarenosa ou mais fina; *ou*
- b.  $\geq 15$  cm (se composto por lamelas: espessura combinada dentro de 50 cm do limite superior da lamela superior).

### **Identificação de campo**

A diferenciação textural e a evidência de iluviação de argila são as principais características dos horizontes árgicos. O reconhecimento de revestimentos de argila e pontes de argila é explicado no Anexo 1 (Capítulo 8.4.23).

Em solos com maior expansão e contração, os revestimentos de argila nas superfícies dos agregados do solo são facilmente confundidos com superfícies de compressão. As superfícies de compressão não diferem em cor do agregado original e não ocorrem em fragmentos grossos e nas paredes dos bioporos.

### **Informações adicionais**

O caráter iluvial de um horizonte árgico pode ser melhor estabelecido usando seções delgadas. Os horizontes árgicos iluviais que atendem aos critérios para ser diagnósticos mostram áreas com materiais argilosos orientados que constituem em média  $\geq 1\%$  de toda a seção transversal. Outros testes são a análise da distribuição granulométrica para determinar o aumento do teor de argila ao longo de uma profundidade especificada e a relação argila fina/argila total. Nos horizontes árgicos iluviais, a proporção entre argila fina e argila total é maior do que nos horizontes sobrejacentes, devido ao transporte preferencial de partículas finas de argila.

Se o solo apresentar *descontinuidade lítica* diretamente sobre o horizonte árgico, ou se o horizonte superficial tiver sido removido pela erosão, ou se uma camada arada se sobreponha diretamente ao horizonte árgico, então a natureza iluvial deve ser claramente estabelecida (Critérios diagnósticos 2.b).

O horizonte árgico pode ser subdividido em várias lamelas com camadas de textura mais grossa entre elas.

### **Relações com alguns outros diagnósticos**

Os horizontes árgicos estão normalmente situados abaixo dos horizontes eluviais, ou seja, horizontes dos quais foram removidos minerais de argila, em geral juntamente com óxidos e alguma matéria orgânica.

Embora inicialmente formados como um horizonte subsuperficial, os horizontes árgicos podem ocorrer na superfície do solo mineral como resultado da erosão ou remoção dos horizontes sobrejacentes.

Posteriormente, novos sedimentos poderão ser adicionados.

Alguns horizontes árgicos preenchem todos os critérios diagnósticos do *horizonte ferrálico*. Ferralsols devem ter um *horizonte ferrálico* e podem ter também um horizonte árgico, que pode ou não coincidir parcial ou completamente com o *horizonte ferrálico*; mas se um horizonte árgico estiver presente, ele deve ter em seus 30 cm superiores:  $< 10\%$  de argila dispersível em água ou um  $\Delta\text{pH}$  ( $\text{pH}_{\text{KCl}} - \text{pH}_{\text{água}}$ )  $\geq 0$  ou  $\geq 1,4\%$  de *carbono orgânico do solo*.

Os horizontes árgicos não possuem as características de saturação de sódio do *horizonte nátrico*.

Horizontes árgicos em solos livremente drenados de altos planaltos e montanhas em regiões tropicais e subtropicais úmidas podem ocorrer em associação com *horizontes sômbrios*.

### 3.1.4 Horizonte cárlico

#### Descrição geral

Um horizonte cárlico (do latim *calx*, cal) é um horizonte no qual o carbonato de cálcio secundário ( $\text{CaCO}_3$ ) acumulou-se como concentrações descontínuas. A acumulação geralmente ocorre em camadas subsuperficiais ou, mais raramente, em horizontes superficiais. O horizonte cárlico também pode conter carbonatos primários.

#### Critérios diagnósticos

Um horizonte cárlico:

1. tem um equivalente de carbonato de cálcio de  $\geq 15\%$  (em relação à terra fina mais as concentrações de carbonatos secundários de qualquer tamanho e qualquer classe de cimentação);  
*e*
2. um ou ambos dos seguintes:
  - a. atende aos critérios diagnósticos de *propriedades protocárlicas*; *ou*
  - b. tem um equivalente de carbonato de cálcio  $\geq 5\%$  maior (valor absoluto, em relação à terra fina mais as concentrações de carbonatos secundários de qualquer tamanho e qualquer classe de cimentação) do que o da camada subjacente e sem *descontinuidade lítica* entre as duas camadas;  
*e*
3. não faz parte de um *horizonte petrocárlico*;  
*e*
4. tem espessura de  $\geq 15$  cm.

#### Identificação de campo

O carbonato de cálcio pode ser identificado no campo usando uma solução de ácido clorídrico (HCl) 1 M. O grau de efervescência é uma indicação da sua quantidade (ver Anexo 1, Capítulo 8.4.25).

Os carbonatos secundários são visíveis como acumulações permanentes geralmente discretas (ver Anexo 1, Capítulo 8.4.25). Os horizontes cárlicos são predominantemente não cimentados ou menos que moderadamente cimentados. Contudo, também podem ocorrer acumulações descontínuas, moderadamente ou mais cimentadas.

Outras possíveis indicações de horizonte cárlico são:

- cores brancas, rosadas a avermelhadas ou cinza (se não coincidem com horizontes ricos em carbono orgânico)
- uma baixa porosidade (a porosidade interagregada é geralmente menor do que no horizonte diretamente acima, e possivelmente também menor do que no horizonte diretamente abaixo).

Ao colher amostras, certifique-se de que a amostra inclui as acumulações de carbonatos secundários, a fim de obter os dados laboratoriais para os critérios 1 e 2.b.

#### Informações adicionais

A determinação de carbonatos em laboratório (Anexo 2, Capítulo 9.9) utiliza um ácido e mede o  $\text{CO}_2$  liberado. Pode provir de vários carbonatos, mas o teor de carbonatos é calculado como se fosse apenas de carbonato de cálcio. Isso é chamado de **equivalente de carbonato de cálcio**.

A determinação da quantidade de carbonato de cálcio (em massa) e as alterações do teor de carbonato de cálcio no perfil do solo são os principais critérios analíticos para estabelecer a presença de um horizonte cárlico. *Descontinuidades líticas* e qualquer alteração na permeabilidade à água pode favorecer a formação de carbonatos secundários.

A determinação do  $\text{pH}_{\text{água}}$  permite a distinção entre acumulações com um caráter básico (*cárlico*) ( $\text{pH} 8\text{--}8,7$ ) devido à dominância de  $\text{CaCO}_3$ , e aquelas com um caráter ultrabásico (*não cárlico*) ( $\text{pH} > 8,7$ ) devido à

presença de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  e/ou  $\text{MgCO}_3$ .

Além disso, a análise de seções delgadas pode revelar a presença de pedofeições de carbonato de cálcio (por exemplo, nódulos, revestimentos) ou evidências de epigênese silicática (pseudomorfos de calcita adjacentes a minerais primários), além de evidências de remoção de carbonatos em camadas acima ou abaixo do horizonte cálcico.

Se a acumulação de carbonatos macios for tal que toda ou a maior parte da estrutura do solo e/ou da estrutura da rocha desapareça e prevaleçam concentrações contínuas de carbonato de cálcio, o qualificador Hypercalcic é utilizado.

### Relações com alguns outros diagnósticos

Quando os horizontes cálcicos se tornam continuamente cimentados com classe de cimentação de pelo menos moderadamente cimentada, ocorre a transição para o *horizonte petrocálcico*, que pode se expressar de forma maciça ou laminar. Um horizonte cálcico e um *horizonte petrocálcico* podem se sobrepor.

Acumulações de carbonatos secundários, que não se qualificam para um horizonte cálcico, podem preencher os critérios diagnósticos de *propriedades protocálcicas*, que também são preenchidos pela maioria dos horizontes cálcicos. O *material calcárico* inclui carbonatos primários.

Em regiões secas e na presença de soluções de solo ou de água subterrânea contendo sulfato, ocorrem horizontes cálcicos associados a *horizontes gíspicos*. *Horizontes cálcicos* e *horizontes gíspicos* normalmente (mas nem sempre) ocupam posições diferentes no perfil do solo porque o gesso é mais solúvel que o carbonato de cálcio, e geralmente podem ser claramente distinguidos um do outro por diferenças na morfologia do cristal. Os cristais de gesso tendem a ter formato de agulhas, geralmente visíveis a olho nu, enquanto os cristais pedogênicos de carbonato de cálcio são muito mais finos.

## 3.1.5 Horizonte câmbico

### Descrição geral

Um horizonte câmbico (do latim *cambire*, mudar) é um horizonte subsuperficial que mostra evidências de formação de solo que variam de fraca a relativamente fortes. O horizonte câmbico apresenta estrutura do solo com agregados em pelo menos metade do volume da matriz do solo. Se a camada subjacente tiver o mesmo material de origem, o horizonte câmbico geralmente apresenta maiores teores de óxidos e/ou argila do que esta camada subjacente e/ou evidência de remoção de carbonatos e/ou gesso. O processo de formação do solo no horizonte câmbico também pode ser estabelecido pelo contraste com um dos horizontes minerais sobrejacentes, geralmente mais ricos em matéria orgânica e, portanto, de cor mais escura e/ou menos intensa.

### Critérios diagnósticos

Um horizonte câmbico consiste em *material mineral* e:

1. tem classe textural
  - a. francoarenosa ou mais fina; **ou**
  - b. areia muito fina ou areia franca muito fina;
  - e*
2. tem estrutura do solo com agregados em  $\geq 50\%$  (em volume);  
*e*
3. mostra evidências de formação de solo em um ou mais dos seguintes:
  - a. em comparação com a camada diretamente subjacente, não separada do horizonte câmbico por uma *descontinuidade lítica*, um ou mais dos seguintes:
    - i. se a camada subjacente tiver matiz Munsell de 5YR ou mais vermelho, matiz  $\geq 2,5$  unidades mais amarelo, caso contrário, matiz  $\geq 2,5$  unidades mais vermelho, todos úmidos e em  $\geq 90\%$  de sua área exposta; **ou**

- ii. croma Munsell  $\geq 1$  unidade mais alto, úmido e em  $\geq 90\%$  de sua área exposta; **ou**
- iii. teor de argila  $\geq 4\%$  (valor absoluto) maior;
- ou**
- b. em comparação com uma camada mineral sobrejacente,  $\geq 5$  cm de espessura e não separada do horizonte câmbico por uma *descontinuidade lítica*, um ou mais dos seguintes:
  - i. matiz Munsell  $\geq 2,5$  unidades mais vermelho, úmido e em  $\geq 90\%$  de sua área exposta; **ou**
  - ii. valor Munsell  $\geq 1$  unidade mais alto, úmido e em  $\geq 90\%$  de sua área exposta; **ou**
  - iii. croma Munsell  $\geq 1$  unidade mais alto, úmido e em  $\geq 90\%$  de sua área exposta;
  - ou**
- c. em comparação com a camada diretamente subjacente, não mostrando *propriedades gleicas* e não fazendo parte de um *horizonte cárlico* ou *gipsico*, evidência de remoção de carbonatos ou gesso por um ou mais dos seguintes:
  - i.  $\geq 5\%$  (valor absoluto) menos equivalente de carbonato de cálcio ou  $\geq 5\%$  (valor absoluto) menos gesso e sem *descontinuidade lítica* entre esta camada subjacente e o horizonte câmbico; **ou**
  - ii. *propriedades protocálcicas* ou *propriedades protogipsicas* na camada subjacente, mas não no horizonte câmbico;
  - ou**
- d. todos os seguintes:
  - i.  $\geq 0,1\%$  de  $Fe_{dcb}$ ; **e**
  - ii. razão entre  $Fe_{ox}$  e  $Fe_{dcb}$  de  $\geq 0,1$ ; **e**
  - iii. matiz Munsell de 2,5YR a 2,5Y e croma  $> 3$ , todos úmidos e em  $\geq 90\%$  de sua área exposta;
  - e**
- 4. não faz parte de uma camada arada, não faz parte de um *horizonte álbico*, *antráquico*, *árgico*, *cárlico*, *dúrico*, *ferrálico*, *frágico*, *gipsico*, *hórtico*, *hidrárgico*, *irrágrico*, *limônico*, *mólrico*, *nátrico*, *nítico*, *petrocálcico*, *petrodúrico*, *petrogipsico*, *petroplántico*, *pisoplántico*, *plágico*, *plântico*, *prético*, *sálico*, *sômbrico*, *espódico*, *térreico*, *tsitolítico*, *úmbrico* ou *vértico* e não faz parte de uma camada com *propriedades ândicas*;
- e**
- 5. tem espessura de  $\geq 15$  cm.

### Características adicionais

Em muitos horizontes câmbicos, formam-se óxidos de Fe, que conferem ao horizonte matiz mais vermelho e croma mais alto. Porém, se o material de origem contiver muita hematita, a formação de goethita no processo de pedogênese, em condições mais frias e úmidas geralmente o torna mais amarelo.

A dissolução de carbonatos ou gesso é uma característica generalizada dos horizontes câmbicos em ambientes úmidos e semiáridos. Em muitos casos, isto pode ser comprovado por um menor teor de carbonato ou gesso em comparação com a camada subjacente. Contudo, em alguns solos, especialmente em zonas áridas e semiáridas, este menor teor não é evidente. Nestes solos, a presença de *propriedades protocálcicas* ou *protogipsicas* na camada subjacente é uma prova de que os carbonatos ou o gesso foram dissolvidos no horizonte sobreposto. Por outro lado, tais acumulações também podem ser causadas pela ascensão de água subterrânea em solos com *propriedades gleicas*, e *propriedades gleicas* devem ser excluídos da camada subjacente para esta comparação.

### Relações com alguns outros diagnósticos

O horizonte câmbico pode ser considerado o antecessor de muitos outros horizontes diagnósticos, todos com propriedades específicas que não são ou são apenas fracamente expressas no horizonte câmbico - como acumulações iluviais ou residuais, remoção de outras substâncias além de carbonatos ou gesso, acumulação de componentes solúveis ou o desenvolvimento de uma estrutura específica do solo, como os agregados em

forma de cunha.

Horizontes câmbicos em solos livremente drenados de altos planaltos e montanhas em regiões tropicais e subtropicais úmidas podem ocorrer em associação com *horizontes sômbrios*. A razão entre  $\text{Fe}_{\text{ox}}$  e  $\text{Fe}_{\text{dcb}}$  diferencia o horizonte câmbico do *horizonte tsitélico* (maior proporção). Os *horizontes plíntico* e *petroplíntico* geralmente têm teor de  $\text{Fe}_{\text{dcb}}$  muito mais alto.

### 3.1.6 Horizonte chérnico

#### Descrição geral

Um horizonte chérnico (do russo *chorniy*, preto) é um horizonte superficial relativamente espesso, bem estruturado, de cor muito escura, com alta saturação por bases, alta atividade de fauna e com teor moderado a alto de matéria orgânica.

#### Critérios diagnósticos

Um horizonte chérnico é um horizonte superficial que consiste em *material mineral* e tem:

1.  $\geq 50\%$  (em volume, média ponderada, em relação a todo o solo) de terra fina e não consiste em *material múlmico*;  
*e*
2. único ou em combinação, em  $\geq 90\%$  (em volume):
  - a. estrutura granular; **ou**
  - b. estrutura em blocos subangulares com tamanho médio dos agregados de  $\leq 2\text{ cm}$ ; **ou**
  - c. estrutura de torrões ou outros elementos estruturais formados por práticas agrícolas;  
*e*
3.  $\geq 1\%$  de *carbono orgânico do solo*;  
*e*
4. um dos seguintes:
  - a. em  $\geq 90\%$  da área exposta de todo o horizonte ou dos sub-horizontes abaixo de qualquer camada arada, valor Munsell  $\leq 3$ , úmido, e  $\leq 5$ , seco, e croma  $\leq 2$ , úmido;  
**ou**
  - b. todos os seguintes:
    - i.  $\geq 15$  e  $< 40\%$  de equivalente de carbonato de cálcio; *e*
    - ii. em  $\geq 90\%$  da área exposta de todo o horizonte ou dos sub-horizontes abaixo de qualquer camada arada, valor Munsell  $\leq 3$  e croma  $\leq 2$ , ambos úmidos; *e*
    - iii.  $\geq 1,5\%$  de *carbono orgânico do solo*;  
**ou**
  - c. todos os seguintes:
    - i.  $\geq 40\%$  de equivalente de carbonato de cálcio e/ou uma classe textural areia franca ou mais grossa; *e*
    - ii. em  $\geq 90\%$  da área exposta de todo o horizonte ou dos sub-horizontes abaixo de qualquer camada arada, valor Munsell  $\leq 5$  e croma  $\leq 2$ , ambos úmidos; *e*
    - iii.  $\geq 2,5\%$  de *carbono orgânico do solo*;  
*e*
5. se estiver presente uma camada que corresponda ao material de origem do horizonte chérnico e que tenha valor Munsell  $\leq 4$ , úmido,  $\geq 1\%$  (valor absoluto) mais *carbono orgânico do solo* do que esta camada;  
*e*
6. saturação por bases (em  $\text{NH}_4\text{OAc}$  1 M, pH 7) de  $\geq 50\%$ ;  
*e*
7. espessura de  $\geq 30\text{ cm}$ .

## Identificação de campo

Um horizonte chérnico pode ser facilmente identificado pela sua cor enegrecida, causada pela acumulação de matéria orgânica, pela sua estrutura granular ou em blocos subangulares bem desenvolvida, uma indicação de elevada saturação por bases (por exemplo,  $\text{pH}_{\text{água}} > 6$ ) e sua espessura.

## Relações com alguns outros diagnósticos

O horizonte chérnico é um caso especial do *horizonte mólico* com maior teor de *carbono orgânico do solo*, menor croma, estrutura do solo geralmente melhor desenvolvida, teor mínimo de terra fina e maior espessura mínima. O limite superior do teor de *carbono orgânico do solo* é de 20%, que é o limite inferior para *material orgânico*.

### 3.1.7 Horizonte coesico

#### Descrição geral

Um horizonte coesico (do latim *cohaerere*, ficar juntos) é um horizonte subsuperficial com estrutura maciça ou uma estrutura em blocos subangulares fraca. É pobre em matéria orgânica e óxidos de ferro, normalmente contém quartzo e a fração argila é dominada pela caulinita. É típico de antigas paisagens dos trópicos com clima sazonal.

#### Critérios diagnósticos

Um horizonte coesico consiste em *material mineral* e:

1. tem < 0,5% de *carbono orgânico do solo*; *e*
2. tem  $\geq 15\%$  de argila; *e*
3. tem uma CTC (por  $\text{NH}_4\text{OAc}$  1 M, pH 7) de  $< 24 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$  argila; *e*
4. tem, único ou em combinação, uma estrutura maciça ou uma estrutura em blocos subangulares fraca; *e*
5. não é cimentado; *e*
6. tem, quando seco, uma classe de resistência à ruptura de pelo menos dura; *e*
7. tem espessura de  $\geq 10 \text{ cm}$ .

#### Identificação de campo

Horizontes coesicos são muito resistentes à penetração de faca ou martelo e possuem uma classe de resistência à ruptura de duro a extremamente duro quando secos, tornando-se friáveis ou firmes quando úmidos.

#### Informações adicionais

Os horizontes coesicos têm uma porosidade suficientemente baixa para restringir a penetração das raízes, mas a drenagem geralmente não é restrita. A baixa porosidade é atribuída à orientação paralela dos cristais de caulinita e o preenchimento de vazios por partículas de argila. Geralmente, eles têm uma densidade do solo superior às camadas sobrejacente e subjacente. Eles são normalmente encontrados diretamente abaixo do horizonte superficial.

Muitos solos com horizonte coesico possuem o caráter coeso no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos e possuem horizonte apedal B no Sistema Sul-africano. Horizontes coesicos também podem ocorrer em paleossolos.

#### Relações com alguns outros diagnósticos

Horizontes coesicos podem coincidir parcial ou completamente com *horizontes ferrálicos* ou, menos comum, com *horizontes árgicos*. Eles diferem fortemente de *horizontes níticos*. Alguns horizontes coesicos mostram *propriedades estagnicas* ativos ou relictuais ou sobrepõem um *horizonte plíntico*, *pisoplíntico* ou

*petroplíntico.*

### 3.1.8 Horizonte críico

#### Descrição geral

Um horizonte críico (do grego *kryos*, frio, gelo) é um horizonte de solo perenemente congelado em *material mineral* ou *orgânico*.

#### Critérios diagnósticos

Um horizonte críico tem:

1. continuamente por  $\geq 2$  anos consecutivos, um dos seguintes:
  - a. gelo maciço, cimentação por gelo ou cristais de gelo facilmente visíveis; *ou*
  - b. temperatura do solo  $< 0^{\circ}\text{C}$  e água insuficiente para formar cristais de gelo facilmente visíveis;
- e
2. espessura de  $\geq 5$  cm.

#### Identificação de campo

Os horizontes críicos ocorrem em áreas com permafrost e a maioria deles mostra evidências de segregação perene de gelo. Muitos deles são cobertos por horizontes com evidência de alteração criogênica (material de solo misto, horizontes de solo rompidos, involuções, intrusões orgânicas, elevação por gelo, separação de fragmentos grossos de terra fina, fendas). Características de superfície com padrão (montes de terra, montes de gelo, círculos de pedra, listras, redes e polígonos) são comuns. Para identificar alterações criogênicas, um perfil de solo deve interceptar diferentes elementos de solo com padrão, se presente, ou ter mais de 2 m de largura.

Solos que contêm água salina não congelam a  $0^{\circ}\text{C}$ . Para desenvolver um horizonte críico, esses solos devem ser suficientemente frios para congelar.

#### Informações adicionais

O permafrost é definido da seguinte forma: camada de solo ou rocha, a alguma profundidade abaixo da superfície, na qual a temperatura tem estado continuamente abaixo de  $0^{\circ}\text{C}$  durante pelo menos alguns anos. Ocorre em ambientes onde o aquecimento do verão não consegue atingir a base da camada de solo congelado (Arctic Climatology and Meteorology Glossary, National Snow and Ice Data Center, Boulder, EUA).

Os engenheiros distinguem entre permafrost *quente* e *frio*. Permafrost *quente* tem uma temperatura  $> -2^{\circ}\text{C}$  e deve ser considerado instável. Permafrost *frio* tem uma temperatura  $\leq -2^{\circ}\text{C}$  e pode ser usado com mais segurança para fins de construção, desde que a temperatura permaneça sob controle.

#### Relações com alguns outros diagnósticos

Horizontes críicos podem preencher os critérios diagnósticos dos horizontes *histico*, *fólico* ou *espódico* e podem ocorrer em associação com *horizontes sálico*, *cálcico*, *mólico* ou *úmbrico*. Nas regiões áridas e frias, *propriedades érmicas* podem estar presentes.

### 3.1.9 Horizonte dúrico

#### Descrição geral

Um horizonte dúrico (do latim *durus*, duro) é um horizonte subsuperficial apresentando nódulos ou concreções (durinódulos), cimentados por sílica ( $\text{SiO}_2$ ), presumivelmente na forma de opala e sílica microcristalina. Muitos durinódulos possuem revestimentos de carbonatos. Também pode conter restos de um *horizonte petrodúrico* fragmentado.

## Critérios diagnósticos

Um horizonte dúrico consiste em *material mineral* e tem:

1.  $\geq 10\%$  (em volume, em relação a todo o solo) de nódulos ou concreções (durinódulos) e/ou de restos de um *horizonte petrodúrico* fragmentado com todos os seguintes:
  - a. têm  $\geq 1\%$  (por área exposta dos nódulos ou concreções) de acumulações de sílica secundária visível; *e*
  - b. quando seco ao ar,  $< 50\%$  (em volume) desintegram em HCl 1 M, mesmo após imersão prolongada; *e*
  - c. quando seco ao ar,  $\geq 50\%$  (em volume) desintegram em KOH concentrado a quente ou NaOH concentrado a quente, pelo menos se alternar com HCl 1 M; *e*
  - d. são cimentados, pelo menos parcialmente por sílica secundária, com classe de cimentação de pelo menos fracamente cimentada, tanto antes como depois do tratamento com ácido; *e*
  - e. têm um diâmetro de  $\geq 1\text{ cm}$ ;
2. espessura de  $\geq 10\text{ cm}$ .

## Identificação de campo

A identificação da sílica secundária está descrita no Anexo 1 (Capítulo 8.4.27). Os durinódulos são geralmente duros (alta resistência à penetração). Muitos durinódulos são quebradiços quando úmidos, antes e depois do tratamento com ácido.

## Informações adicionais

Os durinódulos secos não desintegram apreciavelmente na água, mas a imersão prolongada pode resultar na quebra de plaquetas muito finas e em alguma desintegração. Na seção transversal, a maioria dos durinódulos são aproximadamente concêntricos, e prolongamentos concêntricos de opala podem ser visíveis sob lentes manuais.

Se tanto a sílica quanto os carbonatos estiverem presentes como agentes cimentantes, os durinódulos só irão desintegrar se uma solução de KOH ou NaOH concentrado a quente (para dissolver a sílica) for alternada com HCl (para dissolver os carbonatos). Se os carbonatos estiverem ausentes, apenas o KOH ou o NaOH serão capazes de desintegrar os durinódulos.

## Relações com alguns outros diagnósticos

Nas regiões áridas, os horizontes dúricos ocorrem em associação com *horizontes gipsico, petrogipsico, cálcico e petrocálcico*. Um horizonte continuamente cimentado por sílica é um *horizonte petrodúrico*.

## 3.1.10 Horizonte ferrálico

### Descrição geral

Um horizonte ferrálico (do latim *ferrum*, ferro, e *alumen*, alumínio) é um horizonte subsuperficial resultante de intemperismo longo e intenso. A fração argila é dominada por argilas de baixa atividade e contém várias quantidades de minerais resistentes, como (hidr-)óxidos de Fe, Al, Mn e Ti. Pode haver um acúmulo residual acentuado de quartzo nas frações de silte ou areia.

## Critérios diagnósticos

Um horizonte ferrálico consiste em *material mineral* e:

1. tem classe textural francoarenosa ou mais fina e  $\geq 8\%$  de argila; *e*
2. tem  $< 80\%$  (em volume, em relação a todo o solo) de fragmentos grossos, concreções ou nódulos de um *horizonte pisoplínítico* ou restos de um *horizonte petroplínítico* fragmentado,  $> 2\text{mm}$ ; *e*
3. tem CTC (por NH<sub>4</sub>OAc 1 M, pH 7) de  $< 16\text{ cmol}_c\text{ kg}^{-1}$  argila; *e*
4. tem  $< 10\%$  (por contagem de grãos) de minerais facilmente intemperizáveis na fração de 0,05–0,2 mm; *e*

5. não tem *propriedades ândicas* ou *vítricas*; e
6. tem espessura de  $\geq 30$  cm.

### Identificação de campo

Os horizontes ferrálicos estão associados a formas da paisagem antigas e estáveis. A macroestrutura é moderada a fraca, mas os horizontes ferrálicos típicos apresentam uma forte microagregação. Horizontes ferrálicos ricos em óxidos de Fe (especialmente os ricos em hematita) apresentam geralmente uma classe de resistência à ruptura friável quando úmidos. O material do solo seco pressionado flui como farinha entre os dedos. Torrões de horizontes ferrálicos são geralmente de massa relativamente leve devido à baixa densidade do solo. Muitos horizontes ferrálicos emitem som oco quando batidos, indicando alta porosidade. Em alguns horizontes ferrálicos, a alta porosidade é o resultado da atividade de cupins.

Geralmente, os vazios entre os microagregados proporcionam uma elevada porosidade.

Se o horizonte ferrálico tiver menos hematita e uma cor mais amarelada, normalmente apresenta densidade do solo mais alta e uma porosidade mais baixa. É maciço ou tem uma estrutura em blocos subangulares fraca e classe de resistência à ruptura firme quando úmida.

Indicadores de iluviação de argila, como revestimentos de argila, são geralmente ausentes ou raros, assim como superfícies de compressão e outras feições de estresse. Os limites de um horizonte ferrálico são normalmente graduais a difusos, e pouca variação na cor ou na distribuição do tamanho das partículas dentro do horizonte pode ser detectada.

### Informações adicionais

Como alternativa ao critério de minerais intemperáveis, uma reserva total de bases (RTB = trocável mais mineral de cálcio [Ca], magnésio [Mg], potássio [K] e sódio [Na]) de  $< 25$  cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup> solo pode ser um indicativo.

Os horizontes ferrálicos normalmente têm  $< 10\%$  de argila dispersível em água. Ocasionalmente eles podem ter mais argila dispersível em água, mas se assim for, eles têm um  $\Delta\text{pH}$  ( $\text{pH}_{\text{KCl}} - \text{pH}_{\text{água}}$ )  $\geq 0$  ou um teor relativamente alto de carbono orgânico.

Exemplos de minerais facilmente intemperizáveis são todos os filossilicatos 2:1, cloritas, sepiolitas, paligorsquitas, alofanas, filossilicatos trioctaédricos 1:1 (serpentinas), feldspatos, feldspatóides, minerais ferromagnesianos, vidro, zeólicas, dolomita e apatita. A intenção do termo minerais intemperáveis é incluir aqueles minerais que são instáveis em climas úmidos em comparação com outros minerais, como quartzo e minerais de argila 1:1, mas que são mais resistentes ao intemperismo do que a calcita (Soil Survey Staff, 1999).

Em seções delgadas, os horizontes ferrálicos geralmente apresentam uma fábrica b indiferenciada devido ao comportamento isotrópico dos óxidos de Fe. O fundo matricial possui comumente uma microestrutura granular, com porosidade composta por poros compactados e vesiculares em forma de estrela, além de canais e câmaras devido a uma forte bioturbação.

### Relações com alguns outros diagnósticos

Alguns *horizontes árgicos* preenchem todos os critérios diagnósticos do horizonte ferrálico.

Al<sub>ox</sub>, Fe<sub>ox</sub>, Si<sub>ox</sub> em horizontes ferrálicos são muito baixos, o que os diferencia dos *horizontes nítico* e camadas com *propriedades ândicas* ou *vítricas*.

Alguns *horizontes câmbicos* têm uma CTC baixa; entretanto, a quantidade de minerais intemperizáveis ou RTB é demasiado alta para um horizonte ferrálico. Tais horizontes representam um estágio avançado de intemperismo e uma transição para o horizonte ferrálico.

Horizontes ferrálicos em solos livremente drenados de altos planaltos e montanhas em regiões tropicais e subtropicais úmidas podem ocorrer em associação com *horizontes sômbrios*.

Devido aos processos redox, os horizontes ferrálicos podem evoluir para *horizontes plínticos*. A maioria dos

*horizontes plínticos* também preenche os critérios diagnósticos de horizontes ferrálicos.

### 3.1.11 Horizonte férrico

#### Descrição geral

Um horizonte férrico (do latim *ferrum*, ferro) formou-se por processos redox, geralmente causados por água estagnada, que podem ser ativos ou relictuais, e apresenta feições redoximórficas. A segregação de Fe (ou Fe e Mn) avançou a tal ponto que feições oximórficas (massas grossas ou concreções e/ou nódulos discretos) se formaram dentro dos agregados do solo, e a matriz entre eles está em grande parte sem Fe e Mn. Eles não possuem necessariamente conteúdos altos de Fe (ou Fe e Mn), mas Fe (ou Fe e Mn) estão concentrados nas feições oximórficas. Geralmente, tal segregação leva a uma fraca agregação das partículas do solo em zonas sem Fe e Mn e a uma compactação do horizonte. Ocorre principalmente em paisagens antigas.

#### Critérios diagnósticos

Um horizonte férrico consiste em *material mineral* e:

1. consiste em um ou aum ou ambos dos seguintes:
  - a.  $\geq 15\%$  de sua área exposta ocupada por feições oximórficas em forma de massas grossas ( $> 20$  mm, comprimento médio da maior dimensão) dentro dos agregados do solo que são pretas ou têm matiz Munsell mais vermelho que 7,5YR e croma  $\geq 5$ , ambos úmidos; **ou**
  - b.  $\geq 5\%$  de sua área exposta (em relação à terra fina mais as concreções e/ou nódulos de qualquer tamanho e qualquer classe de cimentação) ocupada por feições oximórficas em forma de concreções e/ou nódulos com classe de cimentação de pelo menos fracamente cimentada, de cor avermelhada e/ou enegrecida e diâmetro  $> 2$  mm;
- e*
2. não faz parte de um *horizonte petroplíntico*, *pisoplíntico* ou *plíntico*;
- e*
3. tem espessura de  $\geq 15$  cm.

#### Relações com alguns outros diagnósticos

Em regiões tropicais ou subtropicais, os horizontes férricos podem transformar-se lateralmente em *horizontes plínticos*. Em *horizontes plínticos*, a quantidade de feições oximórficas chega a  $\geq 15\%$  (por área exposta). Além disso, em *horizontes plínticos*, um certo conteúdo de  $\text{Fe}_{\text{dcb}}$  é excedido, e/ou o horizonte muda irreversivelmente para uma camada continuamente cimentada após exposição a secas e umedecimentos repetidos com livre acesso de oxigênio. Se a quantidade de concreções e/ou nódulos com classe de cimentação de pelo menos moderadamente cimentada atingir  $\geq 40\%$  (por área exposta), é um *horizonte pisoplíntico*.

### 3.1.12 Horizonte fólico

#### Descrição geral

Um horizonte fólico (do latim *folium*, folha) consiste em um *material orgânico* em condições de boa aeração. Desenvolve-se na superfície do solo. Em alguns lugares, pode ser coberto por *material mineral*. Os horizontes fólicos ocorrem predominantemente em climas frios ou em altitudes elevadas.

#### Critérios diagnósticos

Um horizonte fólico consiste em *material orgânico* e:

1. está saturado por água por  $< 30$  dias consecutivos na maioria dos anos e não é drenado; *e*
2. tem espessura de  $\geq 10$  cm.

## Relações com alguns outros diagnósticos

O horizonte fólico tem características semelhantes ao *horizonte hístico*. No entanto, o *horizonte hístico* forma enquanto está saturado por água consecutivamente por pelo menos 30 dias na maioria dos anos, o que causa uma vegetação completamente diferente e, portanto, um caráter diferente do *material orgânico*.

O *material orgânico* diferencia o horizonte fólico de *horizontes chérnico, mólico* ou *úmbrico*, que consistem em *material mineral*. Horizontes fólicos podem mostrar *propriedades ândicas* ou *vítricas*.

### 3.1.13 Horizonte frágico

#### Descrição geral

Um horizonte frágico (do latim *fragilis*, frágil) é um horizonte subsuperficial natural, predominantemente não cimentado, com grandes agregados do solo e um padrão de porosidade tal que as raízes e a água percolada penetram no solo apenas entre esses agregados. O caráter natural exclui de pés de arado e de camadas formadas pelo tráfego de superfície.

#### Critérios diagnósticos

Um horizonte frágico consiste em *material mineral* e:

1.  $\geq 60\%$  (em volume) consiste, único ou em combinação, de agregados do solo dos tipos prismático, colunar, blocos angulares ou blocos subangulares, sem raízes grossas e com espaçamento horizontal médio (centro de agregado a centro de agregado) de  $\geq 10$  cm; *e*
2. mostra evidências de formação de solo conforme definido no critério 3 do *horizonte cámico*, pelo menos nas faces dos agregados do solo; *e*
3. os materiais do solo entre os agregados do solo e  $\geq 50\%$  do volume do solo agregado não são cimentados; *e*
4. as partes não cimentadas não cimentam após secagem e umedecimento repetidos; *e*
5. as partes agregadas não cimentadas têm uma forma de quebra frágil e uma classe de resistência à ruptura, úmida, pelo menos firme; *e*
6. tem  $< 0,5\%$  de *carbono orgânico do solo*; *e*
7. não mostra efervescência após adicionar solução de HCl 1 M; *e*
8. tem espessura de  $\geq 15$  cm.

#### Identificação de campo

Um horizonte frágico possui uma estrutura prismática e/ou em blocos. Em alguns horizontes frágicos, os agregados do solo apresentam alta densidade do solo. Em outros, as partes internas dos agregados podem ter uma porosidade total relativamente elevada, mas, como resultado da parte externa denso, não há continuidade entre os poros dentro e fora dos agregados. Entre os prismas ou os blocos angulares, encontra-se uma estrutura com agregados de grau mais fraco ou uma estrutura maciça e principalmente também uma cor de solo mais clara. O resultado é um sistema de estrutura fechada com  $\geq 60\%$  do volume do solo que não pode ser explorado pelas raízes e não é percolado pela água. As possíveis razões para a elevada densidade são: revestimentos de argila, expansão e contração, ou a pressão das raízes crescendo apenas verticalmente. É essencial que o volume de solo necessário seja inspecionado nas seções verticais e horizontais; seções horizontais geralmente revelam um padrão poligonal. Três ou quatro desses polígonos (ou um corte de até 1 m<sup>2</sup>) são suficientes para testar a base volumétrica para a definição do horizonte frágico.

Os horizontes frágicos são geralmente de textura média, mas texturas areia franca e argilosas não são excluídas. Neste último caso, a mineralogia da argila é predominantemente caulinítica.

Os agregados geralmente têm uma resistência à penetração de  $\geq 4$  MPa na capacidade de campo.

O horizonte frágico apresenta pouca atividade de fauna, exceto ocasionalmente entre os agregados.

### Relações com alguns outros diagnósticos

Um horizonte frágico pode estar subjacente (mas não necessariamente diretamente) a um *horizonte álbico*, *câmbico*, *espódico* ou *árgico*, a menos que o solo tenha sido truncado. Pode coincidir parcial ou completamente com um *horizonte árgico*, e se assim for, o horizonte frágico pode mostrar *propriedades ródicas* ou *glossas albelúvicas*. Muitos horizontes frágicos têm *condições redutoras* e *propriedades estágnicas*.

Ao contrário dos horizontes frágicos, *horizontes plínticos* cimentam após secagem e umedecimento repetidos. Ao contrário dos horizontes frágicos, muitos outros horizontes que restringem as raízes são cimentados.

## 3.1.14 Horizonte gípsico

### Descrição geral

Um horizonte gípsico (do grego *gypsos*, gesso) é um horizonte não cimentado contendo acumulações de gesso secundário ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) em várias formas. Pode ser um horizonte superficial ou subsuperficial.

### Critérios diagnósticos

Um horizonte gípsico consiste em *material mineral* e:

1. tem  $\geq 5\%$  de gesso (em relação à terra fina mais as concentrações de gesso secundário de qualquer tamanho e qualquer classe de cimentação);  
*e*
2. tem um ou ambos dos seguintes:
  - a. atende aos critérios diagnósticos de *propriedades protogíspicas*; *ou*
  - b. teor de gesso  $\geq 5\%$  maior (valor absoluto, em relação à terra fina mais as concentrações de gesso secundário de qualquer tamanho e qualquer classe de cimentação) do que o da camada subjacente e sem *descontinuidade lítica* entre as duas camadas;  
*e*
3. tem o produto de espessura (em centímetros) pelo teor de gesso (porcentagem, em massa) de  $\geq 150$ ;  
*e*
4. não faz parte de um *horizonte petrogípsico*;  
*e*
5. tem espessura de  $\geq 15$  cm.

### Identificação de campo

O modo de reconhecer o gesso secundário está descrito no Anexo 1 (Capítulo 8.4.26). A acumulação pode ser de forma distinta ou semelhante ao aspecto de farinha. Este último confere ao horizonte gípsico uma estrutura maciça.

Os cristais de gesso podem ser visualmente confundidos com quartzo. O gesso é macio e pode ser facilmente arranhado com a faca ou quebrado entre a unha do polegar e o indicador. O quartzo é duro e não pode ser quebrado, exceto com o uso do martelo.

### Informações adicionais

O procedimento recomendado para determinação de gesso em laboratório (Anexo 2, Capítulo 9.10) também extrai anidrita, que é considerada principalmente primária.

A análise de seções delgadas é útil para estabelecer a presença de gesso secundário, como pedofeições gíspicas individuais ou como acumulações generalizadas na massa fundamental.

Se a acumulação de gesso se tornar tal que toda ou a maior parte da estrutura do solo e/ou da rocha

desapareça e prevaleçam concentrações contínuas de gesso, o qualificador *Hypergypsic* é usado.

### **Relações com alguns outros diagnósticos**

Quando os horizontes gíspicos se cimentam continuamente, ocorre a transição para o *horizonte petrogíspico* que pode ter estrutura maciça ou laminar. Um horizonte gíspico e um *horizonte petrogíspico* podem se sobrepor. Acumulações de gesso secundário, não enquadradas no horizonte gíspico, podem atender aos critérios diagnósticos de *propriedades protogíspicas*, que também são atendidos pela maioria dos horizontes gíspicos. *Material gipsírico* inclui gesso primário.

Em regiões secas, os horizontes gíspicos podem estar associados a *horizontes cárlico* e/ou *sálico*. *Horizontes cárlicos* e os gíspicos geralmente ocupam posições distintas no perfil do solo, pois a solubilidade do carbonato de cálcio é menor que a do gesso. Eles normalmente podem ser claramente distinguidos uns dos outros pela morfologia (ver *horizonte cárlico*). *Horizontes sálicos* e os gíspicos também ocupam posições diferentes no perfil devido às diferentes solubilidades.

## **3.1.15 Horizonte hístico**

### **Descrição geral**

Um horizonte hístico (do grego *histos*, tecido) consiste em *material orgânico* formado em condições de má aeração. Desenvolve-se na superfície do solo. Em alguns lugares, pode ser coberto por *material mineral*.

### **Critérios diagnósticos**

Um horizonte hístico consiste em *material orgânico* e:

1. está saturado por água por  $\geq 30$  dias consecutivos na maioria dos anos ou é drenado; *e*
2. tem espessura de  $\geq 10$  cm.

### **Relações com alguns outros diagnósticos**

Os horizontes hísticos têm características semelhantes ao *horizonte fólico*. No entanto, o *horizonte fólico* fica consecutivamente saturado por água por menos de trinta dias na maioria dos anos, o que causa uma vegetação completamente diferente e, portanto, um caráter diferente do *material orgânico*. Horizontes hísticos podem mostrar *propriedades ândicas* ou *vítricas*.

## **3.1.16 Horizonte hórtico**

### **Descrição geral**

Um horizonte hórtico (do latim *hortus*, jardim) é um horizonte mineral superficial criado pelas atividades humanas de cultivo profundo, fertilização intensiva e/ou aplicação prolongada de dejetos humanos e animais e outros restos orgânicos (por exemplo, esterco, lixo de cozinha, composto e excrementos humanos).

### **Critérios diagnósticos**

Um horizonte hórtico é um horizonte superficial que consiste em *material mineral* e tem:

1. valor Munsell e croma  $\leq 3$ , úmidos; *e*
2.  $\geq 1\%$  de *carbono orgânico do solo*; *e*
3.  $\geq 120 \text{ mg kg}^{-1} \text{ P}$  no extrato Mehlich-3 nos primeiros 20 cm; *e*
4. saturação por bases (em  $\text{NH}_4\text{OAc } 1 \text{ M}$ , pH 7) de  $\geq 50\%$ ; *e*
5.  $\geq 25\%$  (por área exposta, média ponderada) de poros animais, coprólitos ou outros vestígios de atividade animal no solo; *e*
6. espessura de  $\geq 20$  cm.

## Identificação de campo

O horizonte hórtico é completamente misturado. Cacos de cerâmica e outros *artefatos* são comuns, embora frequentemente desgastados. Marcas de cultivo do solo ou evidências de mistura do solo podem estar presentes.

## Informações adicionais

120 mg kg<sup>-1</sup> P no extrato Mehlich-3 corresponde aproximadamente a 43,6 mg kg<sup>-1</sup> P ou 100 mg kg<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> no extrato de Olsen (Kabała et al., 2018), que era o requisito nas edições anteriores do WRB.

## Relações com alguns outros diagnósticos

Alguns horizontes hórticos também podem preencher os critérios diagnósticos de um *horizonte prético, terrico, mólico* ou *chérnico*.

### 3.1.17 Horizonte hidrárgico

#### Descrição geral

Um horizonte hidrárgico (do grego *hydor*, água, e latim *ager*, campo) é um horizonte subsuperficial que resulta do cultivo de lavouras com alagamento.

#### Critérios diagnósticos

Um horizonte hidrárgico consiste em *material mineral* e:

1. é sobreposto por um *horizonte antráquico*;  
*e*
2. consiste em um ou mais sub-horizontes e cada um deles tem um ou mais dos seguintes:
  - a. feições reductimórficas com valor Munsell  $\geq 4$  e croma  $\leq 2$ , ambos úmidos, ao redor dos bioporos;  
*ou*
  - b.  $\geq 15\%$  (por área exposta, em relação à terra fina mais as feições oximórficas de qualquer tamanho e qualquer classe de cimentação) de feições oximórficas que:
    - i. estão predominantemente dentro dos agregados do solo; *e*
    - ii. tem matiz Munsell  $\geq 2,5$  unidades mais vermelho e croma  $\geq 1$  unidade mais alto, úmidos, do que o material circundante;  
*ou*
  - c.  $\geq 15\%$  (por área exposta, em relação à terra fina mais as feições oximórficas de qualquer tamanho e qualquer classe de cimentação) de feições oximórficas que:
    - i. estão predominantemente nas paredes dos bioporos e, se estiverem presentes agregados do solo, predominantemente nas superfícies dos agregados ou adjacentes a elas; *e*
    - ii. tem matiz Munsell  $\geq 2,5$  unidades mais vermelho e croma  $\geq 1$  unidade mais alto, úmidos, do que o material circundante;  
*ou*
  - d.  $F_{deb} \geq 1,5$  vezes e/ou  $Mn_{deb} \geq 3$  vezes a média ponderada da camada alagada do sobrejacente *horizonte antráquico*;  
*e*
3. tem espessura de  $\geq 10$  cm.

#### Identificação de campo

O horizonte hidrárgico ocorre abaixo do pé de arado de um *horizonte antráquico*. As características listadas como parte do critério diagnóstico 2 raramente ocorrem juntas no mesmo sub-horizonte, mas são comumente distribuídas por vários sub-horizontes. Os principais sub-horizontes têm feições reductimórficas em poros

com matiz Munsell de 2,5Y ou mais amarelo e croma  $\leq 2$ , ambos úmidos, e/ou concentrações de óxidos de Fe e/ou Mn dentro dos agregados do solo como resultado de condições oxidantes. Geralmente apresenta revestimentos cinzentos nas superfícies dos agregados do solo, consistindo em argila, silte fino e matéria orgânica.

### Informações adicionais

O manganês e/ou ferro reduzido desce lentamente através do pé de arado do *horizonte antráquico* sobrejacente para o horizonte hidrárgico; o manganês tende a se mover mais profundamente que o ferro. Dentro do horizonte hidrárgico, o manganês e o ferro migram para o interior dos agregados do solo, onde são oxidados. Na parte inferior, os sub-horizontes podem ser influenciados por água subterrânea.

### Relações com alguns outros diagnósticos

O horizonte hidrárgico está subjacente a um *horizonte antráquico*.

## 3.1.18 Horizonte irrágico

### Descrição geral

Um horizonte irrágico (do latim *irrigare*, irrigar, e *ager*, campo) é um horizonte superficial mineral que se acumula gradualmente através da aplicação contínua de água de irrigação com quantidades substanciais de sedimentos, muitas vezes incluindo *artefatos* e uma quantidade significativa de matéria orgânica.

### Critérios diagnósticos

Um horizonte irrágico é um horizonte superficial que consiste em *material mineral* e:

1. tem, único ou em combinação, em  $\geq 90\%$  (em volume):
  - a. estrutura do solo com agregados; *ou*
  - b. estrutura de torrões ou outros elementos estruturais formados por práticas agrícolas; *e*
2. tem um ou ambos dos seguintes:
  - a. teor de argila  $\geq 10\%$  (valor relativo) e  $\geq 3\%$  (valor absoluto) maior ao da camada diretamente soterrada pelo horizonte irrágico; *ou*
  - b. teor de argila fina  $\geq 10\%$  (valor relativo) e  $\geq 3\%$  (valor absoluto) maior ao da camada diretamente soterrada pelo horizonte irrágico; *e*
3. tem diferenças no teor de areia média, teor de areia fina, teor de areia muito fina, teor de silte, teor de argila e teor de carbonatos de  $< 20\%$  (valor relativo) ou  $< 4\%$  (valor absoluto) entre sub-horizontes; *e*
4. tem ambos os seguintes:
  - a.  $\geq 0,3\%$  de *carbono orgânico do solo*; *e*
  - b. uma média ponderada de  $\geq 0,5\%$  de *carbono orgânico do solo*; *e*
5. tem  $\geq 25\%$  (por área exposta, média ponderada) de poros animais, coprólitos ou outros vestígios de atividade animal no solo; *e*
6. mostra evidências de que a superfície do terreno foi elevada; *e*
7. tem espessura de  $\geq 20$  cm.

## Identificação de campo

Solos com horizonte irrágico apresentam evidências de elevação da superfície, que podem ser inferidas a partir de observações de campo ou de registros históricos. O horizonte irrágico mostra evidências de considerável atividade animal. O limite inferior é claro; e depósitos de irrigação ou solos enterrados podem estar presentes abaixo.

## Relações com alguns outros diagnósticos

Devido à lavoura contínua, os horizontes irrágicos carecem da estratificação contínua de *material flúvico*. Alguns horizontes irrágicos também podem ser qualificados como *horizontes mólico* ou *úmbrico*, dependendo da saturação por bases.

### 3.1.19 Horizonte limônico

#### Descrição geral

Um horizonte limônico (do grego *leimon*, prado) se desenvolve em camadas com *propriedades gleicas* e feições oximórficas. O Fe e/ou Mn reduzidos movem-se para cima com a ascensão de água subterrânea, são oxidados e acumulam-se de tal forma que pelo menos algumas partes das zonas de acumulação são cimentadas. É tradicionalmente chamado de ferro pantanoso.

#### Critérios diagnósticos

Um horizonte limônico:

1. tem  $\geq 50\%$  (por área exposta, em relação à terra fina mais as feições oximórficas de qualquer tamanho e qualquer classe de cimentação) de feições oximórficas que
  - a. são pretas, rodeado por material de cor mais clara; **ou**
  - b. tem matiz Munsell  $\geq 2,5$  unidades mais vermelho e croma  $\geq 1$  unidade mais alto, úmidos, do que o material circundante; **ou**
  - c. tem matiz Munsell  $\geq 2,5$  unidades mais vermelho e croma  $\geq 1$  unidade mais alto, úmidos, do que a matriz da camada diretamente subjacente;  
**e**
2. as feições oximórficas são um ou ambos dos seguintes:
  - a. predominantemente nas (antigas) paredes dos bioporos e, se agregados do solo estiverem ou estiveram presentes, predominantemente nas (antigas) superfícies dos agregados ou adjacentes a elas;  
**ou**
  - b. subjazidas por uma camada com  $\geq 95\%$  (por área exposta) de feições reductimórficas que têm as seguintes cores Munsell, úmidas:
    - i. matiz de N, 10Y, GY, G, BG, B ou PB; **ou**
    - ii. matiz de 2,5Y ou 5Y e croma  $\leq 2$ ;  
**e**
3. é cimentado com classe de cimentação de pelo menos moderadamente cimentada em  $\geq 25\%$  (em volume, em relação à terra fina mais as feições oximórficas de qualquer tamanho e qualquer classe de cimentação);  
**e**
4. tem  $\geq 2,5\%$  de  $\text{Fe}_{\text{deb}} + \text{Mn}_{\text{deb}}$  (em relação à terra fina mais as feições oximórficas de qualquer tamanho e qualquer classe de cimentação);  
**e**
5. tem espessura de  $\geq 2,5$  cm.

## Identificação de campo

Os horizontes limônicos apresentam as características típicas de camadas com *propriedades gleicas* e feições oximórficas. Além disso, eles são pelo menos parcialmente cimentados.

## Relações com alguns outros diagnósticos

Os horizontes limônicos desenvolvem-se em camadas com *propriedades gleicas* e feições oximórficas. O processo de ascensão de água subterrânea pode ser ativo ou relictual. Os horizontes limônicos diferem de *horizontes tsitélicos*, que não são cimentados e, se tiverem textura fina, apresentam baixa densidade do solo. Horizontes limônicos, especialmente se com óxidos de Mn, podem assemelhar-se a *horizontes espódicos*, mas normalmente não possuem a translocação de Al necessária para *horizontes espódicos*. No entanto, os horizontes limônicos podem coincidir com *horizontes espódicos*, especialmente com a parte inferior do *horizonte espódico*.

### 3.1.20 Horizonte mólico

#### Descrição geral

Um horizonte mólico (do latim *mollis*, macio) é um horizonte superficial relativamente espesso, de cor escura, com alta saturação por bases e teor moderado a alto de matéria orgânica.

#### Critérios diagnósticos

Um horizonte mólico é um horizonte superficial que consiste em *material mineral* e tem:

1. único ou em combinação, em  $\geq 50\%$  (em volume):
  - a. estrutura do solo com agregados com tamanho médio de  $\leq 10$  cm; **ou**
  - b. estrutura de torrões ou outros elementos estruturais formados por práticas agrícolas; **e**
2.  $\geq 0,6\%$  de *carbono orgânico do solo*;  
**e**
3. um dos seguintes:
  - a. em  $\geq 90\%$  da área exposta de todo o horizonte ou dos sub-horizontes abaixo de qualquer camada arada, valor Munsell  $\leq 3$ , úmido, e  $\leq 5$ , seco, e croma  $\leq 3$ , úmido;  
**ou**
  - b. todos os seguintes:
    - i. soma de equivalente de carbonato de cálcio e gesso de  $\geq 15$  e  $< 40\%$ ; **e**
    - ii. em  $\geq 90\%$  da área exposta de todo o horizonte ou dos sub-horizontes abaixo de qualquer camada arada, valor Munsell  $\leq 3$  e croma  $\leq 3$ , ambos úmidos; **e**
    - iii.  $\geq 1\%$  de *carbono orgânico do solo*;  
**ou**
  - c. todos os seguintes:
    - i. soma de equivalente de carbonato de cálcio e gesso de  $\geq 40\%$  e/ou classe textural areia franca ou mais grossa; **e**
    - ii. em  $\geq 90\%$  da área exposta de todo o horizonte ou dos sub-horizontes abaixo de qualquer camada arada, valor Munsell  $\leq 5$  e croma  $\leq 3$ , ambos úmidos; **e**
    - iii.  $\geq 2,5\%$  de *carbono orgânico do solo*;  
**e**
4. se estiver presente uma camada que corresponda ao material de origem do horizonte mólico e que tenha valor Munsell  $\leq 4$ , úmido,  $\geq 0,6\%$  (valor absoluto) mais *carbono orgânico do solo* do que esta camada;
5. saturação por bases (em  $\text{NH}_4\text{OAc}$  1 M, pH 7) de  $\geq 50\%$  em média ponderada;

*e*

6. espessura de um dos seguintes:

- a.  $\geq 10$  cm se estiver diretamente sobreposto a *rocha contínua, material duro técnico ou um horizonte crílico, petrocálcico, petrodúrico, petrogísico ou petroplíntico; ou*
- b.  $\geq 20$  cm.

### Identificação de campo

Um horizonte mólico pode ser facilmente identificado pela sua cor escura, causada pelo acúmulo de matéria orgânica, na maioria dos casos estrutura bem desenvolvida (geralmente estrutura granular ou em blocos subangulares), uma indicação de alta saturação por bases (por exemplo,  $\text{pH}_{\text{água}} > 6$ ) e sua espessura.

### Relações com alguns outros diagnósticos

A saturação por bases  $\geq 50\%$  separa o horizonte mólico do *horizonte úmbrico*, que é semelhante. O limite superior do conteúdo de *carbono orgânico do solo* é de 20%, que é o limite inferior para *material orgânico*. Um tipo especial de horizonte mólico é o *horizonte chérnico*. Requer um maior teor de *carbono orgânico do solo*, menor croma, estrutura do solo melhor desenvolvida, teor mínimo de terra fina e maior espessura mínima.

Alguns *horizontes hórticos, irrágicos, préticos ou térricos* também podem ser qualificados como horizontes mólicos.

## 3.1.21 Horizonte nátrico

### Descrição geral

Um horizonte nátrico (do árabe *natrun*, sal) é um horizonte subsuperficial denso com um teor de argila nitidamente maior do que no(s) horizonte(s) sobrejacente(s). Possui alto teor de Na trocável e, em alguns casos, teor relativamente alto de Mg trocável.

### Critérios diagnósticos

Um horizonte nátrico consiste em *material mineral* e:

1. tem classe textural areia franca ou mais fina e  $\geq 8\%$  de argila;  
*e*
2. um ou ambos dos seguintes:
  - a. tem uma camada sobreposta de textura mais grossa com todos os seguintes:
    - i. a camada de textura mais grossa não está separada do horizonte nátrico por uma *descontinuidade lítica*; *e*
    - ii. se a camada de textura mais grossa se sobrepõe diretamente ao horizonte nátrico, sua subcamada mais inferior não faz parte de uma camada arada; *e*
    - iii. se a camada de textura mais grossa não se sobrepõe diretamente ao horizonte nátrico, o horizonte de transição entre a camada de textura mais grossa e o horizonte nátrico tem uma espessura de  $\leq 15$  cm; *e*
    - iv. se a camada de textura mais grossa tiver  $< 15\%$  de argila, o horizonte nátrico tem  $\geq 6\%$  (valor absoluto) mais argila; *e*
    - v. se a camada de textura mais grossa tiver  $\geq 15$  e  $< 50\%$  de argila, a proporção de argila no horizonte nátrico em relação à camada de textura mais grossa é  $\geq 1,4$ ; *e*
    - vi. se a camada de textura mais grossa tiver  $\geq 50\%$  de argila, o horizonte nátrico tem  $\geq 20\%$  (valor absoluto) mais argila;
  - ou*
  - b. tem evidência de argila iluvial em uma ou mais das seguintes formas:

- i. pontes de argila conectando  $\geq 15\%$  dos grãos de areia; **ou**
  - ii. revestimentos de argila cobrindo  $\geq 15\%$  das superfícies dos agregados do solo, fragmentos grossos e/ou paredes dos bioporos; **ou**
  - iii. em seções delgadas, corpos argilosos orientados (puros ou intercalados com camadas de silte) que constituem  $\geq 1\%$  da seção e que não foram transportados lateralmente após terem sido formados; **ou**
  - iv. uma proporção de argila fina para argila total no horizonte nátrico maior em  $\geq 1,2$  vezes do que a proporção na camada sobrejacente de textura mais grossa;
- e**
3. tem um ou mais dos seguintes:
- a. uma estrutura colunar ou prismática em algumas partes do horizonte;
- ou**
- b. ambos os seguintes:
    - i. uma estrutura em blocos angulares ou subangulares; **e**
    - ii. penetrações de uma camada sobrejacente de textura mais grossa, na qual há grãos de areia e/ou de silte grosso não revestidos, estendendo-se  $\geq 2,5$  cm no horizonte nátrico;
- e**
4. tem um dos seguintes:
- a. porcentagem de Na trocável (PST)  $\geq 15$  em todo o horizonte nátrico ou em seus 40 cm superiores, o que for mais raso;
- ou**
- b. ambos os seguintes:
    - i. Mg mais Na trocável é maior do que Ca mais acidez de troca (tamponada em pH 8,2) em todo o horizonte nátrico ou em seus 40 cm superiores, o que for mais raso; **e**
    - ii. porcentagem de Na trocável (PST)  $\geq 15$  em algum sub-horizonte começando  $\leq 50$  cm abaixo do limite superior do horizonte nátrico;
- e**
5. tem espessura de um décimo ou mais da espessura do *material mineral* sobrejacente, se presente, e um dos seguintes:
- a.  $\geq 7,5$  cm (se composto por lamelas: espessura combinada dentro de 50 cm do limite superior da lamela superior) se o horizonte nátrico tiver classe textural francoarenosa ou mais fina; **ou**
  - b.  $\geq 15$  cm (se composto por lamelas: espessura combinada dentro de 50 cm do limite superior da lamela superior).

### Identificação de campo

A cor de muitos horizontes nátricos varia do marrom ao preto, principalmente na parte superior, mas também podem ser encontradas cores mais claras ou amarelas ao vermelho. A estrutura é geralmente colunar grossa ou prismática grossa, em alguns pontos em blocos. Os topos arredondados dos agregados são característicos. Em muitos casos, são cobertos por um pó esbranquiçado proveniente do horizonte eluvial sobrejacente. Tanto a cor como as características estruturais dependem da composição dos cátions trocáveis e do teor de sais solúveis nas camadas subjacentes. Frequentemente ocorrem revestimentos de argila espessos e de cor escura, especialmente na parte superior do horizonte. Muitos horizontes nátricos apresentam fraca estabilidade dos agregados do solo e permeabilidade muito baixa em condições úmidas. Quando seco, a classe de resistência à ruptura do horizonte nátrico é no mínimo dura. A reação do solo é comumente fortemente alcalina com  $\text{pH}_{\text{água}}$  de  $\geq 8,5$ .

### Informações adicionais

Outra medida para caracterizar o horizonte nátrico é a razão de adsorção de sódio (RAS), que é  $\geq 13$ . A RAS

é calculada a partir de dados de solução do solo ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  dado em  $\text{mmol}_\circ/\text{litro}$ ):  $\text{RAS} = \text{Na}^+ / [(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})/2]^{0,5}$ .

Em estudos micromorfológicos, os horizontes nátricos apresentam uma estrutura específica. A baixa estabilidade estrutural é demonstrada por sistema de poros com muitos poros irregulares. As feições pedológicas consistem em capeamentos, revestimentos e preenchimentos laminados de argila e silte; intercalações de argila e fragmentos de revestimentos de argila no fundo matricial devido ao colapso parcial das estruturas.

### Relações com alguns outros diagnósticos

O horizonte superficial pode ser rico em matéria orgânica, ter uma espessura de alguns centímetros a  $> 25$  cm e pode ser um *horizonte mólico* ou *chérnico*. Um *horizonte álbico* pode estar presente entre a superfície e o horizonte nátrico.

Frequentemente, uma camada afetada pelo sal ocorre abaixo do horizonte nátrico. A influência do sal pode estender-se até o horizonte nátrico, que também se torna salino. Os sais presentes podem ser cloretos, sulfatos ou carbonatos/bicarbonatos.

O alto PST da parte húmus-iluvial do horizonte nátrico o separa do *horizonte sômbrico*.

## 3.1.22 Horizonte nítico

### Descrição geral

Um horizonte nítico (do latim *nitidus*, brilhante) é um horizonte subsuperficial rico em argila. Possui estrutura em blocos moderada a fortemente desenvolvida, quebrando-se em elementos poliédricos ou de bordas planas com muitas feições de estresse brilhantes.

### Critérios diagnósticos

Um horizonte nítico consiste em *material mineral* e:

1. tem  $\geq 30\%$  de argila;  
*e*
2. tem, único ou em combinação:
  - a. estrutura em blocos angulares ou subangulares moderada a forte, quebrando-se em estrutura de segundo nível que é poliédrica ou de borda plana com feições de estresse (superfícies brilhantes) em  $\geq 25\%$  das superfícies dos agregados do solo da estrutura de segundo nível; **ou**
  - b. estrutura poliédrica com feições de estresse (superfícies brilhantes) em  $\geq 25\%$  das superfícies dos agregados do solo;  
*e*
3. tem todos os seguintes:
  - a.  $\geq 4\%$  de  $\text{Fe}_{\text{dcb}}$  (“ferro livre”); *e*
  - b.  $\geq 0,2\%$  de  $\text{Fe}_{\text{ox}}$  (“ferro ativo”); *e*
  - c. razão entre  $\text{Fe}_{\text{ox}}$  e  $\text{Fe}_{\text{dcb}}$  de  $\geq 0,05$ ;  
*e*
4. não faz parte de um *horizonte plíntico*;  
*e*
5. tem espessura de  $\geq 30$  cm.

### Identificação de campo

Um horizonte nítico tem  $\geq 30\%$  de argila, mas pode ter sensação de textura franca. Pouca diferença no teor de argila em comparação com o horizonte sobrejacente e subjacente e uma distinção gradual ou difusa dos limites do horizonte são típicas. Da mesma forma, não há diferença abrupta de cor em comparação com os

horizontes diretamente acima e abaixo. As cores são de baixo valor, com matiz geralmente 2,5YR, úmido, mas às vezes mais vermelho ou amarelo. A estrutura é em blocos moderada a forte, quebrando-se em elementos poliédricos ou de bordas planas mostrando feições de estresse brilhantes. Além disso, podem ser encontrados revestimentos de argila. Os horizontes níticos não mostram *condições redutoras* mas podem apresentar feições oximórficas relictuais, por exemplo, concreções e nódulos de óxidos de Fe e Mn.

### Informações adicionais

Em muitos horizontes níticos, a CTC (em  $\text{NH}_4\text{OAc}$  1 M, pH 7) é  $<36 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$  argila, ou mesmo  $< 24 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$  argila. A soma das bases trocáveis (por  $\text{NH}_4\text{OAc}$  1 M, pH 7) mais Al trocável (por  $\text{KCl}$  1 M, não tamponado) é cerca de metade da CTC. A CTC moderada a baixa reflete a dominância de minerais de argila 1:1 (caulinita e/ou [meta-]halloysita). Muitos horizontes níticos têm proporção de argila dispersa em água para argila total de  $<0,1$ . Através do microscópio, a fábrica birrefringente pode ser estriada. Os revestimentos de argila, se presentes, normalmente formam revestimentos finos ao redor dos agregados ou podem ser incorporados no fundo matricial.

### Relações com alguns outros diagnósticos

O horizonte nítico pode ser considerado como um *horizonte câmbico* fortemente expresso com propriedades específicas, como uma grande quantidade de ferro extraível por oxalato (ativo). Os horizontes níticos podem apresentar revestimentos de argila e podem satisfazer os requisitos de um *horizonte árgico*, embora o teor de argila no horizonte nítico não seja muito maior do que no horizonte sobrejacente. Sua mineralogia (caulinítica/[meta]halloysítica) a diferencia da maioria dos *horizontes vérticos*, que possuem mineralogia predominantemente esmectítica e geralmente ocorrem em climas com estação seca mais pronunciada. No entanto, os horizontes níticos podem graduar-se lateralmente em *horizontes vérticos* em posições mais baixas da paisagem. A estrutura do solo bem expressa, a elevada quantidade de ferro extraível por oxalato e, em alguns casos, a CTC intermediária em horizontes níticos os diferenciam de *horizonte ferrálicos*. Os horizontes níticos diferem fortemente de *horizontes coesicos*, que também podem ser ricos em argila. Horizontes níticos em solos livremente drenados de altos planaltos e montanhas em regiões tropicais e subtropicais úmidas podem ocorrer em associação com *horizontes sômbrios*.

## 3.1.23 Horizonte panpaico

### Descrição geral

Um horizonte panpaico (do quíchua *p'anpay*, enterrar) é um horizonte superficial mineral enterrado com uma quantidade significativa de matéria orgânica formada antes de ter sido enterrado. É considerado um horizonte diagnóstico, embora o processo de soterramento seja um processo geológico e não um processo formador de solo.

### Critérios diagnósticos

Um horizonte panpaico é um horizonte superficial enterrado que consiste em *material mineral* e tem:

1.  $\geq 0,2\%$  de *carbono orgânico do solo*; *e*
2. teor de *carbono orgânico do solo*  $\geq 25\%$  (valor relativo) e  $\geq 0,2\%$  (valor absoluto) maior que na camada sobrejacente; *e*
3. *descontinuidade lítica* no seu limite superior; *e*
4. espessura de  $\geq 5 \text{ cm}$ .

### Relações com alguns outros diagnósticos

Alguns horizontes panpaicos também atendem aos critérios dos *horizontes chérnico*, *mólico* ou *úmbrico*. Eles diferem do *horizonte sômbrio* por esse não ter *descontinuidade lítica* no seu limite superior. Um

horizonte panpaico pode fazer parte de camadas de *material flúvico*.

### 3.1.24 Horizonte petrocálcico

#### Descrição geral

Um horizonte petrocálcico (do grego *petros*, rocha, e latim *calx*, cal) é cimentado por carbonato de cálcio e, em alguns lugares, também por carbonato de magnésio. É de natureza maciça ou laminar e tem uma resistência à penetração muito alta.

#### Critérios diagnósticos

Um horizonte petrocálcico consiste em *material mineral* e:

1. é fortemente calcário ou extremamente calcário como mostrado por efervescência depois de adicionar uma solução de HCl 1M;  
*e*
2. é cimentado, pelo menos parcialmente por carbonatos secundários, com classe de cimentação de pelo menos moderadamente cimentada;  
*e*
3. é contínuo na medida em que as fraturas verticais, se presentes, têm espaçamento horizontal médio  $\geq 10$  cm e ocupam  $< 20\%$  (em volume, em relação a todo o solo);  
*e*
4. não tem raízes grossas, exceto, se presentes, ao longo das fraturas verticais;  
*e*
5. tem espessura de uma das seguintes
  - a.  $\geq 1$  cm se for laminar e repousar diretamente sobre *rocha contínua*; **ou**
  - b.  $\geq 10$  cm.

#### Identificação de campo

Os horizontes petrocálcicos ocorrem como calcrete não laminar (maciço ou nodular) ou como calcrete laminar, dos quais os seguintes tipos são os mais comuns:

*Calcrete laminar*: camadas sobrepostas, separadas e petrificadas, variando em espessura de alguns milímetros a vários centímetros. A cor geralmente é branca ou rosa.

*Calcrete laminar petrificado*: uma ou várias camadas extremamente petrificadas, de cor cinza ou rosa. Eles são geralmente mais cimentados que o calcrete laminar e muito maciços (sem estruturas laminares finas, mas podem estar presentes estruturas laminares grossas).

Os poros não capilares nos horizontes petrocálcicos são preenchidos, e a condutividade hidráulica é moderadamente lenta a muito lenta.

#### Relações com alguns outros diagnósticos

Em regiões áridas, horizontes petrocálcicos podem ocorrer em associação com *horizontes (petro-)dúricos*, nos quais eles podem se gradar lateralmente. O agente cimentante diferencia o horizonte petrocálcico e os *horizontes (petro-)dúricos*. Nos horizontes petrocálcicos, o carbonato de cálcio e algum carbonato de magnésio constituem o principal agente cimentante, enquanto alguma sílica acessória pode estar presente. Em *horizontes (petro-)dúricos*, a sílica é o principal agente cimentante, com ou sem carbonato de cálcio. Horizontes petrocálcicos também ocorrem em associação com *horizontes gipsico* ou *petrogipsico*. Horizontes com acumulação significativa de carbonatos secundários sem cimentação contínua qualificam-se como *horizontes cárpicos*.

### 3.1.25 Horizonte petrodúrico

#### Descrição geral

Um horizonte petrodúrico (do grego *petros*, rocha, e latim *durus*, duro), também conhecido como duripan (Estados Unidos) ou dorbank (África do Sul), é um horizonte subsuperficial, geralmente de cor avermelhada ou marrom avermelhada, que é cimentado principalmente por sílica secundária iluvial ( $\text{SiO}_2$ , presumivelmente opala e formas microcristalinas de sílica). O carbonato de cálcio pode estar presente como agente cimentante suplementar.

#### Critérios diagnósticos

Um horizonte petrodúrico consiste em *material mineral* e:

1. tem  $\geq 1\%$  (por área exposta, em relação à terra fina mais as acumulações de sílica secundária de qualquer tamanho e qualquer classe de cimentação) de acumulações de sílica secundária visível;  
*e*
2. ambos os seguintes:
  - a. quando seco ao ar,  $< 50\%$  (em volume) desintegram em  $\text{HCl}$  1 M, mesmo após imersão prolongada;
  - b. quando seco ao ar,  $\geq 50\%$  (em volume) desintegram em  $\text{KOH}$  concentrado a quente ou  $\text{NaOH}$  concentrado a quente, pelo menos se alternar com  $\text{HCl}$  1 M;*e*
3. é cimentado, pelo menos parcialmente por sílica secundária, com classe de cimentação de pelo menos fracamente cimentada, tanto antes como depois do tratamento com ácido;  
*e*
4. é contínuo na medida em que as fraturas verticais, se presentes, têm espaçamento horizontal médio  $\geq 10\text{ cm}$  e ocupam  $< 20\%$  (em volume, em relação a todo o solo);  
*e*
5. não tem raízes grossas, exceto, se presentes, ao longo das fraturas verticais;  
*e*
6. tem espessura de  $\geq 1\text{ cm}$ .

#### Identificação de campo

A identificação da sílica secundária está descrita no Anexo 1 (Capítulo 8.4.27). Efervescência após aplicação do  $\text{HCl}$  1 M pode ocorrer, mas geralmente não é tão nítida como em *horizontes petrocálcicos*, que parecem semelhantes. Em ambientes muito secos, os horizontes petrodúricos comumente são laminares. Em ambientes menos secos, as fraturas verticais são mais comuns. Geralmente tem alta resistência à penetração.

#### Informações adicionais

Se tanto a sílica quanto os carbonatos estiverem presentes como agentes cimentantes, o horizonte petrodúrico só irá desintegrar se solução de  $\text{KOH}$  ou  $\text{NaOH}$  concentrado a quente (para dissolver a sílica) for alternada com  $\text{HCl}$  (para dissolver os carbonatos). Se os carbonatos estiverem ausentes, apenas o  $\text{KOH}$  ou o  $\text{NaOH}$  serão capazes de desintegrar o horizonte petrodúrico.

#### Relações com alguns outros diagnósticos

Em climas áridos, os horizontes petrodúricos podem ocorrer em associação com *horizontes petrocálcicos*, nos quais eles podem se gradar lateralmente, e/ou ocorrer em conjunto com *horizontes cálcico* ou *gáspico*. Restos de um horizonte petrodúrico ou durinódulos constituem um *horizonte dírico*. Os horizontes petrodúricos podem desenvolver-se a partir de cinzas vulcânicas e podem ser recobertos por camadas com *propriedades ândicas* ou *víticas*.

### 3.1.26 Horizonte petrogípsico

#### Descrição geral

Um horizonte petrogípsico (do grego *petros*, rocha, e *gypsos*, gesso) é um horizonte cimentado contendo acumulações de gesso secundário ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ).

#### Critérios diagnósticos

Um horizonte petrogípsico consiste em *material mineral* e:

1. tem  $\geq 40\%$  de gesso (em relação à terra fina mais as acumulações de gesso secundário de qualquer tamanho e qualquer classe de cimentação); *e*
2. tem  $\geq 1\%$  (por área exposta) de gesso secundário visível; *e*
3. é cimentado, pelo menos parcialmente, por gesso secundário, com classe de cimentação de pelo menos cimentação extremamente fraca; *e*
4. é contínuo na medida em que as fraturas verticais, se presentes, têm espaçamento horizontal médio  $\geq 10\text{ cm}$  e ocupam  $< 20\%$  (em volume, em relação a todo o solo); *e*
5. não tem raízes grossas, exceto, se presentes, ao longo das fraturas verticais; *e*
6. tem espessura de  $\geq 1\text{ cm}$ .

#### Identificação de campo

Os horizontes petrogíspicos são cimentados, esbranquiçados e compostos predominantemente por gesso. Antigos horizontes petrogíspicos podem ser cobertos por uma fina camada laminar de gesso recém-precipitado. O modo de reconhecer o gesso secundário está descrito no Anexo 1 (Capítulo 8.4.26).

#### Informações adicionais

O procedimento recomendado para determinação de gesso em laboratório (Anexo 2, Capítulo 9.10) também extrai anidrita, que é considerada principalmente primária.

Em seções delgadas, o horizonte petrogípsico apresenta um fundo matricial composto por cristais de gesso entrelaçados com fábrica hipidiotópica ou xenotópica, misturados com quantidades variadas de material detritico.

#### Relações com alguns outros diagnósticos

À medida que o horizonte petrogípsico se desenvolve a partir de um *horizonte gíspico*, os dois estão intimamente relacionados. Os horizontes petrogíspicos ocorrem frequentemente em associação com *horizontes (petro-)cálcicos*. Os acúmulos de carbonato de cálcio e gesso geralmente ocupam posições diferentes no perfil do solo porque a solubilidade do carbonato de cálcio é menor que a do gesso. Normalmente, eles podem ser claramente distinguidos uns dos outros pela sua morfologia (ver *horizonte cálcico*).

### 3.1.27 Horizonte petroplíntico

#### Descrição geral

Um horizonte petroplíntico (do grego *petros*, rocha, e *plinthos*, tijolo) é uma camada contínua ou fraturada de material cimentado, na qual os (hidr-)óxidos de Fe (e em alguns casos também de Mn) são cimento importante e na qual a matéria orgânica está ausente ou presente apenas em teores muito baixos. Foi formado pela cimentação contínua de um *horizonte plíntico* ou *pisoplíntico*. A cristalização avançada dos óxidos resulta na resistência à penetração muito alta. Os nomes tradicionais para horizontes semelhantes ao horizonte petroplíntico são 'laterita' ou 'canga'.

## Critérios diagnósticos

Um horizonte petroplíntico consiste em *material mineral* e:

1. consiste em feições oximórficas em forma de concreções e nódulos avermelhados, amarelados e/ou enegrecidos dentro dos (antigos) agregados do solo que estão pelo menos parcialmente interligados; *e*
2. tem um ou ambos dos seguintes:
  - a.  $\geq 2,5\%$  de  $Fe_{dcb}$  (em relação à terra fina mais as feições oximórficas de qualquer tamanho e qualquer classe de cimentação); *ou*
  - b.  $\geq 10\%$  de  $Fe_{dcb}$  nas feições oximórficas; *e*
3. tem razão entre  $Fe_{ox}$  e  $Fe_{dcb}$  de  $< 0,1$  na terra fina ou nas feições oximórficas; *e*
4. é cimentado com classe de cimentação de pelo menos fortemente cimentada; *e*
5. é contínuo na medida em que as fraturas verticais, se presentes, têm espaçamento horizontal médio  $\geq 10$  cm e ocupam  $< 20\%$  (em volume, em relação a todo o solo); *e*
6. não tem raízes grossas, exceto, se presentes, ao longo das fraturas verticais; *e*
7. tem espessura de  $\geq 10$  cm.

## Identificação de campo

Os horizontes petroplínticos são extremamente duros (alta resistência à penetração) e tipicamente marrom-avermelhados a marrom-amarelados. Eles são maciços ou apresentam um padrão nodular interconectado que envolve material com menor resistência à penetração. Eles podem estar fraturados. As raízes geralmente são encontradas apenas em fraturas verticais. A resistência à penetração é  $\geq 4,5$  MPa em  $\geq 50\%$  do volume da terra fina. A partir deste valor, a resistência à ruptura não diminuirá ao ser umedecido (ver Asiamah, 2000).

## Informações adicionais

A razão entre  $Fe_{ox}$  e  $Fe_{dcb}$  foi estimada a partir de dados fornecidos por Varghese & Byju (1993).

## Relações com alguns outros diagnósticos

Os horizontes petroplínticos estão intimamente associados a *horizontes plíntico* e *pisoplíntico* a partir do qual eles se desenvolvem. Em alguns lugares, *horizontes plínticos* podem ser rastreados seguindo camadas petroplínticas que se formaram, por exemplo, em cortes de estradas.

A baixa proporção entre  $Fe_{ox}$  e  $Fe_{dcb}$  separa o horizonte petroplíntico dos *horizontes espódicos* cimentados (qualificadores Ortsteinic ou Placic), que além disso contêm principalmente uma boa quantidade de matéria orgânica. *Horizontes limônicos* também apresentam proporções mais elevadas.

## 3.1.28 Horizonte pisoplíntico

### Descrição geral

Um horizonte pisoplíntico (do latim *pisum*, ervilha, e grego *plinthos*, tijolo) contém uma grande quantidade de concreções e/ou nódulos que são pelo menos moderadamente cimentados por (hidr-)óxidos de Fe (e em alguns casos também por Mn). Também pode conter restos de um *horizonte petroplíntico* fragmentado.

## Critérios diagnósticos

Um horizonte pisoplíntico consiste em *material mineral* e:

1. tem  $\geq 40\%$  do seu volume (em relação a todo o solo) ocupado por, único ou em combinação,
  - a. feições oximórficos em forma de concreções e/ou nódulos amarelados, avermelhados e/ou enegrecidos; **ou**
  - b. restos de um *horizonte petroplíntico* fragmentado, com diâmetro  $> 2$  mm e classe de cimentação de pelo menos moderadamente cimentada;
2. não faz parte de um *horizonte petroplíntico*;
3. tem espessura de  $\geq 15$  cm.

### Relações com alguns outros diagnósticos

Resulta um horizonte pisoplíntico, quando concreções e/ou nódulos discretos de um *horizonte plíntico* atingirem uma determinada porcentagem e classe de cimentação de pelo menos moderadamente cimentada. A classe de cimentação e a quantidade de concreções e/ou nódulos o separam do *horizonte férrego*. Se as concreções e/ou nódulos estiverem suficientemente interligados, o horizonte pisoplíntico torna-se um *horizonte petroplíntico*. Um horizonte pisoplíntico também pode ser formado pela fragmentação de um *horizonte petroplíntico*.

## 3.1.29 Horizonte plágico

### Descrição geral

Um horizonte plágico (do baixo alemão *plaggen*, partes de solo mineral superficial com materiais vegetais aderentes) é um horizonte superficial mineral preto ou marrom que resulta da atividade humana.

Principalmente em solos pobres em nutrientes na parte noroeste da Europa Central, desde a época medieval até à introdução de fertilizantes minerais no início do século XX, materiais superficiais do solo eram comumente usados para forrar o estábulo. Consistem em vegetação gramínea, herbácea ou arbustiva anã, com seus tapetes de raízes e solo orgânico e mineral aderidos a eles. A mistura de materiais superficiais do solo e excrementos foi posteriormente espalhada nos campos. O material espalhado produziu ao longo do tempo um horizonte apreciavelmente espesso (em locais com mais de 100 cm de espessura) que é rico em *carbono orgânico do solo*. A saturação por bases é normalmente baixa.

### Critérios diagnósticos

Um horizonte plágico é um horizonte superficial que consiste em *material mineral* e:

1. tem classe textural areia, areia franca, francoarenosa, franca, ou uma combinação delas;
2. um ou mais dos seguintes:
  - a. contém *artefatos*, mas  $< 20\%$  (em volume, em relação a todo o solo); **ou**
  - b. tem  $\geq 100 \text{ mg kg}^{-1}$  P no extrato Mehlich-3 nos 20 cm superiores; **ou**
  - c. apresenta na parte inferior marcas de pá ou de gancho, restos de uma camada arada ou outros indícios de atividade agrícola no passado;
3. tem valor Munsell  $\leq 4$ , úmido, e  $\leq 5$ , seco, e croma  $\leq 4$ , úmido;
4. tem  $\geq 0,6\%$  de *carbono orgânico do solo*;
5. tem saturação por bases (em  $\text{NH}_4\text{OAc } 1 \text{ M}$ , pH 7) de  $< 50\%$ , a menos que o solo tenha recebido calcário ou fertilizantes minerais;

6. mostra evidências de que a superfície do terreno foi elevada;
- e
7. tem espessura de  $\geq 20$  cm.

### Identificação de campo

O horizonte plágico apresenta cores acastanhadas ou enegrecidas, relacionadas a origem dos materiais adicionados. Pode conter *artefatos*, mas menos de 20%. Sua reação é principalmente levemente ácida. O pH pode ter aumentado devido à calagem recente, mas raramente atingindo uma alta saturação por bases. Pode apresentar vestígios de práticas agrícolas antigas na sua parte inferior, como marcas de pás ou ganchos, bem como camadas aradas antigas. Os horizontes plágicos geralmente cobrem solos enterrados, embora as camadas superficiais originais possam estar misturadas com os materiais espalhados. Em alguns casos, foram feitas valas no solo enterrado como forma de cultivo para melhoria do solo. O limite inferior é normalmente claro a abrupto.

### Informações adicionais

A classe textural é na maioria dos casos areia ou areia franca. Francoarenosa e franca são raras. O *carbono orgânico do solo* pode incluir carbono adicionado com os materiais espalhados.  $100 \text{ mg kg}^{-1}$  P no extrato Mehlich-3 (mesmo valor que para *horizontes práticos*) correspondem aproximadamente a  $143 \text{ mg kg}^{-1}$  P ou  $327 \text{ mg kg}^{-1}$   $\text{P}_2\text{O}_5$  em ácido cítrico a 1% (Kabała et al., 2018). Originalmente, o horizonte plágico apresenta baixa saturação por bases. Se aplicado calcário ou fertilizado, este critério é dispensado.

### Relações com alguns outros diagnósticos

Após a calagem, alguns horizontes plágicos podem preencher os critérios do *horizonte térrico*, mas *horizontes térricos* geralmente têm uma maior atividade animal. Alguns horizontes plágicos podem conter carbono pirogênico e também atender aos critérios do *horizonte prático*. Alguns horizontes plágicos também podem ser qualificados como *horizonte úmbrico* ou mesmo como *horizonte mólico*.

## 3.1.30 Horizonte plíntico

### Descrição geral

Um horizonte plíntico (do grego *plinthos*, tijolo) é um horizonte subsuperficial rico em (hidr-)óxidos de Fe (em alguns casos também de Mn) e pobre em húmus. A fração de argila é dominada pela caulinita, juntamente com outros produtos de forte intemperismo, como a gibbsita. Pode conter quartzo. O horizonte plíntico é formado por processos redox, geralmente causados por água estagnada, que podem ser ativos ou relictuais, e apresenta feições redoximórficas. O horizonte plíntico não é continuamente cimentado. Quando expostos a secagem e umedecimento repetidos com livre acesso ao oxigênio, os óxidos tornam-se mais cristalinos levando a um horizonte continuamente cimentado.

### Critérios diagnósticos

Um horizonte plíntico consiste em *material mineral* e:

1. tem em  $\geq 15\%$  de sua área exposta (em relação à terra fina mais as feições oximórficas de qualquer tamanho e qualquer classe de cimentação) feições oximórficas dentro dos (antigos) agregados do solo que são pretas ou têm matiz mais vermelho e croma mais alto do que o material circundante;
- e
2. um ou mais dos seguintes:
  - a. tem  $\geq 2,5\%$  de  $\text{Fe}_{\text{deb}}$  (em relação à terra fina mais as feições oximórficas de qualquer tamanho e qualquer classe de cimentação); **ou**
  - b. tem  $\geq 10\%$  de  $\text{Fe}_{\text{deb}}$  nas feições oximórficas; **ou**

- c. muda irreversivelmente para um horizonte continuamente cimentado com classe de cimentação de pelo menos fortemente cimentada após secagem e umedecimento repetidos;
- e*
- 3. tem razão entre  $Fe_{ox}$  e  $Fe_{dcb}$  de  $< 0,1$  na terra fina ou nas feições oximórficas;
- e*
- 4. não faz parte de um *horizonte petroplíntico* ou *pisoplíntico*;
- e*
- 5. tem espessura de  $\geq 15$  cm.

### Identificação de campo

Um horizonte plíntico mostra feições redoximórficas proeminentes. Num solo perenemente úmido, muitas das feições oximórficas não são cimentadas ou têm classe de cimentação baixa e podem ser cortadas com uma pá.

### Informações adicionais

Estudos micromorfológicos podem revelar a extensão da impregnação da massa de solo por (hidr-)óxidos de Fe. Em muitos horizontes plínticos, períodos prolongados de *condições redutoras* não estão mais presentes.

### Relações com alguns outros diagnósticos

Se as concreções e nódulos do horizonte plíntico se tornarem pelo menos moderadamente cimentados e atingirem  $\geq 40\%$  da área exposta, o horizonte plíntico torna-se um *horizonte pisoplíntico*. Se o horizonte plíntico se torna continuamente cimentado, o horizonte plíntico torna-se um *horizonte petroplíntico*.

Se as feições oximórficas não atingirem 15% da área exposta, pode ser um *horizonte férrico*.

## 3.1.31 Horizonte prético

### Descrição geral

Um horizonte prético (do português preto) é um horizonte superficial mineral resultante de atividades humanas com adição de carbono pirogênico (carbono negro), especialmente carvão vegetal. Caracteriza-se pela sua cor escura, geralmente pela presença de *artefatos* (fragmentos de cerâmica, instrumentos líticos, ferramentas de osso ou concha etc.) e elevados teores de carbono orgânico, fósforo, cálcio, magnésio e micronutrientes (principalmente zinco e manganês), geralmente contrastando com os solos naturais do entorno. Contém restos de carbono pirogênico, que podem ser reconhecidos visualmente ou por análises químicas.

Os horizontes préticos estão, por exemplo, difundidos na Bacia Amazônica, onde são o resultado de atividades pré-colombianas e persistiram ao longo de muitos séculos, apesar das condições tropicais úmidas predominantes, geralmente causando altas taxas de mineralização de matéria orgânica. Esses solos com horizonte prético são conhecidos como ‘Terras Pretas Amazônicas’. Eles geralmente têm altos estoques de carbono orgânico. Muitos deles são dominados por argilas de baixa atividade.

### Critérios diagnósticos

Um horizonte prético é um horizonte superficial que consiste em *material mineral* e tem:

- 1. valor Munsell  $\leq 4$  e croma  $\leq 3$ , ambos úmidos;
- e*
- 2.  $\geq 0,6\%$  de *carbono orgânico do solo*;
- e*
- 3. Ca mais Mg trocáveis (por  $NH_4OAc$  1 M, pH 7) de  $\geq 1$   $cmol_c\ kg^{-1}$  terra fina;
- e*

4.  $\geq 100 \text{ mg kg}^{-1}$  P no extrato Mehlich-3;
- e*
5. um ou ambos dos seguintes:
  - a.  $\geq 1\%$  (por área exposta, em relação à terra fina mais o carbono pirogênico de qualquer tamanho) de carbono pirogênico visível;
  - ou*
  - b. ambos os seguintes
    - i.  $\geq 0,3\%$  de carbono pertencente a moléculas de carbono pirogênico, determinado por análises químicas; *e*
    - ii. relação entre o carbono pertencente às moléculas de carbono pirogênico e o carbono orgânico total  $\geq 0,15$ , determinada por análises químicas;
- e*
6. uma ou mais camadas com espessura combinada de  $\geq 20 \text{ cm}$ .

### Informações adicionais

O carbono pirogênico é um *artefato* somente se for fabricado intencionalmente por humanos. O teor mínimo de *carbono orgânico do solo* (critério 2) deve ser cumprido sem *artefatos*.

O P no extrato Mehlich-3 é aproximadamente o dobro dos valores obtidos no extrato Mehlich-1 (Kabała et al., 2018), que era o requisito na 3<sup>a</sup> edição do WRB. Além disso, em comparação com a 3<sup>a</sup> edição, o valor foi aumentado de 30 para 50 (Mehlich-1) ou de 60 para 100 (Mehlich-3)  $\text{mg kg}^{-1}$ .

### Relações com alguns outros diagnósticos

Alguns horizontes práticos também podem preencher os critérios do *horizonte plágico* e, especialmente em suas partes superiores, os critérios do *horizonte hórtico*. Alguns horizontes práticos podem ser qualificados como *horizonte mólico* ou *horizonte úmbrico*. As antigas fornalhas de carvão vegetal normalmente não atendem ao critério P do horizonte prático. Não se enquadram no conceito de horizonte prático, mas são caracterizados pelos qualificadores Carbonic e Pyric, e muitos deles são Technosols.

## 3.1.32 Horizonte protovértico

### Descrição geral

Um horizonte protovértico (do grego *proton*, primeiro, e latim *vertere*, movimentar) tem minerais de argila que expandem e contraem.

### Critérios diagnósticos

Um horizonte protovértico consiste em *material mineral* e tem:

1.  $\geq 30\%$  de argila;
- e*
2. um ou mais dos seguintes:
  - a. agregados do solo em forma de cunha em  $\geq 10\%$  (em volume); *ou*
  - b. slickensides em  $\geq 5\%$  das superfícies dos agregados do solo; *ou*
  - c. *fendas que expandem e contraem*; *ou*
  - d. um coeficiente de extensibilidade linear (COLE)  $\geq 0,06$ ;
- e*
3. espessura de  $\geq 15 \text{ cm}$ .

### Identificação de campo

Os agregados do solo em forma de cunha e os *slickensides* (superfícies de fricção, ver Anexo 1, Capítulos

8.4.10 e 8.4.14) podem não ser imediatamente evidentes se o solo estiver úmido. Às vezes, a decisão sobre a sua presença só pode ser tomada depois de o solo secar. Os agregados em forma de cunha podem ser uma estrutura de segundo nível de blocos angulares maiores ou elementos prismáticos, que devem ser cuidadosamente examinados para verificar se agregados em forma de cunha estão presentes.

### Relações com alguns outros diagnósticos

Se a expansão e contração forem mais proeminentes (ou a camada for mais espessa), o horizonte protovértico se classifica em um *horizonte vértico*.

## 3.1.33 Horizonte sálico

### Descrição geral

Um horizonte sálico (do latim *sal*, sal) é um horizonte superficial ou um horizonte subsuperficial em uma profundidade rasa que contém grandes quantidades de sais facilmente solúveis, ou seja, sais mais solúveis que o gesso ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ;  $\log K_s = -4,85$  a  $25^\circ\text{C}$ ).

### Critérios diagnósticos

Um horizonte sálico tem:

1. em alguma época do ano
  - a. se o  $\text{pH}_{\text{água}}$  do extrato de saturação é  $\geq 8,5$ , uma condutividade elétrica do extrato de saturação ( $\text{CE}_e$ ) de  $\geq 8 \text{ dS m}^{-1}$  medido a  $25^\circ\text{C}$  *e* um produto de espessura (em centímetros) e  $\text{CE}_e$  (em  $\text{dS m}^{-1}$ ) de  $\geq 240$ ; *ou*
    - b. condutividade elétrica do extrato de saturação ( $\text{CE}_e$ ) de  $\geq 15 \text{ dS m}^{-1}$  medido a  $25^\circ\text{C}$  *e* um produto de espessura (em centímetros) e  $\text{CE}_e$  (em  $\text{dS m}^{-1}$ ) de  $\geq 450$ ;*e*
  2. espessura de  $\geq 15 \text{ cm}$  (espessura combinada se houver sub-horizontes sobrepostos que atendam aos critérios 1.a e 1.b).

### Identificação de campo

Halófitas (por exemplo, algumas espécies de *Salicornia*, *Tamarix* e *Suaeda*) e as culturas tolerantes ao sal são os primeiros indicadores. As camadas afetadas pelo sal costumam ficar inchadas. Os sais precipitam somente após a evaporação da maior parte da umidade do solo; se o solo estiver úmido, o sal pode não ser visível.

Os sais podem precipitar na superfície do solo (Solonchaks externos) ou em profundidade (Solonchaks internos). Uma crosta salina, se presente, pode fazer parte do horizonte sálico.

### Informações adicionais

Em solos carbonatados alcalinos, uma  $\text{CE}_e$  a  $25^\circ\text{C}$  de  $\geq 8 \text{ dS m}^{-1}$  e um  $\text{pH}_{\text{água}}$  de  $\geq 8,5$  são muito comuns. Os horizontes sálicos podem consistir em *material orgânico* ou *material mineral*.

## 3.1.34 Horizonte sômbrio

### Descrição geral

Um horizonte sômbrio (do francês *sombre*, sombra) é um horizonte subsuperficial de cor escura contendo mais matéria orgânica do que o horizonte diretamente sobrejacente. Não possui *descontinuidade lítica* em seu limite superior e não está associado ao Al nem disperso pelo Na.

## Critérios diagnósticos

Um horizonte sômbrio consiste em *material mineral* e:

1. tem  $\geq 0,2\%$  de *carbono orgânico do solo*; e
2. tem teor de *carbono orgânico do solo*  $\geq 25\%$  (valor relativo) e  $\geq 0,2\%$  (valor absoluto) maior que na camada sobrejacente; e
3. não tem uma *descontinuidade lítica* no seu limite superior e não faz parte de um *horizonte nátrico* ou *horizonte espódico*; e
4. tem espessura de  $\geq 10$  cm.

## Identificação de campo

Os horizontes sômbrios são encontrados em solos subsuperficiais de cor escura, em muitos casos associados a solos bem drenados de altos planaltos e montanhas em regiões tropicais e subtropicais úmidas. Assemelham-se a horizontes enterrados, mas em contraste com muitos destes, os horizontes sômbrios seguem mais ou menos a forma da superfície do solo. Eles têm valor Munsell mais baixo do que o horizonte diretamente sobrejacente e geralmente uma saturação por bases baixa.

## Informações adicionais

Existem duas teorias importantes sobre a gênese dos horizontes sômbrios (de Almeida et al., 2015).

Primeira teoria: O maior teor de matéria orgânica é iluvial, mas não está associado ao Al nem ao Na. Neste caso, são encontrados revestimentos de matéria orgânica nas superfícies dos agregados do solo e nas paredes dos poros, bem como matéria orgânica iluvial em seções delgadas.

Segunda teoria: O maior teor de matéria orgânica é residual. Um clima mais úmido e uma maior biomassa vegetal (por exemplo, floresta) formaram horizontes A espessos. Posteriormente, o clima tornou-se mais seco, a parte superior do antigo horizonte A sofreu intensa mineralização, enquanto os restos da vegetação atual, mais pobre em biomassa (por exemplo, savana), formam apenas um horizonte A raso. Em maior profundidade, a mineralização é mais lenta e a parte inferior do antigo horizonte A é preservada, especialmente se o clima for ameno e a saturação por bases baixa.

## Relações com alguns outros diagnósticos

Horizontes sômbrios podem coincidir parcialmente com *horizontes árgico, câmbico, ferrálico* ou *nítico*.

Contrário ao *horizonte panpaico*, os horizontes sômbrios não têm *descontinuidade lítica* no seu limite superior. *Horizontes espódicos* são diferenciados dos horizontes sômbrios pela sua CTC da fração de argila muito maior. A parte húmus-iluvial dos *horizontes nátricos* possui maior teor de argila, alta saturação de Na e estrutura específica, que os separa dos horizontes sômbrios.

## 3.1.35 Horizonte espódico

### Descrição geral

Um horizonte espódico (do grego *spodos*, cinza de madeira) é um horizonte subsuperficial que contém substâncias iluviais. Na maioria dos horizontes espódicos, o aparecimento dos sub-horizontes superiores é caracterizado por matéria orgânica iluvial escura e os sub-horizontes inferiores por óxidos de Fe iluviais intensamente coloridos. Alguns horizontes espódicos, entretanto, mostram pouca iluviação de Fe ou pouca iluviação de matéria orgânica. Em todos os horizontes espódicos, o Al iluviado pode ser comprovado analiticamente. Os materiais iluviais são caracterizados por uma alta carga dependente do pH, uma superfície específica relativamente grande e uma elevada retenção de água. Um horizonte eluvial sobrejacente pode penetrar como línguas no horizonte espódico.

## Critérios diagnósticos

Um horizonte espódico consiste em *material mineral* e:

1. tem um pH (1:1 em água) de < 5,9, a menos que o solo tenha recebido calcário ou fertilizantes minerais;  
*e*
2. tem um sub-horizonte com um valor de  $Al_{ox}$  que é  $\geq 1,5$  vezes o valor de  $Al_{ox}$  mais baixo de todas as camadas minerais acima do horizonte espódico;  
*e*
3. tem em seu 1 cm superior um ou ambos dos seguintes:
  - a.  $\geq 0,5\%$  de *carbono orgânico do solo*; **ou**
  - b. croma Munsell  $\geq 6$ , úmido, em  $\geq 85\%$  de sua área exposta;  
*e*
4. tem em cada sub-horizonte uma das seguintes cores Munsell, úmidas, em  $\geq 85\%$  de sua área exposta:
  - a. matiz de 5YR ou mais vermelho; **ou**
  - b. matiz de 7,5YR e valor  $\leq 5$ ; **ou**
  - c. matiz de 10YR e valor e croma  $\leq 2$ ; **ou**
  - d. matiz de 10YR e croma  $\geq 6$ ; **ou**
  - e. cor de 10YR 3/1; **ou**
  - f. matiz de N e valor  $\leq 2$ ;  
*e*
5. um ou mais dos seguintes:
  - a. é sobreposto por *material clárico* que não está separado do horizonte espódico por *descontinuidade lítica* e que se sobrepõe ao horizonte espódico diretamente ou acima de um horizonte de transição que tem uma espessura de um décimo ou menos do horizonte sobrejacente de *material clarico*; **ou**
  - b.  $\geq 10\%$  dos grãos de areia do horizonte apresentam revestimentos com fendas; **ou**
  - c. tem um sub-horizonte cimentado com classe de cimentação de pelo menos fracamente cimentada em  $\geq 50\%$  de sua extensão horizontal; **ou**
  - d. tem um sub-horizonte com um valor de  $Al_{ox} + \frac{1}{2}Fe_{ox} \geq 0,5\%$  que é  $\geq 2$  vezes o valor de  $Al_{ox} + \frac{1}{2}Fe_{ox}$  mais baixo de todas as camadas minerais acima do horizonte espódico;  
*e*
6. não faz parte de um *horizonte nátrico*;  
*e*
7. tem espessura de  $\geq 2,5$  cm.

## Identificação de campo

Muitos horizontes espódicos são subjacentes a *material clárico* e têm cores preto-acastanhadas a marrom-avermelhadas, que muitas vezes atenuam para baixo. A forma de muitos horizontes espódicos é ondulada, irregular ou quebrada. Os horizontes espódicos podem ser (parcialmente) cimentados. Cimentações finas e relativamente contínuas são indicadas pelo qualificador Placic e cimentações mais espessas e/ou menos contínuas pelo qualificador Ortsteinic. Os horizontes espódicos podem estender-se ainda mais para baixo em acumulações em forma de fita, que não são incluídas no cálculo da espessura mínima.

## Relações com alguns outros diagnósticos

Pode haver um *horizonte hórtico*, *plágico*, *térreco* ou *úmbrico* acima do horizonte espódico, com ou sem *material clárico* entre eles.

Horizontes espódicos em materiais vulcânicos também podem apresentar *propriedades ândicas*. Horizontes espódicos em outros materiais podem apresentar algumas características de *propriedades ândicas*, mas normalmente têm densidade do solo mais alta. Para fins de classificação, a presença de um horizonte espódico, a menos que enterrado a mais de 50 cm, tem preferência sobre a ocorrência de *propriedades*

*ândicas*.

Algumas camadas com *propriedades ândicas* se assemelham a horizontes espódicos, se forem cobertos por material ejetado vulcânico relativamente jovem e de cor clara que satisfaçam os requisitos de *material clárico*. Existe uma *descontinuidade lítica* no meio, o que os exclui de serem horizontes espódicos. Isto pode ser comprovado ainda mais pelas seguintes análises: Os 2,5 cm superiores do horizonte espódico têm um  $C_{py}/OC$  e um  $C_f/C_{py}$  de  $\geq 0,5$ .  $C_{py}$ ,  $C_f$  e  $OC$  são C extraível com pirofosfato, C de ácidos fúlvicos e C orgânico, respectivamente (Ito et al., 1991).

*Horizontes limônico e tsítelíco* podem assemelhar-se a horizontes espódicos, mas carecem da translocação de Al. No entanto, *horizontes limônicos* podem coincidir com horizontes espódicos, especialmente com a parte inferior do horizonte espódico.

Semelhante a muitos horizontes espódicos, *horizontes sômbrios* também contêm mais matéria orgânica do que a camada sobrejacente. Eles podem ser diferenciados entre si pela mineralogia da argila. A caulinita geralmente domina em *horizontes sômbrios*, enquanto a fração de argila dos horizontes espódicos geralmente contém quantidades significativas de vermiculita e clorita intercalada com Al.

*Horizontes plínticos*, que contêm grandes quantidades de Fe acumulado, têm menos  $Fe_{ox}$  do que horizontes espódicos.

### 3.1.36 Horizonte térrico

#### Descrição geral

Um horizonte térrico (do latim *terra*, terra) é um horizonte superficial mineral que se desenvolve através da adição de *material mineral* ou uma combinação de *material mineral* e restos orgânicos, por exemplo, solo mineral fértil, composto, areias calcárias de praia, loess ou lamas. Pode conter pedras, selecionadas e distribuídas aleatoriamente. Na maioria dos casos, é acumulado gradualmente ao longo de um longo período de tempo. Ocasionalmente, horizontes térricos são criados por adições únicas de material. Normalmente o material adicionado é misturado com a camada superficial do solo original.

#### Critérios diagnósticos

Um horizonte térrico é um horizonte superficial que consiste em *material mineral* e:

1. apresenta evidências de adição de material substancialmente diferente do ambiente onde foi colocado; **e**
2. contém, se houver,  $< 10\%$  (em volume, em relação a todo o solo) de *artefatos*; **e**
3. tem  $\geq 0,6\%$  de *carbono orgânico do solo*; **e**
4. tem saturação por bases (em  $NH_4OAc$  1 M, pH 7) de  $\geq 50\%$ ; **e**
5. mostra evidências de que a superfície do terreno foi elevada; **e**
6. tem espessura de  $\geq 20$  cm.

#### Identificação de campo

Os horizontes térricos mostram características relacionadas ao seu material fonte, por ex. em cor. Solos enterrados podem ser observados na base do horizonte, embora a mistura possa obscurecer o contato. Solos com horizonte térrico apresentam superfície elevada que pode ser inferida a partir de observações de campo ou de registros históricos. O horizonte térrico não é homogêneo, mas os sub-horizontes são completamente misturados. Geralmente contém uma pequena quantidade de *artefatos* como fragmentos de cerâmica, detritos culturais e resíduos, que normalmente são muito pequenos ( $< 1$  cm de diâmetro) e muito desgastados.

#### Relações com alguns outros diagnósticos

Alguns horizontes térricos também podem preencher os critérios de horizontes antrópicos com alterações mais fortes, como os *horizontes hórtico, plágico ou prético*. A maioria dos horizontes *hórticos* mostra mais e a maioria dos *horizontes plágicos* mostra menos atividade animal do que no horizonte térrico. O *horizonte*

*prético* contém carbono pirogênico. Alguns horizontes térricos podem ser qualificados como *horizonte mólico*.

### 3.1.37 Horizonte tiônico

#### Descrição geral

Um horizonte tiônico (do grego *theion*, enxofre) é um horizonte subsuperficial extremamente ácido no qual o ácido sulfúrico é formado através da oxidação de sulfetos.

#### Critérios diagnósticos

Um horizonte tiônico tem:

1. pH (1:1 em massa em água, ou em um mínimo de água para permitir a medição) de < 4;  
*e*
2. um ou mais dos seguintes:
  - a. acumulações de minerais de sulfato ou hidroxissulfato de ferro ou alumínio, predominantemente nas superfícies dos agregados do solo ou adjacentes a elas; *ou*
  - b. superposição direta em *material hipersulfídico*; *ou*
  - c.  $\geq 0,05\%$  de sulfato solúvel em água;  
*e*
3. espessura de  $\geq 15$  cm.

#### Identificação de campo

Os horizontes tiônicos geralmente exibem acumulações de jarosita amarela clara ou schwertmannita marrom-amarelada nas superfícies dos agregados do solo ou adjacentes a elas. A reação do solo é extremamente ácida; pH<sub>água</sub> de 3,5 é bastante comum. Embora principalmente associados a sedimentos costeiros sulfídicos recentes, os horizontes tiônicos também podem se desenvolver no interior em *materiais hipersulfídicos* que podem estar presentes em depósitos naturais ou em *artefatos* como os resíduos de minas.

#### Informações adicionais

Minerais de sulfato ou hidroxissulfato de ferro ou alumínio incluem jarosita, natrojarosita, schwertmannita, sideronatrata e tamarugita. Horizontes tiônicos podem consistir em *material orgânico* ou *material mineral*.

#### Relações com alguns outros diagnósticos

Um horizonte tiônico frequentemente está subjacente a um horizonte com forte expressão de *propriedades estágnicas*.

### 3.1.38 Horizonte tsitélico

#### Descrição geral

Um horizonte tsitélico (do georgiano *tsiteli*, vermelho) mostra um acúmulo lateral de Fe. Geralmente é encontrado em encostas mais baixas ou em depressões. Stagnosols e Planosols ocorrem encosta acima em posições inclinadas e perderam Fe reduzido pelo fluxo de água subsuperficial lateral. Mais abaixo, o Fe reduzido entra em contato com o oxigênio atmosférico, é oxidado e se acumula em horizontes subsuperficiais começando geralmente em profundidades rasas. Eles são ricos em Fe extraível por oxalato, o que confere aos horizontes tsitélicos uma cor avermelhada homogênea.

#### Critérios diagnósticos

Um horizonte tsitélico consiste em *material mineral* e

1. tem  $\geq 1\%$  de  $\text{Fe}_{\text{ox}}$ ; *e*
2. tem razão entre  $\text{Fe}_{\text{ox}}$  e  $\text{Fe}_{\text{dcb}}$  de  $\geq 0,5$ ; *e*
3. tem  $\text{Al}_{\text{ox}} < \text{Fe}_{\text{ox}}$ ; *e*
4. tem croma Munsell  $\geq 4$ , úmido; *e*
5. não apresenta feições reductimórficas; *e*
6. não faz parte de um *horizonte limônico* ou *espódico*; *e*
7. tem espessura de  $\geq 5$  cm.

### Identificação de campo

O acúmulo de ferridritas causa uma cor avermelhada homogênea e, se o horizonte for de textura fina, uma baixa densidade do solo e alguma tixotropia.

### Relações com alguns outros diagnósticos

Os horizontes tsíticos podem assemelhar-se aos *horizontes espódicos* de Rustic Podzols, mas carecem da translocação de Al necessária para *horizontes espódicos*. Se apresentarem baixa densidade do solo e tixotropia, podem dar a impressão de *propriedades ândicas*, mas não possuem quantidade significativa de alofanas e imogolitas nem de complexos de Al-húmus. Ao contrário da maioria dos horizontes com *propriedades ândicas*, os horizontes tsíticos mostram mais Fe do que Al no extrato de oxalato. Camadas com feições oximórficas causadas por *propriedades gleicas* também podem ser semelhantes a horizontes tsíticos. Enquanto em camadas com *propriedades gleicas*, os óxidos são encontrados predominantemente nas superfícies dos agregados do solo, os óxidos nos horizontes tsíticos preenchem toda a matriz do solo de forma homogênea. Os horizontes tsíticos distinguem-se bem de *horizontes limônicos*, que são (pelo menos parcialmente) cimentados.

## 3.1.39 Horizonte úmbrico

### Descrição geral

Um horizonte úmbrico (do latim *umbra*, sombra) é um horizonte superficial relativamente espesso, de cor escura, com baixa saturação por bases e teor moderado a alto de matéria orgânica.

### Critérios diagnósticos

Um horizonte úmbrico é um horizonte superficial que consiste em *material mineral* e tem:

1. único ou em combinação, em  $\geq 50\%$  (em volume):
  - a. estrutura do solo com agregados com tamanho médio de  $\leq 10$  cm; *ou*
  - b. estrutura de torrões ou outros elementos estruturais formados por práticas agrícolas; *e*
2.  $\geq 0,6\%$  de *carbono orgânico do solo*; *e*
3. um ou ambos dos seguintes:
  - a. em  $\geq 90\%$  da área exposta de todo o horizonte ou dos sub-horizontes abaixo de qualquer camada arada, valor Munsell  $\leq 3$ , úmido, e  $\leq 5$ , seco, e croma  $\leq 3$ , úmido; *ou*
  - b. todos os seguintes:
    - i. classe textural areia franca ou mais grossa; *e*
    - ii. em  $\geq 90\%$  da área exposta de todo o horizonte ou dos sub-horizontes abaixo de qualquer camada arada, valor Munsell  $\leq 5$  e croma  $\leq 3$ , ambos úmidos; *e*
    - iii.  $\geq 2,5\%$  de *carbono orgânico do solo*; *e*

4. se estiver presente uma camada que corresponda ao material de origem do horizonte úmbrico e que tenha valor Munsell  $\leq 4$ , úmido,  $\geq 0,6\%$  (valor absoluto) mais *carbono orgânico do solo* do que esta camada;  
*e*
5. saturação por bases (em NH<sub>4</sub>OAc 1 M, pH 7) de  $< 50\%$  em média ponderada;  
*e*
6. espessura de um dos seguintes:
  - a.  $\geq 10$  cm se estiver diretamente sobreposto a *rocha contínua, material duro técnico ou um horizonte criico, petrodírico ou petroplíntico; ou*
  - b.  $\geq 20$  cm.

### Identificação de campo

As principais características de campo de um horizonte úmbrico são a sua cor escura e a sua estrutura. Em geral, os horizontes úmbricos tendem a ter menor grau de desenvolvimento de estrutura do solo do que *horizontes mólicos*.

A maioria dos horizontes úmbricos tem uma reação ácida ( $\text{pH}_{\text{água}} < 5,5$ ), o que geralmente indica saturação por bases de  $< 50\%$ . Uma indicação adicional de acidez forte é um padrão de enraizamento horizontal e raso, na ausência de barreira física.

### Relações com alguns outros diagnósticos

O requisito de saturação por bases diferencia o horizonte úmbrico do *horizonte mólico*, que é semelhante. O limite superior do conteúdo de *carbono orgânico do solo* é de 20%, que é o limite inferior para *material orgânico*.

Alguns *horizontes irrágicos* e *plágicos* também podem ser qualificados como horizontes úmbricos.

## 3.1.40 Horizonte vértico

### Descrição geral

Um horizonte vértico (do latim *vertere*, movimentar) é um horizonte subsuperficial rico em argila que, como resultado da expansão e contração, apresenta *slickensides* e agregados do solo em forma de cunha.

### Critérios diagnósticos

Um horizonte vértico consiste em *material mineral* e tem:

1.  $\geq 30\%$  de argila;  
*e*
2. um ou ambos dos seguintes:
  - a. em  $\geq 20\%$  (em volume) agregados do solo em forma de cunha com eixo longitudinal inclinado entre  $\geq 10^\circ$  e  $\leq 60^\circ$  em relação à horizontal; *ou*
  - b. *slickensides* em  $\geq 10\%$  das superfícies dos agregados do solo;  
*e*
3. *fendas que expandem e contraem*;  
*e*
4. espessura de  $\geq 25$  cm.

### Identificação de campo

Os horizontes vérticos são ricos em argila e, quando secos, muitas vezes apresentam uma classe de resistência à ruptura de pelo menos dura. Superfícies polidas e brilhantes com estrias (*slickensides*, superfícies de fricção), muitas vezes em ângulos agudos, servem para a identificação.

Os agregados do solo em forma de cunha e os *slickensides* (ver Anexo 1, Capítulos 8.4.10 e 8.4.14) podem

não ser imediatamente evidentes se o solo estiver úmido. Às vezes, a decisão sobre a sua presença só pode ser tomada depois de o solo secar. Os agregados em forma de cunha podem ser uma estrutura de segundo nível de blocos angulares maiores ou elementos prismáticos, que devem ser cuidadosamente examinados para verificar se agregados em forma de cunha estão presentes.

### **Informações adicionais**

O coeficiente de extensibilidade linear (COLE, ver Anexo 2, Capítulo 9.6) é geralmente  $\geq 0,06$ .

### **Relações com alguns outros diagnósticos**

Vários outros horizontes diagnósticos também podem ter altos teores de argila, por exemplo, os *horizontes árgico, nátrico e nítico*. A maioria deles carece das características típicas do horizonte vértico. No entanto, podem estar conectados lateralmente na paisagem com horizontes vérticos, estes últimos geralmente ocupando a posição mais baixa. A expansão e contração menos pronunciadas dos minerais de argila levam a um *horizonte protovértico*.

## 3.2 Propriedades diagnósticas

**Propriedades diagnósticas** são caracterizadas por uma combinação de atributos que refletem os resultados dos processos de formação do solo ou indicam condições específicas de formação do solo. Suas características podem ser observadas ou medidas em campo ou laboratório e requerem uma expressão mínima ou máxima para serem qualificadas como diagnósticas. A espessura mínima não faz parte dos critérios.

### 3.2.1 Diferença textural abrupta

#### Descrição geral

Uma diferença textural abrupta (do latim *abruptus*, abrupto) é um aumento muito acentuado no teor de argila dentro de uma faixa limitada de profundidade.

#### Critérios diagnósticos

Uma diferença textural abrupta refere-se a duas camadas sobrepostas que consistem em *material mineral* com todos os seguintes:

1. a camada subjacente tem todos os seguintes:
  - a.  $\geq 15\%$  de argila; *e*
  - b. espessura de  $\geq 7,5$  cm;  
*e*
2. a camada subjacente começa  $\geq 10$  cm da superfície do solo mineral;  
*e*
3. a camada subjacente tem, em comparação com a camada sobrejacente:
  - a. pelo menos o dobro de argila se a camada sobrejacente tiver  $< 20\%$  de argila; *ou*
  - b.  $\geq 20\%$  (valor absoluto) mais argila se a camada sobrejacente tiver  $\geq 20\%$  de argila;  
*e*
4. se o limite entre as duas camadas não for uniforme, a profundidade da diferença textural abrupta é onde a camada subjacente atinge  $\geq 50\%$  do volume total;  
*e*
5. uma camada de transição, se presente, tem espessura de  $\leq 2$  cm.

#### Informações adicionais

Um exemplo de limite desigual entre as duas camadas são as *propriedades rédicas* na camada subjacente. Dependendo do desenvolvimento das *propriedades rédicas*, a diferença textural abrupta pode estar no limite superior das *propriedades rédicas* ou mais abaixo (critério 3).

### 3.2.2 Glossas albelúvicas

#### Descrição geral

O termo glossa albelúvica (do latim *albus*, branco, e *eluere*, lavar, e grego *glossa*, língua) refere-se a penetrações de material pobre em argila e Fe em um *horizonte árgico*. As glossas albelúvicas ocorrem ao longo das superfícies dos agregados do solo e formam línguas verticalmente contínuas. Em seções horizontais, apresentam um padrão poligonal.

#### Critérios diagnósticos

As glossas albelúvicas:

1. referem-se a um *horizonte árgico* e, se o *horizonte árgico* tem  $< 30$  cm de espessura, também se aplica às

- camadas subjacentes até 30 cm abaixo do limite superior do *horizonte árgico*;  
*e*
2. mostram *propriedades rédicas* no *horizonte árgico*;  
*e*
  3. têm línguas contínuas consistindo em material de textura mais grossa, conforme definido nas *propriedades rédicas*, que começam no limite superior do *horizonte árgico*, com todos os seguintes
    - a. ter extensão vertical  $\geq 30$  cm; *e*
    - b. ter extensão horizontal  $\geq 1$  cm; *e*
    - c. ocupar  $\geq 10$  e  $< 90\%$  da área exposta.

### Relações com alguns outros diagnósticos

As glossas albelúvicas são um caso especial de *propriedades rédicas*. Em *propriedades rédicas*, as partes com textura mais grossa podem ser mais estreitas e não são necessariamente contínuas verticalmente.

*Propriedades rédicas* também podem estar presente em *horizontes nátricos* enquanto as glossas albelúvicas são definidas apenas em *horizontes árgicos*. O *horizonte árgico* em que as glossas albelúvicas penetram também pode preencher os critérios diagnósticos de um *horizonte frágico*. Em solos não perturbados, o *horizonte árgico* com as glossas albelúvicas é normalmente sobreposto por um *horizonte álbico* ou *câmbico*. No entanto, os horizontes sobrejacentes podem ter sido perdidos devido à erosão ou aração.

## 3.2.3 Propriedades ândicas

### Descrição geral

Propriedades ândicas (do japonês *an*, escuro. e *do*, solo) resultam do intemperismo moderado de depósitos principalmente piroclásticos. A presença de minerais de baixa cristalinidade e/ou complexos organometálicos é característica das propriedades ândicas. Esses minerais e complexos são comumente parte da sequência de intemperismo em depósitos piroclásticos (*material téfrico*  $\rightarrow$  *propriedades vitrificas*  $\rightarrow$  propriedades ândicas). No entanto, propriedades ândicas com complexos organometálicos também podem se formar em materiais não piroclásticos ricos em silicatos em climas temperados frios e úmidos.

### Critérios diagnósticos

As propriedades ândicas requerem:

1. uma densidade do solo de  $\leq 0,9$  kg dm<sup>-3</sup>; *e*
2. valor de  $\text{Al}_{\text{ox}} + \frac{1}{2}\text{Fe}_{\text{ox}} \geq 2\%$ ; *e*
3. retenção de fosfato de  $\geq 85\%$ .

### Identificação de campo

As propriedades ândicas podem ser identificadas usando o teste de campo de fluoreto de sódio de Fieldes e Perrott (1966). Um valor de pH em NaF  $\geq 9,5$  indica a presença de alofana e/ou complexos de matéria orgânica com alumínio em solos livres de carbonatos. O teste é indicativo para a maioria das camadas com propriedades ândicas, exceto aquelas muito ricas em matéria orgânica. No entanto, a mesma reação ocorre em *horizonte espódicos* e em certas argilas ácidas que são ricas em minerais de argila intercalados com Al. As camadas ândicas podem apresentar tixotropia, ou seja, o material do solo muda, sob pressão ou por fricção, de um sólido plástico para um estágio liquefeito e de volta à condição sólida.

### Informações adicionais

As propriedades ândicas podem ser encontradas na parte superficial ou subsuperficial do solo, comumente ocorrendo em camadas. Muitas camadas superficiais com propriedades ândicas contêm uma grande quantidade de matéria orgânica ( $\geq 5\%$ ), são geralmente de cor muito escura (valor e croma Munsell  $\leq 3$ ,

úmido), têm macroestrutura em flocos e, em alguns lugares, apresentam tixotropia. Eles têm uma densidade do solo baixa e geralmente têm uma textura francossiltosa ou mais fina. As camadas superficiais ândicas ricas em matéria orgânica podem ser muito espessas, tendo uma espessura de  $\geq 50$  cm em alguns solos. As camadas subsuperficiais ândicas são geralmente de cor um pouco mais clara.

Em climas perúmidos, as camadas ândicas ricas em húmus podem conter mais do dobro do teor de água das amostras que foram secadas a 105 °C e reumedeçidas (característica hídrica).

Para a densidade do solo, o volume é determinado após uma amostra de solo na sua umidade natural ter sido dessorvida a 33 kPa (sem secagem prévia), e depois o seu peso é determinado a 105 °C.

São reconhecidos dois tipos principais de propriedades ândicas: uma em que predominam a alofana, a imogolita e minerais semelhantes (qualificador Silandic); e aquele em que predomina o Al complexado por ácidos orgânicos (qualificador Aluandic). A propriedade silandica normalmente dá uma reação de solo fortemente ácida a neutra e tem cor um pouco mais clara, enquanto a propriedade aluândica dá uma reação extremamente ácida a ácida e tem cor enegrecida.

Camadas superficiais não cultivadas e ricas em matéria orgânica com propriedades silandicas normalmente têm valor de  $\text{pH}_{\text{água}} \geq 4,5$ , enquanto camadas superficiais não cultivadas com propriedades aluândicas e ricas em matéria orgânica normalmente têm valor de  $\text{pH}_{\text{água}} < 4,5$ . Geralmente, o  $\text{pH}_{\text{água}}$  nas camadas silandicas do solo subsuperficial é  $\geq 5$ .

### Relações com alguns outros diagnósticos

*Propriedades vítricas* distinguem-se das propriedades ândicas pelo menor grau de intemperismo. Isto é evidenciado pela presença de vidros vulcânicos e geralmente por menor quantidade de minerais pedogênicos de baixa cristalinidade e/ou de complexos organometálicos, caracterizados por menor quantidade de  $\text{Al}_{\text{ox}}$  e  $\text{Fe}_{\text{ox}}$ , densidade do solo mais alta ou retenção mais baixa de fosfato. Os critérios diagnósticos das *propriedades vítricas* e ândicas são adaptados de Shoji et al. (1996), Takahashi et al. (2004) e a partir de conclusões da Ação COST 622.

*Horizontes espódicos*, que também contém complexos de óxidos e substâncias orgânicas, também podem apresentar propriedades ândicas. Propriedades ândicas também podem estar presentes em *horizontes chérnico, mólico* ou *úmbrico*.

## 3.2.4 Propriedades ântricas

### Descrição geral

Propriedades ântricas (do grego *anthropos*, ser humano) referem-se a *horizontes mólico* ou *úmbrico* feitos por humanos. Alguns dos *horizontes mólicos* com propriedades ântricas são *horizontes úmbricos* naturais transformados em *horizontes mólicos* por calagem e fertilização. Horizontes minerais de pouca espessura, de cor clara ou pobres em húmus podem ser transformados em *horizontes úmbricos* ou mesmo *horizontes mólicos* através de cultivo a longo prazo (aração, calagem, fertilização, etc.). Outro grupo de *horizontes mólico* ou *úmbrico* artificiais é criado arando camadas superficiais orgânicas e incorporando-as no solo mineral. Em todos estes casos, o solo tem muito pouca atividade animal, o que é especialmente incomum em solos com *horizonte mólico*.

### Critérios diagnósticos

As propriedades ântricas:

1. ocorrem em solos com *horizonte mólico* ou *úmbrico*;
- e
2. mostram evidência de alteração por humanos por um ou mais dos seguintes:
  - a. limite inferior abrupto na profundidade de aração e  $\geq 10\%$  dos grãos de areia não revestidos por matéria orgânica; *ou*

- b. limite inferior abrupto na profundidade de aração e evidência de mistura de materiais de solo mais ricos e mais pobres em húmus pela aração; **ou**
  - c. fragmentos de calcário aplicado; **ou**
  - d.  $\geq 430 \text{ mg kg}^{-1}$  P no extrato Mehlich-3 nos 20 cm superiores;
  - e
3. mostram  $< 5\%$  (por área exposta) de poros de animais, coprólitos ou outros vestígios de atividade animal no solo em uma ou ambas das seguintes profundidades:
- a. nos 5 cm inferiores do *horizonte mólico* ou *úmbrico*; **ou**
  - b. em uma faixa de profundidade de 5 cm abaixo da camada arada, se houver.

### Identificação de campo

Sinais de mistura ou cultivo, evidência de calagem (por exemplo, fragmentos de calcário aplicado), a cor escura e a quase completa ausência de vestígios de atividade animal no solo são os principais critérios de reconhecimento.

O material mais rico em húmus incorporado pode ser estabelecido a olho nu, usando lupa de mão de 10x ou avaliando seções delgadas, dependendo do grau de fragmentação/dispersão do material mais rico em húmus. O material incorporado mais rico em húmus é tipicamente fracamente ligado ao material mais pobre em húmus, o que se manifesta por grãos de areia não revestidos em uma matriz mais escura, em toda a camada que foi misturada.

### Informações adicionais

$430 \text{ mg kg}^{-1}$  P no extrato Mehlich-3 corresponde aproximadamente a  $654 \text{ mg kg}^{-1}$  P ou  $1.500 \text{ mg kg}^{-1}$   $\text{P}_2\text{O}_5$  em ácido cítrico a 1% (Kabała et al., 2018), que era o requisito nas edições anteriores do WRB. A ideia original das propriedades ântricas é derivada de Krogh & Greve (1999).

### Relações com alguns outros diagnósticos

As propriedades ântricas são uma característica adicional de alguns *horizontes mólico* ou *úmbrico*.

*Horizontes chérmicos* normalmente apresentam maior atividade animal e não possuem propriedades ântricas.

## 3.2.5 Rocha contínua

### Critérios diagnósticos

A rocha contínua (do latim *continuare*, continuar) é material consolidado, exclusivo de horizontes pedogênicos cimentados como *horizontes limônico*, *petrocálcico*, *petrodúrico*, *petrogipsico*, *petroplíntico* e *espódico*. A rocha contínua é suficientemente consolidada para permanecer intacta quando uma amostra seca ao ar, com 25 a 30 mm em um lado, é submersa em água por 1 hora. O material é considerado contínuo somente se as fendas ocuparem  $< 10\%$  (em volume, em relação a todo o solo) da rocha contínua, sem que tenha ocorrido deslocamento significativo da rocha.

## 3.2.6 Propriedades gleicas

### Descrição geral

Propriedades gleicas (do nome popular russo *gley*, argila azulada úmida) se desenvolvem em camadas que estão saturadas por água subterrânea (ou estavam saturadas no passado, se agora drenadas) por um período suficientemente longo, que permite ocorrer *condições redutoras* (isto pode variar de alguns dias nos trópicos a algumas semanas em outras áreas), e na franja capilar acima deles. Pode haver propriedades gleicas sem a presença de água subterrânea em uma camada rica em argila sobre camada rica em areia ou fragmentos grossos. Em alguns solos com propriedades gleicas, as *condições redutoras* são causadas por gases em

movimento ascendente, como metano ou dióxido de carbono. Se não houver mais *condições redutoras*, as propriedades gleicas são relictuais.

### Critérios diagnósticos

As propriedades gleicas referem-se a *material mineral*, que apresenta feições redoximórficas e compreende um dos seguintes:

1. camada com  $\geq 95\%$  (por área exposta) de feições reductimórficas que possuem as seguintes cores Munsell, úmidas:
  - a. matiz de N, 10Y, GY, G, BG, B ou PB; **ou**
  - b. matiz de 2,5Y ou 5Y e croma  $\leq 2$ ;

**ou**
2. camada com  $> 5\%$  (por área exposta, em relação à terra fina mais as feições oximórficas de qualquer tamanho e qualquer classe de cimentação) de feições oximórficas que:
  - a. estão predominantemente nas paredes dos bioporos e, se estiverem presentes agregados do solo, predominantemente nas superfícies dos agregados ou adjacentes a elas; **e**
  - b. tem matiz Munsell  $\geq 2,5$  unidades mais vermelho e croma  $\geq 1$  unidade mais alto, úmidos, do que o material circundante ou que a matriz da camada diretamente subjacente;

**ou**
3. combinação de duas camadas: uma que atende aos critérios diagnósticos 2 e uma outra diretamente subjacente que atende aos critérios diagnósticos 1.

### Identificação de campo

As feições redoximórficas são descritas no Anexo 1 (Capítulo 8.4.20).

### Informações adicionais

As propriedades gleicas resultam de um gradiente redox entre as águas subterrâneas e a franja capilar, causando distribuição desigual de (hidróxidos de ferro ou manganês. Na parte inferior do solo e/ou no interior dos agregados do solo, os óxidos ou são transformados em compostos solúveis de Fe/Mn(II) ou são translocados; ambos os processos levam à ausência de cores com matiz Munsell mais vermelho que 2,5Y. Os compostos translocados de Fe e Mn podem ser concentrados na forma oxidada (Fe[III], Mn[IV]) nas superfícies dos agregados do solo ou nas paredes dos bioporos (canais radiculares enferrujados), e em direção à superfície até mesmo na matriz do solo. As concentrações de Mn podem ser reconhecidas pela forte efervescência quando usada uma solução de  $H_2O_2$  10%.

As feições reductimórficas refletem condições permanentemente úmidas. Em materiais fracos e argilosos, predominam as cores azul esverdeadas devido aos hidroxy sais de Fe(II, III) (ferrugem verde). Se o material for rico em enxofre (S), prevalecem as cores enegrecidas devido aos sulfetos de ferro coloidais como greigita ou mackinawita (facilmente reconhecidos pelo cheiro, após aplicação de HCl 1 M). No *material calcárico*, as cores esbranquiçadas são dominantes devido à calcita e/ou siderita. As areias são geralmente de cor cinza claro a branco e também frequentemente pobres em Fe e Mn. As cores verdes azuladas e pretos são instáveis e muitas vezes oxidam para uma cor marrom avermelhada poucas horas após a exposição ao ar. A parte superior de uma camada reductimórfica pode apresentar até 5% de cores em tom de ferrugem, principalmente ao redor de canais de animais escavadores ou raízes de plantas.

As feições oximórficas refletem condições oxidantes, como na franja capilar e nos horizontes superficiais de solos com níveis flutuantes de água subterrânea. Cores específicas indicam ferridrita (marrom avermelhado), goethita (marrom amarelado brilhante), lepidocrocita (laranja), schwertmannita (laranja escuro) e jarosita (amarelo claro). Em solos de textura franca e argilosa, os óxidos/hidróxidos de ferro concentram-se nas superfícies dos agregados do solo e nas paredes dos poros maiores (por exemplo, canais radiculares抗igos). Na maioria dos casos, uma camada que atende ao critério diagnóstico 2 sobrepõe-se a uma que atende ao

critério 1. Alguns solos, incluindo os subaquáticos (de água doce ou de água do mar) e os de maré, têm apenas uma camada que atende ao critério diagnóstico 1 e nenhuma camada que atende ao critério 2.

### Relações com alguns outros diagnósticos

Propriedades gleicas diferem de *propriedades estágnicas*. As propriedades gleicas são causadas por um agente em movimento ascendente (principalmente águas subterrâneas) que causa *condições redutoras* e isso leva a uma camada subjacente fortemente reduzida e uma camada sobrejacente com feições oximórficas nas superfícies dos agregados do solo ou adjacente a elas. (Em alguns solos apenas uma destas camadas está presente). *Propriedades estágnicas* são causadas pela estagnação de um agente intruso (principalmente água da chuva) que causa *condições redutoras* e isso leva a uma camada sobrejacente pobre em Fe e uma outra subjacente com feições oximórficas dentro dos agregados do solo. (Em alguns solos, apenas uma destas camadas está presente.)

## 3.2.7 Descontinuidade lítica

### Descrição geral

Descontinuidades líticas (do grego *lithos*, pedra, e latim *continuare*, continuar) representam diferenças significativas no material de origem dentro de um solo. Uma descontinuidade lítica também pode denotar diferentes tempos de deposição. Os diferentes estratos podem ter mineralogia igual ou diferente.

### Critérios diagnósticos

Ao comparar duas camadas diretamente sobrepostas consistindo em *material mineral*, uma descontinuidade lítica requer um ou mais dos seguintes:

1. diferença abrupta na distribuição granulométrica que não está associada apenas a uma alteração no teor de argila resultante da formação do solo;  
*ou*
2. ambos os seguintes:
  - a. um ou mais dos seguintes:
    - i.  $\geq 10\%$  de areia grossa e  $\geq 10\%$  de areia média, *e* uma diferença de  $\geq 25\%$  na proporção de areia grossa para areia média, *e* uma diferença de  $\geq 5\%$  (valor absoluto) no teor de areia grossa e/ou areia média; *ou*
    - ii.  $\geq 10\%$  de areia grossa e  $\geq 10\%$  de areia fina, *e* uma diferença de  $\geq 25\%$  na proporção de areia grossa para areia fina, *e* uma diferença de  $\geq 5\%$  (valor absoluto) no teor de areia grossa e/ou areia fina; *ou*
    - iii.  $\geq 10\%$  de areia média e  $\geq 10\%$  de areia fina, *e* uma diferença de  $\geq 25\%$  na proporção de areia média para areia fina, *e* uma diferença de  $\geq 5\%$  (valor absoluto) no teor de areia média e/ou areia fina; *ou*
    - iv.  $\geq 10\%$  de areia e  $\geq 10\%$  de silte, *e* uma diferença de  $\geq 25\%$  na proporção de areia para silte, *e* uma diferença de  $\geq 5\%$  (valor absoluto) no teor de areia e/ou silte;
  - e*
  - b. as diferenças não resultam da variação original dentro do material de origem na forma de manchas de diferentes frações granulométricas dentro de uma camada;
- ou*
3. as camadas apresentam fragmentos grossos com litologias diferentes;  
*ou*
4. uma camada contendo fragmentos grossos sem crosta de intemperismo sobreposta a uma camada contendo fragmentos grossos com crostas de intemperismo;  
*ou*

5. uma camada com fragmentos grossos angulares sobrejacente ou subjacente a uma camada com fragmentos grossos arredondados;  
*ou*
6. uma camada sobrejacente que tem  $\geq 10\%$  (valor absoluto, em volume, em relação a todo o solo) mais fragmentos grossos do que a camada subjacente, a menos que a diferença seja criada pela atividade animal;  
*ou*
7. uma menor quantidade de fragmentos grossos na camada sobrejacente que não pode ser explicada pelo intemperismo avançado na camada sobrejacente;  
*ou*
8. diferenças abruptas de cor não resultantes da formação do solo;  
*ou*
9. diferenças marcantes no tamanho e na forma dos minerais resistentes (conforme demonstrado por métodos micromorfológicos ou mineralógicos);  
*ou*
10. diferenças nas proporções de  $TiO_2/ZrO_2$  da fração areia por um fator  $\geq 2$ ;  
*ou*
11. diferenças na CTC (em  $NH_4OAc$  1 M, pH 7) por kg de argila por um fator  $\geq 2$ .

### Informações adicionais

Em alguns casos, uma descontinuidade lítica pode ser sugerida por um dos seguintes: uma linha horizontal de fragmentos grossos (linha de pedra) sobreposta e sotoposta de camadas com menores quantidades de fragmentos grossos, ou uma porcentagem decrescente de fragmentos grossos com o aumento da profundidade. Por outro lado, a ação de seleção da fauna, como os cupins, pode produzir efeitos semelhantes no que inicialmente teria sido material de origem lítica uniforme.

O critério diagnóstico 2 é ilustrado pelo seguinte exemplo:

Camada 1: 20% de areia grossa, 10% de areia média  $\rightarrow$  proporção de areia grossa para areia média: 2.

Camada 2: 15% de areia grossa, 10% de areia média  $\rightarrow$  proporção de areia grossa para areia média: 1,5.

Diferença nas proporções: 25%

Diferença no teor de areia grossa (valor absoluto): 5%

Diferença no conteúdo de areia média (valor absoluto): 0

Resultado: entre as duas camadas há uma descontinuidade lítica.

Geralmente, a fórmula matemática para calcular as diferenças nas proporções é a seguinte:

$$ABS(\text{proporção}_i - \text{proporção}_{i+1}) / \text{MAX}(\text{proporção}_i; \text{proporção}_{i+1}) * 100$$

## 3.2.8 Propriedades protocálcicas

### Descrição geral

Propriedades protocálcicas (do grego *proton*, primeiro, e latim *calx*, cal) referem-se a carbonatos derivados da solução do solo e precipitados no solo. Não pertencem ao material de origem do solo ou a outras fontes, como poeira. Elas ocorrem através da estrutura ou tecido do solo. Esses carbonatos são chamados de carbonatos secundários. Para propriedades protocálcicas, eles devem ser permanentes e estar presentes em quantidades significativas.

### Critérios diagnósticos

As propriedades protocálcicas referem-se a concentrações de carbonatos secundários, visíveis quando úmidos, que mostram um ou mais dos seguintes:

1. ocupam  $\geq 5\%$  da área exposta (em relação à terra fina mais as concentrações de carbonatos secundários de qualquer tamanho e qualquer classe de cimentação) com massas, nódulos, concreções ou filamentos; **ou**
2. cobrem  $\geq 10\%$  das superfícies dos agregados do solo ou paredes dos bioporos; **ou**
3. cobrem  $\geq 10\%$  das superfícies inferiores de fragmentos grossos ou restos de horizontes cimentados quebrados.

### Identificação de campo

A identificação dos carbonatos secundários está descrita no Anexo 1 (Capítulo 8.4.25).

### Informações adicionais

As acumulações de carbonatos secundários qualificam-se como propriedades protocálcicas apenas se forem permanentes e não irem e virem com as mudanças nas condições de umidade. Isso deve ser verificado borrifando um pouco de água sobre eles.

### Relações com alguns outros diagnósticos

As acumulações de carbonatos secundários com teores mais elevados de equivalente de carbonato de cálcio podem qualificar-se para um *horizonte cárlico*, ou se cimentado continuamente com classe de cimentação de pelo menos moderadamente cimentada, para um *horizonte petrocárlico*. *Material calcárico* refere-se à presença de carbonatos em toda a terra fina, que geralmente inclui carbonatos primários.

## 3.2.9 Propriedades protogípsicas

### Descrição geral

Propriedades protogípsicas (do grego *proton*, primeiro, e *gypsos*, gesso) referem-se ao gesso derivado da solução do solo e precipitado no solo. Não pertence ao material de origem do solo ou a outras fontes, como poeira. Este gesso é chamado de gesso secundário.

### Critérios diagnósticos

As propriedades protogípsicas referem-se a concentrações visíveis de gesso secundário que ocupam  $\geq 1\%$  da área exposta (em relação à terra fina mais as acumulações de gesso secundário de qualquer tamanho e qualquer classe de cimentação).

### Identificação de campo

A identificação do gesso secundário está descrita no Anexo 1 (Capítulo 8.4.26).

### Relações com alguns outros diagnósticos

Acumulações de gesso secundário com teores mais elevados de gesso podem qualificar-se para um *horizonte gíplico*, ou se cimentado continuamente, para um *horizonte petrogíplico*. *Material gipsírico* inclui gesso primário.

## 3.2.10 Condições redutoras

### Critérios diagnósticos

As condições redutoras (do latim *reducere*, retirar) mostram um ou mais dos seguintes:

1. logaritmo negativo da pressão parcial do hidrogênio (rH, calculado como  $Eh \cdot 29^{-1} + 2 \cdot pH$ ) de  $< 20$ ; **ou**

2. a presença de  $\text{Fe}^{2+}$  livre, conforme mostrado em uma superfície recém-quebrada e alisada de solo úmido pelo aparecimento de cor vermelha forte após umedecê-lo com solução de  $\alpha,\alpha'$ -dipiridil a 0,2% dissolvido em acetato de amônio ( $\text{NH}_4\text{OAc}$ ) 1 N, pH 7; **ou**
3. a presença de sulfeto de ferro; **ou**
4. a presença de metano.

**Cuidado:** A solução de  $\alpha,\alpha'$ -dipiridil é tóxica se ingerida e prejudicial se absorvida pela pele ou inalada. Tem que ser usada com cuidado. Em camadas com reação de solo neutra ou alcalina pode não apresentar a cor vermelha forte.

### 3.2.11 Propriedades rédicas

#### Descrição geral

Propriedades rédicas (do latim *rete*, rede) descrevem a interdigitação de *material clárico* de textura mais grossa em um *horizonte árgico* ou *nátrico* de textura mais fina. A interdigitação do *material clárico* de textura mais grossa é caracterizada por remoção parcial de minerais de argila e óxidos de ferro. Também pode haver *material clárico* de textura mais grossa que caiu do horizonte sobrejacente em fendas no *horizonte árgico* ou *nátrico*. O *material clárico* de textura mais grossa é encontrado como interdigitações verticais, horizontais e inclinadas entre os agregados do solo.

#### Critérios diagnósticos

As propriedades rédicas referem-se a uma combinação de partes de textura mais fina e partes de textura mais grossa, ambas consistindo em *material mineral*, dentro da mesma camada, com todos os seguintes:

1. as partes de textura mais fina pertencem a um *horizonte árgico* ou *nátrico*;  
*e*
2. as partes de textura mais grossa consistem em *material clárico*;  
*e*
3. as partes de textura mais fina têm, em comparação com as partes de textura mais grossa, a seguinte cor Munsell, úmida:
  - a. matiz  $\geq 2,5$  unidades mais vermelho; **ou**
  - b. valor  $\geq 1$  unidade mais baixo; **ou**
  - c. croma  $\geq 1$  unidade mais alto;  
*e*
4. o teor de argila das partes de textura mais fina é maior em comparação com as partes de textura mais grossa, conforme especificado para o *horizonte árgico* ou *nátrico*, critério 2.a;  
*e*
5. as partes de textura mais grossa têm  $\geq 0,5$  cm de largura;  
*e*
6. as partes de textura mais grossa começam no limite superior do *horizonte árgico* ou *nátrico*;  
*e*
7. as partes de textura mais grossa ocupam áreas  $\geq 10$  e  $< 90\%$  nas seções verticais e horizontais, dentro de:
  - a. 30 cm superiores do *horizonte árgico* ou *nátrico*; **ou**
  - b. *horizonte árgico* ou *nátrico* completamente,  
o que for mais raso;  
*e*
8. não ocorrem dentro de uma camada arada.

### Relações com alguns outros diagnósticos

As propriedades rédicas incluem o caso especial de *glossas albelúvicas*. Os *horizontes árgico* ou *nátrico* que exibem propriedades rédicas também podem atender aos requisitos de um *horizonte frágico*. Uma camada com propriedades rédicas também pode mostrar *propriedades estágnicas* com ou sem *condições redutoras*. Em solos não perturbados, o *horizonte árgico* ou *nátrico* com as propriedades rédicas é normalmente sobreposto por um *horizonte álbico* ou *câmbico*. No entanto, os horizontes sobrejacentes podem ter sido removidos devido à erosão ou aração.

## 3.2.12 Fendas que expandem e contraem

### Descrição geral

Abrem e fecham devido à expansão e contração dos minerais de argila com a alteração do teor de água do solo. É possível que sejam apenas evidentes quando o solo está seco. Controlam a infiltração e percolação da água, mesmo que estejam preenchidas com material da superfície.

### Critérios diagnósticos

As fendas que expandem e contraem ocorrem em *material mineral* e:

1. abrem e fecham com a mudança do teor de água do solo; *e*
2. têm  $\geq 0,5$  cm de largura, quando o solo está seco, com ou sem preenchimento de material da superfície.

### Relações com alguns outros diagnósticos

As fendas que expandem e contraem são referidas nos critérios diagnósticos dos *horizontes protovértico* e *vértico* e na Chave para os Grupos de Solos de Referência (onde é feita referência aos seus requisitos de profundidade).

## 3.2.13 Propriedades siderálicas

### Descrição geral

Propriedades siderálicas (do grego *sideros*, ferro, e latim *alumen*, alumínio) referem-se a *material mineral* que tem CTC relativamente baixa.

### Critérios diagnósticos

As propriedades siderálicas ocorrem em *material mineral* e requerem:

1. um ou ambos dos seguintes:
  - a.  $\geq 8\%$  de argila *e* CTC (por  $\text{NH}_4\text{OAc}$  1 M, pH 7) de  $< 24 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$  argila; *ou*
  - b. CTC (por  $\text{NH}_4\text{OAc}$  1 M, pH 7) de  $< 2 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$  solo;
- e*
2. evidência de formação de solo conforme definido no critério 3 do *horizonte câmbico*.

### Relações com alguns outros diagnósticos

Propriedades siderálicas também estão presentes em *horizontes ferrálicos*.

## 3.2.14 Propriedades estágnicas

### Descrição geral

Propriedades estágnicas (do latim *stagnare*, inundar) se desenvolvem em camadas que estão, pelo menos temporariamente, saturadas por água estagnada (ou estavam saturadas no passado, se agora drenadas) por um período suficientemente longo que permite ocorrer *condições redutoras* (isto pode variar de alguns dias nos

trópicos a algumas semanas em outras áreas). Em alguns solos com propriedades estágnicas, as *condições redutoras* são causadas pela intrusão de outros líquidos, como exemplo a gasolina. Se não houver mais *condições redutoras*, as propriedades estágnicas são relictuais.

### Critérios diagnósticos

As propriedades estágnicas referem-se a *material mineral*, apresentam feições redoximórficas e compreendem um ou mais dos seguintes:

1. uma camada que compreende feições reductimórficas e material de solo com a cor da matriz, e que mostra ambos os seguintes:
  - a. as feições reductimórficas ocorrem predominantemente ao redor dos bioporos e, se estiverem presentes agregados do solo, predominantemente nas partes externas dos agregados; *e*
  - b. as feições reductimórficas apresentam, em comparação com a cor da matriz, as seguintes cores Munsell, úmidas: valor  $\geq 1$  unidade mais alto e croma  $\geq 1$  unidade mais baixo;  
*ou*
2. uma camada que compreende feições oximórficas e material de solo com a cor da matriz, e que mostra ambos os seguintes:
  - a. as feições oximórficas ocorrem, se estiverem presentes agregados do solo, predominantemente dentro dos agregados; *e*
  - b. as feições oximórficas são pretas, rodeadas por material de cor mais clara, ou apresentam, em comparação com a cor da matriz, as seguintes cores Munsell, úmidas: matiz  $\geq 2,5$  unidades mais vermelho e croma  $\geq 1$  unidade mais alto;  
*ou*
3. uma camada que compreende feições reductimórficas e feições oximórficas (com ou sem material de solo com cor da matriz), e que apresenta todos os seguintes:
  - a. as feições reductimórficas ocorrem predominantemente ao redor dos bioporos e, se estiverem presentes agregados do solo, predominantemente nas partes externas dos agregados;  
*e*
  - b. as feições oximórficas ocorrem, se estiverem presentes agregados do solo, predominantemente dentro dos agregados;  
*e*
  - c. as feições oximórficas são pretas, rodeadas por material de cor mais clara, ou apresentam, em comparação com as feições reductimórficas, uma ou mais das seguintes cores Munsell, todas úmidas:
    - i. matiz  $\geq 5$  unidades mais vermelho; *ou*
    - ii. croma  $\geq 4$  unidades mais alto; *ou*
    - iii. matiz  $\geq 2,5$  unidades mais vermelho e croma  $\geq 2$  unidades mais alto; *ou*
    - iv. matiz  $\geq 2,5$  unidades mais vermelho, valor  $\geq 1$  unidade mais baixo e croma  $\geq 1$  unidade mais alto;  
*ou*
4. uma camada com as cores de *material clárico* em  $\geq 95\%$  de sua área exposta, o que é considerado feição reductimórfica, acima de uma *diferença textural abrupta* ou acima de camada com densidade do solo  $\geq 1,5 \text{ kg dm}^{-3}$ ;  
*ou*
5. uma combinação de duas camadas: uma com *material clárico* em  $\geq 95\%$  de sua área exposta, que é considerada uma feição reductimórfica, e uma camada diretamente subjacente que preenche os critérios diagnósticos 1, 2 ou 3.

### Identificação de campo

As feições redoximórficas são descritas no Anexo 1 (Capítulo 8.4.20).

## Informações adicionais

As propriedades estágnicas resultam da redução de (hidróxidos de ferro e/ou de manganês ao redor dos poros maiores. O Mn e o Fe mobilizados podem ser lavados lateralmente, resultando em *material clárico* (especialmente na parte superior do perfil que apresenta textura mais grossa em muitos solos) ou podem migrar para o interior dos agregados do solo onde são reoxidados (especialmente na parte inferior do perfil). Se as propriedades estágnicas forem fracamente expressas, as feições reductimórficas e oximórficas cobrem apenas algumas partes da área exposta, e as demais partes mostram a cor da matriz original que prevalecia no solo antes do início dos processos redox. Se as propriedades estágnicas forem fortemente expressas, toda a área exposta da terra fina apresenta feições reductimórficas ou oximórficas.

## Relações com alguns outros diagnósticos

As propriedades estágnicas diferem de *propriedades gleicas*. As propriedades estágnicas são causadas pela estagnação de um agente intruso (principalmente água da chuva) que causa *condições redutoras* e isso leva a uma camada sobrejacente pobre em Fe e uma subjacente com feições oximórficas dentro dos agregados do solo. (Em alguns solos, apenas uma destas camadas está presente.) *Propriedades gleicas* são causadas por um agente ascendente (principalmente águas subterrâneas) que causa *condições redutoras* e isso leva a uma camada subjacente fortemente reduzida e uma sobrejacente com feições oximórficas nas superfícies dos agregados do solo ou adjacentes a elas. (Em alguns solos, apenas uma destas camadas está presente.)

## 3.2.15 Propriedades taquíricas

### Descrição geral

Propriedades taquíricas (das línguas turcomanas *takyr*, terra estéril) estão relacionados a uma crosta superficial de textura fina com estrutura laminar ou maciça. Elas ocorrem em condições áridas em solos periodicamente inundados.

### Critérios diagnósticos

As propriedades taquíricas referem-se a uma crosta superficial composta por *material mineral* que tem todos os seguintes:

1. classe textural francoargilosa, franco-argilossiltosa, argilossiltosa ou argila;  
*e*
2. estrutura laminar ou maciça;  
*e*
3. fendas poligonais,  $\geq 2$  cm de profundidade e com espaçamento horizontal médio  $\leq 20$  cm, quando o solo estiver seco;  
*e*
4. classe de resistência à ruptura de pelo menos dura quando seca e plasticidade de pelo menos moderadamente plástica quando úmida;  
*e*
5. condutividade elétrica ( $CE_e$ ) do extrato de saturação de
  - a.  $< 4$  dS  $m^{-1}$ ; **ou**
  - b. pelo menos  $1$  dS  $\cdot m^{-1}$  menos do que o valor da camada diretamente abaixo da crosta superficial.

### Identificação de campo

As propriedades taquíricas ocorrem em depressões em regiões áridas, onde as águas superficiais, ricas em argila e silte, mas relativamente pobres em sais solúveis, acumulam-se e lixiviam os sais dos horizontes superiores do solo. Isto provoca a dispersão da argila e a formação de uma crosta espessa, compacta e de textura fina, com fendas poligonais proeminentes quando seca. A crosta geralmente contém  $\geq 80\%$  de argila

e silte. É espessa o suficiente para não flexionar totalmente ao secar.

### Relações com alguns outros diagnósticos

As propriedades taquíricas ocorrem em associação com muitos horizontes diagnósticos, sendo os mais importantes o *horizonte nátrico*, o *sálico*, o *gáspico*, o *cálcico* e o *câmbico*. O baixo valor de  $CE_e$  e o baixo teor de sais solúveis das propriedades taquíricas as diferenciam do *horizonte sálico*.

## 3.2.16 Propriedades vítricas

### Descrição geral

Propriedades vítricas (do latim *vitrum*, vidro) aplicam-se a camadas que contêm vidro de origem vulcânica ou industrial e que contêm quantidade limitada de minerais de baixa cristalinidade ou complexos organometálicos.

### Critérios diagnósticos

As propriedades vítricas requerem:

1. na fração entre  $> 0,02$  e  $\leq 2$  mm,  $\geq 5\%$  (por contagem de grãos) de vidro vulcânico, agregados vítreos, outros minerais primários revestidos de vidro ou vidros resultantes de processos industriais;  $e$
2. valor de  $Al_{ox} + \frac{1}{2}Fe_{ox} \geq 0,4\%$ ;  $e$
3. retenção de fosfato de  $\geq 25\%$ .

### Identificação de campo

As propriedades vítricas podem ocorrer em uma camada superficial. No entanto, também podem ocorrer sob algumas dezenas de centímetros de depósitos piroclásticos recentes. Camadas com propriedades vítricas podem apresentar quantidade apreciável de matéria orgânica. As frações de areia e silte grosso das camadas com propriedades vítricas possuem quantidade significativa de vidro vulcânico inalterado ou parcialmente alterado, agregados vítreos, outros minerais primários revestidos de vidro ou vidros resultantes de processos industriais (as frações mais grossas podem ser verificadas usando lupa de mão de 10x; as frações mais finas podem ser verificadas usando microscópio).

### Relações com alguns outros diagnósticos

As propriedades vítricas estão, por um lado, intimamente ligadas às *propriedades ândicas*, para as quais podem evoluir ao longo do tempo. Durante algum tempo durante este desenvolvimento, uma camada pode apresentar tanto a quantidade de vidros vulcânicos necessários para as propriedades vítricas como as características das *propriedades ândicas*. Por outro lado, camadas com propriedades vítricas desenvolvem-se a partir de *material téfrico*. Os critérios diagnósticos das *propriedades vítricas* e *ândicas* são adaptados de Shoji et al. (1996), Takahashi et al. (2004) e a partir de conclusões da Ação COST 622. *Horizontes chérnico, mólico e úmbrico* também podem exibir propriedades vítricas.

## 3.2.17 Propriedades êrmicas

### Descrição geral

Propriedades êrmicas (do espanhol *yermo*, deserto) são encontradas na superfície do solo mineral nos desertos. Eles compreendem características como pavimento desértico, verniz desértico, ventifatos (*windkanters*), estrutura laminar e poros vesiculares.

### Critérios diagnósticos

As propriedades êrmicas ocorrem em *material mineral* e têm um ou ambos dos seguintes:

1. fragmentos grossos da superfície cobrindo  $\geq 20\%$  da superfície do solo (pavimento desértico), subjazidos por uma camada de solo com abundância de fragmentos grossos com metade ou menos da abundância de fragmentos grossos da superfície, e um ou mais dos seguintes:
  - a.  $\geq 10\%$  dos fragmentos grossos da superfície,  $> 2$  cm (maior dimensão), são envernizados; **ou**
  - b.  $\geq 10\%$  dos fragmentos grossos da superfície,  $> 2$  cm (maior dimensão), com formas derivadas da ação do vento (ventifatos, *windkanters*); **ou**
  - c. camada superficial,  $\geq 1$  cm de espessura, com estrutura laminar; **ou**
  - d. camada superficial,  $\geq 1$  cm de espessura, com muitos poros vesiculares;  
**ou**
2. camada superficial, não compactada pela atividade humana,  $\geq 1$  cm de espessura, com estrutura laminar e muitos poros vesiculares.

### **Identificação de campo**

As características das propriedades êrmicas estão descritas no Anexo 1:  
pavimento desértico (Capítulo 8.3.4)  
verniz desértico e ventifatos (Capítulo 8.3.5)  
estrutura laminar (Capítulo 8.4.10)  
poros vesiculares (Capítulo 8.4.12) - para serem diagnósticos, os poros vesiculares devem estar presentes na classe de abundância “muitos”.  
Se a textura for suficientemente fina, o solo pode apresentar uma rede poligonal de fendas de dessecação (Capítulo 8.4.13), muitas vezes preenchidas com material soprado pelo vento, que se estendem a maiores profundidades. Nos desertos frios, fragmentos maiores na superfície do solo são frequentemente quebrados pelo congelamento da água.

### **Relações com alguns outros diagnósticos**

As propriedades êrmicas ocorrem frequentemente em associação com outros diagnósticos, característicos de ambientes desérticos (*horizontes sálico, dírico, gíspico, cárlico e cámico*). Em desertos muito frios (por exemplo, na Antártica), podem ocorrer associados a *horizontes críticos*. Nestas condições, predomina o material crioclástico grosso e há pouco material fino a ser erodido e depositado pelo vento. Aqui, um pavimento denso com verniz, ventifatos, camadas de areia eólica e acumulações de minerais solúveis pode ocorrer diretamente sobre depósitos soltos, sem poros vesiculares.

### 3.3 Materiais diagnósticos

**Materiais diagnósticos** são materiais que influenciam significativamente os processos de formação do solo. Suas características podem ser herdadas do material de origem ou resultar de processos de formação do solo. Os materiais diagnósticos não descrevem o material de origem; eles descrevem o material do solo e as características referem-se (como para todos os diagnósticos) à terra fina, salvo indicação em contrário. Suas características podem ser observadas ou medidas em campo ou laboratório e requerem uma expressão mínima ou máxima para serem qualificadas como diagnósticas. A espessura mínima não faz parte dos critérios.

#### 3.3.1 Material eólico

##### Descrição geral

Material eólico (do grego *aiolos*, vento) descreve material depositado pelo vento, típico de ambientes áridos e semiáridos.

##### Critérios diagnósticos

O material eólico requer:

1. evidência de deposição pelo vento dentro de 20 cm da superfície do solo mineral por um ou ambos dos seguintes:
  - a.  $\geq 10\%$  das partículas de areia média e grossa são arredondadas ou subangulares e têm superfície fosca, em alguma camada ou em material soprado preenchendo fendas; **ou**
  - b. aeroturbação (por exemplo, estratificação cruzada) em alguma camada;  
*e*
2.  $< 1\%$  de *carbono orgânico do solo* da superfície do solo mineral até uma profundidade de 10 cm.

#### 3.3.2 Artefatos

##### Descrição geral

Os artefatos descrevem materiais feitos, alterados e escavados por humanos. Eles podem estar fisicamente alterados (por exemplo, quebrados em pedaços), mas são química e mineralogicamente não alterados ou apenas pouco alterados e ainda são amplamente reconhecíveis.

##### Critérios diagnósticos

Os artefatos (do latim *ars*, arte, e *factus*, feito) são substâncias líquidas ou sólidas de qualquer tamanho que:

1. são um ou ambos dos seguintes:
  - a. criados ou substancialmente modificados por seres humanos como parte de processos de fabricação industrial ou artesanal; **ou**
  - b. trazidos à superfície do solo pela atividade humana a partir de uma profundidade, onde não foram influenciados por processos superficiais, e depositados em ambiente onde não ocorrem comumente, com propriedades substancialmente diferentes do ambiente onde são colocados;  
*e*
2. têm substancialmente as mesmas propriedades químicas e mineralógicas de quando foram fabricados, modificados ou escavados pela primeira vez.

##### Informações adicionais

Exemplos de artefatos são tijolos, cerâmica, vidro, pedra triturada ou lapidada, tábuas de madeira, resíduos industriais, plástico, lixo, produtos petrolíferos processados, betume, resíduos de mineração e petróleo bruto.

### Relações com alguns outros diagnósticos

Material duro técnico e geomembranas, intactas, fraturadas ou decompostas, também atendem aos critérios diagnósticos de artefatos.

## 3.3.3 Material calcárico

### Descrição geral

Material calcárico (do latim *calcarius*, contendo cal) refere-se ao material que contém  $\geq 2\%$  de equivalente de carbonato de cálcio. Os carbonatos são pelo menos parcialmente herdados do material de origem (carbonatos primários).

### Critérios diagnósticos

O material calcárico apresenta efervescência visível com HCl 1 M em toda a terra fina.

### Relações com alguns outros diagnósticos

O material calcárico também pode atender aos critérios diagnósticos de *propriedades protocálcicas*, que mostram acumulações discerníveis de carbonatos secundários. *Horizontes cárlico e petrocálcicos* possuem maiores teores de carbonatos e também mostram carbonatos secundários. *Horizontes petrocálcicos* são continuamente cimentados.

## 3.3.4 Material clárico

### Descrição geral

Material clárico (do latim *clarus*, claro) é uma terra fina de cor clara.

### Critérios diagnósticos

O material clárico é *material mineral* e:

1. tem em  $\geq 90\%$  de sua área exposta cor Munsell, seca, com um ou ambos dos seguintes:
  - a. valor  $\geq 7$  e croma  $\leq 3$ ; **ou**
  - b. valor  $\geq 5$  e croma  $\leq 2$ ;  
**e**
2. tem em  $\geq 90\%$  de sua área exposta cor Munsell, úmida, com um ou mais dos seguintes:
  - a. valor  $\geq 6$  e croma  $\leq 4$ ;  
**ou**
  - b. valor  $\geq 5$  e croma  $\leq 3$ ;  
**ou**
  - c. valor  $\geq 4$  e croma  $\leq 2$ ;  
**ou**
  - d. todos os seguintes:
    - i. matiz de 5YR ou mais vermelha; **e**
    - ii. valor  $\geq 4$  e croma  $\leq 3$ ; **e**
    - iii.  $\geq 25\%$  dos grãos de areia e silte grosso não são revestidos.

### Identificação de campo

A identificação no campo depende das cores do solo. Além disso, uma lupa de mão de 10x pode ser usada para verificar se os grãos de areia ou do silte grosso estão livres de revestimentos (critério 2.d). O material clárico pode apresentar uma mudança considerável no croma quando molhado.

## Informações adicionais

A presença de revestimentos ao redor de grãos de areia e silte grosso pode ser determinada usando microscópio óptico para análise de seções delgadas. Os grãos não revestidos geralmente apresentam uma borda muito fina em sua superfície. Os revestimentos podem ser de natureza orgânica, consistir em óxidos de ferro, ou ambos, e apresentar cor escura sob luz translúcida. Os revestimentos de ferro tornam-se avermelhados sob a luz refletida, enquanto os revestimentos orgânicos permanecem preto-acastanhados.

## Relações com alguns outros diagnósticos

O material clárico é utilizado como critério diagnóstico na definição do *horizonte espódico* e das propriedades *rédicas* e *estágnicas*. Uma camada com material clárico que perdeu óxidos e/ou matéria orgânica devido à migração de argila, podzolização ou devido a processos redox causados por água estagnada, forma um *horizonte álbico*.

### 3.3.5 Material dolomítico

#### Critérios diagnósticos

O material dolomítico (em homenagem ao geocientista francês *Déodat de Dolomieu*) mostra em toda a terra fina efervescência visível com HCl 1 M aquecido. Aplica-se a materiais que contenham  $\geq 2\%$  de mineral que tenha proporção de  $\text{CaCO}_3/\text{MgCO}_3 < 1,5$ . Com HCl não aquecido, produz efervescência apenas retardada e pouco visível.

### 3.3.6 Material flúvico

#### Descrição geral

Material flúvico (do latim *fluvius*, rio) refere-se aos sedimentos fluviais, marinhos e lacustres que recebem material recente ou já o receberam no passado e ainda apresentam estratificação. O material flúvico apresenta pouca evidência de formação de solo após a deposição.

#### Critérios diagnósticos

O material flúvico é *material mineral* e:

1. é de origem fluvial, marinha ou lacustre;  
*e*
2. tem estratos que são um ou ambos dos seguintes:
  - a. fácil de identificar (incluindo estratificação inclinada por alteração criogênica) em  $\geq 25\%$  (em volume, em relação a todo o solo) em uma profundidade especificada;  
*ou*
  - b. evidenciado por duas ou mais camadas com todos os seguintes:
    - i.  $\geq 0,2\%$  de *carbono orgânico do solo*; *e*
    - ii. teor de *carbono orgânico do solo*  $\geq 25\%$  (valor relativo) e  $\geq 0,2\%$  (valor absoluto) maior do que na camada diretamente sobrejacente; *e*
    - iii. não faz parte de um *horizonte nátrico* ou *espódico*;  
*e*
3. um ou ambos dos seguintes:
  - a. tem estrutura de grãos simples, maciça ou laminar ou estrutura fraca em blocos subangulares; *ou*
  - b. tem estrutura granular ou em blocos subangulares em uma camada que atende aos critérios diagnósticos 2.b.

## Identificação de campo

A estratificação pode ser identificada de diferentes maneiras:

- variação na textura e/ou conteúdo ou natureza de fragmentos grossos
- cores relacionadas ao material fonte
- alternando camadas de solo de cores mais claras e mais escuras, indicando diminuição irregular no teor de carbono orgânico do solo com a profundidade.

## Relações com alguns outros diagnósticos

O material flúvico está sempre associado a corpos de água (por exemplo, rios, lagos, mar) e pode, portanto, ser distinguido de *material solimóvico*. Poderá também preencher os critérios de *material límnic*o.

## 3.3.7 Material gipsírico

### Critérios diagnósticos

O material gipsírico (do grego *gypsos*, gesso) é *material mineral* que contém  $\geq 5\%$  de gesso que não seja gesso secundário.

## Relações com alguns outros diagnósticos

O material gipsírico também pode atender aos critérios diagnósticos de *propriedades protogipsicas*, que mostram acumulações discerníveis de gesso secundário. *Horizontes gipsico* e *petrogipsico* também mostram gesso secundário. *Horizontes petrogíspicos* possuem grandes quantidades de gesso e são continuamente cimentados.

## 3.3.8 Material hipersulfídico

### Descrição geral

Material hipersulfídico (do grego *hyper*, acima, e latim *sulphur*, enxofre) contém S sulfídico inorgânico e é capaz de acidificação severa como resultado da oxidação dos compostos sulfídicos inorgânicos nele contidos. O material hipersulfídico também é conhecido como “solo potencialmente sulfatado ácido”.

### Critérios diagnósticos

O material hipersulfídico:

1. tem  $\geq 0,01\%$  de S sulfídico inorgânico;  
*e*
2. tem valor de pH (1:1 em massa em água, ou em um mínimo de água para permitir a medição)  $\geq 4$ ;  
*e*
3. quando uma camada de 2 a 10 mm de espessura é incubada aerobiamente em capacidade de campo por 8 semanas, o pH cai para  $< 4$  e um ou mais dos seguintes:
  - a. dentro dessas 8 semanas, o declínio total do pH é  $\geq 0,5$  unidades de pH; *ou*
  - b. o mais tardar após essas 8 semanas, a diminuição do pH é de apenas  $\leq 0,1$  unidades de pH durante um período adicional de 14 dias; *ou*
  - c. o mais tardar após essas 8 semanas, o pH começa a aumentar novamente.

## Identificação de campo

O material hipersulfídico fica sazonal ou permanentemente alagado ou se forma sob condições amplamente anaeróbicas. Possui matiz Munsell de N, 5Y, 5GY, 5BG ou 5G, valor  $\leq 4$  e croma 1, todos úmidos. Se o solo for alterado, poderá ser notado odor de sulfeto de hidrogênio (ovos podres). Isto é acentuado pela aplicação de HCl 1 M.

Para um teste de triagem rápido mas que não é definitivo, uma amostra de 10 g tratada com 50 ml de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> a 30% mostrará queda no pH para  $\leq 2,5$ . A avaliação final depende de testes de incubação.

**Cuidado:** H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> é um oxidante forte, e sulfetos e matéria orgânica formarão espuma violentamente em tubo de ensaio, o qual pode ficar muito quente.

### Relações com alguns outros diagnósticos

A acidificação do material hipersulfídico geralmente causa o desenvolvimento de *horizonte tiônico*. Material *hipossulfídico* tem os mesmos critérios para S sulfídico inorgânico e para o valor de pH, mas não é capaz de acidificação severa.

## 3.3.9 Material hipossulfídico

### Descrição geral

Material hipossulfídico (do grego *hypo*, abaixo, e latim *sulphur*, enxofre) contém S sulfídico inorgânico e não é capaz de acidificação severa resultante da oxidação dos compostos sulfídicos inorgânicos nele contidos. Embora a oxidação não leve à formação de solos sulfatados ácidos, o material hipossulfídico é um importante risco ambiental devido aos processos relacionados aos sulfetos inorgânicos. O material hipossulfídico possui capacidade auto neutralizante, geralmente devido à presença de carbonato de cálcio.

### Critérios diagnósticos

O material hipossulfídico:

1. tem  $\geq 0,01\%$  de S sulfídico inorgânico; **e**
2. tem valor de pH (1:1 em massa em água, ou em um mínimo de água para permitir a medição)  $\geq 4$ ; **e**
3. não consiste em *material hipersulfídico*.

### Identificação de campo

O material hipossulfídico se forma em ambientes semelhantes ao *material hipersulfídico* e morfologicamente pode ser indistinguível. No entanto, é menos provável que tenha textura grossa. O teste de triagem de peróxido de hidrogênio (ver *material hipersulfídico*) também pode ser indicativo, mas a avaliação final depende de testes de incubação. Testes de campo para carbonato na terra fina podem ser usados para indicar se o solo tem alguma capacidade auto neutralizante.

### Relações com alguns outros diagnósticos

A acidificação do material hipossulfídico geralmente não causa o desenvolvimento de *horizonte tiônico*. Material *hipersulfídico* tem os mesmos critérios para S sulfídico inorgânico e para o valor de pH, mas é capaz de acidificação severa.

## 3.3.10 Material límnico

### Critérios diagnósticos

O material límnico (do grego *limnae*, lago) inclui ambos *materiais orgânico* e *mineral* e é um ou mais dos seguintes:

1. depositado na água por precipitação, possivelmente em combinação com sedimentação; **ou**
2. derivado de algas; **ou**
3. derivado de plantas aquáticas e posteriormente transportados; **ou**
4. derivado de plantas aquáticas e posteriormente modificado por animais aquáticos e/ou microrganismos.

## Identificação de campo

O material límnico é formado como depósitos subaquáticos e geralmente estratificado. (Após a drenagem pode ocorrer na superfície do solo.) Quatro tipos de material límnico podem ser distinguidos:

1. *Terra coprógena ou turfa sedimentar*: orgânico, identificável através de muitas pelotas fecais e restos de turfa, valor Munsell  $\leq 4$ , úmido, suspensão de água levemente viscosa, um tipo de plasticidade não plástico ou ligeiramente plástico, contraindo após a secagem, difícil de reumedecer após a secagem e racha-se ao longo de planos horizontais.
2. *Terra de diatomáceas*: principalmente diatomáceas (silicosas), identificáveis pela mudança irreversível da cor da matriz (valor Munsell de 3 a 5, úmido de campo ou molhado) após a secagem, como resultado do encolhimento irreversível dos revestimentos orgânicos nas diatomáceas (use microscópio com aumento de 440x).
3. *Marga*: fortemente calcário, identificável por valor Munsell  $\geq 5$ , úmido, e reação com HCl 1 M. A cor da marga geralmente não muda irreversivelmente após a secagem.
4. *Gyttja*: pequenos agregados coprogênicos, consistindo em matéria orgânica que foi fortemente alterada por microrganismos e em minerais de tamanho predominantemente argila a silte,  $\geq 0,5\%$  de carbono orgânico do solo, matriz Munsell de 5Y, GY ou G, úmido, forte contração após a drenagem e logaritmo negativo da pressão parcial do hidrogênio (rH)  $\geq 13$ .

## 3.3.11 Material mineral

### Descrição geral

No material mineral (do alemão *mine*, mineral), as propriedades da terra fina são dominadas por componentes minerais.

### Critérios diagnósticos

O material mineral tem

1.  $< 20\%$  de carbono orgânico do solo (em relação à terra fina mais os restos vegetais mortos de qualquer comprimento e com diâmetro  $\leq 5$  mm); e
2.  $< 35\%$  (em volume, em relação a todo o solo) de artefatos contendo  $\geq 20\%$  de carbono orgânico.

### Relações com alguns outros diagnósticos

Material que tem  $\geq 20\%$  de carbono orgânico do solo é *material orgânico*. Outro material que tenha  $\geq 35\%$  (em volume, em relação a todo o solo) de artefatos contendo  $\geq 20\%$  de carbono orgânico é *material organotécnico*.

## 3.3.12 Material múlmico

### Descrição geral

Material múlmico (do alemão *Mulm*, detritos pulverulentos) é o *material mineral* desenvolvido a partir de *material orgânico*. Se um *material orgânico* saturado por água é drenado, inicia-se uma rápida decomposição. Embora a quantidade de componentes minerais permaneça constante, a quantidade de matéria orgânica diminui e o conteúdo de matéria orgânica ao longo do tempo cai abaixo de 20%, resultando em *material mineral*.

### Critérios diagnósticos

O material múlmico é *material mineral* que se desenvolveu a partir de *material orgânico*, formado em ambiente saturado por água, após a drenagem e que tem:

1.  $\geq 8\%$  de carbono orgânico do solo;

*e*

2. único ou em combinação:
  - a. estrutura de grãos simples; **ou**
  - b. estrutura em blocos subangulares ou angulares com tamanho médio dos agregados de  $\leq 2$  cm;
- e*

  3. croma Munsell  $\leq 2$ , úmido.

### 3.3.13 Material orgânico

#### Descrição geral

Material orgânico (do grego *organon*, utensílio) tem grande quantidade de matéria orgânica na terra fina e/ou contém muitos restos vegetais mortos e finos. Pode apresentar diferentes estágios de decomposição. Se ainda estiver conectado a plantas vivas (ex. musgos *Sphagnum*), pode até estar completamente não decomposto. Se for derivado de restos orgânicos depositados pela senescência de plantas, é decomposto pelo menos até o ponto em que não está solto e/ou em que os tecidos vegetais mortos reconhecíveis compreendem  $\leq 90\%$  do volume (em relação à terra fina mais todos os restos vegetais mortos). Os restos orgânicos depositados pela senescência de plantas com  $> 90\%$  de tecidos vegetais mortos reconhecíveis e ainda soltos são chamados de camada de serrapilheira (ver Capítulo 2.1, Regras gerais, e o Anexo 1, Capítulos 8.3.1 e 8.3.2) e não são considerados para classificação no WRB. (As camadas de serrapilheira têm espessura extremamente variável temporal e espacialmente.) Por outro lado, a decomposição pode avançar até que não restem mais tecidos vegetais mortos reconhecíveis e resulte em uma massa orgânica homogênea de solo. A matéria orgânica acumula-se tanto em condições de saturação por água como em condições secas. O componente mineral da terra fina tem influência limitada nas propriedades do solo.

#### Critérios diagnósticos

O material orgânico

1. tem  $\geq 20\%$  de *carbono orgânico do solo* (em relação à terra fina mais os restos vegetais mortos de qualquer comprimento e com diâmetro  $\leq 5$  mm);

*e*
2. um ou mais dos seguintes
  - a. contém  $\leq 90\%$  (em volume, em relação à terra fina mais todos os restos vegetais mortos) de tecidos vegetais mortos reconhecíveis; **ou**
  - b. não está solto; **ou**
  - c. consiste em material vegetal morto ainda conectado a plantas vivas.

#### Informações adicionais

20% de carbono orgânico correspondem aproximadamente a 40% de matéria orgânica. Os restantes até 60% consistem em componentes minerais e/ou orgânicos que atendem aos critérios de *artefatos*.

#### Relações com alguns outros diagnósticos

*Carbono orgânico do solo* é o carbono orgânico que não atende ao conjunto de critérios diagnósticos de *artefatos*. Material com  $< 20\%$  de *carbono orgânico do solo* é *material organotécnico* ou *mineral*. Os *horizontes hístico e fólico* consistem em *material orgânico*.

### 3.3.14 Material organotécnico

#### Descrição geral

Material organotécnico (do grego *organon*, utensílio, e *technae*, arte) contém grandes quantidades de

*artefatos* orgânicos. Contém quantidades relativamente pequenas de *carbono orgânico do solo* (carbono orgânico que não atende ao conjunto de critérios diagnósticos de *artefatos*).

### Critérios diagnósticos

O material organotécnico tem

1.  $\geq 35\%$  (em volume, em relação a todo o solo) de *artefatos* contendo  $\geq 20\%$  de carbono orgânico; *e*
2.  $< 20\%$  de *carbono orgânico do solo* (em relação à terra fina mais os restos vegetais mortos de qualquer comprimento e com diâmetro  $\leq 5\text{ mm}$ ).

### Informações adicionais

Exemplos de materiais organotécnicos são carvão de mineração, lentes de petróleo, plástico, tábuas de madeira e lixo como restos de cozinha ou fraldas de bebê.

### Relações com alguns outros diagnósticos

Material com  $\geq 20\%$  de *carbono orgânico do solo* é *material orgânico*, independentemente dos outros componentes. Material com  $< 20\%$  de *carbono orgânico do solo* e menores quantidades de *artefatos* orgânicos é *material mineral*.

## 3.3.15 Material ornitogênico

### Descrição geral

Material ornitogênico (do grego *ornis*, pássaro, e *genesis*, origem) é o material com forte influência de excrementos de aves. Muitas vezes apresenta alto teor de fragmentos grossos que foram transportados por pássaros.

### Critérios diagnósticos

O material ornitogênico tem:

1. restos de aves ou de atividade de aves (ossos, penas e fragmentos grossos classificados de tamanho semelhante); *e*
2.  $\geq 750\text{ mg kg}^{-1}\text{ P}$  no extrato Mehlich-3.

### Informações adicionais

O teor de  $750\text{ mg kg}^{-1}\text{ P}$  no extrato Mehlich-3 corresponde aproximadamente a  $1.090\text{ mg kg}^{-1}\text{ P}$  ou  $2.500\text{ mg kg}^{-1}\text{ P}_2\text{O}_5$  em ácido cítrico a 1% (Kabała et al., 2018), que era o requisito nas edições anteriores do WRB.

## 3.3.16 Carbono orgânico do solo

### Critérios diagnósticos

O carbono orgânico do solo (do grego *organon*, utensílio, e latim *carbo*, carvão) é o carbono orgânico que não atende ao conjunto de critérios diagnósticos de *artefatos*.

### Relações com alguns outros diagnósticos

Para o carbono orgânico que atenda aos critérios de *artefatos*, os qualificadores *Garbic* e *Carbonic* podem ser aplicados.

### 3.3.17 Material solimóvico

#### Descrição geral

Material solimóvico (do latim *solum*, solo, e *moveare*, mover-se) é uma mistura heterogênea de material que se deslocou encosta abaixo, suspensa na água. É dominado por material que passou por formação de solo no seu local original, por ex. acúmulo de matéria orgânica ou formação de óxidos de Fe. Foi transportado como resultado de lavagem erosiva, e o transporte pode ter sido acelerado por práticas de uso da terra (por exemplo, desmatamento, aração, mecanização em declive, degradação da estrutura). O material solimóvico foi formado em tempos relativamente recentes (principalmente no Holoceno). Normalmente acumula-se em posições de declive, em depressões ou acima de uma barreira em local de declividade reduzida. A barreira pode ser natural ou artificial (por exemplo, sebes, terraços, banquetas). Após a deposição, não houve formação avançada de solo.

#### Critérios diagnósticos

O material solimóvico é *material mineral* e:

1. é encontrado em encostas, parte inferior da encosta, sopés, leques, depressões, acima de barreiras, ao longo de voçorocas ou em posições de relevo semelhantes, originando-se de posições de encosta acima onde foi sujeito a erosão difusa;  
*e*
2. não é de origem fluvial, lacustre, marítima ou de movimento de massa;  
*e*
3. um ou mais dos seguintes:
  - a. se estiver enterrando um solo mineral, ele tem uma densidade do solo menor do que a camada superior do solo enterrado; **ou**
  - b. tem  $\geq 0,6\%$  de *carbono orgânico do solo*; **ou**
  - c. tem croma Munsell  $\geq 3$ , úmido; **ou**
  - d. contém *artefatos* e/ou carbono pirogênico de qualquer tamanho; **ou**
  - e. tem  $\geq 100 \text{ mg kg}^{-1}$  P no extrato Mehlich-3;  
*e*
4. não faz parte de horizonte diagnóstico diferente de *horizonte câmbico, chérnico, mólico* ou *úmbrico*.

#### Identificação de campo

A terra fina do material solimóvico pode ser de qualquer tamanho de partícula. Alguns pequenos fragmentos grossos podem ser incluídos. O material solimóvico geralmente é imperfeitamente selecionado. Pode apresentar alguma estratificação grossa, mas a estratificação não é uma característica típica devido à natureza difusa ou caótica do processo de deposição. O material solimóvico tende a ocupar áreas com declives suaves a moderadamente acentuados (2-30%). Carbono pirogênico ou pequenos *artefatos* como pedaços de tijolo, cerâmica e vidro podem estar presentes no material solimóvico. Em muitos casos, o material solimóvico tem uma *descontinuidade lítica* em sua base.

A parte superior do material solimóvico apresenta características (textura da terra fina, cor, pH e teor de *carbono orgânico do solo*) semelhantes à camada superficial da fonte na vizinhança. Em casos extremos, o perfil no material solimóvico espelha o perfil do solo erodido das posições de encosta acima, com o material do solo superficial enterrado sob o antigo material do solo subsuperficial. Uma boa indicação em uma paisagem são cores da superfície do solo diferentes entre posições convexas e côncavas.

#### Informações adicionais

Acumulações por movimentos rápidos de massa, como deslizamentos de terra, quedas ou derrubadas de árvores, não atendem ao conjunto de critérios diagnósticos do material solimóvico.

Em ambientes agrícolas, o material solimóvico apresenta, principalmente, alta saturação por bases. Se não for natural, é resultado de calagem ou fertilização antes e/ou depois de ter sido erodido.

Nas edições anteriores do WRB, o material solimóvico era denominado material colúvico. No entanto, o uso tradicional da palavra “colúvio” é tão diferente entre países e tradições nacionais e mudou tanto ao longo do tempo (Miller & Juilleret, 2020) que é melhor evitar este termo e utilizar um novo.

### **Relações com alguns outros diagnósticos**

O material solimóvico não está associado a corpos de água perenes (por exemplo, rios, lagos, mar) e pode, portanto, ser distinguido do *material flúvico*. No entanto, na parte inferior das encostas, o material *flúvico* e o solimóvico podem ser depositados alternadamente ou gradativamente um sobre o outro e pode ser difícil diferenciar.

O material solimóvico não é adicionado propositalmente como, por exemplo, o material do solo em *horizontes térricos*.

## **3.3.18 Material duro técnico**

### **Descrição geral**

Material duro técnico (do grego *technae*, arte) descreve material consolidado, criado ou substancialmente modificado por humanos.

### **Critérios diagnósticos**

O material duro técnico:

1. é material consolidado resultante de processos industriais ou artesanais; *e*
2. tem propriedades substancialmente diferentes das dos materiais naturais; *e*
3. é contínuo ou possui espaço poroso cobrindo < 5% de sua extensão horizontal.

### **Informações adicionais**

Exemplos de materiais duros técnicos são o asfalto, o concreto ou camada contínua de pedras trabalhadas.

### **Relações com alguns outros diagnósticos**

O material duro técnico, intacto, fraturado ou composto, também atende aos critérios diagnósticos de *artefatos*.

## **3.3.19 Material téfrico**

### **Descrição geral**

Material téfrico (do grego *tephra*, pilha de cinzas) tem muitos vidros na terra fina. Estes consistem em tefra (ou seja, produtos piroclásticos não consolidados, não intemperizados ou apenas ligeiramente intemperizados, de erupções vulcânicas), de depósitos téfricos (ou seja, tefra que foi retrabalhada e misturada com material de outras fontes, que inclui loess téfrico, areia téfrica soprada e aluvião vulcanogênico) ou de vidros resultantes de processos industriais (por exemplo, cinzas de centrais elétricas que queimam carvão ou linhito).

### **Critérios diagnósticos**

O material téfrico:

1. tem na fração entre  $> 0,02$  e  $\leq 2$  mm,  $\geq 30\%$  (por contagem de grãos) de vidro vulcânico, agregados vítreos, outros minerais primários revestidos de vidro ou vidros resultantes de processos industriais; *e*
2. não tem *propriedades ândicas* ou *vítricas*.

## **Informações adicionais**

O material téfrico refere-se à terra fina, mas fragmentos grossos também podem estar presentes (incluindo cinzas, lapilli, pedra-pomes, piroclastos vesiculares semelhantes a pedra-pomes, blocos e bombas vulcânicas). A descrição original do material téfrico é baseada em Hewitt (1992), o complemento de *artefatos* é adaptado de Uzarowicz et al. (2017).

## **Relações com alguns outros diagnósticos**

O intemperismo progressivo do material téfrico levará à formação de *propriedades vítricas*. Os vidros resultantes de processos industriais atendem aos critérios de *artefatos*.

## 4 Chave para os Grupos de Solos de Referência com listas de qualificadores principais e suplementares

**Antes de usar a chave, leia as ‘Regras para nomear solos’ (Capítulo 2).**

Chave para os Grupos de Solos de Referência	Qualificadores principais	Qualificadores suplementares
<p>Solos com um ou mais dos seguintes:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <i>material orgânico</i> começando <math>\leq 40</math> cm da superfície do solo e tendo dentro de 100 cm da superfície do solo uma espessura combinada de:           <ol style="list-style-type: none"> <li>a. <math>\geq 40</math> cm se <math>&lt; 75\%</math> (em volume, em relação à terra fina mais todos os restos vegetais mortos) consiste em fibras de musgo; ou</li> <li>b. <math>\geq 60</math> cm;</li> </ol>           ou         </li> <li>2. <i>material orgânico</i> começando na superfície do solo, tendo uma espessura de <math>\geq 10</math> cm e diretamente sobrepondo ao gelo, <i>rocha contínua</i> ou <i>material duro técnico</i>;</li> <li>3. uma camada de fragmentos grossos que, juntamente com <i>material orgânico</i>, se presente, começa na superfície do solo e tem uma espessura de           <ol style="list-style-type: none"> <li>a. <math>\geq 10</math> cm se estiver sobreposto a <i>rocha contínua</i> ou <i>material duro técnico</i>; ou</li> <li>b. <math>\geq 40</math> cm;</li> </ol>           e a maior parte dos interstícios entre os fragmentos grossos é preenchida com <i>material orgânico</i> e os demais interstícios, se presentes, são vazios.         </li> </ol> <p><b>HISTOSOLS</b></p>	Muusic/Rockic/Mawic Cryic Thionic Folic Floatic Subaquatic/Tidalic Fibric/Hemic/Sapric Leptic/Thyric Murshic/Drainic Ombric/Rheic Coarsic Skeletic Andic Vitric	Alcalic/Dystric/Eutric Aric Bryic Dolomitic/Calcaric Fluvic Gelic Hyperorganic Isolatic Lignic Limnic Limonic Mineralic Mulmic Ornithic Placic Pyric Relocatic Salic Sulfidic Technic/Kalaic Tephric Toxic Transportic Turbic Wapnic

Visão geral da chave para os Grupos de Solos de Referência				
<b>Histosols 102</b>	Solonchaks 109	Nitisols 116	Gypsisols 123	Cambisols 130
Anthrosols 103	Gleysols 110	Ferralsols 117	Calcisols 124	Fluvisols 131
Technosols 104	Andosols 111	Chernozems 118	Retisols 125	Arenosols 132
Cryosols 105	Podzols 112	Kastanozems 119	Acrisols 126	Regosols 133
Leptosols 106	Plinthosols 113	Phaeozems 120	Lixisols 127	
Solonetz 107	Planosols 114	Umbrisols 121	Alisols 128	
Vertisols 108	Stagnosols 115	Durisols 122	Luvisols 129	

Chave para os Grupos de Solos de Referência	Qualificadores principais	Qualificadores suplementares
<p>Outros solos com:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <i>horizonte hórtico, irrágico, plágico ou térrico</i>, <math>\geq 50</math> cm de espessura; ou</li> <li>2. <i>horizonte antráquico</i> e um <i>horizonte hidrárgico</i> subjacente com uma espessura combinada de <math>\geq 50</math> cm; ou</li> <li>3. <i>horizonte prético</i>, cujas camadas têm uma espessura combinada de <math>\geq 50</math> cm, dentro de 100 cm da superfície do solo mineral.</li> </ol> <p><b>ANTHROSOLS</b></p>	Hydragric/Irragric/Hortic/ Plaggic/Pretic/Terric Gleyic Stagnic Ferralsic/Sideralic Andic	Arenic/Clayic/Loamic/ Siltic Aeric/Lixic/Alic/Luvic Alcalic/Dystric/Eutric Calcic Carbonic Dolomitic/Calcaric Drainic Escalic Fluvic Glossic/Retic Endoleptic/Endothyric Novic Oxyaqueic Panpaic Pyric Salic Skeletal Sodic Spodic Technic/Kalaic Toxic Vertic Vitric

Chave para os Grupos de Solos de Referência	Qualificadores principais	Qualificadores suplementares	
<p>Outros solos:</p> <p>1. com todos os seguintes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. um ou ambos dos seguintes:           <ul style="list-style-type: none"> <li>i. tendo <math>\geq 20\%</math> (em volume, média ponderada, em relação a todo o solo) de <i>artefatos</i> nos 100 cm superiores da superfície do solo ou até uma camada limitante, o que for mais raso; <i>ou</i></li> <li>ii. tendo uma camada, <math>\geq 10</math> cm de espessura e começando <math>\leq 50</math> cm da superfície do solo, com <math>\geq 80\%</math> (em volume, média ponderada, em relação a todo o solo) de <i>artefatos</i>;</li> </ul> </li> <li>e</li> <li>b. não tendo uma camada contendo <i>artefatos</i> que se qualifica como <i>horizonte árgico, dúrico, ferrálico, férrico, frágico, hidrárgico, nátrico, nítico, petrocálcico, petrodúrico, petrogíspico, petroplántico, pisoplántico, plántico, espódico</i> ou <i>vértico</i> começando <math>\leq 100</math> cm da superfície do solo, a menos que esteja enterrado;</li> <li>e</li> <li>c. não tendo uma camada limitante, a não ser que seja constituída por <i>artefatos</i>, começando <math>\leq 10</math> cm da superfície do solo;</li> </ul> <p><i>ou</i></p> <p>2. tendo uma geomembrana construída contínua, muito lentamente permeável a impermeável, de qualquer espessura ou <i>material duro técnico</i> começando <math>\leq 100</math> cm da superfície do solo.</p>	<p>Ekranic/Thyric Linic/Urbic Spolic Garbic Cryic Isolatic Leptic Subaquatic/Tidalic Reductic Coarsic Gleyic Stagnic Andic</p>	<p>Arenic/Clayic/Loamic/ Siltic Geoabruptic Alcalic/Dystric/Eutric Anthraquic/Irragric/ Hortic/Plaggic/Pretic/ Terric Arhcaic Calcic Cambic Carbonic Chernic/Mollis/ Umbric Densic Dolomitic/Calcaric Drainic Ferritic Fluvic Folic/Histic Fractic Gelic Gypsic Gypsic Humic/Ochric Hyperartefactic Immissic Laxic Lignic Limnic Magnesic Mahic Novic Oxyaquinic Panpaic/Raptic Protic Pyric Relocatic Salic Sideralic Skeletic Sodic Solimovic Protospodic</p>	<p>Sulfidic Tephric Thionic Toxic Transportic Vitric</p>

<sup>1</sup> Os Technosols podem soterrar outros solos, o que pode ser mencionado após o nome do Technosol usando a palavra “over” no meio (ver Capítulo 2.4). Alternativamente, horizontes diagnósticos enterrados ou camadas enterradas com uma propriedade diagnóstica podem ser indicados com o especificador Thapto- seguido por um qualificador. O material do solo acima de uma geomembrana ou *material duro técnico* também pode ser caracterizado por qualificadores. Se os critérios de espessura ou profundidade desses qualificadores não forem atendidos, o especificador Supra- pode ser usado (ver Capítulo 2.3.2).

Chave para os Grupos de Solos de Referência	Qualificadores principais	Qualificadores suplementares
<p>Outros solos com:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <i>horizonte críico</i> começando <math>\leq 100</math> cm da superfície do solo; ou</li> <li>2. <i>horizonte críico</i> começando <math>\leq 200</math> cm da superfície do solo e evidência de alteração criogênica (crioturbação, elevação por gelo, classificação criogênica, fendas térmicas, segregação por gelo, solo com padrão etc.) em alguma camada dentro de 100 cm da superfície do solo.</li> </ol>	Glacic Turbic Subaquatic/Tidalic/ Reductaqueic/Oxyaqueic Leptic Histic Andic Mollic/Umblic Natic Salic Spodic Retic Alic/Luvic Calcic/Wapnic Yermic Protic Cambic Coarsic Skeletal Haplic	Arenic/Clayic/Loamic/ Siltic Abruptic Albic Alcalic/Dystric/Eutric Biocrustic Dolomitic/Calcaric Drainic Epic/Endic/Dorsic Evapocrustic/Puffic Fluvic Folic Gypsiric Humic/Ochric Limnic Magnesic Nechic Novic Ornithic Pyric Raptic Sodic Sulfidic Technic/Kalaic Tephric Thixotropic Toxic Transportic Vitric
<b>CRYOSOLS</b>		

Chave para os Grupos de Solos de Referência	Qualificadores principais	Qualificadores suplementares
<p>Outros solos:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>com um dos seguintes:           <ol style="list-style-type: none"> <li><i>rocha contínua</i> começando <math>\leq 25</math> cm da superfície do solo; <i>ou</i></li> <li><math>&lt; 20\%</math> (em volume, em relação a todo o solo) de terra fina mais restos vegetais mortos de qualquer tamanho<sup>2</sup>, média calculada até uma profundidade de 75 cm da superfície do solo ou sobre <i>rocha contínua</i>, o que for mais raso;</li> </ol> </li> <li><i>e</i></li> <li>sem <i>horizonte dírico</i>, <i>petrocálcico</i>, <i>petrodírico</i>, <i>petrogipsílico</i>, <i>pisoplínítico</i> ou <i>espódico</i>.</li> </ol>	Nudilithic/Lithic Coarsic Skeletic Subaquatic/Tidalic Histic Andic Rendzic/Mollic/Umbritic Gypsic Calcic Cambic/Brunic Yermic/Takyric Folic Gypsic Dolomitic/Calcaric Dystric/Eutric	Arenic/Clayic/Loamic/ Siltic Aeolic Aric Biocrustic Drainic Fluvic Gelic Gleyic Humic/Ochric Isolatic Lapiadic Magnesic Nechic Novic Ornithic Oxyaquaic Panpaic/Raptic Placic Protic Pyric Salic Sodic Solimovic Protospodic Stagnic Sulfidic Technic/Kalaic Tephric Toxic Transportic Turbic Protovertic Vitric
<b>LEPTOSOLS</b>		

Visão geral da chave para os Grupos de Solos de Referência				
Histosols 102	Solonchaks 109	Nitisols 116	Gypsisols 123	Cambisols 130
Anthrosols 103	Gleysols 110	Ferralsols 117	Calcisols 124	Fluvisols 131
Technosols 104	Andosols 111	Chernozems 118	Retisols 125	Arenosols 132
Cryosols 105	Podzols 112	Kastanozems 119	Acrisols 126	Regosols 133
<b>Leptosols 106</b>	Plinthosols 113	Phaeozems 120	Lixisols 127	
Solonetz 107	Planosols 114	Umbrisols 121	Alisols 128	
Vertisols 108	Stagnosols 115	Durisols 122	Luvisols 129	

<sup>2</sup> O volume que não é ocupado por terra fina e nem por restos vegetais mortos é ocupado por fragmentos grossos, restos de camadas cimentadas fragmentadas  $> 2$  mm, *artefatos*  $> 2$  mm, ou interstícios.

Chave para os Grupos de Solos de Referência	Qualificadores principais	Qualificadores suplementares
<p>Outros solos com <i>horizonte sódico</i> começando <math>\leq 100</math> cm da superfície do solo mineral.</p> <p><b>SOLONETZ</b></p>	<p>Abruptic Gleyic Stagnic Mollic Salic Gypsic Petrocalcic Calcic Vertic Yermic/Takyric Nudinatric Albic Haplic</p>	<p>Arenic/Clayic/Loamic/ Siltic Aeolic Biocrustic Neocambic/Neobrunic Chromic Columinc Cutanic Differentic Duric Epic/Endic Ferric Fluvic Fractic Humic/Ochric Magnesic Hypernatric Novic Oxyaquaic Petroplinthic Pyric Raptic Retic Skeletal Technic/Kalaic Toxic Transportic Turbic</p>

Chave para os Grupos de Solos de Referência	Qualificadores principais	Qualificadores suplementares
<p>Outros solos com:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <i>horizonte vértico</i> começando <math>\leq 100</math> cm da superfície do solo mineral; <i>e</i></li> <li>2. <math>\geq 30\%</math> de argila entre a superfície do solo mineral e o <i>horizonte vértico</i>, em toda a se�o; <i>e</i></li> <li>3. <i>fendas que expandem e contraem</i> começando:           <ol style="list-style-type: none"> <li>a. na superfície do solo mineral; <i>ou</i></li> <li>b. na base de uma camada arada; <i>ou</i></li> <li>c. diretamente abaixo de uma camada com forte estrutura granular ou forte estrutura de blocos angulares ou subangulares, com tamanho dos agregados de <math>\leq 1</math> cm (<i>superfície de self-mulching</i>); <i>ou</i></li> <li>d. diretamente abaixo de uma crosta superficial; <i>e</i> estender-se at�o o <i>horizonte vértico</i>.</li> </ol> </li> </ol>	Salic Sodic Leptic Petroduric/Duric Gypsic Petrocalcic Calcic Hydragric/Anthraquic/ Irragric Pellic Chromic Haplic	Alcalic/Endodystric Aric Chernic/Mollic Dolomitic/Calcaric Drainic Epic/Endic Hypereutric Ferric Fractic Gilgaic Gleyic Grumic/Mazic/Pelocrustic Gypsic Humic/Ochric Magnesic Novic Oxyaquoic Pyric Raptic Skeletic Stagnic Sulfidic Takyric Technic/Kalaic Thionic Toxic Transportic
<b>VERTISOLS</b>		

Visão geral da chave para os Grupos de Solos de Referência				
Histosols 102	Solonchaks 109	Nitisols 116	Gypsisols 123	Cambisols 130
Anthrosols 103	Gleysols 110	Ferralsols 117	Calcisols 124	Fluvisols 131
Technosols 104	Andosols 111	Chernozems 118	Retisols 125	Arenosols 132
Cryosols 105	Podzols 112	Kastanozems 119	Acrisols 126	Regosols 133
Leptosols 106	Plinthosols 113	Phaeozems 120	Lixisols 127	
Solonetz 107	Planosols 114	Umbrisols 121	Alisols 128	
<b>Vertisols 108</b>	Stagnosols 115	Durisols 122	Luvisols 129	

Chave para os Grupos de Solos de Referência	Qualificadores principais	Qualificadores suplementares
<p>Outros solos:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. com <i>horizonte sálico</i> começando <math>\leq 50</math> cm da superfície do solo; e</li> <li>2. sem <i>horizonte tiônico</i> começando <math>\leq 50</math> cm da superfície do solo; e</li> <li>3. não estar permanentemente submerso por água e não estar localizado abaixo da altura afetada pelas marés (ou seja, não estar localizado abaixo da altura média das marés vivas cheias).</li> </ol>	Petrosalic Gleyic Stagnic Sodic Petrogypsic Gypsic Petrocalcic Calcic Leptic Mollic Fluvic Yermic/Takyric Haplic	Arenic/Clayic/Loamic/ Siltic Aceric Aeolic Alcalic Biocrustic Carbonatic/Chloridic/ Sulfatic Densic Dolomitic/Calcaric Drainic Duric Evapocrustic/Puffic Folic/Histic Fractic Gelic Gypsiric Humic/Ochric Magnesic Novic Oxyaquinic Panpaic/Raptic Pyric Hypersalic Skeletal Solimovic Sulfidic Technic/Kalaic Endothionic Toxic Transportic Turbic Vertic
<b>SOLONCHAKS</b>		

Chave para os Grupos de Solos de Referência	Qualificadores principais	Qualificadores suplementares
<p>Outros solos com um ou mais dos seguintes:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>uma camada, <math>\geq 25</math> cm de espessura e começando <math>\leq 40</math> cm da superfície do solo mineral, que tem             <ol style="list-style-type: none"> <li><i>propriedades gleicas</i> por toda a camada; e</li> <li><i>condições redutoras</i> em alguma parte de cada subcamada; ou</li> </ol> </li> <li>ambos os seguintes:             <ol style="list-style-type: none"> <li><i>horizonte mólico</i> ou <i>úmbrico</i>, <math>&gt; 40</math> cm de espessura, que tem <i>condições redutoras</i> em alguma parte de cada subcamada, de <math>40</math> cm abaixo da superfície do solo mineral até o limite inferior do <i>horizonte mólico</i> ou <i>úmbrico</i>; e</li> <li>diretamente abaixo de um <i>horizonte mólico</i> ou <i>úmbrico</i>, uma camada, <math>\geq 10</math> cm de espessura, que tem seu limite inferior <math>\geq 65</math> cm abaixo da superfície do solo mineral, e que tem:                     <ol style="list-style-type: none"> <li><i>propriedades gleicas</i> por toda a camada; e</li> <li><i>condições redutoras</i> em alguma parte de cada subcamada;</li> </ol>             ou             </li> </ol> </li> <li>saturação permanente por água começando <math>\leq 40</math> cm da superfície do solo mineral.</li> </ol> <p><b>GLEYSOLS</b></p>	Thionic Reductic Subaquatic/Tidalic Hydramic/Anthraquic/ Irragric/Hortic/Plaggic/ Pretic/Terric Histic Andic Vitric Chernic/Mollic/Umbritic Pisoplithic/Plinthic Stagnic Oxyaquaic Oxygleyic/Reductigleyic Gypsic Calcic/Wapnic Spodic Fluvic Gypsic Dolomitic/Calcaric Dystric/Eutric	Arenic/Clayic/Loamic/ Siltic Abruptic Acric/Lixic/Alic/Luvic Alcalic Arenicolic Aric Drainic Ferralsic/Sideralic Folic Fractic Gelic Humic/Ochric Inclinic Laxic Limnic Limonic Magnesic Mulmic Nechic Novic Placic Pyric Raptic Relocatic Salic Skeletic Sodic Solimovic Sulfidic Takyric Technic/Kalaic Tephric Toxic Transportic Turbic Uterquic Vertic

Visão geral da chave para os Grupos de Solos de Referência				
Histosols 102	Solonchaks 109	Nitisols 116	Gypsisols 123	Cambisols 130
Anthrosols 103	<b>Gleysols 110</b>	Ferralsols 117	Calcisols 124	Fluvisols 131
Technosols 104	Andosols 111	Chernozems 118	Retisols 125	Arenosols 132
Cryosols 105	Podzols 112	Kastanozems 119	Acrisols 126	Regosols 133
Leptosols 106	Plinthosols 113	Phaeozems 120	Lixisols 127	
Solonet 107	Planosols 114	Umbrisols 121	Alisols 128	
Vertisols 108	Stagnosols 115	Durisols 122	Luvisols 129	

Chave para os Grupos de Solos de Referência	Qualificadores principais	Qualificadores suplementares
<p>Outros solos:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. com uma ou mais camadas com <i>propriedades ândicas</i> ou <i>vítricas</i> com espessura combinada de:             <ol style="list-style-type: none"> <li>a. <math>\geq 30</math> cm, dentro de 100 cm da superfície do solo e começando <math>\leq 25</math> cm da superfície do solo; <i>ou</i></li> <li>b. <math>\geq 60\%</math> de toda a espessura do solo, se uma camada limitante começa entre <math>&gt; 25</math> e <math>\leq 50</math> cm da superfície do solo;</li> </ol> </li> <li>2. sem <i>horizonte árgico, ferrálico, petroplíntico, pisoplíntico, plíntico</i> ou <i>espódico</i> começando <math>\leq 100</math> cm da superfície do solo, a menos que enterrado a mais de 50 cm da superfície do solo mineral.</li> </ol>	<p>Aluandic/Silandic Vitric Leptic Hydragric/Anthraquic Gleyic Hydric Histic Chernic/Mollic/Umbric Petrodurić/Duric Gypsic Calcic Tephric Aeolic Skeletal Dystric/Eutric</p>	<p>Arenic/Clayic/Loamic/ Siltic Protoandic Aric Dolomitic/Calcaric Drainic Eutrosilic/Acroxic Fluvic Folic Fragic Gelic Humic/Ochric Mulmic Nechic Novic Oxyaquic Panpaic Placic Posic Pyric Reductic Sideralic Sodic Solimovic Protospodic Technic/Kalaic Thixotropic Toxic Transportic Turbic</p>
<p><b>ANDOSOLS<sup>3</sup></b></p>		

<sup>3</sup> Os Andosols podem soterrar outros solos, o que pode ser mencionado após o nome do Andosol usando a palavra “over” no meio (ver Capítulo 2.4). Alternativamente, horizontes diagnósticos enterrados ou camadas enterradas com uma propriedade diagnóstica podem ser indicados com o especificador Thapto- seguido por um qualificador.

Chave para os Grupos de Solos de Referência	Qualificadores principais	Qualificadores suplementares
Outros solos com <i>horizonte espódico</i> começando $\leq 200$ cm da superfície do solo mineral.	Ortsteinic Carbic/Rustic Albic/Entic Leptic Hortic/Plaggic/Pretic/ Terric Histic Gleyic Andic Vitric Stagnic Anthromollic/Umblic Glossic/Retic Aeric/Alic Coarsic Skeletal	Arenic/Loamic/Siltic Abruptic Aric Neocambic/Neobrunic Cordic Densic Drainic Epic/Endic/Dorsic Eutric Folic Fragic Gelic Limonic Novic Ornithic Oxyaquic Placic Pyric Raptic Sideralic Hyperspodic Technic/Kalaic Toxic Transportic Turbic
<b>PODZOLS</b>		

Visão geral da chave para os Grupos de Solos de Referência				
Histosols 102	Solonchaks 109	Nitisols 116	Gypsisols 123	Cambisols 130
Anthrosols 103	Gleysols 110	Ferralsols 117	Calcisols 124	Fluvisols 131
Technosols 104	Andosols 111	Chernozems 118	Retisols 125	Arenosols 132
Cryosols 105	<b>Podzols 112</b>	Kastanozems 119	Acrisols 126	Regosols 133
Leptosols 106	Plinthosols 113	Phaeozems 120	Lixisols 127	
Solonet 107	Planosols 114	Umbrisols 121	Alisols 128	
Vertisols 108	Stagnosols 115	Durisols 122	Luvisols 129	

Chave para os Grupos de Solos de Referência	Qualificadores principais	Qualificadores suplementares
Outros solos com <i>horizonte plíntico</i> , <i>pisoplíntico</i> ou <i>petroplíntico</i> começando $\leq 100$ cm da superfície do solo mineral.	Petric Pisoplinthic Gibbsic Stagnic Geric Nitic Histic Mollic/Umblic Albic Leptic Coarsic Skeletic Haplic	Arenic/Clayic/Loamic/ Siltic Abruptic Acric/Lixic Aric Cohesic Drainic Duric Dystric/Eutric Epic/Endic Folic Humic/Ochric Isopteric Magnesic Novic Oxyaquinic Posic Pyric Raptic Saprolithic Technic/Kalaic Toxic Transportic
<b>PLINTHOSOLS</b>		

Chave para os Grupos de Solos de Referência	Qualificadores principais	Qualificadores suplementares
<p>Outros solos com <i>diferença textural abrupta</i> <math>\leq 75</math> cm da superfície do solo mineral e, dentro do intervalo de 5 cm diretamente acima ou abaixo de <i>diferença textural abrupta</i>, com:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <i>propriedades estágnicas</i>, em que a área de feições reductimórficas mais a área de feições oximórficas é <math>\geq 50\%</math> (média ponderada, em relação à terra fina mais as feições oximórficas de qualquer tamanho e qualquer classe de cimentação) da área total; e</li> <li>2. <i>condições redutoras</i> durante algum tempo do ano em alguma parte do volume do solo que apresenta feições reductimórficas.</li> </ol> <p><b>PLANOSOLS</b></p>	Reductic Thionic Leptic Hydragric/Anthraquic/ Irragric/Hortic/Plaggic/ Pretic/Terric Histic Gleyic Chernic/Mollic/Umbric Albic Fluvic Vertic Glossic/Retic Acric/Lixic/Alic/Luvic Petroduric/Duric Calcic Dolomitic/Calcaric Dystric/Eutric	Arenic/Clayic/Loamic/ Siltic Alcalic Andic Aric Cambic Capillaric Chromic Cohesic Columinc Densic Drainic Ferralic/Sideralic Ferric Folic Fragic Gelic Gelastagnic Geric Humic/Ochric Inclinic Magnesic Mochipic Nечic Novic Pyric Raptic Skeletic Sodic Solimovic Sulfidic Technic/Kalaic Toxic Transportic Turbic Uterquic

Visão geral da chave para os Grupos de Solos de Referência				
Histosols 102	Solonchaks 109	Nitisols 116	Gypsisols 123	Cambisols 130
Anthrosols 103	Gleysols 110	Ferralsols 117	Calcisols 124	Fluvisols 131
Technosols 104	Andosols 111	Chernozems 118	Retisols 125	Arenosols 132
Cryosols 105	Podzols 112	Kastanozems 119	Acrisols 126	Regosols 133
Leptosols 106	Plinthosols 113	Phaeozems 120	Lixisols 127	
Solonet 107	<b>Planosols 114</b>	Umbrisols 121	Alisols 128	
Vertisols 108	Stagnosols 115	Durisols 122	Luvisols 129	

Chave para os Grupos de Solos de Referência	Qualificadores principais	Qualificadores suplementares
<p>Outros solos com:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li><i>propriedades estágnicas</i>, em que a área de feições reductimórficas mais a área de feições oximórficas é <math>\geq</math> um terço (média ponderada, em relação à terra fina mais as feições oximórficas de qualquer tamanho e qualquer classe de cimentação) da área desde a superfície do solo mineral até uma profundidade de 60 cm ou até <i>rocha contínua</i>, o que for mais raso; e</li> <li><i>condições redutoras</i> durante algum tempo do ano em alguma parte do volume do solo que apresenta feições reductimórficas dentro de 60 cm da superfície do solo mineral ou até <i>rocha contínua</i>, o que for mais raso.</li> </ol>	Reductic Thionic Leptic Hydragric/Anthraquic/ Irragric/Hortic/Plaggic/ Pretic/Terric Histic Gleyic Chernic/Mollic/Umbric Albic Fluvic Vertic Glossic/Retic Acric/Lixic/Alic/Luvic Calcic Dolomitic/Calcaric Dystric/Eutric	Arenic/Clayic/Loamic/ Siltic Endoabruptic Alcalic Aric Cambic Capillaric Cohesic Drainic Ferralic/Sideralic Ferric Folic Fragic Gelic Gelastagnic Geric Humic/Ochric Inclinic Magnesic Mochipic Nечic Nitic Novic Ornithic Pyric Raptic Rhodic/Chromic Skeletic Sodic Solimovic Protospodic Sulfidic Technic/Kalaic Toxic Transportic Turbic Uterquic
<b>STAGNOSOLS</b>		

Chave para os Grupos de Solos de Referência	Qualificadores principais	Qualificadores suplementares
<p>Outros solos:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. com <i>horizonte nítico</i> começando ≤ 100 cm da superfície do solo mineral; e</li> <li>2. tendo desde a superfície do solo mineral até o <i>horizonte nítico</i> um teor de argila que é pelo menos metade do teor médio ponderado de argila do <i>horizonte nítico</i>; e</li> <li>3. sem <i>horizonte vártilo</i> começando acima ou no limite superior do <i>horizonte nítico</i>.</li> </ol> <p><b>NITISOLS</b></p>	Ferralic/Sideralic Ferritic Leptic Rhodic/Xanthic Geric Hydragric/Anthraquic/ Pretic Profundihumic Mollic/Umbric Acric/Lixic/Alic/Luvic Dystric/Eutric	Andic Aric Densic Epic/Endic Ferric Endogleyic Humic/Ochric Magnesic Novic Oxyaquic Posic Pyric Raptic Sodic Endostagnic Technic/Kalaic Toxic Transportic

Visão geral da chave para os Grupos de Solos de Referência				
Histosols 102	Solonchaks 109	<b>Nitisols 116</b>	Gypsisols 123	Cambisols 130
Anthrosols 103	Gleysols 110	Ferralsols 117	Calcisols 124	Fluvisols 131
Technosols 104	Andosols 111	Chernozems 118	Retisols 125	Arenosols 132
Cryosols 105	Podzols 112	Kastanozems 119	Acrisols 126	Regosols 133
Leptosols 106	Plinthosols 113	Phaeozems 120	Lixisols 127	
Solonet 107	Planosols 114	Umbrisols 121	Alisols 128	
Vertisols 108	Stagnosols 115	Durisols 122	Luvisols 129	

Chave para os Grupos de Solos de Referência	Qualificadores principais	Qualificadores suplementares
<p>Outros solos:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. com <i>horizonte ferrálico</i> começando <math>\leq 150</math> cm da superfície do solo mineral; <i>e</i></li> <li>2. sem <i>horizonte árgico</i> começando acima ou no limite superior do <i>horizonte ferrálico</i>, a menos que o <i>horizonte árgico</i> tenha, nos 30 cm superiores ou em toda a sua extensão, o que for mais raso, um ou mais dos seguintes:           <ol style="list-style-type: none"> <li>a. <math>&lt; 10\%</math> de argila dispersa em água; <i>ou</i></li> <li>b. um <math>\Delta\text{pH}</math> (<math>\text{pH}_{\text{KCl}} - \text{pH}_{\text{água}}</math>) <math>\geq 0</math> (ambos em solução 1:1); <i>ou</i></li> <li>c. <math>\geq 1,4\%</math> de <i>carbono orgânico do solo</i>.</li> </ol> </li> </ol> <p><b>FERRALSOL</b></p>	Ferritic Gibbsic Rhodic/Xanthic Geric Nitic Pretic Gleyic Stagnic Profundihumic Mollic/Umbrie Acric/Lixic Skeletic Haplic	Arenic/Clayic/Loamic/ Siltic Abruptic Activic Andic Aric Cohesic Densic Dystric/Eutric Epic/Endic/Dorsic Ferric Fluvic Folic Humic/Ochric Isopteric Litholinic Novic Oxyaqueic Posic Pyric Raptic Saprolithic Solimovic Sombric Technic/Kalaic Toxic Transportic

Chave para os Grupos de Solos de Referência	Qualificadores principais	Qualificadores suplementares
Outros solos com: 1. <i>horizonte chérnico</i> ; e 2. começando $\leq 50$ cm abaixo do limite inferior do <i>horizonte mólico</i> <sup>4</sup> e, se presente, acima de um <i>horizonte petrocálcico</i> , uma camada com <i>propriedades protocálcicas</i> , $\geq 5$ cm de espessura, ou um <i>horizonte cálcico</i> ; e 3. uma saturação por bases (em $\text{NH}_4\text{OAc}$ 1 M, pH 7) <sup>5</sup> de $\geq 50\%$ da superfície do solo mineral até a camada com <i>propriedades protocálcicas</i> ou até o <i>horizonte cálcico</i> , em toda a seção.	Petroduric/Duric Petrocalcic Leptic Hortic Gleyic Vertic Greyzemic Luvic Calcic Cambic Skeletic Vermic Tonguic Haplic	Arenic/Clayic/Loamic/ Siltic Andic Aric Densic Fluvic Fractic Humic Novic Oxyaquic Pachic Pyric Raptic Salic Sodic Solimovic Sombric Stagnic Technic/Kalaic Tephric Transportic Turbic Vitric
<b>CHERNOZEMS</b>		

Visão geral da chave para os Grupos de Solos de Referência				
Histosols 102	Solonchaks 109	Nitisols 116	Gypsisols 123	Cambisols 130
Anthrosols 103	Gleysols 110	Ferralsols 117	Calcisols 124	Fluvisols 131
Technosols 104	Andosols 111	<b>Chernozems 118</b>	Retisols 125	Arenosols 132
Cryosols 105	Podzols 112	Kastanozems 119	Acrisols 126	Regosols 133
Leptosols 106	Plinthosols 113	Phaeozems 120	Lixisols 127	
Solonetz 107	Planosols 114	Umbrisols 121	Alisols 128	
Vertisols 108	Stagnosols 115	Durisols 122	Luvisols 129	

<sup>4</sup> Qualquer *horizonte chérnico* também atende aos critérios de um *horizonte mólico*. O *horizonte mólico* pode estender-se abaixo do *horizonte chérnico*.

<sup>5</sup> Se os dados de saturação por bases não estiverem disponíveis, os valores de pH podem ser utilizados de acordo com o Anexo 2 (Capítulo 9.13).

Chave para os Grupos de Solos de Referência	Qualificadores principais	Qualificadores suplementares
<p>Outros solos com:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <i>horizonte mólico</i>; e</li> <li>2. começando <math>\leq 70</math> cm da superfície do solo mineral e, se presente, acima de um <i>horizonte petrocálcico</i>, uma camada com <i>propriedades protocálcicas</i>, <math>\geq 5</math> cm de espessura, ou um <i>horizonte cálcico</i>; e</li> <li>3. saturação por bases (em <math>\text{NH}_4\text{OAc}</math> 1 M, pH 7)<sup>6</sup> de <math>\geq 50\%</math> da superfície do solo mineral até a camada com <i>propriedades protocálcicas</i> ou até o <i>horizonte cálcico</i>, em toda a seção.</li> </ol>	Someric Petroduric/Duric Petrogypsic Gypsic Petrocalcic Leptic Hortic/Terric Gleyic Fluvic Vertic Luvic Calcic Cambic/Brunic Skeletal Tonguic Haplic	Arenic/Clayic/Loamic/ Siltic Andic Anthric Aric Chromic Densic Fractic Gelic Humic Laxic Magnesic Novic Oxyaqueic Pachic Panpaic/Raptic Pyric Salic Sodic Solimovic Sombric Stagnic Technic/Kalaic Tephric Transportic Turbic Vitric
<b>KASTANOZEMS</b>		

<sup>6</sup> Se os dados de saturação por bases não estiverem disponíveis, os valores de pH podem ser utilizados de acordo com o Anexo 2 (Capítulo 9.13).

Chave para os Grupos de Solos de Referência	Qualificadores principais	Qualificadores suplementares
Outros solos com: 1. <i>horizonte mólico</i> ; e 2. saturação por bases (em NH <sub>4</sub> OAc 1 M, pH 7) <sup>7</sup> de ≥ 50% até uma profundidade de 100 cm da superfície do solo mineral ou até uma camada limitante, o que for mais raso.	Rendzic Chernic/Someric Mullmic Petroduric/Duric Petrocalcic Endocalcic Leptic Irragric/Hortic/Pretic/ Terric Gleyic Stagnic Fluvic Vertic Greyzemic Glossic/Retic Lixic/Luvic Cambic/Brunic Skeletal Vermic Tonguic Gypsicric Dolomitic/Calcaric Haplic	Arenic/Clayic/Loamic/ Siltic Abruptic Albic Andic Anthric Aric Columbic Densic Ferralsic/Sideralic Folic Fractic Humic Isolatic Laxic Limonic Magnesic Nechic Novic Oxyaquinic Pachic Panpaic/Raptic Pyric Relocatic Rhodic/Chromic Salic Sodic Solimovic Sombritic Technic/Kalaic Tephric Transportic Turbic Vitric
<b>PHAEZOZEMS</b>		

Visão geral da chave para os Grupos de Solos de Referência				
Histosols 102	Solonchaks 109	Nitisols 116	Gypsisols 123	Cambisols 130
Anthrosols 103	Gleysols 110	Ferralsols 117	Calcisols 124	Fluvisols 131
Technosols 104	Andosols 111	Chernozems 118	Retisols 125	Arenosols 132
Cryosols 105	Podzols 112	Kastanozems 119	Acrisols 126	Regosols 133
Leptosols 106	Plinthosols 113	<b>Phaeozems 120</b>	Lixisols 127	
Solonetz 107	Planosols 114	Umbrisols 121	Alisols 128	
Vertisols 108	Stagnosols 115	Durisols 122	Luvisols 129	

<sup>7</sup> Se os dados de saturação por bases não estiverem disponíveis, os valores de pH podem ser utilizados de acordo com o Anexo 2 (Capítulo 9.13).

Chave para os Grupos de Solos de Referência	Qualificadores principais	Qualificadores suplementares
<p>Outros solos com <i>horizonte úmbrico</i> ou <i>mólico</i> ou <i>hórtico</i>.</p> <p><b>UMBRISOLS</b></p>	Hortic/Plaggic/Pretic/ Terric Chernic/Mollic/Someric Mulmic Fragic Leptic Gleyic Stagnic Fluvic Greyzemic Glossic/Retic Acric/Lixic/Alic/Luvic Cambic/Brunic Skeletic Tonguic Endodolomitic/ Endocalcaric Haplic	Arenic/Clayic/Loamic/ Siltic Abruptic Albic Andic Anthric Aric Densic Drainic Dystric/Eutric Ferralic/Sideralic Folic Gelic Humic Isolatic Laxic Limonic Nечic Novic Ornithic Oxyaquic Pachic Panpaic/Raptic Placic Pyric Relocatic Rhodic/Chromic Solimovic Sombric Protospodic Sulfidic Technic/Kalaic Thionic Toxic Transportic Turbic Vitric

Chave para os Grupos de Solos de Referência	Qualificadores principais	Qualificadores suplementares
Outros solos com <i>horizonte petrodúrico</i> ou <i>dúrico</i> começando ≤ 100 cm da superfície do solo mineral.	Petric Petrogypsic Gypsic Petrocalcic Calcic Leptic Acric/Lixic/Alic/Luvic Cambic Coarsic Fractic Skeletic Yermic/Takyric Andic Gypsiric Calcaric Dystric/Eutric	Arenic/Clayic/Loamic/ Siltic Aeolic Aric Biocrustic Chromic Cohesic Epic/Endic Gleyic Humic/Ochric Isopteric Magnesic Novic Pyric Raptic Salic Sideralic Sodic Stagnic Technic/Kalaic Toxic Transportic Vertic
<b>DURISOLS</b>		

Visão geral da chave os Grupos de Solos de Referência				
Histosols 102	Solonchaks 109	Nitisols 116	Gypsisols 123	Cambisols 130
Anthrosols 103	Gleysols 110	Ferralsols 117	Calcisols 124	Fluvisols 131
Technosols 104	Andosols 111	Chernozems 118	Retisols 125	Arenosols 132
Cryosols 105	Podzols 112	Kastanozems 119	Acrisols 126	Regosols 133
Leptosols 106	Plinthosols 113	Phaeozems 120	Lixisols 127	
Solonet 107	Planosols 114	Umbrisols 121	Alisols 128	
Vertisols 108	Stagnosols 115	<b>Durisols 122</b>	Luvisols 129	

Chave para os Grupos de Solos de Referência	Qualificadores principais	Qualificadores suplementares
<p>Outros solos:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. com <i>horizonte gípico</i> ou <i>petrogípico</i> começando <math>\leq 100</math> cm da superfície do solo mineral; e</li> <li>2. sem <i>horizonte árgico</i> começando acima ou no limite superior do <i>horizonte gípico</i> ou <i>petrogípico</i>, a menos que o <i>horizonte árgico</i> contenha gesso secundário ou carbonatos secundários, por todo o horizonte.</li> </ol>	Petric Petrocalcic Calcic Leptic Gleyic Stagnic Lixic/Luvic Cambic Coarsic Fractic Skeletal Yermic/Takyric Calcaric Haplic	Arenic/Clayic/Loamic/ Siltic Abruptic Aeolic Aric Biocrustic Epic/Endic Fluvic Hypergypsic Humic/Ochric Isopteric Naramic Novic Panpaic/Raptic Pyric Salic Sodic Technic/Kalaic Toxic Transportic Turbic Vertic
<b>GYPSISOLS</b>		

Chave para os Grupos de Solos de Referência	Qualificadores principais	Qualificadores suplementares
Outros solos: 1. com <i>horizonte cárlico</i> ou <i>petrocárlico</i> começando $\leq 100$ cm da superfície do solo mineral; e 2. sem <i>horizonte árgico</i> começando acima ou no limite superior do <i>horizonte cárlico</i> ou <i>petrocárlico</i> a menos que o <i>horizonte árgico</i> contenha carbonatos secundários por todo o horizonte.	Petric Leptic Gleyic Stagnic Lixic/Luvic Cambic Coarsic Fractic Skeletal Yermic/Takyric Gypsicric Haplic	Arenic/Clayic/Loamic/ Siltic Abruptic Aeolic Aric Biocrustic Hypercalcic Densic Epic/Endic Fluvic Gelic Protogypsic Humic/Ochric Isopteric Magnesic Naramic Novic Panpaic/Raptic Pyric Rhodic/Chromic Salic Sodic Solimovic Technic/Kalaic Toxic Transportic Turbic Vertic
<b>CALCISOLS</b>		

Visão geral da chave para os Grupos de Solos de Referência				
Histosols 102	Solonchaks 109	Nitisols 116	Gypsisols 123	Cambisols 130
Anthrosols 103	Gleysols 110	Ferralsols 117	<b>Calcisols 124</b>	Fluvisols 131
Technosols 104	Andosols 111	Chernozems 118	Retisols 125	Arenosols 132
Cryosols 105	Podzols 112	Kastanozems 119	Acrisols 126	Regosols 133
Leptosols 106	Plinthosols 113	Phaeozems 120	Lixisols 127	
Solonet 107	Planosols 114	Umbrisols 121	Alisols 128	
Vertisols 108	Stagnosols 115	Durisols 122	Luvisols 129	

Chave para os Grupos de Solos de Referência	Qualificadores principais	Qualificadores suplementares
<p>Outros solos com <i>horizonte árgico</i> começando <math>\leq 100</math> cm da superfície do solo mineral e tendo <i>propriedades rédicas</i> em seu limite superior.</p> <p><b>RETISOLS</b></p>	<p>Abruptic Fragic Glossic Leptic Plaggic/Pretic/Terric Histic Gleyic Stagnic Sideralic Nudiargic Neocambic/Neobrunic Albic Calcic Skeletal Endodolomitic/ Endocalcaric Dystric/Eutric</p>	<p>Arenic/Clayic/Loamic/ Siltic Aric Cutanic Densic Differentic Drainic Epic/Endic Folic Gelic Humic/Ochric Lamellic Nechic Novic Oxyaquic Profondic Pyric Raptic Solimovic Protospodic Technic/Kalaic Toxic Transportic Turbic</p>

Chave para os Grupos de Solos de Referência	Qualificadores principais	Qualificadores suplementares
<p>Outros solos com:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <i>horizonte árgico</i> começando <math>\leq 100</math> cm da superfície do solo mineral; <i>e</i></li> <li>2. CTC (por <math>\text{NH}_4\text{OAc}</math> 1 M, pH 7) de <math>&lt; 24 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}</math> argila em algum sub-horizonte do <i>horizonte árgico</i> dentro de 150 cm da superfície do solo mineral; <i>e</i></li> <li>3. Al trocável <math>&gt; (\text{Ca} + \text{Mg} + \text{K} + \text{Na})^8</math> trocáveis em metade ou mais da:           <ol style="list-style-type: none"> <li>a. faixa de profundidade entre 50 e 100 cm da superfície do solo mineral; <i>ou</i></li> <li>b. metade inferior do solo mineral acima de uma camada limitante começando <math>\leq 100</math> cm da superfície do solo mineral, o que for mais raso.</li> </ol> </li> </ol> <p><b>ACRISOLS</b></p>	Abruptic Fragic Leptic Hydragric/Anthraquic/ Pretic/Terric Gleyic Stagnic Ferralic Rhodic/Chromic/Xanthic Nudiargic Lamellic Albic Ferric Skeletic Haplic	Arenic/Clayic/Loamic/ Siltic Andic Aric Neocambic/Neobrunic Cohesic Cutanic Densic Differentic Hyperdystric/Epeutric Epic/Endic Geric Gibbsic Humic/Ochric Magnesic Nechic Nitic Novic Oxyaquic Posic Profondic Pyric Raptic Saprolithic Sodic Solimovic Sombric Technic/Kalaic Toxic Transportic Vitric

Visão geral da chave para os Grupos de Solos de Referência				
Histosols 102	Solonchaks 109	Nitisols 116	Gypsisols 123	Cambisols 130
Anthrosols 103	Gleysols 110	Ferralsols 117	Calcisols 124	Fluvisols 131
Technosols 104	Andosols 111	Chernozems 118	Retisols 125	Arenosols 132
Cryosols 105	Podzols 112	Kastanozems 119	<b>Acrisols 126</b>	Regosols 133
Leptosols 106	Plinthosols 113	Phaeozems 120	Lixisols 127	
Solonetz 107	Planosols 114	Umbrisols 121	Alisols 128	
Vertisols 108	Stagnosols 115	Durisols 122	Luvisols 129	

<sup>8</sup> Cátions trocáveis são dados em  $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ . Se estes dados não estiverem disponíveis, os valores de pH podem ser utilizados de acordo com o Anexo 2 (Capítulo 9.13).

Chave para os Grupos de Solos de Referência	Qualificadores principais	Qualificadores suplementares
Outros solos com: 1. <i>horizonte árgico</i> começando $\leq 100$ cm da superfície do solo mineral; e 2. CTC (por $\text{NH}_4\text{OAc}$ 1 M, pH 7) de $< 24 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ argila em algum sub-horizonte do <i>horizonte árgico</i> dentro de 150 cm da superfície do solo mineral.	Abruptic Fragic Petrocalcic Leptic Hydragric/Anthraquic/ Pretic/Terric Gleyic Stagnic Ferralic Rhodic/Chromic/Xanthic Nudiargic Lamellic Albic Ferric Gypsic Calcic Yermic/Takyric Skeletic Haplic	Arenic/Clayic/Loamic/ Siltic Andic Aric Neocambic/Neobrunic Cohesic Columnic Cutanic Densic Differentic Epidystric/Hypereutric Epic/Endic Fractic Geric Gibbsic Humic/Ochric Magnesic Nечic Nitic Novic Oxyaquic Profondic Pyric Raptic Saprolithic Sodic Solimovic Technic/Kalaic Toxic Transportic Vitric
<b>LIXISOLS</b>		

Chave para os Grupos de Solos de Referência	Qualificadores principais	Qualificadores suplementares
Outros solos com: 1. horizonte árgico começando $\leq$ 100 cm da superfície do solo mineral; e 2. Al trocável $> (Ca+Mg+K+Na)^9$ trocáveis em metade ou mais da: a. faixa de profundidade entre 50 e 100 cm da superfície do solo mineral; ou b. metade inferior do solo mineral acima de uma camada limitante começando $\leq$ 100 cm da superfície do solo mineral, o que for mais raso.	Abruptic Fragic Leptic Hydragric/Anthraquic/ Plaggic/Pretic/Terric Gleyic Stagnic Vertic Rhodic/Chromic Nudiargic Lamellic Albic Ferric Skeletal Haplic	Arenic/Clayic/Loamic/ Siltic Andic Aric Neocambic/Neobrunic Cutanic Densic Differentic Hyperdystric/Epeutric Epic/Endic Fluvic Folic Gelic Humic/Ochric Hyperalic Magnesic Nechic Nitic Novic Oxyaquinic Profundic Pyric Raptic Sodic Solimovic Protospodic Technic/Kalaic Toxic Transportic Turbic Vitric
<b>ALISOLS</b>		

Visão geral da chave para os Grupos de Solos de Referência				
Histosols 102	Solonchaks 109	Nitisols 116	Gypsisols 123	Cambisols 130
Anthrosols 103	Gleysols 110	Ferralsols 117	Calcisols 124	Fluvisols 131
Technosols 104	Andosols 111	Chernozems 118	Retisols 125	Arenosols 132
Cryosols 105	Podzols 112	Kastanozems 119	Acrisols 126	Regosols 133
Leptosols 106	Plinthosols 113	Phaeozems 120	Lixisols 127	
Solonetz 107	Planosols 114	Umbrisols 121	<b>Alisols 128</b>	
Vertisols 108	Stagnosols 115	Durisols 122	Luvicols 129	

<sup>9</sup> Cátions trocáveis são dados em  $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ . Se estes dados não estiverem disponíveis, os valores de pH podem ser utilizados de acordo com o Anexo 2 (Capítulo 9.13).

Chave para os Grupos de Solos de Referência	Qualificadores qualificadores	Qualificadores qualificadores
<p>Outros solos com um <i>horizonte árgico</i> começando <math>\leq 100</math> cm da superfície do solo mineral.</p> <p><b>LUVISOLS</b></p>	<p>Abruptic Fragic Petrocalcic Leptic Hydragric/Anthraquic/ Irragric/Pretic/Terric Gleyic Stagnic Vertic Rhodic/Chromic Nudiargic Lamellic Albic Ferric Gypsic Calcic Yermic/Takyric Skeletal Dolomitic/Calcaric Haplic</p>	<p>Arenic/Clayic/Loamic/ Siltic Andic Aric Neocambic/Neobrunic Columnic Cutanic Densic Differentic Epidystric/Hypereutric Epic/Endic Escalic Fluvic Fractic Gelic Humic/Ochric Magnesic Nechic Nitic Novic Oxyaquic Profondic Pyric Raptic Sodic Solimovic Technic/Kalaic Toxic Transportic Turbic Vitric</p>

Chave para os Grupos de Solos de Referência	Qualificadores principais	Qualificadores suplementares
<p>Outros solos com:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <i>horizonte câmbico</i> <ol style="list-style-type: none"> <li>a. começando <math>\leq 50</math> cm da superfície do solo mineral; e</li> <li>b. tendo seu limite inferior <math>\geq 25</math> cm da superfície do solo mineral;</li> </ol> <p><i>ou</i></p> </li> <li>2. <i>horizonte antráquico, hidrárgico, irrágico, plágico, prético ou térrico;</i> <i>ou</i></li> <li>3. <i>horizonte frágico, tiônico ou vértico</i> começando <math>\leq 100</math> cm da superfície do solo mineral; <i>ou</i></li> <li>4. <i>horizonte tsitolítico</i> com classe textural francoarenosa ou mais fina, começando <math>\leq 50</math> cm da superfície do solo mineral; <i>ou</i></li> <li>5. uma ou mais camadas com <i>propriedades ândicas</i> ou <i>víticas</i> com espessura combinada de <math>\geq 15</math> cm dentro de 100 cm da superfície do solo.</li> </ol>	Fragic Thionic Hydragric/Anthraquic/ Irragric/Plaggic/Prethic/ Terric Tsitelic Vertic Andic Vitric Leptic Histic Gleyic Stagnic Solimovic Fluvic Sideralic Rhodic/Chromic Skeletal Yermic/Takyric Gypsiric Dolomitic/Calcaric Dystric/Eutric	Arenic/Clayic/Loamic/ Siltic Geoabruptic Aeolic Alcalic Aric Biocrustic Protocalcic Carbonic Cohesic Columinc Densic Drainic Escalic Ferric Folic Fractic Gelic Gelistagnic Protogypsic Humic/Ochric Isopteric Laxic Limonic Litholinic Magnesic Nechic Novic Ornithic Oxyaquinic Panpaic/Raptic Pyric Salic Saprolithic Sodic Protospodic Sulfidic Technic/Kalaic Tephric Toxic Transportic Turbic
<b>CAMBISOLS</b>		

Chave para os Grupos de Solos de Referência	Qualificadores principais	Qualificadores suplementares
<p>Outros solos com <i>material flúvico</i>:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>\geq 25</math> cm de espessura e começando <math>\leq 25</math> cm da superfície do solo mineral; <i>ou</i></li> <li>2. desde o limite inferior de uma camada arada, <math>\leq 40</math> cm de espessura, até uma profundidade <math>\geq 50</math> cm da superfície do solo mineral.</li> </ol>	Tidalic Pantofluvic/Anofluvic/ Orthofluvic Leptic Histic Gleyic Stagnic Skeletal Tephric Yermic/Takyric Protic Gypsiric Dolomitic/Calcaric Dystric/Eutric	Arenic/Clayic/Loamic/ Siltic Geoabruptic Alcalic Arenicolic Aric Protocalcic Densic Drainic Folic Gelic Humic/Ochric Limnic Limonic Magnesic Nechic Oxyaquoic Panpaic Placic Pyric Salic Sideralic Sodic Sulfidic Technic/Kalaic Toxic Transportic Turbic Protovertic
<b>FLUVISOLS<sup>10</sup></b>		

<sup>10</sup> Os Fluvisols podem soterrar outros solos, o que pode ser mencionado após o nome do Fluvisol usando a palavra “over” no meio (ver Capítulo 2.4). Alternativamente, horizontes diagnósticos enterrados ou camadas enterradas com uma propriedade diagnóstica podem ser indicados com o especificador Thapto- seguido por um qualificador.

Chave para os Grupos de Solos de Referência	Qualificadores principais	Qualificadores suplementares
Outros solos com até 100 cm da superfície do solo mineral: 1. classe textural (média ponderada) areia franca ou areia; e 2. camadas de textura mais fina, se presentes, com espessura combinada de < 15 cm; e 3. camadas com $\geq 40\%$ (em volume, em relação a todo o solo) de fragmentos grossos, se presentes, com espessura combinada de < 15 cm.	Tidalic Aeolic Solimovic Tephric Tsitelic Brunic Gleyic Sideralic Yermic Protic Transportic Relocatic Gypsicric Dolomitic/Calcaric Dystric/Eutric	Geoabruptic Alcalic Arenicolic Aric Biocrustic Protocalcic Carbonic Cordic Folic Gelic Protogypsic Humic/Ochric Hydrophobic Isopteric Lamellic/Protoargic Limonic Nechic Novic Ornithic Oxyaquaic Panpaic/Raptic Placic Pyric Rhodic/Chromic/Rubic/ Claric Salic Sodic Bathyspodic Protospodic Stagnic Sulfidic Technic/Kalaic Toxic Turbic
<b>ARENOSOLS<sup>11</sup></b>		

Visão geral da chave para os Grupos de Solos de Referência				
Histosols 102	Solonchaks 109	Nitisols 116	Gypsisols 123	Cambisols 130
Anthrosols 103	Gleysols 110	Ferralsols 117	Calcisols 124	Fluvisols 131
Technosols 104	Andosols 111	Chernozems 118	Retisols 125	<b>Arenosols 132</b>
Cryosols 105	Podzols 112	Kastanozems 119	Acrisols 126	Regosols 133
Leptosols 106	Plinthosols 113	Phaeozems 120	Lixisols 127	
Solonetz 107	Planosols 114	Umbrisols 121	Alisols 128	
Vertisols 108	Stagnosols 115	Durisols 122	Luvisols 129	

<sup>11</sup> Os Arenosols podem soterrar outros solos, o que pode ser mencionado após o nome do Arenosol usando a palavra “over” no meio (ver Capítulo 2.4). Alternativamente, horizontes diagnósticos enterrados ou camadas enterradas com uma propriedade diagnóstica podem ser indicados com o especificador Thapto- seguido por um qualificador. Arenosols podem ter horizontes diagnósticos em profundidades > 100 cm. Estes podem ser indicados com o especificador Bathy- seguido por um qualificador, por ex. Bathyacric (> 100 cm), Bathyspodic (> 200 cm).

Chave para os Grupos de Solos de Referência	Qualificadores principais	Qualificadores suplementares
Outros solos: <b>REGOSOLS</b>	Tidalic Leptic Solimovic Aeolic Tephric Brunic Gleyic Stagnic Skeletal Vermic Yermic/Takyric Protic Transportic Relocatic Gypsiric Dolomitic/Calcaric Dystric/Eutric	Arenic/Clayic/Loamic/ Siltic Geoabruptic Alcalic Aric Biocrustic Protocalcic Carbonic Cordic Densic Drainic Escalic Fluvic Folic Gelic Gelistagnic Protogypsic Humic/Ochric Isolatic Isopteric Magnesic Nechic Ornithic Oxyaquinic Panpaic/Raptic Pyric Salic Saprolithic Sodic Technic/Kalaic Toxic Turbic Protovertic

## 5 Definições de qualificadores

**Antes de usar os qualificadores, leia as ‘Regras para nomear solos’ (Capítulo 2).**

As definições dos qualificadores para as unidades de segundo nível referem-se a RSGs, horizontes, propriedades e materiais diagnósticos, e atributos como cor, características químicas, textura, etc.

Referências aos RSGs definidos no Capítulo 4 e aos diagnósticos listados no Capítulo 3 são mostradas *em itálico*.

Normalmente, apenas um número limitado de combinações será possível no nome de um solo; muitas das definições tornam os qualificadores mutuamente exclusivos.

### Regras gerais

1. **Subqualificadores** (ver Capítulo 2.3), **que podem ser usados no nome do solo em vez do qualificador listado na Chave** (Capítulo 4), são encontrados abaixo da definição do respectivo qualificador (por exemplo, Protocalcic é encontrado em Calcic). **Subqualificadores, que não podem substituir um qualificador listado**, são encontrados em ordem alfabética (por exemplo, Hyperalic).
2. Se um subqualificador relacionado aos requisitos de profundidade puder ser construído pelo usuário, **o número indica qual regra se aplica**: (1), (2), (3), (4), (5). Se nenhum número for indicado, estes subqualificadores não podem ser construídos.

### Definições

**Abruptic (ap)** (do latim *abruptus*, abrupto): tendo *diferença textural abrupta* dentro de 100 cm da superfície do solo mineral (1).

**Geoabruptic (go)** (do grego *gaia*, terra): tendo *diferença textural abrupta* dentro de 100 cm da superfície do solo mineral que não está associada ao limite superior de um *horizonte árgico, nátrico ou espódico* (1).

**Aceric (ae)** (do latim *acer*, acentuado): tendo dentro de 100 cm da superfície do solo uma camada com pH (1:1 em água) entre  $\geq 3,5$  e  $< 5$  e concentrações de jarosita (*apenas em Solonchaks*) (2).

**Aeric (ac)** (do latim *acer*, acentuado): tendo *horizonte árgico* começando  $\leq 100$  cm da superfície do solo mineral com CTC (em  $\text{NH}_4\text{OAc}$  1 M, pH 7) de  $< 24 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$  argila em algum sub-horizonte dentro de 150 cm da superfície do solo mineral; e com Al trocável  $> (\text{Ca}+\text{Mg}+\text{K}+\text{Na})$  trocáveis na metade ou mais da faixa de profundidade entre 50 e 100 cm da superfície do solo mineral ou na metade inferior do solo mineral acima de uma camada limitante começando  $\leq 100$  cm da superfície do solo mineral, o que for mais raso (2).

**Observação:** Os cátions trocáveis são dados em  $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ . Se estes dados não estiverem disponíveis, os valores de pH podem ser utilizados de acordo com o Anexo 2 (Capítulo 9.13).

**Acroxic (ao)** (do latim *acer*, acentuado, e grego *oxys*, azedo): tendo dentro de 100 cm da superfície do solo uma ou mais camadas com uma espessura combinada de  $\geq 30$  cm e com bases trocáveis (por  $\text{NH}_4\text{OAc}$  1 M, pH 7) mais Al trocável (por  $\text{KCl}$  1 M, não tamponado) de  $< 2 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$  terra fina (*apenas em Andosols*) (2).

**Activic (at)** (do latim *activus*, ativo): tendo acima de um *horizonte ferrálico* uma camada,  $\geq 30$  cm de espessura, com CTC (por  $\text{NH}_4\text{OAc}$  1 M, pH 7) de  $\geq 24 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$  argila e  $< 0,6\%$  de *carbono orgânico do solo* (*apenas em Ferralsols*) (2).

**Aeolic (ay)** (do grego *aiolos*, vento): tendo *material eólico* (2: somente Ano- e Panto-).

**Albic (ab)** (do latim *albus*, branco): tendo *horizonte álbico* começando  $\leq 100$  cm da superfície do solo mineral (2).

**Alcalic (ax)** (do árabe *al-qali*, cinza contendo sal): tendo:

- em *Histosols*, pH (1:1 em água) de  $\geq 8,5$  no *material orgânico* dentro de 50 cm da superfície do solo,
  - em outros solos, pH (1:1 em água) de  $\geq 8,5$  nos 50 cm superiores do solo mineral ou até uma camada limitante, o que for mais raso,
- e atender o conjunto de critérios diagnósticos do qualificador Eutric.

**Alic (al)** (do latim *alumen*, alumínio): tendo *horizonte árgico* começando  $\leq 100$  cm da superfície do solo mineral com CTC (em  $\text{NH}_4\text{OAc } 1\text{ M}$ , pH 7) de  $\geq 24 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$  argila em todo o *horizonte árgico* até 150 cm da superfície do solo mineral; e com Al trocável  $> (\text{Ca} + \text{Mg} + \text{K} + \text{Na})$  trocáveis na metade ou mais da faixa de profundidade entre 50 e 100 cm da superfície do solo mineral ou na metade inferior do solo mineral acima de uma camada limitante começando  $\leq 100$  cm da superfície do solo mineral, o que for mais raso (2).

**Observação:** Cátions trocáveis são dados em  $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ . Se estes dados não estiverem disponíveis, os valores de pH podem ser utilizados de acordo com o Anexo 2 (Capítulo 9.13).

**Aluandic (aa)** (do latim *alumen*, alumínio, e japonês *an*, escuro, e *do*, solo): tendo dentro de 100 cm da superfície do solo uma ou mais camadas com uma espessura combinada de  $\geq 15$  cm com *propriedades ândicas* e teor de  $\text{Si}_{\text{ox}} < 0,6\%$  (2).

**Andic (an)** (do japonês *an*, escuro, e *do*, solo): tendo dentro de 100 cm da superfície do solo uma ou mais camadas com *propriedades ândicas* ou *vítricas* com uma espessura combinada de  $\geq 30$  cm (em *Cambisols*  $\geq 15$  cm), dos quais  $\geq 15$  cm (em *Cambisols*  $\geq 7,5$  cm) têm *propriedades ândicas* (2).

**Protoandic (qa)** (do grego *proton*, primeiro): tendo dentro de 100 cm da superfície do solo uma ou mais camadas com uma espessura combinada de  $\geq 15$  cm e com um valor de  $\text{Al}_{\text{ox}} + \frac{1}{2}\text{Fe}_{\text{ox}} \geq 1,2\%$ , uma densidade do solo de  $\leq 1,2 \text{ kg dm}^{-3}$  e retenção de fosfato de  $\geq 55\%$ ; e não atender ao conjunto de critérios diagnósticos do qualificador Andic (2).

**Observação:** Para a densidade do solo, o volume é determinado após uma amostra de solo na sua umidade natural ter sido dessorvida a 33 kPa (sem secagem prévia), e depois o seu peso é determinado a 105 °C (ver Anexo 2, Capítulo 9.5).

**Anthraquic (aq)** (do grego *anthropos*, ser humano, e latim *aqua*, água): tendo *horizonte antráquico* e não tendo *horizonte hidrágrico*.

**Anthric (ak)** (do grego *anthropos*, ser humano): tendo *propriedades ântricas*.

**Archaic (ah)** (do grego *archae*, princípio): tendo uma camada,  $\geq 20$  cm de espessura e dentro de 100 cm da superfície do solo, com  $\geq 20\%$  (em volume, média ponderada, em relação a todo o solo) de *artefatos* dos quais  $\geq 50\%$  (em volume, média ponderada, em relação a todo o solo) foram produzidos por processos pré-industriais, por ex. cerâmicas que apresentem vestígios de produção manual, cerâmicas facilmente quebráveis ou cerâmicas que contenham areia (apenas em *Technosols*) (2).

**Arenic (ar)** (do latim *arena*, areia): consistindo em *material mineral* e tendo, único ou em combinação,

classe textural areia ou areia franca:

- em uma ou mais camadas com espessura combinada de  $\geq 30$  cm, ocorrendo dentro de 100 cm da superfície do solo mineral, *ou*
  - na maior parte entre a superfície do solo mineral e uma camada limitante começando  $> 10$  e  $< 60$  cm da superfície do solo mineral
- (2; nenhum subqualificador se uma camada limitante começar  $< 60$  cm da superfície do solo mineral).

**Arenicolic (ad)** (relacionado ao gênero de verme *Arenicola*): tendo  $\geq 50\%$  (em volume, média ponderada) de buracos de vermes, excrementos de vermes ou tocas de animais preenchidas em uma camada de  $\geq 20$  cm de espessura e ocorrendo em zona de maré.

**Aric (ai)** (do latim *arare*, arar): tendo uma camada,  $\geq 10$  cm de espessura e começando na superfície do solo, que é homogeneizada pela aração e que tem limite inferior abrupto ou muito abrupto (2: somente Ano- e Panto-).

**Arzic (o)** (do turco *arz*, terra ou crosta terrestre): saturado por água subterrânea ou água corrente em alguma camada dentro de 50 cm da superfície do solo durante algum tempo na maioria dos anos e contendo  $\geq 15\%$  de gesso em média sobre profundidade de 100 cm da superfície do solo ou até uma camada limitante, o que for mais raso (*apenas em Gypsisols*).

**Biocrustic (bc)** (do grego *bios*, vida, e latim *crusta*, crosta): tendo uma crosta superficial biológica.

**Brunic (br)** (do baixo alemão *brun*, marrom): tendo uma camada,  $\geq 15$  cm de espessura e começando  $\leq 50$  cm da superfície do solo mineral, que atende aos critérios diagnósticos 3 e 4 do *horizonte cámico* mas não atende ao critério diagnóstico 1 e não consiste em *material clárico*.

**Neobrunic (nb)** (do grego *neos*, novo): tendo uma camada,  $\geq 15$  cm de espessura e começando  $\leq 50$  cm da superfície do solo mineral, que atenda aos critérios diagnósticos 3 e 4 do *horizonte cámico* mas não atende ao critério diagnóstico 1, não consiste em *material clárico* e sobrepõe a:

- um *horizonte álbico* que se sobrepõe a um *horizonte árgico*, *nátrico* ou *espódico*, *ou*
- uma camada com *propriedades ródicas*.

**Bryic (by)** (do grego *bryon*, musgo):  $\geq 75\%$  (em volume, em relação à terra fina mais todos os restos vegetais mortos) do *material orgânico* dentro de 100 cm da superfície do solo consiste em fibras de musgo.

**Calcaric (ca)** (do latim *calcarius*, contendo cal): tendo *material calcárico*:

- em uma camada,  $\geq 30$  cm de espessura e dentro de 100 cm da superfície do solo mineral, *ou*
  - na maior parte entre a superfície do solo mineral e uma camada limitante começando  $< 60$  cm da superfície do solo mineral;
- e não tendo *horizontes cárlico* ou *petrocárlico* começando  $\leq 100$  cm da superfície do solo mineral (2; nenhum subqualificador se uma camada limitante começar  $< 60$  cm da superfície do solo mineral).

**Calcic (cc)** (do latim *calx*, cal): tendo *horizonte cárlico* começando  $\leq 100$  cm da superfície do solo mineral (2).

**Hypercalcic (jc)** (do grego *hyper*, acima): tendo *horizonte cárlico* com valor de equivalente de carbonato de cálcio  $\geq 50\%$  e começando  $\leq 100$  cm da superfície do solo mineral (2).

**Protocalcic (qc)** (do grego *proton*, primeiro): tendo uma camada com *propriedades protocárlicas* começando  $\leq 100$  cm da superfície do solo mineral e não tendo *horizontes cárlico* ou *petrocárlico*

começando  $\leq$  100 cm da superfície do solo mineral (não se aplica em *Chernozems* e *Kastanozems*, onde as *propriedades protocálcicas* fazem parte da definição) (2).

**Cambic (cm)** (do latim *cambire*, mudar): tendo *horizonte câmbico*, não consistindo em *material clárico* e começando  $\leq$  50 cm da superfície do solo mineral.

**Neocambic (nc)** (do grego *neos*, novo): tendo *horizonte câmbico*, não consistindo em *material clárico*, começando  $\leq$  50 cm da superfície do solo mineral e sobrepondo a:

- um *horizonte álbico* que se sobrepõe a um *horizonte árgico, nátrico* ou *espódico*, ou
- uma camada com *propriedades rédicas*.

**Capillaric (cp)** (do latim *capillus*, cabelo): tendo uma camada,  $\geq$  25 cm de espessura e começando  $\leq$  75 cm da superfície do solo mineral, que possui tão poucos macroporos que a saturação por água dos poros capilares causa *condições redutoras*.

**Carbic (cb)** (do latim *carbo*, carvão): tendo *horizonte espódico* que tem valor Munsell  $\leq$  2, úmido, em todo o horizonte ('Humus Podzols'; *apenas em Podzols*).

**Carbonatic (cn)** (do latim *carbo*, carvão): tendo *horizonte sálico* com solução de solo (1:1 em água) de pH  $\geq$  8,5 e  $[\text{HCO}_3^-] > [\text{SO}_4^{2-}] > 2^*[\text{Cl}^-]$  (*apenas em Solonchaks*).

**Carbonic (ex)** (do latim *carbo*, carvão): tendo uma camada,  $\geq$  10 cm de espessura e começando  $\leq$  100 cm da superfície do solo, com  $\geq$  5% de carbono orgânico que pertence a *artefatos* (2).

**Chernic (ch)** (do russo *chorniy*, preto): tendo *horizonte chérnico* (2: somente Ano- e Panto-).

**Tonguichernic (tc)** (do inglês *tongue*, língua): tendo *horizonte chérnico* que se estende em forma de línguas a uma camada subjacente (2: somente Ano- e Panto-; referindo-se ao limite inferior do *horizonte chérnico*).

**Chloridic (cl)** (do grego *chloros*, amarelo-verde): tendo *horizonte sálico* com solução de solo (1:1 em água) de  $[\text{Cl}^-] > 2^*[\text{SO}_4^{2-}] > 2^*[\text{HCO}_3^-]$  (*apenas em Solonchaks*).

**Chromic (cr)** (do grego *chroma*, cor): tendo entre 25 e 150 cm da superfície do solo mineral uma camada,  $\geq$  30 cm de espessura, que apresenta evidências de formação de solo conforme definido no critério 3 do *horizonte câmbico* e que tem, em  $\geq$  90% de sua área exposta, matiz Munsell mais vermelho que 7,5YR e croma  $> 4$ , ambos úmidos, e que não atenda ao conjunto de critérios diagnósticos do qualificador Rhodic.

**Claric (cq)** (do latim *clarus*, claro): tendo entre 25 e 100 cm da superfície do solo mineral uma camada,  $\geq$  30 cm de espessura, que consiste em *material clárico*, e o solo não atende ao conjunto de critérios diagnósticos do qualificador Bathyspodic (*apenas em Arenosols*) (2: exceto Epi-).

**Clayic (ce)** (do inglês *clay*, argila): consistindo em *material mineral* e tendo, único ou em combinação, classe textural argila, argiloarenosa ou argilossiltosa:

- em uma ou mais camadas com espessura combinada de  $\geq$  30 cm, ocorrendo dentro de 100 cm da superfície do solo mineral, *ou*
  - na maior parte entre a superfície do solo mineral e uma camada limitante começando  $> 10$  e  $< 60$  cm da superfície do solo mineral
- (2; nenhum subqualificador se uma camada limitante começar  $< 60$  cm da superfície do solo mineral).

**Coarsic (cs)** (do inglês *coarse*, grosso): tendo  $< 20\%$  (em volume, em relação a todo o solo) de terra fina mais restos vegetais mortos de qualquer tamanho, calculado como valor médio até uma profundidade de 75 cm da superfície do solo ou até uma camada limitante começando  $> 25$  cm da superfície do solo, o que for mais raso.

**Observação:** O volume que não é ocupado por terra fina e nem por restos vegetais mortos é ocupado por fragmentos grossos, restos de camadas cimentadas fragmentadas  $> 2$  mm, *artefatos*  $> 2$  mm, ou interstícios.

**Cohesic (co)** (do latim *cohaerere*, ficar juntos): tendo *horizonte coesico* começando  $\leq 150$  cm da superfície do solo mineral (2).

**Columnic (cu)** (do latim *columna*, coluna): tendo uma camada,  $\geq 15$  cm de espessura e começando  $\leq 100$  cm da superfície do solo mineral, que tem estrutura colunar (2).

**Cordic (cd)**: (do latim *corda*, barbante): tendo duas ou mais acumulações em forma de fita,  $\geq 0,5$  e  $< 2,5$  cm de espessura, que não são cimentadas, têm maiores teores de óxidos de Fe e/ou matéria orgânica do que as camadas diretamente sobrejacentes e subjacentes, não atendem ao conjunto de critérios diagnósticos do qualificador Lamellic e têm uma espessura combinada de  $\geq 2,5$  cm dentro de 50 cm; e a acumulação em forma de fita na posição mais alta começa  $\leq 200$  cm da superfície do solo mineral (2).

**Cryic (cy)** (do grego *kryos*, frio, gelo):

- tendo *horizonte criico* começando  $\leq 100$  cm da superfície do solo, ou
  - tendo *horizonte criico* começando  $\leq 200$  cm da superfície do solo com evidência de alteração criogênica em alguma camada  $\leq 100$  cm da superfície do solo
- (1: somente Epi- e Endo-; referindo-se ao limite superior do *horizonte criico*).

**Cutanic (ct)** (do latim *cutis*, pele): tendo *horizonte árgico* ou *nátrico* que atenda ao critério diagnóstico 2.b do respectivo horizonte.

**Densic (dn)** (do latim *densus*, denso): tendo dentro de 50 cm da superfície do solo mineral uma camada com densidade do solo de tal forma que as raízes não podem entrar, exceto ao longo de fendas.

**Differentic (df)** (do latim *differentia*, diferença): tendo *horizonte árgico* ou *nátrico* que atenda ao critério diagnóstico 2.a do respectivo horizonte.

**Dolomitic (do)** (do mineral dolomita, em homenagem ao geocientista francês *Déodat de Dolomieu*): tendo material dolomítico:

- em uma camada,  $\geq 30$  cm de espessura e dentro de 100 cm da superfície do solo mineral, ou
  - na maior parte entre a superfície do solo mineral e uma camada limitante começando  $< 60$  cm da superfície do solo mineral
- (2; nenhum subqualificador se uma camada limitante começar  $< 60$  cm da superfície do solo mineral).

**Dorsic (ds)** (do latim *dorsum*, em uma posição inferior):

- em *Cryosols*, o *horizonte criico* começando  $> 100$  cm da superfície do solo,
- em *Ferralsols* e *Podzols*, o *horizonte ferrálico/espódico* começando  $> 100$  cm da superfície do solo mineral.

**Drainic (dr)** (do francês *drainer*, drenar): tendo sido drenado artificialmente.

**Duric (du)** (do latim *durus*, duro): tendo *horizonte dírico* começando  $\leq 100$  cm da superfície do solo mineral (2).

**Hyperduric (ju)** (do grego *hyper*, acima): tendo *horizonte dírico* com  $\geq 50\%$  (em volume, em relação a todo o solo) de durinódulos ou restos de um *horizonte petrodírico* fragmentado começando  $\leq 100$  cm da superfície do solo mineral (2).

**Dystric (dy)** (do grego *dys*, ruim, e *trophae*, comida):

- em *Histosols*, tendo um pH<sub>água</sub> de  $< 5,5$  na metade ou mais da parte com *material orgânico*, dentro de 100 cm da superfície do solo,
  - em outros solos, tendo uma camada limitante começando  $\leq 25$  cm da superfície do solo mineral, Al trocável  $> (\text{Ca}+\text{Mg}+\text{K}+\text{Na})$  trocáveis na metade ou mais dos 5 cm mais inferiores consistindo em *material mineral* acima da camada limitante,
  - em outros solos, tendo uma ou mais camadas consistindo em *material mineral*:
    - de 20 a 100 cm da superfície do solo mineral, *ou*
    - de 20 cm da superfície do solo mineral até uma camada limitante começando  $> 25$  cm da superfície do solo mineral,
- o que for mais raso,  
que têm Al trocável  $> (\text{Ca}+\text{Mg}+\text{K}+\text{Na})$  trocáveis na metade ou mais de sua espessura combinada (3).

**Hyperdystric (jd)** (do grego *hyper*, acima):

- em *Histosols*, tendo um pH<sub>água</sub> de  $< 5,5$  em todo o *material orgânico* dentro de 100 cm da superfície do solo e  $< 4,5$  na maior parte com *material orgânico* dentro de 100 cm da superfície do solo,
  - em outros solos, tendo *material mineral*, por toda parte:
    - de 20 a 100 cm da superfície do solo mineral, *ou*
    - de 20 cm da superfície do solo mineral até uma camada limitante começando  $\geq 50$  cm da superfície do solo mineral,
- o que for mais raso,  
que tem Al trocável  $> (\text{Ca}+\text{Mg}+\text{K}+\text{Na})$  trocáveis; e em sua maior parte Al trocável  $> 4$  vezes  $(\text{Ca}+\text{Mg}+\text{K}+\text{Na})$  trocáveis.

**Orthodystric (od)** (do grego *orthos*, certo):

- em *Histosols*, tendo um pH<sub>água</sub> de  $< 5,5$  em todo o *material orgânico* dentro de 100 cm da superfície do solo,
  - em outros solos, tendo *material mineral*, por toda parte:
    - de 20 a 100 cm da superfície do solo mineral, *ou*
    - de 20 cm da superfície do solo mineral até uma camada limitante começando  $\geq 50$  cm da superfície do solo mineral,
- o que for mais raso,  
que tem Al trocável  $> (\text{Ca}+\text{Mg}+\text{K}+\text{Na})$  trocáveis.

**Observação:** Os cátions trocáveis são dados em cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>. Se estes dados não estiverem disponíveis, os valores de pH podem ser utilizados de acordo com o Anexo 2 (Capítulo 9.13).

**Ekranic (ek)** (do francês *écran*, escudo): tendo *material duro técnico* começando  $\leq 5$  cm da superfície do solo (*apenas em Technosols*).

**Endic (ed)** (do grego *endon*, dentro):

- em *Cryosols*, o *horizonte criico* começando  $> 50$  e  $\leq 100$  cm da superfície do solo,

- nos demais solos, o horizonte diagnóstico superior do respectivo RSG, não atendendo ao conjunto de critérios diagnósticos do qualificador Petric, começando  $> 50$  e  $\leq 100$  cm da superfície do solo mineral.

**Entic (et)** (do latim *recens*, jovem): não tendo *horizonte álbico* acima de *horizonte espódico* (apenas em *Podzols*).

**Epic (ep)** (do grego *epi*, sobre):

- em *Cryosols*, o *horizonte criico* começando  $\leq 50$  cm da superfície do solo,
- nos demais solos, o horizonte diagnóstico superior do respectivo RSG, não atendendo ao conjunto de critérios diagnósticos do qualificador Petric, começando  $\leq 50$  cm da superfície do solo mineral.

**Escalic (ec)** (do espanhol *escala*, terraço): o solo foi truncado e/ou transportado localmente por humanos para formar terraços.

**Eutric (eu)** (do grego *eu*, bom, e *trophae*, comida):

- em *Histosols*, tendo um  $\text{pH}_{\text{água}}$  de  $\geq 5,5$  na maior parte com *material orgânico*, dentro de 100 cm da superfície do solo,
- em outros solos, tendo uma camada limitante começando  $\leq 25$  cm da superfície do solo mineral,  $(\text{Ca}+\text{Mg}+\text{K}+\text{Na})$  trocáveis  $\geq \text{Al}$  trocável na maior parte dos 5 cm mais inferiores consistindo em *material mineral* acima da camada limitante,
- em outros solos, tendo uma ou mais camadas consistindo em *material mineral*:
  - de 20 a 100 cm da superfície do solo mineral, *ou*
  - de 20 cm da superfície do solo mineral até uma camada limitante começando  $> 25$  cm da superfície do solo mineral,
 o que for mais raso,  
 que têm  $(\text{Ca}+\text{Mg}+\text{K}+\text{Na})$  trocáveis  $\geq \text{Al}$  trocável na maior parte de sua espessura combinada (3).

**Hypereutric (je)** (do grego *hyper*, acima):

- em *Histosols*, tendo um  $\text{pH}_{\text{água}}$  de  $\geq 5,5$  em todo o *material orgânico* dentro de 100 cm da superfície do solo e  $\geq 6,5$  na maior parte com *material orgânico* dentro de 100 cm da superfície do solo,
- em outros solos, tendo *material mineral*, por toda parte:
  - de 20 a 100 cm da superfície do solo mineral, *ou*
  - de 20 cm da superfície do solo mineral até uma camada limitante começando  $\geq 50$  cm da superfície do solo mineral,
 o que for mais raso,  
 que tem  $(\text{Ca}+\text{Mg}+\text{K}+\text{Na})$  trocáveis  $\geq \text{Al}$  trocável; e em sua maior parte  $(\text{Ca}+\text{Mg}+\text{K}+\text{Na})$  trocáveis  $\geq 4$  vezes  $\text{Al}$  trocável.

**Oligoeutric (ol)** (do grego *oligos*, poucos): em solos que não sejam *Histosols*:

- em solos, tendo uma camada limitante começando  $\leq 25$  cm da superfície do solo mineral,  $(\text{Ca}+\text{Mg}+\text{K}+\text{Na})$  trocáveis  $\geq \text{Al}$  trocável e valor de  $(\text{Ca}+\text{Mg}+\text{K}+\text{Na})$  trocáveis  $< 5 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$  argila na maior parte dos 5 cm mais inferiores consistindo em *material mineral* acima da camada limitante,
- em outros solos, tendo uma ou mais camadas consistindo em *material mineral*:
  - de 20 a 100 cm da superfície do solo mineral, *ou*
  - de 20 cm da superfície do solo mineral até uma camada limitante começando  $> 25$  cm da superfície do solo mineral,
 o que for mais raso,

que têm  $(Ca+Mg+K+Na)$  trocáveis  $\geq Al$  trocável e valor de  $(Ca+Mg+K+Na)$  trocáveis  $< 5 \text{ cmol}_{\text{c}} \text{ kg}^{-1}$  argila na maior parte de sua espessura combinada (3).

**Orthoeutric (oe)** (do grego *orthos*, certo):

- em *Histosols*, tendo um  $pH_{\text{água}}$  de  $\geq 5,5$  em todo o *material orgânico* dentro de 100 cm da superfície do solo,
- em outros solos, tendo *material mineral*, por toda parte:
  - de 20 a 100 cm da superfície do solo mineral, *ou*
  - de 20 cm da superfície do solo mineral até uma camada limitante começando  $\geq 50$  cm da superfície do solo mineral,  
o que for mais raso,  
que tem  $(Ca+Mg+K+Na)$  trocáveis  $\geq Al$  trocável.

**Observação:** Os cátions trocáveis são dados em  $\text{cmol}_{\text{c}} \text{ kg}^{-1}$ . Se estes dados não estiverem disponíveis, os valores de pH podem ser utilizados de acordo com o Anexo 2 (Capítulo 9.13).

**Observação:** O qualificador Oligoeutric tem preferência sobre o Hypereutric e o Orthoeutric.

**Eutrosilic (es)** (do grego *eu*, bom, e *trophae*, comida, e latim *silex*, material contendo silício): tendo dentro de 100 cm da superfície do solo uma ou mais camadas com espessura combinada de  $\geq 30$  cm com *propriedades ândicas* e soma de bases trocáveis (por  $\text{NH}_4\text{OAc}$  1 M, pH 7) de  $\geq 15 \text{ cmol}_{\text{c}} \text{ kg}^{-1}$  terra fina (apenas em *Andosols*) (2).

**Evapocrustic (ev)** (do latim *e*, fora, e *vapor*, vapor, e *crusta*, crosta): tendo uma crosta salina,  $\leq 2$  cm de espessura, na superfície do solo.

**Ferralic (fl)** (do latim *ferrum*, ferro, e *alumen*, alumínio): tendo *horizonte ferrálico* começando  $\leq 150$  cm da superfície do solo mineral (2).

**Ferric (fr)** (do latim *ferrum*, ferro): tendo *horizonte férrico* começando  $\leq 100$  cm da superfície do solo mineral (2).

**Manganiferric (mf)** (do elemento químico manganês): tendo *horizonte férrico* começando  $\leq 100$  cm da superfície do solo mineral em que  $\geq 50\%$  das feições oximórficas são pretas (2).

**Ferritic (fe)** (do latim *ferrum*, ferro): tendo uma camada,  $\geq 30$  cm de espessura e começando  $\leq 100$  cm da superfície do solo mineral, com  $\geq 10\%$  de  $\text{Fe}_{\text{dcb}}$  e não fazendo parte de um *horizonte petroplíntico*, *pisoplíntico* ou *plíntico* (2).

**Hyperferritic (jf)** (do grego *hyper*, acima): tendo uma camada,  $\geq 30$  cm de espessura e começando  $\leq 100$  cm da superfície do solo mineral, com  $\geq 30\%$  de  $\text{Fe}_{\text{dcb}}$  e não fazendo parte de um horizonte *petroplíntico*, *pisoplíntico* ou *plíntico* (2).

**Fibric (fi)** (do latim *fibra*, fibra): tendo *material orgânico* que, depois de esfregar, consiste em  $>$  dois terços (em volume, em relação à terra fina mais todos os restos vegetais mortos) de tecidos vegetais mortos reconhecíveis em

- uma ou mais camadas com uma espessura combinada de  $\geq 30$  cm dentro de 100 cm da superfície do solo (2; nenhum subqualificador se não tem *material orgânico*  $\geq 60$  cm da superfície do solo), *ou*
- a média ponderada de todo o *material orgânico* dentro de 100 cm da superfície do solo (apenas em *Histosols*).

**Floatic (ft)** (do inglês *to float*, flutuar): tendo *material orgânico* flutuando na água (apenas em *Histosols*).

**Fluvic (fv)** (do latim *fluvius*, rio): tendo *material flúvico*,  $\geq 25$  cm de espessura e começando  $\leq 75$  cm da superfície do solo mineral (2).

**Akrofluvic (kf)** (do grego *akra*, topo): tendo *material flúvico* da superfície do solo mineral até uma profundidade de  $\geq 5$  cm, mas com  $< 25$  cm de espessura. (Além do subqualificador Akrofluvic, um solo também pode ter o subqualificador Amphifluvic, Katofluvic ou Endofluvic.)

**Orthofluvic (of)** (do grego *orthos*, certo): tendo *material flúvico*:

- da superfície do solo mineral até uma profundidade  $\geq 5$  cm, e
- $\geq 25$  cm de espessura e começando  $\leq 25$  cm da superfície do solo mineral.

**Folic (fo)** (do latim *folium*, folha): tendo *horizonte fólico* começando na superfície do solo.

**Skeletofolic (ko)** (do grego *skeletos*, seco): tendo *horizonte fólico* começando na superfície do solo com  $\geq 40\%$  (em volume, média ponderada, em relação a todo o solo) de fragmentos grossos.

**Fractic (fc)** (do latim *fractus*, quebrado): tendo uma camada,  $\geq 10$  cm de espessura e começando  $\leq 100$  cm da superfície do solo mineral, consistindo em restos de *horizontes petrocálcico* ou *petrogípsico* quebrados, que:

- ocupam  $\geq 40\%$  (em volume, em relação a todo o solo), e
- têm comprimento horizontal médio  $< 10$  cm e/ou ocupam  $< 80\%$  (em volume, em relação a todo o solo) (2).

**Calcifractic (cf)** (do latim *calx*, cal): tendo uma camada,  $\geq 10$  cm de espessura e começando  $\leq 100$  cm da superfície do solo mineral, consistindo em restos de *horizontes petrocálcicos* quebrados, que:

- ocupam  $\geq 40\%$  (em volume, em relação a todo o solo), e
- têm comprimento horizontal médio  $< 10$  cm e/ou ocupam  $< 80\%$  (em volume, em relação a todo o solo) (2).

**Gypsofractic (gf)** (do grego *gypsos*, gesso): tendo uma camada,  $\geq 10$  cm de espessura e começando  $\leq 100$  cm da superfície do solo mineral, consistindo em restos de *horizontes petrogíspicos* quebrados, que:

- ocupam  $\geq 40\%$  (em volume, em relação a todo o solo), e
- têm comprimento horizontal médio  $< 10$  cm e/ou ocupam  $< 80\%$  (em volume, em relação a todo o solo) (2).

**Fragic (fg)** (do latim *fragilis*, frágil): tendo *horizonte frágico* começando  $\leq 100$  cm da superfície do solo mineral (2).

**Garbic (ga)** (do inglês *garbage*, lixo): tendo uma camada,  $\geq 20$  cm de espessura e dentro de 100 cm da superfície do solo, com  $\geq 20\%$  (em volume, média ponderada, em relação a todo o solo) de *artefatos*,  $\geq 35\%$  dos quais contêm  $\geq 20\%$  de carbono orgânico (por exemplo, restos orgânicos) (*apenas em Technosols*) (2).

**Hypergarbic (jb)** (do grego *hyper*, acima): tendo uma camada,  $\geq 50$  cm de espessura e dentro de 100 cm da superfície do solo, consistindo em *material organotécnico* (*apenas em Technosols*) (2).

**Gelic (ge)** (do latim *gelare*, congelar):

- tendo uma camada com temperatura do solo  $< 0$  °C por  $\geq 2$  anos consecutivos, começando  $\leq 200$  cm da superfície do solo, e
- não tendo *horizonte crílico* começando  $\leq 100$  cm da superfície do solo, e
- não tendo *horizonte crílico* começando  $\leq 200$  cm da superfície do solo com evidência de alteração criogênica em alguma camada dentro de 100 cm da superfície do solo.

**Gelistagnic (gt)** (do latim *gelare*, congelar, e *stagnare*, inundar): tendo saturação temporária de água causada por uma camada congelada.

**Geoabruptic (go)**: *veja Abruptic*.

**Geric (gr)** (do grego *geraios*, old): tendo dentro de 100 cm da superfície do solo mineral uma camada que tem uma soma de bases trocáveis (por NH<sub>4</sub>OAc 1 M, pH 7) mais Al trocável (por KCl 1 M, não tamponado) de < 6 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup> argila (2).

**Hypergeric (jq)** (do grego *hyper*, acima): tendo dentro de 100 cm da superfície do solo mineral uma camada que tem uma soma de bases trocáveis (por NH<sub>4</sub>OAc 1 M, pH 7) mais Al trocável (por KCl 1 M, não tamponado) de < 1,5 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup> argila (2).

**Gibbsic (gi)** (do mineral gibbsita, em homenagem ao mineralogista norte-americano *George Gibbs*): tendo uma camada,  $\geq 30$  cm de espessura e começando  $\leq 100$  cm da superfície do solo mineral, contendo  $\geq 25\%$  de gibbsita na fração argila (2).

**Gilgaic (gg)** (do aborígene australiano *gilgai*, furo preenchido por água): tendo na superfície do solo variações de pequena escala (micro- altas e baixas) com diferença de nível  $\geq 10$  cm, ou seja, microrrelevo de gilgai (*apenas em Vertisols*).

**Glacic (gc)** (do latim *glacies*, gelo): tendo uma camada,  $\geq 30$  cm de espessura e começando  $\leq 100$  cm da superfície do solo, contendo  $\geq 75\%$  de gelo (em volume, em relação a todo o solo) (2).

**Gleyic (gl)** (do nome popular russo *glei*, argila azulada úmida): tendo uma camada,  $\geq 25$  cm de espessura e começando  $\leq 75$  cm da superfície do solo mineral, que tem *propriedades gleicas* por toda parte e *condições redutoras* em algumas partes de cada subcamada (2).

**Inclinigleyic (iy)** (do latim *inclinare*, curvar-se): tendo uma camada,  $\geq 25$  cm de espessura e começando  $\leq 75$  cm da superfície do solo mineral, que tem *propriedades gleicas* por toda parte e *condições redutoras* em algumas partes de cada subcamada; e tendo uma inclinação de encosta  $\geq 5\%$  e um fluxo de água subsuperficial durante algum período do ano (2).

**Protogleyic (qy)** (do grego *proton*, primeiro): tendo uma camada,  $\geq 10$  cm de espessura e começando  $\leq 75$  cm da superfície do solo mineral, que tem *propriedades gleicas* por toda parte e *condições redutoras* em algumas partes de cada subcamada (2).

**Relictigleyic (rl)** (do latim *relictus*, deixado para trás): tendo uma camada,  $\geq 25$  cm de espessura e começando  $\leq 75$  cm da superfície do solo mineral, que atenda ao critério 2 das *propriedades gleicas* por toda parte e não tem *condições redutoras* (2).

**Glossic (gs)** (do grego *glossa*, língua): tendo *glossas albelívicas* começando  $\leq 100$  cm da superfície do solo mineral.

**Greyzemic (gz)** (do inglês *grey*, cinzento, e russo *zemlya*, terra): tendo grãos de areia e/ou de silte grosso não revestidos nas superfícies dos agregados do solo na metade inferior de um *horizonte mólico*.

**Grumic (gm)** (do latim *grumus*, pilha de solo): tendo na superfície do solo mineral uma camada,  $\geq 1$  cm de espessura, com forte estrutura granular ou forte estrutura em blocos angulares ou subangulares, com tamanho dos agregados de  $\leq 1$  cm, ou seja, “*self-mulching*” (*apenas em Vertisols*).

**Gypsic (gy)** (do grego *gypsos*, gesso): tendo *horizonte gípsico* começando  $\leq 100$  cm da superfície do solo

mineral (2).

**Hypergypsic (jg)** (do grego *hyper*, acima): tendo *horizonte gipsico* com teor de gesso  $\geq 50\%$  e começando  $\leq 100$  cm da superfície do solo mineral (2).

**Protopsytic (qq)** (do grego *proto*, primeiro): tendo uma camada com *propriedades protogipsicas* começando  $\leq 100$  cm da superfície do solo mineral e não tendo *horizontes gipsico* ou *petrogipsico* começando  $\leq 100$  cm da superfície do solo mineral (2).

**Gypsic (gp)** (do grego *gypsos*, gesso): tendo *material gipsírico*:

- em uma camada,  $\geq 30$  cm de espessura e dentro de 100 cm da superfície do solo mineral, *ou*
  - na maior parte entre a superfície do solo mineral e uma camada limitante começando  $< 60$  cm da superfície do solo mineral;
- e não tendo *horizontes gipsico* ou *petrogipsico* começando  $\leq 100$  cm da superfície do solo mineral (2; nenhum subqualificador se uma camada limitante começar  $< 60$  cm da superfície do solo mineral).

**Haplic (ha)** (do grego *haplous*, simples): nenhum outro qualificador principal do respectivo RSG se aplica.

**Hemic (hm)** (do grego *hemisys*, metade): tendo *material orgânico* que, depois de esfregar, consiste em  $\leq$  dois terços e  $>$  um sexto (em volume, em relação à terra fina mais todos os restos vegetais mortos) de tecidos vegetais mortos reconhecíveis em:

- uma ou mais camadas com uma espessura combinada de  $\geq 30$  cm dentro de 100 cm da superfície do solo (2; nenhum subqualificador se não tem *material orgânico*  $\geq 60$  cm da superfície do solo), *ou*
- a média ponderada de todo o *material orgânico* dentro de 100 cm da superfície do solo (apenas em *Histosols*).

**Histic (hi)** (do grego *histos*, tecido): tendo *horizonte hístico* começando:

- na superfície do solo, *ou*
- diretamente abaixo de uma camada,  $< 40$  cm de espessura, consistindo em *material múlmico*, *ou*
- diretamente abaixo de uma camada,  $< 40$  cm de espessura, consistindo em *material orgânico*, que fica saturado por água por  $< 30$  dias consecutivos na maioria dos anos e não é drenado.

**Skeletohistic (kh)** (do grego *skeletos*, seco): tendo *horizonte hístico* começando:

- na superfície do solo *ou*
- diretamente abaixo de uma camada,  $< 40$  cm de espessura, consistindo em *material múlmico*, *ou*
- diretamente abaixo de uma camada,  $< 40$  cm de espessura, consistindo em *material orgânico* que fica saturado por água por  $< 30$  dias consecutivos na maioria dos anos e não é drenado; com  $\geq 40\%$  (em volume, média ponderada, em relação a todo o solo) de fragmentos grossos.

**Hortic (ht)** (do latim *hortus*, jardim): tendo *horizonte hórtico* (2: somente Panto-).

**Humic (hu)** (do latim *humus*, terra): tendo  $\geq 1\%$  de *carbono orgânico do solo* como uma média ponderada até uma profundidade de 50 cm da superfície do solo mineral (se uma camada limitante começar dentro da profundidade especificada, a soma ponderada do *carbono orgânico do solo* é, no entanto, dividida por 50 cm).

**Hyperhumic (jh)** (do grego *hyper*, acima): tendo  $\geq 5\%$  de *carbono orgânico do solo* como uma média ponderada a uma profundidade de 50 cm da superfície do solo mineral.

**Profundihumic (dh)** (do latim *profundus*, profundo): tendo até uma profundidade de 100 cm da superfície do solo mineral  $\geq 1,4\%$  de *carbono orgânico do solo* como uma média ponderada e  $\geq 1\%$  de *carbono orgânico do solo* por todo o horizonte.

**Hydragric (hg)** (do grego *hydor*, água, e latim *ager*, campo): tendo *horizonte antráquico* diretamente acima de *horizonte hidrárgico*, este último começando  $\leq 100$  cm da superfície do solo.

**Hyperhydragric (jy)** (do grego *hyper*, acima): tendo *horizonte antráquico* diretamente acima de *horizonte hidrárgico* com uma espessura combinada de  $\geq 100$  cm.

**Hydric (hy)** (do grego *hydor*, água): tendo dentro de 100 cm da superfície do solo uma ou mais camadas com espessura combinada de  $\geq 35$  cm que tenham *propriedades ândicas* e teor de água  $\geq 70\%$  (massa de água dividida pela massa de solo seco) na tensão de 1500 kPa, medido sem secagem prévia da amostra (*apenas em Andosols*) (2).

**Hydrophobic (hf)** (do grego *hydor*, água, e *phobos*, medo): repelente à água, ou seja, a água permanece na superfície do solo seco por  $\geq 60$  segundos (*apenas em Arenosols*).

**Hyperalic (jl)** (do grego *hyper*, acima, e latim *alumen*, alumínio): tendo *horizonte árgico*, começando  $\leq 100$  cm da superfície do solo mineral, que tem uma proporção de silte para argila  $< 0,6$  e saturação de Al (efetiva) de  $\geq 50\%$ , por todo o *horizonte árgico* ou até uma profundidade de 50 cm abaixo de seu limite superior, o que for mais raso (*apenas em Alisols*).

**Hyperartefactic (ja)** (do grego *hyper*, acima, e latim *ars*, arte, e *factus*, feito): tendo  $\geq 50\%$  (em volume, média ponderada, em relação a todo o solo) de *artefatos* dentro de 100 cm da superfície do solo ou até uma camada limitante, o que for mais raso (*apenas em Technosols*).

**Hypercalcic (jc)**: veja *Calcic*.

**Hypereutric (je)**: veja *Eutric*.

**Hypergypsic (jy)**: veja *Gypsic*.

**Hypernatric (jn)**: veja *Natric*.

**Hyperorganic (jo)** (do grego *hyper*, acima, e *organon*, utensílio): tendo *material orgânico*  $\geq 200$  cm de espessura (*apenas em Histosols*).

**Hypersalic (jz)**: veja *Salic*.

**Hyperspodic (jp)**: veja *Spodic*.

**Immissic (im)** (do latim *immissus*, enviado para dentro): tendo na superfície do solo uma camada,  $\geq 10$  cm de espessura, com  $\geq 20\%$  (em volume) de poeira, fuligem ou cinza sedimentada que atendam aos critérios diagnósticos de *artefatos* (2: somente Ano- e Panto-).

**Inclinic (ic)** (do latim *inclinare*, curvar-se): tendo

- uma inclinação de encosta  $\geq 5\%$ , e
- uma camada,  $\geq 25$  cm de espessura e começando  $\leq 75$  cm da superfície do solo mineral, com *propriedades gleicas* ou *estágnicas* e um fluxo de água subsuperficial durante algum período do ano.

**Infraandic (ia)** (do latim *infra*, abaixo, e japonês *an*, escuro, e *do*, solo): tendo uma camada,  $\geq 15$  cm de espessura, subjacente a um solo classificado preferencialmente de acordo com as ‘Regras para nomear

solos' (Capítulo 2.4) e que atende aos critérios diagnósticos 2 e 3 das *propriedades ândicas* e falha no critério diagnóstico 1.

**Infraspodic (is)** (do latim *infra*, abaixo, e grego *spodos*, cinza de madeira): tendo uma camada subjacente a um solo classificado preferencialmente de acordo com as 'Regras para nomear solos' (Capítulo 2.4) e que atende aos critérios diagnósticos 3 a 7 do *horizonte espódico* e falha no critério diagnóstico 1 ou 2 ou ambos.

**Irragric (ir)** (do latim *irrigare*, irrigar, e *ager*, campo): tendo *horizonte irrágrico* (2: somente Panto-).

**Isolatic (il)** (do italiano *isola*, ilha): tendo, acima de *material duro técnico*, acima de uma geomembrana ou acima de uma camada contínua de *artefatos*, começando  $\leq 100$  cm da superfície do solo, material de solo contendo terra fina sem qualquer contato com outro material de solo contendo terra fina (por exemplo, solos em telhados ou em vasos).

**Isopteric (ip)** (relacionado a *Isoptera*, ordem zoológica dos cupins): tendo uma camada,  $\geq 30$  cm de espessura e começando na superfície do solo mineral, que é remodelada pelos cupins, tem uma densidade do solo de  $\leq 1,3$  kg dm<sup>-3</sup> e  $< 5\%$  de partículas  $\geq 630$  µm (2: somente Ano- e Panto-).

**Kalaic** (do tamil *kalai*, arte): tendo uma camada,  $\geq 10$  cm de espessura e começando  $\leq 90$  cm da superfície do solo, com  $\geq 50\%$  (em volume, média ponderada, em relação a todo o solo) de *artefatos* (2: somente Epi-, Endo- e Amphi-).

**Protokalaic (qk)** (do grego *proton*, primeiro): tendo uma camada,  $\geq 10$  cm de espessura e começando  $\leq 90$  cm da superfície do solo, com  $\geq 25\%$  (em volume, média ponderada, em relação a todo o solo) de *artefatos* (2: somente Epi-, Endo- e Amphi-).

**Lamellic (II)**: (do latim *lamela*, lâmina metálica): com duas ou mais lamelas,  $\geq 0,5$  e  $< 7,5$  cm de espessura, que apresentam um ou ambos dos seguintes:

- teores de argila mais elevados do que as camadas diretamente sobrejacentes e subjacentes, conforme indicado nos critérios diagnósticos 2.a do *horizonte árgico*, ou
- atender aos critérios diagnósticos 2.b do *horizonte árgico*, com ou sem outras acumulações, e que tenham uma espessura combinada de  $\geq 5$  cm dentro de 50 cm; a lamela superior começando  $\leq 100$  cm da superfície do solo mineral (2).

**Totilamellic (ta)** (do latim *totus*, completo): tendo *horizonte árgico* que consiste inteiramente em lamelas começando  $\leq 100$  cm da superfície do solo mineral.

**Lapiadic (Id)** (do latim *lapis*, pedra): tendo na superfície do solo *rocha contínua* que possui características de dissolução (canais, sulcos),  $\geq 20$  cm de profundidade e cobrindo  $\geq 10$  e  $< 50\%$  da superfície da *rocha contínua* (apenas em *Leptosols*).

**Laxic** (do latim *laxus*, solto): tendo entre 25 e 75 cm da superfície do solo mineral uma camada de solo mineral,  $\geq 20$  cm de espessura, que tem uma densidade do solo de  $\leq 0,9$  kg dm<sup>-3</sup>.

**Observação:** Para a densidade do solo, o volume é determinado após uma amostra de solo na sua umidade natural ter sido dessorvida a 33 kPa (sem secagem prévia), e depois o seu peso é determinado a 105 °C (ver Anexo 2, Capítulo 9.5).

**Leptic (le)** (do grego *leptos*, fino): tendo *rocha contínua* começando  $\leq 100$  cm da superfície do solo (1: somente Epi- e Endo-).

**Lignic (lg)** (do latim *lignum*, madeira): contendo inclusões de fragmentos de madeira intactos que constituem  $\geq 25\%$  do volume do solo (em relação à terra fina mais todos os restos vegetais mortos), dentro de 50 cm da superfície do solo.

**Limnic (lm)** (do grego *limnae*, lago): tendo uma ou mais camadas com *material límnico* com uma espessura combinada de  $\geq 10$  cm dentro de 100 cm da superfície do solo (2).

**Minerolimnic (ml)** (do celta *mine*, mineral): tendo uma ou mais camadas com *material límnico* que consiste em *material mineral* com uma espessura combinada de  $\geq 10$  cm dentro de 100 cm da superfície do solo (2).

**Organolimnic (oo)** (do grego *organon*, utensílio): tendo uma ou mais camadas com *material límnico* que consiste em *material orgânico* com uma espessura combinada de  $\geq 10$  cm dentro de 100 cm da superfície do solo (2).

**Limonic (ln)** (do grego *leimon*, prado): tendo *horizonte limônico*, começando  $\leq 100$  cm da superfície do solo (2).

**Linic (lc)** (do latim *linea*, linha): tendo uma geomembrana construída contínua, muito lentamente permeável a impermeável, de qualquer espessura, começando  $\leq 100$  cm da superfície do solo (1).

**Lithic (li)** (do grego *lithos*, pedra): tendo *rocha contínua* começando  $\leq 10$  cm da superfície do solo (*apenas em Leptosols*).

**Nudilithic (nt)** (do latim *nudus*, nu): tendo *rocha contínua* na superfície do solo (*apenas em Leptosols*).

**Litholinic (lh)** (do grego *lithos*, pedra, e latim *linea*, linha): tendo uma camada,  $\geq 2$  e  $\leq 20$  cm de espessura e começando  $\leq 150$  cm da superfície do solo mineral, que tem  $\geq 40\%$  (em volume, em relação a todo o solo) de fragmentos grossos, e nas camadas acima e abaixo  $< 10\%$  (em volume, em relação a todo o solo) de fragmentos grossos (*linha de pedra*) (1, referindo-se ao limite superior da camada).

**Lixic (lx)** (do latim *lixivia*, sustâncias lixiviadas): tendo *horizonte árgico* começando  $\leq 100$  cm da superfície do solo mineral com CTC (em  $\text{NH}_4\text{OAc}$  1 M, pH 7) de  $< 24 \text{ cmol}_{\text{c}}\text{kg}^{-1}$  argila em algum sub-horizonte dentro de 150 cm da superfície do solo mineral; e com Al trocável  $\leq (\text{Ca}+\text{Mg}+\text{K}+\text{Na})$  trocáveis na metade ou mais da faixa de profundidade entre 50 e 100 cm da superfície do solo mineral ou na metade inferior do solo mineral acima de uma camada limitante começando  $\leq 100$  cm da superfície do solo mineral, o que for mais raso (2).

**Observação:** Cátions trocáveis são dados em  $\text{cmol}_{\text{c}}\text{kg}^{-1}$ . Se estes dados não estiverem disponíveis, os valores de pH podem ser utilizados de acordo com o Anexo 2 (Capítulo 9.13).

**Loamic (lo)** (do inglês *loam*, franco): consistindo em *material mineral* e tendo, único ou em combinação, classe textural franca, francoarenosa, francoargilosa, franco-argiloarenosa ou franco-argilossiltosa:

- em uma ou mais camadas com espessura combinada de  $\geq 30$  cm, ocorrendo dentro de 100 cm da superfície do solo mineral, *ou*
  - na maior parte entre a superfície do solo mineral e uma camada limitante começando  $> 10$  e  $< 60$  cm da superfície do solo mineral
- (2; nenhum subqualificador se uma camada limitante começar  $< 60$  cm da superfície do solo mineral).

**Luvic (lv)** (do latim *eluere*, lavar): tendo *horizonte árgico* começando  $\leq 100$  cm da superfície do solo

mineral com uma CTC (em  $\text{NH}_4\text{OAc}$  1 M, pH 7) de  $\geq 24 \text{ cmol}_c \text{kg}^{-1}$  argila em todo o *horizonte árgico* até 150 cm da superfície do solo mineral; e com Al trocável  $\leq (\text{Ca}+\text{Mg}+\text{K}+\text{Na})$  trocáveis na metade ou mais da faixa de profundidade entre 50 e 100 cm da superfície do solo mineral ou na metade inferior do solo mineral acima de uma camada limitante começando  $\leq 100$  cm da superfície do solo mineral, o que for mais raso (2).

**Observação:** Cátions trocáveis são dados em  $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$ . Se estes dados não estiverem disponíveis, os valores de pH podem ser utilizados de acordo com o Anexo 2 (Capítulo 9.13).

**Magnesic (mg)** (do elemento químico *magnésio*): tendo uma proporção de Ca trocável para Mg trocável  $< 1$ :

- em uma camada,  $\geq 30$  cm de espessura e dentro de 100 cm da superfície do solo mineral, *ou*
- na maior parte entre a superfície do solo mineral e uma camada limitante começando  $< 60$  cm da superfície do solo mineral

(2; nenhum subqualificador se uma camada limitante começar  $< 60$  cm da superfície do solo mineral).

**Hypermagnesic (jm)** (do grego *hyper*, acima): tendo uma proporção de Ca trocável para Mg trocável  $< 0,1$ :

- em uma camada,  $\geq 30$  cm de espessura e dentro de 100 cm da superfície do solo mineral, *ou*
- na maior parte entre a superfície do solo mineral e uma camada limitante começando  $< 60$  cm da superfície do solo mineral

(2; nenhum subqualificador se uma camada limitante começar  $< 60$  cm da superfície do solo mineral).

**Mahic (ma)** (do Maori *mahi*, trabalhar):

- tendo uma camada,  $\geq 10$  cm de espessura e começando  $\leq 50$  cm da superfície do solo, com  $\geq 80\%$  (em volume, média ponderada, em relação a todo o solo) de *artefatos*, *e*
- tendo  $< 20\%$  (em volume, média ponderada, em relação a todo o solo) de *artefatos* da superfície do solo até 100 cm da superfície do solo ou até uma camada limitante, o que for mais raso.

**Mawic (mw)**: (de Kiswahili *mawe*, pedras): tendo uma camada de fragmentos grossos que, juntamente com *material orgânico*, se presente, começa na superfície do solo e tem uma espessura de

- $\geq 10$  cm se estiver sobreposto a *rocha contínua* ou *material duro técnico*, *ou*
- $\geq 40$  cm;

e a maior parte dos interstícios entre os fragmentos grossos é preenchida com *material orgânico* e os interstícios restantes, se presentes, são vazios (*apenas em Histosols*) (1: somente Epi- e Endo-; referindo-se ao limite superior da camada de fragmentos grossos).

**Mazic (mz)** (do espanhol *maza*, bastão): tendo uma estrutura maciça e uma classe de resistência à ruptura de pelo menos dura nos 20 cm superiores do solo mineral (*apenas em Vertisols*).

**Mineralic (mi)** (do celta *mine*, mineral): tendo, dentro de 100 cm da superfície do solo, uma ou mais camadas de *material mineral*, não consistindo em *material múltico*, com uma espessura combinada de  $\geq 20$  cm, acima ou entre camadas de *material orgânico* (*apenas em Histosols*) (2: somente Epi-, Endo-, Amphi- e Poly-).

**Akromineralic (km)** (do grego *akra*, topo): tendo *material mineral*,  $\geq 10$  cm de espessura, não consistindo em *material múltico* e começando na superfície do solo, em que as camadas de *material mineral*, não consistindo em *material múltico*, acima ou entre camadas de *material orgânico*, têm uma espessura combinada de  $< 20$  cm (*apenas em Histosols*).

**Orthomineralic (oi)** (do grego *orthos*, certo): tendo:

- *material mineral*,  $\geq 10$  cm de espessura, não consistindo em *material múlmico* e começando na superfície do solo, e
- dentro de 100 cm da superfície do solo, uma ou mais camadas de *material mineral*, não consistindo em *material múlmico*, com uma espessura combinada de  $\geq 20$  cm, acima ou entre camadas de *material orgânico*  
(apenas em *Histosols*) (2: somente Epi-, Endo-, Amphi- e Poly-).

**Mochipic (mc)** (do náuatle *mochipa*, sempre): tendo uma camada com *propriedades estágnicas*,  $\geq 25$  cm de espessura e dentro de 100 cm da superfície do solo mineral, que está saturado por água por  $\geq 300$  dias cumulativos na maioria dos anos.

**Mollic (mo)** (do latim *mollis*, macio): tendo *horizonte mólico* (2: somente Ano- e Panto-).

**Anthromollic (am)** (do grego *anthropos*, ser humano): tendo *horizonte mólico* e *propriedades antricas* (2: somente Ano- e Panto-).

**Somerimollic (sm)** (do espanhol *somero*, superficial): tendo *horizonte mólico*,  $< 20$  cm de espessura.

**Tonguimollic (tm)** (do inglês *tongue*, língua): tendo *horizonte mólico* que se estende em forma de línguas a uma camada subjacente (2: somente Ano- e Panto-; referindo-se ao *horizonte mólico*, não para as línguas).

**Mulmic (mm)** (do alemão *Mulm*, detritos pulverulentos): tendo uma camada,  $\geq 10$  cm de espessura, consistindo em *material múlmico* e começando na superfície do solo mineral.

**Murshic (mh)** (do polonês *mursz*, decadência): tendo *horizonte hístico* drenado,  $\geq 20$  cm de espessura e começando:

- na superfície do solo, ou
- diretamente abaixo de uma camada,  $< 40$  cm de espessura, consistindo em *material múlmico*, ou
- diretamente abaixo de uma camada,  $< 40$  cm de espessura, consistindo em *material orgânico* que fica saturado por água por  $< 30$  dias consecutivos na maioria dos anos e não é drenado, e tendo uma densidade do solo de  $\geq 0,2$  kg dm<sup>-3</sup> e um ou ambos dos seguintes:
- estrutura granular moderada a forte ou estrutura em blocos angulares ou subangulares moderada a forte, ou
- fendas

(apenas em *Histosols*) (2).

**Observação:** Para a densidade do solo, o volume é determinado após uma amostra de solo na sua umidade natural ter sido dessorvida a 33 kPa (sem secagem prévia), e depois o seu peso é determinado a 105 °C (ver Anexo 2, Capítulo 9.5).

**Muusic (mu)**: (do sakha *muus*, gelo): tendo *material orgânico* começando na superfície do solo que diretamente sobrepõe a gelo (apenas em *Histosols*) (1: somente Epi- e Endo-; referindo-se ao limite superior do gelo).

**Naramic (nr)** (do hindi, *naram*, macio):

- em *Gypsisols*: tendo *horizonte gípsico* acima de *horizonte petrogípsico* que começa  $\leq 100$  cm da superfície do solo mineral (2),
- em *Calcisols*: tendo *horizonte cárlico* acima de *horizonte petrocárlico* que começa  $\leq 100$  cm da superfície do solo mineral (2).

**Natric (na)** (do árabe *natrun*, sal): tendo *horizonte nátrico* começando  $\leq 100$  cm da superfície do solo

mineral (2).

**Hypernatric (jn)** (do grego *hyper*, acima): tendo *horizonte nátrico* com porcentagem de Na trocável (PST) de  $\geq 15$  em todo o *horizonte nátrico* ou em seus 40 cm superiores, o que for mais raso.

**Nudinatric (nn)** (do latim *nudus*, nu): tendo *horizonte nátrico* começando na superfície do solo mineral.

**Nechic (com)** (do amárico *nech*, branco): tendo pH<sub>água</sub> de  $< 5$  e grãos minerais não revestidos de areia e/ou silte grossos em uma matriz mais escura em algum lugar dentro de 5 cm da superfície do solo mineral e não tendo *horizonte espódico* começando  $\leq 200$  cm da superfície do solo mineral.

**Neobrunic (nb):** veja *Brunic*.

**Neocambic (nc):** veja *Cambic*.

**Nitic (ni)** (do latim *nitidus*, brilhante): tendo *horizonte nítico* começando  $\leq 100$  cm da superfície do solo mineral (2).

**Novic (nv)** (do latim *novus*, novo): tendo uma camada,  $\geq 5$  e  $< 50$  cm de espessura, sobrepondo um solo enterrado que é classificado preferencialmente de acordo com as 'Regras para nomenar solos' (Capítulo 2.4).

**Areninovic (aj)** (do latim *arena*, areia): tendo uma camada,  $\geq 5$  e  $< 50$  cm de espessura, que tem, único ou em combinação, uma classe textural areia ou areia franca em sua maior parte, sobrepondo um solo enterrado que é classificado preferencialmente de acordo com as 'Regras para nomear solos' (Capítulo 2.4).

**Clayinovic (cj)** (do inglês *clay*, argila): tendo uma camada,  $\geq 5$  e  $< 50$  cm de espessura, que tem, único ou em combinação, uma classe textural argila, argiloarenosa ou argilossiltosa em sua maior parte, sobrepondo um solo enterrado que é classificado preferencialmente de acordo com as 'Regras para nomear solos' (Capítulo 2.4).

**Loaminovic (lj)** (do inglês *loam*, franco): tendo uma camada,  $\geq 5$  e  $< 50$  cm de espessura, que tem, único ou em combinação, uma classe textural franca, francoarenosa, francoargilosa, franco-argiloarenosa ou franco-argilossiltosa em sua maior parte, sobrepondo um solo enterrado que é classificado preferencialmente de acordo com as 'Regras para nomear solos' (Capítulo 2.4).

**Siltinovic (sj)** (do inglês *silt*, silte): tendo uma camada,  $\geq 5$  e  $< 50$  cm de espessura, que tem, único ou em combinação, uma classe textural silte ou francossiltosa em sua maior parte, sobrepondo um solo enterrado que é classificado preferencialmente de acordo com as 'Regras para nomear solos' (Capítulo 2.4).

Combinações possíveis para indicar o material depositado (ver Capítulo 2.4).

**Nudiargic (ng)** (do latim *nudus*, nu, e *argilla*, argila branca): tendo *horizonte árgico* começando na superfície do solo mineral.

**Nudilithic (nt):** veja *Lithic*.

**Nudinatric (nn):** veja *Natric*.

**Ochric (oh)**: (do grego *ochros*, pálido): tendo  $\geq 0,2\%$  de *carbono orgânico do solo* (média ponderada) nos 10 cm superiores do solo mineral; e não tendo *horizontes mólico* ou *úmbrico* e não atendendo ao conjunto de critérios diagnósticos do qualificador Humic.

**Ombric (om)** (do grego *ombros*, chuva): tendo *horizonte hístico*, cuja parte superior de  $\geq 20$  cm ou pelo menos a metade superior, o que for mais raso, está saturada predominantemente por água da chuva (*apenas em Histosols*).

**Ornithic (oc)** (do grego *ornis*, pássaro): tendo uma camada,  $\geq 15$  cm de espessura, com *material ornitogênico* começando  $\leq 50$  cm da superfície do solo (2).

**Orthofluvic (de)**: veja *Fluvic*.

**Ortsteinic (os)** (do antigo saxão *arut*, duro): tendo *horizonte espódico* que tem um sub-horizonte cimentado (“*ortstein*”) com classe de cimentação de pelo menos fracamente cimentada em  $\geq 50\%$  de sua extensão horizontal e que não atende ao conjunto de critérios diagnósticos do qualificador Placic (*apenas em Podzols*).

**Oxyaquic (oa)** (do grego *oxys*, azedo, e latim *aqua*, água): tendo uma camada,  $\geq 25$  cm de espessura e começando  $\leq 75$  cm da superfície do solo mineral, que fica saturada por água por um período de  $\geq 20$  dias consecutivos; e não tendo *propriedades gleicas* e não tendo *propriedades estágnicas* em qualquer camada dentro de 100 cm da superfície do solo mineral (2).

**Oxygleyic (oy)** (do grego *oxys*, azedo, e o nome popular russo *gley*, argila azulada úmida): não tendo, dentro de 100 cm da superfície do solo mineral, uma camada que atenda ao critério diagnóstico 1 das *propriedades gleicas* (*apenas em Gleysols*).

**Pachic (ph)** (do grego *pachys*, grosso): tendo *horizonte chérnico, mólico* ou *úmbrico*,  $\geq 50$  cm de espessura (*apenas em Chernozems, Kastanozems, Phaeozems e Umbrisols*).

**Panpaic (pb)** (do quíchua *p`anpay*, enterrar): tendo *horizonte panpaico* começando  $\leq 100$  cm da superfície do solo mineral (1, referindo-se ao limite superior do *horizonte panpaico*).

**Pellic (pe)** (do grego *pellos*, empoeirado): tendo nos 30 cm superiores do solo mineral valor Munsell  $\leq 3$  e croma  $\leq 2$ , ambos úmidos (*apenas em Vertisols*).

**Pelocrustic (pq)** (do grego *pelos*, argila. e latim *crusta*, crosta): tendo uma crosta física superficial permanente com  $\geq 30\%$  de argila (*apenas em Vertisols*).

**Petric (pt)** (do grego *petros*, rocha): tendo o horizonte diagnóstico cimentado do respectivo RSG, começando  $\leq 100$  cm da superfície do solo mineral (1: somente Epi- e Endo-).

**Nudipetric (np)** (do latim *nudus*, nu): tendo o horizonte diagnóstico cimentado do respectivo RSG, começando na superfície do solo mineral.

**Petrocalcic (pc)** (do grego *petros*, rocha, e latim *calx*, cal): tendo *horizonte petrocálcico* começando  $\leq 100$  cm da superfície do solo mineral (2).

**Petroduric (pd)** (do grego *petros*, rocha, e latim *durus*, duro): tendo *horizonte petrodúrico* começando  $\leq 100$  cm da superfície do solo mineral (2).

**Petrogypsic (pg)** (do grego *petros*, rocha, e *gypsos*, gesso): tendo *horizonte petrogípsico* começando

$\leq 100$  cm da superfície do solo mineral (2).

**Petroplinthic (pp)** (do grego *petros*, rocha, e *plinthos*, tijolo): tendo *horizonte petroplíntico* começando  $\leq 100$  cm da superfície do solo mineral (2).

**Petrosalic (ps)** (do grego *petros*, rocha, e latim *sal*, sal): tendo uma camada,  $\geq 10$  cm de espessura e dentro de 100 cm da superfície do solo mineral, que é cimentada por sais mais solúveis que o gesso (2).

**Pisoplinthic (px)** (do latim *pisum*, ervilha, e grego *plinthos*, tijolo): tendo *horizonte pisoplíntico* começando  $\leq 100$  cm da superfície do solo mineral (2).

**Placic (pi)** (do grego *plax*, pedra plana): tendo uma camada,  $\geq 0,1$  e  $< 2,5$  cm de espessura e dentro de 100 cm da superfície do solo mineral, que é cimentada, com classe de cimentação de pelo menos fracamente cimentada, por óxidos de Fe, com ou sem outros agentes de cimentação, e é contínua na medida em que as fraturas verticais, se presentes, têm espaçamento horizontal médio de  $\geq 10$  cm e ocupam  $< 20\%$  (em volume, em relação a todo o solo) (2: somente Epi-, Endo- e Amphi-).

**Plaggic (pa)** (do baixo alemão *plaggen*, partes finas de solo mineral superficial com materiais vegetais aderentes): tendo *horizonte plágico* (2: somente Panto-).

**Plinthic (pl)** (do grego *plinthos*, tijolo): tendo *horizonte plíntico* começando  $\leq 100$  cm da superfície do solo mineral (2).

**Posic (po)** (do latim *positivus*, dado): tendo uma camada,  $\geq 30$  cm de espessura e começando  $\leq 100$  cm da superfície do solo mineral, que tem carga zero ou positiva ( $\text{pH}_{\text{KCl}} - \text{pH}_{\text{água}} \geq 0$ , ambos em solução 1:1) (2).

**Pretic (pk)** (do português *preto*): tendo *horizonte prético* (2: somente Panto-).

**Profondic (pn)** (do francês *profond*, profundo): tendo *horizonte árgico*, em que o teor de argila não diminui  $\geq 20\%$  (valor relativo) do seu máximo até 150 cm da superfície do solo mineral, por toda parte.

**Protic (pr)** (do grego *proton*, primeiro): não mostrando nenhum desenvolvimento do horizonte do solo, com exceção de um *horizonte criico*, que pode estar presente.

**Protoandic (qa)**: veja *Andic*.

**Protoargic (qg)** (do grego *proton*, primeiro, e latim *argilla*, argila branca): tendo aumento absoluto de argila de  $\geq 4\%$  de uma camada para a camada diretamente subjacente, dentro de 100 cm da superfície do solo mineral (apenas em *Arenosols*) (2).

**Protocalcic (qc)**: veja *Calcic*.

**Protospodic (qp)**: veja *Spodic*.

**Protovertic (qv)**: veja *Vertic*.

**Puffic (pu)** (do inglês *to puff*, assoprar): tendo uma crosta química superficial formada por sais facilmente solúveis.

**Pyric (py)** (do grego *pyr*, fogo): tendo dentro de 100 cm da superfície do solo uma ou mais camadas com uma espessura combinada de  $\geq 10$  cm com  $\geq 5\%$  (por área exposta, em relação à terra fina mais o carbono pirogênico de qualquer tamanho) de carbono pirogênico visível, e não fazendo parte de um *horizonte prético* (2).

**Raptic (rp)** (do latim *raptus*, quebrado): tendo uma *descontinuidade lítica* em alguma profundidade  $\leq 100$  cm da superfície do solo mineral, que não esteja relacionada com *material eólico, flúvico, solimóvico* ou *téfrico* (1).

**Reductaqueic (ra)** (do latim *reductus*, retirado, e *aqua*, água): tendo acima de um *horizonte críico* uma camada,  $\geq 25$  cm de espessura e começando  $\leq 75$  cm da superfície do solo, que fica saturada por água durante o período de degelo e que tem *condições redutoras* durante algum tempo do ano (*apenas em Cryosols*) (2).

**Reductic (rd)** (do latim *reductus*, retirado): tendo *condições redutoras* em  $\geq 25\%$  (em volume) dentro de 100 cm da superfície do solo, causada por emissões gasosas, por ex. metano ou dióxido de carbono, ou causados por intrusões de líquidos que não sejam água, por ex. gasolina.

**Reductigleyic (ry)** (do latim *reductus*, retirado, e o nome popular russo *gley*, argila azulada úmida): não tendo,  $\geq 40$  cm da superfície do solo mineral, uma camada que atenda ao critério diagnóstico 2 das *propriedades gleicas* (*apenas em Gleysols*).

**Relocatic (rc)** (do latim *re*, de novo, e *locatus*, colocado): sendo remodelado *in situ* ou nas imediações pela atividade humana a uma profundidade de  $\geq 100$  cm (por exemplo, por aração profunda, preenchimento de solo em trincheiras ou valas ou nivelamento de terreno) e nenhuma formação de horizontes diagnósticos após a remodelação, em toda a extensão, exceto um *horizonte mólico* ou *úmbrico* (em *Technosols*, Relocatic é redundante, exceto em combinação com o qualificador *Ekranic*, *Thyric* ou *Linic*); um horizonte diagnóstico destruído (excluindo os horizontes definidos como horizonte superficial de acordo com seus critérios diagnósticos) pode ser adicionado com um hífen, por ex. *Spodi-Relocatic*, *Spodi-Epirelocatic*, entretanto, não existem códigos para essas adições (4: somente *Epi-*).

**Rendzic (rz)** (do polonês *rzendzic*, arranhar com lâmina de arado): tendo *horizonte mólico* que contém ou se sobrepõe diretamente a *material calcárico* contendo  $\geq 40\%$  de equivalente de carbonato de cálcio ou que se sobrepõe diretamente a rocha calcária contendo  $\geq 40\%$  de equivalente de carbonato de cálcio (2: somente *Ano-* e *Panto-*).

**Somerirendzic (sr)** (do espanhol *somero*, superficial): tendo *horizonte mólico*,  $< 20$  cm de espessura, que se sobrepõe diretamente a rocha calcária contendo  $\geq 40\%$  de equivalente de carbonato de cálcio.

**Retic (rt)** (do latim *rete*, rede): tendo *propriedades rédicas* começando  $\leq 100$  cm da superfície do solo mineral.

**Rheic (rh)** (do grego *rhein*, fluir): tendo *horizonte hístico*, em que a água subterrânea ou água corrente sobe até  $< 20$  cm da superfície do solo ou atinge o *horizonte hístico* na metade superior, o que for mais raso (*apenas em Histosols*).

**Rhodic (ro)**: (do grego *rhodon*, rosa): tendo entre 25 e 150 cm da superfície do solo mineral uma camada,  $\geq 30$  cm de espessura, que apresenta evidências de formação de solo conforme definido no critério 3 do

*horizonte câmbico* e que tem, em  $\geq 90\%$  de sua área exposta, matiz Munsell mais vermelho que 5YR, úmido, valor  $< 4$ , úmido, e valor seco, não mais que uma unidade mais alto que o valor úmido.

**Rockic (rk)**: (do inglês *rock*, pedra): tendo *material orgânico* começando na superfície do solo que se sobrepõe diretamente a *rocha contínua* ou *material duro técnico* (*apenas em Histosols*) (1: somente Epi- e Endo-; referindo-se ao limite superior da *rocha contínua* ou *material duro técnico*).

**Rubic (ru)**: (do latim *ruber*, vermelho): tendo entre 25 e 100 cm da superfície do solo mineral uma camada,  $\geq 30$  cm de espessura, que não consiste em *material clárico* e que tem, em  $\geq 90\%$  de sua área exposta, matiz Munsell mais vermelho que 10YR e/ou croma  $\geq 5$ , ambos úmidos (*apenas em Arenosols*) (2: exceto Epi-).

**Rustic (rs)** (do inglês *rust*, ferrugem): tendo *horizonte espódico* que tem croma Munsell  $\geq 6$ , úmido, em todo o horizonte ('Podzols de Ferro'; *apenas em Podzols*).

**Salic (sz)** (do latim *sal*, sal): tendo *horizonte sálico* começando  $\leq 100$  cm da superfície do solo (2).

**Hypersalic (jz)** (do grego *hyper*, acima): tendo *horizonte sálico* com um sub-horizonte,  $\geq 15$  cm de espessura e começando  $\leq 100$  cm da superfície do solo, que tem  $CE_e$  de  $\geq 30$  dS m $^{-1}$  a 25°C (2).

**Protosalic (qz)** (do grego *proto*, primeiro): tendo dentro de 100 cm da superfície do solo uma camada que tem  $CE_e$  de  $\geq 4$  dS m $^{-1}$  a 25°C; e não tendo *horizonte sálico* começando  $\leq 100$  cm da superfície do solo (2).

**Sapric (sa)** (do grego *sapros*, podre): tendo *material orgânico* que, depois de esfregar, consiste em  $\leq$  um sexto (em volume, em relação à terra fina mais todos os restos vegetais mortos) de tecidos vegetais mortos reconhecíveis em:

- uma ou mais camadas com uma espessura combinada de  $\geq 30$  cm dentro de 100 cm da superfície do solo (2; nenhum subqualificador se não tem *material orgânico*  $\geq 60$  cm da superfície do solo), ou
- a média ponderada de todo o *material orgânico* dentro de 100 cm da superfície do solo (*apenas em Histosols*).

**Saprolithic (sh)** (do grego *sapros*, podre, e *lithos*, pedra): tendo uma camada,  $\geq 30$  cm de espessura e começando  $\leq 150$  cm da superfície do solo mineral, que mantém a estrutura da rocha em  $\geq 75\%$  (em volume, em relação a todo o solo) e CTC (por NH<sub>4</sub>OAc 1 M, pH 7) de  $< 24$  cmol<sub>c</sub> kg $^{-1}$  argila (2).

**Sideralic (se)** (do grego *sideros*, ferro, e latim *alumen*, alumínio): tendo dentro de 150 cm da superfície do solo mineral uma camada que tem *propriedades siderálicas*; e não tendo *horizonte ferrálico* começando  $\leq 150$  cm da superfície do solo mineral (2).

**Hypersideralic (jr)** (do grego *hyper*, acima): tendo dentro de 150 cm da superfície do solo mineral uma camada que tem  $\geq 8\%$  de argila, tem CTC (por NH<sub>4</sub>OAc 1 M, pH 7) de  $< 16$  cmol<sub>c</sub> kg $^{-1}$  argila e mostra evidências de formação de solo conforme definido no critério 3 do *horizonte câmbico*; e não tendo *horizonte ferrálico* começando  $\leq 150$  cm da superfície do solo mineral (2).

**Silandic (sn)** (do latim *silex*, material contendo silício, e japonês *an*, escuro, e *do*, solo): tendo dentro de 100 cm da superfície do solo uma ou mais camadas com uma espessura combinada de  $\geq 15$  cm com *propriedades ândicas* e teor de Si<sub>ox</sub>  $\geq 0,6\%$  (2).

**Siltic (sl)** (do inglês *silt*, silte): consistindo em *material mineral* e tendo, único ou em combinação, classe textural silte ou francossiltosa:

- em uma ou mais camadas com espessura combinada de  $\geq 30$  cm, ocorrendo dentro de 100 cm da superfície do solo mineral, *ou*
  - na maior parte entre a superfície do solo mineral e uma camada limitante começando  $> 10$  e  $< 60$  cm da superfície do solo mineral
- (2; nenhum subqualificador se uma camada limitante começar  $< 60$  cm da superfície do solo mineral).

**Skeletic (sk)** (do grego *skeletos*, seco): tendo  $\geq 40\%$  (em volume, em relação a todo o solo) de fragmentos grossos calculados como média a uma profundidade de 100 cm da superfície do solo mineral ou até uma camada limitante, o que for mais raso (5).

**Akroskeletal (kk)** (do grego *akra*, topo): tendo  $\geq 40\%$  da superfície do solo coberta por fragmentos que têm comprimento médio de sua maior dimensão  $> 6$  cm (pedras, pedregulhos e/ou pedregulhos grandes).

**Ejectiskeletic (jk)** (do latim *ejicere*, ejetar): tendo  $\geq 40\%$  (em volume, em relação a todo o solo) de fragmentos grossos de origem piroclástica (lapilli, bombas e/ou blocos), calculados como média a uma profundidade de 100 cm da superfície do solo mineral ou até uma camada limitante, o que for mais raso (5).

**Fractiskeletic (fk)** (do latim *fractus*, quebrado): tendo  $\geq 40\%$  (em volume, em relação a todo o solo) de fragmentos grossos mais restos de uma camada cimentada quebrada,  $> 2$  mm, como média a uma profundidade de 100 cm da superfície do solo mineral ou até uma camada limitante, o que for mais raso; e não atender ao conjunto de critérios dos qualificadores Duric, Fractic, Pisolithic e Skeletic (5).

**Orthoskeletal (ok)** (do grego *orthos*, certo): tendo:

- $\geq 40\%$  da superfície do solo coberta por fragmentos que têm comprimento médio de sua maior dimensão  $> 6$  cm (pedras, pedregulhos e/ou pedregulhos grandes), *e*
- $\geq 40\%$  (em volume, em relação a todo o solo) de fragmentos grossos calculados como média a uma profundidade de 100 cm da superfície do solo mineral ou até uma camada limitante, o que for mais raso (5).

**Sodic (so)** (do árabe *suda*, dor de cabeça - referindo-se às propriedades do carbonato de sódio para aliviar a dor de cabeça): tendo uma camada,  $\geq 20$  cm de espessura e começando  $\leq 100$  cm da superfície do solo mineral, que tem  $\geq 15\%$  Na mais Mg e  $\geq 6\%$  Na no complexo de troca; e não tendo *horizonte nátrico* começando  $\leq 100$  cm da superfície do solo (2).

**Argisodic (as)** (do latim *argilla*, argila branca): tendo *horizonte árgico*, começando  $\leq 100$  cm da superfície do solo mineral, que tem  $\geq 15\%$  Na mais Mg e  $\geq 6\%$  Na no complexo de troca em todo o *horizonte árgico* ou em seus 40 cm superiores, o que for mais raso (2).

**Protosodic (qs)** (do grego *proton*, primeiro): tendo uma camada,  $\geq 20$  cm de espessura e começando  $\leq 100$  cm da superfície do solo mineral, que tem  $\geq 6\%$  Na e  $< 15\%$  Na mais Mg no complexo de troca; e não tendo *horizonte nátrico* começando  $\leq 100$  cm da superfície do solo (2).

**Solimovic (sv)** (do latim *solum*, solo, e *movere*, mover-se): tendo *material solimóvico*,  $\geq 20$  cm de espessura e começando na superfície do solo mineral (2: somente Ano- e Panto-).

**Sombric (sb)** (do francês *sombre*, sombra): tendo *horizonte sômbrico* começando  $\leq 150$  cm da superfície do solo mineral (2).

**Someric (si)** (do espanhol *somero*, superficial): tendo *horizonte mólico* ou *úmbrico*,  $< 20$  cm de espessura.

**Spodic (sd)** (do grego *spodos*, cinza de madeira): tendo *horizonte espódico* começando  $\leq 200$  cm da

superfície do solo mineral (2).

**Hyperspodic (jp)** (do grego *hyper*, acima): tendo *horizonte espódico*,  $\geq 100$  cm de espessura e começando  $\leq 200$  cm da superfície do solo mineral.

**Protospodic (qp)** (do grego *proto*, primeiro): tendo uma camada, começando  $\leq 100$  cm da superfície do solo mineral, que tem  $\text{pH}_{\text{água}} < 4,6$  e que tem valor de  $\text{Al}_{\text{ox}} \geq 0,5\%$  que é  $\geq 1,5$  vezes o valor de  $\text{Al}_{\text{ox}}$  mais baixo de todas as camadas minerais acima; e não tendo *horizonte espódico* começando  $\leq 200$  cm da superfície do solo mineral (2).

**Spolic (sp)** (do latim *spoliare*, explorar): tendo uma camada,  $\geq 20$  cm de espessura e dentro de 100 cm da superfície do solo, com  $\geq 20\%$  (em volume, média ponderada, em relação a todo o solo) de *artefatos*,  $\geq 35\%$  dos quais consistem em produtos industriais (por exemplo, resíduos de mineração, dragagens, escórias, cinzas, entulho etc.) (*apenas em Technosols*) (2).

**Hyperspolic (jj)** (do grego *hyper*, acima): tendo uma camada,  $\geq 50$  cm de espessura e dentro de 100 cm da superfície do solo, com  $\geq 35\%$  (em volume, média ponderada, em relação a todo o solo) de *artefatos* constituídos por produtos industriais (*apenas em Technosols*) (2).

**Stagnic (st)** (do latim *stagnare*, inundar): tendo uma camada,  $\geq 25$  cm de espessura e começando  $\leq 75$  cm da superfície do solo mineral, que não faz parte de um *horizonte hidrárgico* e tem:

- *propriedades estágnicas* em que a área de feições reductimórficas mais a área de feições oximórficas é  $\geq 25\%$  (média ponderada, em relação à terra fina mais as feições oximórficas de qualquer tamanho e qualquer classe de cimentação) da área total da camada, e
- *condições redutoras* durante algum tempo do ano em alguma parte do volume da camada que apresenta feições reductimórficas (2).

**Inclinistagnic (iw)** (do latim *inclinare*, curvar-se): tendo uma camada,  $\geq 25$  cm de espessura e começando  $\leq 75$  cm da superfície do solo mineral, que não faz parte de um *horizonte hidrárgico* e tem:

- *propriedades estágnicas* em que a área de feições reductimórficas mais a área de feições oximórficas é  $\geq 25\%$  (média ponderada, em relação à terra fina mais as feições oximórficas de qualquer tamanho e qualquer classe de cimentação) da área total da camada, e
  - *condições redutoras* durante algum tempo do ano em alguma parte do volume da camada que apresenta feições reductimórficas,
- e tem uma inclinação da encosta  $\geq 5\%$  e um fluxo de água subsuperficial durante algum período do ano (2).

**Protostagnic (qw)** (do grego *proto*, primeiro): tendo uma camada,  $\geq 25$  cm de espessura e começando  $\leq 75$  cm da superfície do solo mineral, que não faz parte de um *horizonte hidrárgico* e tem:

- *propriedades estágnicas* em que a área de feições reductimórficas mais a área de feições oximórficas é  $\geq 10\%$  e  $< 25\%$  (média ponderada, em relação à terra fina mais as feições oximórficas de qualquer tamanho e qualquer classe de cimentação) da área total da camada, e
- *condições redutoras* durante algum tempo do ano em alguma parte do volume da camada que apresenta feições reductimórficas (2).

**Relictistagnic (rw)** (do latim *relictus*, deixado para trás): tendo uma camada,  $\geq 25$  cm de espessura e começando  $\leq 75$  cm da superfície do solo mineral, que tem:

- *propriedades estágnicas* em que a área das feições oximórficas é  $\geq 10\%$  (média ponderada, em relação à terra fina mais as feições oximórficas de qualquer tamanho e qualquer classe de cimentação) da área total da camada, e
- não tem *condições redutoras* (2).

**Subaqueic (sq)** (do latim *sub*, sob, e *aqua*, água): estar permanentemente submerso em água com profundidade não superior a 200 cm.

**Sulfatic (su)** (do latim *sulphur*, enxofre): tendo *horizonte sálico* com solução de solo (1:1 em água) de  $[\text{SO}_4^{2-}] > 2 * [\text{HCO}_3^-] > 2 * [\text{Cl}^-]$  (apenas em Solonchaks).

**Sulfidic (sf)** (do latim *sulphur*, enxofre): tendo *material hipersulfídico* ou *hipossulfídico*,  $\geq 15$  cm de espessura e começando  $\leq 100$  cm da superfície do solo (2).

**Hypersulfidic (js)** (do grego *hyper*, acima): tendo *material hipersulfídico*,  $\geq 15$  cm de espessura e começando  $\leq 100$  cm da superfície do solo (2).

**Hiposulfidic (ws)** (do grego *hypo*, abaixo): tendo *material hipossulfídico*,  $\geq 15$  cm de espessura e começando  $\leq 100$  cm da superfície do solo (2).

**Takyric (ty)** (das línguas turcomanas *takyr*, terra estéril): tendo *propriedades taquíricas*.

**Technic (te)** (do grego *technae*, arte): tendo  $\geq 10\%$  (em volume, média ponderada, em relação a todo o solo) de *artefatos* nos 100 cm superiores da superfície do solo ou até uma camada limitante, o que for mais raso (5).

**Hypertechnic (jt)** (do grego *hyper*, acima): tendo  $\geq 20\%$  (em volume, média ponderada, em relação a todo o solo) de *artefatos* nos 100 cm superiores da superfície do solo ou até uma camada limitante, o que for mais raso (5).

**Prototechnic (qt)** (do grego *proton*, primeiro): tendo  $\geq 5\%$  (em volume, média ponderada, em relação a todo o solo) de *artefatos* nos 100 cm superiores da superfície do solo ou até uma camada limitante, o que for mais raso (5).

**Tephric (tf)** (do grego *tephra*, pilha de cinzas): tendo dentro de 100 cm da superfície do solo uma ou mais camadas com *material téfrico* com uma espessura combinada de  $\geq 30$  cm (2).

**Prototephric (qf)** (do grego *proton*, primeiro): tendo dentro de 100 cm da superfície do solo uma ou mais camadas com *material téfrico* com uma espessura combinada de  $\geq 10$  cm (2).

**Technotephric (tt)** (do grego *technae*, arte): tendo dentro de 100 cm da superfície do solo uma ou mais camadas com *material téfrico*, consistindo predominantemente de *artefatos*, com uma espessura combinada de  $\geq 30$  cm (2).

**Terric (tr)** (do latim *terra*, terra): tendo *horizonte térrico* (2: somente Panto-).

**Thionic (ti)** (do grego *theion*, enxofre): tendo *horizonte tiônico* começando  $\leq 100$  cm da superfície do solo (2).

**Hyperthionic (ji)** (do grego *hyper*, acima): tendo *horizonte tiônico* começando  $\leq 100$  cm da superfície do solo e tendo pH (1:1 em água) de  $< 3,5$  (2).

**Hypothesis (wi)** (do grego *hypo*, abaixo): tendo *horizonte tiônico* começando  $\leq 100$  cm da superfície do solo e tendo pH (1:1 em água) de  $\geq 3,5$  e  $< 4$  (2).

**Thixotropic (tp)** (do grego *thixis*, contato, e *tropae*, reversão): tendo em alguma camada, dentro de 50 cm da superfície do solo, material que muda, sob pressão ou por fricção, de um estado plástico e sólido para um estado liquefeito e novamente para uma condição sólida.

**Thyric (th)** (do grego *thyreos*, escudo): tendo *material duro técnico* começando dentro de  $> 5$  e  $\leq 100$  cm da superfície do solo (1: somente Epi- e Endo-).

**Tidalic (td)** (do inglês *tide*, maré): afetado por água das marés, ou seja, localizado entre a altura média das marés vivas cheias e a altura média das marés vivas vazias.

**Tonguic (to)** (do inglês *tongue*, língua): tendo *horizonte chérnico, mólico* ou *úmbrico* que se estende em forma de línguas em uma camada subjacente.

**Toxic (tx)** (do grego *toxon*, arco, referindo-se a flecha com veneno): tendo em alguma camada, dentro de 50 cm da superfície do solo, concentrações tóxicas de substâncias orgânicas ou inorgânicas que não sejam íons de Al, Fe, Na, Ca e Mg, ou tendo radioatividade em nível perigoso para os seres humanos.

**Radiotoxic (rx)** (do latim *radius*, raio): tendo radioatividade, em nível perigoso para os seres humanos.

**Observação:** A definição de valores-limite é de responsabilidade dos governos e não é feita no WRB.

**Transportic (tn)** (do latim *transportare*, transportar): tendo, na superfície do solo ou abaixo de um horizonte superficial orgânico recentemente formado, uma camada:

- $\geq 20$  cm de espessura, ou
- com uma espessura de  $\geq 50\%$  de todo o solo se uma camada limitante começar  $\leq 40$  cm da superfície do solo,

com material de solo contendo, se houver,  $< 10\%$  (em volume, em relação a todo o solo) de *artefatos*; e que foi movido de outro local distante da vizinhança imediata por atividade humana intencional, geralmente com a ajuda de máquinas, e sem retrabalho ou deslocamento substancial por forças naturais (2: somente Ano- e Panto-).

**Organotransportic (ot)** (do grego *organon*, utensílio): tendo, na superfície do solo ou abaixo de um horizonte superficial orgânico recentemente formado, uma camada:

- $\geq 20$  cm de espessura, ou
  - com uma espessura de  $\geq 50\%$  de todo o solo se uma camada limitante começar  $\leq 40$  cm da superfície do solo,
- com *material orgânico* contendo, se houver,  $< 10\%$  (em volume, em relação a todo o solo) de *artefatos*; e que foi movido de outro local distante da vizinhança imediata por atividade humana intencional, geralmente com a ajuda de máquinas, e sem retrabalho ou deslocamento substancial por forças naturais (2: somente Ano- e Panto-).

**Skeletotransportic (kt)** (do grego *skeletos*, seco): tendo, na superfície do solo ou abaixo de um horizonte superficial orgânico recentemente formado, uma camada:

- $\geq 20$  cm de espessura, ou
  - com uma espessura de  $\geq 50\%$  de todo o solo se uma camada limitante começar  $\leq 40$  cm da superfície do solo,
- com material de solo contendo, se houver,  $< 10\%$  (em volume, em relação a todo o solo) de *artefatos* e  $\geq 40\%$  (em volume, média ponderada, em relação a todo o solo) de fragmentos grossos; e que foi movido de outro local distante da vizinhança imediata por atividade humana intencional, geralmente com a ajuda de máquinas, e sem retrabalho ou deslocamento substancial por forças naturais (2: somente Ano- e Panto-).

**Tsitelic (ts)** (do georgiano *tsiteli*, vermelho): tendo *horizonte tsitélico* começando  $\leq 50$  cm da superfície do solo mineral.

**Turbic (tu)** (do latim *turbare*, misturar): tendo feições de alteração criogênica (crioturbação, material misto, horizontes de solo rompidos, involuções, intrusões orgânicas, elevação por gelo, separação de materiais

grossos de materiais finos, fendas, solo com padrão etc.) em alguma camada dentro de 100 cm da superfície do solo e acima de um *horizonte críco* ou acima de uma camada sazonalmente congelada (2: somente se for claramente reconhecível como uma camada).

**Relictiturbic (rb)** (do latim *relictus*, deixado para trás): tendo feições de alteração criogênica dentro de 100 cm da superfície do solo, causada pela ação de geadas no passado (2: somente se for claramente reconhecível como uma camada).

**Umbric (um)** (do latim *umbra*, sombra): tendo *horizonte úmbrico* (2: somente Ano- e Panto-).

**Anthroumbric (ah)** (do grego *anthropos*, ser humano): tendo *horizonte úmbrico e propriedades antricas* (2: somente Ano- e Panto-).

**Someriumbric (sw)** (do espanhol *somero*, superficial): tendo *horizonte úmbrico*,  $< 20$  cm de espessura.

**Tonguiumbric (tw)** (do inglês *tongue*, língua): tendo *horizonte úmbrico* que se estende em forma de línguas a uma camada subjacente (2: somente Ano- e Panto-; referindo-se ao *horizonte úmbrico*, não para as línguas).

**Urbic (ub)** (do latim *urbs*, cidade): tendo uma camada,  $\geq 20$  cm de espessura e dentro de 100 cm da superfície do solo, com  $\geq 20\%$  (em volume, média ponderada, em relação a todo o solo) de *artefatos*,  $\geq 35\%$  dos quais consistem em escombros e entulhos de assentamentos humanos (*apenas em Technosols*) (2).

**Hyperurbic (jx)** (do grego *hyper*, acima): tendo uma camada,  $\geq 50$  cm de espessura e dentro de 100 cm da superfície do solo, com  $\geq 35\%$  (em volume, média ponderada, em relação a todo o solo) de *artefatos* consistindo em escombros e entulhos de assentamentos humanos (*apenas em Technosols*) (2).

**Uterquic (uq)** (do latim *uterque*, ambos): tendo uma camada:

- com *propriedades gleicas* dominantes e algumas partes com *propriedades estágnicas*, começando  $\leq 75$  cm da superfície do solo mineral (*apenas em Gleysols*) (2),
- com *propriedades estágnicas* dominantes e algumas partes com *propriedades gleicas*, começando  $\leq 75$  cm da superfície do solo mineral (*apenas em Planosols e Stagnosols*) (2).

**Vermic (vm)** (do latim *vermis*, verme): tendo  $\geq 50\%$  (em volume, média ponderada) de buracos de vermes, excrementos, ou tocas de animais preenchidas nos 100 cm superiores do solo mineral ou até uma camada limitante, o que for mais raso.

**Vertic (vr)** (do latim *vertere*, movimentar): tendo *horizonte vérico* começando  $\leq 100$  cm da superfície do solo mineral (2).

**Protovertic (qv)** (do grego *proton*, primeiro): tendo *horizonte protovérico* começando  $\leq 100$  cm da superfície do solo mineral; e não tendo *horizonte vérico* começando  $\leq 100$  cm da superfície do solo mineral (2).

**Vitric** (do latim *vitrum*, vidro): tendo dentro de 100 cm da superfície do solo

- em *Andosols*, uma ou mais camadas com *propriedades vítricas* com espessura combinada de  $\geq 30$  cm. (2),
- em outros solos, uma ou mais camadas com *propriedades ândicas* ou *vítricas* com espessura combinada de  $\geq 30$  cm (em *Cambisols*  $\geq 15$  cm), dos quais  $\geq 15$  cm (em *Cambisols*  $\geq 7,5$  cm) têm *propriedades vítricas* (2).

**Wapnic (wa)** (do polonês *wapno*, cal): tendo *horizonte cárlico* dentro de *material orgânico*, começando  $\leq 100$  cm da superfície do solo (2).

**Xanthic (xa)** (do grego *xanthos*, amarelo): tendo *horizonte ferrálico* que tem em um sub-horizonte,  $\geq 30$  cm de espessura e começando  $\leq 75$  cm do limite superior do *horizonte ferrálico*, em  $\geq 90\%$  de sua área exposta, matiz Munsell de 7,5YR ou mais amarelo, valor  $\geq 4$  e croma  $\geq 5$ , todos úmidos.

**Yermic (ye)** (do espanhol *yermo*, deserto): tendo *propriedades êrmicas*.

**Nudiyyermic (ny)** (do latim *nudus*, nu): tendo *propriedades êrmicas* sem pavimento desértico.

**Paviyermic (vy)** (do latim *pavimentum*, andar): tendo *propriedades êrmicas*, incluindo um pavimento desértico.

## 6 Códigos para os Grupos de Solos de Referência, qualificadores e especificadores

Grupos de Solos de Referência							
Acrisol	AC	Chernozem	CH	Leptosol	LP	Regosol	RG
Alisol	AL	Durisol	DU	Lixisol	LX	Retisol	RT
Andosol	AN	Ferralsol	FR	Luvisol	LV	Solonchak	SC
Anthrosol	AT	Fluvisol	FL	Nitisol	NT	Solonetz	SN
Arenosol	AR	Gleysol	GL	Phaeozem	PH	Stagnosol	ST
Calcisol	CL	Gypsisol	GY	Planosol	PL	Technosol	TC
Cambisol	CM	Histosol	HS	Plinthosol	PT	Umbrisol	UM
Cryosol	CR	Kastanozem	KS	Podzol	PZ	Vertisol	VR

Qualificadores							
Abruptic	ap	Carbonatic	cn	Floatic	ft	Hypereutric	je
Aceric	ae	Carbonic	cx	Fluvic	fv	Hyperferritic	jf
Aeric	ac	Chernic	ch	Folic	fo	Hypergarbic	jb
Acroxic	ao	Claric	cq	Fractic	fc	Hypergeric	jq
Activic	at	Chloridic	cl	Fractiskeletic	fk	Hypergypsic	jg
Aeolic	ay	Chromic	cr	Fragic	fg	Hyperhumic	jh
Akrofluvic	kf	Clayic	ce	Garbic	ga	Hyperhydramic	jy
Akromineralic	km	Clayinovic	cj	Gelic	ge	Hypermagnesic	jm
Akroskeletalic	kk	Coarsic	cs	Gelistagnic	gt	Hypernatric	jn
Albic	ab	Cohesic	co	Geoabruptic	go	Hyperorganic	jo
Alcalic	ax	Columnic	cu	Geric	gr	Hypersalic	jz
Alic	al	Cordic	cd	Gibbsic	gi	Hypersideralic	jr
Aluandic	aa	Cryic	cy	Gilgaic	gg	Hyperspodic	jp
Andic	an	Cutanic	ct	Glacic	gc	Hyperspolic	jj
Anthraquic	aq	Densic	dn	Gleyic	gl	Hypersulfidic	js
Anthric	ak	Differentic	df	Glossic	gs	Hypertechnic	jt
Anthromollic	am	Dolomitic	do	Greyzemic	gz	Hyperthionic	ji
Anthroumbritic	aw	Dorsic	ds	Grumic	gm	Hyperurbic	jx
Archaic	ah	Drainic	dr	Gypsic	gy	Hypsulfidic	ws
Arenic	ar	Duric	du	Gypsofractic	gf	Hypothionic	wi
Arenicolic	ad	Dystric	dy	Gypsiric	gp	Immissic	im
Areninovic	aj	Ejectiskeletic	jk	Haplic	ha	Inclinic	ic
Argisodic	as	Ekranic	ek	Hemic	hm	Inclinigleyic	iy
Aric	ai	Endic	ed	Histic	hi	Inclinistagnic	iw
Arzic	az	Entic	et	Hortic	ht	Infraandic	ia
Biocrustic	bc	Epic	ep	Humic	hu	Infraspodic	is
Brunic	br	Escalic	ec	Hydragric	hg	Irragric	ir
Bryic	by	Eutric	eu	Hydric	hy	Isolatic	il
Calcaric	ca	Eutrosilic	es	Hydrophobic	hf	Isopteric	ip
Calcic	cc	Evapocrustic	ev	Hyperallic	jl	Kalaic	ka
Calcifractic	cf	Ferralic	fl	Hyperartefactic	ja	Lamellic	ll
Cambic	cm	Ferric	fr	Hypercalcic	jc	Lapiadic	ld
Capillaric	cp	Ferritic	fe	Hyperduric	ju	Laxic	la
Carbic	cb	Fibric	fi	Hyperdystric	jd	Leptic	le

Qualificadores							
Lignic	lg	Organotransportic	ot	Protospodic	qp	Somerimollic	sm
Limnic	lm	Ornithic	oc	Protostagnic	qw	Somerirendzic	sr
Limonic	ln	Orthodystric	od	Prototechnic	qt	Someriumbric	sw
Linic	lc	Orthoeutric	oe	Prototephric	qf	Spodic	sd
Lithic	li	Orthofluvic	of	Protovertic	qv	Spolic	sp
Litholinic	lh	Orthomineralic	oi	Puffic	pu	Stagnic	st
Lixic	lx	Orthoskeletal	ok	Pyric	py	Subaquatic	sq
Loamic	lo	Ortsteinic	os	Radiotoxic	rx	Sulfatic	su
Loaminovic	lj	Oxyaquic	oa	Raptic	rp	Sulfidic	sf
Luvic	lv	Oxygleyic	oy	Reductaqueic	ra	Takyric	ty
Magnesic	mg	Pachic	ph	Reductic	rd	Technic	te
Manganiferric	mf	Panpaic	pb	Reductigleyic	ry	Technotephric	tt
Mahic	ma	Paviyermic	vy	Relictigleyic	rl	Tephric	tf
Mawic	mw	Pellic	pe	Relictstagnic	rw	Terric	tr
Mazic	mz	Pelocrustic	pq	Relictiturbic	rb	Thionic	ti
Mineralic	mi	Petric	pt	Relocatic	rc	Thixotropic	tp
Minerolimnic	ml	Petrocalcic	pc	Rendzic	rz	Thyric	th
Mochipic	mc	Petroduric	pd	Retic	rt	Tidalic	td
Mollic	mo	Petrogypsic	pg	Rheic	rh	Tonguic	to
Mulmic	mm	Petroplinthic	pp	Rhodic	ro	Tonguichernic	tc
Murshic	mh	Petrosalic	ps	Rockic	rk	Tonguimollic	tm
Muusic	mu	Pisoplinthic	px	Rubic	ru	Tonguiumbric	tw
Naramic	nr	Placic	pi	Rustic	rs	Totilamellic	ta
Natric	na	Plaggic	pa	Salic	sz	Toxic	tx
Nechic	ne	Plinthic	pl	Sapric	sa	Transportic	tn
Neobrunic	nb	Posic	po	Saprolithic	sh	Tsitelic	ts
Neocambic	nc	Pretic	pk	Sideralic	se	Turbic	tu
Nitic	ni	Profondic	pn	Silanic	sn	Umbric	um
Novic	nv	Profundihumic	dh	Siltic	sl	Urbic	ub
Nudiargic	ng	Protic	pr	Siltinovic	sj	Uterquic	uq
Nudilithic	nt	Protoandic	qa	Skeletal	sk	Vermic	vm
Nudinatric	nn	Protoargic	qg	Skeletofolic	ko	Vertic	vr
Nudipetric	np	Protocalcic	qc	Skeletohistic	kh	Vitric	vi
Nudiyermic	ny	Protogleyic	qy	Skeletotransportic	kt	Wapnic	wa
Ochric	oh	Protogypsic	qq	Sodic	so	Xanthic	xa
Oligoeutric	ol	Protokalaic	qk	Solimovic	sv	Yermic	ye
Ombric	om	Protosalic	qz	Sombric	sb		
Organolimnic	oo	Protosodic	qs	Someric	si		

Especificadores							
Amphi	..m	Endo	..n	Kato	..k	Supra	..s
Ano	..a	Epi	..p	Panto	..e	Thapto	..b
Bathy	..d			Poly	..y		

Combinações com o qualificador Novic (ver Capítulo 2.4, Solos enterrados)							
Aeoli-Novic	nva	Solimovi-Novic	nvs	Tephri-Novic	nvv	Transporti-Novic	nvp
Fluvi-Novic	nvf	Techni-Novic	nvt				

Nota: Os códigos para as combinações com subqualificadores do qualificador Novic são construídos de forma análoga, por exemplo, Aeoli-Siltinovic (sja).

## Regras para utilização dos códigos para nomear solos

No primeiro nível de classificação, utilizar somente o código do RSG.

No segundo nível, o código começa com o RSG,  
seguido por um '>,

seguido pelos qualificadores principais, se vários qualificadores se aplicarem, com um ‘.’ entre eles, de acordo com a lista de cima para baixo,

se aplicável, seguido por um ‘-’;

seguido pelos qualificadores suplementares relacionados à textura, se houver vários, com um ‘.’ entre eles, na sequência de cima para baixo do perfil,

se aplicável, seguido por um '>,

seguido pelos outros qualificadores suplementares, se vários se aplicarem, com um ‘.’ entre eles, em ordem alfabética dos nomes dos qualificadores (não em ordem alfabética de seus códigos),

se aplicável, seguido por um ‘-’;

seguido por qualificadores que não estão na lista do RSG específico.

Os subqualificadores (qualificadores combinados com especificadores) são colocados na ordem dos qualificadores como se fossem usados sem o especificador. Exceção: Se usados com um qualificador principal, os subqualificadores Proto-, Bathy- e Thapto- devem mudar para os qualificadores suplementares. Se um grupo de qualificadores estiver vazio, o ‘-’ ainda será incluído, se um dos grupos seguintes não estiver vazio.

A representação resultante é a seguinte:

RSG{-}[PQ1[.PQ2]etc]{-}[TQ1[.TQ2]etc]{-}[SQ1[.SQ2]etc]{-}[NQ1[.NQ2]etc]

Onde:

PQ = qualificador principal, com ou sem especificadores adicionados,

TQ = qualificador suplementar relacionado à textura, com ou sem especificadores adicionados,

SQ = outro qualificador suplementar, com ou sem especificadores adicionados,

NQ = qualificador não listado para o RSG específico, com ou sem especificadores adicionados;

etc = outros qualificadores podem ser adicionados da mesma forma, se necessário;

os elementos entre [] são listados se forem aplicáveis;

os elementos entre {} são necessários se outros elementos seguirem.

## Exemplos de uso dos códigos para nomear solos

Albic Stagnic Luvisol (Episiltic, Katoclayic, Bathysiltic, Cutanic, Differentic, Epic, Ochric):

LV-st.ab-slp.cek.sld-ct.df.ep.oh

Hemic Folic Endorockic Histosol (Dystric):

HS-rkn.fo.hm--dy

Haplic Ferralsol (Pantoloamic, Dystric, Endic, Humic, Bathypetrolinthic, Posic):

FR-ha-loe-dy.ed.hu.ppd.po

Calcaric Skeletic Pantofluvic Fluvisol (Pantoarenic, Ochric):

FL-fve.sk.ca-are-oh

Dystric Umbric Aluandic Andosol (Pantosiltic, Thaptohistic, Hyperhumic):

AN-aa.um.dy-sle-hib.jh

Isolatic Ekranic Technosol (Supraarenic, Supracalcaric):

TC-ek.il-ars-cas

Dystric Arenosol (Bathyspodic):

AR-dy--sdd

## Regras para utilização dos códigos para criar legendas de mapas

No primeiro nível da escala, utilizar somente o código do RSG.

No segundo e terceiro nível da escala, o código começa com o RSG, seguido por um '(',

seguido pelos qualificadores principais (número de acordo com o nível da escala) de acordo com a lista de cima para baixo, com '.' entre eles.

Se qualificadores eletivos forem adicionados,

um ')' é adicionado,

seguido pelos qualificadores eletivos, com um ')' entre eles (os qualificadores principais são colocados em primeiro lugar, e deles, o primeiro qualificador aplicável é colocado em primeiro lugar, e a sequência de quaisquer qualificadores suplementares adicionados é decidida pelo cientista do solo que faz o mapa).

Se, de acordo com o nível da escala, nenhum qualificador principal tiver que ser adicionado, o ')' ainda será incluído, se algum qualificador eletivo for adicionado.

Se forem indicados solos codominantes ou associados, as palavras 'dominante:', 'codominante:' e 'associado:' são escritas antes do código do solo.

A representação resultante é a seguinte:

RSG{[}{]}[PQ1[.PQ2]]{[}{]}[EQ1[.EQ2]]etc

Onde:

PQ = qualificador principal,

EQ = qualificador eletivo;

etc = outros qualificadores podem ser adicionados da mesma forma, se necessário;

os elementos entre [] são listados se forem aplicáveis;

os elementos entre {} são necessários se outros elementos seguirem.

## Exemplos de utilização dos códigos para criar legendas de mapas

Umbric Geric Xanthic Ferralsols (Clayic, Dystric, Endic, Humic):

primeiro nível da escala: FR

segundo nível da escala: FR-xa

terceiro nível da escala: FR-xa.gr

Se forem adicionados qualificadores eletivos: exemplos:

primeiro nível da escala: FR--ce

segundo nível da escala: FR-xa-ce

terceiro nível da escala: FR-xa.gr-um.ce.dy

## 7 Referências

- Asiamah, RD (1999).** 2000. *Plinthite and conditions for its hardening in agricultural soils in Ghana.* Kwame Nkrumah University of Science and Technology, Kumasi, Ghana. (Thesis)
- Broll, G., Brauckmann, H.-J., Overesch, M., Junge, B., Erber, C., Milbert, G., Baize, D. & Nachtergaele, F.** 2006. Topsoil characterization – recommendations for revision and expansion of the FAO-Draft (1998) with emphasis on humus forms and biological features. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* 169 (3): 453-461.
- de Almeida, J.A., Lunardi Neto, A. & Vidal-Torrado, P.** 2015. Sombrio horizon: Five decades without evolution (Review). *Scientia Agricola*, doi:10.1590/0103-9016-2014-0111.
- FAO.** 1988. *Soil map of the world. Revised legend, by FAO–UNESCO–ISRIC. World Soil Resources Report No. 60.* Rome.
- FAO.** 1994. *World Reference Base for Soil Resources*, by ISSS–ISRIC–FAO. Draft. Rome/Wageningen.
- FAO.** 1998. *World Reference Base for Soil Resources*, by ISSS–ISRIC–FAO. World Soil Resources Report No. 84. Rome.
- FAO.** 2001. *Lecture notes on the major soils of the world (with CD-ROM)*, by P. Driessen, J. Deckers, O. Spaargaren & F. Nachtergaele, eds. World Soil Resources Report No. 94. Rome.
- FAO-UNESCO.** 1971–1981. *Soil map of the world 1:5 000 000.* 10 Volumes. UNESCO, Paris
- Fieldes, M. & Perrott, K.W.** 1966. The nature of allophane soils: 3. Rapid field and laboratory test for allophane. *N. Z. J. Sci.*, 9: 623–629.
- Fox, CA, Tarnocai, C. & Broll, G.** 2010. New A horizon protocols for topsoil characterization in Canada. *19th World Congress of Soil Science Proceedings*, Symposium 1.4.2.
- Graefé, U., Baritz, R., Broll, G., Kolb, E., Milbert, G. & Wachendorf, C.** 2012. Adapting humus form classification to WRB principles. *EUROSOIL 2012*, Book of Abstracts, p. 954.
- Hewitt, A. E.** 1992. *New Zealand soil classification*. DSIR Land Resources Scientific Report 19. Lower Hutt.
- Ito, T., Shoji, S., Shirato, Y. & Ono, E.** 1991. Differentiation of a spodic horizon from a buried A horizon. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 55: 438–442.
- IUSS Working Group WRB.** 2006. World Reference Base for Soil Resources 2006. World Soil Resources Report No. 103, FAO, Rome.
- IUSS Working Group WRB.** 2007. World Reference Base for Soil Resources 2006, First Update 2007. FAO, Rome.
- IUSS Working Group WRB.** 2010. Guidelines for constructing small-scale map legends using the WRB. FAO, Rome.
- IUSS Working Group WRB.** 2015. World Reference Base for Soil Resources 2014, Update 2015. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. World Soil Resources Report No. 106, FAO, Rome.

**Jabiol, B., Zanella, A., Ponge, J.-F., Sartori, G., Englisch, M., van Delft, B., de Waal, R. & Le Bayon, R.C.** 2013. A proposal for including humus forms in the World Reference Base for Soil Resources (WRB-FAO). *Geoderma*, 192: 286-294.

**Juilleret, J., de Azevedo, AC, Santos, RA, dos Santos, JC, Pedron, F. de A. & Dondeyne, S.** 2018. Where are we with whole regolith pedology? A comparative study from Brazil. *South African Journal of Plant and Soil* 35, 251–261.<https://doi.org/10.1080/02571862.2017.1411537>.

**Juilleret, J., Dondeyne, S., Vancampenhout, K., Deckers, J. & Hissler, C.** 2016. Mind the gap: A classification system for integrating the subsolum into soil surveys. *Geoderma* 264, 332-339.<https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2015.08.031>.

**Kabala, C., Galka, B., Labaz, B., Anjos, L. & Cavassani, R.** 2018. Towards more simple and coherent chemical criteria in a classification of anthropogenic soils: A comparison of phosphorus tests for diagnostic horizons and properties. *Geoderma*, 320: 1-11.

**Krogh, L. & Greve, M.H.** 1999. Evaluation of World Reference Base for Soil Resources and FAO Soil Map of the World using nationwide grid soil data from Denmark. *Soil Use & Man*, 15(3):157–166.

**Miller, B & Juilleret, J.** 2020. The colluvium and alluvium problem: Historical review and current state of definitions. *Earth-Science Reviews*, 209:103316.

**Munsell Soil Color Charts.** Munsell Color Co. Inc. Baltimore 18, Maryland 21218, EUA.

**Nachtergaele, F.** 2005. The “soils” to be classified in the World Reference Base for Soil Resources. *Euro. Soil Sci.*, 38 (Suppl. 1): 13–19.

**Prietzl, J. & Wiesmeier, M.** 2019. A concept to optimize the accuracy of soil surface area and SOC stock quantification in mountainous landscapes. *Geoderma* 356:113922.

**Shoji, S., Nanzyo, M., Dahlgren, RA. & Quantin, P.** 1996. Evaluation and proposed revisions of criteria for Andosols in the World Reference Base for Soil Resources. *Soil Sci.*, 161(9): 604–615.

**Soil Survey Staff.** 1999. Soil taxonomy. A basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys. 2nd Edition. Agric. Handbook 436. Washington, DC, Natural Resources Conservation Service, United States Department of Agriculture.

**Soil Survey Staff.** 2014. Keys to soil taxonomy. 12th Edition. Washington, DC, United States Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service.

**Sokolov, I.A.** 1997. Soil formation and exogenesis. Moscou. 241 pp. [em russo].

**Takahashi, T., Nanzyo, M. & Shoji, S.** 2004. Proposed revisions to the diagnostic criteria for andic and vitric horizons and qualifiers of Andosols in the World Reference Base for Soil Resources. *Soil Sci. Plant Nutr.*, 50 (3): 431–437.

**Uzarowicz, L., Zagorski, Z., Mendak, E., Bartminski, P., Szara, E., Kondras, M., Oktaba, L., Turek, A. & Rogozinski, R.** 2017. Technogenic soils (Technosols) developed from fly ash and bottom ash from thermal power stations combusting bituminous coal and lignite. Part I. Properties, classification, and indications of early pedogenesis. *Catena* 157: 75-89.

**Varghese, T. & Byju, G.** 1993. *Laterite soils. Their distribution, characteristics, classification and management.* Technical Monograph 1. Thirivananthapuram, Sri Lanka, State Committee on Science, Technology and Environment.

**Zanella, A., Ponge, J.-F., Jabiol, B., Sartori, G., Kolb, E., Le Bayon, R.-C., Gobat, J.-M., Aubert, M., De Waal, R., Van Delft, B., Vacca, A., Serra, G., Chersich, S., Andreetta, A., Kolli, R., Brun, JJ, Cools, N., Englisch, M., Hager, H., Katzensteiner, K., Brêthes, A., De Nicola, C., Testi, A., Bernier, N., Graefe, U., Wolf, U., Juilleret, J., Garlato, A., Obber, S., Galvan, P., Zampedri, R., Frizzera, L., Tomasi, M., Banas, D., Bureau, F., Tatti, D., Salmon, S., Menardi, R., Fontanella, F., Carraro, V., Pizzeghelli, D., Concheri, G., Squartini, A., Cattaneo, D., Scattolin, L., Nardi, S., Nicolini, G. & Viola, F.** 2018. *Humusica 1, article 5: Terrestrial humus systems and forms — Keys of classification of humus systems and forms.* Appl. Soil Ecol. 122, 75–86.

## 8 Anexo 1: Guia de Campo

Este guia de campo ajuda a descrever os solos. Ele fornece todas as características de campo necessárias para a classificação no WRB e algumas outras características gerais de campo. Este guia de campo não pretende ser um manual abrangente. As pessoas que utilizam este guia devem ter conhecimentos básicos em ciência do solo e experiência no campo. Em muitos solos, algumas das características listadas não estão presentes. Cada característica deve ser anotada na Ficha de Descrição do Solo (Anexo 4, Capítulo 11) utilizando os códigos fornecidos.

O guia de campo consiste em seis partes consecutivas:

1. Preparação para o trabalho e regras gerais
2. Dados gerais e descrição dos fatores formadores do solo
3. Descrição das características da superfície
4. Descrição das camadas
5. Amostragem
6. Referências



Figura 8.1: Cientistas do solo ideais

## 8.1 Preparação para o trabalho e regras gerais

### 8.1.1 Explorando uma área de interesse com uso de trado e pá

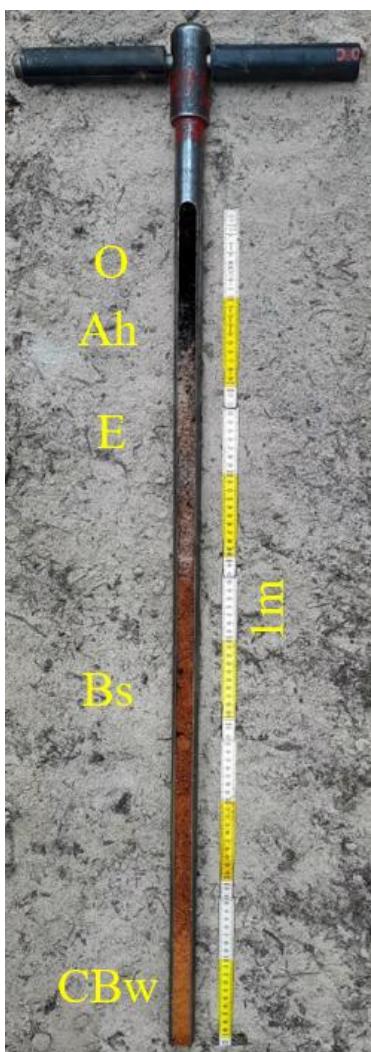


Figura 8.2: Perfil do trado Pürckhauer

Selecione sua área de interesse e dê um nome inequívoco, por exemplo, *Passo Gombori*. Em seguida, selecione um local. Para uma exploração mais aprofundada, use um trado *Edelman* ou *Pürckhauer*. Se estiver usando um trado Pürckhauer, insira-a verticalmente no solo com um martelo de plástico. Ocasionalmente, gire o trado com a ajuda da barra giratória, especialmente em solos ricos em argila. Se o trado atingir uma rocha ou pedra grande, retire-o. Você pode tentar novamente a uma pequena distância, mas tome cuidado para não danificar o trado. Inserir o trado até uma profundidade de 1 m, se possível. Caso contrário, anote a profundidade real alcançada. Para retirá-lo, gire o trado enquanto puxa.

Agora coloque o trado no chão. Corte o material que ressalta do solo com uma faca e remova-o para o lado. Evite contaminar uma camada com o material removido de outra. Esteja ciente de que pode ter ocorrido compactação dentro do corpo do trado; as profundidades da camada podem, portanto, não ser precisas. Coloque uma trena ao lado do trado de acordo com a profundidade realmente alcançada (Figura 8.2).

Na maioria dos casos, a camada superficial do solo se solta do trado. Para investigá-la com mais detalhes, faça sempre um mini perfil próximo ao local onde o trado foi inserido. Deve ter pelo menos 25 cm de profundidade e largura, e as paredes do perfil devem ser verticais e lisas. Agora coloque uma trena dentro do perfil de forma que a marca do zero fique na superfície do solo (ver Capítulo 8.3.1). Para reconstrução posterior, pode ser útil tirar uma foto do mini perfil (Figura 8.3).

As características que podem ser descritas a partir do material do solo coletado no trado estão marcadas com um asterisco (\*) no Capítulo 8.4.



Figura 8.3: Mini perfil

## 8.1.2 Preparação de um perfil de solo

O perfil do solo deve ter pelo menos um (1) metro de profundidade ou atingir o material de origem. Se em uma posição de declive, a menos que o material de origem comece a uma profundidade menor, a profundidade do perfil (Figura 8.4) deverá ser de  $1 \text{ m} / \cos(\alpha)$ . Para decidir se os critérios de espessura e profundidade do WRB são cumpridos e no cálculo dos estoques de elementos (Prietzl & Wiesmeier, 2019), é necessária a espessura da camada perpendicular ao talude. Isso é calculado multiplicando a espessura vertical por  $\cos(\alpha)$ .

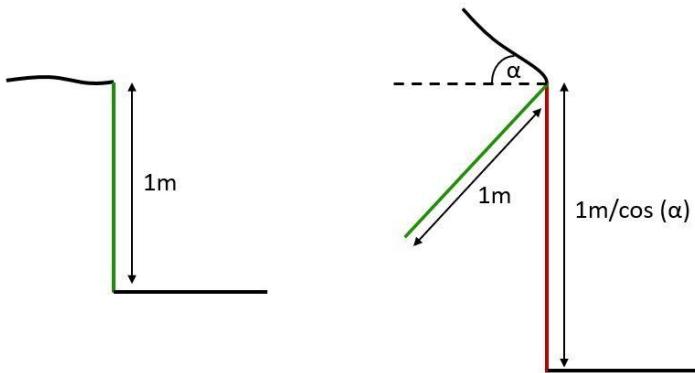


Figura 8.4: Profundidade correta do perfil quando o terreno é inclinado

O perfil deve ter um (1) metro de largura. Se estiver em posição de declive, a parede do perfil deve ser paralela às curvas de nível do terreno. O material de solo escavado deve ser empilhado à esquerda e/ou direita do perfil e não deve ser colocado sobre a parte superior do perfil (no lado da parede do perfil a ser descrita). Nunca caminhe ou coloque ferramentas na lateral da parede do perfil a ser descrita. Recomenda-se coletar o material do solo em duas lona, solo superficial e subsuperficial separadamente. Ao preencher o perfil do solo posteriormente, após o exame e coleta, você deve colocar primeiro o subsuperficial e depois as camadas superficiais do solo.



Prepare cuidadosamente a parede do perfil a ser examinada: deve ser estritamente vertical e lisa. As raízes devem ser cortadas diretamente na parede do perfil. Utilize uma ferramenta adequada para limpar a parede do perfil horizontalmente e evite manchar a parede verticalmente. Coloque a fita métrica ou trena de forma que a marca do zero fique na superfície do solo (ver Capítulo 8.3.1). Deve ficar de um lado da parede a ser examinada, mas não tocando nas paredes laterais. Deve ser colocada de forma estritamente vertical e plana. Pode ser útil adicionar um peso na extremidade inferior da fita, uma pedra ou um pedaço de madeira. Fotografe. Segure a câmera perpendicularmente à parede do perfil (Figura 8.5). Evite qualquer inclinação. Tire também pelo menos uma fotografia do terreno e da vegetação circundante (Figura 8.6), por exemplo, a copa das árvores. Certifique-se de que poderá associar perfil e foto posteriormente. Se possível, salve e nomeie as fotos no mesmo dia em que foram tiradas.

Se você descrever um perfil de solo que foi escavado há algum tempo, a camada superficial do solo poderá ter sido perturbada. Para descrever as formas de húmus, você precisa de um mini perfil novo próximo ao perfil do solo.

Figura 8.5: Perfil do solo ideal. Sempre tire a foto perpendicularmente à parede do perfil



Figura 8.6: A configuração do perfil na paisagem

## 8.2 Dados gerais e descrição dos fatores formadores do solo

Este Capítulo refere-se a alguns dados gerais e aos fatores formadores do solo, clima, relevo e vegetação. Outros fatores de formação do solo são identificados na descrição das camadas.

### 8.2.1 Data e autores

Anote a data da descrição e os nomes dos autores que a descreveram.

## 8.2.2 Localização

Dar ao local um nome e o anote; por exemplo, *Passo Gombori 1.*

Anote as coordenadas GPS. Anote a altitude acima do nível do mar (m.a.n.m.); por exemplo, 106 metros.

### 8.2.3 Relevo e topografia

Este capítulo refere-se à topografia em uma grande escala. Para irregularidades locais da superfície, ver Capítulo 8.3.11.

## Gradiente

Anote a inclinação da superfície do solo em relação ao plano horizontal. Se o perfil estiver sobre uma superfície plana, o gradiente será de 0%. Se estiver em declive, faça 2 registros, um no sentido da subida e outro da descida; por exemplo, *inclinacão ascendente: 18%, descendente: 16%*.

## Aspecto de inclinação

Se o perfil estiver em um declive, anote a direção da bússola para a qual o declive está voltado, mirando no sentido encosta abaixo; por exemplo,  $225^\circ$ .

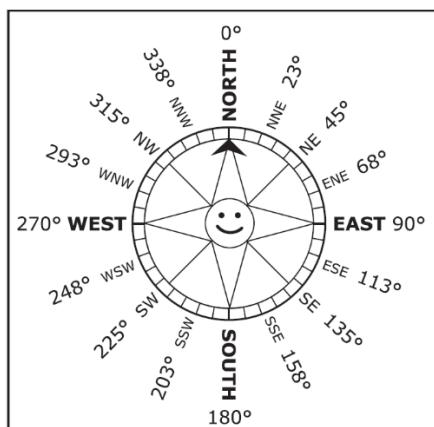


Figura 8.7: Aspecto de inclinação, Schoeneberger et al. (2012), 1-5

## Forma de inclinação

Se o perfil estiver em um declive, anote a forma do declive em 2 direções: subida/descida (perpendicular ao contorno de elevação, ou seja, a curvatura vertical) e através do declive (ao longo do contorno de elevação, ou seja, a curvatura horizontal); por exemplo, *Linear*, *Convexo* ou *Côncavo*.

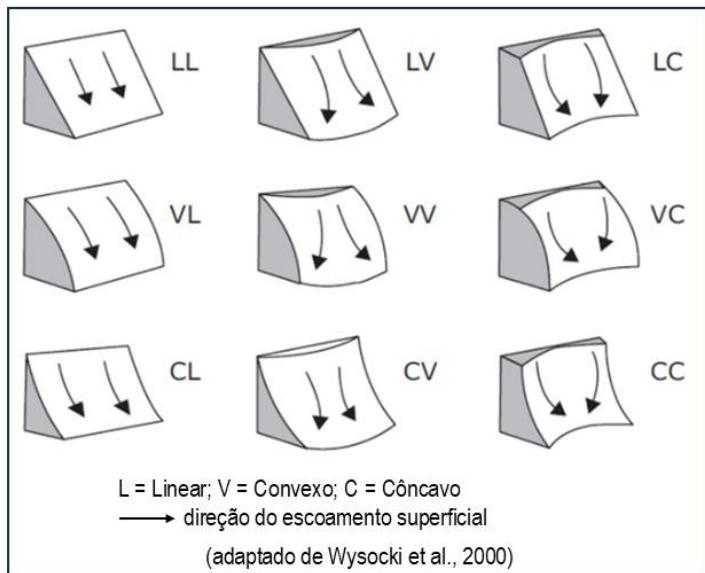


Figura 8.8: Formato da inclinação, Schoeneberger et al. (2012), 1-6

### Posição do perfil do solo (em relação à topografia)

Se o perfil estiver em terreno irregular, anote a posição do perfil.

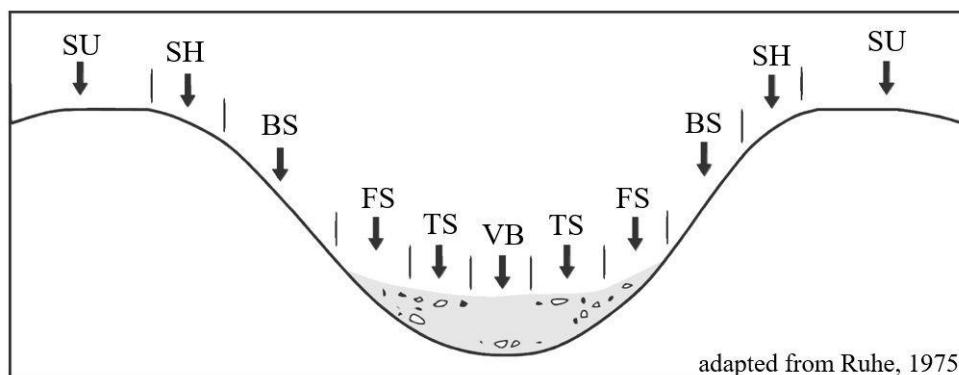


Figura 8.9: Posição do perfil, Schoeneberger et al. (2012), 1-7, modificado (bacia não incluída)

Tabela 8.1: Posição do perfil, Schoeneberger et al. (2012), 1-7, modificado

Posição	Código
Cume (topo)	SU
Ombro	SH
Parte média da encosta	BS
Parte inferior da encosta	FS
Sopé	TS
Fundo do vale	VB
Bacia com saída	OB
Bacia endorreica (sem saída)	EB

## 8.2.4 Clima e tempo

### Clima

Registre a identificação do clima segundo Köppen (1936) e as ecozonas segundo Schultz (2005, adaptado). O termo ‘verão’ refere-se à estação com elevada altitude solar e o termo ‘inverno’ à estação com baixa altitude solar.

Tabela 8.2: Clima segundo Köppen (1936)

Clima	Código
Climas tropicais	A
Clima de floresta tropical	Af
Clima tropical de savana com características de inverno seco	Aw
Clima tropical de savana com características de verão seco	As
Clima tropical de monções	Am
Climas secos	B
Clima árido quente	BWh
Clima árido frio	BWc
Clima semiárido quente	BSh
Clima semiárido frio	BWc
Climas temperados	C
Clima mediterrâneo de verão quente	Csa
Clima mediterrâneo de verão fresco	Csb
Clima mediterrâneo de verão frio	Csc
Clima subtropical úmido	Cfa
Clima oceânico temperado	Cfb
Clima oceânico subpolar	Cfc
Clima subtropical úmido de inverno seco	Cwa
Clima subtropical de inverno seco nas terras altas	Cwb
Clima oceânico subpolar de inverno seco	Cwc
Climas continentais	D
Clima continental úmido de verão quente	Dfa
Clima continental úmido de verão fresco	Dfb
Clima subártico	Dfc
Clima subártico extremamente frio	Dfd
Clima continental úmido de verão quente influenciado pelas monções	Dwa
Clima continental úmido de verão fresco influenciado pelas monções	Dwb
Clima subártico influenciado pelas monções	Dwc
Clima subártico extremamente frio influenciado pelas monções	Dwd
Clima continental úmido de verão quente com influência mediterrânea	Dsa
Clima continental úmido de verão fresco com influência mediterrânea	Dsb
Clima subártico de influência mediterrânea	Dsc
Clima subártico extremamente frio com influência mediterrânea	Dsd
Climas polares e alpinos	E
Clima de tundra	ET
Clima da calota polar	EF

Tabela 8.3: Ecozonas segundo Schultz (2005, adaptado)

Ecozona	Código
Trópicos com chuva o ano todo	TYR
Trópicos com chuva de verão	TSR
Trópicos e subtrópicos secos	TSD
Subtrópicos com chuva o ano todo	SYR
Subtrópicos com chuva de inverno (clima mediterrâneo)	SWR
Latitudes médias úmidas	MHU
Latitudes médias secas	MDR
Zona boreal	BOR
Zona polar-subpolar	POS

### Temporada de descrição

Anote a estação do ano em que foi feita a descrição. A vegetação pode ser melhor descrita na estação em que está em pleno desenvolvimento.

Tabela 8.4: Estação do ano de descrição

Ecozona	Temporada	Código
SYR, SWR, MHU, MDR, BOR, POS	Primavera	SP
	Verão	SU
	Outono	AU
	Inverno	WI
TSR	Estação chuvosa	WS
	Estação seca	DS
TYR, TSD	Nenhuma sazonalidade significativa para o crescimento das plantas	NS

### Condições meteorológicas

Anote as condições meteorológicas atuais e passadas.

Tabela 8.5: Condições meteorológicas atuais, Schoeneberger et al. (2012), 1-1

Condições meteorológicas atuais	Código
Ensolarado/claro	SU
Parcialmente nublado	PC
Nublado	OV
Chuva	RA
Granizo	SL
Neve	SN

Tabela 8.6: Condições meteorológicas passadas, FAO (2006), Tabela 2

Condições meteorológicas anteriores	Código
Sem chuva no último mês	NM
Sem chuva na última semana	NW
Sem chuva nas últimas 24 horas	ND
Chuva, mas não forte nas últimas 24 horas	RD
Chuva forte durante alguns dias ou chuva excessiva nas últimas 24 horas	RH
Extremamente chuvoso ou com derretimento de neve	RE

### 8.2.5 Vegetação e uso da terra

Este capítulo refere-se a todos os tipos de cobertura vegetal, desde as completamente naturais até as completamente artificiais. Não se trata de um levantamento da vegetação e apenas são reportadas as características realmente relevantes para o solo. Se a terra for cultivada como em área agrícola ou de pastagem, anote o tipo de cultivo. Em todos os outros casos, o tipo de vegetação é anotado. Observe ao redor e em uma área (10 m x 10 m, se possível) com o perfil no centro.

#### Estratos de vegetação

Os seguintes estratos são relevantes.

Tabela 8.7: Estratos de vegetação, National Committee on Soil and Terrain (2009), 79, modificado

Critério	Estrato	Código
Vegetação herbácea	Estrato inferior	GS
Se o estrato inferior e o estrato superior estiverem presentes, você pode definir um estrato intermediário entre o estrato superior e o inferior	Estrato médio	EM
Plantas mais altas (somente se a cobertura da copa for $\geq 5\%$ )	Estrato superior	US

#### Tipo de vegetação ou tipo de cultivo

Caso a terra não seja cultivada, anote o tipo de vegetação conforme a Tabela 8.8, para cada estrato

separadamente; se mais de um tipo ocorrer no mesmo estrato, anote até três, o dominante primeiro. Se a terra for cultivada, anote o tipo de cultivo conforme a Tabela 8.9; as terras cultivadas podem apresentar vários estratos, mas não são reportados separadamente.

*Tabela 8.8: Tipo de vegetação, National Committee on Soil and Terrain (2009), 88-93, modificado*

Forma de vida	Tipo de vegetação	Código
Aquático	Algás: de água doce ou salobra	AF
	Algás: marinhas	AM
	Plantas aquáticas superiores (lenhosas ou não lenhosas)	AH
Crosta superficial	Crosta biológica (de cianobactérias, algas, fungos, líquens e/ou musgos)	CR
Plantas terrestres não lenhosas	Fungos	NF
	Líquens	NL
	Musgos (sem turfa)	NM
	Turfa	NP
	Gramíneas e/ou ervas	NG
Plantas lenhosas terrestres	Urze ou arbustos de porte muito pequeno (anões)	WH
	Arbustos perenes	WG
	Arbustos sazonalmente verdes	WS
	Árvores perenes (principalmente não plantadas)	WE
	Árvores sazonalmente verdes (principalmente não plantadas)	WT
	Floresta plantadas, não em rotação com terras agrícolas ou pastagens	WP
	Floresta plantadas, em rotação com terras agrícolas ou pastagens	WR
Nenhum (estéril)	Superfície de água, rocha ou solo com < 0,5% de cobertura vegetal	NO

*Tabela 8.9: Tipo de cultivo*

Tipo de cultivo	Código
Sistema agroflorestal simultâneo com árvores e culturas perenes	ACP
Sistema agroflorestal simultâneo com árvores e culturas anuais	ACA
Sistema agroflorestal simultâneo com árvores, culturas perenes e anuais	ACB
Sistema agroflorestal simultâneo com árvores e pastagens	AGG
Sistema agroflorestal simultâneo com árvores, culturas e pastagens	ACG
Pastagem em vegetação (semi-)natural	GNP
Pastagens manejadas intensivamente, pastoreadas	GIP
Pastagens manejadas intensivamente, não pastoreadas	GIN
Produção de lavouras perenes (por exemplo, alimentos, forragens, combustível, fibras, plantas ornamentais)	CPP
Produção de lavouras anuais (por exemplo, alimentos, forragens, combustível, fibras, plantas ornamentais)	CPA
Pousio, menos de 12 meses, com vegetação espontânea	FYO
Pousio, 12 meses ou mais, com vegetação espontânea	FOL
Pousio, todas as plantas constantemente removidas (agricultura de sequeiro)	FDF

### Altura, cobertura e táxons da vegetação

Para terra não cultivada, anote as seguintes características:

- Anote a altura média e a altura máxima em metros acima do solo para cada estrato separadamente.
- Anote a cobertura vegetal. Para o estrato superior e o estrato médio, anote a porcentagem (por área) da cobertura da copa. Para o estrato inferior, anote a porcentagem (por área) da cobertura do solo.
- Anote até três espécies importantes por estrato, por exemplo, *Fagus orientalis*. Se você não conhece a espécie, anote a classificação taxonômica imediatamente superior.

### Espécies atuais ou últimas cultivadas

Para terras cultivadas, anote as espécies atualmente cultivadas usando o nome científico, por exemplo, *Zea mays*. Se estiver atualmente em pousio, anote a última espécie e indique o mês e ano da colheita ou da cessação do cultivo. Caso mais de uma espécie seja/foi cultivada simultaneamente, anote até três na

sequência da área abrangida, começando pela espécie que cobre a maior área; isto inclui espécies de árvores em sistemas agroflorestais simultâneos.

### **Espécies cultivadas rotativamente**

Para terras cultivadas, anote as espécies que foram cultivadas nos últimos cinco anos em rotação com a espécie atual ou a última. Informar até três na sequência de frequência, começando pelas espécies mais frequentes; isto inclui espécies de árvores em sistemas agroflorestais rotacionais.

### **Técnicas especiais para aumentar a produtividade do sítio**

Anote as técnicas referentes a área no entorno do perfil do solo. As técnicas que afetam determinadas camadas do solo são indicadas para a respectiva camada. As técnicas que causam irregularidades superficiais devem ser anotadas adicionalmente no Capítulo 8.3.11. Se mais de um tipo estiver presente, anote até três, o dominante primeiro.

*Tabela 8.10: Técnicas especiais para aumentar a produtividade do local*

<b>Tipo</b>	<b>Código</b>
Drenagem por canais abertos	DC
Drenagem subterrânea	DU
Cultivo alagado	CW
Irrigação	IR
Canteiros elevados	RB
Terraços feitos por humanos	HT
Elevação do terreno no local de plantio	LO
Outro	OT
Nenhum	NO

## 8.3 Descrição das características da superfície

As características da superfície podem ser detectadas na superfície do solo sem olhar para o perfil do solo.

### 8.3.1 Superfície do solo

A **camada de serrapilheira** é uma camada de material solto que contém > 90% (em volume, em relação à terra fina mais todos os restos vegetais mortos) de tecidos vegetais mortos reconhecíveis (por exemplo, folhas não decompostas). Material vegetal morto ainda ligado a plantas vivas (por exemplo, partes mortas do musgo *Sphagnum*) não é considerado parte de uma camada de serrapilheira. A **superfície do solo** (0 cm) é, por convenção, a superfície do solo após a remoção, se presente, da camada de serrapilheira e, se presente, abaixo de uma camada de plantas vivas (por exemplo, musgos vivos). A **superfície do solo mineral** é o limite superior da camada de *material mineral* em posição mais alta no perfil (ver Capítulo 2.1, Regras gerais, e ver Capítulo 8.4.4).

### 8.3.2 Camada de serrapilheira

Observe em uma área de 5 m x 5 m com o perfil no centro. Anote a porcentagem da área coberta e a espessura média e máxima da camada de serrapilheira em cm (ver Capítulo 8.3.1). Se não houver camada de serrapilheira, anote 0 cm como espessura.

### 8.3.3 Afloramentos rochosos

Afloramentos rochosos são exposições de rocha consolidada. Observe em uma área (10 m x 10 m, se possível) com o perfil no centro. Anote a porcentagem da área coberta por afloramentos rochosos. Também anote a distância média em metros entre os afloramentos rochosos e o seu tamanho (comprimento médio da maior dimensão).

### 8.3.4 Fragmentos grossos na superfície

Fragmentos grossos na superfície são fragmentos soltos que ficam na superfície do solo, incluindo aqueles parcialmente expostos. Observe em uma área (5 m x 5 m, se possível) com o perfil no centro. A Tabela indica o comprimento médio da maior dimensão em cm.

Tabela 8.11: Tamanho dos fragmentos grossos da superfície, FAO (2006), Tabela 15

Tamanho (cm)	Classe de tamanho	Código
> 0,2 - 0,6	Cascalho fino	F
> 0,6 - 2	Cascalho médio	M
> 2 - 6	Cascalho grosso	C
> 6 - 20	Pedras	S
> 20 - 60	Pedregulhos	B
> 60	Pedregulhos grandes	L
Sem fragmentos grossos na superfície		N

Anote a porcentagem total da área coberta por fragmentos grossos na superfície. Além disso, anotar pelo menos uma e até três classes de tamanho e indicar a porcentagem da área coberta pelos fragmentos grossos na superfície da respectiva classe de tamanho, começando pela dominante.

### 8.3.5 Feições desérticas

Fragmentos grossos que são constantemente expostos à ação de areias sopradas pelo vento podem ser afetados por abrasão, ataque químico e polimento, o que resulta em superfícies planas com arestas vivas. Esses fragmentos são chamados de ventifatos (*windkanters*), e em sua totalidade é chamada de pavimento desértico. Observe em uma área de 5 m x 5 m com o perfil no centro e anote a porcentagem de ventifatos fora dos fragmentos grossos > 2 cm (maior dimensão).

Fragmentos grossos podem apresentar intemperismo químico, o que pode levar à formação de óxidos e coloração intensa em suas superfícies superiores, por outro lado, não existe tal intemperismo em suas superfícies inferiores e, portanto, a cor original da rocha é preservada. Essa cor intensa nas superfícies superiores é chamada de verniz desértico. Observe em uma área de 5 m x 5 m com o perfil no centro e anote a porcentagem de fragmentos grossos > 2 cm (maior dimensão) apresentando o verniz desértico.

### 8.3.6 Solos com padrão

O solo com padrão é o resultado da seleção de materiais devido aos ciclos de congelamento e descongelamento em regiões com *permafrost*. Anote o arranjo de fragmentos grossos > 6 cm (maior dimensão) na superfície do solo.

Tabela 8.12: Solo com padrão

Forma	Código
Círculos	R
Polígonos	P
Listras	S
Nenhum	N

### 8.3.7 Crostas superficiais

Crostas superficiais são descritas como camadas e explicadas com mais detalhes no Capítulo 8.4.31. A área coberta é descrita neste subtópico. Observe em uma área (5 m x 5 m, se possível) com o perfil no centro. Anote a porcentagem da área que possui crosta superficial.

### 8.3.8 Fendas superficiais

As fendas superficiais são fissuras que não são atribuídas à estrutura do solo (ver Capítulo 8.4.10). Se houver fendas superficiais, anote a largura média das fendas. Se a superfície do solo entre fendas de classes de largura maiores for regularmente dividida por fendas de classes de largura menores, anote as duas classes de largura. Se diferentes classes de largura ocorrerem aleatoriamente, basta anotar a dominante. A continuidade das fendas até uma maior profundidade no perfil é reportada na descrição da camada (ver Capítulo 8.4.13). Para cada classe de largura, anote a distância média entre as fendas e o arranjo espacial e a persistência das fendas.

#### Largura

Tabela 8.13: Largura das fendas superficiais, FAO (2006), Tabela 21

Largura (cm)	Classe de largura	Código
≤ 1	Muito fina	VF
> 1 - 2	Fina	FI
> 2 - 5	Média	ME

> 5 - 10	Larga	WI
> 10	Muito larga	VW
Sem fendas superficiais	NO	

### Distância entre as fendas superficiais

Tabela 8.14: Distância entre as fendas superficiais, FAO (2006), Tabela 21, modificada

Distância (cm)	Classe de distância	Código
≤ 0,5	Pequena	TI
> 0,5 - 2	Muito pequena	VS
> 2 - 5	Pequena	SM
> 5 - 20	Média	ME
> 20 - 50	Grande	LA
> 50 -200	Muito grande	VL
> 200 - 500	Enorme	HU
> 500	Muito enorme	VH

### Arranjo espacial de fendas superficiais

Tabela 8.15: Arranjo espacial de fendas superficiais

Arranjo espacial	Código
Poligonal	P
Não poligonal	N

### Persistência de fendas superficiais

Tabela 8.16: Persistência de fendas superficiais

Critério	Código
Reversível (abre e fecha com mudanças do teor de umidade, por exemplo, em Vertisols e em solos com o qualificador Vertic ou Protovertic)	R
Irreversível (persiste durante todo o ano, por exemplo, fendas de <i>polder</i> drenadas, fendas em camadas cimentadas)	I

### 8.3.9 Presença de água

Anote a presença de água acima da superfície do solo. Para cultivo alagado e com irrigação, ver Capítulo 8.2.5. Se a água é proveniente de mais de uma origem acima da superfície do solo, anote a dominante.

Tabela 8.17: Água acima da superfície do solo

Critério	Código
Permanente submerso por água do mar (abaixo das nascentes de água média baixa)	MP
Área de maré (entre nascentes de água média baixa e média alta)	MT
Tempestades ocasionais (nascentes de água acima da média)	MO
Permanente submerso por águas interiores	FP
Submerso por águas interiores de fluxo remoto pelo menos uma vez por ano	FF
Submerso por águas interiores de fluxo remoto menos de uma vez por ano	FO
Submerso por ascensão da água subterrânea local pelo menos uma vez por ano	GF
Submerso por ascensão da água subterrânea local menos de uma vez por ano	GO
Submerso por água da chuva local pelo menos uma vez por ano	RF
Submerso por água da chuva local menos de uma vez por ano	RO
Submerso por águas interiores de origem desconhecida pelo menos uma vez por ano	UF
Submerso por águas interiores de origem desconhecida menos de uma vez por ano	UO
Nenhuma das acima	NO

### 8.3.10 Repelência à água

Superfícies secas do solo podem ser repelentes à água (hidrofóbicas). Anote a repelência à água somente se a superfície do solo estiver seca. Coloque um pouco de água na superfície do solo e meça o tempo até que ela se infiltre.

Tabela 8.18: Repelência à água

Critério	Código
A água permanece por $\geq$ 60 segundos	R
A água se infiltra completamente em $< 60$ segundos	N

### 8.3.11 Desigualdades da superfície

#### Desigualdades naturais da superfície

Este parágrafo refere-se as desigualdades resultantes de processos de formação do solo, não associados à erosão, deposição ou atividade humana. As desigualdades causadas por humanos e a erosão da superfície são relatadas nos parágrafos seguintes. A deposição é considerada uma característica das camadas (ver Capítulo 8.4). Anote as desigualdades da superfície com diferença média de altura  $\geq 5$  cm. Anote o tipo, a diferença média de altura, o diâmetro médio das áreas elevadas e a distância média entre os máximos de altura. Dê todos os valores em metros.

Tabela 8.19: Tipos de desigualdades naturais da superfície

Critério	Código
Desigualdades causadas pelo <i>permafrost</i> (palsa, pingo, bolhas de lama, <i>thufurs</i> etc.)	P
Desigualdades causadas por expansão e contração de argilas (relevo de gilgai)	G
Outro	O
Nenhum	N

#### Desigualdades da superfície causadas por humanos

Anote até dois tipos de desigualdades da superfície causadas por humanos com uma diferença de altura média de  $\geq 5$  cm, a dominante primeiro. Anote apenas se mostrar um padrão repetitivo. Características únicas, por ex. uma única elevação, não são anotadas. Para terraços, anote a altura média da parede do terraço. Para todos os outros tipos, anote a diferença média entre os pontos mais altos e mais baixos, a largura/comprimento médio da característica e a distância média entre os máximos de profundidade/altura. Dê todos os valores em cm.

Tabela 8.20: Tipos de desigualdades da superfície causadas por humanos

Tipo	Código
Terraços feitos por humanos	HT
Canteiros elevados	RB
Outras elevações longitudinais	EL
Elevações poligonais	EP
Elevações arredondadas	ER
Canais de drenagem	CD
Canais de irrigação	CI
Outros canais	CO
Buracos poligonais	HP
Buracos arredondados	RH
Outro	OT
Nenhum	NO

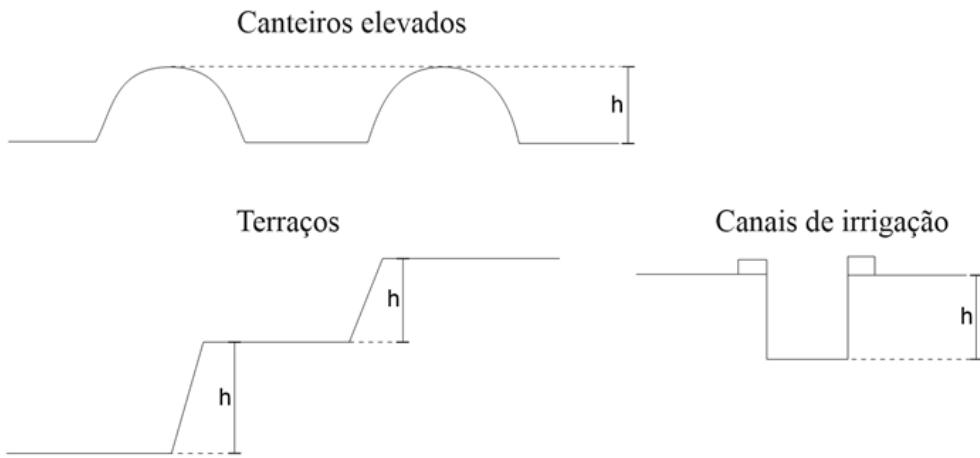


Figura 8.10: Alterações superficiais feitas por humanos

### Desigualdades da superfície causadas pela erosão

Este parágrafo refere-se a fenômenos de erosão com diferença média de altura  $\geq 5$  cm. Anote categoria, grau e atividade.

Tabela 8.21: Categorias de erosão, FAO (2006), Tabela 16

Categoría	Código
Erosão hídrica	
Erosão laminar	WS
Erosão em sulco	WR
Voçoroca	WG
Erosão em túnel (ravinas)	WT
Erosão eólica	
Areias movediças	AS
Outros tipos de erosão eólica	AO
Erosão hídrica e eólica	WA
Movimento de massa (deslizamentos de terra e fenômenos semelhantes)	MM
Erosão, não categorizada	NC
Nenhuma evidência de erosão	NO

Tabela 8.22: Grau de erosão, FAO (2006), Tabela 18

Critério	Grau	Código
Algumas evidências de danos às camadas superficiais, funções ecológicas originais praticamente intactas	Pouco	S
Evidência clara de remoção de camadas superficiais, funções ecológicas originais parcialmente destruídas	Moderado	M
Camadas superficiais completamente removidas e camadas subsuperficiais expostas, funções ecológicas originais em grande parte destruídas	Forte	V
Remoção substancial de camadas subsuperficiais mais profundas, funções ecológicas originais totalmente destruídas (badlands)	Extremo	E

Tabela 8.23: Atividade da erosão, FAO (2006), Tabela 19

Critério	Código
Ativa no momento	RP
Ativa no passado recente (nos últimos 100 anos)	RE
Ativa em tempos históricos	HI
Período de atividade desconhecido	NK

#### Posição do perfil do solo (relacionado as desigualdades da superfície)

Anote onde está localizado o perfil do solo.

Tabela 8.24: Posição do perfil do solo, se a superfície do solo for desigual

Posição	Código
No alto	H
Na encosta	S
Na baixada	L
Em uma superfície não afetada	E

### 8.3.12 Alterações técnicas da superfície

Este Capítulo refere-se às alterações técnicas da superfície que não provocam nem aumentam desigualdades da superfície. Para desigualdades da superfície, ver Capítulo 8.3.11. Anote as alterações técnicas da superfície.

Tabela 8.25: Alterações técnicas da superfície

Tipo	Código
Vedaçāo por concreto	SC
Vedaçāo por asfalto	SA
Outros tipos de vedação	SO
Remoção do solo superficial	TR
Nivelamento	LV
Outro	OT
Nenhum	NO

## 8.4 Descrição das camadas

### 8.4.1 Identificação de camadas e profundidades de camadas

A **camada do solo** é uma seção no solo, aproximadamente paralela a sua superfície, com propriedades diferentes das camadas acima e/ou abaixo do solo. Se pelo menos uma dessas propriedades for resultado de processos de formação, a camada é chamada de **horizonte do solo**. A seguir, o termo “camada” é usado no texto de forma generalizada para incluir camadas nas quais não ocorreram processos de formação de solo.

Uma camada de solo é identificada por certas características observáveis. Entre essas características estão:

- Cor da matriz
- Feições redoximórficas
- Textura
- Fragmentos grossos
- Artefatos
- Densidade do solo
- Estrutura
- Revestimentos e pontes
- Fendas
- Carbonatos
- Carbonatos secundários
- Gesso secundário
- Sílica secundária
- Cimentação
- Saturação por água
- Vidros vulcânicos
- Teor de C<sub>org</sub>
- Alterações humanas

Sempre que você observar uma diferença significativa em pelo menos uma dessas características, defina um limite de camada. Sempre que uma camada for muito espessa (por exemplo, > 30 cm), pode ser aconselhável subdividi-la em duas ou mais camadas de espessura mais ou menos igual para descrição. Em certos solos, também pode ser aconselhável adicionar limites de camada adicionais em profundidades, o que pode ser necessário para verificar a presença ou ausência de um horizonte diagnóstico (por exemplo, 20 cm para verificar *horizontes mólicos* ou *úmbricos*). Sedimentos aluviais e camadas tefradas podem ser finamente estratificados. Pode ser apropriado combinar vários desses estratos em uma camada para descrição. Em todos os outros casos, diferentes estratos geológicos não devem ser combinados numa única camada.

Nos itens seguintes, o (o), o (m) e o (o, m) indicam se a característica descrita deve ser relatada em camadas orgânicas ou minerais ou em ambas (ver Capítulo 8.4.4). Para camadas organotécnicas, o usuário decide quais características devem ser descritas. O asterisco (\*) informa que a característica também pode ser detectada em um trado *Pürckhauer*.

As camadas são numeradas consecutivamente a partir da superfície do solo (ver Capítulo 8.3.1) para baixo. Anote a profundidade superior e inferior de cada camada. Se a profundidade inferior da última camada for desconhecida, anote a profundidade do perfil com o símbolo + como a profundidade inferior da camada.

Os seguintes princípios devem ser considerados para descrição (ver Regras gerais, Capítulo 2.1):

1. Todos os dados referem-se à terra fina, salvo indicação em contrário. A **terra fina** compreende os

constituintes do solo  $\leq 2$  mm. **Todo o solo** compreende a terra fina, fragmentos grossos, *artefatos*, partes cimentadas e restos vegetais mortos de qualquer tamanho.

2. Todos os dados são fornecidos **em massa**, salvo indicação em contrário.

## 8.4.2 Homogeneidade da camada (o, m)

### Camada composta por diferentes partes

Se uma camada consistir em duas ou mais partes diferentes que não formam camadas horizontais, mas podem ser facilmente distinguidas, descreva-as separadamente. Utilize linhas separadas na Ficha de Descrição do Solo (Anexo 4, Capítulo 11) e anote a porcentagem (por área exposta, em relação a todo o solo) de cada parte. Exemplos são camadas com *propriedades ródicas* (ver Capítulo 8.4.18), com alteração criogênica (ver Capítulo 8.4.34) ou com revolvimento por aração (ver Capítulo 8.4.39). A separação não é recomendada se houver apenas um limite com forma ondulada (como é típico, por exemplo, para *horizontes chérmicos* ou para horizontes eluviais em Podzols, ver Capítulo 8.4.5) ou se houver apenas algumas adições de materiais (ver Capítulo 8.4.39).

### Camada composta por vários estratos de sedimentos aluviais ou de tefra

Os estratos aluviais compreendem depósitos fluviais, lacustres e marinhos. Os estratos de tefra possuem uma quantidade significativa de piroclastos. Anote a presença de estratos aluviais e de estratos tefra dentro da camada descrita.

Tabela 8.26. Presença de estratos dentro de uma camada

Critério	Código
A camada é composta por dois ou mais estratos aluviais	A
A camada é composta por dois ou mais estratos tefra	T
A camada é composta por dois ou mais estratos aluviais contendo tefra	B
A camada não é composta por estratos diferentes	N

## 8.4.3 Água

### Saturação por água (o, m)

Anote a saturação por água.

Tabela 8.27: Tipos de saturação por água

Critério	Código
Saturado por água do mar por $\geq 30$ dias consecutivos	MS
Saturado por água do mar de acordo com as mudanças das marés	MT
Saturado por água subterrânea ou água corrente por $\geq 30$ dias consecutivos, a água tem uma condutividade elétrica $\geq 4$ dS m $^{-1}$	GS
Saturado por água subterrânea ou água corrente por $\geq 30$ dias consecutivos, a água tem uma condutividade elétrica $< 4$ dS m $^{-1}$	GF
Saturado por água da chuva por $\geq 30$ dias consecutivos	RA
Saturado por água de derretimento do gelo por $\geq 30$ dias consecutivos	MI
Anteriormente saturado por água por $\geq 30$ dias consecutivos, depois drenado e agora saturado por água por $< 30$ dias consecutivos	DR
Água pura, coberta por material orgânico flutuante	PW
Nenhuma das acima	NO

### Estado da água do solo (m) (\*)

Verifique o estado da água no solo das camadas não saturadas. Pulverize a parede do perfil com água e observe a mudança de cor. Em seguida, esmague uma amostra e anote o comportamento.

Tabela 8.28: Estado da água do solo, FAO (2006), Tabela 57, modificada

Esmagamento	Umedecimento	Classe de umidade	Código
Empoeirado ou duro	Ficando muito escuro	Muito seco	VD
Não faz poeira	Ficando escuro	Seco	DR
Não faz poeira	Ficando um pouco escuro	Ligeiramente úmido	SM
Não faz poeira	Sem mudança de cor	Úmido	MO
Gotas de água	Sem mudança de cor	Molhado	WE

#### 8.4.4 Camadas orgânicas, organotécnicas e minerais

Distinguimos as seguintes camadas (ver Capítulo 3.3):

- As camadas orgânicas consistem em material orgânico.
- As camadas organotécnicas consistem em material organotécnico.
- As camadas minerais são todas as outras camadas.

Uma camada orgânica ou organotécnica é chamada de hidromórfica se a saturação por água durar  $\geq 30$  dias consecutivos na maioria dos anos ou se tiver sido drenada. Caso contrário, é chamada terrestre. Camadas orgânicas hidromórficas compreendem as turfas e material limnico orgânico. Anote se a camada é orgânica, organotécnica ou mineral e, se for orgânica ou organotécnica, se é hidromórfica ou terrestre. A distinção é preliminar e pode ter que ser corrigida de acordo com análises laboratoriais.

Tabela 8.29: Camadas orgânicas, organotécnicas e minerais

Critério	Código
Orgânico hidromórfico	OH
Orgânico terrestre	OT
Organotécnico hidromórfico	TH
Organotécnico terrestre	TT
Mineral	MI

#### 8.4.5 Limites das camadas (o, m)

##### Distinção do limite inferior da camada (\*)

Anote a distinção do limite inferior da camada.

Tabela 8.30: Distinção dos limites das camadas, Schoeneberger et al. (2012), 2-6, modificado

Camadas minerais, camadas organotécnicas e camadas orgânicas hidromórficas: transição dentro de (cm)	Camadas orgânicas terrestres: transição dentro (cm)	Distinção	Código
$\leq 0,5$	$\leq 0,1$	Muito abrupta	V
$> 0,5 - 2$	$> 0,1 - 0,2$	Abrupta	A
$> 2 - 5$	$> 0,2 - 0,5$	Clara	C
$> 5 - 15$	$> 0,5 - 1$	Gradual	G
$> 15$	$> 1$	Difusa	D

##### Forma

Anote a forma. A característica refere-se ao limite inferior da camada ou, se a forma estiver “quebrada”, à camada inteira.

Tabela 8.31: Forma dos limites das camadas, Schoeneberger et al. (2012), 2-7

Critério	Forma	Código
Superfície quase plana	Suave	S
Bolsos menos profundos que largos	Ondulada	W
Bolsos mais profundos que largos	Irregular	I
Descontínuo	Quebrada	B

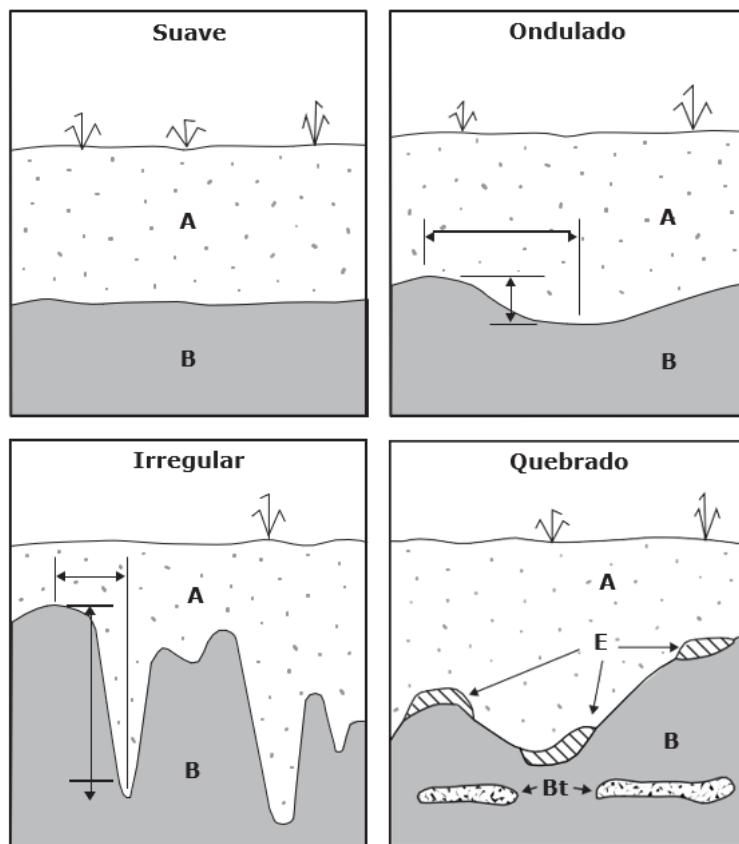


Figura 8.11: Forma dos limites das camadas, Schoeneberger et al. (2012), 2-7, modificado

#### 8.4.6 Deposição eólica (m)

Anote qualquer evidência de deposição eólica. Use lupa de mão (máximo 10x).

Tabela 8.32: Tipos de deposição eólica

Critério	Código
Aeroturbação (estratificação cruzada)	CB
≥ 10% das partículas de areia média ou mais grossas são arredondadas ou subangulares e têm superfície fosca	RH
≥ 10% das partículas de areia média ou mais grossas são arredondadas ou subangulares e têm superfície fosca, mas apenas em material soprado pelo vento e preenchendo fendas	RC
Outro	OT
Nenhuma evidência de deposição eólica	NO

#### 8.4.7 Fragmentos grossos e restos de camadas cimentadas fragmentadas (o, m)

Este Capítulo refere-se a fragmentos grossos naturais e a restos de camadas cimentadas fragmentadas. *Artefatos* são descritos no Capítulo 8.4.8. Um fragmento grosso é uma partícula mineral, derivada do material de origem, > 2 mm em seu diâmetro equivalente (ver Capítulo 8.4.9). Os restos de camadas cimentadas fragmentadas podem ser de qualquer tamanho, mas só são aqui reportados se tiverem um diâmetro equivalente > 2 mm. As subdivisões (0,6 a 60 cm) estão de acordo com sua maior dimensão.

##### Tamanho e forma

A Tabela indica o comprimento de maior dimensão e a forma.

Tabela 8.33: Classes de tamanho e forma de fragmentos grossos e de restos de camadas cimentadas fragmentadas, FAO (2006), Tabelas 27 e 28

Tamanho (cm)	Classe de tamanho	Forma	Código
> 0,2 - 0,6	Cascalho fino	Arredondado	FR
		Angular	FA
		Arredondado e angular	FB
> 0,6 - 2	Cascalho médio	Arredondado	MR
		Angular	MA
		Arredondado e angular	MB
> 2 - 6	Cascalho grosso	Arredondado	CR
		Angular	CA
		Arredondado e angular	CB
> 6 - 20	Pedras	Arredondado	SR
		Angular	SA
		Arredondado e angular	SB
> 20 - 60	Pedregulhos	Arredondado	BR
		Angular	BA
		Arredondado e angular	BB
> 60	Pedregulhos grandes	Arredondado	LR
		Angular	LA
		Arredondado e angular	LB
Nenhum			NO

### Estágio de intemperismo (fragmentos grossos) e agente cimentante (restos de camadas cimentadas fragmentadas)

Tabela 8.34: Estágio de intemperismo de fragmentos grossos, FAO (2006), Tabela 29

Critério	Estágio de intemperismo	Código
Nenhum ou poucos sinais de desgaste	Intacto	F
Perda da cor original da rocha e perda da forma cristalina nas partes externas; os centros permanecem relativamente intactos; força original relativamente bem preservada	Moderadamente intemperizado	M
Todos, exceto os minerais mais resistentes, sofreram desgaste; a cor original da rocha foi totalmente perdida; tendem a se desintegrar apenas sob pressão moderada	Fortemente intemperizado	S

Tabela 8.35: Restos de camadas cimentadas fragmentadas: agente cimentante

Agente cimentante	Código
Carbonatos secundários	CA
Gesso secundário	GY
Sílica secundária	SI
Óxidos de Fe, predominantemente dentro dos (antigos) agregados do solo, sem concentração significativa de matéria orgânica	FI
Óxidos de Fe, predominantemente nas superfícies dos (antigos) agregados do solo, sem concentração significativa de matéria orgânica	FO
Óxidos de Fe, sem relação com (antigos) agregados do solo, sem concentração significativa de matéria orgânica	FN
Óxidos de Fe na presença de uma concentração significativa de matéria orgânica	FH

### Abundância (em volume)

Anote a porcentagem total do volume ocupado por fragmentos grossos. Além disso, anote pelo menos uma e até quatro classes de tamanho e forma e anote seu estágio de intemperismo e a porcentagem do volume ocupado pelos fragmentos grossos da respectiva classe, primeiro o dominante. Anote a porcentagem total do volume ocupado por restos de camadas cimentadas fragmentadas, anote o agente causador da cimentação,

quando aplicável até dois, e a porcentagem do volume ocupado pelos restos de cada cimentação, o dominante primeiro (ver Capítulos 8.4.30 e 8.4.32). Todos os volumes estão em relação a todo o solo. A Figura 8.12 ajuda na estimativa do volume.

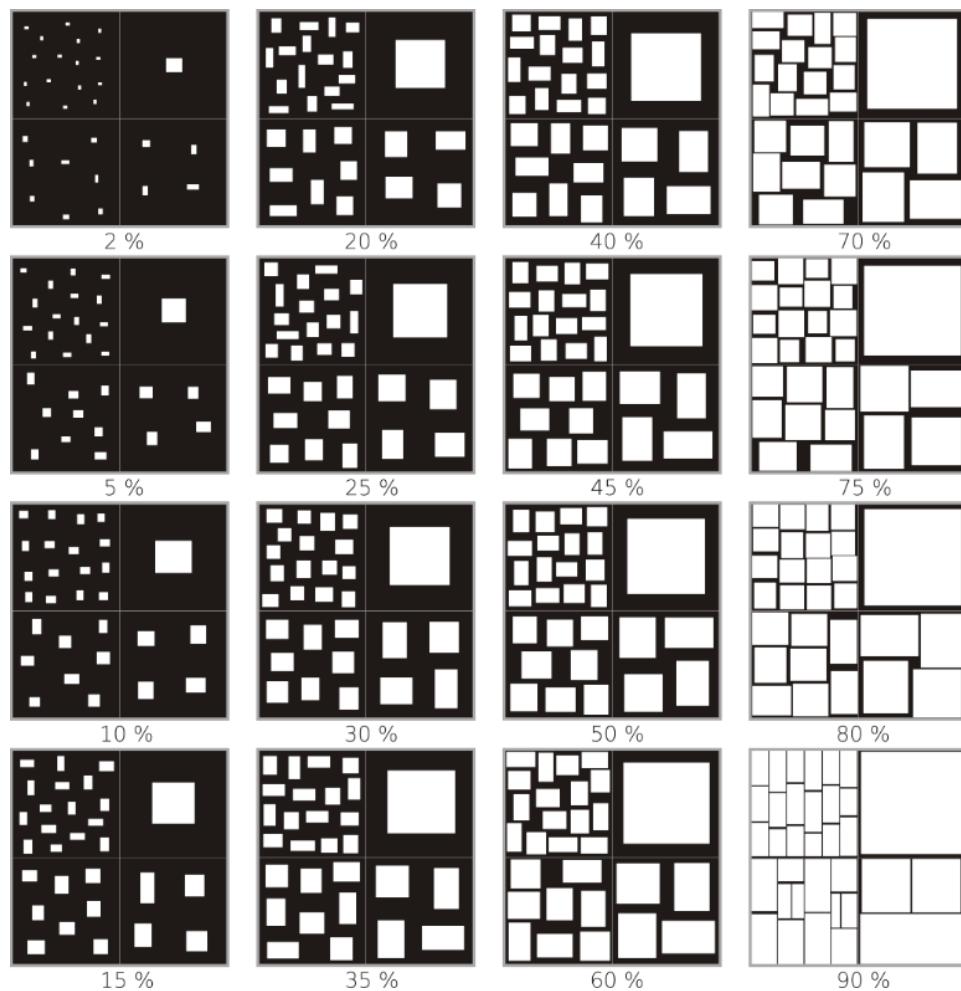


Figura 8.12: Gráficos para estimativa de porcentagens de fragmentos grossos e de restos de camadas cimentadas fragmentadas, FAO (2006), Figura 5, modificado por B. Repe

### Grandes poros livres (interstícios) entre fragmentos grossos

Entre os fragmentos grossos podem existir grandes poros visíveis a olho nu e que não contêm material de solo. Anote a porcentagem total (em volume, em relação a todo o solo).

## 8.4.8 Artefatos (o, m)

*Artefatos* são substâncias sólidas ou líquidas que são

- criados ou substancialmente modificados por seres humanos como parte de um processo de fabricação industrial ou artesanal, ou
- trazidos à superfície pela atividade humana de uma profundidade, onde não foram influenciados por processos superficiais, e depositados em um ambiente onde não ocorrem comumente.

## **Tipos**

Tabela 8.36: Exemplos de artefatos, Schoeneberger et al. (2012), 2-50, modificado

<b>Tipos</b>	<b>Código</b>
Betume (asfalto), contínuo	BT
Betume (asfalto), fragmentos	BF
Carbono pirogênico (carbono negro; por exemplo, carvão vegetal, partículas parcialmente carbonizadas, fuligem)	BC
Escória de caldeira	BS
Cinzas	BA
Tijolos, adobes	BR
Cerâmica	CE
Tecido, tapete	CL
Subprodutos da combustão de carvão (industrial)	CU
Concreto, contínuo	CR
Concreto, fragmentos	CF
Óleo cru	CO
Lascas de ferramenta de pedra	DE
Pedras preparadas ou britadas	DS
Cinzas voláteis	FA
Geomembrana, contínua	GM
Geomembrana, fragmentos	GF
Vidro	GL
Moedas de ouro	GC
Resíduos domésticos (indiferenciados)	HW
Lixo industrial	IW
Pedaços de cal aplicada	LL
Metal	ME
Rejeito de mineração	MS
Rejeito orgânico	OW
Papel, papelão	PA
Placa de gesso	PB
Plástico	PT
Produtos petrolíferos processados	PO
Borracha (pneus etc.)	RU
Madeira tratada	TW
Outro	OT
Nenhum	NO

Nota: Se não for produzido propositadamente por seres humanos, o carbono pirogênico é considerado natural (ver Capítulo 8.4.36).

## **Tamanho**

A Tabela indica o comprimento médio da maior dimensão de *artefatos* sólidos.

Tabela 8.37: Tamanho dos artefatos, FAO (2006), Tabela 27

<b>Tamanho (cm)</b>	<b>Classe de tamanho</b>	<b>Código</b>
≤ 0,2	Terra fina	E
> 0,2 - 0,6	Cascalho fino	F
> 0,6 - 2	Cascalho médio	M
> 2 - 6	Cascalho grosso	C
> 6 - 20	Pedras	S
> 20 - 60	Pedregulhos	B
> 60	Pedregulhos grandes	L

## Abundância (em volume)

Anote a porcentagem total do volume (em relação a todo o solo) ocupado por *artefatos* sólidos. Além disso, anote pelo menos um e até cinco tipos e classes de tamanho e a porcentagem do volume ocupado pelo respectivo tipo e classe de tamanho, primeiro o dominante. A Figura 8.12 ajuda na estimativa do volume. O carbono pirogênico (carbono negro) deve ser adicionalmente relatado como porcentagem da área exposta (em relação à terra fina mais o carbono pirogênico de qualquer tamanho).

## 8.4.9 Textura do solo (m) (\*)

### Frações granulométricas

Tabela 8.38: Frações granulométricas, ISO 11277:2009

Fração granulométrica	Diâmetro das partículas
Terra fina	todas as partículas $\leq$ 2 mm
Areia	$> 63 \mu\text{m}$ - $\leq 2 \text{ mm}$
Areia muito grossa	$> 1250 \mu\text{m}$ - $\leq 2 \text{ mm}$
Areia grossa	$> 630 \mu\text{m}$ - $< 1250 \mu\text{m}$
Areia média	$> 200 \mu\text{m}$ - $\leq 630 \mu\text{m}$
Areia fina	$> 125 \mu\text{m}$ - $\leq 200 \mu\text{m}$
Areia muito fina	$> 63 \mu\text{m}$ - $\leq 125 \mu\text{m}$
Silte	$> 2 \mu\text{m}$ - $\leq 63 \mu\text{m}$
Argila	$\leq 2 \mu\text{m}$

As frações granulométricas até 2 mm são definidas de acordo com o diâmetro equivalente. O diâmetro equivalente é o diâmetro de uma esfera que na análise de sedimentação afunda com a mesma velocidade da respectiva partícula.

O olho humano e o sentido tático dos dedos podem detectar partículas  $> 150$  -  $300 \mu\text{m}$ , dependendo da sensibilidade individual.

### Classes texturais

Anote a classe textural. Observe que a identificação da textura manualmente de acordo com o fluxograma a seguir fornece apenas uma estimativa da textura. Especialmente quando próximo dos limites entre as classes, os resultados podem ser não absolutamente confiáveis. Os iniciantes devem pedir ajuda a cientistas de solo experientes.

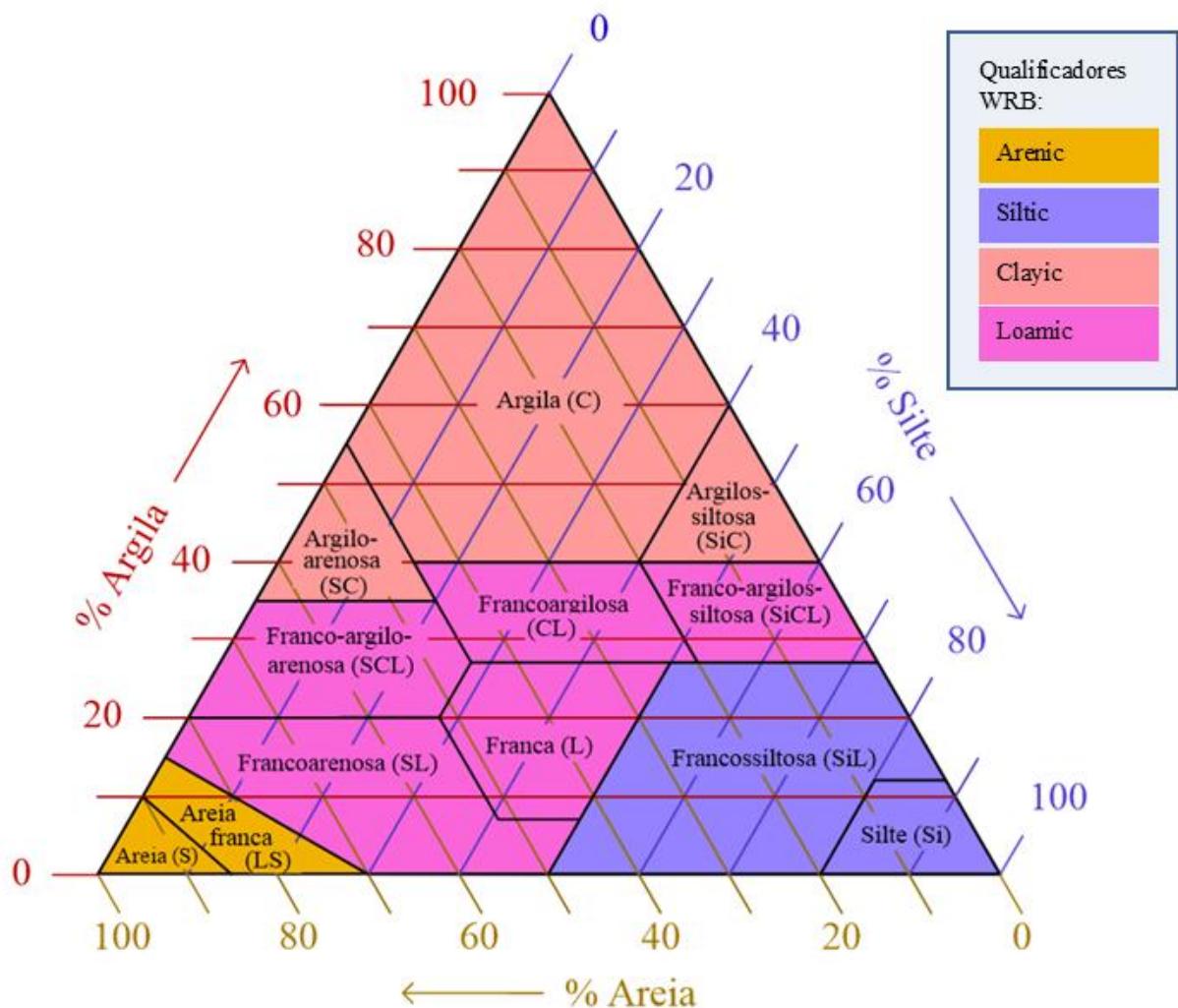


Figura 8.13: Classes texturais, triângulo, Blum et al. (2018), Figura 28, modificado

Tabela 8.39: Classes texturais, Soil Science Division Staff (2017)

Classe textural	% areia	% silte	% argila	Critérios adicionais
Areia (S)	> 85	< 15	< 10	$(\% \text{silte} + 1,5 \times \% \text{argila}) < 15$
Areia franca (LS)	> 70 a ≤ 90	< 30	< 15	$(\% \text{silte} + 1,5 \times \% \text{argila}) \geq 15$ e $(\% \text{silte} + 2 \times \% \text{argila}) < 30$
Silte (Si)	≤ 20	≥ 80	< 12	
Francossiltosa (SiL)	≤ 50	≥ 50 a < 80	< 27	
	≤ 8	≥ 80 a ≤ 88	≥ 12 a ≤ 20	
Francoarenosa (SL)	> 52 a ≤ 85	≤ 48	< 20	$(\% \text{silte} + 2 \times \% \text{argila}) \geq 30$
	> 43 a ≤ 52	≥ 41 a < 50	< 7	
Franca (L)	> 23 a ≤ 52	≥ 28 a < 50	≥ 7 a < 27	
Franco-argiloarenosa (SCL)	> 45 a ≤ 80	< 28	≥ 20 a < 35	
Franco-argilosiltosa (SiCL)	≤ 20	> 40 a ≤ 73	≥ 27 a < 40	
Francoargilosa (CL)	> 20 a ≤ 45	> 15 a < 53	≥ 27 a < 40	
Argiloarenosa (SC)	> 45 a ≤ 65	< 20	≥ 35 a < 55	
Argilosiltosa (SiC)	≤ 20	≥ 40 a ≤ 60	≥ 40 a ≤ 60	
Argila (C)	≤ 45	< 40	≥ 40	

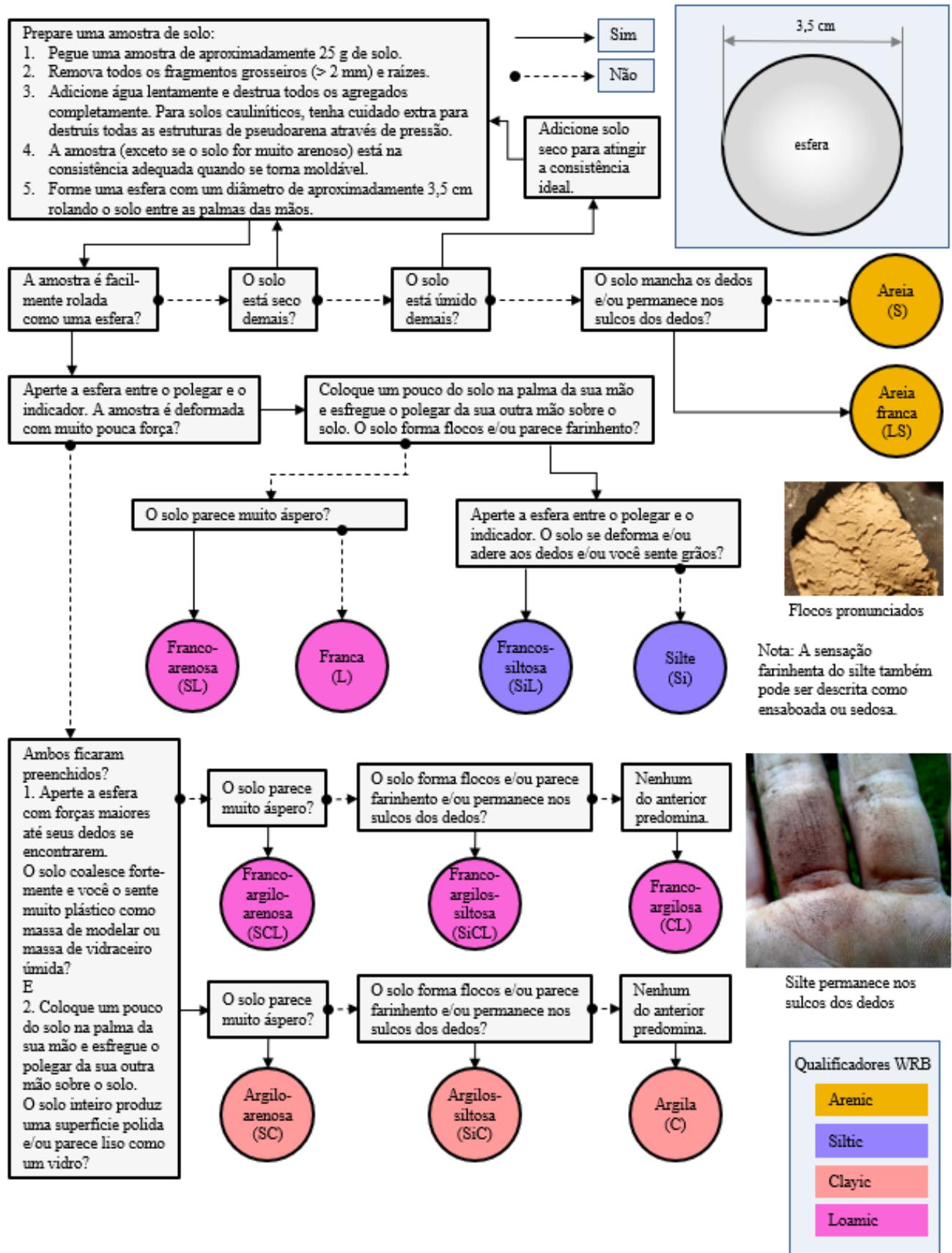


Figura 8.14: Classes texturais, fluxograma, ideias adaptadas de  
 - Natural England Technical Information Note TIN037 (2008)  
 - Thien (1979)

## Subclasses das classes texturais areia e areia franca

Se a camada pertencer às classes texturais areia ou areia franca, anote a subclasse. As subfracções granulométricas de areia são detectadas por estimativa visual dos diâmetros dos grãos ou por análise laboratorial. As subclasses de textura areia muito fina e areia franca muito fina tendem a parecer farinhentas, enquanto todas as subclasses mais grossas parecem granuladas.

*Tabela 8.40: Subclasses das classes texturais areia e areia franca, Soil Science Division Staff (2017), modificado; as porcentagens das subfracções de areia estão em relação a toda a terra fina (não em relação à areia).*

% areia muito grossa e grossa	% areia média	% soma de areia muito grossa, grossa e média	% areia fina	% areia muito fina	Tato	Subclasses da classe textural areia	Subclasses da classe textural areia franca
≥ 25	< 50	Não definido	< 50	< 50	Granulado	areia grossa (CS)	areia franca grossa (LCS)
< 25	Não definido	≥ 25	< 50	< 50	Granulado	areia média (EM)	areia franca média (LMS)
≥ 25	≥ 50	Não definido	Não definido	Não definido			
Não definido	Não definido	Não definido	≥ 50	Não definido	Granulado	areia fina (FS)	areia franca fina (LFS)
Não definido	Não definido	< 25	Não definido	< 50			
Não definido	Não definido	Não definido	Não definido	≥ 50	Tendendo a ser farinhento	areia muito fina (VFS)	areia franca muito fina (LVFS)

## 8.4.10 Estrutura (m)

Estrutura é o arranjo espacial dos constituintes sólidos e os poros. Se isto for, pelo menos parcialmente, resultado de processos de formação do solo, é chamado **estrutura do solo**. Caso contrário, é **estrutura da rocha**. Estrutura refere-se à terra fina. A estrutura é relatada para camadas minerais. Além disso, a estrutura é relatada para camadas orgânicas hidromórficas drenadas.

O **agregado do solo** é um corpo estrutural discreto que pode ser claramente distinguido do seu entorno e que resulta de processos de formação do solo. Se uma força for aplicada a uma amostra e a amostra quebrar ao longo de superfícies naturais de fraqueza, ela é composta de agregados. Se a amostra quebrar exatamente onde a força é aplicada, a estrutura é **maciça** (coerente). Se não houver coerência entre as partículas, a estrutura é do tipo **grãos simples**. A perturbação humana pode criar elementos estruturais artificiais, chamados **torrões**.

Agregados não perturbados e estrutura não agregada são chamados de estrutura de primeiro nível. Uma camada maciça e agregados dos tipos poliédrico, blocos subangulares, blocos angulares, prismático, colunar, laminar, e em forma de cunha, podem se quebrar em agregados de uma estrutura de segundo nível e ainda mais em agregados de uma estrutura de terceiro nível. A estrutura de segundo nível e a estrutura de terceiro nível podem ser do(s) mesmo(s) tipo(s) que a estrutura de primeiro nível ou de uma diferente.

Use a pá, retire uma amostra grande, certifique-se de que os agregados da estrutura de primeiro nível, se

presentes, não sejam perturbados e observe a estrutura. Anote o tipo, se presente, até três, primeiro o dominante. Para agregados e elementos estruturais artificiais, anote o grau, a penetrabilidade para as raízes e a classe de tamanho, para cada tipo separadamente. Se aplicável, anote duas classes de tamanho, a dominante primeiro. Anote para cada classe de tipo e tamanho a abundância (como porcentagem em volume da camada).

Da estrutura de primeiro nível, pegue algumas unidades de prova de cada tipo (se houver mais de uma classe de tamanho de um tipo, pegue apenas a maior) e tente quebrá-las com pouca força. Se aparecerem agregados de uma estrutura de segundo nível, anote o tipo, se houver, até dois, primeiro o dominante. Para cada tipo, anote separadamente o grau, a penetrabilidade para as raízes e a classe de tamanho. Se aplicável, anote duas classes de tamanho, a dominante primeiro. Anote para cada tipo e classe de tamanho a abundância (em porcentagem em volume da respetiva estrutura de primeiro nível).

Da estrutura de segundo nível, pegue algumas unidades de prova de cada tipo (se houver mais de uma classe de tamanho de um tipo, pegue apenas a maior) e tente quebrá-las com pouca força. Se aparecerem agregados de uma estrutura de terceiro nível, anote o tipo, o grau, a penetrabilidade para as raízes e a classe de tamanho. Se aplicável, anote duas classes de tamanho, a dominante primeiro. Anote para cada classe de tamanho a abundância (em porcentagem em volume da respetiva estrutura de segundo nível).

## Tipos

A Figura 8.15 explica alguns termos gerais de descrição dos agregados do solo.

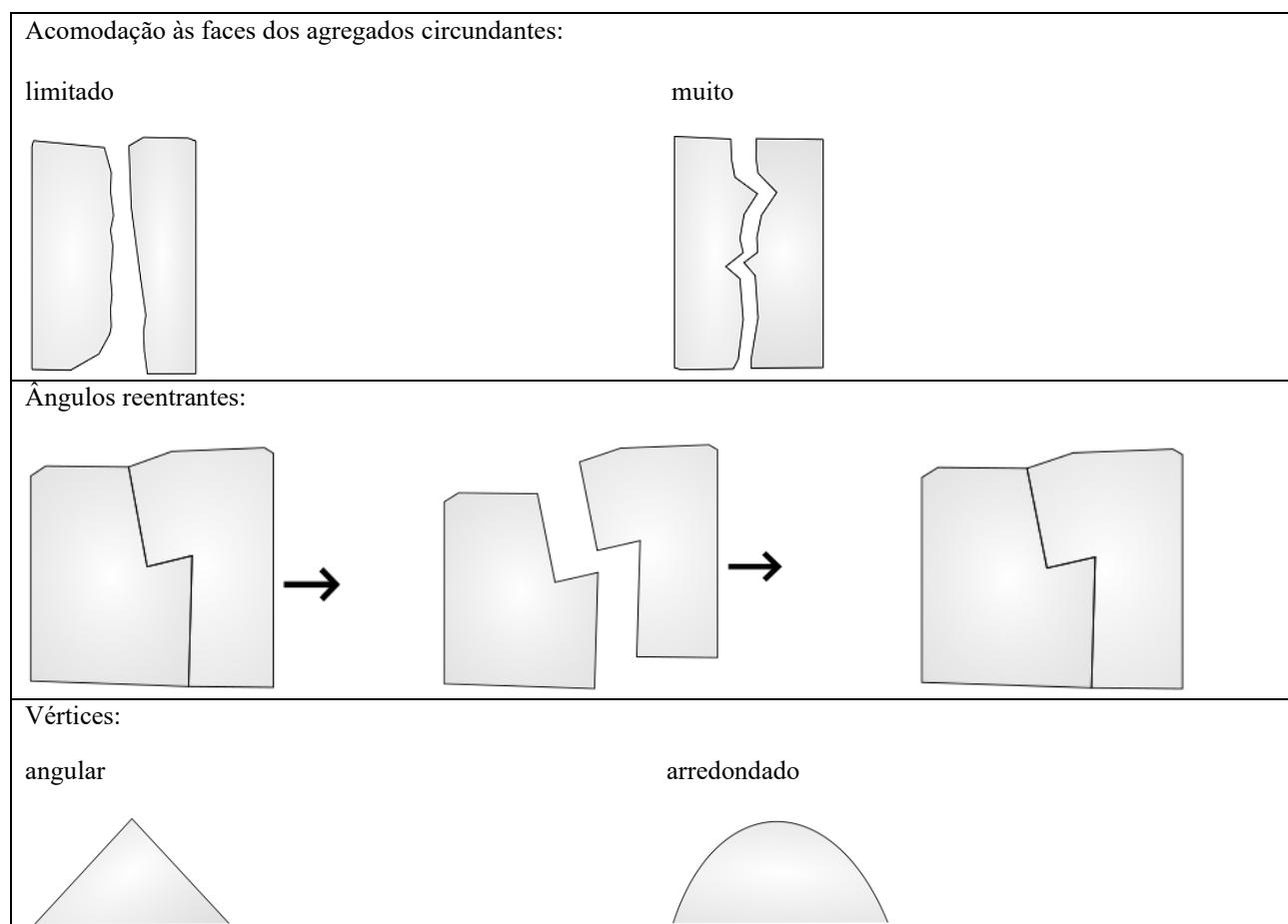
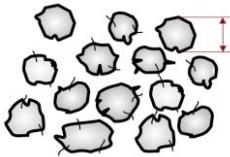
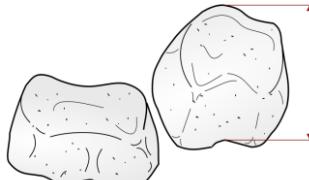
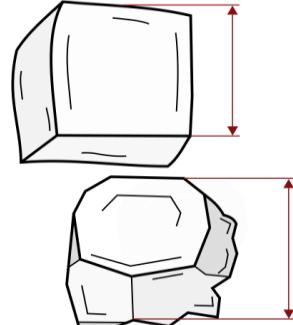
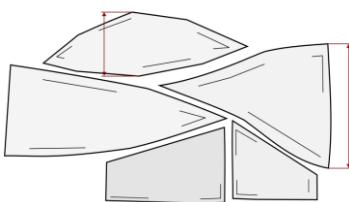
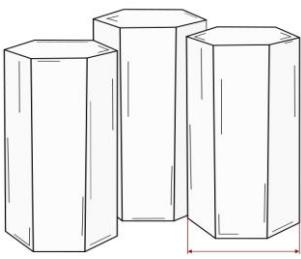
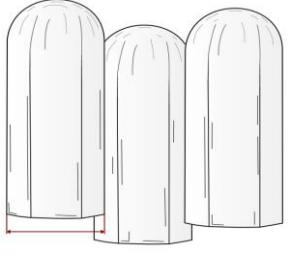
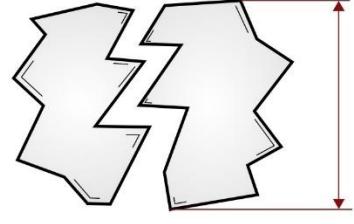
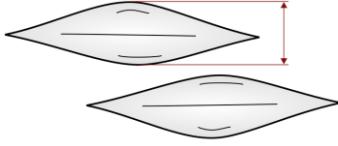
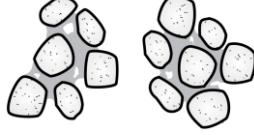


Figura 8.15: Termos gerais de descrição dos agregados do solo

Tabela 8.41: Tipos de estrutura, descrições, Schoeneberger et al. (2012), 2-53, FAO (2006), Tabela 49, National Committee on Soil an Terrain (2009), 171-181, modificado

Granular	 <p>Esferoidal; biogênico; muitos poros visíveis; delimitado por faces curvas ou muito irregulares; acomodação limitada às faces dos agregados circundantes</p>
Blocos subangulares	 <p>Delimitado por faces rugosas onduladas; número de faces variável; muitos vértices arredondados; acomodação limitada às faces dos agregados circundantes</p>
Blocos angulares	 <p>Delimitado por faces relativamente planas, lisas e aproximadamente iguais; número de faces variável; a maioria dos vértices angulares; geralmente muita acomodação às faces dos agregados circundantes</p>
Lenticular	 <p>Delimitado por faces curvas; agregados sobrepostos em forma de lente, geralmente paralelos à superfície do solo, que são grossos no centro e afunilam em direção às bordas; geralmente muita acomodação às faces dos agregados circundantes; (formado por processos de geada ativos ou relictuais)</p>
Em forma de cunha	 <p>Delimitado por faces planas; cunhas ou lentes interligadas que terminam em vértices angulares pronunciados; as extremidades dos vértices podem estar faltando; muita acomodação às faces dos agregados circundantes (típico para estrutura de primeiro ou segundo nível em <i>horizontes vérticos</i>)</p>

Prismática		Delimitado por faces relativamente planas; unidades alongadas verticalmente com vértices angulares e topos planos; muita acomodação às faces dos agregados circundantes
Colunar		Delimitado por faces relativamente planas; unidades alongadas verticalmente com vértices angulares a arredondados e topos arredondados (cúpulas)
Poliédrica		Delimitado por faces relativamente planas, lisas e desiguais; mais de seis faces; a maioria dos vértices angulares; geralmente muita acomodação às faces dos agregados circundantes; ângulos reentrantes entre faces adjacentes (típico para estrutura de segundo nível em <i>horizontes níticos</i> )
Borda plana		Delimitado por faces curvas; agregados em forma de lente que são grossos no centro e afunilam em direção às bordas; acomodação limitada às faces dos agregados circundantes (típico para estrutura de segundo nível em <i>horizontes níticos</i> )
Pseudoareia/Pseudosiltite		Unidades esferoidais de tamanho areia e silte, compostas por complexos de óxidos y caulinita; os complexos podem estar interligados entre si; a avaliação da textura de forma manual de acordo com o Capítulo 8.4.9 primeiro produz a impressão de uma dominância de areia e silte e após manuseio prolongado é evidenciada a dominância de argila
Laminar		Delimitado por faces horizontais relativamente planas; muita acomodação às faces dos agregados circundantes

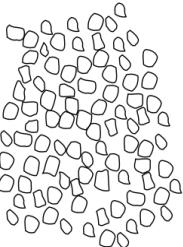
Grãos simples		Totalmente não coerente, por exemplo, areia solta
Maciça		O material é uma massa coerente (não necessariamente cimentada)
Torrões		Torrões artificiais criados por perturbação; por exemplo, aração

Tabela 8.42: Tipos de estrutura, formação e códigos

Tipo	Formação	Código
Granular	Estrutura do solo com agregados, natural	GR
Blocos subangulares	Estrutura do solo com agregados, natural	BS
Blocos angulares	Estrutura do solo com agregados, natural	BA
Lenticular	Estrutura do solo com agregados, natural	LC
Em forma de cunha	Estrutura do solo com agregados, natural	WE
Prismática	Estrutura do solo com agregados, natural	PR
Colunar	Estrutura do solo com agregados, natural	CO
Poliédrica	Estrutura do solo com agregados, natural	PH
Borda plana	Estrutura do solo com agregados, natural	FE
Pseudoareia/Pseudosilte	Estrutura do solo com agregados, natural	PS
Laminar	Estrutura do solo com agregados, natural ou resultante de pressão artificial	PL
Grãos simples	Sem unidades estruturais, estrutura da rocha, herdada do material de origem	SR
	Sem unidades estruturais, estrutura do solo, resultante de processos de formação do solo, como perda de matéria orgânica e/ou óxidos e/ou minerais de argila ou perda de estratificação	SS
Maciça	Sem unidades estruturais, estrutura da rocha, herdada do material de origem, estrutura que não muda com a umidade do solo, não ou apenas levemente intemperizado quimicamente	MR
	Sem unidades estruturais, estrutura da rocha, herdada do material de origem, estrutura que não muda com a umidade do solo, fortemente intemperizado quimicamente (por exemplo, saprolito)	MW
	Sem unidades estruturais, estrutura do solo, presente quando úmido e mudando para estrutura do solo com agregados quando seco	MS
Estratificada	Sem unidades estruturais, estrutura da rocha, estratificação visível por sedimentação	ST
Torrões	Elementos estruturais artificiais	CL

## Grau

Tabela 8.43: Grau das unidades estruturais, Soil Science Division Staff (2017), 159f, modificado

Critério	Grau	Código
As unidades são pouco observáveis no local. Quando suavemente perturbado, o material do solo se divide em uma mistura de unidades inteiras e quebradas, a maioria das quais não apresenta superfícies de fraqueza. As superfícies diferem de alguma forma dos interiores.	Fraco	W
As unidades são bem formadas e evidentes no lugar. Quando perturbado, o material do solo se divide em uma mistura de unidades inteiras, algumas unidades quebradas e material que não está em unidades. Agregados se separam de agregados adjacentes para revelar faces quase completas que possuem propriedades distintas daquelas de superfícies fraturadas.	Moderado	M
As unidades são distintas no local. Quando perturbados, eles se separam de forma limpa, principalmente em unidades inteiras. Os agregados têm propriedades de superfície distintas.	Forte	S

## Penetrabilidade para as raízes

Grandes agregados do solo podem ter uma borda externa densa que não permite a entrada de raízes.

Tabela 8.44: Penetrabilidade dos agregados para as raízes

Critério	Código
Todos os agregados com borda externa densa	P
Alguns agregados com borda externa densa	S
Nenhum agregado com borda externa densa	N

## Tamanho

A dimensão em que deve ser anotada é indicada na Tabela 8.41 por linhas e seta.

Tabela 8.45: Tamanho dos agregados, Schoeneberger et al. (2012), 2-55, FAO (2006), Tabela 50, modificado

Critério: tamanho da unidade estrutural (mm)			Classe de tamanho	Código
Granular, bordas planas, laminar	Blocos subangulares, blocos angulares, lenticular, poliédrica, torrões	Em forma de cunha, prismática, colunar		
≤ 1	≤ 5	≤ 10	Muito fino	VF
> 1 - 2	> 5 - 10	> 10 - 20	Fino	FI
> 2 - 5	> 10 - 20	> 20 - 50	Médio	ME
> 5 - 10	> 20 - 50	> 50 - 100	Grosso	CO
> 10 - 20	> 50 - 100	> 100 - 300	Muito grosso	VC
> 20	> 100	> 300	Extremamente grosso	EC

## Inclinação de agregados em forma de cunha

Se houver agregados em forma de cunha, anote o volume (em porcentagem), ocupado por agregados em forma de cunha inclinados entre  $\geq 10^\circ$  e  $\leq 60^\circ$  da horizontal.

## 8.4.11 Poros e fendas (visão geral)

O solo tem vazios cheios de ar ou água, que são:

- Intersticial (vazios de empacotamento primário)
- Poros não matriciais (tubulares, tubulares dendríticos, vesiculares, irregulares)
- Interestrutural (fraturas entre agregados do solo, que podem ser inferidas a partir da descrição da estrutura

do solo)

- Fendas (fissuras que não sejam atribuídas à estrutura do solo).

Relatamos apenas os poros não matriciais e fendas.

### 8.4.12 Poros não matriciais (m)

#### Tipos

Tabela 8.46: Tipos de poros não matriciais, Schoeneberger et al. (2012), 2-73, modificado

Critério	Tipos	Código
Poros cilíndricos e alongados; por exemplo, túneis de vermes	Tubular	TU
Poros cilíndricos, alongados e ramificados; por exemplo, canais de raízes vazios	Tubular dendrítico	DT
Poros ovoides a esféricos; por exemplo, pseudomorfos solidificados de bolhas de gás aprisionadas concentradas abaixo de uma crosta; mais comum em ambientes áridos e semiáridos e em solos com <i>permafrost</i>	Vesicular	VE
Cavidades e câmaras não conectadas; por exemplo, vesículas; várias formas	Irregular	IG
Sem poros não matriciais		NO

Os poros tubulares e tubulares dendríticos são comumente chamados de **bioporos**.

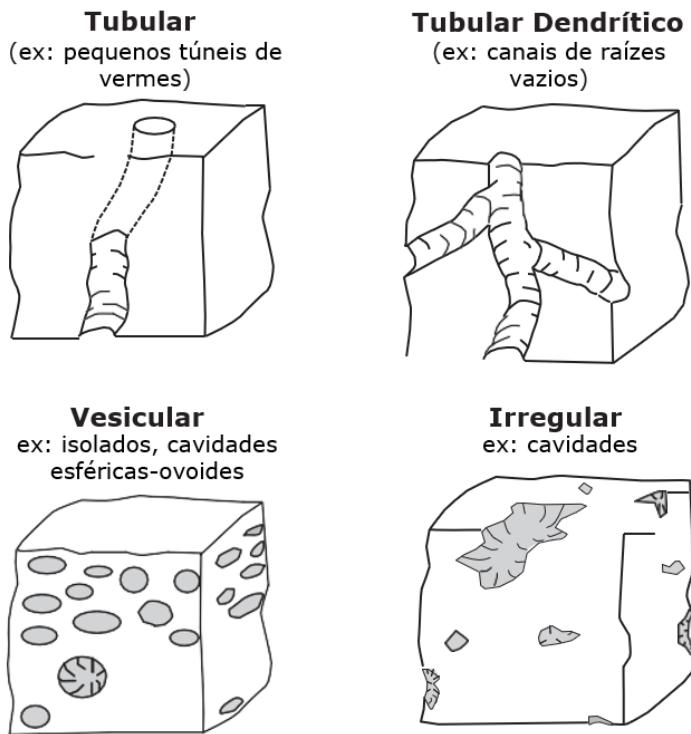


Figura 8.16: Tipos de poros não matriciais, Schoeneberger et al. (2012), 2-74

#### Tamanho e abundância

Tabela 8.47: Tamanho dos poros, Schoeneberger et al. (2012), 2-70

Diâmetro	Área de solo a ser avaliada	Classe de tamanho	Código
$\leq 1$ mm	$1 \text{ cm}^2$	Muito fino	VF
$> 1 - 2$ mm	$1 \text{ cm}^2$	Fino	FI
$> 2 - 5$ mm	$1 \text{ dm}^2$	Médio	ME
$> 5 - 10$ mm	$1 \text{ dm}^2$	Grosso	CO
$> 10$ mm	$1 \text{ m}^2$	Muito grosso	VC

Tabela 8.48: Abundância de poros, Schoeneberger et al. (2012), 2-70, modificado

Número	Classe de abundância	Código
≤ 1	Muito pouco	V
> 1 - 3	Pouco	F
> 3 - 5	Comum	C
> 5	Muitos	M

Anote todos os tipos de poros não matriciais aplicáveis. Para cada tipo e classe de tamanho, conte o número de poros na área avaliada. Para cada tipo, anote a classe de tamanho dominante (classe de tamanho que possui o maior número de poros). Para cada tipo, calcule a soma dos poros nas classes de tamanho e anote a classe de abundância.

Exemplo:

Muito fino: 0

Fino: 2

Médio: 2

Grosso: 1

Muito grosso: 0

A soma é 5 e a classe de abundância é Comum.

### 8.4.13 Fendas (o, m)

Anote a persistência e a continuidade.

#### Persistência

Tabela 8.49: Persistência de fendas, Schoeneberger et al. (2012), 2-76

Critério	Código
Reversível (abre e fecha com mudança de umidade do solo)	RT
Irreversível (persiste o ano todo)	IT
Sem fendas	NO

#### Continuidade

Tabela 8.50: Continuidade de fendas

Critério	Código
Todas as fendas continuam na camada subjacente	AC
Pelo menos metade, mas nem todas as fendas continuam na camada subjacente	HC
Pelo menos uma, mas menos da metade das fendas continuam na camada subjacente	SC
As fendas não continuam na camada subjacente	NC

#### Largura e abundância

Anote a largura média em mm e o número de fendas. Conte as fendas em 1 m horizontalmente; use o centro vertical da camada.

### 8.4.14 Feições de estresse (m)

As feições de estresse resultam de agregados do solo que são pressionados uns contra os outros devido à expansão das argilas. As superfícies dos agregados podem ser brilhantes. Existem dois tipos: as superfícies de compressão que não deslizam umas sobre as outras e não apresentam estrias, e as superfícies de fricção

(*slickensides*) que deslizam umas sobre as outras e apresentam estrias. As estrias se desenvolvem se os grãos de areia (ou silte) são movidos com forte pressão ao longo das superfícies dos agregados. As feições de estresse não diferem em cor da matriz (ver Capítulo 8.4.17). Uma lupa de mão (máximo 10x) pode ser útil. Anote a abundância de

- Superfícies de compressão em % das superfícies dos agregados do solo
- Superfícies de fricção (*slickensides*) em % das superfícies dos agregados do solo.

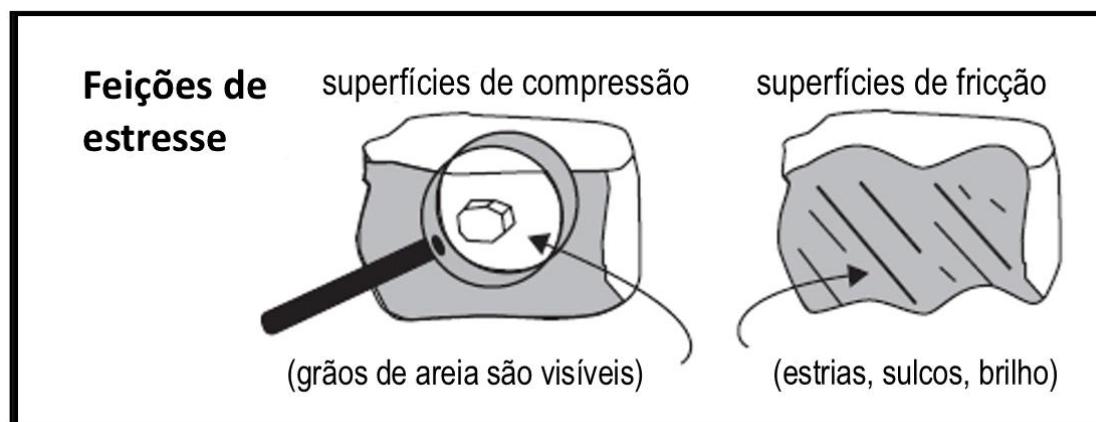


Figura 8.17: Tipos de feições de estresse, Schoeneberger et al. (2012), 2-34

#### 8.4.15 Concentrações (visão geral)

As definições a seguir se aplicam a concentrações, por exemplo, concentrações redox ou carbonatos secundários (algumas concentrações podem não apresentar todos os tipos listados abaixo). Para classes de cimentação ver Capítulo 8.4.30.

Tabela 8.51: Tipos de concentrações (visão geral), Soil Science Division Staff (2017), página 174f

Descrição	Designação
Corpo arredondado, pelo menos fracamente cimentado, que pode ser removido como unidade discreta, com organização interna na forma de camadas concêntricas visíveis a olho nu	Concreção
Corpo arredondado, pelo menos fracamente cimentado, que pode ser removido como unidade discreta, sem organização interna evidente	Nódulo
Corpo longitudinal de qualquer classe de cimentação	Filamento
Corpo não cimentado ou extremamente fracamente cimentado, de várias formas, que não pode ser removido como unidade discreta	Massa
Cobrindo as superfícies dos fragmentos grossos, restos de camadas cimentadas fragmentadas, agregados ou paredes dos poros	Revestimento

#### 8.4.16 Cor do solo (visão geral)

Em geral, a cor do solo pode ser uma propriedade das quatro seguintes características do solo:

- Matriz (ver Capítulo 8.4.17 e Capítulo 8.4.18)
- Variegados litogênicos (ver Capítulo 8.4.19)
- Feições redoximórficas, resultantes de processos redox (ver Capítulo 8.4.20)
- Feições não redoximórficas, resultantes de outros processos pedogênicos:
  - intemperismo inicial (ver Capítulo 8.4.22)
  - revestimentos e pontes de argila (ver Capítulo 8.4.23)
  - grãos de areia e/ou de silte grosso não revestidos (ver Capítulo 8.4.23)

- acumulações em forma de fita (ver Capítulo 8.4.24)
- carbonatos secundários (ver Capítulo 8.4.25)
- gesso secundário (ver Capítulo 8.4.26)
- sílica secundária (ver Capítulo 8.4.27)
- sais facilmente solúveis (ver Capítulo 8.4.28)
- acumulações de matéria orgânica (ver Capítulo 8.4.36)

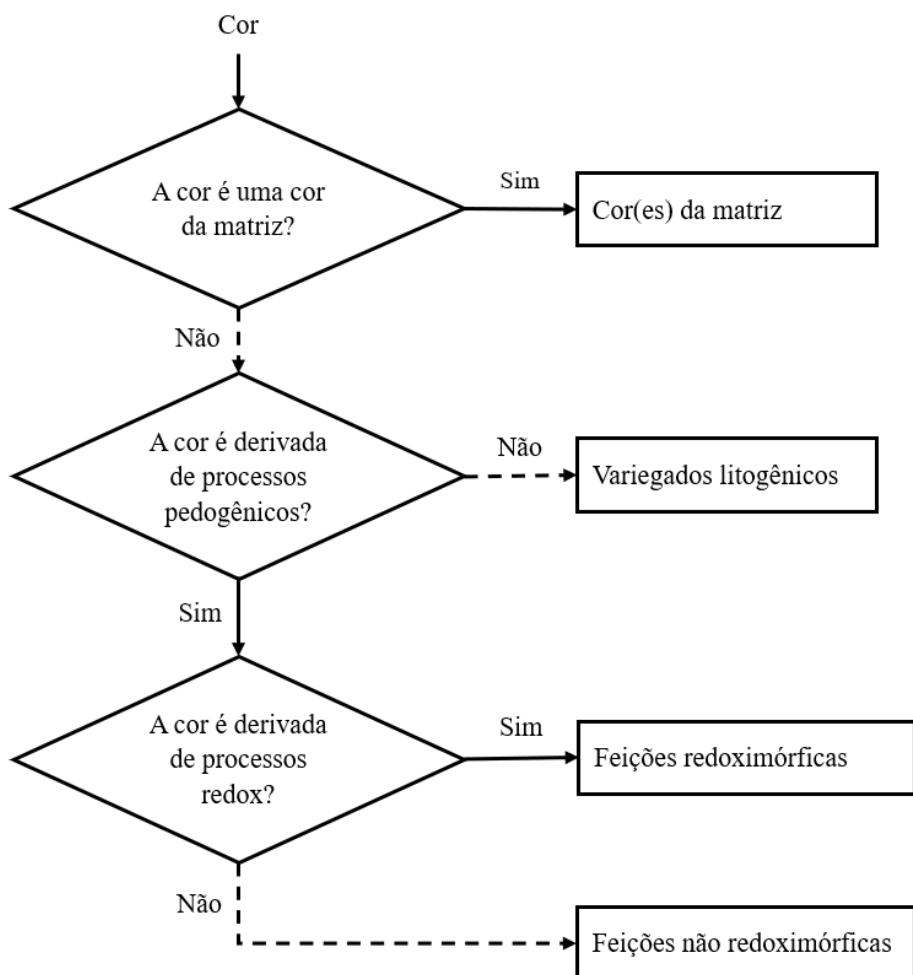


Figura 8.18: Fluxograma de cor, Schoeneberger et al. (2012), 2-8, modificado

Use a Carta de Cores de Munsell. Pegue uma amostra recém coletada, amasse levemente e observe a cor na sombra (tanto os seus olhos quanto a página da carta de cores na sombra) e não na meia luz. Anote matiz, valor e croma. A cor da matriz e a cor das feições reductimórficas são registradas duas vezes, úmida e (se possível) seca, as demais cores apenas no estado úmido. O estado úmido corresponde à capacidade de campo, que é obtida com precisão suficiente umedecendo a amostra e lendo a cor assim que os filmes visíveis de umidade desaparecem.

#### 8.4.17 Cor da matriz (m) (\*)

Anote a cor da matriz do solo. Se houver mais de uma cor de matriz, anote até três, a dominante primeiro, e forneça a porcentagem da área exposta.

O intemperismo químico avançado sem alteração física, especialmente sem turbação, resulta em saprolito

(ver Capítulo 8.4.10). De acordo com os minerais presentes, pode resultar um padrão de cor. Essas cores são relatadas como cores de matriz.

#### 8.4.18 Combinações de partes de cor mais escura e textura mais fina e partes de cor mais clara e textura mais grossa (m)

Se uma camada consistir em partes de cor mais escura e textura mais fina e partes de cor mais clara e textura mais grossa que não formam camadas horizontais, mas podem ser facilmente distinguidas, descreva-as separadamente. Use linhas separadas na Folha de Descrição do Solo (Anexo 4, Capítulo 11) e forneça uma descrição completa. As cores principais são consideradas cores de matriz.

Para as partes com textura mais grossa, anote adicionalmente as seguintes características:

- a porcentagem (por área exposta) ocupada por partes de textura mais grossa de qualquer orientação (vertical, horizontal, inclinada) com largura  $\geq 0,5$  cm
- a porcentagem (por área exposta) ocupada por línguas verticais contínuas de partes de textura mais grossa com extensão horizontal  $\geq 1$  cm (se essas línguas estiverem ausentes, anote 0%)
- a faixa de profundidade em cm, onde essas línguas cobrem  $\geq 10\%$  da área exposta (se se estendem por várias camadas, o comprimento só é informado na descrição dessa camada, onde começam no limite superior da camada).

No meio da camada, prepare uma superfície horizontal, 50 cm x 50 cm, e anote a porcentagem (por área horizontal coberta) das partes com textura mais grossa.

#### 8.4.19 Variegados litogênicos (m)

Anote cor, classe de tamanho e abundância. Se ocorrer mais de uma cor, anote até três, a dominante primeiro, e forneça classe de tamanho e abundância para cada cor separadamente.

##### Cor

Anote a cor de acordo com a Carta de Cores de Munsell. Escreva ‘Nenhum’ se não houver variegados litogênicos.

##### Tamanho

A Tabela indica o comprimento médio da maior dimensão.

Tabela 8.52: Tamanho dos variegados litogênicos, FAO (2006), Tabela 33

Tamanho (mm)	Classe de tamanho	Código
$\leq 2$	Muito fino	V
$> 2 - 6$	Fino	F
$> 6 - 20$	Médio	M
$> 20$	Grosso	C

##### Abundância (por área exposta)

Anote a porcentagem de abundância.

#### 8.4.20 Feições redoximórficas (m)

As feições redoximórficas (feições reductimórficas mais feições oximórficas) são o resultado de processos de redução ou de redução e subsequentes processos de reoxidação. As feições oximórficas mostram o acúmulo de substâncias em estado oxidado (concentrações) e geralmente apresentam matiz mais vermelho, croma

mais alto e valor mais baixo do que o material circundante, enquanto as feições reductimórficas apresentam características opostas. As partes do solo que apresentam feições reductimórficas podem conter substâncias em estado reduzido ou podem tê-las perdido.

Anote substância, localização, classe de tamanho (até duas, a dominante primeiro), classe de cimentação e abundância para cada cor separadamente, para até três cores, a dominante primeiro. A substância para feições oximórficas é sempre relatada, para feições reductimórficas apenas em alguns casos. A classe de tamanho é relatada apenas para feições oximórficas dentro dos agregados do solo. A cimentação é relatada apenas para feições oximórficas. A abundância é relatada como porcentagem da área exposta.

### Cor (\*)

Anote a cor de acordo com a Carta de Cores de Munsell. Escreva 'Nenhuma' se não houver feições redoximórficas.

### Substância (\*)

*Tabela 8.53: Substâncias de feições oximórficas*

Substância	Código
Óxidos de Fe	FE
Óxidos de Mn	MN
Óxidos de Fe e Mn	FM
Jarosita	JA
Schwertmannita	SM
Sulfatos de Fe e Al (não especificados)	AS

O termo “óxidos”, tal como aqui utilizado, inclui hidróxidos e óxido-hidróxidos. O termo “sulfatos” inclui hidroxissulfatos.

*Tabela 8.54: Substâncias de feições reductimórficas*

Substância	Código
Sulfetos de Fe	FS
Nenhuma acumulação visível	NV

### Localização (\*)

*Tabela 8.55: Localização de feições oximórficas*

Localização	Código
Partes internas	Dentro dos agregados do solo: massas
	Dentro dos agregados do solo: concreções
	Dentro dos agregados do solo: nódulos
	Dentro dos agregados do solo: concreções e/ou nódulos (não é possível distinguir)
Partes externas	Nas superfícies dos agregados do solo
	Adjacente às superfícies dos agregados do solo, infundidos na matriz (hipocamadas)
	Nas paredes dos bioporos, revestindo toda a superfície da parede
	Nas paredes dos bioporos, sem revestir toda a superfície da parede
	Adjacente aos bioporos, infundido na matriz (hiporevestimentos)
Aleatório (não associado às superfícies dos agregados ou poros)	Distribuído pela camada, sem ordem visível
	Distribuído pela camada, circundando áreas com feições reductimórficas
	Por toda a camada

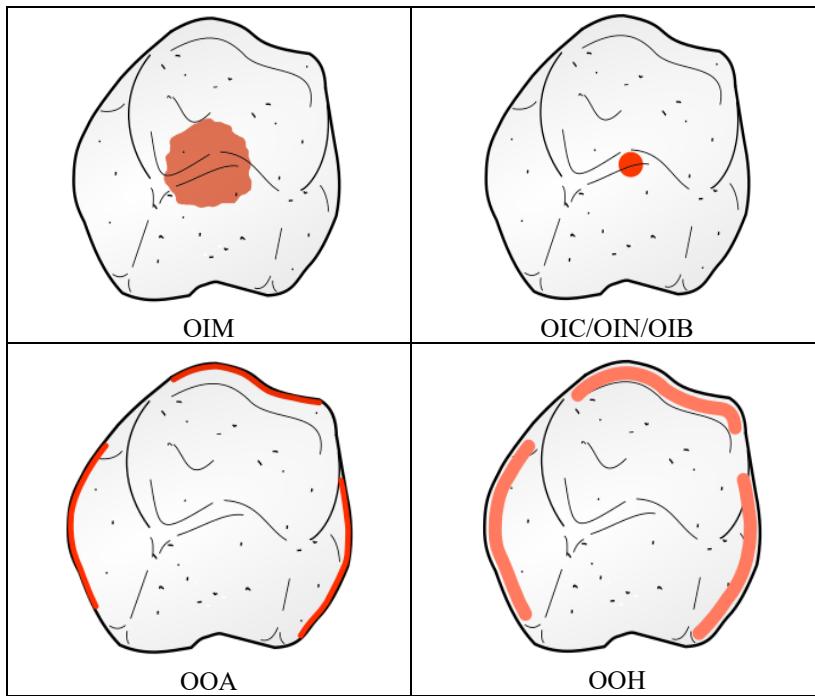


Figura 8.19: Localização de algumas feições oximórficas

Tabela 8.56: Localização de feições reductimórficas

Localização		Código
Partes internas	Dentro dos agregados do solo	RIA
Partes externas	Nas partes externas dos agregados do solo	ROA
	Ao redor dos bioporos, envolvendo todos os poros	ROE
	Ao redor dos bioporos, não envolvendo todos os poros	RON
	Distribuído pela camada, sem ordem visível	RRN
Aleatório (não associado às superfícies dos agregados ou poros)	Distribuído pela camada, circundando áreas com feições oximórficas	RRS
	Por toda a camada	RRT

### Tamanho das feições oximórficas (\*)

A Tabela indica o comprimento médio da maior dimensão.

Tabela 8.57: Tamanho das feições oximórficas, FAO (2006), Tabela 33

Tamanho (mm)	Classe de tamanho	Código
$\leq 2$	Muito fino	VF
$> 2 - 6$	Fino	FI
$> 6 - 20$	Médio	ME
$> 20 - 60$	Grosso	CO
$> 60$	Muito grosso	VC

### Classe de cimentação de feições oximórficas (\*)

Se uma amostra intacta não for obtida, as feições oximórficas não são cimentadas. Caso contrário, retire a feição, aplique força perpendicular à sua maior dimensão, observe a força necessária para a ruptura e anote a classe de cimentação.

Tabela 8.58: Consistência de feições oximórficas, Schoeneberger et al. (2012), 2-63

Critério	Classe	Código
Amostra intacta não obtida ou força muito leve entre os dedos, < 8 N	Não cimentado	NC
Leve força entre os dedos, 8 - < 20 N	Cimentação extremamente fraca	EWC
Força moderada entre os dedos, 20 - < 40 N	Cimentação muito fraca	VWC
Força forte entre os dedos, 40 - < 80 N	Fracamente cimentado	WEC
Não rompe ao aplicar força entre os dedos, $\geq 80$ N	Moderadamente ou mais cimentado	MOC

### Abundância (por área exposta)

Anote a abundância total das partes com feições oximórficas e a abundância total das partes com feições reductimórficas, tanto para locais internos, externos e aleatórios, separadamente. Reportá-los como porcentagem da área exposta (em relação à terra fina mais as feições oximórficas de qualquer tamanho e qualquer classe de cimentação).

### Abundância de feições oximórficas cimentadas (em volume)

Este parágrafo refere-se a feições oximórficas cimentadas com classe de cimentação de pelo menos moderadamente cimentada e um diâmetro  $> 2$  mm. Compreendem concreções e nódulos (ver acima) e restos de camada quebrada que foi cimentada por óxidos de Fe. Anote a abundância como porcentagem em volume (em relação a todo o solo).

### 8.4.21 Potencial redox e condições redutoras (o, m)

O potencial redox do solo (Eh) expressa a razão entre as concentrações de substâncias oxidadas e reduzidas e é medido em milivolts (mV). Nos solos, os potenciais redox variam de +800 mV a -350 mV. Um baixo potencial redox indica fortes condições redutoras. Ao abrir uma trincheira de perfil, o oxigênio obtém acesso à parede do perfil, o que leva a uma rápida oxidação das substâncias reduzidas expostas e a subsequente alteração do potencial redox na parede do perfil.

#### Meça o potencial redox e calcule o valor de rH

Para medir o potencial redox (Blume et al., 2011; FAO, 2006) são necessários os seguintes equipamentos:

- uma haste pontiaguda de aço inoxidável de 4 a 5 mm de diâmetro, longa o suficiente para atingir a profundidade desejada do solo
- um tubo de plástico perfurado de 15 a 20 mm de diâmetro e de comprimento correspondente à profundidade de medição
- solução concentrada de KCl, fixada com ágar
- um eletrodo Pt
- um eletrodo de referência, por exemplo, com Ag/AgCl em KCl 1 M ou com calomelano (como usado para medir o valor de pH)
- um potenciômetro.

Procedimento: Afastar-se em 1 - 2 m da trincheira do perfil e cravar a haste no solo até a profundidade desejada, limpe o eletrodo de Pt com papel (lixia) de gramatura fina, introduza o eletrodo imediatamente no furo e pressione-o contra o solo. Faça outro furo a 10-20 cm de distância, largo e profundo o suficiente para colocar um tubo de plástico em alguns cm mais longo que a profundidade do eletrodo de Pt. Encha o tubo com a solução de KCl, coloque o tubo no buraco e fixe-o com material de solo. Em seguida, coloque o eletrodo de referência na solução de KCl. Conecte os eletrodos ao potenciômetro e leia a tensão após 30 minutos. Repita as leituras a cada 10 minutos até que o valor fique estável. Em alguns casos, isso pode levar várias horas. São recomendadas pelo menos duas réplicas. (Se você tiver mais de um conjunto de

equipamentos, poderá medir o potencial redox simultaneamente em diferentes profundidades do solo.) A tensão obtida deve ser ajustada à tensão do eletrodo de hidrogênio padrão: para Ag/AgCl em KCl 1 M adicione +244 mV, para calomelano adicione +287 mV. Simultaneamente, meça o valor de pH (ver Capítulo 8.4.29) do solo na parede do perfil em água destilada (solo:água = 1:5) na mesma profundidade. Anote o valor de rH que é calculado com a seguinte equação:

$$rH = (2 Eh/59) + 2 pH$$

Nota: Se o perfil for escavado recentemente e não for muito arenoso, você também poderá colocar os eletrodos horizontalmente, pelo menos 15 cm atrás da parede de descrição do perfil.

### Estime o valor de rH (\*)

Os seguintes testes de campo estão disponíveis para comprovar condições redutoras:

- Em presença de gás metano esse pode ser aceso com um fósforo.
- $H_2S$  é formado ao pulverizar uma amostra de solo com solução de HCl a 10% e pode ser identificado pelo odor de ovos podres.
- $Fe^{2+}$  pode ser comprovado por oxidação com uma solução de  $\alpha,\alpha'$ -dipiridil a 0,2% (massa por volume) dissolvido em 1 N acetato de amônio ( $NH_4OAc$ ), pH 7. Pegue uma amostra de solo e pulverize-a com a solução. Se  $Fe^{2+}$  estiver presente, se desenvolve uma cor vermelha forte. O teste necessita de amostra recém-exposta que ainda não tenha sido oxidada na parede do perfil aberto. Em solos neutros a alcalinos, a cor é pouco visível. Cuidado: A solução é ligeiramente tóxica.

A Tabela a seguir explica como estimar o valor de rH usando estes testes de campo e as feições redoximórficas observadas (ver Capítulo 8.4.20). Anote a faixa de rH. Note que feições oximórficas podem ser relictuais. As feições reductimórficas também podem ser relictuais, se o Fe e o Mn tiverem sido removidos na forma reduzida, deixando para trás uma camada virtualmente livre de Fe e Mn.

*Tabela 8.59: Faixas de valores de rH e processos de solo relacionados, derivados de feições redoximórficas e de testes de campo de condições redutoras, Blume et al. (2011), página 24, FAO (2006), Tabela 36, modificado*

Critério	Processos	valor de rH	Código
Sem feições redoximórficas	Fortemente arejado	> 33	R6
	Desnitrificação	29 - 33	
Feições oximórficas do Mn; temporariamente sem oxigênio livre presente	Reações redox de Mn	temporalmemente 20 - 29	R5
Feições oximórficas do Fe	Reações redox de Fe	temporalmemente < 20	R4
Cor azul esverdeada a cinza, $Fe^{2+}$ íons sempre presentes (áreas reduzidas mostram um positivo teste de $\alpha,\alpha'$ -dipiridil)	Formação de óxidos de $Fe^{II}/Fe^{III}$ (ferrugem verde)	13 - 20	R3
Cor preta devido a sulfetos metálicos (pulverizar com solução de HCl a 10% causa a formação de $H_2S$ )	Formação de sulfeto	10 - 13	R2
Metano inflamável presente	Formação de metano	<10	R1

### 8.4.22 Intemperismo inicial (m)

Um importante processo de intemperismo químico é a formação de óxidos de Fe (incluindo hidróxidos e óxido-hidróxidos). Se o intemperismo for inicial, os óxidos de Fe podem estar concentrados em partes do solo com fácil acesso ao oxigênio, por ex. ao longo dos poros. Essas partes têm cor de matiz nitidamente mais vermelho ou de croma mais alto. Anote a abundância como porcentagem da área exposta.

## 8.4.23 Revestimentos e pontes (m)

### Revestimentos de argila e pontes de argila

A argila iluvizada consiste em minerais de argila, principalmente junto com óxidos e, em muitos casos, junto com matéria orgânica. Ela cobre as superfícies dos agregados do solo, fragmentos grossos e paredes dos bioporos como revestimentos (argilás), ou forma pontes entre os grãos de areia. Os minerais de argila conferem aos revestimentos uma aparência brilhante. Os óxidos fornecem uma cor mais intensa (geralmente croma Munsell mais alto) do que a cor da matriz; a matéria orgânica fornece uma cor mais escura (geralmente valor Munsell mais baixo) do que a cor da matriz (ver Capítulo 8.4.17). Uma luta de mão (máximo 10x) pode ser útil.

Anote a abundância de

- revestimentos de argila em % das superfícies dos agregados do solo, fragmentos grossos e/ou paredes dos bioporos
- pontes de argila entre grãos de areia em % dos grãos de areia envolvidos.

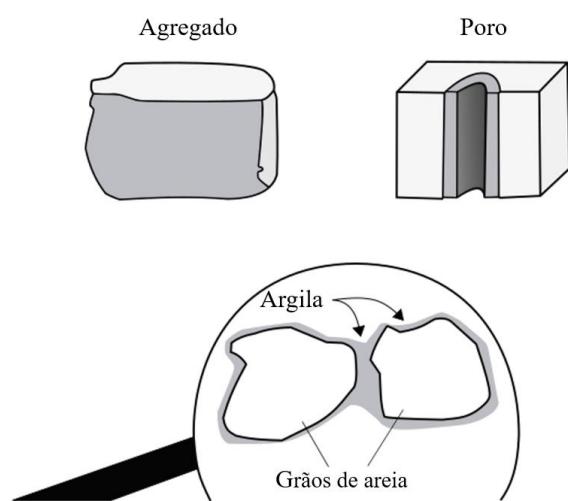


Figura 8.20: Revestimentos e pontes de argila, Schoeneberger et al. (2012), 2-34

### Revestimentos de matéria orgânica e revestimentos de óxidos em grãos de areia e de silte grosso

Os grãos de areia e de silte grosso são principalmente revestidos por matéria orgânica e/ou óxidos. Em certas camadas, estes revestimentos podem apresentar fendas. Em outras camadas, esses revestimentos podem estar faltando.

Tabela 8.60: Revestimentos de matéria orgânica e revestimentos de óxidos em grãos de areia e/ou de silte grosso

Critério	Código
Revestimentos com fendas em grãos de areia	C
Alguns grãos de areia e/ou de silte grosso não revestidos	U
Todos os grãos de areia e de silte grosso revestidos e sem fendas	A

Para C, anote a porcentagem relativa ao número estimado de grãos de areia. Para U, anote a porcentagem relacionada ao número estimado de grãos de areia e de silte grosso.

#### 8.4.24 Acumulações em forma de fita (m) (\*)

Acumulações em forma de fita são acumulações finas e horizontalmente contínuas dentro da matriz de outra camada. Anote a(s) substância(s) acumulada(s).

Tabela 8.61: Substâncias de acumulações em forma de fita

Substância	Código
Minerais de argila	CC
Óxidos de Fe e/ou óxidos de Mn	OO
Matéria orgânica	HH
Minerais de argila e óxidos de Fe e/ou óxidos de Mn	CO
Minerais de argila e matéria orgânica	CH
Óxidos de Fe e/ou óxidos de Mn e matéria orgânica	OH
Minerais de argila, óxidos de Fe e/ou óxidos de Mn e matéria orgânica	TO
Sem acumulações em forma de fitas	NO

O termo “óxidos”, tal como aqui utilizado, inclui hidróxidos e óxido-hidróxidos. Se minerais de argila forem acumulados, um acúmulo em forma de fita tem  $< 7,5$  cm de espessura, em todos os outros casos  $< 2,5$  cm. Se houver 2 ou mais acumulações em forma de fita numa camada, anote o número de acumulações e a sua espessura combinada em cm.

Se os minerais de argila são acumulados (CC, CO, CH, TO), as acumulações em forma de fita são chamadas **lamelas**. Para as lamelas, anote também a classe textural, a abundância de revestimentos de argila e pontes de argila e a espessura combinada dentro de 50 cm do limite superior da lamela mais alta.

Anote a abundância de

- revestimentos de argila em % das superfícies dos agregados do solo, fragmentos grossos e/ou paredes dos bioporos
- pontes de argila entre grãos de areia em % dos grãos de areia envolvidos.

#### 8.4.25 Carbonatos (o, m)

Pegue uma amostra de solo, adicione gotas de HCl 1 M e observe a reação. Este método detecta carbonatos de cálcio primários e secundários. Ao contrário do carbonato de cálcio, a dolomita (carbonato de cálcio e magnésio) apresenta pouca reação com HCl frio. Para identificar a dolomita, coloque um pouco de material de solo em uma colher, adicione gotas de HCl 1 M e aqueça com um isqueiro por baixo. Se a efervescência ocorrer somente após o aquecimento, é indicada a presença de dolomita.

##### Teor (\*)

Anote o teor de carbonatos na matriz do solo e anote se a reação com HCl é imediata ou somente após aquecimento.

Tabela 8.62: Teor de carbonato, FAO (2006), Tabela 38

Critério	Teor	% (em massa)	Código
Nenhuma efervescência visível ou audível	Não calcário	0	NC
Efervescência audível, mas não visível	Ligeiramente calcário	$> 0 - 2$	SL
Efervescência visível	Moderadamente calcário	$> 2 - 10$	MO
Forte efervescência visível, bolhas formam uma espuma baixa	Fortemente calcário	$> 10 - 25$	ST
Reação extremamente forte, forma-se rapidamente uma espuma espessa	Extremamente calcário	$> 25$	EX

Tabela 8.63: Reação retardada com HCl

Critério	Código
Reação com HCl 1 M imediata	I
Reação com HCl 1 M somente após aquecimento	H

### Carbonatos secundários

Anote o tipo de carbonato secundário. Se ocorrer mais de um, anote até quatro, o dominante primeiro. Anote carbonatos secundários apenas se **visível quando úmido**. Verifique sempre com HCl se é mesmo carbonato. Anote a abundância como porcentagem para cada tipo usando a Tabela 8.65 como referência.

Tabela 8.64: Tipos de carbonatos secundários

Tipo	Código
Massas (incluindo agregações esferoidais como pontuações brancas ( <i>byeloglaska</i> ); incluindo massas que preenchem toda a terra fina)	MA
Nódulos e/ou concreções	NC
Filamentos (incluindo filamentos contínuos como pseudomicélio)	FI
Revestimentos nas superfícies dos agregados do solo ou paredes dos bioporos	AS
Revestimentos nas partes inferiores dos fragmentos grossos e dos restos de camadas cimentadas fragmentadas (com ou sem revestimentos em outros lados)	UR
Sem carbonatos secundários	NO

Tabela 8.65: Referência para estimar a porcentagem de carbonatos secundários

Código	Referência para estimar a porcentagem
MA, NC, FI	Área exposta (em relação à terra fina mais as acumulações de carbonatos secundários de qualquer tamanho e qualquer classe de cimentação)
AS	Superfícies dos agregados do solo e paredes dos bioporos
UR	Superfícies inferiores

## 8.4.26 Gesso (m)

### Teor

Anote o teor de gesso na matriz do solo. Se os sais facilmente solúveis estiverem ausentes ou presentes apenas em pequenas quantidades, o gesso pode ser estimado medindo a condutividade elétrica em suspensões do solo de diferentes relações solo-água após 30 minutos (no caso do gesso de granulação fina). Este método detecta gesso primário e secundário. Nota: Maiores teores de gesso podem ser diferenciados pela abundância de pseudomicélios/cristais solúveis em H<sub>2</sub>O e cor de solo com alto valor e baixo croma.

Tabela 8.66: Teor de gesso em camadas com poucos sais facilmente solúveis, FAO (2006), Tabela 40

Condutividade elétrica (CE)	Teor	% (em massa)	Código
≤ 1,8 dS m <sup>-1</sup> em 10 g de solo / 25 ml H <sub>2</sub> O ou ≤ 0,18 dS m <sup>-1</sup> em 10 g de solo / 250 ml H <sub>2</sub> O	Não gipsífero	0	NG
> 0,18 - ≤ 1,8 dS m <sup>-1</sup> em 10 g de solo / 250 ml H <sub>2</sub> O	Ligeiramente gipsífero	> 0 - 5	SL
> 1,8 dS m <sup>-1</sup> em 10 g de solo / 250 ml H <sub>2</sub> O	Moderadamente gipsífero	> 5 - 15	MO
	Fortemente gipsífero	> 15 - 60	ST
	Extremamente gipsífero	> 60	EX

### Gesso secundário

O gesso secundário pode ser encontrado como

- filamentos (gesso vermiciforme, pseudomicélio)
- intercrescimentos ou nódulos de cristal de gesso (rosetas)
- pendentes (normalmente fibrosos) abaixo de fragmentos grossos e abaixo de restos de camadas cimentadas fragmentadas

- agregados fibrosos
- gesso semelhante a farinha.

O gesso é macio e pode ser facilmente cortado com uma faca ou quebrado entre a unha do polegar e o indicador. O gesso é muito solúvel e quando é encontrado em solos que não estão em condições extremamente áridas, pode-se presumir que é secundário em quase todos os casos. Ao contrário, as rochas gipsíferas e seus fragmentos são primárias. O gesso fibroso, quando ocorre ao longo de veios em calcários ou arenitos, também é primário.

Anote a abundância total (como porcentagem por área exposta, em relação à terra fina mais as acumulações de gesso secundário de qualquer tamanho e qualquer classe de cimentação) de todos os tipos de gesso secundário.

## 8.4.27 Sílica secundária (m)

### Forma

Sílica secundária ( $\text{SiO}_2$ ) é esbranquiçada e consiste predominantemente de formas de opalas e microcristalinas. Ocorre como capas laminares, lentes, interstícios (parcialmente) preenchidos, pontes entre grãos de areia e como revestimentos nas superfícies dos agregados do solo, paredes dos bioporos, fragmentos grossos e restos de camadas cimentadas fragmentadas.

Anote o tipo de sílica secundária. Se ocorrer mais de um tipo, anote até dois, o dominante primeiro. Nota: Os durinódulos são frequentemente revestidos com carbonatos secundários.

Tabela 8.67: Tipos de sílica secundária

Tipo	Código
Nódulos (durinódulos)	DN
Acumulações dentro de uma camada, cimentada por sílica secundária	CH
Restos de uma camada que foi cimentada por sílica secundária	FC
Outras acumulações	OT
Sem sílica secundária	NO

### Tamanho

Se uma camada apresentar durinódulos e/ou restos de uma camada cimentada por sílica secundária, anote sua classe de tamanho. A Tabela indica o comprimento médio da maior dimensão.

Tabela 8.68: Tamanho dos durinódulos e restos de uma camada que foi cimentada por sílica secundária

Tamanho (cm)	Classe de tamanho	Código
$\leq 0,5$	Muito fino	VF
$> 0,5 - 1$	Fino	FI
$> 1 - 2$	Médio	ME
$> 2 - 6$	Grosso	CO
$> 6$	Muito grosso	VC

### Abundância

Anote a porcentagem total (por área exposta) de sílica secundária. Para uma camada cimentada, esta porcentagem é em relação à terra fina mais as acumulações de sílica secundária de qualquer tamanho e qualquer classe de cimentação. Para durinódulos e restos de uma camada cimentada, essa porcentagem compreende a sílica secundária visível em suas superfícies. Se uma camada apresentar durinódulos e/ou restos de uma camada cimentada, anote também a porcentagem (em volume) desses durinódulos e restos que tenham diâmetro  $\geq 1$  cm.

## 8.4.28 Sais facilmente solúveis (o, m)

Os sais facilmente solúveis são precipitados em solo seco e dissolvidos em solo úmido. Eles são mais solúveis que o gesso. A presença de sais facilmente solúveis é verificada medindo a condutividade elétrica no extrato de saturação ( $CE_e$ ). No extrato de saturação, o solo fica completamente úmido, mas não apresenta excesso visível de água. Isto não é fácil de conseguir.

Alternativamente, pode-se medir a condutividade elétrica em um extrato de 10 g de solo com 25 ml de água destilada. ( $CE_{2,5}$ ). Misture solo e água cuidadosamente, deixe descansar por pelo menos 30 minutos e meça a condutividade elétrica na solução límpida em  $dS\ m^{-1}$ . Deve então ser transformado no  $CE_e$  de acordo com a seguinte equação:  $CE_e = 250 \times CE_{2,5} \times (WC_e)^{-1}$ .

$WC_e$  é o teor de água no extrato de saturação. Pode ser estimado em solos minerais a partir da textura (ver Capítulo 8.4.9) e do teor de  $C_{org}$  (ver Capítulo 8.4.36) e em solos turfosos do grau de decomposição (ver Capítulo 8.4.41) com a ajuda das Tabelas a seguir. Para grandes quantidades de fragmentos grossos reduz-se o teor de água.

Anote a condutividade elétrica do extrato de saturação em  $dS\ m^{-1}$ .

*Tabela 8.69: Estimativa do teor de água do extrato de saturação das camadas minerais, DVWK (1995), FAO (2006), Tabela 43*

Classe textural	Teor de água do extrato de saturação ( $WC_e$ ) (g de água / 100 g de solo)					
	Teor de $C_{org}$ (%)					
	< 0,25	0,25 - < 0,5	0,5 - < 1	1 - < 2	2 - < 4	4 - < 20
CS	5	6	8	13	21	35
MS	8	9	11	16	24	38
FS, VFS	10	11	13	18	26	40
LS, SL(< 10% argila)	14	15	17	22	30	45
SiL(< 10% argila)	17	18	20	25	34	49
Si	19	20	22	27	36	51
SL( $\geq$ 10% argila)	22	23	26	31	39	55
L	25	26	29	34	42	58
SiL( $\geq$ 10% argila)	28	29	32	37	46	62
SCL	32	33	36	41	50	67
CL, SiCL	44	46	48	53	63	80
SC	51	53	55	60	70	88
SiC, C(< 60% argila)	63	65	68	73	83	102
C( $\geq$ 60% argila)	105	107	110	116	126	147

*Tabela 8.70: Estimativa do teor de água do extrato de saturação de camadas orgânicas, DVWK (1995), FAO (2006), Tabela 43*

Grau de decomposição (em volume, em relação à terra fina mais todos os restos vegetais mortos)	Teor de água do extrato de saturação ( $WC_e$ ) (g de água / 100 g de solo)
O material orgânico consiste apenas em tecidos vegetais mortos reconhecíveis	80
Após a fricção $>$ três quartos, mas não todo, do material orgânico consistem em tecidos vegetais mortos reconhecíveis	120
Após a fricção $\leq$ três quartos e $>$ dois terços do material orgânico consistem em tecidos vegetais mortos reconhecíveis	170
Após a fricção $\leq$ dois terços e $>$ um sexto do material orgânico consistem em tecidos vegetais mortos reconhecíveis	240
Após a fricção $\leq$ um sexto do material orgânico consiste em tecidos vegetais mortos reconhecíveis	300

## 8.4.29 pH de campo (o, m)

Anote o pH do campo. Para a sua determinação são recomendados dois métodos diferentes: o método colorimétrico e o método potenciométrico. O método colorimétrico permite apenas a medição do pH em água destilada, enquanto o método potenciométrico permite a medição em diferentes soluções.

### Método colorimétrico

Misture solo e água destilada na proporção de 1:1 (volume:volume) e agite bem a mistura. Deixe a mistura assentar até formar um sobrenadante. Mergulhe um papel indicador no sobrenadante e anote o resultado.

### Método potenciométrico

A Tabela 8.71 mostra soluções e proporções de mistura comuns. Misture bem o solo seco ao ar com a solução. Deixe a mistura assentar até formar um sobrenadante. Meça o valor de pH com um eletrodo de pH, de preferência com a ajuda de um tripé. Aguarde até que o valor medido esteja estável. Anote o valor medido juntamente com o código indicando a solução e a proporção de mistura.

Tabela 8.71: Medição potenciométrica de pH

Solução	Proporção de mistura (volume: volume)	Código
Água destilada ( $H_2O$ )	1:1	W11
Água destilada ( $H_2O$ )	1:5	W15
$CaCl_2$ 0,01 M	1:5	Q15
KCl 1 M	1:5	K15

## 8.4.30 Consistência (m)

Consistência se refere ao grau e tipo de coesão e adesão que o solo apresenta. Este capítulo refere-se à consistência da matriz e das feições não redoximórficas. Para a consistência das feições redoximórficas, ver Capítulo 8.4.20. A consistência é relatada separadamente para camadas cimentadas e não cimentadas (partes de). Se uma amostra de solo não se despedaça devido à aplicação de pequenas forças, deve-se verificar se está cimentada.

### Presença e volume de cimentação

A cimentação por gelo é óbvia. Para verificar a cimentação por outros agentes devem ser retiradas diferentes amostras, dependendo das características do solo. Para verificar crostas superficiais e agregados de estrutura laminar, pegue uma amostra com aproximadamente 1 a 1,5 cm de comprimento por 0,5 cm de espessura (ou a espessura de ocorrência, se < 0,5 cm de espessura). Em todos os outros casos, pegue uma amostra com cerca de 2,6 a 3 cm de comprimento em todas as dimensões. Pegue a amostra seca ao ar e mergulhe-a em água por pelo menos 1 hora. Se desintegrar como se fosse uma sopa, não está cimentado. Caso contrário, está cimentado. Anote a porcentagem (em volume, em relação a todo o solo) da camada que está cimentada.

### Agentes cimentantes (solo cimentado)

Anote os agentes cimentantes. Se mais de um estiver presente, anote até três, o dominante primeiro. O termo “óxidos”, tal como aqui utilizado, inclui hidróxidos e óxido-hidróxidos.

Tabela 8.72: Agentes cimentantes, Schoeneberger et al. (2012), 2-64

Agente cimentante	Código
Carbonatos	CA
Gesso	GY
Sais facilmente solúveis	RS

Silica	SI
Matéria orgânica	OM
Óxidos de Fe	FE
Óxidos de Mn	MN
Al	AL
Gelo, < 75% (em volume)	IA
Gelo, ≥ 75% (em volume)	IM

### Cimentação (solo cimentado) e resistência à ruptura (solo não cimentado)

Para verificar esta característica, diferentes amostras devem ser retiradas, dependendo das características do solo. Para verificar crostas superficiais e agregados de estrutura laminar, pegue uma amostra com aproximadamente 1 a 1,5 cm de comprimento por 0,5 cm de espessura (ou a espessura de ocorrência, se < 0,5 cm de espessura) e aplique força perpendicular à sua maior dimensão. Em todos os outros casos, pegue uma amostra com cerca de 2,6 a 3 cm de comprimento em todas as dimensões e aplique força. Observar a força necessária para a ruptura e anote a classe de cimentação (solo cimentado) ou a classe de resistência à ruptura (solo não cimentado). A resistência à ruptura deve ser detectada em solo úmido e, se possível, também em solo seco. Se não for possível obter amostras do tamanho necessário, use a seguinte equação para calcular a tensão na ruptura (Tabela 8.73 e Tabela 8.74) (Schoeneberger et al., 2012):

(2,8 cm/comprimento do cubo cm)<sup>2</sup> x (tensão estimada (N) na falha) por exemplo para um cubo de 5,6 cm [(2,8/5,6)<sup>2</sup> x 20 N] = 5 N → Muito friável (úmido).

Tabela 8.73: Cimentação, Schoeneberger et al. (2012), 2-63

Critério	Classe		Código
Amostra intacta não obtida ou força muito leve entre os dedos, < 8 N	Não cimentado		NOC
Força leve entre os dedos, 8 - < 20 N	Cimentação extremamente fraca		EWC
Força moderada entre os dedos, 20 - < 40 N	Cimentação muito fraca		VWC
Força forte entre os dedos, 40 - < 80 N	Fracamente cimentado		WEC
Força moderada entre as mãos, 80 - < 160 N	Moderadamente cimentado		MOC
Pressão do pé por peso corporal total, 160 - < 800 N	Fortemente cimentado		STC
Golpe de < 3 J (3 J = 2 kg caídos 15 cm) e não falha sob pressão do pé com o peso total do corpo (800 N)	Muito fortemente cimentado		VSC
Golpe de ≥ 3 J (3 J = 2 kg caídos 15 cm)	Extremamente fortemente cimentado		EXC

Tabela 8.74: Resistência à ruptura, solo não cimentado, Schoeneberger et al. (2012), 2-63

Critério	Resistência à ruptura em solo úmido		Resistência à ruptura em solo seco	
	Classe	Código	Classe	Código
Amostra intacta não obtida	Solto	LO	Solto	LO
Força muito leve entre os dedos, < 8 N	Muito friável	VF	Macio	SO
Força leve entre os dedos, 8 - < 20 N	Friável	FR	Um pouco duro	SH
Força moderada entre os dedos, 20 - < 40 N	Firme	FI	Moderadamente duro	MH
Força forte entre os dedos, 40 - < 80 N	Muito firme	VI	Duro	HA
Força moderada entre as mãos, 80 - < 160 N	Extremamente firme	EI	Muito duro	VH
Pressão do pé por peso corporal total, 160 - < 800 N	Ligeiramente rígido	SR	Extremamente duro	EH
Golpe de < 3 J (3 J = 2 kg, 15 cm de queda) e não falha sob pressão do pé com o peso total do corpo (800 N)	Rígido	RI	Rígido	RI
Golpe de ≥ 3 J (3 J = 2 kg, 15 cm de queda)	Muito rígido	VR	Muito rígido	VR

### Suscetibilidade à cimentação (solo não cimentado)

Algumas camadas são propensas à cimentação após secagem e umedecimento repetidos. Anote a suscetibilidade.

Tabela 8.75: Suscetibilidade à cimentação

Critério	Código
Cimentação após secagem e umedecimento repetidos	CW
Sem cimentação após secagem e umedecimento repetidos	NO

### Forma de quebra (solo não cimentado a fracamente cimentado)

Anote a forma de quebra (quebradicidade). Pegue uma amostra úmida, com cerca de 3 cm de comprimento em todas as dimensões, pressione-a entre o polegar e o indicador e observe quando ela se rompe.

Tabela 8.76: Formas de quebra (quebradicidade), Schoeneberger et al. (2012), 2-65

Critério	Tipo	Código
Abruptamente (estala ou quebra)	Frágil	BR
Antes da compressão até metade da espessura original	Semi-deformável	SD
Após compressão até metade da espessura original	Deformável	DF

### Plasticidade (solo não cimentado)

Plasticidade é o grau em que o solo retrabalhado pode ser permanentemente deformado sem se romper. É estimado em um teor de água onde se expressa a plasticidade máxima (geralmente úmido). Faça um rolo (fio ou cilindro) do solo com 4 cm de comprimento, enrole em diâmetros menores e anote a plasticidade.

Tabela 8.77: Tipos de plasticidade, Schoeneberger et al. (2012), 2-66

Critério	Tipo	Código
Não forma um rolo com 6 mm de diâmetro, ou se um rolo for formado, ele não poderá se sustentar se for mantido pela extremidade	Não plástico	NP
O rolo de 6 mm de diâmetro se sustenta; o rolo de 4 mm de diâmetro não	Ligeiramente plástico	SP
O rolo de 4 mm de diâmetro se sustenta; o rolo de 2 mm de diâmetro não	Moderadamente plástico	MP
O rolo de 2 mm de diâmetro se sustenta sozinho	Muito plástico	VP

### Resistência à penetração

A medição da resistência à penetração é recomendada para camadas cimentadas ou com classe de resistência à ruptura firme ou superior (úmida). O solo não cimentado deve estar na capacidade de campo para medição. Use um penetrômetro e anote a resistência à penetração em MPa. A medição deve ser repetida pelo menos cinco vezes para calcular um valor médio confiável.

### 8.4.31 Crostas superficiais (m)

Uma crosta é uma fina camada de constituintes do solo unidos em uma capa horizontal ou em pequenas placas poligonais (ver Schoeneberger et al., 2012). As crostas do solo se desenvolvem na(s) primeira(s) camada(s) mineral(is) e são formadas por um agente selante de origem física, química e/ou biológica. As características da crosta são diferentes das camadas subjacentes. Normalmente, as crostas do solo alteram a taxa de infiltração e estabilizam agregados soltos do solo. Eles podem estar presentes de forma permanente ou apenas quando o solo está seco. A área abrangida é reportada no Capítulo 8.3.7. Podem ser cimentadas ou não, conforme relatado no Capítulo 8.4.30.

Anote o agente selante. Se mais de um estiver presente, anote até três, o dominante primeiro.

Tabela 8.78: Agente selante de crostas superficiais

Tipo	Código
Físico, permanente	PP
Físico, somente quando seco	PD
Químico, por carbonatos	CC
Químico, por gesso	CG
Químico, por sais facilmente solúveis	CR
Químico, por sílica	CS
Biológico, por cianobactérias	BC
Biológico, por algas	BA
Biológico, por fungos	BF
Biológico, por líquens	BL
Biológico, por musgos	BM
Nenhuma crosta presente	NO

#### 8.4.32 Continuidade de materiais duros e camadas cimentadas (m)

Rochas contínuas, materiais duros técnicos e camadas cimentadas podem apresentar fraturas, que são preenchidas por material de solo não cimentado. Anote a porcentagem total (em volume, em relação a todo o solo) que é ocupado pelas fraturas e a distância média entre as fraturas em cm. Isto também deve ser relatado se o material duro ou cimentado começar na superfície do solo. Se uma camada cimentada não só estiver fraturada, mas quebrada, os restos são relatados com os fragmentos grossos (ver Capítulo 8.4.7).

#### 8.4.33 Vidros vulcânicos e características ândicas (o, m)

##### Vidros vulcânicos na fração areia e silte grosso

Anote a porcentagem de partículas na fração de areia e silte grosso ( $> 20 \mu\text{m} - \leq 2 \text{ mm}$ ) que consistem em vidros vulcânicos. Use lupa de mão ou microscópio.

Tabela 8.79: Abundância de partículas na fração de areia e silte grosso que consistem em vidros vulcânicos

% de partículas	Classe de abundância	Código
0	Nenhum	N
> 0 - 5	Alguns	F
> 5 - 30	Comum	C
> 30	Muitos	M

Se a porcentagem estiver próxima de um valor limite, pegue uma amostra de solo, obtenha a fração de areia e silte grosso por peneiramento, coloque as partículas em uma folha e conte as partículas de vidro e as que não são de vidro.

##### Características ândicas

*Propriedades ândicas* são definidas por dados laboratoriais. No campo, pode-se reconhecer pela baixa densidade do solo, cor escura e alto teor de matéria orgânica. Além disso, existem dois testes de campo específicos indicativos de *propriedades ândicas*.

Tixotropia: Camadas com *propriedades ândicas* apresentam carga variável elevada permitindo a absorção de muita água que pode ser facilmente eliminada por agitação, mas que será absorvida novamente, após algum tempo. Procedimento: Pegue a amostra de solo e faça uma esfera com cerca de 2,5 cm de diâmetro. Aguarde até que quaisquer películas de umidade desapareçam. Coloque a esfera nas mãos em concha e agite-a. Se aparecerem películas de umidade na superfície da esfera, o solo apresenta tixotropia. Depois de um tempo, os filmes de umidade desaparecerão novamente.

Teste NaF de acordo com Fieldes e Perrott (1966), após FAO (2006): Um valor de  $\text{pH}_{\text{NaF}} \geq 9,5$  indica a presença de alofana e imogolita abundantes e/ou complexos organo-alumínio. O alumínio absorve  $\text{F}^-$  íons enquanto libera  $\text{OH}^-$  íons. O teste é indicativo para a maioria das camadas com *propriedades ândicas*, exceto aquelas muito ricas em matéria orgânica. No entanto, a mesma reação ocorre em *horizontes espódicos* e em solos argilosos ácidos ricos em minerais de argila intercalados com alumínio; solos com carbonatos livres também reagem. Antes de aplicar o teste NaF, verifique o pH do solo em água ou KCl (o teste NaF não é adequado para solos alcalinos) e a presença de carbonatos livres (utilizando o teste HCl). Procedimento: Colocar uma pequena quantidade de terra sobre um papel filtro previamente embebido em fenolftaleína e adicionar algumas gotas de NaF 1 M (ajustado para pH 7,5). Uma reação positiva é indicada por uma rápida mudança para cor vermelha intensa. Alternativamente, meça o pH de uma suspensão de 1 g de solo em 50 ml de NaF 1 M (ajustado para pH 7,5) após esperar 2 minutos. Um valor de pH de  $\geq 9,5$  é uma indicação de *propriedades ândicas*.

Anote os resultados.

*Tabela 8.80: Teste de campo de tixotropia e NaF*

Critério	Código
Teste positivo de NaF	NF
Tixotropia	TH
Teste positivo de NaF e tixotropia	NT
Nenhuma das acima	NO

#### 8.4.34 Feições do permafrost (o, m)

##### Alteração criogênica

Estime a porcentagem total (por área exposta, em relação a todo o solo) afetada pela alteração criogênica. Anote até três feições, o dominante primeiro, e anote a porcentagem de cada feição separadamente.

*Tabela 8.81: Alteração criogênica*

Feição	Código
Cunha de gelo	IW
Lente de gelo	IL
Limite da camada inferior interrompido	DB
Involuçãoes orgânicas em uma camada mineral	OI
Involuçãoes minerais em uma camada orgânica	MI
Separação de material grosso e material fino	CF
Outro	OT
Nenhum	NO

##### Camadas com permafrost

Uma camada com permafrost apresenta continuamente por  $\geq 2$  anos consecutivos um dos seguintes:

- gelo maciço, cimentação por gelo ou cristais de gelo facilmente visíveis, ou
- temperatura do solo  $< 0^\circ\text{C}$  e água insuficiente para formar cristais de gelo facilmente visíveis.

Anote se uma camada possui permafrost.

*Tabela 8.82: Camadas com permafrost*

Critério	Código
Gelo maciço, cimentação por gelo ou cristais de gelo facilmente visíveis	I
Temperatura do solo $< 0^\circ\text{C}$ e água insuficiente para formar cristais de gelo facilmente visíveis	T
Sem permafrost	N

### 8.4.35 Densidade do solo (m) (\*)

Estime a densidade do empacotamento usando uma faca com lâmina de aproximadamente 10 cm de comprimento.

Tabela 8.83: Densidade de empacotamento

Critério	Classe	Código
A faca penetra completamente mesmo ao aplicar baixa força	Muito solto	VL
A faca penetra completamente quando é aplicada força	Solto	LO
A faca penetra até a metade quando é aplicada força	Intermediário	IN
Somente a ponta da faca penetra quando é aplicada força	Firme	FR
A faca não penetra (ou penetra apenas um pouco) quando é aplicada força	Muito firme	VR

Com a Figura a seguir, a densidade do solo é determinada a partir da densidade de empacotamento e da textura do solo (ver Capítulo 8.4.9). Se o teor de  $C_{org}$  for  $> 1\%$ , a densidade do solo deve ser reduzida em  $0,03 \text{ kg dm}^{-3}$  para cada incremento de  $0,5\%$  no teor de  $C_{org}$ . Anote a densidade do solo com precisão de uma casa decimal.

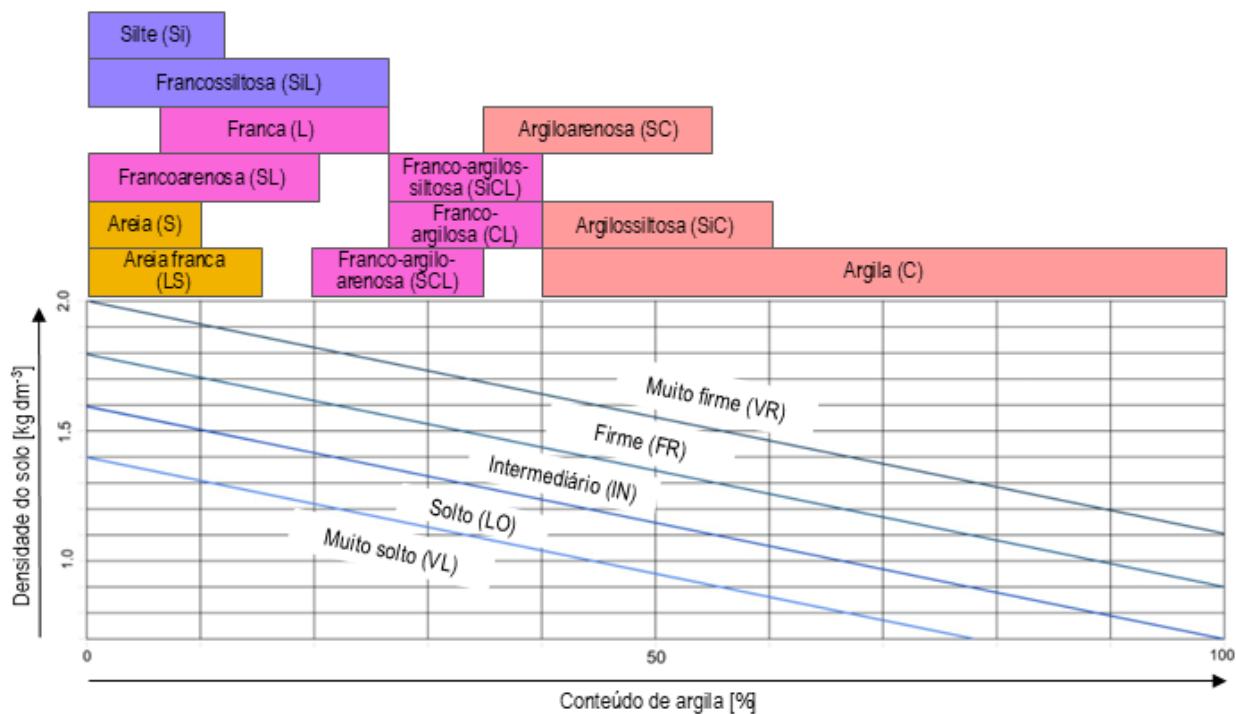


Figura 8.21: Estimativa da densidade do solo a partir da densidade de empacotamento e textura, FAO (2006), Figura 7, modificada

### 8.4.36 Carbono orgânico do solo ( $C_{org}$ )

#### Estimativa do teor (m) (\*)

Anote o valor mínimo e máximo do teor estimado de carbono orgânico. É baseado no valor Munsell, úmido, e na textura. Se o croma for 3,5 - 6, use um valor 0,5 superior (por exemplo, se você relatou uma cor Munsell de 10YR 3/4, use um valor de 3,5 para estimar o carbono orgânico do solo). Se o croma for  $> 6$ , use um valor 1 acima.

Cuidado: O valor Munsell também é influenciado pelo material de origem, carbonatos e condições redox.

Tabela 8.84: Estimativa do teor de carbono orgânico em uma amostra úmida, Blume et al. (2011), modificado

Valor Munsell	Teor de carbono orgânico (%), dependendo da classe textural do solo		
	S	LS, SL, L	SiL, Si, SiCL, CL, SCL, SC, SiC, C
≥ 6	< 0,2	< 0,2	< 0,2
5,5	< 0,2	< 0,2	0,2 - < 0,5
5	0,2 - < 0,5	0,2 - < 0,5	0,2 - < 0,5
4,5	0,2 - < 0,5	0,2 - < 0,5	0,2 - < 0,5
4	0,2 - < 0,5	0,2 - < 0,5	0,2 - < 1,0
3,5	0,2 - < 1,0	0,5 - < 1,0	0,5 - < 2,5
3	0,5 - < 2,5	1,0 - < 2,5	1,0 - < 5,0
2,5	1,0 - < 5,0	≥ 2,5	≥ 2,5
≤ 2	≥ 2,5		

### Acumulações naturais de matéria orgânica (m)

Este capítulo refere-se a acumulações de matéria orgânica na forma de corpos discretos. Eles geralmente têm valor Munsell mais baixo do que o material circundante. Anote aqui todos os acúmulos que sejam naturais ou que sejam efeito não intencional das atividades humanas. Adições de *artefatos* ver Capítulo 8.4.8 e de material transportado por humanos ver Capítulo 8.4.39. Se o carbono pirogênico (carbono negro) for produzido propositalmente por humanos, é considerado um *artefato*. As acumulações de matéria orgânica devido à atividade animal são relatadas duas vezes, uma vez aqui e outra no Capítulo 8.4.38.

Tabela 8.85: Tipos de acumulação de matéria orgânica

Tipo	Código
Canais de vermes preenchidos	BU
Crotovinas preenchidas	KR
Revestimentos de matéria orgânica nas superfícies dos agregados do solo e paredes dos bioporos (nenhum outro material visível nos revestimentos)	CO
Carbono pirogênico (por exemplo, carvão, partículas parcialmente carbonizadas, fuligem)	BC
Nenhuma acumulação visível de matéria orgânica	NO

Anote até três tipos, o dominante primeiro, e anote a porcentagem (por área exposta) para cada tipo separadamente.

### Carbono pirogênico (carbono negro) (o, m)

O carbono pirogênico deve ser adicionalmente anotado como porcentagem da área exposta (em relação à terra fina mais o carbono pirogênico de qualquer tamanho).

### 8.4.37 Raízes (o, m)

Conte o número de raízes por  $\text{dm}^2$ , separadamente para as duas classes de diâmetro, e anote as classes de abundância.

Tabela 8.86: Abundância de raízes, FAO (2006), Tabela 80

Número ≤ 2 mm	Número > 2 mm	Classe de abundância	Código
0	0	Nenhum	N
1 - 5	1 - 2	Muito pouco	V
6 - 10	3 - 5	Alguns	F
11 - 20	6 - 10	Comum	C
21 - 50	11 - 20	Muitos	M
> 50	> 20	Abundante	A

### 8.4.38 Resultados da atividade animal (o, m)

Anote a atividade animal que alterou visivelmente as características da camada. Se aplicável, anote até 5 tipos, o dominante primeiro. Anote a porcentagem (por área exposta), separadamente para atividade de mamíferos, atividade de aves, atividade de vermes, atividade de insetos e atividade não especificada.

*Tabela 8.87: Tipos de atividade animal, FAO (2006), Tabela 82, modificada*

<b>Tipo</b>	<b>Código</b>
Atividade de mamíferos	
Grandes tocas abertas	MO
Grandes tocas preenchidas (crotovinas)	MI
Atividade de pássaros	
Ossos, penas, cascalho classificado de tamanho semelhante	BA
Atividade de vermes	
Canais de minhocas	WE
Excrementos de vermes	WC
Atividade de insetos	
Canais e ninhos de cupins	IT
Canais e ninhos de formigas	IA
Outras atividades de insetos	IO
Tocas (não especificado)	BU
Nenhum resultado visível da atividade animal	NO

### 8.4.39 Alterações humanas (o, m)

#### Adições de material natural transportado por humanos

Material natural é qualquer material que não atenda aos critérios de *artefatos* (ver Capítulo 8.4.8). Anote a porcentagem (em volume, em relação a todo o solo), que pode variar de muito pouco até 100%, para cada adição separadamente. Se ocorrer mais de um, anote até três, o dominante primeiro. Para adições minerais  $\leq 2$  mm, anote adicionalmente, se possível, a classe textural (ver Capítulo 8.4.9), o teor de carbonato (ver Capítulo 8.4.25) e o teor de C<sub>org</sub> (ver Capítulo 8.4.36).

*Tabela 8.88: Adições artificiais de material natural*

<b>Material</b>	<b>Código</b>
Orgânico	OR
Mineral $> 2$ mm	ML
Mineral $\leq 2$ mm	MS
Sem adições	NO

#### Alterações in situ

Anote alterações in situ. Se mais de um se aplicar, anote até dois, o dominante primeiro.

*Tabela 8.89: Alterações in situ*

<b>Tipo</b>	<b>Código</b>
Aração, anualmente	PA
Aração, pelo menos uma vez a cada 5 anos	PO
Aração no passado, sem aração há $> 5$ anos	PP
Aração, não especificado	PU
Remodelado (por exemplo, aração única)	RM
Destorroamento	LO
Compactação, outros que não o pé de arado	CP
Deterioração da estrutura, que não seja por aração ou remodelação	SD
Outro	OT
Sem alteração in situ	NO

### Formação de agregados no solo após adições ou alterações in situ

Adicionar ou misturar pode combinar materiais mais ricos e mais pobres em C<sub>org</sub>. Uma nova estrutura granular pode se formar combinando as duas. Anote até que ponto esse processo aconteceu. Use lupa de mão.

Tabela 8.90: Formação de agregados após adições ou alterações in situ

Critério	Código
Nova estrutura granular presente em toda a camada	T
Nova estrutura granular presente em alguns lugares, mas em outros lugares os materiais adicionados ou misturados e os materiais anteriormente presentes ficam isolados uns dos outros	P
Nenhuma nova estrutura granular presente	N

### 8.4.40 Material de origem (m)

Anote o material de origem. Use um mapa geológico.

Tabela 8.91: Tipos de material de origem, FAO (2006), Tabela 12, modificada

Classe principal	Grupo	Código	Tipo	Código
Rocha ígnea	Ígneo félscico	IF	Granito	IF1
			Quartzo-diorito	IF2
			Grano-diorito	IF3
			Diorito	IF4
			Riolito	IF5
	Ígneo intermediário	II	Andesito, traquito, fonolito	II1
			Diorito-sienito	II2
	Ígneo máfico	IM	Gabro	IM1
			Basalto	IM2
			Dolerito	IM3
	Ígneo ultramáfico	UI	Peridotito	UI1
			Piroxenito	UI2
			Serpentinito	UI3
	Piroclástico	IP	Tufo, tufito	IP1
			Escória vulcânica/brechas	IP2
			Cinza vulcânica	IP3
			Ignimbrito	IP4
Rocha metamórfica	Metamórfico félscico	MF	Quartzito	MF1
			Gnaisse, migmatito	MF2
			Ardósia, filito (rochas pelíticas)	MF3
			Xisto	MF4
	Metamórfico máfico	MM	Ardósia, filito (rochas pelíticas)	MM1
			Xisto (verde)	MM2
			Gnaisse rico em minerais de Fe e Mg	MM3
			Calcário metamórfico (mármore)	MM4
			Anfibolito	MM5
			Eclogito	MM6
	Metamórfico ultramáfico	EM	Serpentinito, pedra verde	MU1

Rocha sedimentar (consolidada)	Sedimentos clásticos	SC	Conglomerado, brecha	SC1
			Arenito, grauvaca, arcósio	SC2
			Siltito, argilito	SC3
			Xisto	SC4
			Canga laterítica	SC5
	Carbonático, orgânico	SO	Calcário, outras rochas carbonáticas	SO1
			Marga e outras misturas	SO2
			Carvões, betume e rochas relacionadas	SO3
	Evaporitos	SE	Anidrita, gesso	SE1
			Halita	SE2
Rocha sedimentar (não consolidada)	Resíduo intemperizado	UR	Bauxita, laterita	UR1
	Fluvial	UF	Areia e cascalho	UF1
			Argila e silte	UF2
	Lacustre	UL	Areia	UL1
			Silte e argila, < 20% CaCO <sub>3</sub> equivalente, pouca ou nenhuma diatomácea	UL2
			Silte e argila, < 20% CaCO <sub>3</sub> equivalente, muitas diatomáceas	UL3
			Silte e argila, ≥ 20% CaCO <sub>3</sub> equivalente (marga)	UL4
	Marinho, estuarino	UM	Areia	UM1
			Argila e silte	UM2
	Coluvial	UC	Depósitos em encostas	UC1
			<i>Lahar</i>	UC2
			Depósito de material do solo	UC3
	Eólio	UE	Loess	UE1
			Areia	UE2
	Glacial	UG	Moraina	UG1
			Areia glacio-fluvial	UG2
			Cascalho glacio-fluvial	UG3
	Criogênico	UK	Detritos de rocha periglacial	UK1
			Camada de solifluição periglacial	UK2
	Orgânico	UO	Turfa alimentada por água da chuva (pântano)	UO1
			Turfa alimentada por águas subterrâneas (fen)	UO2
			Lacustre (sedimentos límnicos orgânicos)	UO3
	Antropogênico/ tecnogênico	UA	Material natural redepositado	UA1
			Depósitos industriais/artesanais	UA2
	Depósitos não especificados	UU	Argila	UU1
			Argila e silte	UU2
			Areia	UU3
			Areia e cascalho	UU4
			Cascalho, rocha quebrada	UU5

Caso o tipo seja desconhecido, basta anotar o grupo. Nota: os antigos termos rochas ‘ácidas’ e ‘básicas’ foram substituídos por ‘félscicas’ e ‘máficas’.

## 8.4.41 Grau de decomposição em camadas orgânicas e presença de restos vegetais mortos (o) (\*)

### Grau de decomposição

Este capítulo refere-se à transformação de tecidos vegetais mortos reconhecíveis em matéria orgânica visivelmente homogênea. Esfregue o material do solo e anote a porcentagem de tecidos vegetais mortos reconhecíveis (em volume, em relação à terra fina mais todos os restos vegetais mortos).

### Subdivisões do horizonte Oa

Se estiver presente um horizonte Oa (ver Anexo 3, Capítulo 10.2), anote as suas subdivisões.

Tabela 8.92: Subdivisões do horizonte Oa

Critério	Tipo	Código
Quebra-se em pedaços longitudinais com arestas angulosas	De arestas angulosas	SE
Quebra-se em pedaços longitudinais com arestas não angulosas	Compacto	CO
Quebra-se em pedaços quebradiços ou quebra-se em pó	Quebradiço	CR

### Restos vegetais naturais mortos

Este capítulo refere-se a restos vegetais naturais mortos. Para restos vegetais processados, consulte *artefatos* (ver Capítulo 8.4.8). Anote até dois tipos de restos vegetais, primeiro o dominante, e forneça a porcentagem (em volume, em relação à terra fina mais todos os restos vegetais mortos) para cada tipo separadamente.

Tabela 8.93: Restos mortos de plantas específicas

Tipo de resíduos vegetais	Código
Madeira	W
Fibras de musgo	S
Sem restos mortos de madeira ou de fibras de musgos	N

## 8.5 Amostragem

Descrevemos aqui a amostragem das camadas superficiais orgânicas terrestres e a amostragem convencional e volumétrica das camadas minerais, todas para as análises padrão descritas no Anexo 2 (Capítulo 9). A amostragem de outras camadas requer técnicas especiais que não são descritas aqui.

### 8.5.1 Preparação de sacos de amostragem

Use sacos fortes e resistentes à umidade (transparentes, se possível) para amostragem. Escreva os detalhes da amostragem duas vezes: uma vez no saco e outra em um pedaço de papel a ser colocado no saco. Se desejar transferir anéis de amostragem de solo para o laboratório, escreva os detalhes da amostragem no anel. Sempre use um marcador permanente.

Anote os seguintes detalhes:

- Nome do perfil
- Convencional (C) / Volumétrico (V)
- Profundidade superior e inferior da camada
- Designação da camada (ver Anexo 3, Capítulo 10).

Exemplo: *Passo Gombori 1 - V - 0-10 cm - Ah.*

Certifique-se de fechar bem os sacos após preencher com a amostra.

### 8.5.2 Amostragem de camadas orgânicas

Geralmente, a terra fina e todos os restos vegetais mortos são amostrados. Para decidir se uma camada consiste em material orgânico, o carbono orgânico é medido em uma amostra contendo a terra fina mais os restos vegetais mortos de qualquer comprimento e com diâmetro  $\leq 5$  mm (excluindo *artefatos*).

Para amostrar as camadas superficiais orgânicas terrestres, use uma estrutura de aço em forma de cubo, por exemplo com comprimento lateral de 30 cm. Use um martelo de borracha para cravar a estrutura através das camadas superficiais orgânicas e alguns centímetros no solo mineral. A moldura deve entrar no solo de maneira uniforme, não cravar primeiro de um lado e depois do outro. Coletar o material orgânico da superfície manualmente, amostrar a camada de serrapilheira e cada horizonte O separadamente. Tenha muito cuidado em amostrar todas as camadas superficiais orgânicas, mas nenhuma camada mineral.

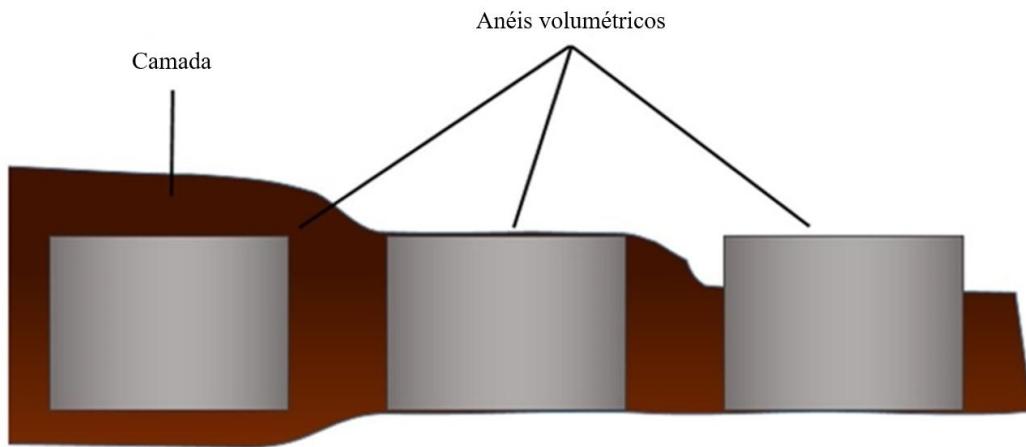
### 8.5.3 Amostragem convencional de camadas minerais

Use uma espátula para amostrar cada camada separadamente e ao longo de toda a sua altura e largura.

Comece com a camada mais profunda. Certifique-se de amostrar apenas uma camada de cada vez, evitando que o material de uma camada caia na outra.

### 8.5.4 Amostragem volumétrica de camadas minerais

Na superfície do solo, determine uma área suficientemente grande para o número apropriado de anéis (cilindros) de amostragem (por exemplo, 3 anéis). A área deve ser adjacente à parede do perfil e próxima à fita métrica. Nesta área, remova as camadas superficiais orgânicas e comece a amostragem camada por camada, de cima para baixo. A espessura de uma camada mineral pode ser maior ou menor que a altura de um anel de amostragem ou pode ser igual (Figura 8.22).



- a) Camada de espessura mais larga que a altura do anel amostrador.
- b) Camada de espessura igual a altura do anel amostrador.
- c) Camada de espessura menor que a altura do anel amostrador.

Figura 8.22: Amostragem volumétrica

- a) Se a espessura da camada for maior, subtraia a altura do anel de amostragem da espessura da camada e divida a diferença por 2. Este resultado é igual à espessura do material do solo que deve ser removido a partir do limite superior da camada.
- b) Se a espessura da camada for igual, é muito importante que a superfície seja plana.
- c) Se a espessura da camada for menor, será necessária a espessura da camada em relação à altura do anel de amostragem para calcular o volume amostrado.

Para cada camada, forme uma superfície plana. Se o solo estiver mais seco que a capacidade de campo, umedeça a superfície lentamente com água de um borrifador. Espere até que o solo fique úmido, evite excesso de água. Em seguida, insira os anéis de amostragem lenta e completamente, mas evite compactar o material do solo. Para cravar os anéis de amostragem, utilize um martelo e um pedaço de madeira. O pedaço de madeira deve ser durável e ter superfícies planas na parte superior e inferior. Deve ser grande o suficiente para cobrir o anel de amostragem. Se o anel não se mover sem deformar, pare de inseri-lo. Tente encontrar uma posição melhor.

Para retirar os anéis, use uma espátula para penetrar no solo com logo abaixo do anel e retire-o. Se o solo for difícil de penetrar, pode-se usar uma faca com lâmina serrilhada. Quando necessário, corte as raízes. Ao retirar os anéis, certifique-se de que nenhum material de solo seja perdido de dentro dos anéis. Coloque uma tampa na parte superior e vire o anel de cabeça para baixo. Agora aplaine a superfície inferior e coloque outra tampa.

Se quiser fazer mais análises físicas, transfira o anel para o laboratório. Se a espessura da camada for menor que a altura do anel (caso c), preencha o volume com resina. Se quiser apenas determinar a massa do solo, você pode esvaziar o material do solo do anel em um saco designado para esta amostragem e reutilizar o anel.

Para determinar a massa de solo de uma amostra de um determinado volume, você também pode usar torrões revestidos (ver Anexo 2, Capítulo 9.5).

## 8.6 Referências

- Blum, W.E.H., Schad, P. & Nortcliff, S.** 2018. Essentials of soil science. Soil formation, functions, use and classification (World Reference Base, WRB). Borntraeger Science Publishers, Stuttgart.
- Blume, H.-P., Stahr, K. & Leinweber, P.** 2011. Bodenkundliches Praktikum. Eine Einführung in pedologisches Arbeiten für Ökologen, insbesondere Land- und Forstwirte, und für Geowissenschaftler. 3. Aufl. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg.
- DWK.** 1995. Bodenkundliche Untersuchungen im Felde zur Ermittlung von Kennwerten zu Standortscharakterisierung. Teil I: Ansprache von Böden. DVWK Regeln 129. Bonn, Germany, Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser.
- FAO.** 2006. Guidelines for soil description. Prepared by Jahn, R., Blume, H.-P., Asio, V.B., Spaargaren, O., Schad, P. 4th ed. FAO, Rome.
- International Organization for Standardization.** 2015. Soil quality — Determination of particle size distribution in mineral soil material — Method by sieving and sedimentation. ISO 11277:2009. <https://www.iso.org/standard/54151.html>, retrieved 13.04.2020.
- Köppen, W. & Geiger, R.** 1936. Das geographische System der Klimate. In: Köppen W, Geiger R (1930-1943): Handbuch der Klimatologie. Gebrüder Borntraeger, Berlin.
- National Committee on Soil and Terrain.** 2009. Australian soil and land survey field handbook. 3rd ed. CSIRO Publishing, Melbourne.
- Natural England.** 2008. Technical Information Note TIN037.
- Prietzl, J. & Wiesmeier, M.** 2019. A concept to optimize the accuracy of soil surface area and SOC stock quantification in mountainous landscapes. *Geoderma* 356:113922.
- Schoeneberger, P.J., Wysocki, D.A., Benham, E.C. & Soil Survey Staff.** 2012. Field Book for describing and sampling soils. Version 3.0. Natural Resources Conservation Service, National Soil Survey Center, Lincoln.
- Schultz, J.** 2005. The ecozones of the world. Springer, Heidelberg.
- Soil Science Division Staff.** 2017. Soil survey manual. Agriculture Handbook No. 18. United States Department of Agriculture, Washington.
- Thien, S.J.** 1979. A flow diagram for teaching texture by feel analysis, *Journal of Agronomic Education*, 8: 54-55, downloaded from NRCS.

## 9 Anexo 2: Resumo dos procedimentos analíticos para caracterização do solo

Este anexo fornece resumos dos procedimentos analíticos recomendados a serem utilizados para a caracterização do solo para a Base de Referência Mundial para Recursos do Solo. Descrições completas podem ser encontradas em *Procedures for soil analysis* (Van Reeuwijk, 2002) e o *USDA Kellogg Soil Survey Laboratory Methods Manual* (Soil Survey Staff, 2014).

### 9.1 Preparação de amostra

As amostras são secas ao ar ou, alternativamente, secas em estufa a uma temperatura máxima de 40 °C. A terra fina é obtida peneirando-se a amostra seca com peneira de 2 mm. Os torrões que não passam pela peneira são triturados (não moídos) e peneirados novamente. Fragmentos grossos e raízes que não passam pela peneira são tratados separadamente.

Em casos especiais em que a secagem ao ar provoca alterações irreversíveis que são inaceitáveis para exame de certas propriedades do solo (por exemplo, na turfa e em solos com propriedades ândicas), as amostras são mantidas e tratadas no estado úmido como no campo. Estas amostras devem ser mantidas em condições de refrigeração e analisadas dentro de algumas semanas após a amostragem.

### 9.2 Teor de umidade

O cálculo do teor é feito com base na massa seca do solo (105 °C).

### 9.3 Análise de frações granulométricas

A parte mineral do solo é separada em frações de vários tamanhos e a proporção dessas frações é determinada. A determinação compreende todo o material, ou seja, incluindo fragmentos grossos, mas o procedimento em si é aplicado apenas à terra fina ( $\leq 2$  mm). As frações granulométricas de acordo com a ISO 11277:2009 são apresentadas na Tabela:

Tabela 9.1: Frações granulométricas

Fração granulométrica	Diâmetro das partículas
Terra fina	todas as partículas $\leq 2$ mm
Areia	$> 63 \mu\text{m} - \leq 2 \text{ mm}$
Areia muito grossa	$> 1250 \mu\text{m} - \leq 2 \text{ mm}$
Areia grossa	$> 630 \mu\text{m} - \leq 1250 \mu\text{m}$
Areia média	$> 200 \mu\text{m} - \leq 630 \mu\text{m}$
Areia fina	$> 125 \mu\text{m} - \leq 200 \mu\text{m}$
Areia muito fina	$> 63 \mu\text{m} - \leq 125 \mu\text{m}$
Silte	$> 2 \mu\text{m} - \leq 63 \mu\text{m}$
Silte grosso	$> 20 \mu\text{m} - \leq 63 \mu\text{m}$
Silte fino	$> 2 \mu\text{m} - \leq 20 \mu\text{m}$
Argila	$\leq 2 \mu\text{m}$
Argila grossa	$> 0,2 \mu\text{m} - \leq 2 \mu\text{m}$
Argila fina	$\leq 0,2 \mu\text{m}$

O pré-tratamento da amostra visa a dispersão completa das partículas primárias. Portanto, materiais cimentantes (geralmente de origem secundária), como matéria orgânica e carbonato de cálcio, podem ter que

ser removidos. Em alguns casos, a desferrificação também precisa ser aplicada. A quantidade de material cimentado deve ser documentada. Contudo, dependendo do objetivo do estudo, pode ser fundamentalmente errado remover materiais cimentantes. Assim, todos os pré-tratamentos são considerados opcionais. Porém, para fins de caracterização do solo, a remoção de matéria orgânica pelo  $H_2O_2$  e de carbonatos por HCl é realizada rotineiramente. Após esse pré-tratamento, a amostra é agitada com um dispersante e a areia é separada da argila e do silte com peneira de 63  $\mu m$ . A areia é fracionada por peneiramento a seco; as frações argila e silte são determinadas pelo método da pipeta ou, alternativamente, pelo método do hidrômetro.

## 9.4 Argila dispersível em água

Este é o teor de argila encontrado quando a amostra é dispersa com água sem qualquer pré-tratamento para remoção de compostos cimentantes e sem uso de agente dispersante. A proporção de argila dispersível em água para argila total pode ser usada como indicador de estabilidade da estrutura.

## 9.5 Densidade do solo

A densidade é definida como massa por unidade de volume. A densidade do solo é a razão entre a massa de sólidos e o volume total ou do solo e é dada no estado seco. Este volume total inclui o volume dos sólidos e do espaço poroso. O volume e, portanto, a densidade do solo mudam com a expansão e contração do solo, que está relacionado ao teor de água. Por esse motivo, a umidade da amostra antes da secagem deve ser especificada.

Dois procedimentos diferentes podem ser usados:

- *Amostras não perturbadas de cilindro.* Um cilindro (anel) metálico de volume conhecido é pressionado contra o solo. A massa da amostra úmida é registrada. Este pode ser o estado úmido do campo ou o estado após equilibrar a amostra a uma tensão de água especificada. A amostra é então secada a 105°C e pesada novamente. A densidade do solo é a relação entre a massa seca e o volume (relacionada ao teor de água determinado e/ou à tensão de água especificada).
- *Torrões revestidos.* Os torrões que ocorrem em campo são revestidos com fluido plástico (por exemplo, resina saran dissolvida em metiletilcetona) para permitir a determinação submersa na água. Isso dá o volume do torrão. A massa da amostra úmida é registrada. Este pode ser o estado úmido do campo ou o estado após equilibrar o torrão a uma tensão de água especificada. A amostra é então secada a 105°C e pesada novamente. A densidade do solo é a relação entre a massa seca e o volume (relacionada ao teor de água determinado e/ou à tensão de água especificada).

Se a amostra contiver muitos fragmentos grossos, estes são peneirados após a secagem e então sua massa e volume são determinados separadamente. Com isso, calcula-se a densidade do solo da terra fina. A determinação da densidade do solo é muito sensível à variabilidade natural, causada principalmente pela não representatividade das amostras (fragmentos grossos, cimentações, fendas, raízes, etc.). Portanto, as determinações devem ser sempre feitas pelo menos em triplicata.

## 9.6 Coeficiente de extensibilidade linear (COLE)

O COLE indica a capacidade de contração e expansão reversíveis de um solo. É calculado como a razão entre a diferença entre o comprimento úmido e o comprimento seco de um torrão e seu comprimento seco:  $(L_u - L_s)/L_s$ , em que  $L_u$  é o comprimento na tensão de 33 kPa e  $L_s$  o comprimento quando seco (105 °C).

## 9.7 pH

O pH do solo é medido potenciometricamente na suspensão sobrenadante de uma mistura solo:líquido. Salvo indicação em contrário, solo:líquido está numa proporção de 1:5 (volume:volume) (de acordo com as normas ISO). O líquido é água destilada ( $\text{pH}_{\text{água}}$ ) ou uma solução de KCl 1M ( $\text{pH}_{\text{KCl}}$ ). Contudo, em algumas definições, é utilizada uma proporção solo:água de 1:1.

## 9.8 Carbono orgânico

Muitos laboratórios utilizam analisadores automáticos (por exemplo, combustão a seco). Nestes casos, recomenda-se um teste qualitativo para carbonatos em efervescência com HCl e, se aplicável, é necessária uma correção para C inorgânico (ver Capítulo 9.9).

Caso contrário, o *Método Walkley-Black* é seguido. Isto envolve uma combustão úmida da matéria orgânica com uma mistura de dicromato de potássio e ácido sulfúrico a cerca de 125 °C. O dicromato residual é titulado contra sulfato ferroso. Para compensar a destruição incompleta, é aplicado um fator de correção empírica de 1,3 no cálculo do resultado.

## 9.9 Carbonatos

O *método de titulação rápida* por Piper (também chamado *método de neutralização ácida*) é usado. A amostra é tratada com HCl diluído e o ácido residual é titulado. Os resultados são chamados *equivalente de carbonato de cálcio* já que a dissolução não é seletiva para calcita, e outros carbonatos, como a dolomita, também são dissolvidos.

**Observação:** Outros procedimentos como o *método volumétrico de Scheibler* ou o *calcímetro de Bernard* também podem ser usados.

## 9.10 Gesso

O gesso é dissolvido agitando a amostra com água. É então precipitado seletivamente do extrato pela adição de acetona. Este precipitado é redissolvido em água e a concentração de Ca é determinada como medida para o gesso. Este método também extrai anidrita.

## 9.11 Capacidade de troca catiônica (CTC) e cátions base trocáveis

O método do acetato de amônio em pH 7 é usado. Em solos salinos, os sais facilmente solúveis devem ser lavados antes de iniciar o procedimento. A amostra é percolada com acetato de amônio (pH 7) e os cátions básicos são medidos no percolado. A amostra é posteriormente percolada com acetato de sódio (pH 7), o excesso de sal é então removido e o Na adsorvido trocado por percolação com acetato de amônio (pH 7). O Na neste percolado é uma medida para a CTC.

Alternativamente, após percolação com acetato de amônio, a amostra pode ser lavada para remover o excesso de sal, toda a amostra destilada e a amônia liberada determinada.

A percolação em tubos pode ser substituída por agitação em frascos. Cada extração deve ser repetida três vezes e os três extratos devem ser combinados para análise.

**Nota 1:** Outros procedimentos para CTC podem ser utilizados desde que a determinação seja feita em pH 7.

**Nota 2:** Em casos especiais em que a CTC não é um critério diagnóstico, por ex. solos salinos e alcalinos, a CTC pode ser determinada em pH 8,2.

**Nota 3:** A saturação por bases de solos salinos, calcários e gipsíferos pode ser considerada 100%.

## 9.12 Alumínio trocável e acidez trocável

Al trocável é extraído na troca por uma solução de KCl 1 M, não tamponado.

A acidez trocável é extraída por solução de cloreto de bário-trietanolamina, tamponada em pH 8,2. O extrato é novamente titulado com HCl.

## 9.13 Cálculos de CTC e cátions trocáveis

Esses cálculos geralmente são fornecidos apenas para *material mineral*.

### CTC

A CTC é dada em  $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$  de solo. A CTC  $\text{kg}^{-1}$  de argila é calculada dividindo a CTC  $\text{kg}^{-1}$  solo pelo teor de argila. Principalmente, isto só é correto se, antes disso, o CTC  $\text{kg}^{-1}$  solo atribuído à matéria orgânica é subtraído. Mas não temos um método confiável para detectar a contribuição da matéria orgânica para a CTC. Portanto, recomenda-se fazer o cálculo como se toda a CTC fosse fornecida pela argila. Se o teor de matéria orgânica for baixo, o erro é insignificante.

### Saturações em pH 7

A saturação por bases (BS) refere-se aos cátions básicos trocáveis e é calculada como:

$(\text{Ca} + \text{Mg} + \text{K} + \text{Na}) \text{ trocáveis} \times 100 / \text{CTC}$ .

A porcentagem de sódio trocável (PST) é calculada como:

$\text{Na trocável} \times 100 / \text{CTC}$ .

Os dados de entrada são fornecidos em  $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$  e os resultados em %.

Se os dados para a saturação por bases não estiverem disponíveis, o  $\text{pH}_{\text{água}}$  pode ser usado em seu lugar. Se este também não estiver disponível, o  $\text{pH}_{\text{KCl}}$  pode ser usado. As correlações entre saturação por bases e pH dependem da quantidade de matéria orgânica e apresentam uma variância extremamente alta. Os seguintes valores de pH são recomendados para uma saturação por bases de 50%:

*Tabela 9.2: Valores de pH correspondentes a uma saturação por bases de 50%*

$\text{C}_{\text{org}} (\%)$	$\text{pH}_{\text{água}}$	$\text{pH}_{\text{KCl}}$
< 2	5,0	4,0
$\geq 2 \text{ a } < 7,5$	5,3	4,5
$\geq 7,5 \text{ a } < 20$	5,7	5,0

### Relações entre cátions

Íons trocáveis são expressos em  $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ . Para alguns solos, é necessária a relação entre a soma dos cátions básicos trocáveis e o Al trocável. Se os dados para íons trocáveis não estiverem disponíveis, o  $\text{pH}_{\text{água}}$  pode ser usado em seu lugar. Se este também não estiver disponível, o  $\text{pH}_{\text{KCl}}$  pode ser usado. As correlações entre íons trocáveis e pH dependem da quantidade de matéria orgânica e apresentam uma variância extremamente alta. Os seguintes valores de pH são recomendados:

Tabela 9.3: Valores de pH correspondentes às relações entre cátions

C <sub>org</sub> (%)	(Ca+Mg+K+Na) trocáveis = Al trocável		(Ca+Mg+K+Na) trocáveis ≥ 4 vezes o Al trocável		Al trocável > 4 vezes os (Ca+Mg+K+Na) trocáveis	
	pH <sub>água</sub>	pH <sub>KCl</sub>	pH <sub>água</sub>	pH <sub>KCl</sub>	pH <sub>água</sub>	pH <sub>KCl</sub>
< 2	4,6	3,8	5,5	4,7	3,9	3,2
≥ 2 a < 7,5	4,9	4,1	5,9	5,0	4,2	3,4
≥ 7,5 a < 20	5,4	4,6	6,3	5,5	4,5	3,7

## 9.14 Ferro extraível, alumínio, manganês e silício

Essas análises compreendem:

- Fe<sub>dcb</sub>, Al<sub>dcb</sub>, Mn<sub>dcb</sub>: O ditionito-citrato-bicarbonato dissolve:
  - Fe particularmente a partir de óxidos, hidróxidos e óxido-hidróxidos de Fe(III);
  - Al proveniente de óxidos de Fe, onde o Al substituiu o Fe, e Al associado a óxidos redutíveis;
  - Mn particularmente a partir de óxidos, hidróxidos e óxido-hidróxidos de Mn(IV).
 Tanto os procedimentos de Mehra & Jackson (1958) quanto os de Holmgren (1967) podem ser usados, com filtração por membrana (0,45 µm).
- Fe<sub>ox</sub>, Al<sub>ox</sub>, Si<sub>ox</sub>, Mn<sub>ox</sub>: O oxalato (oxalato de amônio 0,2 M tamponado a pH 3 com ácido oxálico 0,2 M) dissolve:
  - Fe de óxidos, hidróxidos e óxido-hidróxidos pouco cristalinos (como ferridrita), e parcialmente Fe de goethita, lepidocrocita, maghemita e magnetita, e parcialmente Fe de associações orgânicas;
  - Al de óxidos de Fe, onde o Al substituiu o Fe, de intercamadas hidroxila de filossilicatos, e parcialmente Al de aluminossilicatos ordenados de baixa cristalinidade (como alofana e imogolita), e parcialmente Al de associações orgânicas, e o Al adsorvido;
  - Si parcialmente de aluminossilicatos ordenados de baixa cristalinidade (como alofana e imogolita);
  - Mn de óxidos, hidróxidos e óxido-hidróxidos (completamente).
 O procedimento segundo Blakemore et al. (1987) pode ser usado, com filtração por membrana (0,45 µm).

**Observação:** Al<sub>dcb</sub> e Mn<sub>ox</sub> não são usados para definições no WRB. Para uma revisão mais aprofundada dos métodos, consulte Rennert (2019).

## 9.15 Salinidade

Os atributos associados à salinidade nos solos são determinados no *extrato de saturação*. Os atributos incluem: pH, condutividade elétrica (CE<sub>e</sub>), razão de adsorção de sódio (RAS) e os cátions e ânions dos sais dissolvidos. Estes incluem Ca, Mg, Na, K, carbonato e bicarbonato, cloreto, nitrato e sulfato. A RAS e a porcentagem de sódio trocável (PST) podem ser estimadas a partir das concentrações dos cátions dissolvidos.

A determinação no extrato de saturação é por muitas vezes difícil. Alternativamente, a condutividade e os cátions e ânions podem ser detectados em uma solução 1:2,5 e recalculados para o extrato de saturação (ver Capítulo 8.4.28).

## 9.16 Retenção de fosfato e fosfato

Essas análises compreendem:

- *Método Mehlich-3*: Extração com solução de ácido acético glacial 0,2 M, nitrato de amônio 0,25 M, fluoreto de amônio 0,015 M, ácido nítrico 0,013 M e ácido etilenodiamino tetraacético (EDTA) 0,001 M (Mehlich 1984).

- Para retenção de fosfato, o *método Blakemore* é usado. A amostra é equilibrada com uma solução de fosfato a pH 4,6 e a proporção de fosfato retirada da solução é determinada (Blakemore et al., 1987).

## 9.17 Análise mineralógica da fração areia

Após a remoção dos materiais cimentantes e de revestimentos, a areia é separada da argila e do silte por peneiramento úmido. Da areia, a fração 63–420  $\mu\text{m}$  é separada por peneiramento a seco. Essa fração é dividida em uma *fração pesada* e uma *fração leve* com o auxílio de líquido de alta densidade: uma solução de politungstato de sódio com densidade específica de  $2,85 \text{ kg dm}^{-3}$ . Da *fração pesada*, é feita uma lâmina microscópica; na *fração leve* é aplicado corante seletivamente para identificação microscópica de feldspatos e quartzo. A análise requer um microscópio petrográfico.

O vidro vulcânico geralmente pode ser reconhecido como grãos isotrópicos com vesículas.

## 9.18 Difratometria de raios-X

A difração de raios-X (DRX) pode ser usada para analisar (1) o pó da terra fina ou (2) a fração argila separada do solo.

## 9.19 Reserva total de bases

Existem dois métodos para analisar o conteúdo total dos elementos: DRX (ver Capítulo 9.18) e um extrato com HF e  $\text{HClO}_4$ . Os valores obtidos para Ca, Mg, K e Na são utilizados para calcular a reserva total de bases.

## 9.20 Sulfetos

S inorgânico reduzido é convertido em  $\text{H}_2\text{S}$  por uma solução ácida quente de  $\text{CrCl}_2$ . O  $\text{H}_2\text{S}$  desprendido é aprisionado quantitativamente em uma solução de acetato de Zn como ZnS sólido. O ZnS é então tratado com HCl para liberar  $\text{H}_2\text{S}$  em solução, que é rapidamente titulada com uma solução de  $\text{I}_2$  até o ponto final de cor azul indicado pela reação de  $\text{I}_2$  com amido (Sullivan et al., 2000). Cuidado: Os resíduos tóxicos devem ser tratados com cuidado.

## 9.21 Referências

- Blakemore, L.C., Searle, P.L. & Daly, B.K.** 1987. Soil Bureau analytical methods. A method for chemical analysis of soils. NZ Soil Bureau Sci. Report 80. DSIRO.
- Holmgren, G.** 1967. A rapid citrate-dithionite extractable iron procedure. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 31 (2), 210-211.
- Mehlich, A.** 1984. Mehlich 3 soil test extractant: A modification of Mehlich 2 extractant. *Comm. Soil Sci. Plant Anal.* 15 (12): 1409–1416.
- Mehra, O.P. & Jackson, M.L.** 1958. Iron oxide removal from soils and clay by a dithionite-citrate system buffered with sodium bicarbonate. *Clays and Clay Minerals*, 7, 317-327.
- Rennert, T.** 2019. Wet-chemical extractions to characterise pedogenic Al and Fe species – a critical review. *Soil Research* 57, 1–16.
- Soil Survey Staff.** 2014. Kellogg Soil Survey Laboratory Methods Manual. Soil Survey Investigations

Report No. 42, Version 5.0. R. Burt and Soil Survey Staff (ed.). U.S. Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service.

**Sullivan, L.A., Bush, R.T. & McConchie, D.** 2000. A modified chromium reducible sulfur method for reduced inorganic sulfur: optimum reaction time in acid sulfate soil. *Australian Journal of Soil Research*, 38, 729-34.

**Van Reeuwijk, L.P.** 2002. Procedures for soil analysis. 6th Edition. Technical Papers 9. Wageningen, Netherlands, ISRIC – World Soil Information.

## 10 Anexo 3: Designações de horizonte e camada

Este anexo fornece os símbolos dos horizontes e das camadas para descrição do solo. As designações baseiam-se nas características de campo (Anexo 1, Capítulo 8) e nas características de laboratório (Anexo 2, Capítulo 9). Em alguns casos, os processos que levaram a estas características podem não estar mais ativos. **Aqui são fornecidas apenas breves descrições, que não pretendem ser definições diagnósticas do WRB.** Na maioria dos casos, não são fornecidos critérios quantitativos.

A **terra fina** comprehende os constituintes do solo  $\leq 2$  mm. **Todo o solo** comprehende a terra fina, fragmentos grossos, *artefatos*, partes cimentadas e restos vegetais mortos de qualquer tamanho (ver Capítulo 2.1, Regras gerais, e Anexo 1, Capítulos 8.3.1 e 8.3.2).

A **camada de serrapilheira** é uma camada de material solto que contém  $> 90\%$  (em volume, em relação à terra fina mais todos os restos vegetais mortos) de tecidos vegetais mortos reconhecíveis (por exemplo, folhas não decompostas). Material vegetal morto ainda ligado a plantas vivas (por exemplo, partes mortas do musgo *Sphagnum*) não é considerado parte de uma camada de serrapilheira. A **superfície do solo** (0 cm) é, por convenção, a superfície do solo após a remoção, se presente, da camada de serrapilheira e, se presente, abaixo de uma camada de plantas vivas (por exemplo, musgos vivos). A **superfície do solo mineral** é o limite superior da camada de *material mineral* em posição mais alta no perfil (ver Capítulo 2.1, Regras gerais, e Anexo 1, Capítulo 8.3.1).

A **camada do solo** é uma seção no solo, aproximadamente paralela a sua superfície, com propriedades diferentes das camadas acima e/ou abaixo do solo. Se pelo menos uma dessas propriedades for resultado de processos de formação, a camada é chamada de **horizonte do solo**. A seguir, o termo “camada” é usado no texto de forma generalizada para incluir camadas nas quais não ocorreram processos de formação de solo. O **estrato** (ver Capítulo 10.4) é o resultado de processos geológicos e pode compreender mais de uma camada.

Distinguimos as seguintes camadas (ver Capítulo 3.3):

- **Camadas orgânicas** consistem em material orgânico.
- **Camadas organotécnicas** consistem em material organotécnico.
- **Camadas minerais** são todas as outras camadas.

A designação consiste em uma letra maiúscula (símbolo mestre), que na maioria dos casos é seguida por uma ou mais letras minúsculas (sufixos). As regras são fornecidas para combinações de símbolos em uma camada e para sequências de camadas.

A palavra **rocha** comprehende material consolidado e não consolidado. A palavra **óxidos**, no texto a seguir, inclui óxidos, hidróxidos e óxido-hidróxidos.

## 10.1 Símbolos mestres

Tabela 10.1: Símbolos mestres

Símbolo	Critério
H	<p>Camada orgânica ou organotécnica, não fazendo parte de camada de serrapilheira; saturação por água <math>&gt; 30</math> dias consecutivos na maioria dos anos ou drenada; geralmente considerada como camada de turfa ou camada límnica orgânica.</p> <p>Nota:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sob saturação por água, podem existir camadas orgânicas completamente não decompostas, consistindo em 100% (em volume, em relação a todos os restos vegetais mortos) de tecidos vegetais mortos reconhecíveis. No entanto, a maioria das camadas de H sofreram pelo menos alguma decomposição, mostram <math>&lt; 100\%</math> (em volume) de tecidos vegetais mortos reconhecíveis e são consideradas horizontes do solo.</li> <li>• Se o H for utilizado para camadas organotécnicas, o sufixo u é obrigatório.</li> </ul>
O	<p>Horizonte orgânico ou camada organotécnica, não fazendo parte de camada de serrapilheira; saturação por água <math>\leq 30</math> dias consecutivos na maioria dos anos e que não foi drenada; geralmente considerado como horizonte não turfoso e não límnico.</p> <p>Nota: Se o O for utilizado para camadas organotécnicas, o sufixo u é obrigatório.</p>
A	<p>Horizonte mineral na superfície do solo mineral ou enterrado; contém matéria orgânica que foi pelo menos parcialmente modificada <i>in situ</i>; estrutura do solo e/ou elementos estruturais formados por práticas agrícolas em <math>\geq 50\%</math> (em volume, em relação à terra fina), ou seja, estrutura da rocha, se presente, em <math>&lt; 50\%</math> (em volume); as camadas minerais cultivadas são designadas A, mesmo que pertencessem a outra camada antes do cultivo.</p>
E	<p>Horizonte mineral; que perdeu por movimento descendente dentro do solo (verticalmente ou lateralmente) um ou mais dos seguintes: espécies de Fe, Al e/ou Mn; minerais de argila; matéria orgânica.</p>
B	<p>Horizonte mineral que se formou (pelo menos originalmente) abaixo de um horizonte A ou E; estrutura da rocha, se presente, em <math>&lt; 50\%</math> (em volume, em relação à terra fina); um ou mais dos seguintes processos de formação do solo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• formação da estrutura do solo com agregados</li> <li>• formação de minerais de argila e/ou óxidos</li> <li>• acumulação por processos de iluviação de um ou mais dos seguintes: espécies de Fe, Al e/ou Mn; minerais de argila; matéria orgânica; sílica; carbonatos; gesso</li> <li>• remoção de carbonatos ou gesso.</li> </ul> <p>Nota: Os horizontes B também podem mostrar outras acumulações.</p>
C	<p>Camada mineral; não consolidado (pode ser cortado com pá quando úmido), ou consolidado e mais fraturado que a camada R; sem formação de solo ou formação de solo que não atenda aos critérios dos horizontes A, E e B.</p>
R	<p>Rocha consolidada; amostras secas ao ar ou mais secas, quando colocadas em água, não abrandarão em 1 hora; fraturas, se presentes, ocupam <math>&lt; 10\%</math> (em volume, em relação a todo o solo); não resultante da cimentação de um horizonte de solo.</p>
I	<p><math>\geq 75\%</math> de gelo (em volume, em relação a todo o solo), permanente, abaixo de uma camada H, O, A, E, B ou C.</p>
W	<p>Água permanente acima da superfície do solo ou entre camadas, pode ser congelada sazonalmente.</p>

## 10.2 Sufixos

Salvo indicação em contrário, as descrições estão em relação à **terra fina** (ver Capítulo 2.1).

Tabela 10.2: Sufixos

Símbolo	Critério	Combinação com
a	Material orgânico em avançado estado de decomposição; depois de esfregar suavemente, $\leq$ um sexto do volume (em relação à terra fina mais todos os restos vegetais mortos) consiste em tecidos vegetais mortos reconhecíveis [a de avançado].	H, O
b	Horizonte enterrado; primeiro, o horizonte se formou e depois foi soterrado por material mineral [b do inglês <i>buried</i> , enterrado].	H, O, A, E, B
c	Concreções e/ou nódulos (usado apenas em seguida a outro sufixo (g, k, q, v, y) que indica a substância acumulada) [c de concreção].	
d	Drenado [d de drenado].	H
e	Material orgânico em estado intermediário de decomposição; depois de esfregar suavemente, $\leq$ dois terços e $>$ um sexto do volume (em relação à terra fina mais todos os restos vegetais mortos) consistem em tecidos vegetais mortos reconhecíveis [e de intermediário]. Saprolito [e do inglês <i>saprolite</i> , saprolito].	H, O C
f	Permafrost [f do inglês <i>frost</i> , geada].	H, O, A, E, B, C
g	Acumulação de óxidos de Fe e/ou Mn (em relação à terra fina mais as acumulações de óxidos de Fe e/ou Mn de qualquer tamanho e qualquer classe de cimentação) predominantemente dentro dos agregados do solo, se presentes, e perda desses óxidos nas superfícies dos agregados (horizontes A, B e C), ou perda de Fe e/ou Mn por fluxo subsuperficial lateral (cores claras em $\geq$ 50% da área exposta; horizontes E); transporte em forma reduzida [g de estagnada].	A, B, C E
h	Quantidade significativa de matéria orgânica; em horizontes A pelo menos parcialmente modificada <i>in situ</i> ; nos horizontes B predominantemente por iluviação; em horizontes C formando parte do material de origem [h de <b>húmus</b> ].	A, B, C
i	Material orgânico em estado inicial de decomposição; depois de esfregar suavemente, $>$ dois terços do volume (em relação à terra fina mais todos os restos vegetais mortos) consistem em tecidos vegetais mortos reconhecíveis [i de <b>inicial</b> ]. <i>Slickensides</i> e/ou agregados em forma de cunha [i de <i>slickenside</i> ].	H, O B
j	Acumulação de jarosita e/ou schwertmannita (em relação à terra fina mais as acumulações de jarosita e/ou schwertmannita de qualquer tamanho e qualquer classe de cimentação) [j de <b>jarosita</b> ].	H, O, A, E, B, C

k	<p>Acumulação de carbonatos secundários (em relação à terra fina mais as acumulações de carbonatos secundários de qualquer tamanho e qualquer classe de cimentação), evidente por um ou ambos dos seguintes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• visível mesmo em estado úmido</li> <li>• tem um equivalente de carbonato de cálcio <math>\geq 5\%</math> maior (absoluta, em relação à terra fina mais as acumulações de carbonatos secundários de qualquer tamanho e qualquer classe de cimentação) do que o da camada subjacente e não tem <i>descontinuidade lítica</i> entre as duas camadas [k do alemão <i>Karbonat</i>, carbonato].</li> </ul>	H, O, A, E, B, C
l	Acumulação de Fe e/ou Mn na forma reduzida pelo movimento ascendente da água capilar com subsequente oxidação (em relação à terra fina mais as acumulações de óxidos de Fe e/ou Mn de qualquer tamanho e qualquer classe de cimentação): acumulação predominantemente nas superfícies dos agregados do solo, se presente, e redução desses óxidos dentro dos agregados [l de capilaridade].	H, A, B, C
m	Cimentação pedogênica em $\geq 50\%$ do volume (em relação a todo o solo); classe de cimentação: pelo menos moderadamente cimentada (usado apenas em seguida a outro sufixo (k, l, q, s, v, y, z) que indica o agente de cimentação) [m de cimentado].	
n	Porcentagem de sódio trocável $\geq 6\%$ [n de <i>natrium</i> , sódio ].	E, B, C
o	Acumulação residual de grandes quantidades de óxidos pedogênicos em horizontes fortemente intemperizados [o de óxido].	B
p	Modificação por cultivo (por exemplo, aração); camadas minerais são designadas como A, mesmo que pertencessem a outra camada antes do cultivo [p do inglês <i>plough</i> , arado].	H, O, A
q	Acumulação de sílica secundária (em relação à terra fina mais as acumulações de sílica secundária de qualquer tamanho e qualquer classe de cimentação) [q de <i>quartzo</i> ].	A, E, B, C
r	Forte redução [r de redução].	A, E, B, C
s	Acumulação de óxidos de Fe, óxidos de Mn e/ou Al (em relação à terra fina mais as acumulações de óxidos de Fe, óxidos de Mn e/ou Al de qualquer tamanho e qualquer classe de cimentação) por processos de iluviação vertical de cima [s de <i>sesquióxido</i> ].	B, C
t	Acumulação de minerais de argila por processos de iluviação (com ou sem óxidos associados) [t do alemão <i>Ton</i> , argila].	B, C
u	Contendo <i>artefatos</i> ou consistindo em <i>artefatos</i> (em relação a todo o solo) [u de urbano].	H, O, A, E, B, C, R
v	Plintita (em relação à terra fina mais as acumulações de óxidos de Fe e/ou Mn de qualquer tamanho e qualquer classe de cimentação) [o sufixo v não tem conotação].	B, C
w	Formação de estrutura do solo com agregados e/ou óxidos e/ou minerais de argila (silicatos em camadas, alofanos e/ou imogolitas) [w do inglês <i>weathered</i> , intemperizado].	B
x	Características frágicas (agregados do solo com uma resistência à ruptura no mínimo firme e uma forma de quebra frágil, não permitindo a entrada de raízes nos agregados) [o x refere-se à impossibilidade de penetração nos agregados].	E, B, C

y	Acumulação de gesso secundário (em relação à terra fina mais as acumulações de gesso secundário de qualquer tamanho e qualquer classe de cimentação) [y do inglês <i>gypsum</i> ou espanhol <i>yeso</i> , gesso].	A, E, B, C
z	Presença de sais facilmente solúveis [z do holandês <i>zout</i> , sal].	H, O, A, E, B, C
@	Alteração criogênica.	H, O, A, E, B, C
α	Presença de carbonatos primários (nas camadas R em relação à rocha, em todas as outras camadas em relação à terra fina) e nenhum acúmulo proeminente de carbonatos secundários [α de carbonato].	H, A, E, B, C, R
β	Densidade do solo $\leq 0,9 \text{ kg dm}^{-3}$ [β do inglês <i>bulk density</i> , densidade do solo].	B
γ	Contendo $\geq 5\%$ (por contagem de grãos) de vidros vulcânicos na fração entre $> 0,02$ e $\leq 2 \text{ mm}$ [γ do inglês <i>glass</i> , vidro].	H, O, A, E, B, C
δ	Alta densidade do solo (natural ou antropogênica - não devido à cimentação (símbolo m), não em <i>horizontes frágicos</i> (símbolo x), não em camadas com <i>propriedades rédicas</i> (símbolo Bt/E)), de modo que as raízes não penetram, exceto ao longo de fendas [δ de denso].	A, E, B, C
λ	Depositado em um corpo de água (límnetico) [λ de límnico].	H, A, C
ρ	Feições relictuais (usado apenas em seguida a outro sufixo (g, k, l, p, r, @) que indica a feição relictual) [ρ de relictual].	
σ	Saturação permanente por água e sem feições redoximórficas [σ de saturado].	A, E, B, C
τ	Material natural transportado por humanos (em relação a todo o solo) [τ de transportado].	H, O, A, B, C
φ	Acumulação de Fe e/ou Mn na forma reduzida por fluxo subsuperficial lateral com subsequente oxidação (em relação à terra fina mais as acumulações de óxidos de Fe e/ou Mn de qualquer tamanho e qualquer classe de cimentação) [φ de fluxo].	A, B, C

As camadas I e W não têm sufixos.

Combinação de sufixos:

1. O c segue o sufixo que indica a substância que forma as concreções ou nódulos; se isso ocorrer para mais de um sufixo, cada um será seguido pelo c.
2. O m segue o sufixo que indica a substância que é o agente cimentante; se isso ocorrer para mais de um sufixo, cada um deles será seguido pelo m.
3. O ρ segue o sufixo que indica as características relictuais; se isso ocorrer para mais de um sufixo, cada um é seguido pelo ρ.
4. Se dois sufixos pertencem ao mesmo processo de formação do solo, eles se sucedem imediatamente; na combinação de t e n, t é escrito primeiro; as regras 1, 2 e 3 devem ser seguidas, se aplicável.  
Exemplos: Btn, Bhs, Bsh, Bhsm, Bsmh.
5. Se em um horizonte B as características dos sufixos g, h, k, l, o, q, s, t, v ou y são fortemente expressas, o sufixo w não é utilizado, mesmo que suas características estejam presentes; se as características dos sufixos mencionados forem fracamente expressas e as características do sufixo w também estiverem presentes, os sufixos são combinados.

Exemplos:

Bwt (fraca acumulação iluvial de minerais de argila; características de w presente),  
Btw (intermediária acumulação iluvial de minerais de argila; características de w presente),  
Bt (forte acumulação iluvial de minerais de argila; características de w presente),

- Nota: Se as características do horizonte B estiverem ausentes ( $\geq 50\%$  da estrutura da rocha, em volume, em relação à terra fina), o horizonte é denominado Ct.
6. Nas camadas H e O, os sufixos i, e ou a são escritos primeiro.
  7. Os sufixos @, f e b são escritos por último, se b ocorrer junto com @ ou f (somente se outros sufixos também estiverem presentes): @b, fb.
  8. Além disso, as combinações devem estar na sequência de dominância, o dominante primeiro. Exemplos: Btng, Btgb, Bkyc.

## 10.3 Camadas de transição

Se as características de duas ou mais camadas mestras são sobrepostas entre si, os símbolos mestres são combinados sem nenhum símbolo entre eles, o dominante primeiro, cada um seguido por seus sufixos. Exemplos: AhBw, BwAh, AhE, EAh, EBg, BgE, BwC, CBw, BsC, CBs.

Se as características de duas ou mais camadas mestras ocorrerem na mesma faixa de profundidade, mas ocuparem partes distintas claramente separadas entre si, os símbolos mestres são combinados com a barra (/), o dominante primeiro, cada uma seguida por seus sufixos.

Exemplos:

Bt/E (interdigitação de material E em um horizonte Bt),

C/Bt (horizonte Bt formando lamelas dentro de uma camada C).

Se um sufixo se aplicar a dois ou mais símbolos mestres, ele não será repetido e seguirá o primeiro símbolo mestre.

Exemplo: AhkBw (não: AhkBwk; não: AhBwk).

W não pode ser combinado com outros símbolos mestres. H, O, I e R só podem ser combinados usando a barra.

## 10.4 Sequências de camadas

A sequência das camadas é apresentada de cima para baixo com um hífen entre elas. Veja exemplos no Capítulo 10.5.

Caso ocorram descontinuidades líticas, os estratos são indicados por números anteriores, começando pelo segundo estrato. As camadas I e W não são consideradas estratos. Todas as camadas do respectivo estrato são indicadas pelo número:

Exemplo: Oi-Oe-Ah-E-2Bt-2C-3R.

Se o sufixo b ocorrer, o número anterior e o sufixo b serão combinados.

Exemplo: Oi-Oe-Ah-E-Bt-2Ahb-2Eb-2Btb-2C-3R.

Caso ocorram duas ou mais camadas com a mesma designação, as letras são seguidas por números. A sequência de números continua em diferentes estratos.

Exemplos:

Oi-Oe-Oa-Ah-Bw1-Bw2-2Bw3-3Ahb1-3Eb-3Btb-4Ahb2-4C,

Oi-He-Ha-Cr1-2Heb-2Hab-2Cr2-3Cry.

## 10.5 Exemplos para sequências de camadas

Este capítulo fornece exemplos para sequências de camadas para todos os RSGs. Estes são apenas **exemplos**, e em cada RSG também ocorrem outras sequências de camadas. Algumas sequências de camadas ocorrem em mais de um RSG.

### **Histosols:**

Hi-He-Ha-Ha $\lambda$ -Cr  
Hi-Hef-Haf-Cf  
Hi-Ha $\gamma$ -Ha $\beta$ -Cr  
Oi-Hid-Hed-He-Ha-Ha $\lambda$ -Cr

W-Hi $\lambda$ -He $\lambda$ -Ha $\lambda$ -Cr  
Oi-W-Hi $\lambda$ -He $\lambda$ -Ha $\lambda$ -Cr  
Oi-I  
Oi-Oe-Oa-R  
Oi-Oe-Ru  
Oi-Oe/C-Oa/C-R

### **Anthrosols:**

Ap-Bw-C  
Arp-Ardp-Bg-C

### **Technosols:**

Aht-2Bwu-2Cu  
Ah-2Our-3C  
Ru-2Cu-3Bw-3C  
Aht-2Ru

### **Cryosols:**

Oi-Ah-Bw@-Bwf-Cf  
Oi-Oe-Ah-Cf

### **Leptosols:**

Oi-Oe-Ah-R  
Oi-Ah-CBw-C

### **Solonetz:**

Ah-E-Btn-C

### **Vertisols:**

Ah-Bw-Bi-C

### **Solonchaks:**

Ah-Bz-Cz

### **Gleysols:**

Ah-Bl-Br-Cr  
Ah-Br-Cr  
Ah-Bl-C  
Ah-C $\sigma$

He-Cr

W-He $\lambda$ -Cr

W-Ahr-Cr

### **Andosols:**

Ah-Bw $\gamma$ -Cy  
Ah-Bw $\beta$ -Cy

**Podzols:**

Oi-Oe-Oa-AhE-E-Bhs-Bs-C  
Oi-Oe-Oa-AhE-E-Bhs-BsC-C  
Oi-Oe-Oa-AhE-E-Bh-C  
Oi-Oe-Oa-AhE-E-Bs-C

**Plinthosols:**

Ah-Eg-Bvg-C  
Ah-Bv-Bo-C  
Ah-Bvc-Bo-C  
Ah-Bvm-Bo-C  
Ah-Bvm-Ce-C

**Planosols:**

Oi-Oe-Ah-Eg-2Bg-2C

Ah-Eg-Btg-C

**Stagnosols:**

Ah-Bg-C  
Oi-Ah-Eg-Btg-C

**Nitisols:**

Ah-Bo-C

**Ferralsols:**

Ah-Bo-C  
Ah-Bo-Ce-C  
Ah-Bw-Bo-Ce-C

**Chernozems:**

Ah-Ck  
Ah-Bwk-C  
Ah-Bw-Bwk-C

**Kastanozems:**

Ah-Ck  
Ah-Bwk-C  
Ah-Bk-C

**Phaeozems:**

Ah-C  
Ah-Bw-C  
Ah-Bw-Bwk-C  
Ah-E-Bt-C

**Umbrisols:**

Ah-C  
Oi-Ah-Bw-C  
**Durisols:**  
Ah-Bqc-C  
A-Bqc-C  
A-Bqm-C  
A-Bw-Bqm-C  
A-Bk-Bqm-C

**Gypsisols:**

Ah-Cy  
A-By-C  
A-Bk-By-C  
A-By-Bk-C  
A-Bym-C

**Calcisols:**

Ah-Ck  
Ah-Bk-C $\alpha$   
A-Bkc-C  
A-Bkm-C  
A-Bw-Bk-C $\alpha$   
Ah-E-Btk-Bk-C

**Retisols:**

Ah-E-Bt/E-Bt-C

**Acrisols, Lixisols, Alisols, Luvisols:**

Ah-E-Bt-C

**Cambisols:**

Ah-Bw-C  
Oi-Oe-Ah-Bw-C  
Ah-Bw $\varphi$ -C

**Fluvisols:**

Ah-C1-2C2-3C3

**Arenosols:**

AC  
Ah-C

**Regosols:**

AC  
Ah-C  
Aht-C  
Ah-C $\gamma$

## 10.6 Referências

**FAO.** 2006. Guidelines for soil description. Prepared by Jahn R, Blume H-P, Asio VB, Spaargaren O, Schad P. 4th ed. FAO, Rome.

**Schoeneberger PJ, Wysocki DA, Benham EC and soil survey staff.** 2012. Field Book for describing and sampling soils. Version 3.0. Natural Resources Conservation Service, National Soil Survey Center, Lincoln.

## 11 Anexo 4: Ficha de descrição do solo

A ficha de descrição do solo é fornecida como um arquivo Excel de acesso aberto na página inicial do WRB. Para células coloridas em marrom, é necessário um código. Para células coloridas em verde são necessários números ou texto livre. O arquivo Excel que abrange os Anexos 1 (Capítulo 8) e 3 (Capítulo 10) completos é relativamente longo.

Você também pode preparar sua versão curta individual. Se você tiver certeza de que na área do seu levantamento de solos não podem ocorrer determinadas características, você poderá excluir as respectivas colunas. (Exemplo: Se o seu levantamento não estiver em um deserto, você poderá excluir as colunas referentes às feições do deserto.)

## 12 Anexo 5: Orientações sobre a configuração de um banco de dados

A criação de um banco de dados para descrição e classificação de solos de acordo com o WRB não é uma tarefa simples devido aos requisitos muitas vezes conflitantes em relação a questões como

- Objetivos e necessidades da avaliação dos dados
- Reutilização dos dados
- Qualidade dos dados
- Segurança dos dados e do sistema
- Desempenho de operações de banco de dados
- Experiência de administradores e usuários de banco de dados

e por último, mas não menos importante, a complexa estrutura de dados necessária para cobrir os parâmetros com seus dados auxiliares e a complexidade da sintaxe dos nomes do solo no WRB.

A coleta de dados de um único usuário e de um único projeto pode ser feita em uma abordagem de planilha, o que é inadequado para sistemas de informação multiusuários que precisam manter a segurança dos dados por décadas. A introdução do WRB 2022 num sistema de informação existente sobre solos ou mesmo terras exige soluções diferentes das de um banco de dados de objetivo único recém-criada. Mesmo se considerarmos a abordagem de banco de dados relacional mais difundida, nem todos os sistemas de gerenciamento de banco de dados fornecem qualquer operação lógica e outras possibilidades previstas na *Linguagem de consulta estruturada (SQL)*, e diferem amplamente no desempenho e no uso de programação adicional.

A página inicial do WRB fornece orientações e exemplos práticos para soluções de banco de dados adequadas à quarta edição do WRB.

## 13 Anexo 6: Símbolos de cores para mapas de RSGs

Este anexo fornece **sugestões** para cores em mapas que mostram os RSGs. As sugestões seguem aproximadamente as escolhas de cores nos atlas editados pelo Centro Comum de Investigação da Comissão Europeia (*Joint Research Centre of the European Commission*).

As diretrizes para criar legendas de mapas são fornecidas no Capítulo 2.5. Uma unidade de mapeamento consiste em

- um solo dominante apenas
- um solo dominante mais um solo codominante e/ou um ou mais solos associados
- um, dois ou três solos codominantes com ou sem um ou mais solos associados.

É fortemente recomendado indicar mais de um solo nas unidades de mapeamento, pois a restrição a apenas um solo dá muitas vezes imagem insuficiente ou mesmo enganosa.

Recomenda-se a utilização de símbolos coloridos e códigos alfanuméricos para permitir ao leitor do mapa uma identificação correta da unidade de mapeamento de cada polígono. (Para conjuntos de dados *raster*, somente cores podem ser usadas.) A cor apenas representa o solo dominante ou, se ausente, o solo codominante principal. Os demais solos são indicados pela adição de códigos alfanuméricos. No primeiro nível da escala, nada mais é necessário. Se você adicionar qualificadores eletivos, use códigos alfanuméricos. Os qualificadores principais adicionados no segundo e terceiro nível da escala também são indicados por códigos alfanuméricos. Estes são selecionados pelo cientista do solo, que elabora o mapa. Em unidades de mapeamento complexas com vários solos, é possível mencionar os solos codominantes e associados apenas na explicação da unidade de mapeamento.

*Tabela 13-1: Símbolos de cores para mapas de RSGs*

RSG	R	G	B	RGB hex
Acrisol (AC)	247	152	4	#F79804
Alisol(AL)	255	255	190	#FFFFBE
Andosol (AN)	254	0	0	#FE0000
Anthrosol (AT)	207	152	4	#CF9804
Arenosol (AR)	245	212	161	#F5D4A1
Calcisol (CL)	254	244	0	#FEF400
Cambisol (CM)	254	190	0	#FEBE00
Chernozem (CH)	145	77	53	#914D35
Cryosol (CR)	75	61	172	#4B3DAC
Durisol (DU)	239	228	190	#EFE4BE
Ferralsol (FR)	255	135	33	#FF8721
Fluvisol (FL)	0	254	253	#00FEFD
Gleysol (GL)	128	131	217	#8083D9
Gypsisol (GY)	254	246	164	#FEF6A4
Histosol (HS)	112	107	102	#706B66
Kastanozem (KS)	202	147	127	#CA937F
Leptosol (LP)	209	209	209	#D1D1D1
Lixisol (LX)	255	190	190	#FFBEBE
Luvisol (LV)	250	132	132	#FA8484
Nitisol (NT)	255	167	127	#FFA77F
Phaeozem (PH)	189	100	70	#BD6446
Planosol (PL)	247	125	58	#F77D3A
Plinthosol (PT)	115	0	0	#730000
Podzol (PZ)	12	217	0	#0CD900
Regosol (RG)	254	227	164	#FEE3A4
Retisol (RT)	254	194	194	#FEC2C2

Solonchak (SC)	254	0	250	#FE00FA
Solonetz (SN)	249	194	254	#F9C2FE
Stagnosol (ST)	64	192	233	#40C0E9
Technosol (TC)	145	0	157	#91009D
Umbrisol (UM)	115	142	127	#738E7F
Vertisol (VR)	197	0	255	#C500FF

## Referências

- Gardi, C., Angelini, M., Barceló, S., Comerma, J., Cruz Gaistardo, C., Encina Rojas, A., Jones, A., Krasilnikov, P., Mendonça Santos Brefin, ML, Montanarella, L., Muñiz Ugarte, O., Schad, P., Vara Rodríguez, MI. & Vargas, R. (eds.).** 2014. *Atlas de suelos de América Latina y el Caribe*, Comisión Europea - Oficina de Publicaciones de la Unión Europea, L-2995 Luxembourg, 176 pp.
- Jones, A., Montanarella, L. & Jones, R. (eds.).** 2005. *Soil Atlas of Europe*. European Commission, Publications Office of the European Union, Luxembourg
- Jones, A., Stolbovoy, V., Tarnocai, C., Broll, G., Spaargaren, O. & Montanarella, L. (eds.).** 2010. *Soil Atlas of the Northern Circumpolar Region*. European Commission, Publications Office of the European Union, Luxembourg.
- Jones, A., Breuning-Madsen, H., Brossard, M., Dampha, A., Deckers, J., Dewitte, O., Gallali, T., Hallett, S., Jones, R., Kilasara, M., Le Roux, P., Micheli, E., Montanarella, L., Spaargaren, O., Thiombiano, L., Van Ranst, E., Yemefack, M. & Zougmoré, R. (eds.).** 2013. *Soil Atlas of Africa*. European Commission, Publications Office of the European Union, Luxembourg.