



Introdução, 11

1 HISTÓRICO E FUNDAMENTOS DA CIÊNCIA DO SOLO, 15

1.1 Os primeiros conhecimentos sobre o solo	16
1.2 As primeiras civilizações: mesopotâmicos, egípcios, indianos, chineses, astecas e incas	18
1.3 Gregos e romanos	21
1.4 A Os árabes e a Idade Média europeia	22
1.5 Os alquimistas e a busca pelo “espírito da vegetação”	23
1.6 A escola de Liebig e a “lei do mínimo”	25
1.7 A escola russa	26
1.8 Os primeiros congressos internacionais de Ciência do Solo	28
1.9 Subdivisões do estudo dos solos	31
1.10 Conceitos de solo	32
1.11 Funções ecológicas	33

2 ROCHAS E SEUS MINERAIS, 37

2.1 Diferenças entre solo, regolito e saprólito	38
2.2 Diferenças entre um elemento químico, um mineral e uma rocha	39
2.2.1 Halita (NaCl: cloreto de sódio, quando encontrado em jazidas minerais)	41
2.2.2 Quartzo (SiO ₂)	41
2.3 Como se formam os minerais?	41
2.4 O que são substituições isomórficas?	46
2.5 Quais são os elementos mais comuns nos minerais?	47
2.6 Propriedades físicas dos minerais	48
2.6.1 Dureza	48
2.6.2 Cor do risco, traço ou pó	50
2.6.3 Clivagem	50
2.6.4 Magnetismo	51
2.7 Quais os principais tipos de rochas?	51
2.8 Examinando melhor os três grupos de rochas	53
2.9 Composição química dos minerais.....	56

3 INTEMPERISMO DOS MINERAIS DAS ROCHAS E FORMAÇÃO DOS MINERAIS DE ARGILA, 37

3.1 Intemperismo físico e químico	60
3.2 Como age o intemperismo físico?	63
3.3 Como ocorre o intemperismo químico?	64
3.3.1 Reações do intemperismo químico	64
Dissolução	64
Hidrólise	65
Oxidação	68
3.3.2 Intemperismo geoquímico e pedoquímico.....	69
3.4 Por que algumas rochas se intemperizam mais rápida e profundamente que outras?	69
3.4.1 As propriedades da rocha -mae	71
3.4.2 Clima	73
3.4.3 Presença ou ausência de solo	74
3.4.4 Relevo	75
3.4.5 Tempo	76
3.5 Os produtos do intemperismo	76

4 Os SÓLIDOS ATIVOS DO SOLO: ARGILA E HÚMUS, 85

4.1 O que são as argilas?	85
4.2 Classificação das argilas	86

4.2.1 Argilas silicatadas	86
Argilas 1:1 (caulinita)	88
Argilas 2:1	90
4.2.2 Argilas oxídicas	92
4.3 De onde vêm as cargas das argilas?	93
Cargas permanentes e cargas dependentes	94
4.4 O que é (e como se forma) o húmus?	94

5 CAPACIDADE DE TROCA DE ÍONS, 101

5.1 Como acontecem as trocas de cátions do solo	101
5.2 Como quantificar a CTC de uma amostra de solo?	102
5.3 Fatores que determinam maior ou menor retenção dos cátions nos coloides	104
5.3.1 Concentração relativa do cátion	104
5.3.2 Valência do cátion	104
5.3.3 Atividade iônica	105
5.4 Um exemplo de troca de íons	105
5.5 Quantificando as trocas iônicas	106
5.6 Fatores que afetam a CTC do solo	109
5.7 Capacidade de troca de ânions (CTA)	111
5.8 Perspectiva	112

6 FÍSICA DO SOLO I: GRANULOMETRIA, DENSIDADE, CONSISTÊNCIA E AR DO SOLO, 116

6.1 Tamanho de partículas e sua distribuição (composição granulométrica)	116
6.2 Estrutura e seus agregados	121
6.3 Densidade (global e de partículas) e porosidade	125
6.4 Consistência	128
6.5 O ar do solo	129

7 FÍSICA DO SOLO II: RETENÇÃO E MOVIMENTO DA ÁGUA, TEMPERATURA ETC., 136

7.1 Estrutura e propriedades da água	136
7.2 Diferenças entre moléculas de água retidas por coesão e por adesão	140
7.3 Capacidade de campo	142
7.4 Ponto de murcha permanente (PMP)	143
7.5 Água disponível (AD) e capacidade de água disponível (CAD).....	143
7.6 Como medir a quantidade de água contida em um solo?	148
7.7 Movimentos da água no solo	149
7.8 Permeabilidade do solo em fluxo saturado e não saturado	150
7.9 Relações solo-água-plantas	152

8 QUÍMICA DA FASE LÍQUIDA DO SOLO, 162

8.1 As reações biogeoquímicas da fase líquida do solo	162
8.2 O que é uma solução química?	164
8.3 Movimento dos íons: da fase sólida para a líquida	167
8.4 Principais ânions: cloretos, sulfatos, bicarbonatos e nitratos	169
8.5 Principais cátions: cálcio, magnésio, potássio, sódio e alumínio	170
8.6 Ácido silícico, compostos orgânicos e gases na solução do solo	170
8.7 Solução do solo e pedogênese	171
8.8 Influência das concentrações de oxigênio, cátions e sílica na formação das argilas	174
8.9 Como retirar amostra da solução do solo	174

9 MORFOLOGIA: ORGANIZAÇÃO DO SOLO COMO CORPO NATURAL, 181

9.1 Paisagens, corpos de solos e perfis de solos	181
9.2 Como descrever um solo?	183
9.3 Principais características morfológicas	186
9.3.1 Cor	186

9.3.2 Textura	187
9.3.3 Estrutura	188
9.3.4 Feições da superfície dos agregados e dos poros	190
9.3.5 Consistência	191
9.3.6 Outras características	193
9.4 Denominações dos horizontes	194
9.4.1 Horizontes O e H	195
9.4.2 Horizonte A	196
9.4.3 Horizonte E	196
9.4.4 Horizonte B	197
9.4.5 Horizonte C	197

10 ACIDEZ E ALCALINIDADE, 206

10.1 O que significa pH?	206
10.2 Por que existem solos ácidos e alcalinos	208
10.3 Os diferentes tipos de acidez	212
10.3.1 Acidez ativa e acidez potencial	213
10.4 Efeito do tipo de cátion básico sobre o pH	214
10.5 Poder tampão dos solos	215
10.6 Importância da acidez do solo no crescimento das plantas	216
10.7 Ajuste do pH em solos agrícolas	217
10.8 Como calcular a quantidade de calcário necessária para neutralizar os níveis elevados de acidez?	218
10.9 Alcalinidade e salinidade	219

11 BIOLOGIA DO SOLO: ORGANISMOS VIVOS E MATÉRIA ORGÂNICA, 224

11.1 Tipos de organismos.....	224
11.2 Macroanimais mais comuns do solo: artrópodes e vermes	226
11.3 Microfauna (nematóides, protozoários e rotíferos)	228
11.4 Microflora (algas, bactérias, fungos e actinomicetos)	229
11.5 Fatores que condicionam o tipo e a quantidade de micro-organismos do solo	231
11.6 Efeitos dos organismos no solo	231
11.7 Matéria orgânica	234
11.8 Relações carbono/nitrogênio	236

12 ANÁLISE DA FRAÇÃO SÓLIDA DO SOLO, 241

12.1 Fertilidade versus produtividade do solo	241
12.2 Tecnologias que devem ser utilizadas para conhecer o solo	245
12.3 Análises químicas e físicas para fins pedológicos	247
12.3.1 Análise total da fração argila (cálculo dos índices Ki e Kr)	249
12.3.2 Carbono e Nitrogênio	250
12.3.3 Determinações dos índices de acidez (pH)	250
12.4 Análises de solo para fins de recomendação de adubações	255
12.4.1 Elementos essenciais e não essenciais às plantas	256
12.4.2 Como deve ser avaliada a fertilidade do solo	258
12.4.3 A importância de uma boa amostragem	259
12.4.4 Extração e determinação dos elementos químicos de maior interesse	260
12.4.5 Interpretação dos resultados	260
12.4.6 Recomendações de fertilizantes e corretivos	261
12.5 Conclusão	261

13 PROCESSOS E FATORES DE FORMAÇÃO DO SOLO, 269

13.1 Voltando no tempo	269
13.2 Principais processos de formação do solo	271
13.2.1 Adições	272
13.2.2 Transformações	273
13.2.3 Remoções (ou perdas)	273
13.2.4 Translocações	274

13.3 Fatores de formação do solo	274
13.3.1 Clima	275
13.3.2 Organismos	276
13.3.3 Material de origem	277
13.3.4 Relevô	279
13.3.5 Tempo	280
13.4 Perspectiva	282

14 CLASSIFICAÇÃO DOS SOLOS, 290

14.1 Classificações técnicas e naturais	290
14.2 Atributos diferenciais dos solos	290
14.3 Primeiros sistemas naturais de classificação	292
14.4 Sistemas modernos de classificação – horizontes diagnósticos	293
14.5 Classificação norte-americana	294
14.6 Classificação da FAO/Unesco	297
14.7 Outros sistemas de classificação de solos	299

15 O SISTEMA BRASILEIRO DE CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS (SiBCS), 307

15.1 Estrutura hierárquica do SiBCS	307
15.2 As seis categorias do SiBCS	308
15.2.1 Os horizontes e outras características diagnósticas	309
15.2.2 Como identificar um solo no primeiro nível categórico (ordem)?	309
15.2.3 O segundo nível categórico: as subordens	311
15.2.4 O terceiro nível categórico: os grandes grupos	311
15.2.5 O quarto nível categórico: os subgrupos	312
15.2.6 O quinto e o sexto nível categórico: famílias e séries	313
15.3 Visão geral dos solos brasileiros (ordens e subordens)	315
15.3.1 Latossolos	315
15.3.2 Nitossolos	318
15.3.3 Argissolos	319
15.3.4 Planossolos	321
15.3.5 Plintossolos	321
15.3.6 Luvissolos	323
15.3.7 Chernossolos	324
15.3.8 Espodossolos	325
15.3.9 Vertissolos	326
15.3.10 Cambissolos	327
15.3.11 Neossolos	327
15.3.12 Gleissolos	328
15.3.13 Organossolos	329

16 LEVANTAMENTOS DE SOLOS, 337

16.1 Utilidades dos levantamentos pedológicos	337
16.2 Definição e modo de execução de um levantamento pedológico	339
16.3 Por que e como são feitos os mapas de solos?	340
16.4 Quais os diferentes tipos de unidades de mapeamento?	344
16.5 Os relatórios dos levantamentos de solos	346
16.6 Quais são os tipos de levantamentos pedológicos?	347
16.7 Mapas utilitários e interpretativos	351
16.8 Avanços recentes nos levantamentos de solos	352

17 SOLOS DO BRASIL, 359

17.1 Solos da Amazônia	359
17.2 Solos do Nordeste	363

17.3 Solos da Região Centro -Oeste	365
17.4 Solos da Região Sudeste	367
17.5 Solos da Região Sul	369
17.6 Panorama dos solos do Brasil em relação à agricultura	370

18 SOLOS E CLIMAS DO MUNDO, 377

18.1 Solos dos trópicos e subtropicais úmidos	377
18.2 Solos dos trópicos com longa estação seca	380
18.3 Solos dos climas mediterrâneos	381
18.4 Solos das regiões montanhosas.....	382
18.5 Solos das zonas áridas	383
18.6 Solos das zonas temperadas	385
18.6.1 Biomas das florestas mistas e decíduas	385
18.6.2 Biomas das estepes e pradarias	387
18.7 Solos da zona fria	389
18.8 Solos das zonas boreais e polares	390
18.9 Panorama dos recursos dos solos do mundo para a agricultura	391

19 DEGRADAÇÃO E CONSERVAÇÃO DOS SOLOS, 398

19.1 A conservação dos solos	398
19.2 Causas do depauperamento do solo	400
19.2.1 Lixiviação e acidificação	400
19.2.2 Excesso de sais ou salinização	405
19.2.3 Desertificação	405
19.2.4 Poluição do solo	406
19.2.5 Degradação física interna	407
19.3 Erosão dos solos	408
19.3.1 Erosão hídrica	409
19.3.2 Fatores que afetam a erosão	411
19.4 Os métodos de conservação dos solos	413
19.4.1 Práticas de caráter edáfico	414
19.4.2 Práticas de caráter mecânico	415
19.4.3 Práticas de caráter vegetativo	416
19.4.4 Sistema de plantio direto na palha	418
19.5 Capacidade de uso e planejamento conservacionista das terras	419
19.6 Perspectiva	423