Estratégia Concursos

Aula 00

IBAMA (Analista Ambiental - Tema 3) Remediação Ambiental e Dispersantes Químicos + Noções de Pedologia + Noções de Fitossanidade + Segurança Química (Itens 3.1, 4 e 5)

Autor:

Diego Tassinari

08 de Novembro de 2022

Sumário

1 - GÊNESE, MORFOLOGIA E CLASSIFICAÇÃO DO SOLO 4
1.1 - INTEMPERISMO 4
1.1.1 - Tipos de intemperismo 4
1.1.2 - Fatores que afetam o intemperismo 6
1.2 - PEDOGÊNESE (FORMAÇÃO DO SOLO) 8
1.3 - MORFOLOGIA DO SOLO 15
1.3.1 - Arranjo dos horizontes 16
1.3.2 - Cor e mosqueado 18
1.3.3 - Textura 19
1.3.4 - Estrutura 22
1.3.5 - Porosidade 23
1.3.6 - Cerosidade 23
1.3.7 - Consistência 24
1.4 - CLASSIFICAÇÃO DO SOLO 25
1.5 - PRINCIPAIS SOLOS DAS REGIÕES BRASILEIRAS 33
1.5.1 - Solos da região Sul 33
1.5.2 - Solos da região Sudeste 35
1.5.3 - Solos da região Centro-Oeste 36
1.5.4 - Solos da região Nordeste 37
1.5.5 - Solos da região Norte 39
2 - FÍSICA DO SOLO 42
2.1 - ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO 42
2.1.1 - Textura do solo 42
2.1.2 - Relações massa/volume 44
2.1.4 - Distribuição de poros por tamanho 46
2.1.5 - Retenção de água no solo 47
2.2 - COMPACTAÇÃO DO SOLO 50
3 - FERTILIDADE DO SOLO 53
3.1 - CONCEITOS BÁSICOS 53
3.1.1 - Nutrientes de plantas 53
3.2 - INTERAÇÕES NUTRIENTE-SOLO 54
3.2.1 - Fase viva do solo 55
3.2.2 - Fase gasosa 55
3.2.3 - Fase líquida 56
3.2.4 - Fase sólida 58
3.3 - DINÂMICA DOS NUTRIENTES 61
3.3.1 - Nitrogênio 61
3.3.2 - Fósforo 63
3.3.3 - Potássio 64
3.3.4 - Cálcio e Magnésio 64
3.3.5 - Enxofre 65
3.3.6 - Micronutrientes 65
3.4 - MATÉRIA ORGÂNICA DO SOLO 66
3.4.1 - Dinâmica da matéria orgânica do solo 66

3.4.2 - Propriedades afetadas pela matéria orgânica 69
3.5 - ORGANISMOS DO SOLO 71
3.5.1 - Organismos e processos bioquímicos do solo 71
3.5.2 - Micorrizas 73
3.5.3 - Fixação biológica de nitrogênio 74
4 - MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO 77
4.1 - EROSÃO 77
4.1.1 - Processo erosivo 78
4.1.2 - Fatores que afetam a erosão 81
4.1.3 - Equação Universal de Perdas de Solo 87
4.2 - PRÁTICAS DE CONTROLE DA EROSÃO 89
4.2.1 - Práticas edáficas 89
4.2.2 - Práticas vegetativas 90
4.2.3 - Práticas mecânicas 92
4.3 - CAPACIDADE DE USO E APTIDÃO AGRÍCOLA 97
4.3.1 - Sistema de capacidade de uso 98
4.3.2 - Sistema de aptidão agrícola 99
5 - QUESTÕES COMENTADAS 102
5.1 - GÊNESE, MORFOLOGIA E CLASSIFICAÇÃO 102
5.2 - FÍSICA DO SOLO 108
5.3 - MATÉRIA ORGÂNICA E ORGANISMOS DO SOLO 116
5.3 - MANEJO E CONSERVAÇÃO 124

RAIO-X ESTRATÉGICO

Colega Estrategista,

Os temas abordados nessa aula aparecem assim no edital:

*NOÇÕES DE **PEDOLOGIA**: 1 **Gênese e morfologia** dos solos. 2 **Composição** do solo. 3 **Propriedades físicas e químicas** do solo. 4 **Classificação Brasileira** de Solos: princípios, critérios e características.*

As questões de **Pedologia** abordam comumente temas como **morfologia**, **processos de formação**, classificação pelo **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos** e **solos das regiões brasileiras**.

Com relação a **Manejo e Conservação do Solo**, são cobrados principalmente aspectos das **práticas de conservação do solo**, como **terraceamento**, além do **processo de erosão** em si (etapas) e da sua **modelagem pela Equação Universal das Perdas de Solo**.

Bom estudo!

Prof. Diego Tassinari

1 - GÊNESE, MORFOLOGIA E CLASSIFICAÇÃO DO SOLO

Iniciaremos nosso estudo do solo a partir da sua formação e, para isso, precisamos ir um pouco além, explicando como as rochas são alteradas pelo **intemperismo**. Estudaremos os principais **processos de formação** do solo e veremos também quais as principais características avaliadas no estudo da sua **morfologia**. Finalmente, estudaremos como essas características são a base para a **classificação** dos solos. Com essas informações, poderemos então discutir a distribuição e ocorrência dos **principais solos das regiões brasileiras**.

1.1 - INTEMPERISMO

Quando **expostas à superfície** do planeta, as rochas se encontram sob condições muito diferentes daquelas nas quais se formaram. As condições reinantes na atmosfera levam à **quebra e alteração das rochas por agentes químicos, físicos e biológicos**, processo que recebe o nome de **intemperismo**.

O intemperismo ocorre na interface entre litosfera, atmosfera, hidrosfera e biosfera. A **rocha em diferentes estados de alteração** constitui o **saprolito**, enquanto tudo aquilo que está **acima da rocha fresca** ou sã (**solo + saprolito**) recebe o nome de manto de alteração ou **regolito**. Em condições adequadas, ocorre formação de solo na porção mais superficial do manto de alteração. Em maiores profundidades, o solo vai gradativamente dando lugar ao saprolito e à rocha inalterada.

1.1.1 - Tipos de intemperismo

O intemperismo corresponde ao **conjunto de processos** de **desagregação** e **decomposição** das rochas pela ação dos **agentes do intemperismo**. Quanto ao seu modo de ação, são reconhecidos três **tipos de intemperismo**: físico, químico e biológico.

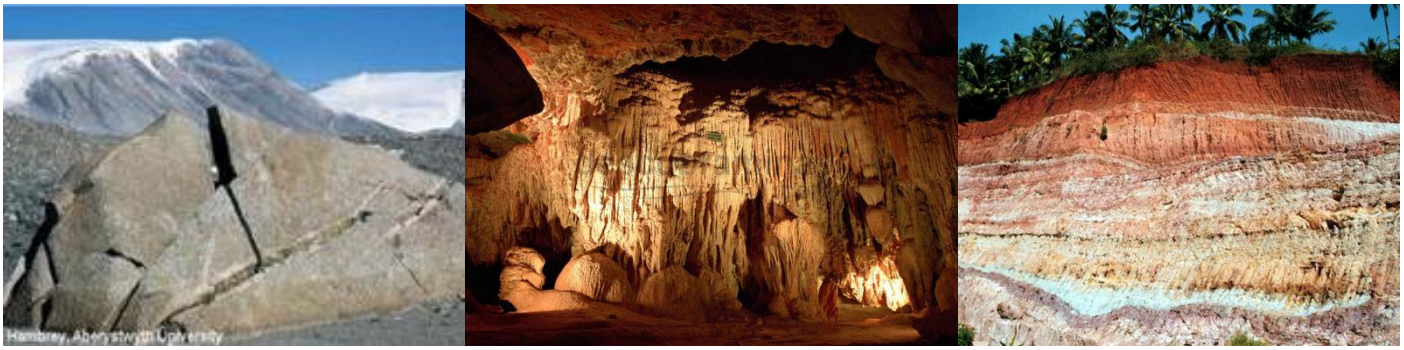
O **intemperismo físico** em geral opera primeiro, originado **fissuras e quebrando as rochas em fragmentos menores** sem, contudo, alterar a sua composição química e mineralógica. O fendilhamento e fragmentação **favorecem a penetração da água**. A desagregação das rochas pelo intemperismo físico se dá pela ação de:

- **ciclos de aquecimento e resfriamento**, que levam à expansão e contração dos minerais e ao surgimento de fissuras;
- **expansão volumétrica da água** presente em fissuras ao congelar-se;
- expansão volumétrica em fissuras pela **cristalização de sais**;
- **alívio de pressão** das rochas expostas e consequente fendilhamento.

O **intemperismo químico**, por sua vez, age por meio de diversas **reações químicas** que **alteram a composição química e mineralógica das rochas**. A **água** é o **principal agente do intemperismo químico**. Em

regiões quentes e úmidas, esse processo é bastante intenso, alterando as rochas até grandes profundidades. As principais **reações são do intemperismo químico** incluem:

- **dissolução** dos componentes mineralógicos das rochas;
- **hidrólise**, que corresponde ao ataque à estrutura dos minerais promovido pelos íons H^+ e OH^- em solução (essa é a **principal reação** do intemperismo químico);
- **oxidação**, especialmente associada a Fe e Mn, geralmente precedida pela hidrólise.



Feições associadas ao intemperismo: fendilhamento de rocha provocado pelo intemperismo físico; espeleotemas (concreções) produzidos por reações de dissolução de rocha calcária e posterior precipitação; diferentes colorações produzidas pela oxidação do Fe em região tropical.

Já o **intemperismo biológico** é aquele mediado por **organismos**, podendo contribuir tanto para o intemperismo físico (crescimento de raízes em fendas), quanto químico (liberação de ácidos orgânicos pelas raízes, aporte de matéria orgânica, absorção de nutrientes).

Apesar de ser essa apenas uma **divisão didática** (dificilmente qualquer um desses agentes atua sozinho), é um assunto comumente cobrado dessa forma, como na questão a seguir e em outras no final do material.

(Crescer Consultorias - Prefeitura de Pedro do Rosário, MA - 2019)

O intemperismo _____ é causado por processos ou fatores físicos como variação de temperatura, cristalização de sais, congelamento, entre outros. Marque a alternativa que preenche de forma correta a lacuna acima.

(A) químico.

(B) físico.

(C) químico-biológico.

(D) biológico.

(E) bioquímico.

Comentário: o próprio enunciado já estabelece que são "processos ou fatores físicos", citando agentes do intemperismo que não dependem de reações químicas ou da ação de organismos, ou seja, trata-se de intemperismo físico.

Gabarito: alternativa B

1.1.2 - Fatores que afetam o intemperismo

O intemperismo é afetado principalmente por dois fatores: as **características das rochas**, que são o substrato sobre o qual atuam os agentes do intemperismo; e o **clima**.

Os minerais que constituem as rochas têm estruturas e composições químicas distintas, o que lhes condiciona **diferentes resistências à alteração pelo intemperismo**. Esse comportamento é expresso na forma de um diagrama chamado de série de Goldich-Bowen. Apesar de não ser necessário decorá-la, a série de Goldich-Bowen ajuda a explicar, por exemplo, porque alguns minerais, como o quartzo, são mais comumente encontrados no solo do que outros. Na porção superior do diagrama estão os **minerais menos resistentes ao intemperismo**: olivina, piroxênios e anfibólios (augita e hornblenda, por exemplo) e os plagioclásios. Esses minerais têm teores mais elevados de cátions como Fe^{2+}, Mg^{2+} e Ca^{2+}. Já na porção inferior encontram-se os **minerais mais resistentes ao intemperismo**, sendo o **quartzo** o mais resistente de todos pelo predomínio de Si e de fortes ligações covalentes.

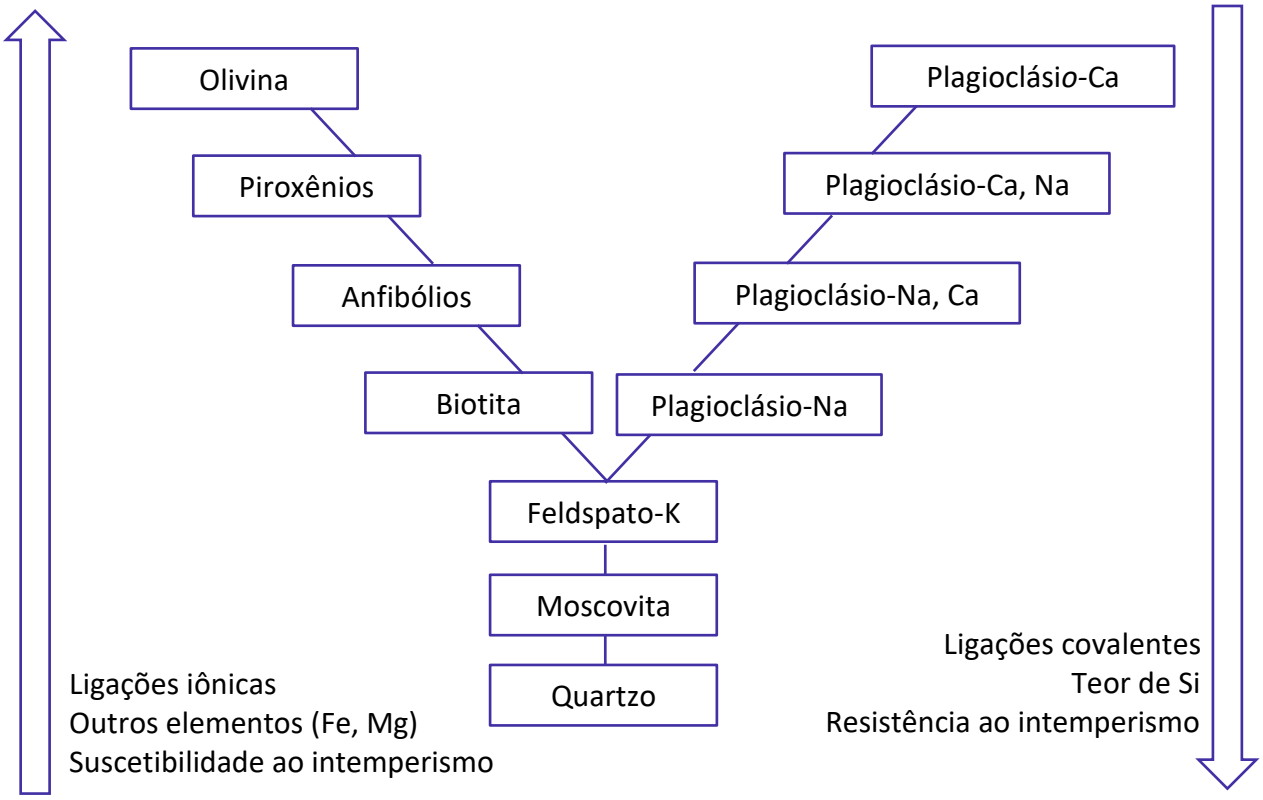


Diagrama de estabilidade dos minerais de Goldich-Bowen.

HORA DE PRATICAR

(NC-UFPR - Itaipu Binacional - 2019) As rochas encontradas na crosta terrestre, magmáticas, metamórficas ou sedimentares, podem ser desagregadas e decompostas para formar regolito e solo. Nesse contexto, minerais primários sofrem intemperismo e se transformam em minerais secundários. Sobre o intemperismo dos minerais do solo, é correto afirmar que:

(A) augita, hornblenda e olivina são minerais sujeitos a rápido intemperismo, por isso menos abundantes nos solos intemperizados.

(B) quartzo e feldspatos são minerais rapidamente intemperizados e por isso mais abundantes nos solos intemperizados.

(C) goethita, hematita e gibbsita são minerais primários que, por meio da decomposição, dão origem aos minerais quartzo e biotita.

(D) augita, hornblenda e olivina são minerais resistentes ao intemperismo, em comparação com quartzo.

(E) argilas silicatadas são minerais primários de rochas ígneas.

Comentário: Essa questão apresenta um grau de dificuldade em decorrência dos nomes de minerais apresentados, que são pouco comuns. Contudo, conhecendo apenas os minerais secundários e o comportamento do quartzo no intemperismo, já é possível chegar à resposta correta.

A alternativa A está correta, pois esses minerais encontram-se na porção superior do diagrama de estabilidade de Goldich-Bowen (olivina, piroxênios e anfibólios), sendo, por isso, praticamente inexistentes em solos tropicais.

A alternativa B está errada, pois, ainda que os feldspatos sejam de fato facilmente intemperizáveis, o quartzo é o mineral mais resistente ao intemperismo da série de Goldich-Bowen.

A alternativa C está errada, pois goethita, hematita e gibbsita são minerais secundários (óxi-hidróxido de Fe, óxido de Fe e hidróxido de Al respectivamente), enquanto o quartzo e a biotita são minerais primários.

A alternativa D está errada, já que augita, hornblenda e olivina são minerais facilmente intemperizáveis, enquanto o quartzo é bastante resistente ao intemperismo.

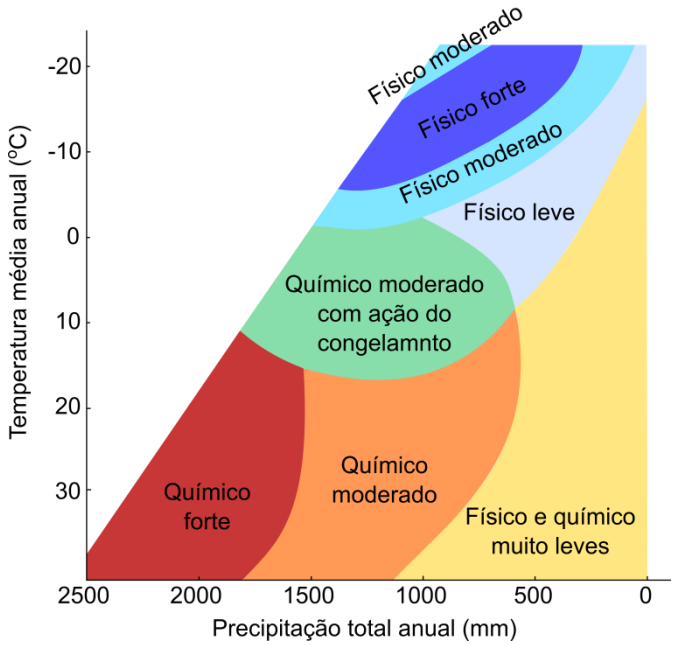
A alternativa E está errada, pois as argilas silicatadas (argilominerais) são minerais secundários.

Gabarito: alternativa A.

O **clima** tem efeito preponderante na intensidade do intemperismo. Quanto **mais quente e úmido o clima, maior a intensidade do intemperismo** (principalmente do intemperismo químico). Em regiões de clima seco, a intensidade do intemperismo é bem menor, com pequena alteração das rochas expostas. Em climas muito frios, predomina o intemperismo físico, podendo resultar em intenso fendilhamento e desagregação das rochas pela ação do congelamento.

Observe no gráfico a seguir a relação entre temperatura, precipitação e intensidade do intemperismo. Em nosso país, onde você espera intemperismo mais intenso? E onde o intemperismo seria mais ameno? Podemos facilmente concluir que os locais mais quentes e chuvosos, como na região amazônica,

condicionariam intemperismo mais intenso; enquanto nos locais semiáridos da região Nordeste, a intensidade do intemperismo seria menor.



Relação entre temperatura, precipitação e intensidade do intemperismo.

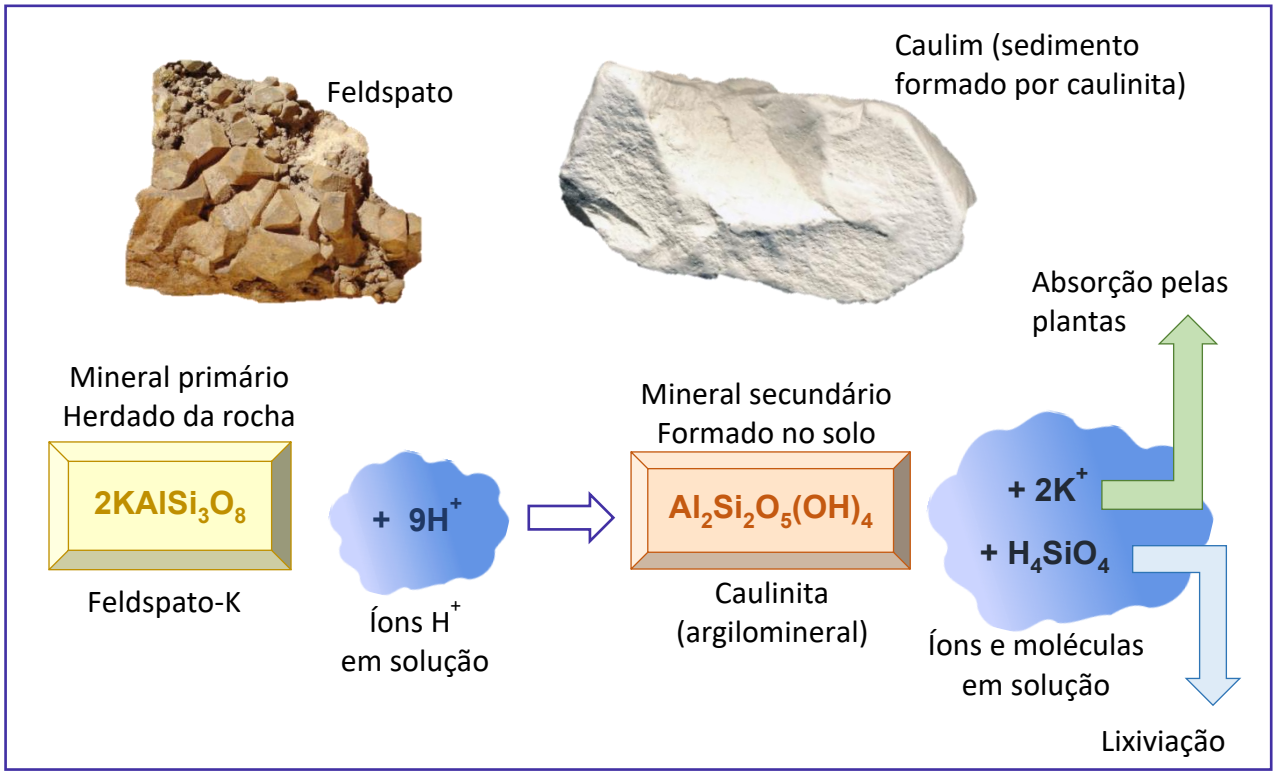
1.2 - PEDOGÊNESE (FORMAÇÃO DO SOLO)

O intemperismo e a formação do solo estão intimamente relacionados. Observe adiante a representação esquemática da hidrólise incongruente (quando resta uma fase residual sólida) de um feldspato potássico. Essa reação representa a hidrólise de um **mineral primário** (proveniente da **rocha ou material de origem**) com formação de um **mineral secundário**, a caulinita (**argilomineral** mais abundante nos solos do planeta).

Na reação representada, o K^+ foi removido da estrutura cristalina do mineral e solubilizado, tornando-se assim disponível para absorção pelas plantas. O Si também foi removido da estrutura do mineral e solubilizado na forma de ácido silícico (H4SiO4), que pode ser removido pela água no processo de **lixiviação**.

Lixiviação é a **remoção de nutrientes e outras moléculas solúveis pela água** que se infiltra e percola através do solo. Esses materiais dissolvidos são carregados para grandes profundidades e podem atingir o lençol freático, eventualmente migrando para rios e chegando aos oceanos. A facilidade com que determinados elementos são perdidos é dada pela **série liotrópica** e depende de características como valência (maior valência, menor remoção) e raio iônico (maior raio iônico, maior remoção). Veja a séria em ordem decrescente de energia de ligação (do menos para o mais facilmente lixiviado):

$Al^{3+} > Ca^{2+} > Mg^{2+} > NH_4^+ = K^+ > Na^+$



Intemperismo químico (reação de hidrólise) de um mineral primário (feldspato potássico), liberando K^+ (nutriente) para as plantas e originando um novo mineral estável (caulinita, mineral secundário).

Apenas no final do século XIX o solo foi compreendido como um **corpo natural cuja formação se dá por processos específicos**, à parte dos processos geológicos. O solo se forma progressivamente sob a influência dos chamados **fatores de formação do solo**. Esses fatores variam de um local para outro, fazendo com que predominem esse ou aquele processo de formação. Os fatores de formação do solo foram elencados pelo cientista russo Dokuchaev em 1883 e são comumente expressos na forma da famosa equação proposta por Jenny em 1941:

Solo = f(clima, organismos, material de origem, relevo, tempo)

Nesse modelo, o solo é tido como ***função da atuação do clima e dos organismos sobre determinado material de origem em dada condição de relevo ao longo do tempo***.

Clima e **organismos** atuam conjuntamente como **fatores ativos (agentes do intemperismo)** e afetam a formação do solo ao longo de **grandes regiões geográficas**. Solos de regiões quentes e úmidas (solos

tropicais) são mais profundos e empobrecidos em nutrientes devido à lixiviação mais intensa. Em regiões frias e áridas, os solos são menos desenvolvidos, apesar de serem frequentemente bastante férteis.

O **material de origem** do solo pode ser a **rocha** que se encontra imediatamente abaixo dele (**solos residuais ou autóctones**) ou **material transportado** de outros locais (**solos alóctones**). Perceba que é mais correto referir-se a material de origem do que a rocha-mãe ou rocha-matriz, já que nem sempre o solo origina-se diretamente da rocha (pode formar-se a partir da deposição de sedimentos, acúmulo de matéria orgânica ou até de outros solos). O material de origem tem grande **influência em características como fertilidade, cor e textura do solo**. Solos derivados de rochas mais ricas em quartzo apresentam maiores teores de areia. Solos derivados de calcários são comumente mais argilosos. Solos derivados de basalto também são comumente argilosos, com teores elevados de Fe e coloração bem vermelha.

(FEPESE - Prefeitura de Lages, SC - 2016) Qual dos fatores de formação dos solos permite classificá-los em: solos Autóctones; solos Alóctones e solos Pseudoautóctones?

(A) Organismos vivos

(B) Material de origem

(C) Tempo

(D) Relevo

(E) Clima

Comentário: A classificação dos solos como autóctones ou alóctones (o termo pseudoautóctones não é comumente utilizado) é baseada na relação do material de origem com a rocha subjacente: solos autóctones (ou residuais) são formados a partir do intemperismo da rocha subjacente, enquanto os solos alóctones são formados sobre material transportado de outros locais (sedimentos).

Gabarito: alternativa B.

O **relevo** e o **tempo** estão **intimamente relacionados**, pois a grau de movimentação do relevo condiciona o tempo de ação do intemperismo e dos processos de formação: em relevos muito movimentados e declivosos, as **partículas são rapidamente removidas e o solo não se desenvolve** e aprofunda tanto como em condições de relevo plano.

(Inédita) Qual dos fatores de formação do solo a seguir é capaz de explicar a variação dos solos entre grandes regiões geográficas distintas, como países e continentes?

(A) Material de origem

(B) Tempo

(C) Clima

(D) Relevo

(E) Rocha

Comentário: considerando-se grandes extensões geográficas, o principal fator de formação que condicionaria a variação entre os solos seria o clima. Nesse sentido, é muito comum que se faça a distinção entre solos de regiões temperadas e solos de regiões tropicais. Em cada uma dessas regiões é muito provável que ocorram condições de relevo e de material de origem similares, mas os solos ainda seriam fundamentalmente distintos pela intensidade do intemperismo e dos processos de formação decorrentes das diferenças climáticas.

Gabarito: alternativa C

(Inédita) Dentro de uma pequena propriedade rural, qual dos seguintes fatores de formação do solo provavelmente explica melhor a variabilidade dos solos que aí ocorrem?

(A) Material de origem

(B) Tempo

(C) Clima

(D) Relevo

(E) Organismos

Comentário: em uma pequena escala geográfica, é pouco provável que existam grandes diferenças climáticas ou de material de origem. Contudo, mesmo uma pequena propriedade rural pode apresentar diferentes ambientes quanto ao relevo: encostas planas ou declivosas, áreas de topo e baixadas ou várzeas. Assim, nessa escala geográfica, o relevo seria o fator de formação do solo mais importante, afetando não só o tempo (áreas declivosas x áreas planas), mas também o regime de umidade (solo bem drenado x hidromorfismo).

Gabarito: alternativa D

A **formação do solo** é um processo bastante **lento** (centenas a milhares de anos), mesmo nas regiões tropicais onde o intemperismo é bastante intenso. Existem apenas quatro **processos básicos de formação do solo**:

- **Adição: acréscimo de materiais ao solo**, como a adição de matéria orgânica à superfície do solo pela vegetação.

• **Remoção:** a **remoção de materiais do solo** pode ser superficial ou em profundidade. A **erosão** remove **partículas** da superfície pela ação da água e do vento, conforme veremos no próximo capítulo. Já a **lixiviação** remove **íons e moléculas em solução**, que são carreados pela água que drena através do solo em direção ao lençol freático. Esses dois processos atuam em sentido inverso: enquanto a remoção por erosão acarreta rejuvenescimento do solo (o material mais alterado é removido e o menos intemperizado é exposto), a remoção por lixiviação condiciona seu envelhecimento (perda de nutrientes e Si).

• **Transformação:** corresponde às **alterações que os materiais sofrem no solo**, como por exemplo, a conversão de um mineral primário a argilomineral (esquematizado anteriormente) e a estabilização de resíduos orgânicos na forma de húmus.

• **Translocação:** os materiais são **transportados e mudam de lugar dentro do solo**. A matéria orgânica adicionada à superfície é incorporada pelos organismos à camada mais superficial do solo. Os argilominerais, os óxidos de Fe e Al e a própria matéria orgânica também podem ser transportados pela água, acumulando-se em profundidade.

(CESPE - ICMBIO - 2014) A respeito de solos e da hidrologia da bacia amazônica, julgue os itens a seguir.

Solo é um corpo natural com fases sólida, líquida e gasosa que ocupa espaço na superfície terrestre e que se distingue do material de origem por horizontes e camadas formados a partir da adição, da perda, da transferência e da transformação de matéria e energia, ou que seja capaz de suportar o desenvolvimento de sistemas radiculares.

Comentário: a afirmativa está correta, pois o solo é um corpo natural trifásico formado por quatro processos básicos, adição, remoção, transformação e translocação.

Gabarito: C.

A atuação desses processos (individualmente ou em conjunto) permite individualizar inúmeras **classes de processos de formação do solo**. Essas classes, descritas a seguir, são bem mais numerosas e explicam a formação de determinado solo. Não se preocupe se não se lembrar de todos os solos citados, eles serão discutidos mais adiante.

• **Calcificação:** **formação de carbonatos** (principalmente $CaCO_3$) secundários no solo. Típico de climas mais secos, nos quais a lixiviação é pouco intensa. Processo típico dos Chernossolos.

• **Latolização ou ferralitização:** **remoção intensa de nutrientes e Si** do solo pela lixiviação, com acúmulo residual de óxidos de Fe e Al. Condiciona a formação de Latossolos.

• **Laterização e plintização:** **mobilização de Fe** e sua concentração na forma de **concreções localizadas** (plintita e petroplintita) ou extensas (laterita). Leva à formação de Plintossolos.

• **Eluviação e iluviação:** são processos de **translocação** de materiais dentro do solo, saindo de determinado local (eluviação) e sendo depositado em outro (iluviação). A **eluviação pode originar camadas esbranquiçadas**, empobrecidas em argila e matéria orgânica, típica dos Espodossolos (processo também chamado de podzolização). Nesses solos, também ocorre queluviação, um tipo de iluviação em que Fe e Al são transportados formando complexos com moléculas orgânicas, acumulando-se em profundidade (**horizonte espódico**). A argiluviação ou lessivagem é outro tipo de iluviação em que partículas de argila são translocadas das camadas superficiais para as mais profundas, sendo o processo típico de formação de diversos solos, como Argissolos, Planossolos, Luvissolos e Nitossolos (**horizonte B textural**).

• **Pedoturbação:** **alteração da disposição das camadas** do solo por **erosão** (deposição de sedimentos sobre o solo), **fendilhamento** intenso em Vertissolos (o solo contrai quando seco, originando fendas que são preenchidas por material superficial) e ação de animais da fauna do solo (chamado também **bioturbação**).

• **Adições antropogênicas:** **ocupações humanas antigas** que produziram solos muito diferentes dos demais do local. Um exemplo típico no Brasil são as **terras preta de índio**, nome popular que se dá a solos antrópicos formados em antigos aldeamentos indígenas.

• **Gleização:** eliminação dos agentes pigmentantes vermelhos e amarelos (Hematita e Goethita, respectivamente) em condições de **hidromorfismo** (excesso de água e falta de Oxigênio). Típico dos Gleissolos.

• **Salinização, sodificação e solodização:** processos típicos de **regiões áridas e semiáridas**. Na salinização, há formação e acúmulo de sais no solo (KCl, NaCl, CaSO4). Na sodificação, não há formação de sais, mas o solo encontra-se saturado de cátions, principalmente Na^+. Na solodização, o Na^+ é translocado e acumula-se em profundidade.

• **Paludização:** **acúmulo de matéria orgânica** em locais alagados ou encharcados.

• **Ferrólise:** **destruição de argilominerais** das camadas superficiais do solo em condições cíclicas de encharcamento e aeração, devido à acidificação pela oxidação do Fe^{2+} a Fe^{3+}.

Apesar de serem muitos processos específicos, tente **associar o elemento formativo de cada nome aos fenômenos envolvidos**. Veja a seguir um exemplo de questão bastante extensa, porém nem por isso difícil, em que esse tema foi cobrado.

(FUNDEP - Prefeitura de Lagoa Santa, MG - 2019) A interação dos fatores ambientais (material de origem, clima, biota, relevo, tempo) desencadeia processos formadores do solo, chamados de processos pedogenéticos, cujas ações estão registradas nas feições morfológicas e na composição do solo. Assim, diferentes combinações de fatores ambientais direcionam processos que atuam no substrato geológico ou no solo pré-existente, ocasionando modificações pedogenéticas. Como resultado, os processos pedogenéticos formam um solo com um conjunto de horizontes e composição característicos. Com base nos conhecimentos de Pedologia, relacione a COLUNA I com a COLUNA II, associando os processos pedogenéticos às definições que mais se aproxima dos seus conceitos.

COLUNA I	COLUNA II
1. Turbação	( ) Intemperismo químico muito intenso, lixiviação de bases e Si, acumulação de Fe e Al.
2. Lessivagem	( ) Transferência vertical de coloides e sua deposição em horizontes subsuperficiais.
3. Salinização	( ) Processo de destruição de argilas (argilominerais e óxidos) por ciclos alternados de oxidação e redução, em horizontes ou camadas do solo sujeitos à alternância de encharcamento e secagem frequentes, como no topo de horizontes subsuperficiais densos e argilosos.
4. Latolização	( ) Ocorre em ambiente de solo com prolongada ou permanente saturação com água, havendo redução de Fe e Mn e possível acúmulo de matéria orgânica.
5. Gleização	( ) Processo de acumulação extrema de compostos de ferro por migração vertical ou horizontal, solubilizados em algumas posições na paisagem e reprecipitado por oxidação em outras, formando crostas, concreções ou carapaças lateríticas, compostas de óxidos de ferro em associação com quartzo, sílica amorfa e coloides do solo.
6. Ferrólise	( ) Processo de acumulação intensa de matéria orgânica no solo, em ambientes permanentemente encharcados.
7. Plintização	( ) Movimentação intensa da massa do solo, por ação de processos biológicos (formigas, cupins, minhocas) ou por efeitos alternados e frequentes de umedecimento e secagem da massa do solo, como nos Vertissolos.
8. Paludização	( ) Acúmulo de sais solúveis no perfil do solo. Ocorre em áreas litorâneas ou sob clima árido, onde a pluviosidade é menor que a evapotranspiração.

Assinale a sequência correta.

(A) 4 2 6 5 7 8 1 3

(B) 6 1 5 4 7 8 2 3

(C) 6 1 3 8 4 5 2 7

(D) 4 2 5 6 3 8 1 7

(E) 4 1 8 3 2 5 6 7

Comentário: A questão pode parecer difícil pelo tamanho e quantidade de conteúdo exigido, mas perceba que, sabendo apenas os processos mais comuns, já se pode chegar com segurança à alternativa correta. Veja como o elemento formativo de cada termo auxilia na resolução.

O processo de formação do solo que envolve intemperismo intenso, com lixiviação de bases e Si do perfil e cpnsequente acúmulo residual de Fe e Al é a latolização, que corresponde ao processo de formação de Latossolos, isto é, solos enriquecidos em Al e Fe devido à remoção de Si e bases pelo intemperismo químico e lixiviação intensos (4).

O processo de translocação de argilas dos horizontes A e E para o horizonte B é a argiluviação ou lessivagem. A lessivagem tem semelhança com "lavagem", e é justamente a "lavagem" da argila das camadas superiores para as camadas mais profundas do solo (2).

O processo que leva à destruição de argilas das camadas superficiais do solo por ciclos de oxidação e redução é a ferrólise. Esse processo é bem menos comum e poderia suscitar dúvidas. Contudo, perceba pela etimologia que deve ser a quebra ("lise") de alguma coisa. Na coluna II, verificamos que existe apenas uma alternativa que faz referência à destruição (de argilas no caso). No processo de ferrólise, durante o encharcamento, os íons Fe^{2+} removem as bases e ocupam os sítios de troca da superfície das argilas. Quando o solo se torna novamente aerado, a oxidação do Fe^{2+} a Fe^{3+} gera expressiva acidez (íons H^+), que leva à destruição das argilas (6).

Em ambientes com encharcamento permanente ou prolongado, a limitada disponibilidade de O_2 leva ao estabelecimento de condições de redução, afetando especialmente Mn e Fe e também levando ao acúmulo de matéria orgânica (decomposição = oxidação). A gleização é um processo que ocorre em condições de hidromorfismo, originando solos acinzentados (a palavra tem a mesma origem que "grey", cinza em inglês (5).

A acumulação localizada de Fe no solo, na forma de concreções ou camadas contínuas, corresponde à plintização e laterização. A plintização é o processo de formação de plintita, que são concreções de Fe formadas em locais sujeitos à variação do nível do lençol freático, com alternância de condições de redução e oxidação. A laterização corresponde especificamente à formação de camadas contínuas, chamadas de lateritas. O processo também depende da variação entre condições de encharcamento e redução, com mobilização do Fe^{2+}, e secagem e oxidação, com precipitação do Fe^{3+} (7).

O processo de acúmulo de matéria orgânica em solos encharcados é a paludização. O acúmulo de água e a condição de saturação quase permanente levam à exaustão do O_2 disponível, que restringe a decomposição e leva ao acúmulo de matéria orgânica (8).

O processo de formação do solo que envolve o seu constante revolvimento é a pedoturbação. A turbação tem relação com "perturbação", que no caso do solo se deve principalmente à ação de organismos da macrofauna do solo que têm o hábito de revolvê-lo. Esse processo também ocorre em determinados solos muito ricos em argilas expansivas (que se expandem quando úmidas e contraem quando secas), como é o caso dos Vertissolos. Nesses solos, ocorre abertura de fendas durante o período seco, que são preenchidas por material que cai das camadas superiores, "revolvendo" o solo naturalmente (1).

O acúmulo de sais no solo corresponde ao processo de salinização, ocorrendo quando a perda de água por evapotranspiração é superior à precipitação, o que faz com que os cátions não sejam removidos por lixiviação e se acumulem no solo na forma de sais (3).

Gabarito: alternativa A.

1.3 - MORFOLOGIA DO SOLO

As características morfológicas do solo são **propriedades facilmente percebidas a partir do seu exame no campo com a visão e o tato** (observação e manipulação/manuseio do solo). A morfologia do solo é estudada a partir da avaliação de propriedades como espessura e ordenação dos horizontes, cor, textura, estrutura, consistência, porosidade, dentre outras. **As características morfológicas são registros deixados**

no solo pelos processos de formação, ou seja, é a partir da morfologia do solo que se infere a respeito dos processos pedogenéticos que predominaram na formação do mesmo.

O **menor volume de solo** que representa suas características é chamado de **pedon**. Esse corpo tridimensional imaginário e de tamanho não definido (alguns metros) tem como limite superior a atmosfera e limite inferior difuso, já que o solo gradualmente dá lugar ao material de origem à medida que se aprofunda. A unidade básica de estudo do solo é a **face do pedon**, isto é, uma corte vertical do pedon que representa o **perfil do solo**. O perfil do solo vai da superfície do mesmo ao contato com o material de origem. Por razões práticas, como os processos pedogenéticos podem atingir grandes profundidades nos solos do nosso país em decorrência das condições climáticas, define-se em geral a **profundidade de 200 cm como limite inferior do perfil do solo para seu estudo**. A seguir, estudaremos as principais propriedades morfológicas do solo; mas antes, pratique o que foi visto com a seguinte questão:

(FEPESE - Prefeitura de Lages, SC - 2016) A unidade básica de solo que vai da superfície até seu material de origem, e se constitui na menor porção tridimensional, perfazendo um volume mínimo que possibilite seu estudo, é denominada:

(A) Gênese.

(B) Atributos.

(C) Estrutura.

(D) Pedon.

(E) Perfil.

Comentário: as primeiras três alternativas dificilmente suscitariam dúvidas, já que não correspondem em nada à descrição de enunciado. As duas últimas, porém, poderiam gerar dúvida se a diferenciação de pedon e perfil não estiver bem consolidada. O perfil é uma representação do solo em duas dimensões, é apenas uma face do pedon, enquanto este é uma porção tridimensional do solo que representa todas as suas propriedades. Assim, o principal aspecto do enunciado a se levar em consideração é a "porção tridimensional", que significa o pedon.

Gabarito: alternativa D.

1.3.1 - Arranjo dos horizontes

O perfil de solo é formado por **camadas geralmente paralelas à superfície do solo** que diferem entre si pelas suas propriedades. Quando essas camadas horizontais são **resultantes da ação dos processos pedogenéticos**, elas recebem o nome de **horizontes do solo** (veja uma foto de perfil de solo e o detalhamento dos seus horizontes na figura a seguir. A formação dos horizontes é, portanto, resultado da própria formação do solo, que age a partir da superfície e vai se aprofundando (ou seja, de cima para baixo).

Os **horizontes principais** são identificados por **letras maiúsculas** (A, B, C, R, O, H, E, F, K), sendo acompanhados de letras minúsculas para indicar características especiais.

Perfil de solo com detalhe dos horizontes.

Horizonte	Características
A	Horizonte mineral e superficial (pode estar abaixo do O) cuja principal característica é a **influência da matéria orgânica**. Os resíduos orgânicos depositados na superfície são incorporados ao solo pela ação dos organismos, dando origem a esse horizonte que em geral tem coloração escura e estrutura granular.
B	Horizonte mineral de subsuperfície (abaixo de A, E ou O). Representa a **máxima expressão dos processos pedogenéticos**, sendo por isso o principal horizonte para classificação do solo.
C	Horizonte mineral, inconsolidado (solto, friável) e relativamente **pouco alterado** pelos processos pedogenéticos. Rico em minerais primários, com cores claras e esmaecidas (comumente róseo ou amarelo bem claro).
R	Camada mineral de material consolidado, formado por **rocha** contínua ou fragmentos grandes ocupando mais de 90% do volume.
O	Horizonte superficial **orgânico** dos solos minerais. Formado pelo acúmulo de material orgânico em condições de drenagem livre (sem encharcamento). Comum em solos florestais e bastante espesso em climas mais frios.
H	Horizonte **orgânico**, superficial ou não, formado pelo acúmulo de restos vegetais em condições de **encharcamento**, em que a ausência de oxigênio impede a decomposição da matéria orgânica, que se acumula.
E	Horizonte mineral formado pela **eluviação** de argila, matéria orgânica e óxidos de Fe e Al. Coloração esbranquiçada, ocorrendo abaixo de horizonte A ou O e acima de horizonte B.

F	Horizonte ou camada contínua formada **por óxidos de Fe ou Al**, chamado também de bancada laterítica ou canga. Formado a partir da cimentação e endurecimento irreversível de **concreções**.

Os perfis de solo comumente apresentam a **sequência A-B-C**, mas não exclusivamente. Sob condições de vegetação natural ou florestal, é comum a sequência O-A-B-C. **Horizontes que apresentam características de mais de um horizonte principal** são ditos **transicionais** e são identificados por duas letras maiúsculas. Veja na figura anterior um exemplo de horizonte transicional que tem tanto características do horizonte A (influência da matéria orgânica) quanto do horizonte B (estrutura em blocos), recebendo por isso o nome de AB. A **espessura dos horizontes** é bastante variável e tem grande **importância na definição dos critérios dos horizontes diagnósticos** para a classificação do solo.

1.3.2 - Cor e mosqueado

A **cor** é a **característica mais facilmente percebida em um solo**, sendo muito importante para interpretação da pedogênese e para a sua classificação. Sua determinação é feita com o auxílio da **Carta de Cores de Munsell**, um catálogo sistematizado que permite a identificação das cores a partir do seu **matiz** (cor do espectro eletromagnético), do **valor** (tonalidade da cor, mais claro ou escuro) e do **croma** (grau de saturação da cor, ou proporção entre o matiz e o cinza). Assim, um horizonte que teve sua cor determinada como 2,5 YR 4/4 tem matiz 2,5 YR, valor 4 e croma 4 (vermelho-amarelado). Esse sistema de cores deu origem ao sistema HSL (*hue*, *lightness* e *saturation*) que está comumente disponível em inúmeros softwares (como no *Office*®) juntamente com o sistema mais conhecido RGB (*red*, *green* e *blue*).

A maioria dos constituintes **minerais do solo tem cor branca** (minerais primários e argilominerais), sendo a coloração devida aos **agentes pigmentantes**. Os principais agentes pigmentantes são minerais secundários formados por **óxidos de Fe** (como a hematita, de cor vermelha, e a goethita, de cor amarela) e a **matéria orgânica** (castanho e marrom a quase preto). Veja na figura da página 16 como a coloração do solo varia em função dos horizontes.

Solos **vermelhos** contêm **hematita**, que é formada sob condições **de boa drenagem ou teores elevados de Fe**; enquanto **solos mais úmidos**, de **pior drenagem**, com **teores mais elevados de matéria orgânica** ou com **baixos teores de Fe** tendem a ser mais **amarelos** (predomínio de goethita). Solos **acinzentados** indicam **ausência de óxidos de Fe**, comumente associado a condições de **hidromorfismo** (encharcamento). Nesses solos, é comum a ocorrência de manchas de cores em meio à massa acinzentada de solo, formando **mosqueados**.

Vemos, com isso, que a **cor do solo pode trazer muitas informações a respeito do seu processo de formação e das suas características**. Por esse motivo, esse atributo morfológico é **empregado no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos** no segundo nível categórico de diversas ordens, conforme veremos mais adiante.

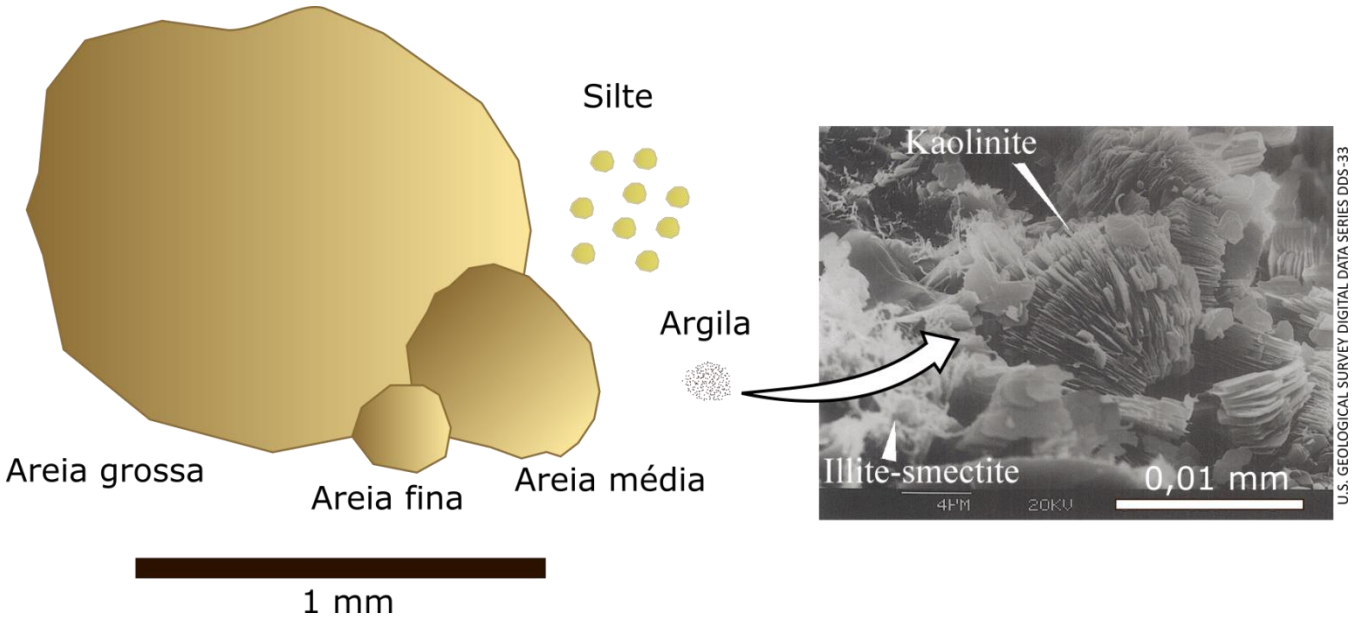
1.3.3 - Textura

A textura do solo corresponde à **distribuição das partículas do solo por tamanho**, sendo agrupadas em três frações principais:

- **areia** (diâmetro **de 2 a 0,05 mm**),
- **silte** (diâmetro entre **0,05 e 0,002 mm**) e
- **argila** (diâmetro **inferior a 0,002 mm** ou 2 µm).

Veja na figura a seguir a relação de tamanho entre as frações. A textura do solo diz respeito apenas à proporção de partículas presentes na **terra fina**, isto é, tudo aquilo que passa em uma peneira com **2,0 mm** de abertura. Frações grosseiras como cascalhos (2 mm a 2 cm), calhaus (2 cm a 20 cm) e matacões (acima de 20 cm) são registradas apenas como qualificadores da textura do solo.

A textura pode ser determinada pela análise mecânica em laboratório ou pela **sensação tátil no campo**. A **areia tem sensação de aspereza** ao tato; o **silte de maciez** e sedosidade; e a **argila de plasticidade** e pegajosidade.



Representação esquemática da relação entre as dimensões das frações areia grossa, areia média, areia fina, silte e argila; e detalhe das partículas do argilomineral caulinita em fotomicrografia de varredura, evidenciando uma pilha de placas de caulinita.

A textura do solo tem grande importância para o seu **manejo**, afetando inúmeros processos e propriedades como agregação, retenção de água, armazenamento de nutrientes, acúmulo de matéria orgânica, dentre outros. A **fração argila**, devido ao seu diminuto tamanho, é responsável pelas **propriedades coloidais do solo** juntamente com a **matéria orgânica**. Os **teores de areia**, em geral, estão relacionados aos teores do **mineral quartzo no material de origem do solo**, enquanto o teor de **silte** indica o **grau de desenvolvimento do solo** (quanto mais velho o solo, menor o teor de silte).

É importante destacar que essas **frações texturais baseiam-se apenas no tamanho das partículas**, não dizendo nada sobre a sua **mineralogia**. A **fração argila** do solo contém tanto **argilominerais** (caulinita, esmectita, vermiculita, ilita), quanto óxidos de Fe (hematita, goethita) **e Al** (gibbsita). Na **fração areia** predomina o **quartzo**, mas também ocorrem outros **minerais primários resistentes ao intemperismo**, como o rutilo e o zircão. Já a fração **silte** pode conter uma grande variedade de **minerais primários**, como micas e feldspatos, e **secundários** (argilominerais e óxidos de Fe e Al).

(QUADRIX- Prefeitura de Cristalina, GO - 2019) A textura do solo é definida pela proporção relativa das classes de tamanho de partículas de um solo. A Sociedade Brasileira de Ciência do Solo define quatro classes de tamanho de partículas menores do que 2 mm, usadas para a definição da classe de textura dos solos. Assinale a alternativa que apresenta essas quatro classes.

(A) areia grossa, areia fina, silte e argila.

(B) areia, silte, blocos e granulados.

(C) areia, argila, grãos e britas.

(D) granulados, prismas, blocos e colunas.

(E) blocos angulares, blocos granulares, prismas e silte.

Comentário: A alternativa A está correta, pois, apesar de haver uma clara inadequação do enunciado ao afirmar que existem quatro frações texturais (quando na verdade são reconhecidas apenas três), é comum haver distinção entre areia grossa e areia fina já que elas apresentam comportamento físico distinto (a areia grossa favorece a formação de poros maiores e a areia fina favorece a ocorrência de encrostamento).

A alternativa B está errada, pois blocos e granulados não são frações texturais, mas formas de estrutura (na verdade, blocos e grânulos, já que granulado é uma cobertura para doces).

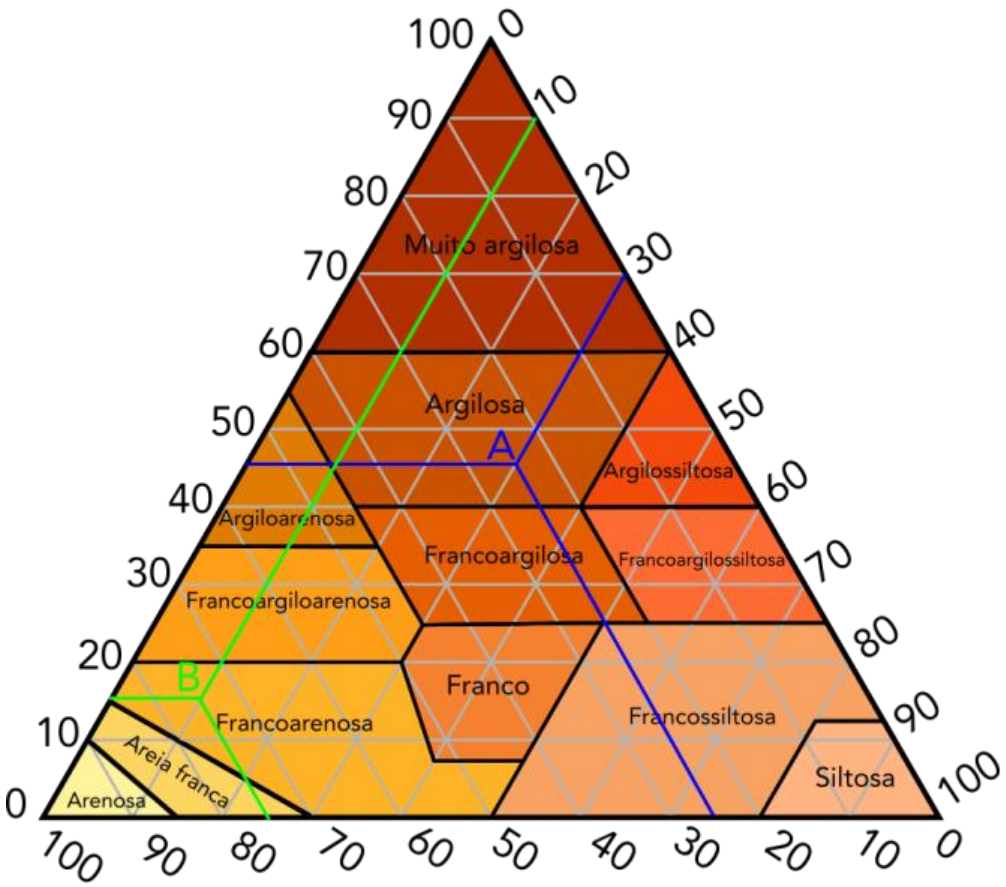
A alternativa C está errada, pois grãos e britas não são frações texturais.

A alternativa D está errada, pois não traz nenhuma fração textural, apenas formas de estrutura.

A alternativa E está errada, pois traz vária formas de estrutura e apenas silte como fração textural corretamente.

Gabarito: alternativa A.

As combinações de teores de argila, silte e areia são agrupados em **classes de textura** de acordo com o **triângulo textural** a seguir. Nesse exemplo, o solo A apresenta 45% de argila, 30% de silte e 35% de areia, sendo classificado como de textura argilosa. Já o solo B, que tem 15% de argila, 10% de silte e 75% de areia, tem textura francoarenosa.



Triângulo textural e classes texturais adotados no Brasil.

(IF-RS - IF-RS - 2016) A textura do solo refere-se à proporção relativa das partículas de areia, silte e argila que compõem a terra fina do solo (fração menor que 2 mm). Assim, é CORRETO afirmar:

(A) A sensação ao tato de aspereza quando a amostra de solo é esfregada entre o polegar e o indicador se deve ao predomínio de silte.

(B) As proporções de areia, silte e argila são agrupadas num total de 12 classes texturais.

(C) Solos com textura muito argilosa são aqueles onde se detecta mais de 50% de argila.

(D) No campo a textura é estimada através do tato, esfregando-se uma amostra de solo úmido, amassada e bem homogeneizada, entre o polegar e o indicador.

(E) Solos com maiores teores de argila, por apresentarem menor resistência à desagregação, são mais suscetíveis à erosão pelo impacto das gotas da chuva e pelo escoamento superficial das águas."

Comentário: a alternativa A está errada, pois a sensação de aspereza ao tato é devida à fração areia, que inclui as partículas mais grosseiras, isto é, de maior tamanho.

A alternativa B está errada, pois o triângulo textural empregado no Brasil apresenta 13 classes texturais (areia, areia franca, silte, francoarenosa, francossiltosa, franco, francoargiloarenosa, francoargilossitosa, francoargilosa, argilossiltosa, argiloarenosa, argila e muito argilosa).

A alternativa C está errada, pois a classe "muito argilosa" apresenta mais de 60% de argila.

A alternativa D está correta, pois a manipulação de uma amostra de solo umedecida e homogeneizada permite a estimação da textura do solo em campo.

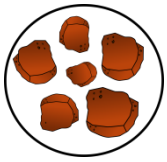
A alternativa E está errada, pois os solos mais argilosos têm maior resistência à desagregação e são menos suscetíveis à erosão devido ao papel que a argila exerce na agregação do solo.

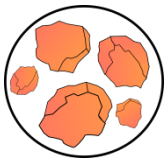
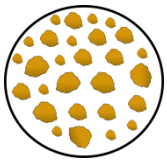
Gabarito: alternativa D.

1.3.4 - Estrutura

As **partículas de argila, silte e areia** e as moléculas de matéria orgânica não ocorrem soltas no solo, mas **formando unidades estruturais** chamadas de **agregados**. A agregação do solo é devida à ação da argila e da matéria orgânica, sendo que os óxidos de Fe também contribuem para a estabilização dos agregados pela cimentação que promovem.

A morfologia do solo trata a estrutura a partir de três características dos agregados, a **forma**, o **tamanho** e o **grau** (resistência a se desfazer). Na análise da estrutura em campo, os agregados são gentilmente separados uns dos outros por seus planos de fraqueza. **Quanto à forma, a estrutura pode ser**:

Forma da estrutura	Formato	Características
Grumosa		Agregados **granulares** e arredondados, porém **muito porosos** e macios. Comum nos horizontes O, H, A húmico e A chernozêmico.
Granular		Agregados **arredondados**, sendo a estrutura mais comum da grande maioria dos horizontes A.
Blocos		Estrutura muito comum na **maioria dos horizontes B**. Os agregados têm formato de pequenos paralelepípedos com dimensões semelhantes em todos os eixos, com arestas mais ou menos arredondadas (blocos subangulares e angulares).
Colunar e prismática		Os agregados são geralmente grandes e têm o **eixo vertical bem maior que o horizontal**. Típica de **Vertissolos**, do horizonte B de Planossolos e de solos afetados pela **salinidade**.

Laminar		O **eixo horizontal é maior que o vertical**. Ocorre na superfície de solos extremamente compactados ou que sofreram encrostamento.
Maciça		**Sem formato definido**, pois os agregados não são ainda bem formados, não existindo entre eles planos de fraqueza. Característica do horizonte C.
Grão simples		Ocorre em **solos muito arenosos**, nos quais os teores de argila e matéria orgânica são insuficientes para a formação de agregados.

Veja na figura da página 17 como a **estrutura varia em função dos horizontes**. No **horizonte A**, os agregados são **granulares**; enquanto nos horizontes AB e B a estrutura é em bloco subangulares. Já no horizonte C, a estrutura é comumente descrita como maciça, pois não há ainda agregação suficiente para produzir agregados de formas definidas.

A estrutura tem grande relevância no **comportamento físico-hídrico** do solo, afetando fenômenos como retenção de água, infiltração e desenvolvimento do sistema radicular das plantas. A estrutura grumosa é a mais porosa, seguida pela granular. Em termos de infiltração, **grumos e grânulos permitem a passagem da água com mais facilidade**, pois os agregados têm apenas pontos de contato. Já **blocos e prismas têm faces de contato entre os agregados, o que dificulta a passagem da água**.

1.3.5 - Porosidade

O arranjo das partículas em agregados origina **espaços vazios** na massa de solo que constituem a sua porosidade. Os poros do solo são de extrema importância, pois é através deles que ocorrem a **infiltração da água, as trocas gasosas e o crescimento das raízes**. Os poros maiores (**macroporos**) são as vias principais para **drenagem** do excesso de água e para **aeração do solo**. Já os poros menores armazenam e modulam a liberação da água para as plantas (à medida que o solo seca, os poros maiores vão se esvaziando e a água vai ficando mais fortemente retida).

1.3.6 - Cerosidade

Essa propriedade está associada ao processo de **argiluviação** (ou lessivagem), isto é, à translocação da argila dos horizontes A ou E para o B. Em determinadas situações, a argila permanece **revestindo externamente os agregados**, formando películas brilhantes que recebem o nome de cerosidade. Característica comum dos Nitossolos, nos quais a cerosidade é bastante **nítida**.

1.3.7 - Consistência

A consistência do solo é uma medida da **força de coesão entre as partículas de solo**, sendo fortemente influenciada pelos teores de argila e matéria orgânica. A consistência é avaliada com **o solo seco (coesão), ligeiramente úmido (friabilidade) e molhado (plasticidade e pegajosidade)**. Em termos práticos, permite **identificar camadas adensadas em profundidade**, que seriam restritivas ao desenvolvimento do sistema radicular (consistência seca/coesão → caráter coeso), e também o momento adequado de realizar operações de preparo, como aração e gradagem (consistência úmida/friabilidade). Vejo os termos empregados para descrição da consistência do solo no campo:

• **Consistência seca:** Extremamente dura → Muito dura → Dura → Ligeiramente dura → Macia → Solta

• **Consistência úmida:** Extremamente firme → Muito firme → Firme → Friável → Muito friável → Solta

• **Plasticidade:** Muito plástica → Não plástica → Ligeiramente plástica → Não plástica

• **Pegajosidade:** Muito pegajosa → Pegajosa → Ligeiramente pegajosa → Não pegajosa

(IF-RS - IF-RS - 2016) As afirmativas I, II, III e IV relacionam-se com as características morfológicas do solo e sua importância. Assinale a alternativa em que (todas) a(s) afirmativa(s) está(ão) CORRETA(S):

I. As características morfológicas representam a aparência do solo no campo, sendo visíveis a olho nu ou perceptíveis por manipulação.

II. São características morfológicas do solo e devem ser descritas em cada horizonte: espessura, cor, textura, estrutura, consistência, cerosidade e porosidades.

III. Essas características são utilizadas na identificação do solo, na avaliação da capacidade de uso da terra, no diagnóstico da causa de variação no crescimento das plantas e no diagnóstico de degradação em propriedades do solo.

IV. A estrutura laminar indica que os agregados apresentam as três dimensões aproximadamente iguais com a face plana e arestas bem definidas.

(A) Apenas I, II, III.

(B) Apenas I, III e IV.

(C) I, II, III e IV.

(D) Apenas I e III.

(E) Apenas I.

Comentário: A afirmativa I está correta, pois os atributos morfológicos do solo são de fácil percepção pela observação ou manuseio do solo no campo.

A afirmativa II está correta, pois enumera adequadamente diversas características morfológicas que são rotineiramente descritas em cada um dos horizontes do perfil que está sendo avaliado. "Porosidades" encontra-se no plural porque a descrição é feita para diferentes classes de tamanho de poros.

A afirmativa III está correta, pois esses atributos podem ser empregados para outras finalidades além da descrição do solo com fins de classificação. Veremos adiante como a capacidade de uso da terra é influenciada pelas características do solo. A estrutura, a consistência e a porosidade sofrem influência do manejo, principalmente da degradação física (compactação do solo) e são comumente empregadas como indicadores de qualidade física, como na metodologia de Diagnóstico Rápido da Estrutura do Solo (DRES) da EMBRAPA.

A afirmativa IV está errada, pois a estrutura laminar é caracterizada por agregados com uma dimensão bem menor que as outras duas (formato achatado).

Gabarito: Alternativa A.

1.4 - CLASSIFICAÇÃO DO SOLO

A humanidade provavelmente emprega critérios de classificação dos solos desde que passou a fazer uso deste recurso natural, inicialmente para produção de artefatos cerâmicos e posteriormente para produção de alimentos. Os primeiros sistemas de classificação eram essencialmente **utilitaristas**, isto é, agrupavam os solos de acordo com a visão que se tinha de seus usos, potencialidades e limitações.

Até o século XIX, as **classificações científicas** desenvolvidas levavam em consideração apenas aspectos geológicos, associando o solo à rocha que lhe deu origem (solos de basalto, de calcário, de granito, e assim por diante).

Apenas a partir dos estudos do russo Dokuchaev, na segunda metade do século XIX, que se buscou constituir sistemas de classificação próprios para os solos, dado o seu ***reconhecimento como corpos naturais resultantes de processos próprios de formação***. Em um país de dimensões continentais, Dokuchaev teve a chance de observar grande variação de solos, tendo elaborado um sistema de classificação a partir das características do ambiente (material de origem, relevo e vegetação, principalmente). Esse sistema de classificação, porém, era de difícil aplicação em outras localidades do globo. A partir da segunda metade do século XX, o rápido desenvolvimento da Pedologia levou à elaboração de sistemas de classificação baseados não apenas na gênese do solo, como a proposição original de Dokuchaev, mas também na sua morfologia. Assim, os sistemas científicos atuais de classificação são ditos **morfogenéticos**, partindo da seguinte lógica:

A pedogênese atua sobre o material de origem por meio dos **processos de formação**.

Os processos pedogenéticos predominantes ficam estampados na **morfologia** do perfil do solo.

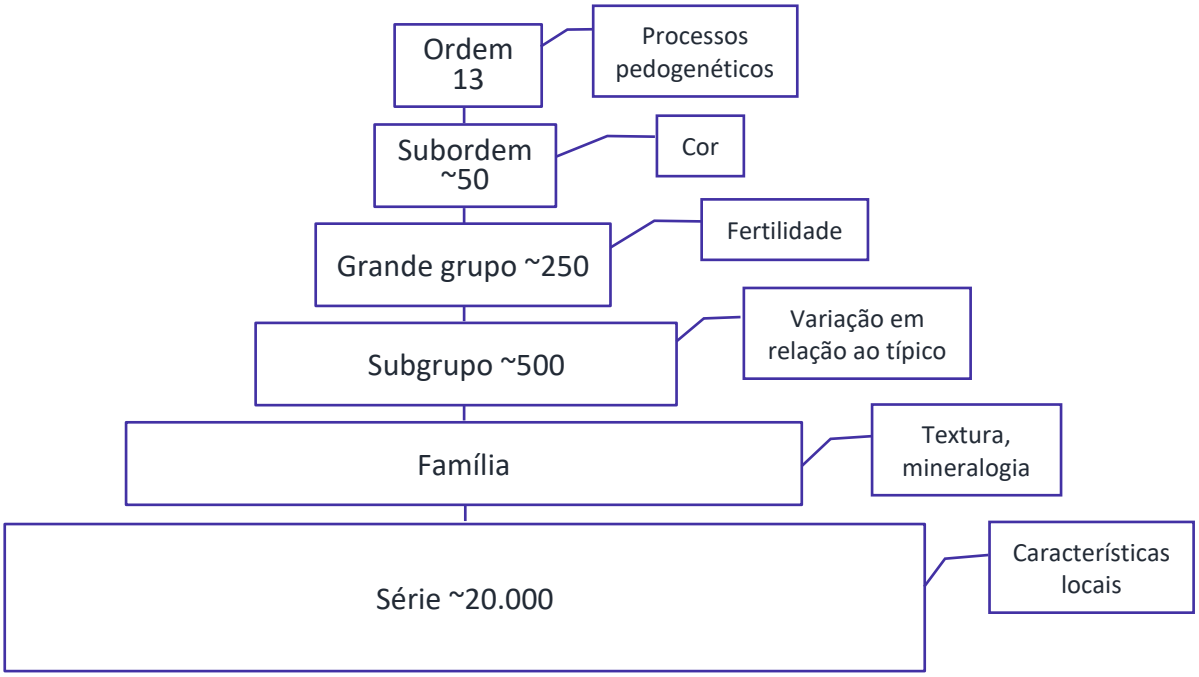
A **classificação** do solo se baseia na interpretação da gênese a partir da morfologia (classificação morfogenética).

Desse modo, **a classificação de qualquer solo parte sempre da análise do seu perfil**. Inicialmente, são identificados os **horizontes pedogenéticos** (aqueles **relacionados aos processos de formação do solo**). Posteriormente, pela **aplicação dos critérios de um sistema de classificação**, são identificados os **horizontes diagnósticos**, que em geral coincidem com os pedogenéticos, mas não obrigatoriamente (determinada interpretação de campo pode não ser confirmada depois pelos resultados analíticos laboratoriais, por exemplo).

O Brasil tem um **sistema próprio de classificação de solos**, o **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos** (SiBCS), desenvolvido ao longo de décadas sob a coordenação da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) em parceira com inúmeros profissionais de diferentes institutos de pesquisa e universidades.

Como todo sistema de classificação, o SiBCS é **hierárquico e multicategórico**. A classe de maior nível é a **ordem**, sendo **13 no sistema brasileiro**. As ordens são **essencialmente definidas a partir da gênese do solo**, de modo a agrupar solos semelhantes, que se formaram sob predomínio dos mesmos processos. Em seguida, vem a **subordem**, em número aproximado de 50; depois **grande grupo**, **subgrupo**, **família** e **série**. Esses dois últimos são níveis taxonômicos ainda não completamente estruturados no SiBCS.

Essa **sequência hierárquica** representa um **aumento na especificidade** e na quantidade de informação. A **ordem** é uma categoria genética e genérica, **agrupando os solos a partir de sua formação**. A partir daí, a distinção entre as classes dentro de cada nível categórico se dá pela **definição de características diferenciais**.



Hierarquia do Sistema Brasileiro de Classificação de solo e algumas das propriedades mais comumente empregadas em cada nível categórico.

SANTOS et al. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 5ª ed. rev. amp. Brasília: Embrapa, 2018.

Seria ideal que todas as propriedades do solo fossem usadas para definição das classes (máximo de informação), mas na prática opta-se por eleger um pequeno número de propriedades. Por isso, é importante que essas **propriedades tenham o maior número de covariantes** possível, para que traduzam em si uma maior quantidade de informação. No SiBCS, à medida que se avança para níveis taxonômicos mais baixos, as características diferenciais deixam de ser exclusivamente morfológicas, baseando-se também em resultados analíticos laboratoriais e inclusive critérios utilitaristas (como fertilidade do solo).

A classificação dos solos se baseia na **identificação dos horizontes diagnósticos de superfície ou subsuperfície no perfil do solo**. Veja a seguir os horizontes diagnósticos empregados no SiBCS e, em sequência, como esses horizontes são empregados na chave de classificação.

Horizontes diagnósticos de superfície

- **Horizonte A hístico:** único horizonte diagnóstico **orgânico**, define os Organossolos.

- **Horizonte A chernozêmico:** horizonte mineral, com **elevada fertilidade**, macio e bem agregado (estrutura grumosa), alto teor de matéria orgânica, cores escuras, define os Chernossolos.

- **Horizonte A proeminente:** horizonte **mineral**, macio e **bem agregado** (estrutura grumosa), mas não tão fértil quanto o A chernozêmico.

- **Horizonte A húmico:** horizonte **mineral**, com levado teor de **matéria orgânica**.

- **Horizonte A fraco:** horizonte mineral, **pouco espesso**, cores claras, baixo teor de matéria orgânica.

- **Horizonte A antrópico:** horizonte mineral, com **vestígios de atividade humana** (fragmentos de cerâmica, por exemplo), elevada fertilidade natural (altos teores de P) e rico em matéria orgânica.

- **Horizonte A moderado:** horizonte mineral mais comum, com **características intermediárias** (não se enquadra como nenhum dos demais).

Horizontes diagnósticos de subsuperfície

- **Horizonte álbico:** forte **eluviação**, cores claras, textura mais arenosa, típico de Espodossolos.

• **Horizonte B textural:** apresenta **gradiente textural** (teor de argila maior no horizonte B que no horizonte A devido à argiluviação), estrutura em blocos, define os Argissolos e Luvissolos;

• **Horizonte B nítico:** também é um horizonte B textural, mas com marcante **cerosidade**, define os Nitossolos.

• **Horizonte B plânico:** também é um **horizonte B textural**, mas com mudança muito abrupta do horizonte A para o B, caracteriza os Planossolos.

• **Horizonte B latossólico:** material **bastante intemperizado**, argila de baixa atividade, espessura maior que 50 cm, define os Latossolos.

• **Horizonte B espódico: acúmulo iluvial de matéria orgânica** associada ou não a Fe e Al, horizonte diagnóstico de Espodossolos.

• **Horizonte plíntico:** ocorrência de **plintita** (concreção de Fe macia, que não sofreu endurecimento irreversível), caracteriza os Plintossolos.

• **Horizonte litoplíntico:** semelhante ao anterior, mas com **petroplintita** (concreções que sofreram endurecimento irreversível), também define os Plintossolos.

• **Horizonte glei: cores acinzentadas**, hidromorfismo, típico dos Gleissolos.

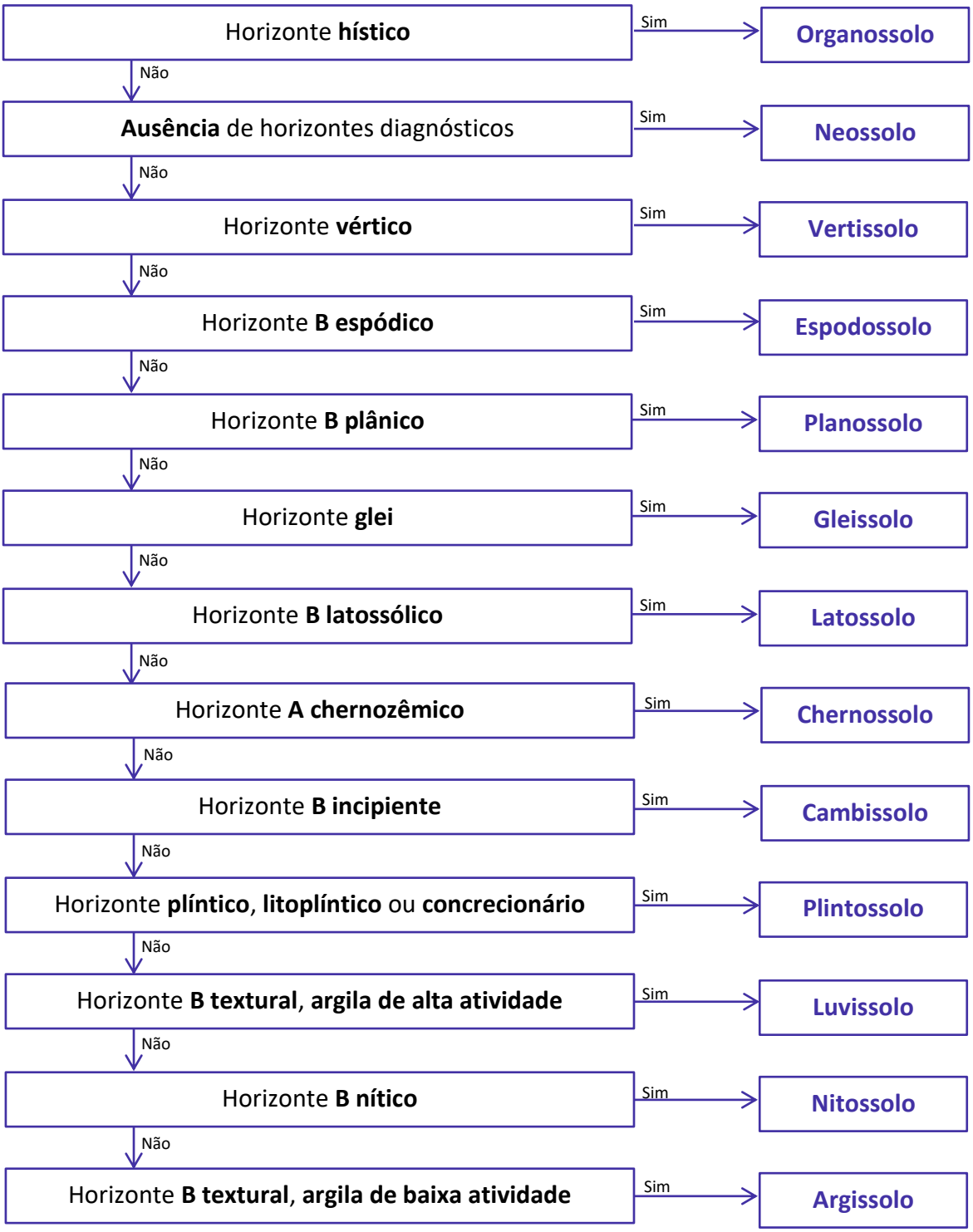
• **Horizonte vértico:** grande **fendilhamento quando seco**, estrutura prismática, típico dos Vertissolos.

• **Horizonte B incipiente:** espessura superior a 10 cm, mas **sem atributos diagnósticos** que permitam classificá-lo como qualquer outro, define os Cambissolos.

• **Ausência de horizontes diagnósticos** superficiais e **ausência de horizonte B**: define a ordem dos Neossolos.

O SiBCS apresenta uma **chave de classificação** até o **4º nível categórico**. A partir das informações dos atributos e horizontes diagnósticos, emprega-se a chave de classificação, sintetizada a seguir, para chegar à ordem do solo (1º nível categórico).

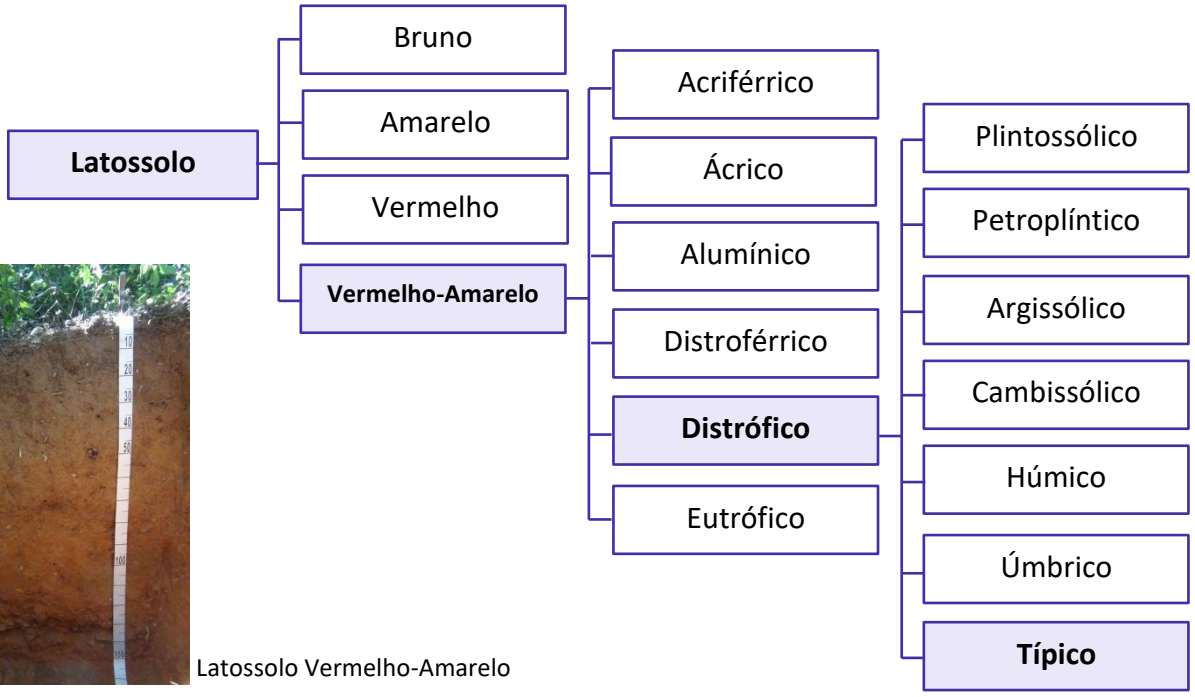
A partir da ordem, **as classes dos demais níveis categóricos vão sendo percorridas uma a uma**, até que o solo seja enquadrado em alguma delas. As categorias de cada um dos níveis categóricos estão **dispostas na sequência de uma chave de classificação**, ou seja, analisa-se a primeira categoria e, se não for encontrada correspondência entre ela e o solo sendo classificado, passa-se à seguinte, até que seja encontrada a categoria correta na qual as características do solo se enquadrem.



Veja o **exemplo** a seguir. Na chave anterior, verificamos que o solo que apresentava horizonte B latossólico foi enquadrado como Latossolo. O próximo nível categórico dessa ordem é definido pela cor do solo, nessa ordem: Bruno → Amarelo → Vermelho → Vermelho-Amarelo. Como o solo (hipotético) não se enquadra em nenhuma das três primeiras categorias, ele foi classificado como Vermelho-Amarelo. O 3º nível categórico dos Latossolos Vermelho-Amarelos é definido a partir dos teores de Fe, Al^{3+}, e da fertilidade. As categorias são percorridas em sequência até chegarmos à categoria correta, por exemplo "Distrófico", já que o solo tem baixo teor de nutrientes. O 4º nível categórico apresenta uma sequência de variações que um

Latossolo-Vermelho Distrófico pode apresentar e, como o solo no caso não se enquadra em nenhuma delas, ele recebe a denominação de "típico". Assim, esse solo seria classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico.

Latossolo Vermelho-Amarelo



(NUCEPE - PC-PI - 2018) Sobre o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos que trata de aspectos da formação do solo, dos atributos do solo e das diferentes classes de solo encontradas no território brasileiro, além de diversos assuntos relacionados ao tema, é CORRETO afirmar que:

(A) Horizontes A, O e H são denominados subsuperficiais.

(B) Horizontes B são denominados superficiais.

(C) As ordens de solos são separadas principalmente pela presença ou ausência de horizontes diagnósticos.

(D) O horizonte A húmico apresenta teor de C maior que o horizonte A histico.

(E) Os horizontes B textural e B nítico que distinguem Argissolos e Nitossolos diferem no teor de silte.

Comentário: A alternativa A está errada, pois os horizontes A, O e H são de superfície.

A alternativa B está errada, pois o horizonte B é de subsuperfície.

A alternativa C está correta, pois a classificação dos solos se baseia na ocorrência ou não de dado horizonte diagnóstico no perfil do solo.

A alternativa D está errada, pois o horizonte histico é um horizonte orgânico (mais de 8% de C orgânico), enquanto o horizonte A húmico é mineral (teor de C orgânico inferior a 8%).

A alternativa E está errada, pois a distinção entre os horizontes B textural e B nítico se dá em decorrência da cerosidade marcante no segundo.

Gabarito: alternativa C.

(FEPESE / Prefeitura de Lages, SC - 2016) Segundo o sistema brasileiro de classificação de solos, pode-se afirmar que:

1. A classificação de um solo é feita a partir da avaliação dos dados morfológicos, físicos, químicos e mineralógicos do perfil que os representa.

2. Um solo pode ser corretamente classificado utilizando-se a chave de classificação até, no máximo, o 2º nível categórico do sistema.

3. Nas condições de clima tropical úmido do Brasil, a expressão da atividade biológica e os processos pedogenéticos comumente não ultrapassam profundidades maiores do que 100 cm.

Assinale a alternativa que indica todas as afirmativas corretas.

(A) É correta apenas a afirmativa 1.

(B) É correta apenas a afirmativa 2.

(C) É correta apenas a afirmativa 3.

(D) São corretas apenas as afirmativas 1 e 2.

(E) São corretas apenas as afirmativas 1 e 3.

Comentário: A afirmativa 1 está correta, pois o SiBCS, mesmo nos níveis categóricos mais elevados (que são essencialmente morfogenéticos), emprega resultados analíticos, como a textura do solo. Para os níveis mais baixos, a exigência por dados físicos, químicos e mineralógicos se torna mais frequente.

A afirmativa 2 está errada, pois a chave de classificação fornecida pelo SiCBS vai até o 4º nível categórico (subgrupo).

A afirmativa 3 está errada, pois o SiBCS define como sendo 200 cm a profundidade da seção de controle em decorrência do grande aprofundamento dos processos pedogenéticos nas condições tropicais do nosso país.

Gabarito: alternativa A.

Ordens do Sistema Brasileiro de Classificação de solos

A seguir, vamos ver algumas **características de cada uma das ordens** do SiBCS:

● **Argissolos:** desenvolvimento de **horizonte B textural** (argiluviação), argila de atividade baixa (caulinita), estrutura em blocos. Muito propícios a culturas perenes, porém podem apresentar restrições físicas em profundidade (adensamento).

● **Nitossolos:** horizonte B nítico, com pequeno gradiente textural (relação entre teores de argila dos horizontes B e A), **cerosidade** marcante e estrutura em blocos. Frequentemente associado à ocorrência de rochas máficas, como basalto.

● **Luvissolos:** horizonte **B textural**, mas com **argila de alta atividade** e elevada fertilidade natural. Ocorre em regiões de intemperismo menos intenso, como no Nordeste brasileiro.

● **Planossolos:** horizonte **B plânico**, com limitação à infiltração de água pela **mudança abrupta** de horizonte A mais arenoso para horizonte B bem mais argiloso. Ocorrência em locais planos, com drenagem limitada, sendo muito propício ao cultivo de arroz inundado.

● **Latossolos:** horizonte **B latossólico**, marcado pelo **intemperismo intenso**, remoção de bases e Si e acúmulo residual de óxidos de Fe e Al. Perfil relativamente homogêneo em profundidade, argila de baixa atividade e baixa fertilidade natural. Ocorrência em relevos mais suavizados, podendo apresentar estrutura granular ou em blocos. Apesar das limitações químicas, podem ser muito produtivos quando corrigidos quimicamente e, em geral, são facilmente mecanizáveis.

● **Plintossolos:** marcados pela ocorrência de **concreções de Fe** em horizontes plíntico ou litoplíntico.

● **Espodossolos:** solos com horizonte **B espódico**, formado pela **iluviação** de matéria orgânica associada ou não a Fe e Al. Comum em determinados locais do litoral.

● **Gleissolos:** horizonte **glei**, condições de **hidromorfismo**, cores acinzentadas com mosqueados, ocorrência em várzeas e baixadas.

● **Organossolos:** predominância de **material orgânico**, com formação de horizonte hístico em condições de encharcamento ou locais mais frios e de maior altitude.

● **Chernossolos:** horizonte **A chernozêmico**, com argila de atividade alta e **elevada fertilidade** natural.

● **Cambissolos:** solos com horizonte **B incipiente**, **sem predomínio** de nenhum processo pedogenético. São bastante comuns em locais de relevo mais movimentado e declivoso, onde as elevadas taxas de erosão impedem o desenvolvimento do solo.

● **Vertissolos:** solos com **horizonte vértico**, caracterizados pelos elevados teores de **argila de alta atividade**, que se expande quando úmida e contrai quando seca. Comumente apresentam estrutura prismática e intenso fendilhamento quando secos.

● **Neossolos:** solos com **reduzida atuação dos processos pedogenéticos**, com predomínio de características herdadas do material de origem. Podem ser Litólicos (rocha fresca próxima da superfície), Regolíticos (rocha fraturada próxima da superfície), Quartzarênicos (extremamente arenosos, com menos de 15% de argila) ou Flúvicos (associados a sedimentos aluvionares - depositados por rios - recentes).

(FUNDEP - Prefeitura de Lagoa Santa, MG - 2019) O processo de eluviação de coloides inorgânicos do horizonte A para o horizonte B dos solos leva à formação de um gradiente textural. Este geralmente condiciona os solos à formação de horizonte subsuperficial adensado, o que dificulta o manejo, reduz a infiltração de água e o desenvolvimento do sistema radicular das culturas. Além disso, esses solos são mais propícios aos processos erosivos, demandando o uso de práticas conservacionistas para que seu uso agrícola seja mais sustentável.

Assinale a alternativa que apresenta exclusivamente ordens de solos que atendam integralmente às características citadas nesse trecho.

(A) Cambissolo, Neossolo e Luvissolo

(B) Organossolo, Gleissolo e Planossolo

(C) Nitossolo, Argissolo e Latossolo

(D) Argissolo, Luvissolo e Planossolo

Comentário: O horizonte B textural é caracterizado pela presença de gradiente textural (B textural e B plânico) ou pela cerosidade marcante (B nítico). As ordens definidas por esses horizontes diagnósticos são os Argissolos, Nitossolos, Luvissolos e Planossolos.

Gabarito: alternativa D.

1.5 - PRINCIPAIS SOLOS DAS REGIÕES BRASILEIRAS

1.5.1 - Solos da região Sul

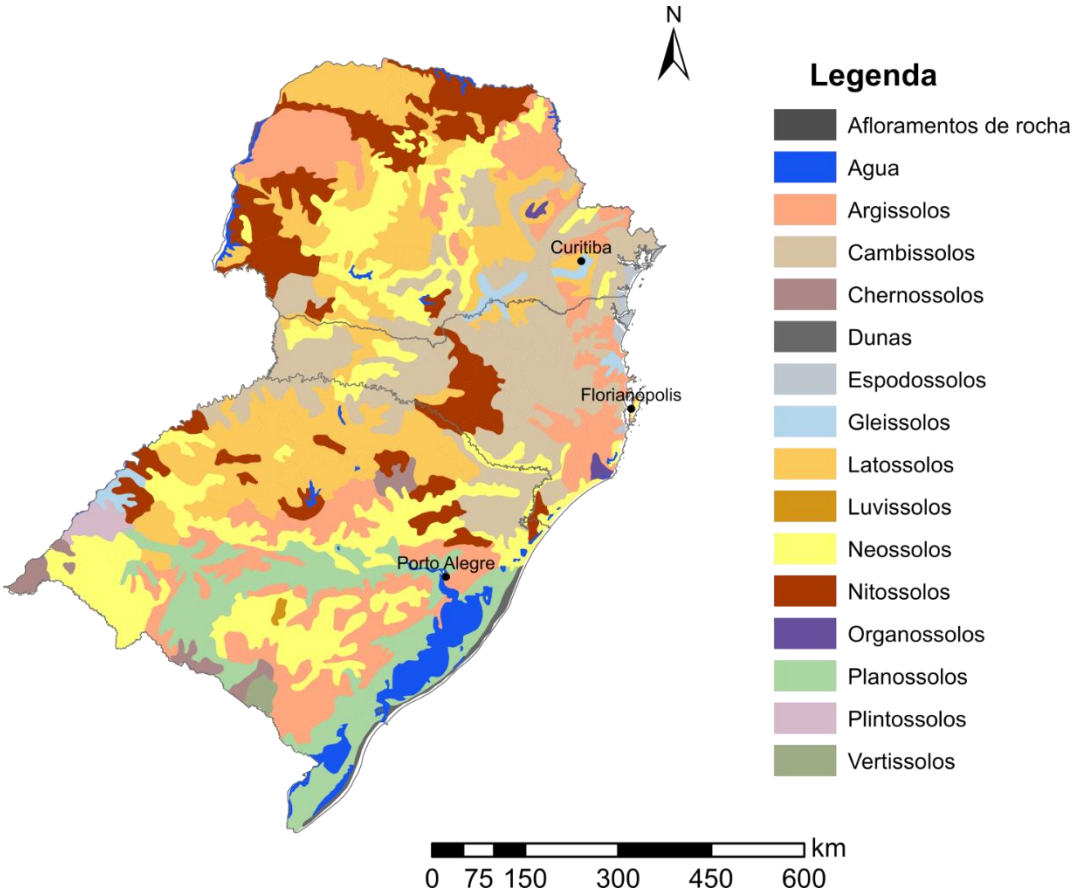
Dentre as particularidades da região Sul que condicionam solos característicos, podemos citar o **clima mais frio**, a extensiva **ocorrência de basalto** do PR até o norte do RS, e a **região dos pampas** no RS.

O clima mais frio favorece que os teores de matéria orgânica sejam em geral mais elevados. Em virtude do clima frio, são muito comuns os solos com **horizonte A húmico**, como os **Cambissolos Húmicos**, principalmente em SC. Extensas áreas de **Neossolos Litólicos e Cambissolos** ocorrem nos locais mais declivosos do Planalto das Araucárias e da Serra Geral.

A ocorrência de **basalto** (rocha máfica) condiciona a ocorrência de extensas áreas de **Nitossolos Vermelhos** nos relevos mais ondulados e de **Latossolos Vermelhos** nos relevos mais suavizados. O clima frio também favorece a ocorrência, nessa região, do **Latossolo Bruno**, cuja coloração amarronzada característica se dá pelo efeito combinado da matéria orgânica e da hematita.

São comuns também os **Argissolos nos locais de relevo mais ondulado**, predominando os Argissolos Vermelho-Amarelos ao longo da porção oriental, mais próxima do litoral, e os Argissolos Vermelhos na região central do RS e no oeste do PR.

A **região dos Pampas** possui solos particulares, comumente apresentando problemas de **drenagem**. Ocorrem extensas áreas de **Planossolos Háplicos**, largamente empregados para cultivo de arroz inundado. Ocorrem também **Chernossolos** e **Vertissolos**, associados também a condições de clima mais seco.



Solos da região Sul.

(FAUEL - Prefeitura de Guarapuava, PR - 2019) As principais ordens de solos que ocorrem no Estado do Paraná são os Latossolos, Neossolos, Argissolos, Nitossolos e Cambissolos. Sobre esses solos, é CORRETO afirmar que:

(A) Cambissolos possuem horizonte B em estágio inicial de formação, frequentemente baixa saturação por bases e elevada saturação por alumínio.

(B) Latossolos possuem B com textura mais fina do que o horizonte A, frequentemente decapitados pela erosão.

(C) Nitossolos são bastante alterados em relação ao material de origem, profundos e permeáveis.

(D) Espodossolos são caracterizados por horizonte B de estrutura bem desenvolvida, cujos agregados normalmente apresentam cerosidade

Comentário: A alternativa A está correta, pois os Cambissolos apresentam horizonte B incipiente e comumente apresentam baixa fertilidade natural, principalmente quando são originadas de rochas mais pobres em nutrientes.

A alternativa B está errada, pois os Latossolos possuem perfil homogêneo em profundidade, sem diferença marcante de textura entre o horizonte A e B, que na verdade é uma característica dos solos com horizonte b textural (Argissolos, Nitossolos, Luvissolos e Planossolos).

A alternativa C está errada, pois os Nitossolos não são particularmente permeáveis, já que apresentam horizonte B com estrutura em blocos bem desenvolvida, por vezes até mesmo prismática, o que é um impeditivo para a permeabilidade.

A alternativa D está errada, pois os Espodossolos são caracterizados pela presença de horizonte B espódico, formado a partir do acúmulo de matéria orgânica e/ou Fe e Al.

Gabarito: Alternativa A

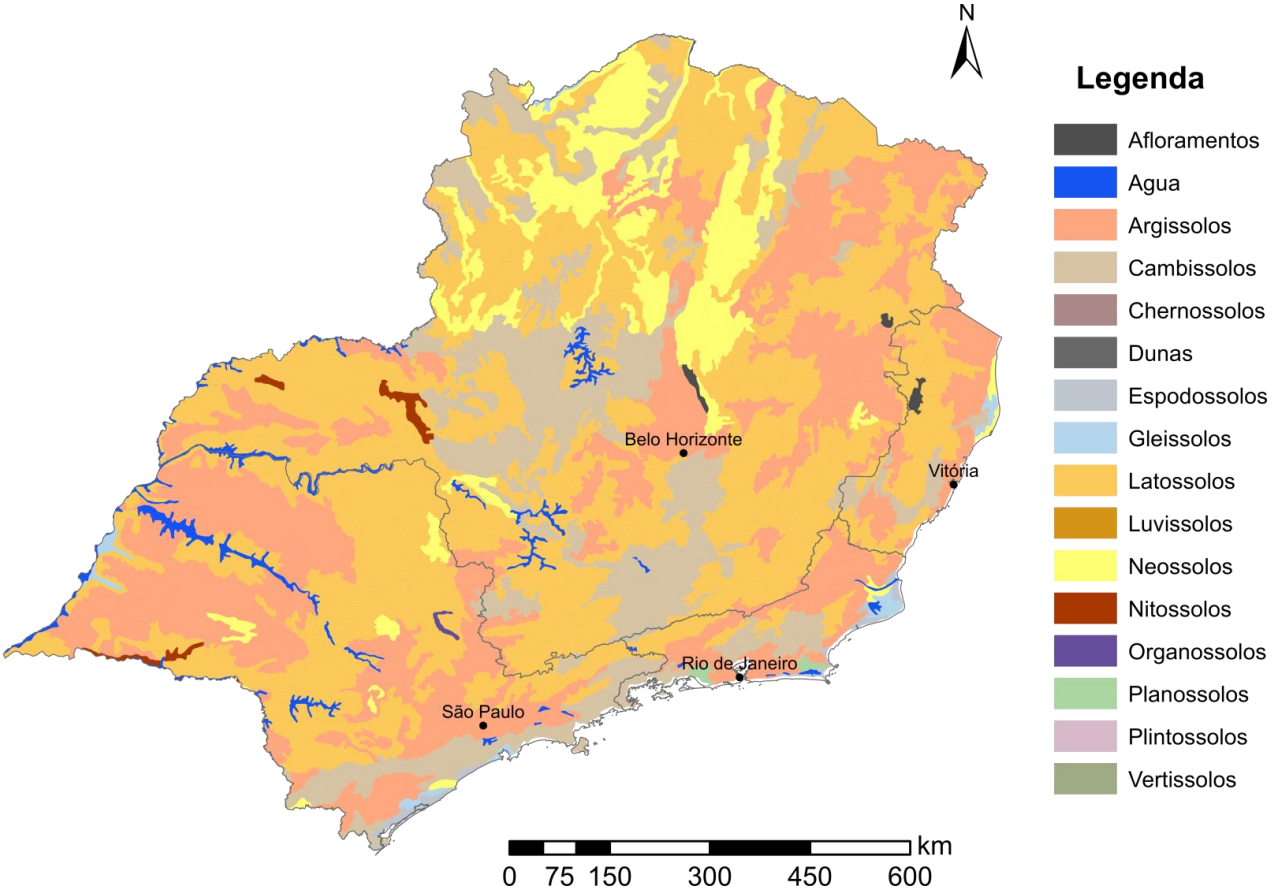
1.5.2 - Solos da região Sudeste

A ocorrência de **Neossolos Litólicos** e **Cambissolos** é extremamente comum pela grande quantidade de serras na região, como as serras do Mar (SP e RJ), da Mantiqueira (SP, RJ e MG), do espinhaço (MG) e da Canastra (MG).

Na extensa **região de planaltos**, em MG e SP principalmente, predominam **Latossolos** nos locais de relevo mais plano e **Argissolos** (principalmente Argissolo Vermelho-Amarelo) onde o relevo é mais movimentado. Os Latossolos Vermelhos são mais comuns no Triângulo Mineiro e na porção central de SP, enquanto os Latossolos Vermelho-Amarelos são abundantes no leste de MG e no ES. A ocorrência localizada de **rochas máficas** está associada à formação de **Nitossolos**, mais comuns em SP.

Os **litorais de SP e RJ** apresentam ocorrências de **Espodossolos**, sobre os quais se desenvolve a **vegetação de restinga**. No RJ, ocorrem também áreas significativas de **Organossolos** e **Planossolos**.

No norte do RJ e em grande parte do ES ocorre um **sistema característico de solos** dos chamados **Tabuleiros Costeiros**, extensas regiões ligeiramente planas cobertas por sedimentos que se estende também por todo o litoral do Nordeste. Nos Tabuleiros Costeiros, predominam os **Argissolos Amarelos** e os **Latossolos Amarelos** devido ao baixo teor de Fe dos sedimentos que deram origem a esses solos. Uma característica de ocorrência muito comum nesses solos é o **caráter coeso no horizonte B** (solo muito duro quando seco).



Solos da região Sudeste.

1.5.3 - Solos da região Centro-Oeste

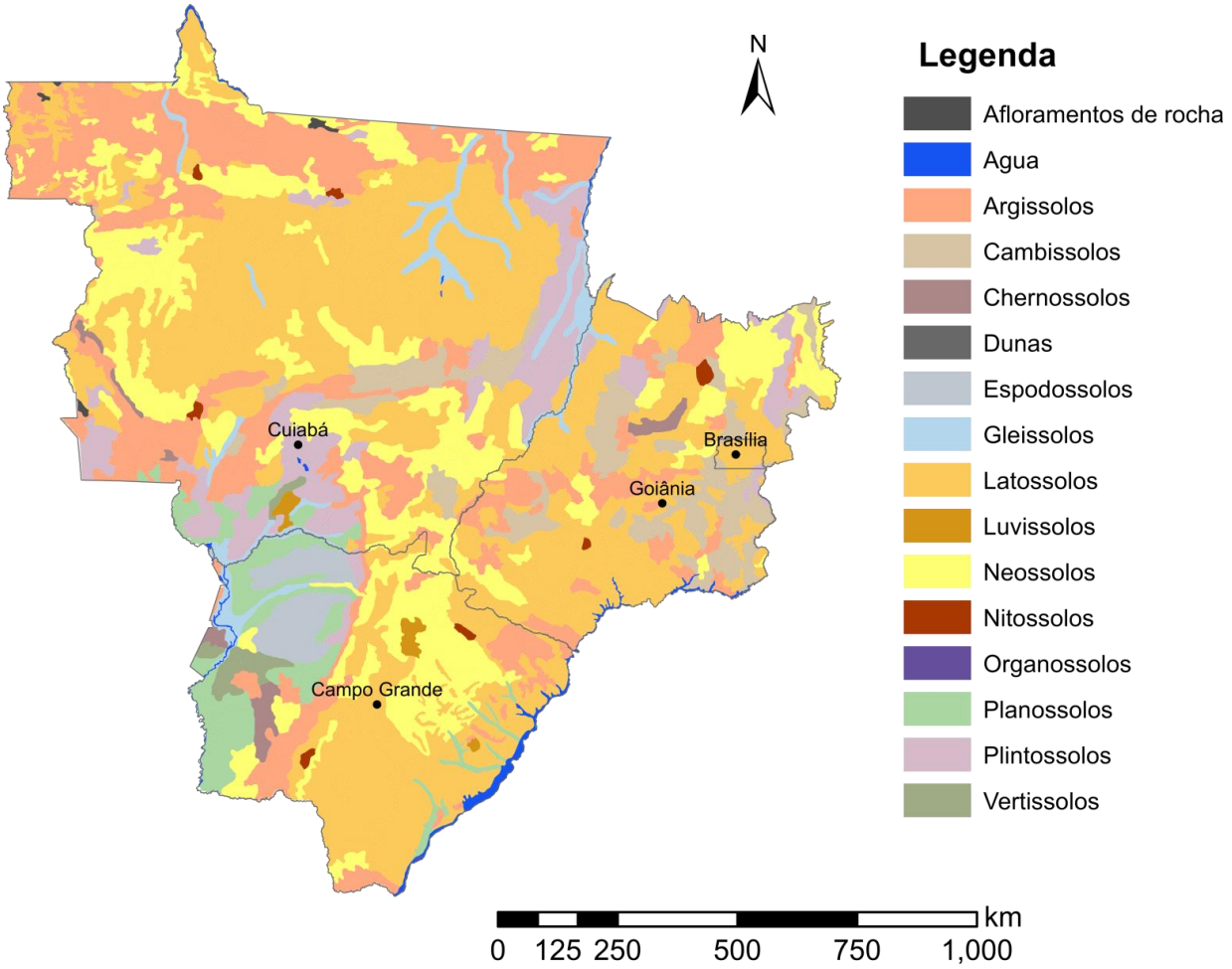
No Centro-Oeste, predominam **solos típicos da região do Cerrado**, com ocorrência também de um **sistema muito particular de solos no Complexo do Pantanal**.

Os **Latossolos predominam** na região, sendo que em MS e GO são mais comuns os Latossolos Vermelhos, enquanto em MT predominam Latossolos Vermelho-Amarelos. Esses solos têm **baixíssima fertilidade natural**, mas atualmente muitos deles, depois de terem a fertilidade construída, encontram-se sob **agricultura intensiva** que se favorece das extensas áreas de **relevo plano e facilmente mecanizável**.

Na porção **central de GO** ocorrem **Cambissolos e Argissolos Vermelhos** associados a **relevo mais movimentado**, enquanto mais ao norte ocorrem também **Neossolos Litólicos** (**Chapado dos Veadeiros e outra serras**). Já na porção **norte de MT**, também em decorrência de planaltos de serras de relevo mais acidentado, predominam os **Argissolos Vermelho-Amarelos**.

Os **Neossolos Quartzarênicos** são bastante **comuns em MS e MT**, associados a **bacias sedimentares**. Essas bacias sedimentares também originam diversos solos formados sob condições de drenagem deficiente, como as extensas áreas de **Plintossolos e Gleissolos ao longo dos grandes rios** (Tocantins, Paraguai) e os

solos do **Complexo do Pantanal**. Aí ocorrem **Planossolos**, **Espodossolos** e também, em menor escala, **Vertissolos** e **Chernossolos**.



Solos da região Centro-Oeste.

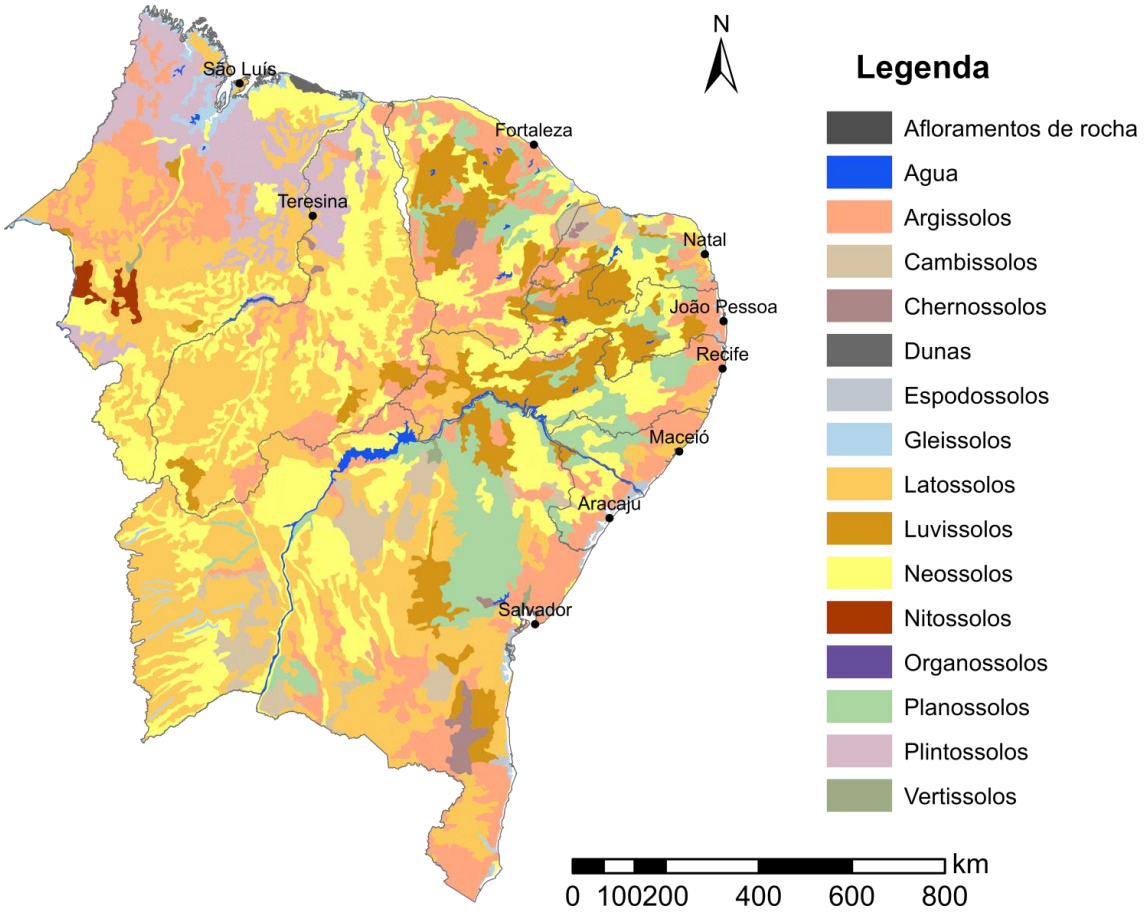
1.5.4 - Solos da região Nordeste

Ao longo da **faixa litorânea**, ocorrem **Latossolos Amarelos** e **Argissolos Amarelos** associados aos **Tabuleiros Costeiros**, mencionados anteriormente. Na porção sul de MA e PI e na porção oeste da BA também predominam os **Latossolos Amarelos** e os **Argissolos Vermelho-Amarelos**. Essa região vem experimentando grande desenvolvimento agrícola presentemente, constituindo o chamado "**Matopiba**" (sílabas iniciais de Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia, uma das fronteiras mais recentes de expansão agrícola no Cerrado).

A região de **clima semi-árido** apresenta um conjunto de **solos característicos**, com predomínio de **Luvissolos** e **Planossolos** de **elevada fertilidade natural**, mas por vezes cascalhentos e afetados por **salinidade** (como nos **Planossolos Nátricos**). Os Luvissolos ocupam os locais mais altos, enquanto os Planossolos ocorrem nas áreas mais baixas (são solos afetados pelo hidromorfismo), sendo bastante

expressivos na região da Depressão Sertaneja. Em menor escala, ocorrem **Vertissolos** e **Chernossolos**, comumente associados a rochas calcárias, como em Irecê (BA) e no Apodi (CE e RN)

Os **Neossolos Litólicos** também ocupam extensas áreas, associados a relevo mais movimento em **regiões de serras, inselbergs e planaltos** (como no Planalto da Borborema e na Serra Dois Irmãos). Na porção **norte do MA** e ao longo do baixo **rio Parnaíba** no PI, ocorrem extensas áreas de **Plintossolos**.



Solos da região Nordeste.

(CETREDE - Ematerce - 2018) A ocorrência de solos salinos é comum em ambientes semiáridos, ocasionando perda da produtividade dos solos e grandes prejuízos socioeconômicos. Em relação à fertilidade dos solos salinos, é CORRETO afirmar:

(A) Apresentam baixos valores de pH e requerem elevadas doses de calcário para sua correção.

(B) Apresentam alta percentagem de saturação por bases.

(C) Possuem percentagem de saturação de sódio (PST) superior a 20%.

(D) A condutividade elétrica do extrato de saturação do solo é menor que 2,0 dS/m.

(E) Apresentam níveis tóxicos de alumínio na solução do solo.

Comentário: O Sistema Brasileiro de Classificação de Solos apresenta quatro critérios diferentes para solos afetados por salinidade:

• Caráter sálico: condutividade elétrica do extrato de saturação acima de 7 dS m^{-1};

• Caráter salino: condutividade elétrica do extrato de saturação entre 4 e 7 dS m^{-1};

• Caráter sódico: saturação por Na^+ acima de 15% (porcentagem de sódio na CTC do solo);

• Caráter solódico: saturação por Na^+ entre 6 e 15% (porcentagem de sódio na CTC do solo);

A alternativa A está errada, pois os solos afetados pela salinidade em geral apresentam pH elevado, por vezes acima de 8,0.

A alternativa B está correta, pois os solos afetados por salinidade ocorrem em geral sob condições de baixa lixiviação, o que preserva no solo os demais nutrientes, como Ca^{2+} e Mg^{2+}.

A alternativa C está errada, pois o caráter salino é definido pela condutividade elétrica do extrato de saturação do solo, enquanto o caráter sódico está relacionado a saturação por sódio acima de 15%.

A alternativa D está errada, pois o caráter salino é definido para solos com condutividade elétrica do extrato de saturação acima de 4 dS m^{-1}.

A alternativa E está errada, pois os elevados valores de pH dos solos salinos fazem com que praticamente não haja Al^{3+} em solução.

Gabarito: alternativa B.

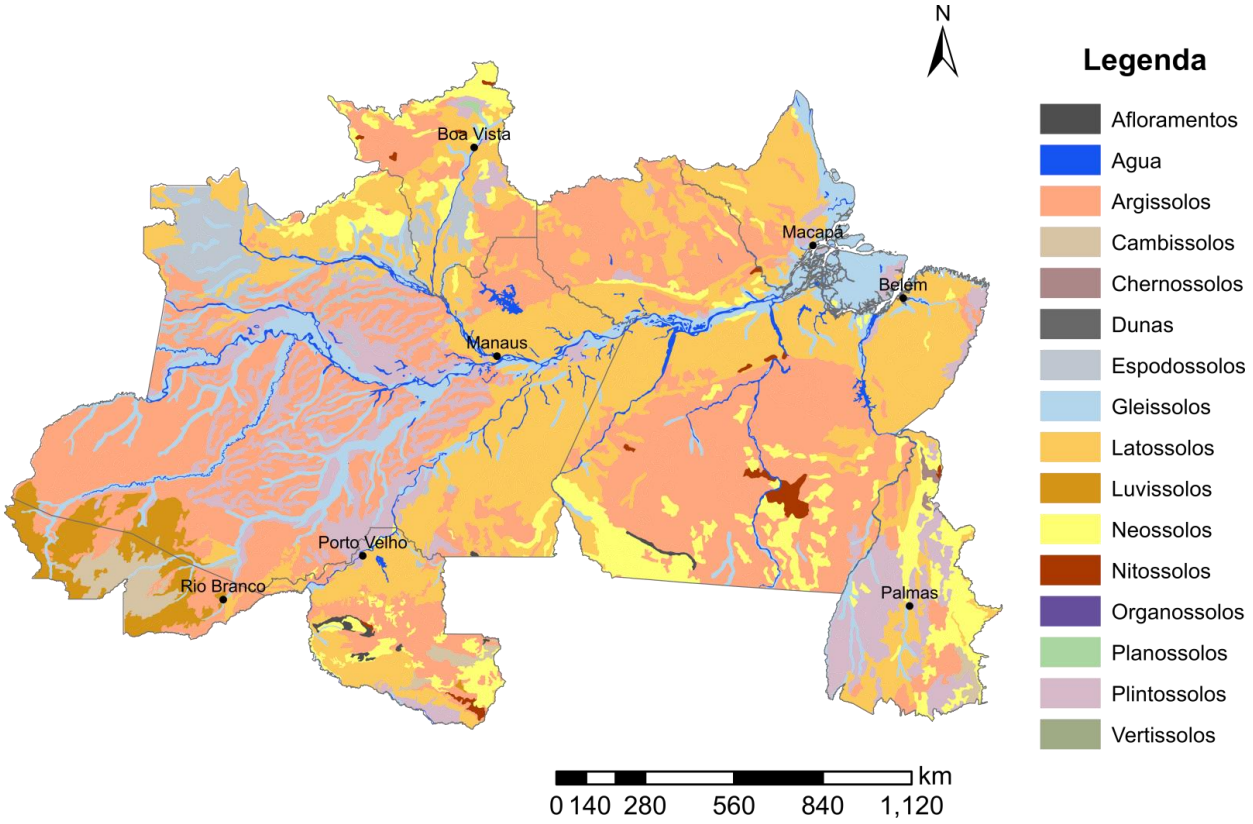
1.5.5 - Solos da região Norte

A região Norte apresenta extensas áreas de solos sob influência do **hidromorfismo** ou de condições de drenagem limitada, em função tanto do clima equatorial úmido quanto do relevo aplainado e com baixas altitudes.

A porção central, ao longo da **bacia do rio Amazonas**, é coberta por **sedimentos recentes**. Nessa região sedimentar, ocorrem **a leste Argissolos e Latossolos Vermelho-Amarelos**, que passam a **Plintossolos nos locais de quebra do relevo** ou sujeitos a inundação sazonal, seguidos por **Latossolos Amarelos** já próximo **ao leito dos rios** (mas ainda solos de "terra firme"). Nos locais sujeitos a inundações mais frequentes, ocorrem também extensas áreas de **Gleissolos**. Os **Plintossolos** também são abundantes ao longo dos **rios Tocantins e Araguaia**.

Ao sul e ao norte dessa bacia sedimentar ocorrem **planaltos extensos de rochas graníticas onde predominam Argissolos e Latossolos Vermelho-Amarelos**. Os solos da região Norte apresentam mineralogia dominada por **caulinita** e são em geral **pobres em Fe**, sendo os solos de coloração avermelhada pouco comuns.

O **AC** apresenta a maior ocorrência de solos férteis da região Norte (**Luvissolos** e **Chernossolos**), enriquecidos por **sedimentos provenientes da Cordilheira dos Andes**; enquanto no restante da região os solos são predominantemente de baixíssima fertilidade. A fertilidade também é mais alta nos aluviões dos rios (sedimentos aluvionares depositados durante os períodos de cheia).



Solos da região Norte.

(IBFC - IDAM - 2018) O solo é um recurso fundamental na manutenção dos ciclos biogeoquímicos naturais. Em relação às características dos solos no estado do Amazonas, analise as afirmativas abaixo:

I. De forma geral, solos de terra firme, tal como o Latossolo Amarelo, sob floresta primária, são pobres em nutrientes e com baixa CTC.

II. Na Amazônia é comum a derrubada e queima da floresta nativa para a instalação de culturas anuais ou perenes. Nestes casos, depois de alguns anos de plantio, a produtividade dos cultivos diminui, sendo necessário descansá-los com o intuito de melhorar a sua fertilidade e condição física.

III. A maior faixa contínua de solos férteis da Amazônia está concentrada na várzea, representando a parte da Amazônia mais intensamente utilizada para a agricultura. Características como elevada fertilidade dos seus solos, bem como localização em proximidade dos rios, potencializam estas regiões para a utilização em agroecossistemas.

Assinale a alternativa correta.

(A) Afirmativa I apenas

(B) Afirmativa II apenas

(C) Afirmativas I, II e III

(D) Afirmativa III apenas

Comentário: A afirmativa I está correta, pois a grande maioria dos solos amazônicos tem baixa CTC e baixa fertilidade natural, em especial os Latossolos Amarelos.

A afirmativa II está correta, pois a prática de derrubada e queima da vegetação libera grande quantidade de nutrientes, porém que se esvaem rapidamente ao longo dos primeiros anos de cultivo, já que os solos, além de naturalmente muito pobres, têm baixa capacidade de retenção de nutrientes.

A afirmativa III está correta, pois a deposição constante de sedimentos nas várzeas ao longo dos ciclos de inundação garante um aporte contínuo de nutrientes, fazendo com que esses locais tenham maior fertilidade natural.

Gabarito: alternativa C.

2 - FÍSICA DO SOLO

A Física do Solo é o ramo da Ciência do Solo que estuda os atributos físicos, como textura, estrutura, porosidade, e os processos físicos que ocorrem no solo, como agregação, retenção de água e compactação do solo.

2.1 - ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO

2.1.1 - Textura do solo

Na seção anterior já discutimos alguns aspectos relacionados à textura do solo. No âmbito da Física do Solo, é dada ênfase à metodologia analítica para determinação da textura do solo. A análise textural ou granulométrica ou mecânica envolve a separação das frações texturais do solo e sua posterior quantificação. A textura do solo diz respeito à **distribuição das partículas menores que 2,0 mm** nas frações areia, silte e argila, então a análise textural é feita empregando-se **terra fina** seca ao ar (solo seco e peneirado em peneira com malha de 2,0 mm de abertura). A análise textural envolve as seguintes etapas:

• **Pré-tratamento:** consiste na **eliminação de agentes cimentantes**, íons floculantes e sais que podem comprometer a dispersão. Os métodos mais comumente empregados incluem a **eliminação de matéria orgânica** com peróxido de hidrogênio (H_2O_2), **eliminação de carbonatos** com ácidos diluídos e **eliminação de sais** por diálise. Como a maioria dos nossos solos são ácidos, distróficos e com teores em geral baixos de matéria orgânica, o pré-tratamento não é feito rotineiramente.

• **Dispersão:** tem por finalidade a **destruição dos agregados** do solo, **individualizando as partículas** de areia, silte e argila. Comumente emprega-se a **dispersão mecânica**, por **agitação** lenta e demorada ou violenta e rápida; juntamente com a dispersão química. A **dispersão química** consiste no emprego de **agentes dispersantes** (NaOH) que promovem a hidratação das argilas com um cátion monovalente, geralmente Na^+.

• **Separação e quantificação das frações:** a separação das frações granulométricas baseia-se em **peneiramento e sedimentação**. A suspensão obtida na fase de dispersão é passada por uma **peneira com malha de 0,05 mm**, na qual fica **retira a fração areia**, que é posteriormente seca e pesada. As frações silte e argila passam pela peneira e são coletadas em uma proveta. A **fração silte é separada por sedimentação**, empregando-se a **equação de Stokes** para determinação do tempo de sedimentação necessário para que todas as partículas de silte sedimentem na camada superficial da coluna de sedimentação. A equação de Stokes se baseia na densidade das partículas, na densidade do líquido, no raio das partículas, na viscosidade do líquido e na espessura da camada que será coletada. Passado o tempo de sedimentação, a camada superficial (que se encontra sem silte) é coletada para quantificação da fração argila. A **fração silte é quantificada por diferença** entre o teor de areia e o teor de argila.

(FCM - IF Farroupilha - 2016) A textura do solo pode ser determinada por meio de uma análise textural. Em relação à marcha analítica de análises texturais, analise as afirmativas abaixo:

I. Utiliza-se uma amostra de TFSA.

II. As frações mais finas são separadas por peneiras.

III. A fase de Dispersão visa à remoção de carbonatos.

IV. Para a remoção da matéria orgânica, utiliza-se H 2O2.

São corretas apenas as afirmativas

(A) I e II.

(B) I e III.

(C) I e IV.

(D) II e III.

(E) III e IV."

Comentário: a afirmativa I está correta, pois a análise textural emprega terra fina seca ao ar (TFSA).

A afirmativa II está errada, pois as frações mais grosseiras são separadas por peneiramento.

A afirmativa III está errada, pois a fase de dispersão visa à separação das frações granulométricas química e mecanicamente. A remoção de carbonatos, quando necessária, é realizada no pré-tratamento.

A afirmativa IV está correta, pois a matéria orgânica é removida por peróxido de hidrogênio (água oxigenada).

Gabarito: alternativa C.

(IF-RS - IF-RS - 2016) A textura do solo refere-se à proporção relativa das partículas de areia, silte e argila que compõem a terra fina do solo (fração menor que 2 mm). Assim, é CORRETO afirmar:

(A) A sensação ao tato de aspereza quando a amostra de solo é esfregada entre o polegar e o indicador se deve ao predomínio de silte.

(B) As proporções de areia, silte e argila são agrupadas num total de 12 classes texturais.

(C) Solos com textura muito argilosa são aqueles onde se detecta mais de 50% de argila.

(D) No campo a textura é estimada através do tato, esfregando-se uma amostra de solo úmido, amassada e bem homogeneizada, entre o polegar e o indicador.

(E) Solos com maiores teores de argila, por apresentarem menor resistência à desagregação, são mais suscetíveis à erosão pelo impacto das gotas da chuva e pelo escoamento superficial das águas."

Comentário: a alternativa A está errada, pois a sensação de aspereza ao tato é devida à fração areia, que inclui as partículas mais grosseiras, isto é, de maior tamanho.

A alternativa B está errada, pois o triângulo textural empregado no Brasil apresenta 13 classes texturais (areia, areia franca, silte, francoarenosa, francossiltosa, franco, francoargiloarenosa, francoargilossitosa, francoargilosa, argilossiltosa, argiloarenosa, argila e muito argilosa).

A alternativa C está errada, pois a classe "muito argilosa" apresenta mais de 60% de argila.

A alternativa D está correta, pois a manipulação de uma amostra de solo umedecida e homogeneizada permite a estimação da textura do solo em campo.

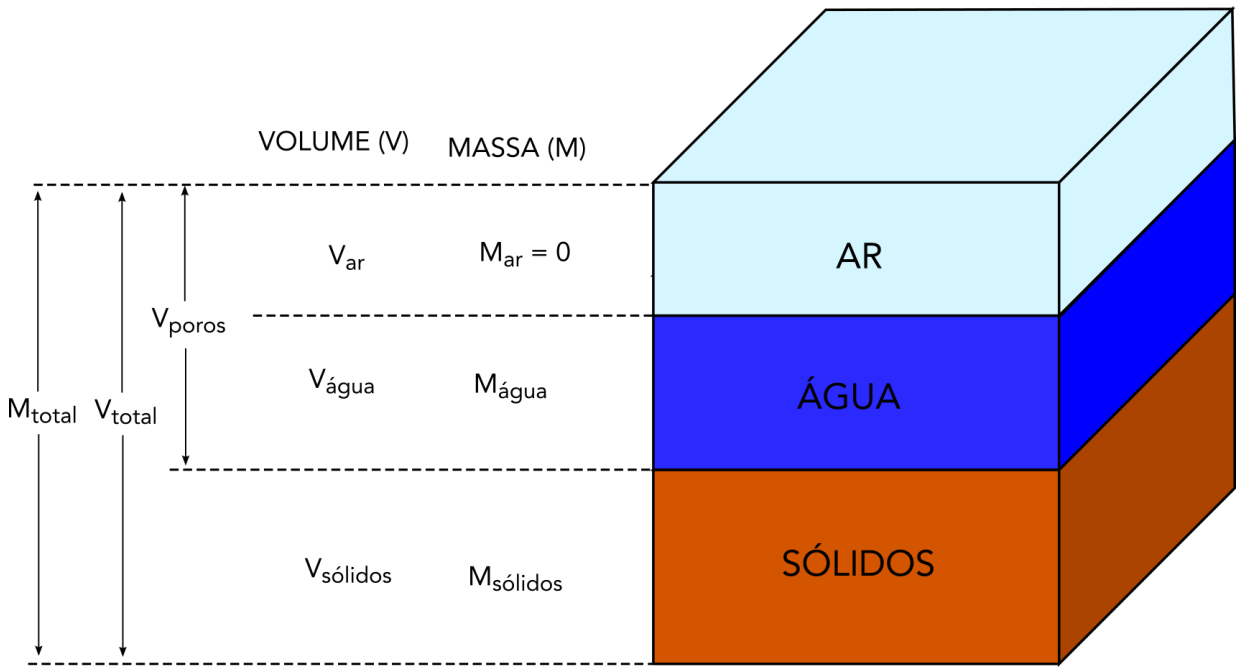
A alternativa E está errada, pois os solos mais argilosos têm maior resistência à desagregação e são menos suscetíveis à erosão devido ao papel que a argila exerce na agregação do solo.

Gabarito: alternativa D.

2.1.2 - Relações massa/volume

O solo é um **sistema trifásico**, composto por uma **fase sólida** (formada por constituintes minerais e orgânicos), uma **fase líquida** (solução do solo), uma **fase gasosa** (ar do solo) e **uma fase viva** (organismos do solo). Os constituintes sólidos do solo encontram-se **organizados em unidades estruturais**, os **agregados**, constituindo um **sistema tridimensional com espaços vazios** entre as partículas sólidas e os agregados. Esse arranjo dos constituintes sólidos do solo e dos espaços vazios entre eles representa a **estrutura do solo**. Enquanto para a Pedologia a estrutura do solo é definida a partir do seu tamanho, forma e grau, a Física do Solo tenta quantificar a estrutura do solo a partir de uma série de atributos físicos, sendo as relações entre massas e volumes os mais simples deles. Veja na figura a seguir os constituintes do solo definidos de acordo com suas massas e volumes, que serão empregados para o cálculo dos atributos físicos do solo.

A partir desses elementos, são definidas as seguintes **relações massa/volume** que constituem atributos físicos do solo.



Representação esquemática de um determinado volume de solo.

● **Densidade de partículas (Dp):** representa a **massa específica dos sólidos que constituem o solo**, sendo **uma das características mais estáveis do solo**, assim como a textura, **não sendo afetada pelo manejo**. A Dp da **maioria dos solos varia de 2,6 a 2,7 g cm-^{3}**, considerando-se o valor de 2,65 g cm-^{3} (massa específica do quartzo) como médio para a maioria dos solos minerais. **Solos orgânicos têm menor Dp**, enquanto solos **ricos em Fe têm maior Dp**. É calculada por:

$$\mathrm{Dp}\ (\mathrm{g/cm^3}) = \frac{\mathrm{M_{sólidos}}}{\mathrm{V_{sólidos}}}$$

● **Densidade do solo (Ds):** representa a relação entre a massa de solo seco e o seu respectivo volume total. A Ds re**flete o arranjo das partículas do solo e dos espaços vazios** entre elas, sendo um **indicador de**

qualidade física do solo. A Ds do solo é afetada pela **estrutura do solo** (Ds blocos > Ds grânulos), **compactação** (↑ compactação ↑ Ds), teor de **matéria orgânica** (↑ matéria orgânica ↓ Ds) e **textura do solo** (↑ teor de areia ↑ Ds). É calculada por:

$$\mathrm{Ds}\ (\mathrm{g/cm^3}) = \frac{\mathrm{M_{sólidos}}}{\mathrm{V_{total}}}$$

● **Porosidade total (Pt):** indica a proporção do **volume total do solo não ocupada por sólidos**. Tem as mesmas implicações que a Ds, mas com comportamento inverso (↑ Ds ↓ Pt). É calculada por:

$$\mathrm{Pt}\ (\mathrm{cm^3/cm^3}) = \frac{\mathrm{M_{poros}}}{\mathrm{V_{total}}} = 1 - \frac{\mathrm{Ds}}{\mathrm{Dp}}$$

● **Umidade gravimétrica (U):** quantidade de **água retida no solo** em dado momento, expressa com base gravimétrica (**massa de água por massa de solo seco**).

$$\mathrm{U}\ (\mathrm{g/g}) = \frac{\mathrm{M_{água}}}{\mathrm{M_{sólidos}}}$$

A relação abaixo, que expressa a massa de solo úmido (Mu) em função da massa de solo seco (Ms) e da umidade é bastante útil para uma série de cálculos:

$$\mathrm{Mu} = \mathrm{Ms}.(1 + \mathrm{U})$$

● **Umidade volumétrica (θ):** quantidade de **água retida no solo** em dado momento, expressa com base volumétrica (**volume de água por volume total de solo**).

$$\theta\ (\mathrm{cm^3/cm^3}) = \frac{\mathrm{V_{água}}}{\mathrm{V_{total}}}$$

A relação abaixo, que expressa θ em função de U e Ds é bastante útil para uma série de cálculos:

$$\theta = \mathrm{U}.\mathrm{Ds}$$

(FCM - IF-RJ - 2017) O número de gramas de água necessário para acrescentar a 1300 g de solo com Umidade = 10%, para elevar essa umidade a 20%, é

(A) 100.

(B) 105.

(C) 118.

(D) 120.

(E) 125.

Comentário: A quantidade de água a ser adicionada é dada pela diferença entre a massa úmida do solo com 20% e com 10% de umidade. Como MU = MS(1 + U), temos que: 1300 = MS(1 + 0,10) para o solo com 10% de umidade e MU = MS(1 + 0,20) para o solo com 20% de umidade. Para o solo com 10% de umidade, MS = 1300/1,1. Para o solo com 20% de umidade, MU = 1300/1,1(1 + 0,2) → MU = 1300.1,2/1,1 → MU = 1418 g. Assim, a quantidade de água a ser adicionada é dada por 1418 g - 1300 g = 118 g.

Gabarito: alternativa C.

2.1.4 - Distribuição de poros por tamanho

A porosidade do solo indica apenas a proporção do volume total do solo que não se encontra ocupada por sólidos, sendo **pouco informativa** a respeito da **funcionalidade do sistema poroso** do solo. Nesse sentido, é mais importante conhecer a distribuição dos poros do solo de acordo com o seu tamanho, pois as funções exercidas pelos poros do solo variam em função do seu diâmetro.

Os poros maiores, denominados **macroporos**, são mais importantes para a **aeração do solo** e para a **infiltração** do excesso de água. Já os poros menores, os **microporos**, devido à **capilaridade**, são especialmente importantes para a **retenção de água** para as plantas e demais organismos do solo. Adota-se o limite de 0,05 mm ou 50 µm para separar macro e microporos. A distribuição entre macro e microporos é afetada pela textura e (arenoso predomínio de macroporos) e pela estrutura do solo (macroporosidade grânulos > blocos), conforme na figura a seguir.

Representação esquemática da ocorrência de macroporos e microporos em função da textura do solo (acima) e da estrutura (abaixo).

2.1.5 - Retenção de água no solo

A água é retida no solo por forças de adesão e coesão. A **adesão** é um **fenômeno de superfície** e consiste na atração das moléculas de água pelas **partículas do solo**. Já a **coesão** é a **atração das moléculas de água entre si**. Além desses dois fatores, a presença de **poros de pequeno diâmetro** no solo também condiciona a retenção de água pela ação do fenômeno de **capilaridade**. A interação dinâmica entre água e solo levou Briggs, ainda no final dos séc. XIX, a propor a seguinte **classificação para a água do solo**:

• **Água gravitacional:** localizadas nos **macroporos**, tem permanência efêmera no solo, sendo facilmente removida pela **drenagem**.

• **Água capilar:** localizada nos **microporos**, permanece mais tempo no solo já que não é removida pela drenagem. Atua como **solução do solo**.

• **Água higroscópica:** localizada próximo à superfície das partículas, tendo caráter **permanente** e sendo removida apenas no estado de vapor.

Atualmente, porém, a avaliação da distribuição da água no solo se baseia no seu estado energético, ou seja, o seu **potencial hídrico**. O potencial total da água no solo representa o somatório de todos os trabalhos realizados para levar a água do estado padrão (água pura, cujo potencial total é definido como 0 por convenção) até uma determinada condição no solo. A **água se move no solo em decorrência da existência de uma diferença (ou gradiente) de potencial hídrico entre dois pontos**. A água **sempre se move do maior potencial para o menor potencial**, isto é, sempre do estado de maior energia potencial para o de menor energia potencial.

O **potencial total de água no solo** (Ψ_T) é dado pela soma dos potenciais gravitacional (Ψ_G), osmótico (Ψ_O), de pressão (Ψ_P) e matricial (Ψ_M):

- **Componente gravitacional:** aparece na definição de Ψ_T devido à presença do campo gravitacional terrestre. Esse componente **está sempre presente**, sendo determinado a partir de um **referencial de posição arbitrário**, sendo **positivo acima desse referencial** e negativo abaixo. Em geral, adota-se a superfície do solo como referencial de posição.

- **Componente de pressão:** ocorre apenas no **solo saturado** e tem valor sempre positivo. É numericamente igual à altura da coluna de água acima de determinado ponto considerado no solo.

- **Componente osmótico:** aparece pelo fato da água no solo ser uma **solução de nutrientes e outros solutos**, enquanto a água em seu estado padrão é pura. Devido à baixa concentração da solução do solo, frequentemente á desconsiderada no cálculo de Ψ_T.

- **Componente matricial:** consiste na soma de todos os outros trabalhos que envolvem a **interação entre a matriz sólida do solo e a água**. Seu valor é sempre negativo no solo não saturado, sendo nulo no solo saturado (mutuamente exclusivo com Ψ_P).

A **relação entre o potencial matricial e a umidade do solo** define **a curve de retenção de água** ou curva característica de água do solo. Para **altas umidades**, predominam os fenômenos de **capilaridade**, que são mais fortemente afetados pela **estrutura do solo**. Para **baixas umidades**, predominam as forças de **adsorção**, sendo mais fortemente afetadas pela **textura e superfície específica**.

O potencial matricial também tem relação com a definição da capacidade de água disponível (CAD) para as plantas, que representa o intervalo de umidade que vai da capacidade de capo ao ponto de murcha permanente. O **ponto de murcha permanente** representa a umidade do solo em que uma planta em crescimento ativo sofre uma primeira **perda de turgescência das folhas, da qual não mais se recupera** mesmo quando colocada em atmosfera saturada e no escuro.

A **capacidade de campo** é uma condição transitória do solo, representando a umidade do solo quando, após a sua saturação e estando com a evaporação impedida, **a velocidade de movimento descendente da água praticamente cessa**. Essa condição em geral ocorre após dois a três dias de drenagem em solos com textura e estrutura uniformes.

(VUNESP - Prefeitura de Valinhos, SP - 2019) A disponibilidade de água é considerada uma característica importante do solo, pois se refere à água nele contida e está relacionada com alguns fatores, tal como

(A) o ponto de murcha permanente (PMP), o qual é o teor de água no solo acima do qual uma planta em crescimento ativo apresenta aumento da turgescência das folhas da qual não se recupera mesmo quando colocada em ambiente escuro com atmosfera saturada.

(B) a capacidade de água disponível (CAD), a qual é a quantidade de água necessária para suprir a evapotranspiração da cultura (ETc) que ocorre em excesso à precipitação efetiva para uma cultura.

(C) o deficit atual de água no solo (DAS), o qual é a quantidade total de água disponível que o solo pode armazenar em uma profundidade correspondente à profundidade efetiva do sistema radicular.

(D) a água facilmente disponível (AFD), a qual é a precipitação útil ou utilizável em qualquer fase de produção das culturas.

(E) a capacidade de campo (CC), a qual é o teor de água no solo depois que o excesso de água gravitacional tenha sido drenado e a taxa de movimento descente tenha diminuído.

Comentário: a alternativa A está errada, pois o ponto de murcha permanente representa a umidade do solo *abaixo* da qual as plantas não recuperam a turgescência.

A alternativa B está errada, pois a capacidade de água disponível representa a diferença entre a umidade na capacidade de campo e a umidade no ponto de murcha permanente.

A alternativa C está errada, pois o déficit atual de água no solo representa a diferença entre a umidade do solo e a umidade crítica para determinada cultura.

A alternativa D está errada, pois a água facilmente disponível representa a fração da água disponível mais fracamente retida ao solo, sendo determinada pela diferença entre a CAD e a umidade crítica para a cultura (umidade abaixo da qual a produtividade começa a ser reduzida).

A alternativa E está correta, pois a capacidade de campo representa a umidade do solo que é atingida 1-2 dias depois de uma chuva ou irrigação abundantes. Nessa condição, a taxa de drenagem torna-se pequena, já que a água mais fracamente retida nos poros maiores é drenada mais rapidamente.

Gabarito: alternativa E.

As umidades na capacidade de campo (θ_{CC}) e no ponto de murcha permanente (θ_{PMP}) são importantes na determinação do **armazenamento de água do solo**, sendo muito empregado no dimensionamento de projetos de irrigação (aula 07). A **lâmina de água armazenada** (A) no solo é dada por:

$$A\ (\mathrm{mm}) = (\theta_{CC} - \theta_{PMP}).Z$$

em que θ é a umidade do solo com base em volume e Z a espessura da camada considerada (em mm), lembrando que 1 mm = 1 L/m^2. Veremos na aula 07 que nem toda a água disponível é absorvida com a mesma facilidade pelas plantas, sendo que os projetos de irrigação consideram como limite inferior da disponibilidade um valor de umidade chamado de crítico (θ*) que varia em função da cultura.

(FCM - IF Farroupilha - 2016) Em um solo com densidade aparente de 1,3 g.cm^{-3}, cultivado com milho, cujo sistema radicular tem em média 500 mm, capacidade de campo e ponto de murcha permanente iguais a 32% e 20%, respectivamente, a capacidade de água disponível no solo (CAD), em milímetros (mm), é

a) 50.

b) 65.

c) 78.

d) 85.

e) 98."

Comentário: a água disponível em uma camada de solo pode ser determinada por AD = (θ_{CC} - θ_{PMP})Z, em que θ_{CC} é a umidade volumétrica do solo na capacidade de campo, θ_{PMP} é a umidade volumétrica no ponto de murcha permanente e Z é a profundidade da camada considerada. Nesse caso, deve-se antes calcular a umidade volumétrica a partir das umidades gravimétricas fornecidas (perceba que fazendo a conta considerando as umidades fornecidas não se chega a nenhuma alternativa) pela relação θ = Ds.U, em que Ds é a densidade do solo e U, a umidade gravimétrica. Assim, θ_{CC} = 0,32.1,3 e θ_{PMP} = 0,20.1.3. Logo, AD = [(0,32.1,3) - (0,20.1,3)].500 = [1,3.(0,32-0,20)].500 = [1,3.0,08].500 = 78 mm.

Gabarito: alternativa C.

2.2 - COMPACTAÇÃO DO SOLO

Compactação é a **compressão do solo não saturado**, durante a qual ocorre um aumento da sua densidade em consequência da **redução do seu volume de poros**. A redução da porosidade ocorre principalmente às custas da **expulsão do ar dos macroporos**, enquanto a microporosidade pode sofrer um ligeiro aumento. A **compressão do solo saturado** recebe o nome de **consolidação** e difere da compactação por ser um **processo muito mais lento**, cuja velocidade é condicionada pela condutividade hidráulica do solo, sendo de maior relevância para a Geotecnia e Engenharia Civil. A **compactação é um processo de origem antrópica**, porém o **adensamento** é um **processo natural** que resulta em solos de elevada densidade e com alta resistência mecânica.

A compactação dos solos agrícolas pode ser **benéfica** em algumas poucas circunstâncias, como na melhoria do **contato solo-semente** na semeadura e o aumento da **disponibilidade de água** em solos extremamente porosos. Contudo, seus **efeitos negativos** são muito mais expressivos, incluindo:

- aumento da **resistência mecânica** do solo;
- redução da **aeração** (redução da macroporosidade);
- alteração na **disponibilidade** e nos **fluxos** de **água**, **calor** e **nutrientes**;
- redução da **infiltração** e da **drenagem** interna do solo;
- aumento das perdas de solo por **erosão**;
- redução da **atividade biológica**;
- **sistema radicular** pouco profundo e mal-formado;
- **redução do crescimento** de plantas e da **produtividade**.

O **diagnóstico da compactação** do solo se baseia no emprego de **indicadores de qualidade física** do solo. **Qualidade do solo** significa a sua **capacidade de desempenhar adequadamente as suas funções**. Qualquer intervenção ou fenômeno que comprometa o desempenho das funções do solo reduz a sua qualidade e constitui um processo de **degradação do solo**. Dentre os **atributos físicos** mais comumente empregados no diagnóstico da compactação do solo, podemos citar as **relações massa/volume** (densidade

do solo, porosidade total, macroporosidade); a capacidade de **infiltração** de água e **condutividade hidráulica**; a **resistência mecânica**, determinada por penetrômetros, por exemplo; dentre outros.

A **intensidade do processo de compactação** do solo está relacionada a diversos fatores, como:

• **estrutura do solo**, que condiciona a sua resistência à compactação (resistência blocos > grânulos);
• **sistema de preparo** do solo, já que o revolvimento excessivo do solo e as condições inadequadas de umidade no momento do preparo podem favorecer a compactação do solo;
• **umidade** do solo no momento da aplicação de pressões por tráfego ou pisoteio animal, sendo este o fator que mais fortemente afeta a resistência mecânica do solo e sua suscetibilidade à compactação (↑ umidade ↓ resistência ↑compactação).
• presença de **resíduos e restos culturais** sobre a superfície do solo, que amenizam as pressões aplicadas;
• **tamanho e peso do maquinário** empregado, já que as pressões aplicadas são função da relação entre o peso do equipamento e a área de contato do rodado com o solo;
• **largura do rodado** (↑ largura ↓ pressão aplicada ↓ compactação).

(IF-PI - IF-PI - 2016) Sabe-se que um dos grandes problemas quanto à conservação dos solos está na compactação dos mesmos, que pode ser ocasionada por diversos fatores, mas na agricultura contemporânea, devido muitas vezes a problemas de manejo, as máquinas agrícolas têm colaborado, significativamente, com esse cenário. Nesse aspecto, os pneus são pontos importantes a serem observados em um trator agrícola, por exemplo. Em uma situação de 2 tratores em operação no campo, ambos com mesmo peso, mesmo modelo, mesma quantidade de pneus e mesma calibragem dos pneus, todavia com larguras de pneus diferentes, pois o trator A tem pneus de largura 40 cm e o trator B opera com pneus com 80 cm de largura. Nessas condições, qual trator irá compactar mais o solo e por quê?

(A) Trator A, porque o peso que incide sobre o pneu que é transferido ao solo, durante a operação agrícola, terá menor área para a distribuição deste peso sobre o solo (maior pressão), em relação ao trator B, que, com a largura de 80 cm, terá o dobro de área para a distribuição do peso sobre o solo.

(B) Trator B, porque o peso que incide sobre o pneu que é transferido ao solo, durante a operação agrícola, terá menor área para a distribuição deste peso sobre o solo (maior pressão), em relação ao trator A, que, com a largura de 40 cm, terá o dobro de área para a distribuição do peso sobre o solo.

(C) Trator B, porque se trata de um pneu mais pesado, por ser mais largo, aumentando a compactação.

(D) Trator A, porque é um pneu mais fino e geralmente tem mais contato com o solo.

(E) Trator B, por ser um pneu mais largo, que geralmente tem, em seus constituintes, materiais mais emborrachados, que pesarão sobre o solo, aumentando a compactação"

Comentário: a alternativa A está correta, pois o peso dos tratores é distribuído pela área de contato do rodado com o solo. Quanto maior a largura do pneu, maior a área de contato e, já que os dois tratores têm o mesmo peso, menor a pressão aplicada (pressão = força/área).

A alternativa B está errada, pois o trator B tem rodado mais largo e aplica menor pressão ao solo.

A alternativa C está errada, pois o efeito do aumento da área de contato é muito mais significativo que o aumento do peso do pneu, que seria insignificante perto do peso de um trator.

A alternativa D está errada, pois o pneu mais largo tem maior área de contato com o solo que o pneu mais fino.

A alternativa E está errada, pois o peso acrescido pela maior largura do pneu é insignificante diante do efeito da maior área de contato do rodado com o solo.

Gabarito: alternativa A.

3 - FERTILIDADE DO SOLO

A Fertilidade do Solo é o ramo da Ciência do Solo que estuda a **capacidade do solo de fornecer nutrientes às plantas**. A grande maioria dos **solos brasileiros têm sérias limitações quanto à sua fertilidade natural**, com **acidez** excessiva e **baixos teores de nutrientes**. O manejo da fertilidade do solo tem enorme impacto na produção agrícola, podendo representar até 30 a 50% do custo de produção das lavouras.

3.1 - CONCEITOS BÁSICOS

Solo fértil é aquele capaz de **fornecer, em quantidades adequadas, todos os nutrientes às plantas**. Cada solo, em função das suas características, tem capacidade distinta de fornecer esses nutrientes. Quando a quantidade de nutrientes demandada é superior à capacidade do solo de fornecê-los, torna-se necessário o fornecimento desses nutrientes pela prática de adubação.

3.1.1 - Nutrientes de plantas

As plantas possuem a capacidade de converter, por meio do seu metabolismo, elementos inorgânicos do ar, da água e do solo em componentes celulares. Para o seu crescimento e desenvolvimento, as plantas necessitam de alguns **elementos químicos essenciais**, que são chamados de **nutrientes**. Determinado elemento químico é **considerado um nutriente de planta se satisfaz aos critérios de essencialidade**:

- Em sua ausência a planta **não completa seu ciclo** de vida.
- O elemento **não poder ser substituído** por outro elemento químico similar em suas funções.
- O elemento **atua diretamente na planta**, e não apenas interfere em um fator adverso do meio.

As plantas necessitam do fornecimento de **17 elementos químicos** diferentes para que possam se desenvolver e completar seu ciclo de vida. Os **elementos não-minerais** são derivados do **ar e da água**, enquanto os **minerais** são em geral absorvidos pelas raízes do **solo**. São considerados **nutrientes de plantas**:

- **Não-minerais:** Carbono (**C**), Hidrogênio (**H**) e Oxigênio (**O**)
- **Minerais:**
  - **Macronutrientes primários:** Nitrogênio (**N**), Fósforo (**P**) e Potássio (**K**);
  - **Macronutrientes secundários:** Cálcio (**Ca**), Magnésio (**Mg**) e Enxofre (**S**);
  - **Micronutrientes:** Ferro (**Fe**), Manganês (**Mn**), Cobre (**Cu**), Zinco (**Zn**), Níquel (**Ni**), Molibdênio (**Mo**), Cloro (**Cl**), Boro (**B**).

A Instrução Normativa nº 39 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, de 10 de agosto de 2018, também considera como **micronutrientes** o Cobalto (**Co**), o Selênio (**Se**) e o Silício (**Si**).

A **distinção entre macro- e micronutrientes** se dá apenas em função das **quantidades demandadas** de cada um, já que, em termos de importância, todos cumprem os critérios de essencialidade. A matéria seca das plantas é composta, em média, por **95% de C, H e O**. O restante é composto pelos nutrientes minerais. Enquanto os macronutrientes são exigidos em teores de g/kg de matéria seca, os micronutrientes são exigidos em teores de mg/kg de matéria seca.

A maioria das literaturas considera existirem 17 nutrientes de plantas, porém **essa lista não é definitiva**. Alguns elementos são considerados **benéficos**, mais comumente o **Sódio** (**Na**), o **Selênio** (**Se**), o **Silício** (**Si**), e o **Cobalto** (**Co**), tendo a sua essencialidade sido demonstrada para algumas plantas. A essencialidade do **Na** já foi demonstrada para algumas **plantas halófitas**, típicas de ambientes ricos em sais, como mangues e desertos. O **Si** é considerado um elemento benéfico, pois aumenta a resistência da **parede celular** (pela deposição de cristais de sílica) e reduz a incidência de pragas e doenças, sendo particularmente benéfico às gramíneas. O **Co** é essencial para o processo de **fixação biológica de nitrogênio** por bactérias que estabelecem simbiose com **leguminosas**. O **Se** também é considerado benéfico, sendo particularmente importante para os animais, aos quais é essencial; por isso, tem sido adicionado a fertilizantes para garantir seu suprimento em pastagens, por exemplo.

(CETAP - Prefeitura de São João de Pirabas, PA - 2016) 95% dos minerais que as plantas precisam fazem parte da composição de sua própria matéria seca. Os 5% restantes são elementos que as culturas retiram do solo ou de adubos, quando não estão suficientemente disponíveis. Assinale a alternativa formada, exclusivamente, por MACRONUTRIENTES:

(A) Carbono, Hidrogênio, Oxigênio, Ferro, Magnésio e Manganês.

(B) Carbono, Hidrogênio, Oxigênio, Cobre, Níquel e Selênio.

(C) Nitrogênio, Fósforo, Potássio, Cálcio, Magnésio e Enxofre.

(D) Nitrogênio, Fósforo, Potássio, Cálcio, Magnésio e Manganês

(E) Nitrogênio, Fósforo, Potássio, Cálcio, Manganês e Enxofre.

Comentário: como visto anteriormente, os macronutrientes, aqueles nutrientes demandados em maiores quantidades pelas plantas, são N, P, K, Ca, Mg e S.

Gabarito: alternativa C.

3.2 - INTERAÇÕES NUTRIENTE-SOLO

O solo é um sistema multifásico, composto pelas fases **sólida** (mineral e orgânica), **líquida** (solução do solo), **gasosa** (ar do solo) e **viva** (organismos do solo), todas elas envolvidas no processo de fornecimento dos nutrientes às plantas.

3.2.1 - Fase viva do solo

A fase viva do solo é composta pelos **organismos do solo**, que desempenham inúmeras funções intimamente relacionadas à **ciclagem dos nutrientes**. Mais adiante discutiremos detalhadamente os organismos do solo. Esses organismos são responsáveis pela **decomposição** dos resíduos orgânicos adicionados ao solo, **mineralizando os nutrientes que antes se encontravam imobilizados na matriz orgânica**. A decomposição da matéria orgânica também origina moléculas orgânicas estabilizadas que constituem o **húmus**, de grande importância para diversos fenômenos, como **agregação do solo, retenção de água e disponibilidade de nutrientes.** Além da decomposição da matéria orgânica, diversos outros processos são mediados por organismos ou enzimas, especialmente relacionados ao ciclo do Nitrogênio:

- **Nitrificação**: conversão do N-amoniacal (NH_4^+) a N-nitrato (NO_3^-);

- **Desnitrificação**: redução do nitrato a formas gasosas de N (NO, N_2O), perdidas para a atmosfera;

- **Fixação biológica de N**: conversão do N_2 atmosférico a formas disponíveis de N por bactérias fixadoras de N.

3.2.2 - Fase gasosa

O ar do solo tem **composição semelhante à do ar atmosférico**, porém com teores de CO_2 mais altos em decorrência da respiração dos organismos do solo e do sistema radicular. O **ar e a água ocupam competitivamente o espaço poroso do solo**, assim, em **solos inundados**, a falta de O_2 disponível leva a condições de **redução**. Em um solo bem aerado, o O_2 é o principal aceptor de elétrons das reações de oxidação; em sua ausência, outros íons e moléculas passam a ser reduzidos, como o NO_3^- (reduzido a formas gasosas, como NO e N_2O), o Mn^{4+} (reduzido a Mn^{2+}, forma solúvel, móvel e potencialmente tóxica dependendo do teor) e o Fe^{3+} (reduzido à forma solúvel e móvel de Fe^{2+}). Assim, a **inundação do solo** acarreta as seguintes consequências:

- **aumento de pH** pelo consumo de H^+;

- **neutralização do Al^{3+}**;

- **maior disponibilidade de Mn e Fe** (podendo provocar **toxidez**);

- **maior disponibilidade de P**;

- **perdas de N por desnitrificação** (por esse motivo, em lavouras de arroz inundado, utilizam-se apenas fontes amoniacais de N).

3.2.3 - Fase líquida

A **solução do solo** é a **fonte imediata dos nutrientes** para as plantas, isto é, os nutrientes são absorvidos diretamente da solução do solo pelas raízes. A grande maioria dos nutrientes encontra-se na **forma iônica** na solução do solo:

- **Cátions**: NH_4^+, Ca^{2+}, Mg^{2+}, K^+, Fe^{2+}, Mn^{2+}, Zn^{2+}, Cu^{2+}

- **Ânions**: NO_3^-, $H_2PO_4^-$, HPO_4^{2-}, Cl^-, MnO_4^{2-}

Uma exceção a isso é o B, que na faixa de pH do solo ocorre como ácido bórico (H_3BO_3), motivo pelo qual é facilmente perdido por lixiviação.

A solução do solo, além desses nutrientes, contém também: formas solúveis tóxicas de Al (Al^{3+}, $Al(OH)^{2+}$, $Al(OH)_2^+$); micronutrientes na forma de quelatos (complexados com moléculas orgânicas); carbono dissolvido (moléculas orgânicas pequenas, como ácidos orgânicos); aminoácidos; exsudatos radiculares (vitaminas, açúcares); e íons H^+ e OH^-, que afetam a disponibilidade dos nutrientes do solo pelo efeito de pH, conforme veremos adiante.

A presença de água é imprescindível para que ocorra o **transporte** e a **absorção** dos nutrientes da solução do solo. **Transporte** significa o **movimento do nutriente em solução do solo até a superfície das células radiculares**, enquanto **absorção** refere-se à **entrada dos nutrientes nas células através da membrana plasmática** (a absorção será vista no próximo capítulo). Os nutrientes chegam à superfície radicular por três processos:

- **Interceptação radicular:** as raízes, ao crescerem, entram em contato com os nutrientes. Contudo, como o **contato solo/raiz** é ínfimo (não mais que 2% da superfície do solo está em contato com as raízes), apenas uma pequena proporção dos nutrientes é absorvida por esse mecanismo;

- **Fluxo de massa:** os nutrientes são **carregados juntamente com a água** que é absorvida pelas plantas em decorrência da perda de água nas folhas pela transpiração. A quantidade de nutrientes absorvida por esse mecanismo depende da concentração do nutriente na solução do solo, da capacidade de transpiração da planta e da disponibilidade de água no solo. É o **mecanismo mais importante para a absorção da maioria dos macronutrientes** (N, K, Ca, Mg, S), cujas concentrações na solução do solo são suficientemente elevadas para atender à demanda das plantas.

- **Difusão:** nesse mecanismo, o nutriente se desloca na solução do solo em resposta a um **gradiente de concentração** que se estabelece entre a superfície da raiz (zona de menor concentração dos nutrientes, devido à absorção) e a solução do solo (zona de maior

concentração de nutrientes). A difusão é especialmente importante para **P, K e micronutrientes**, já que o fluxo de massa não é capaz de atender à demanda da planta. No caso do P, a grande afinidade da fase sólida do solo com esse nutriente faz com que sua concentração na solução do solo seja baixíssima. Para P e K, a difusão pode responder por mais de 90% da absorção.

(NC-UFPR - Itaipu Binacional - 2019) As plantas obtêm nutrientes das frações disponíveis da solução do solo. Sobre os mecanismos que governam a absorção de nutrientes pelas plantas, assinale a alternativa correta.

(A) Mais de 90% do P absorvido pelas plantas é disponibilizado por interceptação radicular.

(B) Cerca de 90% do K absorvido pelas plantas é disponibilizado por fluxo de massa.

(C) A difusão e o fluxo de transpiração são dois processos que atuam simultaneamente no sistema solo-planta-atmosfera.

(D) A maior parte (mais de 90%) dos nutrientes é absorvida graças ao mecanismo de interceptação radicular.

(E) Cálcio e magnésio chegam às plantas principalmente por difusão.

Comentário: A alternativa A está errada, já que o P é absorvido pelo predominantemente (> 90%) pelo processo de difusão.

A alternativa B está errada, já que o principal mecanismo de transporte do K no solo é a difusão.

A alternativa C está correta, apesar da terminologia pouco usual empregada para referir-se ao fluxo de massa. Contudo, tenha em mente que o fluxo de massa é um processo de movimentação dos nutrientes na água decorrente da transpiração que ocorre através dos estômatos. A abertura estomática leva à perda de água na forma de vapor, o que cria um gradiente de umidade que leva à movimentação da água do local de maior disponibilidade hídrica (solo) para o de menor umidade (folha).

A alternativa D está errada, uma vez que a interceptação radicular é o processo que menos contribui para a chegada dos nutrientes ao sistema radicular, já que este explora menos de 2% do volume do solo.

A alternativa E está errada, pois o fluxo de massa é o principal mecanismo de transporte de Ca e Mg.

Gabarito: alternativa C.

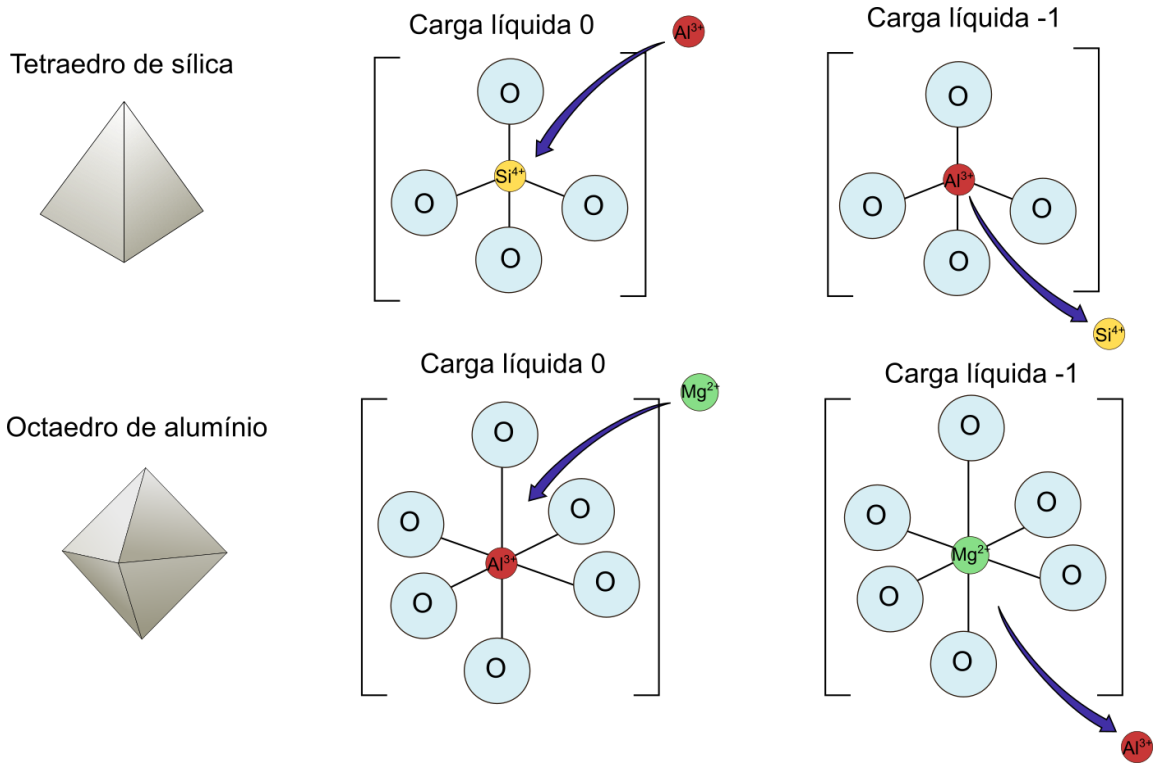
Em relação às quantidades demandadas pelas plantas, a **concentração dos nutrientes na solução do solo é extremamente baixa**, sendo esta apenas a **fonte imediata** dos nutrientes retidos (armazenados) na fase sólida do solo.

3.2.4 - Fase sólida

A **fase sólida do solo** é formada por **componentes minerais** (partículas de argila, silte, areia e frações mais grosseiras) e **orgânicos** (matéria orgânica em diferentes estágios de decomposição, desde resíduos frescos até húmus estabilizado). Para a Fertilidade do Solo, têm maior relevância as **partículas de menor tamanho, que apresentam comportamento coloidal**. Os componentes minerais e orgânicos também podem ser fontes de nutrientes: os minerais primários liberam nutrientes ao serem intemperizados, enquanto os componentes orgânicos liberam nutrientes ao sofrerem mineralização.

Coloides são partículas minerais e orgânicas que, devido ao seu **tamanho muito pequeno** (menor que 0,001 mm ou 1 µm), apresentam **grande superfície específica** e **cargas elétricas** em sua superfície. Essas cargas elétricas são **responsáveis pelos fenômenos de troca catiônica e troca aniônica** que ocorrem no solo. A maioria dos coloides do solo tem **carga líquida negativa**, isto é, os solos são predominantemente **eletronegativos**. Isso é importante, já que a **maioria dos nutrientes se encontra na forma catiônica** (íons carregados positivamente). As cargas do solo têm origem a partir de:

- **Substituição isomórfica**: ocorre durante a formação dos argilominerais, quando um cátion substitui outro de igual tamanho, mas de outra valência, gerando um **desequilíbrio de cargas**. Ocorre, por exemplo, pela substituição do Si^{4+} por Al^{3+} nos tetraedros de sílica e do Al^{3+} por Mg^{2+} nos octaedros de alumínio (Figura 2), resultando em uma **carga líquida negativa** em cada substituição. Essas cargas **não dependem do pH** (**cargas permanentes**) e são típicas dos argilominerais como ilita, vermiculita, esmectita e montmorilonita (**argilominerais do tipo 2:1**, isso é, com duas camadas de Si para uma de Al).



Representação esquemática da geração de cargas por substituição isomórfica em tetraedros de sílica (acima) e octaedros de alumínio (abaixo) que compõem e estrutura dos argilominerais.

- **Dissociação de hidroxilas:** ocorre tanto **em colóides minerais quanto em colóides orgânicos**, sendo **dependentes do pH** (**cargas variáveis**). Em pH mais elevado, os íons OH^- levam ao desenvolvimento de cargas negativas; enquanto em condições de pH mais ácido, os íons H^+ levam à formação de cargas positivas. Esse é o **principal mecanismo gerador de cargas em solos tropicais** altamente intemperizados, nos quais praticamente não existem argilominerais 2:1 com cargas permanentes. A **caulinita**, que é o principal argilomineral desses solos, é de baixa atividade e tem baixo potencial gerador de cargas. Além disso, nesses solos as cargas negativas são **predominantemente decorrentes da matéria orgânica**. Como são cargas variáveis (dependentes de pH), a **correção da acidez** do solo é extremamente importante para **aumentar a capacidade do solo de armazenar nutrientes**. Os óxidos de Fe e Al podem originar cargas positivas pelas condições de elevada acidez, o que favorece a fixação de P no solo (já que esse nutriente ocorre na forma de ânion). Veja como o pH afeta o desenvolvimento de cargas variáveis:

  - Radical carboxílico em moléculas do húmus: R-**COOH** + OH^- ⟶ R-**COO^-** + H_2O
  - Grupos hidroxila em óxido de Al: Gibbsita-**OH** + H^+ ⟶ Gibbsita-**OH_2^+**

Essas cargas elétricas e os íons nelas retidos formam o **complexo sortivo do solo**, que recebe esse nome devido aos fenômenos de sorção (**adsorção e dessorção**). Os íons são **adsorvidos** (retidos fracamente) à superfície dos coloides por **forças de natureza eletrostática**, sendo por isso **trocáveis**, isto é, podem voltar prontamente à solução do solo (dessorção). Esse fenômeno de adsorção e dessorção aos coloides do solo recebe o nome de **troca catiônica** ou **troca aniônica**, dependendo da carga dos íons envolvidos (respectivamente, íons positivos e negativos).

Observe a seguir a **capacidade de troca catiônica (CTC) de alguns colóides do solo**. Perceba por que foi dito anteriormente que a matéria orgânica é largamente responsável pela CTC dos solos tropicais, nos quais predominam caulinita e óxidos de Fe e Al na fração argila.

Coloides	CTC ($cmol_c/dm^3$)
Húmus	200
Vermiculita	100-150
Montmorilonita	70-95
Ilita	10-40
Caulinita	3-15
Óxidos de Fe e Al	2-4

A **CTC do solo** é influenciada pela **mineralogia** (conforme vimos na tabela anterior), teor de **matéria orgânica** (↑ matéria orgânica ↑ CTC), **textura do solo** (↑ teor de argila ↑ CTC) e **pH** (↑ pH ↑ CTC).

A CTC é expressa em peso equivalente de carga, uma **unidade que considera tanto a quantidade de átomos (molaridade) quanto a sua carga** em determinado volume de solo. Mais usualmente, essa unidade é o **centimol de carga por decímetro cúbico** ($cmol_c\ dm^{-3}$). O mol carga (mol_c) é uma unidade que representa a relação entre a massa molar (peso atômico) e a valência (carga) do cátion. Para o K^+, cátion monovalente (carga 1+), 1,0 mol_c corresponde a 39 g (peso atômico do K), enquanto 1,0 $cmol_c$ equivale a 0,39 g ou 390 mg de K^+ ($cmol_c$ é a centésima parte do mol_c). Já para os cátions divalentes, como Ca^{2+} e Mg^{2+}, o peso equivalente é dado por:

$$\text{Ca: 40 g/mol Peso equivalente } Ca^{2+} = \frac{\text{Massa atômica}}{\text{Valência}} = \frac{40}{2} = 20 \text{ g}$$

$$\text{Mg: 24 g/mol Peso equivalente } Mg^{2+} = \frac{\text{Massa atômica}}{\text{Valência}} = \frac{24}{2} = 12 \text{ g}$$

Assim, 1,0 mol_c de Ca^{2+} corresponde a 20 g, enquanto 1,0 mol_c de Mg^{2+} corresponde a 12 g. Esses cálculos são importantes para a **interpretação da análise química do solo**, que será discutida adiante. Nessas análises, os **teores de Ca^{2+} e Mg^{2+} são expressos em $cmol_c$ dm^{-3}**, enquanto os **teores de K^+ são expressos em mg dm^{-3}**. Para somar todos os teores, deve-se converter o resultado do K^+ para $cmol_c$ dm^{-3}. Supondo haver 120 mg dm^{-3} de K^+ no solo:

1 **mol_c** de K^+ = 39 g ⟶ 1 **$cmol_c$** de K^+ = 0,39 g = 390 mg

390 mg K^+ ⟶ 1 $cmol_c$

120 mg K^+ ⟶ X $cmol_c$

X = 0,31 $cmol_c$

A **capacidade de troca catiônica** é extremamente importante nos solos, pois **impede que os nutrientes sejam facilmente perdidos por lixiviação**, mantendo-os retidos à fase sólida, mas ainda disponíveis às plantas. Esse processo é dito **reversível, instantâneo e estequiométrico**:

- **Reversível:** as forças eletrostáticas são suficientemente fracas de modo que os **íons podem ser adsorvidos e dessorvidos**;

- **Instantâneo:** os íons removidos da solução do solo são **prontamente repostos** pela dessorção de íons que se encontravam adsorvidos;

- **Estequimétrico:** ocorre **equilíbrio eletroquímico**, ou seja, à medida que os íons vão sendo absorvidos da solução do solo, outros vão sendo dessorvidos, mantendo a concentração de equilíbrio.

Os cátions são **retidos com diferentes energias de ligação às cargas dos colóides** do solo, o que explica porque uns são mais facilmente lixiviados que outros. A energia de ligação dos cátions aos colóides é dado pela **série liotrópica**:

$$\mathbf{H^+ >>> Al^{3+} > Ca^{2+} > Mg^{2+} > K^+ = NH_4^+ > Na^+}$$

O **H^+ é fortemente retido** às cargas do solo porque estabelece **ligações de caráter covalente**, neutralizando as cargas negativas e impedindo-as de participar dos fenômenos de troca. Como veremos adiante, a **calagem** é uma prática agrícola que permite a remoção do H^+ dessas cargas, liberando-as para participarem dos fenômenos de troca catiônica. O Al^{3+} é mais fortemente retido que os demais cátions, por isso os solos tropicais altamente intemperizados são ricos nesse elemento.

(IF-RS - IF-RS - 2016) Uma importante propriedade que os solos apresentam é denominada capacidade de troca de cátions (CTC). Assim, é INCORRETO afirmar:

(A) A CTC expressa a quantidade de cátions que o solo pode reter na forma de complexos de esfera externa, representando indiretamente a quantidade de cargas negativas do solo.

(B) A CTC pode estar relacionada ou associada, diretamente ou indiretamente, com o teor de matéria orgânica do solo, pH da solução do solo e com a adsorção específica de íons.

(C) A quantidade e a proporção dos constituintes do solo não podem influenciar no valor da CTC.

(D) A matéria orgânica é a principal fração que contribui para a CTC dos solos intemperizados, nos quais há predomínio do argilomineral caulinita.

(E) Solos menos intemperizados, como os que ocorrem na fronteira do RS com o Uruguai, apresentam predomínio de argilominerais do tipo 2:1, o que lhes confere alta CTC.

Comentário: A afirmativa A está correta, pois os cátions são retidos às cargas dos colóides por ligações eletrostáticas fracas, por vezes denominadas de complexos de esfera externa, em oposição às ligações de caráter covalente estabelecidas entre o H+ e os colóides ou entre os íons fosfato e os óxidos, denominadas de complexos de esfera interna.

A afirmativa B está correta, pois a CTC do solo é fortemente afetada pelo teor de matéria orgânica e pelo pH do solo, sendo também afetada pela presença de íons, principalmente H+, que, ao estabelecerem ligações covalentes com os colóides, bloqueiam as cargas tornando-as indisponíveis para participarem dos fenômenos de troca catiônica.

A afirmativa C está incorreta, já que a CTC é fortemente influenciada pela mineralogia do solo, sua textura (proporção de argila, principalmente), pela quantidade de matéria orgânica e pelo pH.

A afirmativa D está correta, pois a caulinita é um argilomineral de baixa atividade, com poucas cargas disponíveis, enquanto a matéria orgânica contribui sobremaneira para as cargas negativas dos solos altamente intemperizados.

A afirmativa E está correta, pois os argilominerais do tipo 2:1, como montmorilonita, esmectita, vermiculita e ilita, exibem grande quantidade de cargas negativas de caráter permanente, em decorrência da elevada superfície específica e das substituições isomórficas que ocorrem durante a sua formação.

Gabarito: alternativa C.

3.3 - DINÂMICA DOS NUTRIENTES

3.3.1 - Nitrogênio

O N não está presente nas rochas que dão origem aos solos, estando **essencialmente ligado à matéria orgânica do solo**. Na maioria das plantas, o teor de N nos tecidos vegetais (matéria seca) encontra-se entre 2-4%, sendo este o nutriente geralmente **exigido em maiores quantidades**. Como o N tem **efeito residual muito baixo** e é muito demandado pelas plantas, são necessárias generosas adubações anuais para o seu fornecimento adequado.

A **adubação nitrogenada tem baixa eficiência**, em geral entre 40-70%, já que o N pode ser perdido tanto para a atmosfera (por volatilização e desnitrificação), quanto para as camadas mais profundas do solo/lençol freático por lixiviação.

A **matéria orgânica do solo** é o **maior compartimento de N do solo**, contendo cerca de **95% do N** total. Na matéria orgânica, o N ocorre na **forma de macromoléculas orgânicas**, que não são absorvidas pelas plantas. Portanto, para ser disponibilizado, **deve inicialmente sofrer mineralização** pela ação de microrganismos. As reações do N no solo são em sua maioria de **natureza bioquímica**, mediadas pela **ação de enzimas e microrganismos**. A sua dinâmica é complexa e envolve diversos compartimentos e transformações.

A **fonte primária de N é o gás N_2 do ar** (78% da atmosfera). Contudo, pela **força da tripla ligação** dessa molécula, o N **não se encontra disponível** para a grande maioria dos organismos vivos. Uma exceção a isso são os **organismos fixadores de N**, que contêm um complexo enzimático capaz de romper esse forte ligação, tornando o N disponível. As bactérias comumente chamadas de **rizóbios** apresentam altíssima eficiência na fixação biológica de N. No caso da cultura da soja, por exemplo, a adubação nitrogenada chega a ser dispensada pela atuação dessas bactérias. Em vez de adubo, são empregados inoculantes, verdadeiros meios de cultura contendo células bacterianas viáveis que irão estabelecer simbiose com as raízes e fornecer N para as plantas em troca de carboidratos.

O N pode sofrer as seguintes **transformações no solo** (esquematizadas na figura a seguir):

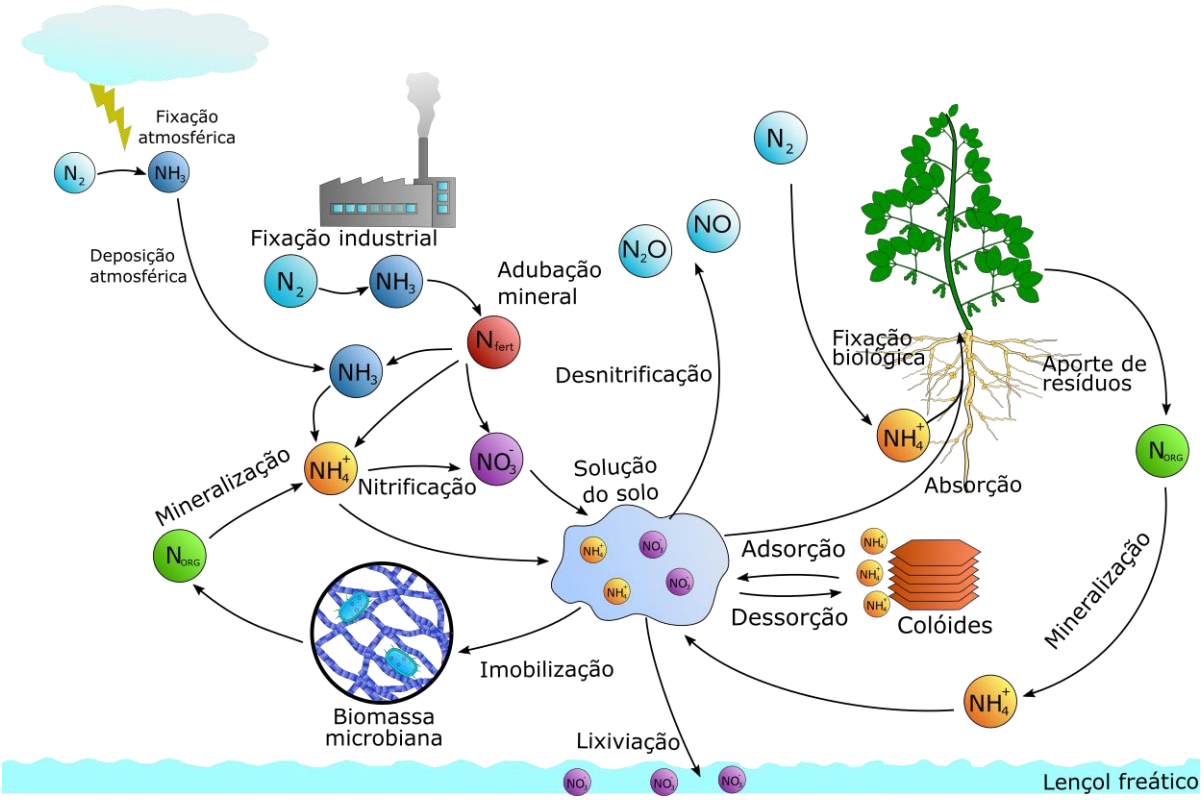
- **Mineralização: conversão do N orgânico (matéria orgânica do solo, resíduos orgânicos) a N mineral** pelos organismos decompositores da matéria orgânica. A taxa de mineralização depende do teor de N, das condições ambientais e do revolvimento ou não do solo.

- **Imobilização: retirada do N disponível no solo pelos microrganismos**, empregando-o no seu próprio metabolismo e na decomposição de resíduos mais ricos em carbono. Em geral, a imobilização do N dura de duas a oito semanas.

- **Nitrificação: conversão do N-amoniacal (NH_4^+) a N-nitrato (NO_3^-)**. Processo mediado por bactérias (gêneros *Nitrosomona* e *Nitrobacter*) e favorecido por condições de pH mais elevado. Grande gerador de **acidez no solo**.

- **Desnitrificação:** processo de **redução do NO_3^- em condições de baixa disponibilidade de O_2** no solo, levando à sua perda na forma gasosa como óxido nitroso (NO, N_2O), importante gás causador do **efeito estufa**. Devido a esse processo, não se deve aplicar N-nitrato em lavouras de arroz inundado, apenas formas de N-amoniacal.

- **Volatilização: formação do gás amônia** a partir da ação da enzima **urease** sobre a molécula de **ureia** ou pela conversão do íon amônio (NH_4^+) a amônia (NH_3) sob condições de pH elevado. As perdas de N aplicado como ureia podem ser bastante elevadas, sendo necessária a incorporação desse fertilizante pela água (chuva ou irrigação) ou por revolvimento superficial do solo.



Representação esquemática do ciclo do N.

3.3.2 - Fósforo

O P é o macronutriente que as plantas demandam em menores quantidades. Contudo, a maioria dos solos do Brasil tem **deficiência severa** desse nutriente, devido à **grande afinidade do P com a fase sólida do solo**, a ponto de torná-lo indisponível para as plantas (**fixação de P**).

O P é **transportado por difusão**, além de ser facilmente adsorvido pelos colóides minerais enquanto desloca-se no solo. Por esse motivo, a **aplicação de P é realizada sempre junto às raízes**, comumente com a **dose sendo aplicada integralmente no plantio** (pouco eficiente em cobertura). A adubação com P envolve a aplicação de doses bastante elevadas do nutriente, pois o objetivo não é apenas suprir a demanda da planta, mas também saturar os sítios de fixação de P do solo.

A maioria dos nutrientes é aplicada ao solo visando atender à demanda do dreno-planta; já para o P, a adubação é realizada visando-se **saturar os sítios de fixação de P**, ou seja, atender ao **dreno-solo** para que ao menos uma parcela do P aplicado fique disponível e atenda ao requerimento nutricional da cultura. A **magnitude do dreno-solo** para o P é afetada por:

- **Teor de argila:** solos mais argilosos **têm maior fixação de P**.

- **Mineralogia da fração argila:** **solos mais intemperizados e oxídicos** (ricos em óxidos de Fe e Al) têm **maior fixação de P**.

- **pH:** **solos ácidos têm fixação de P elevadíssima**. Também pode ocorrer precipitação de P na forma de fosfatos de Ca em condições de pH muito elevadas.

● **Matéria orgânica:** além de funcionar como **reservatório de P-lábil**, a matéria orgânica também tem a capacidade de **complexar os colóides minerais**, impedindo que o P tenha contato com os sítios de fixação.

As **fontes solúveis de P não devem ser aplicadas em solo não corrigido**. A eficiência da adubação fosfatada poder ser aumentada pela **calagem**, aumento dos teores de **matéria orgânica**, **aplicação localizada** próximo às raízes (menor distância percorrida pelo fertilizante, menor chance de contato com sítios de fixação), **fatores da planta** (eficiência na absorção de P, volume do sistema radicular, secreção de ácidos orgânicos), e **micorrizas** (serão discutidas mais adiante).

3.3.3 - Potássio

O K é um nutriente muito **relacionado à qualidade dos produtos agrícolas**, afetando, por exemplo, características como o teor de açúcar, a coloração, o teor de óleo e a resistência das fibras de diversos produtos agrícolas. Plantas exigentes nesse nutriente incluem a banana, os citros, a cana e a batata. Além da qualidade dos produtos agrícolas, o K também afeta o **transporte de fotoassimilados** na planta, a resistência à seca (importante na **abertura e fechamento dos estômatos**) e a **resistência a pragas e doenças**.

Seu ciclo é bastante simples, **encontrando-se essencialmente como K^+ tanto no solo quanto nos resíduos vegetais**, isto é, não é incorporado a moléculas orgânicas. Por esse motivo, pode ser **facilmente perdido por lixiviação**, o que demanda a aplicação dos fertilizantes de forma parcelada. Em solos ricos em **argilominerais 2:1**, o K pode sofrer **fixação** à semelhança do que ocorre para o P em solos altamente intemperizados, pois os íons K^+ penetram entre as camadas dos argilominerais, ficando indisponíveis às plantas (**K não trocável**).

As **perdas de K por lixiviação** são favorecidas pela **baixa CTC do solo** (solos arenosos, com baixo teor de matéria orgânica, ácidos), pela ocorrência de **chuvas intensas e mal distribuídas**, aplicação de **doses elevadas** e presença de **ânions acompanhantes** (não aplicar gesso depois do K).

3.3.4 - Cálcio e Magnésio

O **fornecimento de Ca e Mg via fertilizantes é pouco comum**, uma vez que, se a **calagem** foi bem feita e a escolha do corretivo foi correta, muito provavelmente já se garantiu o suprimento adequado desses nutrientes ao solo. A fertilização **pode ser necessária em solos arenosos ou em culturas específicas**, por exemplo a batata, que é exigente em Ca mas não tolera solo com pH muito elevado (favorece doenças bacterianas).

O Ca é um elemento químico essencial ao **crescimento das raízes**, sendo interessante que ele esteja **disponível também no subsolo** para propiciar o **aprofundamento do sistema radicular**. Por esse motivo, a **gessagem** tem sido uma prática agrícola bastante empregada atualmente. Contudo, nem sempre se verifica resposta ao gesso, como em anos com chuva adequada, locais sem ocorrência de veranicos ou solos com uma camada superficial de excelente fertilidade. O Ca deve ser **fornecido prioritariamente via solo**, já que seu movimento na planta é apenas ascendente. Pelo fato de Ca ser imóvel na planta, a exportação de Mg no produto colhido pode ser maior que a de Ca.

3.3.5 - Enxofre

Apesar de ser um macronutriente, é pouco exigido em comparação com N e K (10 vezes menos). O S atua de forma semelhante ao N nas plantas (compondo enzimas, proteínas e vitaminas), além de ter ciclo também bastante semelhante no solo (ainda que mais simples).

O S é **absorvido na forma de íon sulfato** (SO_4^{2-}). No solo, 75-95% do S ocorre **associado à matéria orgânica**, enquanto o restante encontra-se adsorvido como SO_4^{2-} aos colóides minerais. Não há deficiência de S em locais próximos a grandes centros urbanos e industriais, pois as emissões gasosas de SO_2 levam à formação de chuva ácida que contém H_2SO_4.

O S comumente ocorre **associado a diversos corretivos e fertilizantes**, sendo por isso frequentemente já fornecido em quantidades adequadas, especialmente quando se realiza a gessagem. Contudo, o emprego de **fertilizantes formulados NPK com concentrações mais altas de nutrientes tem reduzido o aporte de S aos solos via adubação**, já que essas formulações não contêm fertilizantes com esse nutriente.

3.3.6 - Micronutrientes

Os micronutrientes são **exigidos em pequenas quantidades** pelas plantas, já que não têm papel estrutural e atuam mais como ativadores enzimáticos. A **toxidez** por micronutrientes é muito mais frequente que para macronutrientes, exigindo cuidados na sua aplicação. Ao contrário dos macronutrientes, os micronutrientes podem ser fornecidos quase que integralmente via **adubação foliar**.

Fatores que afetam a **disponibilidade dos micronutrientes** no solo:

- **pH:** é o **fator do solo que mais afeta a disponibilidade de micronutrientes**.

A disponibilidade de **Zn, Cu, Fe, Mn, Ni e Zn diminui com o aumento do pH**.

Para os micronutrientes aniônicos (**Cl e Mo**), a **disponibilidade aumenta com o aumento do pH**.

O **B é menos afetado pelo pH**, já que permanece na forma não ionizada de ácido bórico (H_3BO_3). Em pH muito elevado, a forma aniônica pode sofrer adsorção específica aos colóides minerais.

- **Teor de matéria orgânica:** a disponibilidade de **ligantes orgânicos leva à formação de complexos organometálicos** com os micronutrientes (**quelatos**), o que **aumenta a solubilidade e a eficiência do transporte e absorção**. Em fertilizantes líquidos também é comum que alguns micronutrientes, principalmente o Fe, se encontrem na forma de quelatos. Entre os micronutrientes, o **Cu** é o que **interage mais intensamente com a matéria orgânica**, o que pode **reduzir sua disponibilidade** pela formação de complexos organometálicos com alta energia de retenção do nutriente.

- **Textura do solo:** em geral, **quanto mais argiloso o solo, maior a disponibilidade de Fe, Mn e Zn**. Além disso, o teor de argila exerce vários efeitos indiretos na disponibilidade dos micronutrientes, como aumento da retenção de água (que aumenta o transporte por difusão), aumento da adsorção aos colóides minerais (reduz lixiviação) e aumento dos teores de matéria orgânica.

● **Interações entre nutrientes:** são bem conhecidas as seguintes relações de **competição**:

SO_4^{2-} x MnO_4^{2-}

Ca^{2+} x B

H_2PO_4- x Zn^{2+}

Cu^{2+} x matéria orgânica

● **Planta:** além do efeito de **volume e superfície do sistema radicular**, as plantas podem afetar ativamente a disponibilidade de micronutrientes pela **alteração do pH da rizosfera e pela secreção de ligantes orgânicos**.

3.4 - MATÉRIA ORGÂNICA DO SOLO

O termo matéria orgânica do solo é bastante genérico, englobando inúmeras frações de produtos derivados do metabolismo de plantas e microrganismos principalmente. Nesse capítulo, abordaremos a **dinâmica** e os **compartimentos** da matéria orgânica, bem como seus **efeitos** no solo. Em uma vertente mais aplicada, abordaremos a prática de **compostagem** e alguns aspectos básicos da **adubação** com materiais orgânicos.

3.4.1 - Dinâmica da matéria orgânica do solo

A fonte da matéria orgânica do solo é a **produção primária líquida** da fotossíntese das plantas. Do total de C fixado pelas plantas, cerca de metade é consumido na respiração, enquanto o restante constitui a produção primária líquida. O **aporte de C** ao solo depende principalmente da **deposição de resíduos da biomassa aérea e radicular** das plantas e da **exsudação de moléculas orgânicas pelas raízes**. Os resíduos depositados sobre a superfície formam uma camada chamada de **serrapilheira**, na qual o material orgânico não se encontra em íntimo contato com o solo. Essa cobertura constitui uma **camada protetora** importantíssima, reduzindo a temperatura superficial e o impacto das gotas de chuva, aumentando a retenção de água e propiciando melhores condições aos organismos do solo.

O **teor de matéria orgânica** do solo é **resultado do balanço** entre a **quantidade de material aportado** ao solo e a taxa de **decomposição desses resíduos**. A decomposição da matéria orgânica ocorre concomitantemente à sua **preservação**, isto é, o processo de decomposição leva à formação de **moléculas orgânicas mais estáveis**, que podem permanecer no solo por até centenas a milhares de anos. Dentre os **fatores que regulam os estoques de matéria orgânica do solo**, podemos destacar:

● **Clima:** as variáveis climáticas **precipitação** e **temperatura** são as mais importantes na regulação dos teores de matéria orgânica, com efeito sobre o balanço entre entradas e saídas de C. A precipitação controla os aportes de resíduos orgânicos (**maior precipitação, maior produção primária líquida**), enquanto a temperatura controla a taxa de decomposição (quanto **mais frio, menor a taxa de decomposição**).

● **Vegetação:** afeta a **alocação do aporte de C** ao solo (gramíneas aportam mais C no sistema radicular, que tem maior tendência de permanecer no solo como húmus que o C aportado pela parte aérea), a **recalcitrância química dos resíduos** aportados (teor de lignina, ceras, suberina, resinas) e **a quantidade de biomassa** produzida (produtividade primária líquida floresta tropical > cerradão > cerrado > campo cerrado > campo rupestre).

● **Solo:** o **teor de argila** do solo afeta grandemente a tendência de acúmulo da matéria orgânica pela proteção física da mesma (quanto maior o teor de argila, maior o teor de matéria orgânica).

● **Restrições à decomposição:** condições de **encharcamento** do solo restringem a disponibilidade de O_2 e reduzem as taxas de decomposição, promovendo o **acúmulo de matéria orgânica**.

● **Uso e manejo do solo:** **mudanças de uso da terra** são um dos principais fatores que levam à perda dos estoques de C do solo. Em solos sob uso agrícola, as **práticas de manejo** afetam grandemente os teores de matéria orgânica, que são mais elevados em condições **de não revolvimento** do solo e com **elevado aporte de biomassa** (plantio direto, rotação de culturas, adubação verde, adubação orgânica).

A biomassa de organismos que habitam o solo e o sistema radicular das plantas constituem a **matéria orgânica viva**. Apesar de não contribuir com mais que 4% do C orgânico do solo, essa fração é **essencial nas transformações que os materiais orgânicos sofrem no solo**. A maior parte da matéria orgânica viva é constituída por microrganismos, formando o compartimento denominado de **biomassa microbiana**. Esse compartimento da matéria orgânica viva representa uma **reserva lábil** (facilmente mineralizável) **de C e nutrientes** e é responsável pela **mediação dos processos bioquímicos** do solo. A atuação dos organismos do solo será discutida no próximo capítulo.

A maior parte da matéria orgânica do solo, porém, está na fração não vivente ou morta, sendo formada pela matéria macrorgânica (ou matéria orgânica leve) e pelo húmus. A **matéria macrorgânica** ou **matéria orgânica leve** ou **particulada** (**5 a 30% do C orgânico do solo**) é composta por **resíduos orgânicos ainda incipientemente transformados**, afetados principalmente pela **redução física do seu tamanho** pela atuação da fauna do solo. Recebe essas denominações porque os seus constituintes ainda guardam muita semelhança aos tecidos originais, que têm baixa densidade. Essa fração da matéria orgânica geralmente tem **alta labilidade**, sendo rapidamente afetada por mudanças ou perturbações (revolvimento do solo, por exemplo).

O maior compartimento da matéria orgânica morta é o **húmus**, **composto por substâncias húmicas e não húmicas**. As **substâncias não húmicas são macromoléculas** que correspondem a grupos funcionais com propriedades bem definidas, como **carboidratos, proteínas, ceras, óleos**, etc. As substâncias não húmicas resultam das transformações da matéria orgânica que é aportada ao solo ou das moléculas exsudadas pelas raízes no ambiente da rizosfera.

As **substâncias húmicas** compõem o **maior compartimento da matéria orgânica do solo**, contribuindo em geral com **85-90% da matéria orgânica do solo**. Resultam **de reações secundárias de síntese e polimerização** por mecanismos ainda não totalmente elucidados. As substância húmicas são extremamente variáveis, podendo ir de pequenas moléculas orgânicas a macromoléculas enormes, com elevado peso molecular. Por muitas décadas, o estudo da matéria orgânica do solo se baseou fortemente na sua **separação em frações de acordo com a solubilidade em ácidos e bases: ácidos fúlvicos** (solúveis em ácido e base), **ácidos húmicos** (insolúveis em ácido e solúveis em base) e **humina** (insolúvel em ácidos e bases). Essas frações apresentam diferenças quanto às suas propriedades; assim, essa divisão, apesar de

arbitrária, é bastante útil. A **fração humina é constituída por moléculas grandes em íntima associação com a fração mineral do solo**, enquanto os **ácidos fúlvicos são formados por moléculas de menor tamanho**.

As substâncias húmicas representam um compartimento da matéria orgânica com **maior estabilidade e maior tempo de residência no solo**. Essa estabilidade é dada por fenômenos de natureza química, bioquímica e física. A **estabilização química** deve-se à **associação entre as moléculas orgânicas e as partículas de argila**, formando **complexos argilo-orgânicos** que protegem a matéria orgânica contra a degradação microbiana. A **estabilização bioquímica** deve-se à **própria composição química dos compostos orgânicos**, que podem ser mais ou menos resistentes à decomposição em função da presença de materiais recalcitrantes como lignina, compostos fenólicos, taninos; e aos **processos de polimerização** que ocorrem concomitantemente à decomposição, que **originam moléculas complexas** mais resistentes à decomposição. Já a **proteção física** é garantida pela **formação de agregados** no solo, que **restringem o acesso dos microrganismos** e de suas enzimas às moléculas orgânicas, além da reduzida disponibilidade de O_2 no interior dos agregados.

(UNESC - FLAMA - SC - 2019) Sobre a relação do clima, culturas e preparo do solo com a matéria orgânica, analise as afirmativas e assinale a alternativa correta.

I. Quanto mais fria for a região, menor é a necessidade de adição de resíduo cultural para manter o estoque de matéria orgânica, pois a taxa de mineralização da matéria orgânica é menor.

II. Independente da adição de resíduo pelas culturas, o fato de se fazer plantio direto já garante acúmulo de matéria orgânica no solo.

III. Para as condições subtropicais do Brasil, solos sob plantio direto requerem uma adição anual em torno de 9-10 ton Matéria Seca/ha para manter o estoque de matéria orgânica.

IV. Uma adição anual em torno de 9-10 ton Matéria Seca/ha é suficiente para manter o estoque de matéria orgânica no solo que é manejado em preparo convencional.

V. Com mesma adição de resíduo cultural, o solo sob plantio direto vai ter maior estoque de matéria orgânica em relação ao solo sob preparo convencional.

A) I, II e IV estão corretas

B) I, III, e IV estão corretas

C) Apenas III está correta

D) I, III e V estão corretas.

Comentário: a afirmativa I está correta, pois em climas mais frios as taxas de decomposição da matéria orgânica do solo são menores.

A afirmativa II está errada, pois o uso agrícola do solo favorece o aumento da taxa de decomposição da matéria orgânica pela maior disponibilidade de nutrientes. O não revolvimento do solo garante menor taxa de degradação da matéria orgânica, mas o acúmulo só pode resultar do maior aporte de resíduos orgânicos ao solo.

A afirmativa III está correta. A taxa de mineralização da matéria orgânica é de 1-4% ao ano. Considerando uma taxa de 1% (clima mais frio, não revolvimento do solo) e um solo com 4% de matéria orgânica na camada 0-20 cm, isso resultaria em um consumo anual de 0,01*0,04*0,2*10.000 = 0,8 t/ha de matéria orgânica na camada de 0-20 cm. Considerando a taxa de incorporação de 10% (a cada 10 átomos de C aportados ao solo, um é incorporado ao húmus), o aporte de resíduos para manutenção do teor de matéria orgânica no solo deveria ser de 8 t/ha, o que é bastante próximo do estabelecido no enunciado.

A afirmativa IV está errada, pois a manutenção dos estoques de C nessa condição exigiria um aporte muito maior de resíduos orgânicos ao solo. Considerando o exemplo anterior, mas com uma taxa de mineralização de 4%, o aporte necessário de matéria seca deveria ser de 32 t/ha.

A afirmativa V está correta, já que o não revolvimento do solo no plantio direto garante maior preservação da matéria orgânica em relação ao preparo convencional.

Gabarito: alternativa D.

3.4.2 - Propriedades afetadas pela matéria orgânica

A matéria orgânica é um componente extremamente ativo do solo, afetando propriedades químicas, físicas e biológicas.

Propriedades químicas afetadas pela matéria orgânica:

- **Poder tampão:** a matéria orgânica **aumenta o poder tampão do solo**, que é a sua capacidade de resistir a mudanças de pH pela adição de ácidos ou bases.

- **CTC:** a grande quantidade de grupamentos carboxílicos e fenólicos contribui enormemente à CTC do solo como **cargas dependentes de pH** (cargas variáveis). Em solos tropicais altamente intemperizados, a matéria orgânica contribui com a maior parte das cargas da CTC do solo.

- **Complexação de íons:** a disponibilidade de ligantes orgânicos favorece a **formação de complexos organo-metálicos** entre as moléculas orgânicas e os micronutrientes catiônicos, geralmente aumentando a sua disponibilidade (exceto para o Cu, que forma complexos com elevada energia de ligação a ponto de tornar-se indisponível). No caso do Al, a formação de complexos com a matéria orgânica reduz a sua atividade em solução e toxicidade.

- **Fornecimento de nutrientes:** a decomposição da matéria orgânica promove a **mineralização e liberação de nutrientes**.

Propriedades físicas afetadas pela matéria orgânica:

- **Agregação:** a matéria orgânica tem grande participação no fenômeno de **formação e estabilização dos agregados do solo**, principalmente em solos de clima temperado (em solos tropicais, a agregação é naturalmente favorecida pela mineralogia caulinítica e oxídica). Seu efeito é particularmente importante na

estabilização dos agregados maiores. Têm particular importância os exopolissacarídeos liberados por bactérias e fungos, que atuam como verdadeiras colas entre as partículas minerais.

● **Retenção de água:** as moléculas orgânicas têm elevadíssima **capacidade de retenção de água**.

Propriedades biológicas afetadas pela matéria orgânica:

● **Reservatório de energia:** predominam no solo organismos heterotróficos, cuja **fonte de energia** e C é a matéria orgânica do solo. Esses organismos são essenciais na decomposição da matéria orgânica, ciclagem de nutrientes, dentre outras funções.

● **Resiliência do solo:** capacidade que o solo possui de **reconstituir o seu equilíbrio original quando é exposto a distúrbios**. A matéria orgânica permite o desenvolvimento de redes tróficas complexas, garantindo a manutenção das funções ecossistêmicas quando ocorrem perturbações no meio.

● **Estímulo ao crescimento de plantas e organismos:** a matéria orgânica promove o crescimento de plantas e organismos de maneira direta, por **efeitos de moléculas orgânicas sobre a própria fisiologia da planta**; ou de modo indireto, pela melhoria do ambiente para o desenvolvimento radicular, retenção de água e fornecimento de nutrientes.

(IF-RS - IF-RS - 2016) Em relação às principais propriedades e características químicas, físicas e biológicas do solo afetados pela matéria orgânica, analise as afirmativas abaixo identificando com um "V" quais são VERDADEIRAS e com um "F" quais são FALSAS assinalando a seguir a alternativa CORRETA, na sequência de cima para baixo.

( ) A matéria orgânica é a principal fonte de nitrogênio no solo, sendo que seu teor é utilizado como um dos critérios de recomendação de adubação nitrogenada para as culturas nos estados de SC e RS.

( ) Os compostos orgânicos que constituem a matéria orgânica participam de ligações entre as partículas do solo, impactando na textura do solo.

( ) Os compostos de carbono da matéria orgânica servem como fonte de energia e nutrientes para os organismos do solo, de forma que a disponibilidade de carbono está relacionada à estimulação ou inibição da atividade enzimática desses.

( ) Devido à capacidade de liberar ou receber íons H^+, a matéria orgânica influencia no poder tampão do solo.

(A) F – V – V – V.

(B) F – F – V – V.

(C) V – F – V – F.

(D) V – F – V – V.

(D) V – V – F – V.

Comentário: A primeira afirmativa está correta, pois 95% do N do solo encontra-se associado à matéria orgânica. Nos estados do RS e SC, o manual de recomendação de adubação modula a dose de N pelo teor de matéria orgânica, cultura antecedente, 1º ou 2º cultivo (safra/safrinha) e pela produtividade esperada, sendo uma das recomendações mais completas para adubação desse nutriente no Brasil.

A segunda afirmativa está errada, pois, apesar dos compostos orgânicos se ligarem às partículas minerais do solo, favorecendo a agregação, isso não altera a textura do solo, que é uma das suas propriedades físicas mais estáveis.

A terceira afirmativa está correta, pois a maioria dos organismos do solo é heterotrófica, empregando os componentes da matéria orgânica como fonte de C e energia para seu metabolismo.

A quarta afirmativa está correta, pois os grupos carboxílicos e fenólicos da matéria orgânica são um componente da acidez potencial do solo, aumentando o seu poder tampão, isto é, a capacidade do solo de resistir a mudanças de pH pela adição de ácidos ou bases. Assim, solos mais ricos em matéria orgânica demandam maiores doses de corretivos, pelo seu maior poder tampão.

Gabarito: alternativa D.

3.5 - ORGANISMOS DO SOLO

Os organismos do solo são responsáveis pelos **processos bioquímicos** que controlam as transformações dos nutrientes e as transferências de energia no solo. Em condições ambientais ideais (disponibilidade de água e nutrientes), o crescimento populacional ocorre em função da disponibilidade de matéria orgânica.

3.5.1 - Organismos e processos bioquímicos do solo

O solo é um **ecossistema** com enorme diversidade de organismos, dos quais talvez não se conheça ainda 1% (apenas 1% dos microrganismos do solo é cultivável, isto é, passível de isolamento e crescimento em meios de cultura em laboratórios). A grande **biodiversidade** permite que existam inúmeros organismos desempenhando as mesmas funções ecológicas. Juntamente com a **diversidade funcional** (um organismo desempenhando várias funções), esses fatores garantem a existência de **redundância funcional** nos processos bioquímicos do solo. A redundância funcional garante que **processos essenciais**, como decomposição e fixação biológica de N, **continuem ocorrendo mesmo que as condições ambientais se tornem desfavoráveis** a determinado grupo de organismos, já que existem outras espécies que poderiam continuar atuando e que encontram nessas novas condições um ambiente mais adequado ou menos limitante. Isso significa que os processos mediados por organismos apresentam **resiliência**, isto é, são **capazes de se readequar após perturbações** (os processos se mantêm ativos).

A grande maioria dos organismos encontra-se na **camada superficial do solo**, onde são depositados os resíduos orgânicos e onde se localiza a maior porção da **rizosfera**, o pequeno volume de solo (até 5 mm a partir da superfície das raízes) sob **forte influência do sistema radicular**. A rizosfera é considerada o "paraíso dos microrganismos", devido ao **aporte contínuo de C altamente lábil na forma de exsudatos radiculares**

(aminoácidos, açúcares, ácidos orgânicos, enzimas, sinalizadores químicos). Os organismos do solo são **comumente divididos em função do seu tamanho**, que tem relação com as funções que desempenham.

A **biomassa microbiana** é formada por todos os organismos menores que 5 µm (0,005 mm), sendo responsável por grande parte da atividade biológica do solo. É responsável por **catalisar as transformações bioquímicas**, atuando como fonte (mineralização) e dreno (imobilização) de C e nutrientes no solo. A biomassa microbiana é **menos expressiva em solos degradados, inundados, submetidos a preparo convencional ou contaminados**. Representa uma **reserva lábil de nutrientes** e uma importante **fonte das enzimas** que atuam no solo.

A **macrofauna** do solo é formada por organismos maiores que 2 mm, como cupins, formigas, besouros e minhocas. São denominados de "**engenheiros do ecossistema**" pelo seu papel na construção de túneis e galerias no solo, o que tem **influência nos processos de agregação, aeração e infiltração de água**. A **mesofauna** do solo inclui os organismos com tamanho entre 0,2 e 2 mm, como ácaros e colêmbolas. Atuam como **trituradores e decompositores** da matéria orgânica. A **microfauna** do solo é formada pelos organismos com tamanho inferior a 0,2 mm, como protozoários e nematoides. Além de atuarem como **trituradores e decompositores**, têm importante papel na **regulação das populações de microrganismos** pela predação.

Alguns **processos bioquímicos** mediados pelos organismos do solo:

- **Decomposição da matéria orgânica:** inicia-se com a redução do tamanho do material pela ação dos organismos trituradores. Os decompositores primários realizam o ataque químico inicial (enzimas extracelulares). Quando o material lábil é consumido, esses organismos morrem e outras espécies com aparato enzimático mais sofisticado passam a atuar sobre o material resultante.

- **Mineralização de nutrientes:** o processo de decomposição da matéria orgânica leva à liberação dos nutrientes que se encontravam imobilizados em matrizes orgânicas.

- **Nitrificação:** a conversão de amônia a nitrato é um processo mediado por bactérias, principalmente dos gêneros *Nitrosomonas* e *Nitrobacter*.

- **Fixação biológica de nitrogênio:** será discutida adiante.

(FCM - IF-RJ - 2017) O termo rizosfera refere-se ao ambiente influenciado pelas raízes das plantas. Em relação às mudanças químicas que ali ocorrem, é INCORRETO afirmar que

(A) estresses diminuem a lixiviação de compostos orgânicos.

(B) a absorção ou a exsudação de íons altera o potencial redox.

(C) as mucilagens estão associadas à tolerância vegetal ao Al.

(D) a depleção de fósforo pode levar à dessorção da fase sólida.

(E) ácidos fenólicos são tóxicos para microrganismos simbiontes.

Comentário: a alternativa A está errada, pois em situações de estresses diversos as plantas aumentam a exsudação (não a lixiviação) de compostos orgânicos, por exemplo, em decorrência da toxidez de Al, deficiência de P, deficiência de N (estímulo à fixação biológica), deficiência de micronutrientes.

A alternativa B está correta, pois a absorção de íons altera o equilíbrio eletroquímico da rizosfera.

A alternativa C está correta, pois os exsudatos vegetais complexam os íons de Al e reduzem a sua atividade e toxidez em solução.

A alternativa D está correta, porém essa dessorção só ocorre no compartimento de P-lábil.

A alternativa E está correta, pois os compostos fenólicos estão geralmente associados à defesa das plantas contra pragas e patógenos, além de apresentarem atividade alelopática.

Gabarito: alternativa A.

3.5.2 - Micorrizas

Micorrizas são **associações entre fungos e raízes** surgidas há cerca de 400 milhões de anos, quando as plantas estavam iniciando a colonização do ambiente terrestre. Os fungos micorrízicos são **simbiotróficos mutualistas**, isto é, **crescem e se nutrem em tecidos vegetais vivos, mas sem causar disfunções dos tecidos ou danos às plantas**. A presença de micorrizas é generalizada no reino vegetal. Existem seis tipos diferentes de micorrizas, mas as **ectomicorrizas** e, principalmente, os **fungos micorrízicos arbusculares** são de longe os mais comuns. As **ectomicorrizas** caracterizam-se pela **formação do "manto fúngico"**, uma **colonização maciça de espaços intercelulares do córtex radicular**. Ocorrem, por exemplo, em *Pinus*, acácia e eucalipto. Os **fungos micorrízicos arbusculares** ocorrem nas espécies de **mais de 80% das famílias botânicas**. **Colonizam as células do córtex radicular, mas de forma inter- e intracelular**, com formação de **estruturas especializadas denominadas arbúsculos** (contato íntimo e ramificado entre as membranas celulares das células fúngicas e vegetais).

A formação de micorrizas é mais expressiva em **plantas com sistemas radiculares pouco desenvolvidos** e naquelas **nativas de solos com baixa fertilidade**, principalmente pobres em P. A associação é dita mutualística, uma vez que **o fungo recebe fotoassimilados da planta** (até 20% do C fixado pelas plantas pode ser destinado à manutenção da micorriza) e traz os seguintes **benefícios às plantas:**

- maior volume de solo explorado e maior superfície de absorção;
- maior capacidade de absorção e assimilação de nutrientes;
- absorção de nutrientes em formas não disponíveis para as plantas;
- alteração microbiológica da rizosfera, com supressão de patógenos;
- amenização de estresses que reduzem a absorção;
- agregação da sola pelo efeito das hifas e da glomalina (semelhante a uma cola).

(FAUEL - Prefeitura de Guarapuava, PR - 2019) Fungos micorrízicos arbusculares se associam simbioticamente com a maioria das espécies de plantas cultivadas. A simbiose micorrízica é benéfica à produção agrícola, pois auxilia as plantas a absorverem nutrientes e a tolerarem estresses ambientais. Entretanto, por algum motivo, a inoculação com fungos micorrízicos arbusculares não é comumente tomada como prática agrícola. Qual das afirmativas explica o desuso de inoculantes micorrízicos arbusculares nas culturas agrícolas anuais?

(A) Os fungos micorrízicos arbusculares dificilmente são multiplicados em condições axênicas, pois são biotróficos obrigatórios.

(B) As taxas de fiação biológica de nitrogênio dos fungos micorrízicos não suprem a demanda total desse nutriente às plantas.

(C) Os fungos micorrízicos arbusculares produzem cogumelos nocivos ao homem.

(D) Os fungos micorrízicos só trazem benefícios em condições experimentais axênicas."

Comentário: a alternativa A está correta, pois os fungos micorrízicos são biotróficos obrigatórios, ou seja, não completam seu ciclo fora do hospedeiro e não podem ser multiplicados em condições axênicas (sem outros organismos vivos).

A alternativa B está errada, pois os fungos micorrízicos não realizam fixação biológica de N.

A alternativa C está errada, pois os fungos micorrízicos arbusculares não produzem corpos de frutificação (cogumelos), liberando seus esporos no interior do solo. Já os fungos ectomicorrízicos, por sua vez, produzem corpos de frutificação, alguns inclusive comestíveis (trufas).

A alternativa D está errada, pois as micorrizas são extremamente benéficas em condições naturais e agrícolas.

Gabarito: alternativa A.

3.5.3 - Fixação biológica de nitrogênio

O N é o **elemento mais abundante na atmosfera** terrestre, compondo 78% da mesma. Contudo, encontra-se na **forma de N_2**, na qual dois átomos encontram-se ligados por uma **forte ligação tripla**. Nesse estado, encontra-se **indisponível para a maioria dos organismos** do planeta, incapazes de romper essa tripla ligação e incorporar o N a formas orgânicas. Um pequeno grupo de bactérias, denominadas genericamente de **diazotróficas**, possui sistemas enzimáticos capazes de operar essa façanha. **A enzima nitrogenase** desses microrganismos é **capaz de reduzir o N_2 e convertê-lo a NH_3**, que pode ser incorporado a moléculas orgânicas de aminoácidos, por exemplo.

As bactérias fixadoras de N ocorrem em três **formas de vida**: **vida livre**, **associativas** e em **simbiose**, descritas a seguir.

● As **bactérias de vida livre** ocorrem no solo e na água **sem estarem em contato com as plantas**. O N por elas fixado precisa "percorrer um longo caminho" (morte das células bacterianas seguida pela mineralização) para ser utilizado pelos vegetais, podendo ser absorvido por outros organismos ou mesmo perdido ao longo do percurso. São mais abundantes na rizosfera por se aproveitarem dos exsudatos radiculares para seu metabolismo. Os gêneros mais comuns são *Azospirillum* e *Azotobacter*.

● As **bactérias associativas** **colonizam internamente o córtex radicular** (chamados de bactérias diazotróficas **endofíticas**), sendo encontradas principalmente em **monocotiledôneas**. Apesar de estarem em íntimo contato com as raízes das plantas, **não apresentam o mesmo nível de organização da associação que os organismos simbiontes**. São ditas **bactérias promotoras de crescimento**, pois além de contribuírem com o N fixado, também produzem reguladores e promotores de crescimento. Os gêneros mais comuns são *Acetobacter*, *Herbaspirillum* e ***Azospirillum***, o segundo inclusive sendo utilizado em **inoculantes comerciais**, empregados principalmente na cultura da cana-de-açúcar.

● As **bactérias simbiontes** nodulíferas apresentam um nível muito mais especializado de associação com as plantas, envolvendo **interações anatômicas e fisiológicas**. Esse tipo de simbiose é comum nas plantas **leguminosas**, que **formam nódulos** com bactérias genericamente denominadas de **rizóbios** (vários gêneros, como *Rhizobium*, *Bradyrhizobium*, *Azorhizobium*). A capacidade de nodulação não é inerente a todas as leguminosas (o pau-brasil, por exemplo, não nodula), mas ocorre em mais de 80% das espécies das subfamílias Mimosoideae e Faboideae. A primeira etapa da nodulação, chamada de **pré-infecção**, envolve a "conversação" molecular entre as plantas, que exsudam compostos flavonoides, a as bactérias (**reconhecimento químico entre os simbiontes**). A seguir, na **fase de infecção**, ocorrem **alterações anatômicas na planta com a formação do nódulo**. Por fim, ocorre a **fase de funcionamento dos nódulos**, em que as plantas fornecem substratos para o crescimento bacteriano, energia na forma de ATP e leghemoglobina. A **nitrogenase** é uma enzima que **demanda condições anóxicas** (sem O_2) para sua atividade, e a **leghemoglobina** é responsável pelo fornecimento de O_2 a taxas compatíveis com a sua atividade. Quando nódulos ativos são seccionados, eles exibem uma **coloração avermelhada no seu interior** devido à presença da leghemoglobina.

(FCM - IF-RJ - 2017) Complete as lacunas do parágrafo abaixo. A Fixação biológica de nitrogênio ocorre porque rizóbios são capazes de transformar _____ pela ação das enzimas _____ em _____, absorvido pelas plantas que fornecem em troca _____ às bactérias. Os termos que completam, respectivamente, as lacunas são:

(A) NO2– , nitratoredutase, NO3 , ATP.

(B) NH4 , nitrosococcus, N2 ,ureídeos.

(C) HNO3 , nitrosospira, N2 , açúcares.

(D) N2 ,nitrogenase, NH3 , carboidrato.

(E) NO3 , nitrossomas, NH4 , proteínas.

Comentário: A fixação biológica de N ocorre a partir da fixação do N2 do ar atmosférico. Os organismos diazotróficos são capazes de realizar esse processo devido à enzima nitrogenase, que converte o N2 a amônia (NH3). Em contrapartida, as plantas fornecem energia e carboidratos às bactérias.

Gabarito: alternativa D.

4 - MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO

Nesta seção, estudaremos o processo de degradação do solo mais importante em termos da extensão geográfica das áreas acometidas, a **erosão do solo**. Veremos os mecanismos e os fatores que influenciam as perdas de solo pela erosão, bem como as **práticas mecânicas**, **edáficas** e **vegetativas** que podem ser empregadas para seu controle em áreas agrícolas. Por fim, abordaremos os sistemas de classificação de terras quanto à sua **capacidade de uso** e **aptidão agrícola**.

4.1 - EROSÃO

A erosão é um **fenômeno natural**, responsável por esculpir as paisagens que conhecemos na superfície do planeta e por iniciar o ciclo de formação das rochas sedimentares, originando sedimentos. A **erosão geológica** **atua lentamente** ao longo do tempo geológico. A intervenção humana nos ecossistemas naturais, inicialmente pela remoção da cobertura vegetal e, posteriormente, pela aplicação de práticas de manejo inadequadas, intensifica esse processo. O processo de **erosão acelerada ou antrópica** representa hoje a principal forma de degradação do solo, provocando danos locais (perda da fertilidade do solo) e disseminados (poluição e assoreamento de corpos hídricos).

(AMEOSC - Prefeitura de São João do Oeste, SC - 2017) Em 8 de fevereiro de 2015 o jornal G1 publicou a reportagem intitulada "Assoreamento ameaça secar água em nascente de rio em Goiás", onde o delegado titular da Delegacia Estadual de Repressão a Crimes contra o Meio Ambiente (Dema), Luziano Carvalho declarou: "É muito grave o problema. Aqui tem uma nascente e essa nascente está sendo assoreada, sufocada, muito solo sendo levado, não se fez um trabalho adequado de solo. Temos realmente dificuldades, razão pela qual instauramos um procedimento policial, levamos ao Poder Judiciário, tem um Termo de Ajustamento de Conduta e mesmo assim ainda não é satisfatório esse resultado." São consequências do assoreamento, exceto:

(A) Aumento da flora e da fauna aquática.

(B) Prejuízo dos sistemas de distribuição de água.

(C) Degradação da água para o consumo.

(D) Diminuição do armazenamento de água nos reservatórios."

Comentário: A alternativa A não é uma consequência do assoreamento, pois o assoreamento, além de partículas de solo, também aporta aos corpos hídricos grandes quantidades de matéria orgânica e nutrientes, provocando sua eutrofização. Esse processo leva a um grande desenvolvimento de algas que, depois de morrerem, são decompostas por microrganismos com grande consumo de oxigênio, podendo causar severa

mortandade de peixes. Além disso, a turbidez da água em decorrência do aporte de sedimentos reduz a penetração da luz e compromete o desenvolvimento da flora aquática.

A alternativa B está correta, pois a deposição de sedimentos reduz a vida útil dos reservatórios e compromete a qualidade da água, trazendo prejuízo para os sistemas de distribuição.

A alternativa C está correta, pois os sedimentos, além de aumentarem a turbidez da água (que é um atributo de qualidade da mesma), carregam consigo nutrientes e até mesmo pesticidas, comprometendo a qualidade da água para o consumo.

A alternativa D está correta, pois o aporte de sedimentos aos reservatórios reduz o seu volume e a sua vida útil.

Gabarito: alternativa A.

4.1.1 - Processo erosivo

O processo de erosão do solo envolve as etapas de **desprendimento** de partículas da superfície, o seu **transporte** por algum meio (água ou vento) e a sua **deposição** em outros locais. No nosso país, a água é o principal agente erosivo, motivo pelo qual focaremos nosso estudo apenas na **erosão hídrica**. Já a erosão provocada pelo vento é mais importante em locais de clima mais seco e com pouca cobertura vegetal. No Brasil, a **erosão eólica** é localmente importante no Nordeste e no Rio Grande do Sul.

O **desprendimento** se dá pela ação do **impacto das gotas** de chuva diretamente sobre a superfície do solo, provocando desagregação e salpicamento; e pela ação da enxurrada que, ao escorrer sobre a superfície, pode provocar a remoção de partículas. O **transporte** dos sedimentos inicia-se quando o **escoamento superficial** (enxurrada) tem intensidade suficiente para manter em suspensão as partículas desprendidas. Quando a velocidade do escoamento é reduzida, perde-se a capacidade de manter as partículas em suspensão, ocorrendo então sua **deposição**.

USDA

DSR/OBT/INPE

U.S. Fish and Wildlife Service

Etapas do processo de erosão: desprendimento de partículas pelo impacto das gotas de chuva; transporte de sedimentos em suspensão (foz do rio Amazonas, AM); deposição de sedimentos em leito de rio devido à erosão acelerada, causando assoreamento.

(VUNESP - Prefeitura de Valinhos, SP - 2019) Entre os principais problemas em áreas agricultáveis, a erosão tem papel importante. Considerando isso, assinale a alternativa correta.

(A) O processo erosivo é causado pelo aumento da umidade e das forças coesivas dos agregados do solo após as chuvas, aumentando as chances de lixiviação.

(B) Um dos principais métodos de conservação contra erosão é realizar a drenagem do solo, fazendo com que sua capacidade de armazenamento de água seja excedida.

(C) A principal causa da degradação das terras agrícolas é a erosão pluvial, que consiste no desprendimento e no arraste de partículas do solo, ocasionados pela água de irrigação.

(D) A erosão aumenta a capacidade produtiva dos solos e diminui a área de exploração agrícola, causando também o aumento nos custos de produção, o que diminui o lucro dos produtores rurais.

(E) No processo erosivo, o empoçamento da água nas depressões da superfície do solo começa a ocorrer quando a intensidade da precipitação excede a capacidade de infiltração da água no solo.

Comentário: A alternativa A está errada, pois o processo erosivo é causado pelo impacto das gotas de chuva sobre a superfície do solo, provocando destruição dos agregados e despendimento de partículas; e também pela ação cisalhante do escoamento superficial, que provoca desprendimento de partículas ao superar a força de coesão dos agregados.

A alternativa B está errada, pois a drenagem não é um método de controle da erosão hídrica.

A alternativa C está errada, pois, ainda que o principal agente causal da degradação do solo seja de fato a erosão hídrica (o termo erosão pluvial não é usual), ele é causado pela água da chuva, e não da irrigação (ainda que a irrigação inadequadamente planejada possa, eventualmente, vir a causar erosão).

A alternativa D está errada, pois a erosão diminui a capacidade produtiva do solo, já que remove continuamente a camada superficial mais fértil e mais rica em matéria orgânica, reduzindo a produtividade e aumentando os custos de produção.

A alternativa E está correta, pois, uma vez excedida a capacidade de infiltração do solo, a água passa a acumular-se sobre a superfície do mesmo. Quando a capacidade de armazenamento nas irregularidades da superfície do solo é superada, inicia-se o escoamento superficial.

Gabarito: alternativa E.

O desprendimento de partículas pelo impacto das gotas de chuva é o principal responsável pela ocorrência da **erosão laminar**. Essa forma de erosão pode passar **despercebida inicialmente**, já que o solo é ***removido em camadas delgadas*** ao longo de toda a área, mas pode ser facilmente notada pelo aspecto barrento das enxurradas formadas. A camada superficial, mais fértil e rica em matéria orgânica, vai sendo perdida, levando ao empobrecimento do solo (que exibe coloração cada vez mais clara) e redução progressiva da produtividade da área.

Muito mais facilmente notada, a **erosão em sulcos** ocorre a partir do ***acúmulo do escoamento superficial*** em determinados locais em decorrência das próprias irregularidades do terreno. A concentração do escoamento superficial faz com que a água atinja velocidades suficientes para provocar o desprendimento de partículas da superfície (cisalhamento). O avanço da erosão em sulcos ao longo dos anos pode levar à formação de **voçorocas**. Nesse caso, os sulcos atingem ***grandes profundidades***, que impedem o trânsito do maquinário agrícola. A erosão em voçorocas progride muito rapidamente quando o horizonte C é exposto, já que essa camada apresenta baixa coesão entre as partículas pelos reduzidos teores de argila e matéria orgânica.

Tipos de erosão: erosão laminar na entrelinha de cafezal em terreno declivoso; erosão em sulcos em terreno recém-preparado, removendo a camada superficial revolvida e expondo o "pé-de-arado"; voçoroca em região com predomínio de Cambissolos.

(AMEOSC - Prefeitura de São João do Oeste, SC - 2017) A relação que existe entre solo e planta é de completa dependência um do outro. O solo serve para dar sustentação e funciona como um reservatório de água e dos nutrientes necessários para a vida das plantas. Por outro lado, as plantas promovem a cobertura do solo, protegendo-o e fornecendo matéria orgânica, importante para a formação e conservação do solo. Entretanto, a falta de conservação do solo devido ao manejo incorreto proporciona problemas como contaminação e erosão do solo. Sobre a erosão do solo estão corretas as afirmativas:

1 - A erosão em sulco provoca menos desgaste do que a erosão laminar e geralmente ocorre em locais declivosos e com solo descoberto.

2- A erosão em voçoroca é muito cara e de difícil controle. Em áreas de ocorrência de voçorocas, o uso de máquinas e equipamentos agrícolas fica impossibilitado.

3- Taxa de erosão é a razão na qual o solo é removido a partir de uma dada área, expressa em unidades de volume ou peso do material erodido por unidade de área e por unidade de tempo.

4- O ravinamento corresponde ao canal de escoamento pluvial concentrado, apresentando feições erosionais com traçado bem definido.

5 - As voçorocas ovóides são mais típicas e apresentam a configuração de um anfiteatro de paredes íngremes na parte superior e um canal estreito à jusante.

6- A erosão urbana difere das erosões naturais, podendo ser observada em terrenos baldios que servem de depósito de lixo e em morros com ocupação desordenada de pessoas.

A) 1, 2, 3 e 4.

B) 2, 3, 5 e 6.

C) 1, 2, 4 e 6.

D) Todas estão corretas.

Comentário: A afirmativa 1 está correta, pois a erosão em sulcos é limitada aos locais onde o escoamento superficial se acumula, enquanto a erosão laminar ocorre de maneira disseminada em toda a área, removendo uniformemente o solo.

A afirmativa 2 está correta, pois a erosão em voçorocas atinge grandes profundidades, o que impossibilita o tráfego do maquinário agrícola. Seu controle é bastante oneroso, já que demanda a correção dos fenômenos que lhe deram origem (disciplinar o escoamento superficial e impedir sua chegada à área da voçoroca), além do retaludamento e da revegetação quando necessário.

A afirmativa 3 está correta, pois a taxa de erosão é geralmente expressa na forma de t ha^{-1} ano^{-1}, ainda que possa ser expressa também (menos comumente) como m^3 ha^{-1} ano^{-1}.

A afirmativa 4 está correta, pois o ravinamento (erosão em sulcos que ocorre naturalmente) se dá em função da concentração do escoamento superficial, com formação de sulcos bem definidos.

A afirmativa 5 está correta, pois as voçorocas comumente apresentam feições semelhantes a um anfiteatro. À medida que o sulco se aprofunda, as paredes da voçoroca vão desmoronando, promovendo a expansão da área erodida.

A afirmativa 6 está correta, pois a erosão em áreas urbanas certamente difere da erosão natural ou geológica. Obviamente, a erosão em áreas urbanas só pode ocorrer em locais onde o solo encontra-se exposto, como nos terrenos desocupados.

Gabarito: alternativa D.

4.1.2 - Fatores que afetam a erosão

A intensidade das perdas de solo pela erosão hídrica depende de fatores ativos e passivos. Os fatores ativos são aqueles que efetivamente levam à remoção do solo, incluindo a **erosividade da chuva** (potencial da chuva de causar erosão) e a topografia do terreno, dada pela **declividade** e pelo **comprimento de rampa** (imprimem energia cinética ao escoamento). Já os fatores passivos compreendem a resistência do solo à erosão (**erodibilidade do solo**) ou a proteção do mesmo (**cobertura vegetal**).

Erosividade da chuva

A **chuva é o agente causal** da erosão hídrica, atuando tanto no **desprendimento das partículas** de solo pelo impacto das gotas de chuva, quanto pela formação do **escoamento superficial**. O **potencial da chuva em causar erosão**, isto é, sua **erosividade**, é definido principalmente pela **intensidade** dos eventos de precipitação. A intensidade da precipitação é dada pela lâmina precipitada em dada unidade de tempo, usualmente em mm h^{-1} (lembrando que uma lâmina de 1 mm de chuva corresponde a 1 L m^{-2}).

A pesquisa em erosão do solo indica que o **índice que melhor representa** a erosividade da chuva **combina a energia cinética da precipitação com a intensidade máxima** ocorrida em um período de 30 min. Esse índice recebe o nome de **EI30**, sendo expresso em MJ ha^{-1} mm h^{-1}. (mega Joules por hectare vezes milímetros de chuva por hora). Para determinação desse índice, dados pluviométricos são analisados a partir da individualização de cada evento de precipitação. Para cada um desses eventos, determina-se a energia cinética e a intensidade máxima em 30 min. Todos os eventos de um dado ano são então somados para

obtenção de um índice anual. Para determinação da erosividade da chuva de dado local, geralmente emprega-se a média da erosividade anual de um período de 20 anos.

(NC-UFPR - Itaipu Binacional - 2019) Para estimar as perdas de solo, o pesquisador precisa conhecer, entre outros aspectos, os valores de erodibilidade do solo e de erosividade da chuva. O índice de erosividade da chuva é:

(A) produto da energia cinética associada à chuva pelo valor da intensidade máxima em 30 minutos consecutivos, em mm/h.

(B) quociente do volume precipitado por unidade de área horizontal do terreno, em mm.

(C) quociente da altura pluviométrica por unidade de tempo, em mm/h ou mm/min.

(D) quociente da diferença de precipitação total e precipitação interna da vegetação, e a precipitação total de chuva, adimensional.

(E) razão entre as precipitações frontais e convectivas de uma região, adimensional.

Comentário: A afirmativa A está correta, pois o índice adotado para a erosividade da chuva, o EI30, é o produto da energia cinética da chuva pela intensidade máxima da chuva, em mm/h, para um período de 30 minutos.

A afirmativa B está errada, pois o quociente do volume precipitado por unidade de área resulta na lâmina precipitada, dada em mm.

A afirmativa C está errada, pois o quociente da altura ou lâmina pluviométrica por tempo indica a intensidade da precipitação, que é um dos componentes do índice de erosividade, mas não o índice em sim.

A afirmativa D está errada, pois o quociente entre a diferença de precipitação total e precipitação interna da vegetação, e a precipitação total de chuva corresponde à interceptação da chuva pela vegetação.

A alternativa E está errada, pois esse não é um índice de erosividade da chuva.

Gabarito: alternativa A.

Erodibilidade do solo

A erodibilidade do solo expressa a sua **resistência/suscetibilidade à erosão**, estando condicionado tanto à resistência dos seus agregados em sofrerem desprendimento de partículas, quanto à sua capacidade de permitir a infiltração de água (evitando, assim, a formação de escoamento superficial e o transporte das partículas desprendidas). **Quanto maiores forem a estabilidade dos agregados e a capacidade de infiltração, menores serão as perdas de solo pela erosão**.

A determinação da erodibilidade pode ser feita em parcelas de perda de solo instaladas no campo, ou por equações obtidas a partir desses dados experimentais de campo, sendo expressa em t h MJ^{-1} mm^{-1}. A erodibilidade do solo é **afetada por inúmeros atributos** do solo, como:

● **Textura:** em geral, quanto **maiores os teores de argila, menor a erodibilidade**, já que a fração argila é grandemente responsável pela **agregação do solo**. Solos com elevados teores de **silte e areia fina têm maior erodibilidade**, pois apresentam agregados pouco estáveis (já que essas partículas não promovem agregação como a argila e a matéria orgânica) e geralmente apresentam baixa capacidade de infiltração, uma vez que são muito suscetíveis ao **encrostamento** (compactação e selamento da superfície do solo pelo impacto das gotas de chuva).

● **Mineralogia:** solos com maiores teores de **óxidos de Fe têm menor erodibilidade** pelo efeito **cimentante** destes, contribuindo para a estabilidade dos agregados. Solos mais ricos em caulinita e gibbsita apresentam maior resistência à erosão em relação aos solos nos quais predominam argilas de atividade mais alta (ilita, esmectita).

● **Matéria orgânica:** quanto maiores os teores de matéria orgânica, **maior a resistência à erosão**. Essa relação se deve a **inúmeros efeitos benéficos da matéria orgânica**, como sua ação cimentante, contribuindo para maior estabilidade dos agregados; e o favorecimento da ação dos organismos do solo, que escavam galerias e aumentam a porosidade e a permeabilidade do solo.

● **Estrutura:** tem grande **efeito na permeabilidade**. A estrutura granular, por ser mais porosa, garante menor erodibilidade que a estrutura em blocos. As estruturas laminar e prismática condicionam maior erodibilidade por imprimirem restrições à passagem da água devido à menor porosidade.

(NC-UFPR - Itaipu Binacional - 2019) O comportamento erosivo dos terrenos pode ser estudado a partir de diferentes abordagens, pois os processos erosivos são determinados pela interação de diferentes condicionantes. Considerando a influência das propriedades físicas do solo sobre o comportamento erosivo dos terrenos, é correto afirmar:

(A) Solos de textura argilosa normalmente permitem rápida infiltração de água e dificultam o escoamento superficial.

(B) Solos com estrutura microagregada oferecem resistência ao arraste de partículas pela ação das águas.

(C) Quanto maior a porosidade do solo, menor a sua permeabilidade para infiltração de água e maior o escoamento superficial de água.

(D) O aumento da densidade pela compactação do solo aumenta a proporção de macroporos do solo e diminuiu a erodibilidade.

(E) Solos latossólicos quimicamente ricos em bases tendem a não formar agregados, o que confere ao solo baixa porosidade entre as partículas.

Comentário: A alternativa A está errada, pois em geral os solos de textura argilosa têm menor permeabilidade que os solos de textura arenosa. Uma ressalva deve ser feita em relação aos solos muito argilosos da região do Cerrado que, em decorrência da sua mineralogia rica em gibbsita, apresentam estrutura granular muito bem expressa cuja permeabilidade se assemelha à dos solos arenosos.

A alternativa B está correta, pois os solos com estrutura granular pequena e muito pequena (o termo microagregada não é usual), devido à elevada permeabilidade, são menos suscetíveis à erosão. Além disso, frequentemente apresentam elevada estabilidade de agregados.

A alternativa C está errada, pois quanto maior a porosidade do solo, maior é a sua permeabilidade e menor é o escoamento superficial.

A alternativa D está errada, pois a compactação aumenta a densidade do solo principalmente pela redução do volume de macroporos do solo, o que reduz a permeabilidade, aumenta o escoamento superficial e a suscetibilidade à erosão.

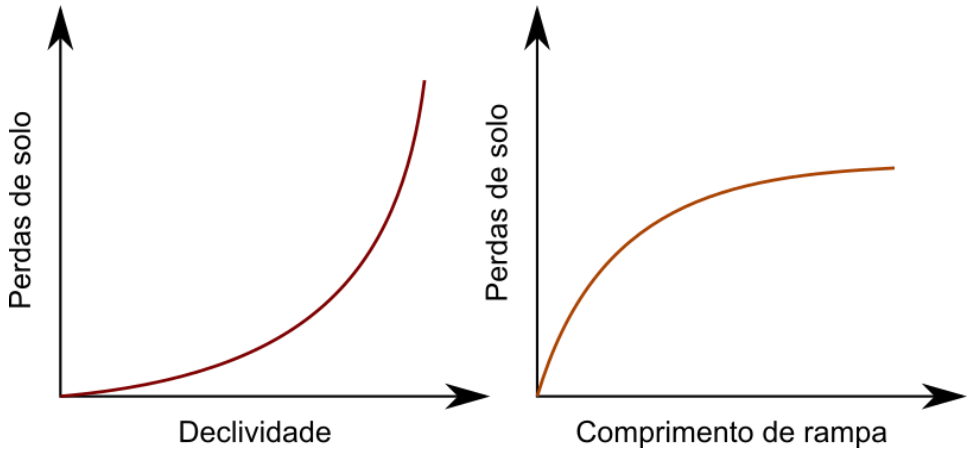
A alternativa E está errada, pois, de maneira geral, os Latossolos apresentam agregados com elevada estabilidade e são frequentemente bastante porosos quando comparados a outros solos, como Cambissolos e solos com horizonte B textural.

Gabarito: alternativa B.

Declividade e comprimento de rampa

A declividade e o comprimento de rampa são dois fatores que **atuam conjuntamente**, afetando a **intensidade do escoamento superficial** (tanto sua energia cinética quanto as vazões escoadas). Os dois fatores, porém, têm efeitos ligeiramente distintos (veja a representação gráfica na figura a seguir).

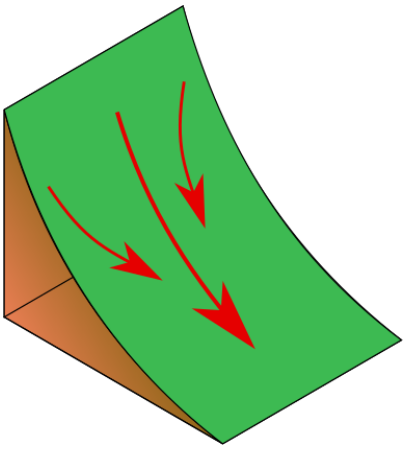
A relação entre as perdas de solo e a **declividade** do terreno é **exponencial**, isto é, um **pequeno aumento na declividade** pode acarretar aumentos proporcionalmente muito maiores na quantidade de solo perdida. Já o aumento do **comprimento de rampa** provoca forte aumento das perdas de solo inicialmente, mas esse efeito tende a diminuir para maiores comprimentos de rampa. Nesse caso, o **aumento do comprimento de rampa** aumenta a **área de contribuição** e, com isso, aumenta a vazão do escoamento superficial e o seu potencial erosivo. Porém, para comprimentos de rampa muito extensos, a ocorrência de deposição ao longo do escoamento e a dissipação da energia da água pelo atrito com as rugosidades do terreno fazem com que as perdas de solo tendam a estabilizar-se em determinado valor. Veja a seguir a representação gráfica desses dois fatores.



Relação entre perdas de solo, declividade e comprimento de rampa.

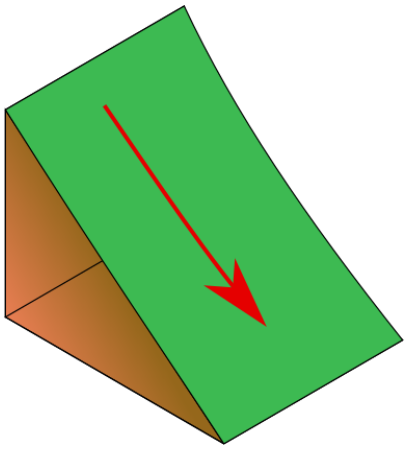
A energia que o relevo imprime ao escoamento superficial também é afetada ***pela* forma das encostas (pedoforma)**, conforme ilustrado na figura. Nas pedoformas **côncavas**, ocorre **convergência** do escoamento superficial, concentrando as vazões em determinados locais e favorecendo a **erosão em sulcos**. Nas pedoformas **convexas**, a **divergência** do escoamento superficial favorece a **erosão laminar** e a remoção uniforme do solo ao longo de toda a área. Já as pedoformas **planas** ou lineares têm comportamento intermediário.

Côncava



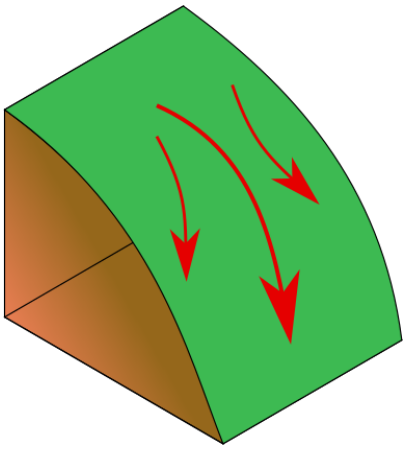
- Convergência do escoamento;
- Erosão em sulcos e voçorocas;
- Erosão nas partes mais altas e deposição nas mais baixas;
- Acúmulo de nutrientes e sedimentos na baixada.

Plana



- Comportamento intermediário

Convexa



- Fluxo divergente;
- Erosão laminar;
- Remoção e espessura homogêneas do solo;
- Remoção de nutrientes.

Relação entre a forma da encosta (pedoforma) e as perdas de solo por erosão hídrica.

(FUMARC - Prefeitura de Belo Horizonte, MG - 2014) A erosão uniforme e laminar, pelo carreamento de terra em função da concentração de fluxo e da velocidade de enxurrada, é maior nas formas de encostas:

(A) lineares.

(B) planas.

(C) convexas.

(D) côncavas.

Comentário: A alternativa A está errada, pois as encostas lineares (ou planas) apresentam comportamento intermediário em relação às encostas côncavas e convexas quanto à ocorrência de erosão em sulcos e laminar.

A alternativa B está errada, pois as encostas planas (ou lineares) apresentam comportamento intermediário em relação às encostas côncavas e convexas quanto à ocorrência de erosão em sulcos e laminar.

A alternativa C está correta, pois as encostas convexas favorecem a divergência do escoamento superficial e, assim, a ocorrência de erosão laminar.

A alternativa D está errada, pois as encostas côncavas favorecem a convergência do escoamento superficial e, assim, a ocorrência de erosão em sulcos.

Gabarito: alternativa C.

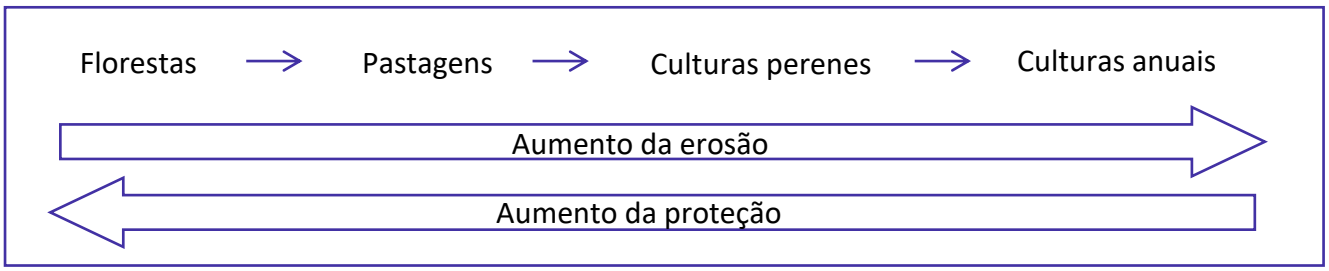
Cobertura do solo

A cobertura do solo pela **vegetação**, **serrapilheira** (camada de resíduos vegetais) e **palhada** são a **principal proteção do solo contra a erosão**. Quanto mais bem coberto estiver o solo, menor será a tendência a sofre erosão. Considera-se que o valor de 30% de cobertura do solo como limite para promover uma proteção adequada.

Esse efeito protetor da cobertura do solo se deve a:

- **proteção direta** contra o impacto das gotas de chuva pela sua interceptação;
- **dispersão do escoamento** pelo aumento da rugosidade do terreno e da capacidade de armazenamento superficial da água, dando-lhe mais tempo para infiltrar;
- aumento da **infiltração** pela decomposição de raízes e atividade biológica.

Quanto à proteção propiciada ao solo, as coberturas vegetais podem ser assim ordenadas:



(NC-UFPR - Itaipu Binacional - 2019) A cobertura vegetal é uma prática de caráter cultural para a conservação do solo. Considerando os benefícios diretos da cobertura vegetal de um terreno contra a erosão do solo, é INCORRETO afirmar que a cobertura vegetal promove:

(A) o aumento da erodibilidade do solo.

(B) a proteção contra o impacto direto das gotas da chuva.

(C) a dispersão e quebra de energia das águas de escoamento superficial.

(D) o aumento da infiltração pela produção de poros no solo pela ação das raízes.

(E) o aumento da capacidade de retenção de água pela estruturação do solo.

Comentário: A afirmativa A está incorreta, pois a cobertura vegetal não aumenta a erodibilidade do solo. Na verdade, ao longo do tempo, seu efeito será de aumentar a agregação, a porosidade e, com isso, reduzir a erodibilidade do solo.

A afirmativa B está correta, pois a cobertura vegetal intercepta a chuva e protege o solo contra o impacto das gotas de chuva.

A afirmativa C está correta, pois a cobertura vegetal aumenta a rugosidade do terreno, reduzindo com isso a energia cinética do escoamento superficial.

A afirmativa D está correta, pois a decomposição das raízes aumenta a porosidade do solo, sendo este efeito particularmente benéfico pela continuidade da porosidade resultante.

Gabarito: alternativa A.

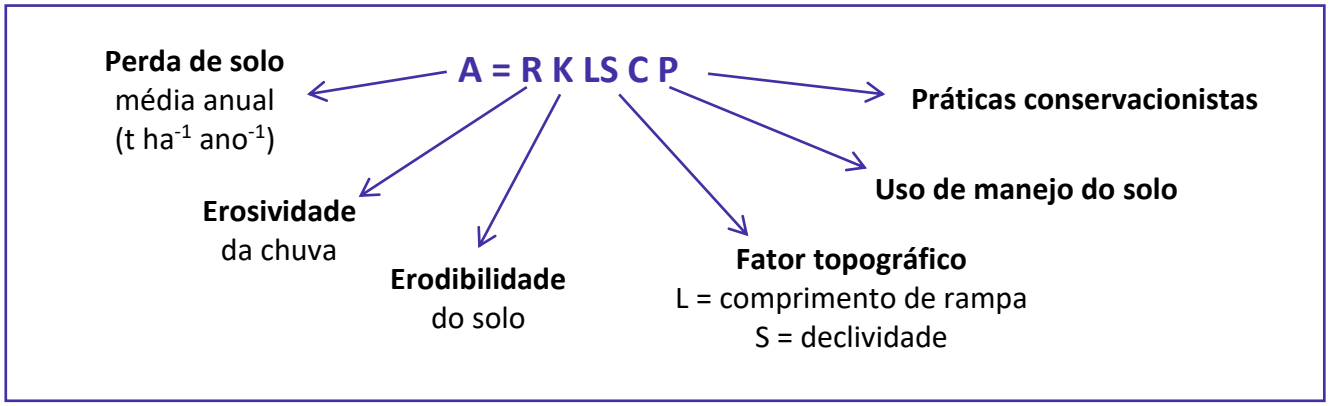
Práticas conservacionistas

As práticas de manejo que visam à redução das perdas de solo pela erosão podem afetar tanto os fatores ativos quanto os fatores passivos. O terraceamento, por exemplo, atua no comprimento de rampa, um fator ativo. Já as práticas edáficas e vegetativas atuam principalmente no favorecimento da cobertura do solo. Veremos, logo adiante, as principais práticas para controle da erosão hídrica em áreas rurais.

4.1.3 - Equação Universal de Perdas de Solo

Existem inúmeros modelos desenvolvidos para **predição das perdas de solo** pela erosão hídrica em áreas agrícolas. Esses modelos preditivos são importantes para **planejamento e implantação das estratégias de conservação do solo**. O modelo mais consagrado e ainda bastante utilizado até hoje é a ***Equação Universal de Perdas de Solo***, comumente referida como **USLE** (abreviatura de *Universal Soil Loss Equation*).

O desenvolvimento da USLE iniciou-se na década de 1950 nos Estados Unidos, com o objetivo de servir como **ferramenta de trabalho para profissionais ligados à Conservação do Solo**. A USLE permite estimar a perda média anual de solo em determinada área a partir da **combinação de fatores** que representam o clima, o solo, a topografia e o manejo do solo. As perdas de solo (em toneladas por hectare por ano) são estimadas a partir da seguinte equação:



A perda de solo em uma área mantida em alqueive (livre de vegetação) pode ser estimada pelo produto dos fatores R, K, L e S. Em áreas cultivadas, o **efeito protetor da vegetação** é contabilizado pelo **fator C**. Quando o solo é mantido **descoberto, o fator C tem valor 1,0**. Quando cultivado, o fator C tem valor menor do que 1,0 e representa a **redução porcentual das perdas de solo** em relação à condição de solo descoberto. Veja alguns exemplos de valores de fator C:

Uso e manejo do solo	Fator C
Milho - preparo convencional	0,34
Soja - preparo convencional	0,54
Soja - plantio direto	0,20
Cana-de-açúcar	0,15

Dessa forma, as perdas de solo com soja em preparo convencional são 54% das perdas esperadas para o solo descoberto, enquanto a soja em plantio direto resulta em perdas de solo de 20% daquelas observadas no solo descoberto.

O **fator P** funciona de modo semelhante, representando a **redução nas perdas de solo a partir da aplicação de práticas conservacionistas** (plantio em nível, por exemplo) em relação ao plantio no sentido do declive (plantio "morro abaixo"). Veja na tabela a seguir o fator P para algumas práticas conservacionistas.

Práticas conservacionistas	Fator P
Plantio morro abaixo	1,0
Plantio em nível	0,5
Cordões vegetados	0,2

O fator P igual a **1,0 do plantio morro abaixo** indica que a **perda de solo nesse caso é máxima** e será igual ao produto dos demais fatores. Apenas por plantar seguindo o nível do terreno, as perdas de solo já são reduzidas à metade, conforme indicado pelo fator P de 0,5.

No caso do **terraceamento**, seu efeito se dá sobre o **fator L**, já que a disposição dos terraços na área **reduz o comprimento de rampa** que o escoamento superficial pode percorrer.

4.2 - PRÁTICAS DE CONTROLE DA EROSÃO

As práticas de controle da erosão visam à **redução do desprendimento** de partículas da superfície do solo e à **redução do escoamento superficial** ou sua capacidade de transportar sedimentos em suspensão. Assim, são práticas de controle da erosão hídrica todas as intervenções que promovam:

• **redução do impacto das gotas** de chuva sobre a superfície do solo;

• **aumento da capacidade de armazenamento** de água na superfície do solo;

• **aumento da capacidade de infiltração** de água do solo;

• **aumento da resistência do solo** à remoção de partículas.

As práticas de controle da erosão se dividem em **vegetativas**, **edáficas** e **mecânicas**, conforme façam uso da **vegetação**, ou promovam mudanças no **sistema de cultivo**, ou envolvam a construção de **obras hidráulicas** respectivamente. A seguir, veremos cada um desses conjuntos.

4.2.1 - Práticas edáficas

As práticas edáficas buscam a **adequação do sistema de cultivo** de modo a **favorecer o desenvolvimento das culturas** e, com isso, promover melhor cobertura do solo. Veja a seguir algumas práticas de caráter edáfico:

● **Controle do fogo:** o emprego de queimadas **destrói a cobertura protetora** do solo, tornando-o altamente suscetível à erosão pelas chuvas subsequentes.

● **Calagem:** a acidez do solo e os altos teores de Al^{3+} tóxico são uma grande limitação dos solos tropicais. A aplicação de calcário tem inúmeros benefícios além da correção da acidez e da neutralização do Al^{3+}, como fornecimento de Ca^{2+} e Mg^{2+} e aumento da disponibilidade de vários nutrientes. Esse tema será abordado em profundidade na apostila 03.

● **Adubação química:** o **fornecimento de nutrientes** pela adubação química favorece o desenvolvimento das cultuas e, assim, a cobertura do solo.

● **Adubação orgânica:** tem efeito **similar à adubação química**, além de fornecer matéria orgânica ao solo, o que traz benefícios na agregação, porosidade, dentre outros.

● **Adubação verde:** a incorporação ao solo de adubos verdes (principalmente plantas leguminosas) tem efeitos benéficos **semelhantes à adubação orgânica**, mas adicionalmente favorece a **ciclagem de nutrientes** pela ação do sistema radicular do adubo verde.

● **Cultivo mínimo:** a **redução das operações de preparo** do solo é benéfica, pois a menor mobilização do solo durante o preparo o torna menos suscetível à ação erosiva do escoamento superficial.

● **Plantio direto:** o plantio direto é um sistema de cultivo que se baseia em três princípios: (i) não revolvimento do solo; (ii) rotação de culturas; (iii) cobertura permanente do solo.

(UNESC - Flama, SC - 2019) Os princípios do plantio direto são: _____mobilização do solo; cobertura_____do solo; e _____de culturas. Assinale a alternativa abaixo que representa a ordem de preenchimento das lacunas acima.

(A) mínima, permanente, rotação

(B) permanente, máxima, sucessão

(C) mínima, permanente, sucessão

(D) permanente, máxima, rotação

Comentário: os princípios do plantio direto são o mínimo revolvimento do solo (limitado à ação do mecanismo de corte das semeadoras), a manutenção do solo permanentemente coberto por vegetação ou palhada, e o plantio de diferentes culturas em sistema de rotação.

Gabarito: alternativa A.

4.2.2 - Práticas vegetativas

As práticas vegetativas **fazem uso da vegetação para proteger o solo** contra a ação erosiva das gotas de chuva e do escoamento superficial. A **densidade da cobertura vegetal** é o principal fator que afeta a eficiência das práticas vegetativas de controle da erosão.

● **Florestamento e reflorestamento:** a **implantação de florestas** é bastante interessante nos terrenos de baixa capacidade de produção ou particularmente sensíveis, como os muito declivosos ou próximos de cursos d'água.

● **Rotação de culturas:** a alternância de cultivo de diferentes espécies vegetais em sequência temporal em determinada área traz inúmeros benefícios, como **ciclagem de nutrientes**, **quebra do ciclo de pragas e doenças**, manutenção da **cobertura vegetal**, dentre outros.

● **Pastagens:** as pastagens, quando bem manejadas, **fornecem boa cobertura ao solo**, sendo boa alternativa para locais com baixa capacidade de produção de outras culturas.

● **Plantas de cobertura:** têm como objetivo a **manutenção da cobertura do solo**. Além do benefício de proteção, a ação do sistema radicular favorece a agregação e estruturação do solo, além de aportarem consideráveis volumes de matéria orgânica.

● **Cultura em faixas:** consiste na disposição das lavouras em faixas, com espécies diferentes em faixas alternadas, de modo a promover a **disposição alternada de plantas** com diferentes densidades de cobertura seguindo o nível do terreno.

● **Cordões vegetados:** são formados por **fileiras de vegetação permanente** dispostas seguindo o nível do terreno. Os cordões vegetados podem vir a dar origem a estruturas semelhantes a terraços ao longo dos anos, devendo ser implantados com o mesmo espaçamento desses.

● **Alternância de capinas:** consiste em realizar o **controle de plantas daninhas em linhas ou ruas alternadas**, de modo a intercalar locais nos quais não foi feito ainda o controle com locais em que a vegetação espontânea foi controlada.

● **Roçada:** roçar as plantas daninhas em vez da capina com mobilização da camada superficial do solo f**avorece a cobertura** do mesmo, porém **exige maior frequência de operações**.

● **Faixas de bordadura:** têm a finalidade de **controlar a erosão nas bordas dos terrenos** e ao longo de caminhos, servindo de anteparo para o escoamento originado dentro das gleba ou nas áreas vizinhas.

● **Quebra-ventos:** são barreiras densas de árvores ou outras plantas de grande porte dispostos ao redor das áreas cultivadas, **especialmente em locais sujeitos à erosão eólica** o com ventos muito fortes.

(FCM - IF-RJ - 2017) São benefícios potenciais dos cultivos de cobertura do solo em pomares e vinhedos, EXCETO:

(A) Favorece a textura do solo.

(B) Melhora a agregação do solo.

(C) Auxilia no controle de pragas.

(D) Diminui a necessidade de preparo do solo.

(E) Reduz a oposição entre cultura principal e espontânea.

Comentário: a afirmativa A está errada, pois a textura é uma das propriedades mais estáveis do solo, não sofrendo influência do manejo.

A afirmativa B está correta, pois a deposição de matéria orgânica e o sistema radicular das plantas de cobertura favorecem a agregação do solo.

A afirmativa C está correta, pois as plantas e coberturas podem favorecer a manutenção de populações de inimigos naturais das pragas agrícolas.

A afirmativa D está correta, pois a manutenção do solo coberto por plantas de cobertura favorece a melhoria da estrutura e também atenua as pressões exercidas pelo rodado do maquinário agrícola.

A afirmativa E está correta, pois as plantas de cobertura reduzem a incidência de plantas infestantes.

Gabarito: alternativa A.

4.2.3 - Práticas mecânicas

As práticas mecânicas de controle da erosão envolvem o **plantio em nível** e a **construção de estruturas artificiais** de terra para **interceptação e condução do escoamento superficial**, de modo que o mesmo **não atinja energia suficiente** para provocar o desprendimento das partículas de solo. Seu uso se faz necessário, já que nem sempre apenas as práticas edáficas e vegetativas são suficientes para o adequado controle da erosão, principalmente em regiões com ocorrência de chuvas de maior intensidade. As obras de terra para controle da erosão incluem os **terraços**, os **canais escoadouros** e as **bacias de captação**.

(IF-MT - IF-MT - 2018) O solo e a água são fundamentais para a produção de alimentos, fibras e biocombustíveis. Nesse contexto, o manejo e conservação deve ser praticado em cada sistema, objetivando a sustentabilidade da produção agrícola. Entretanto, existe um quadro de degradação de extensas áreas pelo uso incorreto e sem práticas de conservação à medida que a agricultura se intensifica e busca novas áreas agricultáveis. Entre as práticas mecânicas de manejo do solo estão:

(A) Terraceamento, canal de escoamento, plantio em curva de nível e plantio direto.

(B) Plantio em faixas, assoreamento, plantio direto, rotação de cultura.

(C) Bacias de infiltração, terraceamento, plantio em curva de nível e canal de escoamento.

(D) Plantio direto, plantio em curva de nível, terraceamento, locação de estradas e carreadores.

(E) Locação de carreadores, pavimentação de estradas, plantio em curva de nível e plantio direto."

Comentário: a alternativa A está errada, pois o plantio direto não é uma prática mecânica de conservação do solo.

A alternativa B está errada, pois nenhum dos itens enumerados são práticas mecânicas de conservação do solo.

A alternativa C está correta, pois bacias de infiltração, terraços, plantio em nível e canais escoadouros são práticas mecânicas de conservação do solo.

A alternativa D está errada, pois plantio direto não é uma prática mecânica de conservação do solo.

A alternativa e está errada, pois plantio direto não é uma prática mecânica de conservação do solo.

Gabarito: alternativa C.

3.4.3.1 Terraceamento

A construção de terraços para **interceptação e condução ou infiltração do escoamento superficial** é uma das práticas mais eficientes de controle da erosão, porém seu custo de implantação é elevado por exigir a movimentação de grande quantidade de solo. Os terraços geralmente apresentam uma **porção mais elevada**, o dique ou **camalhão**, e uma **porção escavada** onde a água se acumula ou escoa, o **canal**.

Quanto à sua **função**, os terraços podem ser de retenção, drenagem ou mistos. Os **terraços de retenção** são construídos em nível para **acúmulo da água e sua posterior infiltração**. São recomendados apenas para solos com boa permeabilidade, como Latossolos. Os **terraços de drenagem** ou em gradiente são construídos com uma inclinação que permite a **drenagem disciplinada da água** do escoamento superficial sem que essa atinja velocidades erosivas. Sua construção é recomendada em solos com permeabilidade lenta a moderada. Os **terraços mistos** são construídos prevendo um **determinado volume de acúmulo de água, bem como a drenagem do excesso** quando esse limite é alcançado.

(UFMT - UFSBA - 2017) Sobre as práticas conservacionistas do solo, assinale a afirmativa correta.

(A) O terraceamento é uma prática de caráter mecânico que visa à construção de estruturas físicas no mesmo sentido do declive do terreno, visando ao controle do escoamento superficial das águas de chuva.

(B) Na construção dos terraços, podem ser utilizados os arados terraceadores que são indicados para construção de terraços de base larga em áreas com declividade menor que 10%.

(C) Os terraços de escoamento são construídos sobre linhas marcadas em nível com suas extremidades fechadas; são recomendados para solos que possuam boa permeabilidade, possibilitando a rápida infiltração da água, como os Latossolos.

(D) Os terraços de retenção são feitos em desnível com uma das extremidades abertas, por onde escoa a água coletada; são indicados para solos com permeabilidade lenta, como os Argissolos.

Comentário: A alternativa A está errada, pois os terraços não são construídos no sentido do declive do terreno, mas no sentido do nível, isto é, transversalmente ao declive.

A alternativa B está correta, pois os terraços de base larga são geralmente construídos por equipamentos especializados, como o arado terraceador, em locais de menor declividade.

A alternativa C está errada, pois os terraços de escoamento ou drenagem são construídos com gradiente, têm a extremidade aberta para direcionar o escoamento para um canal escoador, e são recomendados para solos de permeabilidade lenta a moderada.

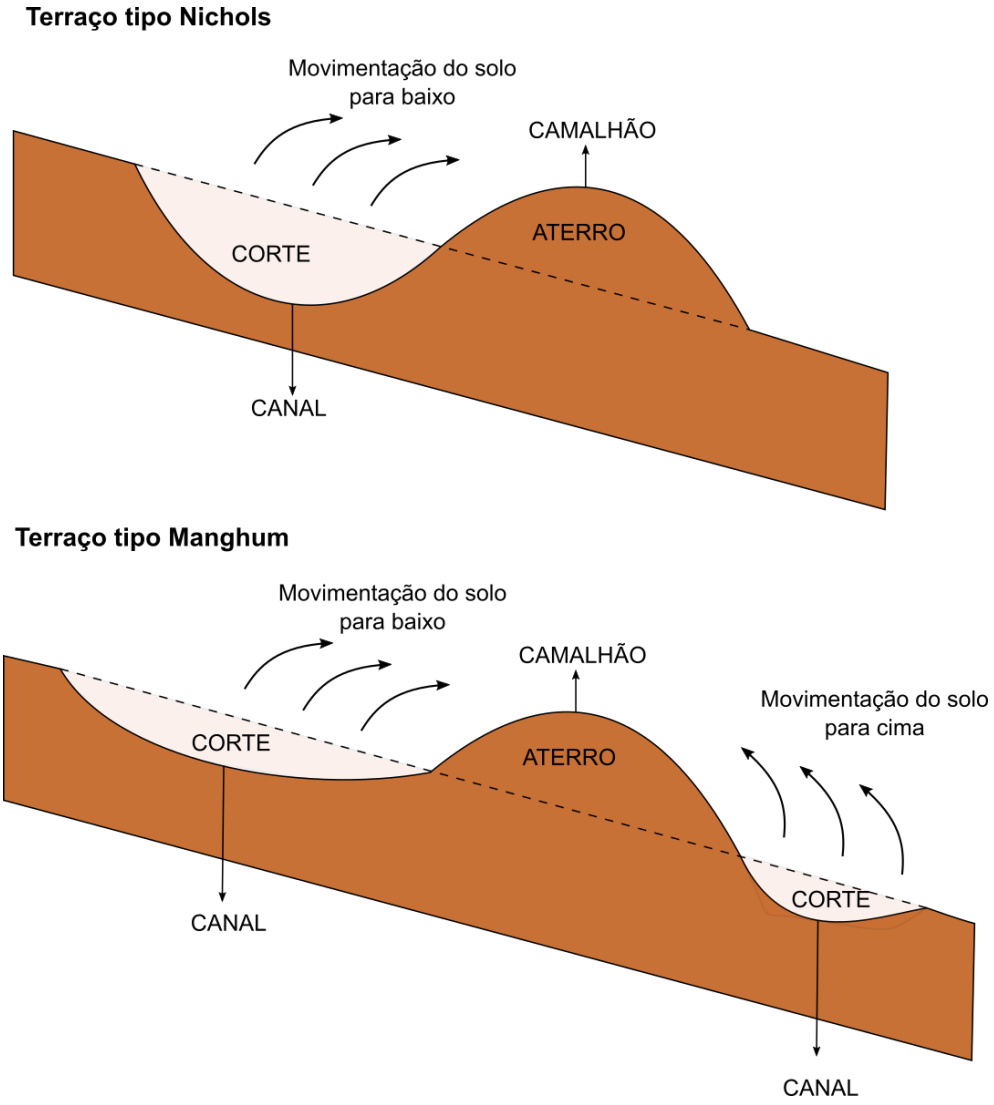
A alternativa D está errada, pois os terraços de retenção são construídos em nível, sendo recomendados para locais com solos de boa permeabilidade, como Latossolos.

Gabarito: alternativa B.

Quanto à **forma construtiva**, os terraços podem ser do tipo Nichols ou Manghum. Os **terraços do tipo Nichols** são construídos com **movimentação de solo apenas de cima para baixo**, originando um único canal que, pela sua maior profundidade, não pode ser cultivado, o que acarreta em maior perda de área útil.

Já os **terraços do tipo Manghum** são construídos com **movimentação do solo tanto a montante (acima) quanto a jusante (abaixo) do camalhão**, o que resulta em um canal mais largo, raso e com maior capacidade de retenção de água.

Quanto à **largura da faixa de movimentação de terra**, os terraços podem ser de base estrita, base



Tipos de terraço quanto à forma construtiva.

média ou base larga. Os **terraços de base estreita** têm até 3,0 m de largura. Seu uso em geral é recomendado para pequenas propriedades em locais declivosos (declividade de 12 a 18%) onde não seja possível a construção de terraços de base média ou larga. Os **terraços de base média** têm entre 3,0 e 6,0 m de largura. Seu uso é recomendado para locais com declividade de 8 a 12% e quando há disponibilidade de maquinário de pequeno ou médio porte. Os **terraços de base larga** envolvem a movimentação de terra em faixas de 6,0 a 12,0 m de largura. Seu uso é recomendado em locais de relevos mais suavizados, com declividades inferiores a 12% e preferencialmente até 6 a 8%. Apesar de ter um elevado custo de construção pela grande quantidade de solo mobilizada, permite o cultivo em toda a sua superfície.

(NC-UFPR - Itaipu Binacional - 2019) O terraceamento de terras agrícolas consiste na construção de terraços no sentido transversal à declividade do terreno, para reter e infiltrar ou conduzir, com velocidade adequada, o escoamento superficial das águas pluviais. Considerando um terreno com declividade de 17% em uma pequena propriedade rural, contendo solo com boa permeabilidade, o tipo mais adequado é terraço:

(A) em patamar.

(B) de base larga.

(C) de base média.

(D) de base estreita.

(E) de camaleão (sic) elevado.

Comentário: a alternativa A está errada, pois os terraços em patamar são recomendados apenas para algumas situações justificáveis em locais de declividade acima de 18%.

A alternativa B está errada, pois os terraços de base larga são recomendáveis para locais com declividade não superior a 12%.

A alternativa C está errada, pois os terraços de base média são recomendados para declividades de até 12%.

A alternativa D está correta, pois os terraços de base estreita são recomendados para pequenas propriedades com declividade de até 18%.

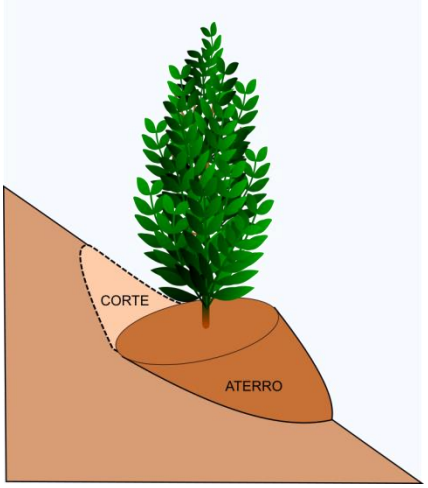
A alternativa E está errada, pois os terraços de camalhão elevado ou de murundu envolvem grande movimentação de terra, remoção da camada superficial de solo mais fértil de áreas extensas a montante do camalhão e grande perda de área cultivada, não sendo recomendável para essa situação.

Gabarito: alternativa D.

Além do terraço comum, discutido anteriormente, outros tipos de terraços usuais incluem o terraço em patamar e o terraço individual. Os **terraços em patamar** são estruturas utilizadas desde a Antiguidade para a **prática agrícola em terrenos muito declivosos**. Têm **elevado custo de construção**, sendo viáveis apenas em locais de relevo montanhoso que não disponham de terras disponíveis para agricultura. A plataforma do patamar tem uma ligeira declividade em direção ao talude para impedir o escoamento de água de um terraço para o outro. O talude deve ser revestido com vegetação ou outro material para evitar erosão do mesmo. Semelhante ao terraço em patamar, mas construído de maneira individual ao redor de

cada planta, os **terraços individuais** ou **banquetas** são uma opção para proteção de plantas perenes. Têm **custo de construção elevado**, já que são escavados manualmente.

Existem diversos métodos para **determinação do espaçamento entre terraços**, sendo os mais usuais o método de Bentley e o método de Lombardi Neto. Ambos os métodos se baseiam na declividade do terreno



Terraços tipo patamar cultivados com arroz no Vietnã e terraço individual ou banqueta.

e em constantes tabeladas relacionadas ao solo e ao sistema de cultivo.

No **método de Bentley**, o espaçamento vertical (EV, em m) entre os terraços é determinado pela declividade da área (D, em %) e por um fator X que varia em função da resistência do solo à erosão (sendo igual a 2,5 para solos argilosos, 3,0 para os de textura média e 3,5 para os arenosos) pela seguinte equação:

$$EV = \left(2 + \frac{D}{X}\right) 0{,}305$$

Já no método de **Lombardi Neto**, a determinação do EV depende, além da declividade, de três fatores tabelados relacionados ao solo (fator *k*), ao uso (*u*) e ao manejo (*m*), sendo expresso pela seguinte equação:

$$EV = \frac{0{,}4518\ k\ D^{0{,}58}\ (u + m)}{2}$$

O **fator *k*** assume valores diferentes em função do grupo de resistência à erosão:

- **Alta resistência**: solos profundos, permeáveis, textura média a argilosa, ***k* = 1,25**.
- **Moderada resistência:** solos profundos, boa permeabilidade, textura média a argilosa, com gradiente textural, ***k* = 1,1**.
- **Baixa resistência:** solos profundos, permeabilidade moderada, forte gradiente textural, ***k* = 0,9**.
- **Muito baixa resistência:** solos pouco profundos, permeabilidade lenta, textura e gradiente textural variáveis, ***k* = 0,75**.

3.4.3.2 - Canais escoadouros

Os canais escoadouros são estruturas construídas nas seguintes situações:

● **Canais escoadouros:** utilizados como **complemento ao sistema de terraços em gradiente**, para condução do escoamento destes;

● **Canais escoadouros laterais:** construídos para **disciplinar o escoamento oriundo de estradas** em desnível, evitando assim problemas nas **áreas vicinais** e no próprio leito das estradas;

● **Canais escoadouros divergentes:** são empregados para assegurar a **proteção de áreas situadas a jusante do escoamento** (interceptam a água que vem a montante), como em divisas de propriedades e ao redor de voçorocas.

O dimensionamento dos canais se baseia na **vazão máxima da enxurrada** (definida pela área de contribuição, intensidade máxima da precipitação e coeficiente de enxurrada), na velocidade média da enxurrada (determinada pela equação de Manning, que se baseia no coeficiente de rugosidade das paredes do canal, na declividade do canal e no raio hidráulico do canal), e na vazão que será escoada pelo canal (dada pela área da seção do canal e pela velocidade média da enxurrada).

3.4.3.3 - Bacias de captação

As bacias de captação são **obras de terra** que têm a função de acumular a água proveniente do escoamento superficial. São comumente construídas ao longo das estradas rurais não pavimentadas e também em locais que indicam a necessidade de intervenção pela presença de sulcos de erosão.

Seu dimensionamento é semelhante ao empregado nos canais escoadouros. Inicialmente, é determinada a vazão máxima do escoamento superficial pela área de contribuição, intensidade máxima da precipitação e coeficiente de enxurrada. O volume da bacia de captação deverá ser igual ao volume de água escoado.

4.3 - CAPACIDADE DE USO E APTIDÃO AGRÍCOLA

A **exploração racional e sustentável** do recurso solo deve basear-se nas suas **potencialidades**, aplicando apenas manejos tão intensivos quanto o solo é capaz de suportar (nem subutilizando e nem superexplorando).

Existem dois **sistemas principais de avaliação do potencial produtivo dos solos**, o **sistema de capacidade de uso** e o **sistema de aptidão agrícola**. Enquanto o primeiro se baseia apenas no levantamento de fatores do meio físico (fertilidade, topografia, disponibilidade de água), o segundo busca incorporar também variáveis socioeconômicas dentro de diferentes níveis de manejo (baixo, médio e alto nível tecnológico).

4.3.1 - Sistema de capacidade de uso

A avaliação da capacidade de uso das terras se baseia na interpretação das informações disponibilizadas por **levantamentos do meio físico** em conjunto com o **mapa de solos**. Esse sistema de classificação busca alocar as atividades agrícolas de acordo com as potencialidades de cada gleba, de modo a racionalizar o uso do solo.

A classificação nesse sistema se baseia em características referentes a: **profundidade efetiva do solo**, **textura**, **permeabilidade**, **declividade**, **erosão** e **uso atual**. Dependendo da limitação existente em cada um desses fatores, os solos são **enquadrados em oito classes**, sendo quatro classes de terras cultiváveis (grupo A, classes de I a IV), três classes de terra cultiváveis com culturas perenes, pastagens ou reflorestamentos (grupo B, classes de V a VII) e uma classe de terras impróprias para o uso agrícola (classe VIII).

- **Classe I: terras cultiváveis** sem problemas especiais de conservação do solo;

- **Classe II: terras cultiváveis** com problemas simples de conservação do solo;

- **Classe III: terras cultiváveis** com problemas complexos de conservação do solo;

- **Classe IV: terras cultiváveis** apenas ocasionalmente ou em extensão limitada, com sérios problemas de conservação do solo;

- **Classe V:** terras aptas para certas **culturas especiais**, pastagens ou reflorestamento, geralmente associadas a **locais de várzeas e com problemas de excesso de água**, mas sem necessidade de práticas especiais de conservação;

- **Classe VI:** terras aptas para **culturas perenes**, pastagens ou reflorestamento com problemas especiais de conservação;

- **Classe VII:** terras aptas para **culturas perenes**, pastagens ou reflorestamento com problemas complexos de conservação;

- **Classe VIII: terras impróprias** para culturas perenes, pastagens ou reflorestamento, podendo ser destinadas à preservação da fauna e flora, recreação e turismo, armazenamento de água.

(NC-UFPR - Itaipu Binacional - 2019) Com relação à capacidade de uso e planejamento conservacionista, as terras consideradas impróprias para cultivos intensivos, mas aptas para pastagens e reflorestamento, são as de:

(A) Classe I: solos profundos, produtivos, fáceis de serem lavrados e quase planos.

(B) Classe II: áreas ligeiramente inclinadas, sujeitas a erosão, ou com excesso de água no solo.

(C) Classe IV: terrenos com forte declividade ou com muitas pedras na superfície ou solos com problemas de encharcamento.

(D) Classe VII: áreas áridas, declivosas, arenosas ou pantanosas.

(E) Classe VIII: encostas com muitos afloramentos rochosos, terrenos íngremes montanhosos, dunas costeiras e mangues.

Comentário: A alternativa A está errada, pois as terras da Classe I podem ser empregadas para culturas anuais sem problemas aparentes de conservação do solo.

A alternativa B está errada, pois as terras da Classe II são aptas a culturas anuais, apresentando problemas simples de conservação do solo.

A alternativa C está errada, pois as terras da Classe IV, apesar dos sérios problemas de conservação do solo, podem ser ocasionalmente cultivadas com culturas anuais.

A alternativa D está correta, pois as terras da Classe VII, apesar dos problemas complexos de conservação do solo (declividade acentuada, pedregosidade, erosão laminar severa, erosão em sulcos frequentes, baixa permeabilidade) podem ser exploradas com pastagens e reflorestamento.

A alternativa E está errada, pois as terras da Classe VIII são inaptas para o uso agrícola.

Gabarito: alternativa D.

4.3.2 - Sistema de aptidão agrícola

O sistema de aptidão agrícola das terras representa uma evolução em relação à classificação de capacidade de uso do solo por **incorporar um componente relativo** ao **nível de manejo** adotado. Essa proposição é altamente adequada, pois considera que ***uma mesma limitação pode ser mais ou menos impeditivo em função do nível tecnológico da exploração agrícola***. Por exemplo, o impedimento à mecanização seria muito mais limitante à agricultura de alta base tecnológica do que ao pequeno agricultor que pratica agricultura tradicional. Da mesma forma, um impedimento relativo à fertilidade do solo seria pouco impeditivo à agricultura tecnificada, com grande emprego de capital, mas seria bem mais impeditivo para um pequeno agricultor com menor acesso a crédito.

O sistema de aptidão agrícola se baseia em **cinco parâmetros**: **nutrientes**, **água**, **oxigênio**, **mecanização** e **erosão**. Inicialmente, são estimadas as **limitações relativas a cada parâmetro** (desvios da situação real em relação a uma situação "ideal", isto é, sem limitações). Em seguida, estima-se a **viabilidade de redução dessas limitações** dentro de cada nível tecnológico de manejo. Finalmente, determina-se a **classe de aptidão agrícola** pela comparação das informações de limitações e viabilidade de correção com tabelas.

Os **níveis de manejo considerados** são três, A, B e C, descritos a seguir. Para cada nível de manejo, a aptidão é indicada por letras maiúsculas para **aptidão boa** (A, B e C), letras minúsculas para **aptidão regular** (a, b e c) e letras entre parênteses para **aptidão restrita** - (a), (b) e (c).

- **A: baixo nível tecnológico**, quase não há aplicação de capital, trabalho manual ou com tração animal;

- **B: nível tecnológico médio**, modesta aplicação de capital e tecnologia para melhoramento dos solos e lavouras.

- **C: alto nível tecnológico**, aplicação intensiva de capital e tecnologia, maioria das operações são mecanizadas.

O sistema prevê **quatro classes de aptidão**:

- **Boa:** terras **sem limitação para a produção sustentada** para um determinado uso num determinado tipo de manejo. Restrição mínima.

- **Regular: Limitações moderadas** para a produção sustentada. As limitações reduzem a produtividade ou aumentam a necessidade de insumos.

- **Restrita: Limitações fortes** à produção sustentada.

- **Inapta: Exclusão da produção sustentada**. Esta classe não é representada por símbolos. A interpretação é feita pela ausência de letras (por exemplo, bc indica aptidão restrita nos níveis B e C e inapta no nível A).

As terras são classificadas em **seis grupos de aptidão** de acordo com o tipo de exploração. Uma gleba pode ser usada com grupos menos restritivos, porém isso representa subutilização do solo (por exemplo, pastagens em terras aptas a lavouras).

- **Grupos 1 a 3:** terras de **lavoura**.

- **Grupo 4: pastagens** plantadas.

- **Grupo 5: reflorestamento** e pastagens naturais.

- **Grupo 6: preservação** da fauna e flora.

Finalmente, as limitações dos cinco parâmetros (nutrientes, água, oxigênio, mecanização e erosão) são agrupadas em cinco **graus de desvios**: 0 (nulo), 1 (ligeiro), 2 (moderado), 3 (forte) e 4 (muito forte).

Reunindo todas essas categorias, o sistema de classificação de aptidão agrícola das terras permite que uma ***determinada limitação possa ter importância distinta em função do nível de manejo***. Por exemplo, a classe identificada como 1ABC indica aptidão boa para lavouras nos três níveis tecnológicos. Essa aptidão boa, porém, se reflete em **diferentes graus de limitação para cada nível tecnológico**. No nível tecnológico **C** (alto nível tecnológico), a aptidão **boa** implica em limitação **0** (nula) à mecanização; enquanto no nível **A**, a aptidão é boa mesmo com limitação **2** (moderada) à mecanização. Isso ocorre porque no nível **C** o uso de mecanização é essencial para a exploração agrícola, sendo menos importante no nível de manejo **A**.

(CETREDE - Prefeitura de Juazeiro do Norte, CE - 2019) As classes de aptidão referem-se ao grau de intensidade com que as limitações afetam o uso das terras. Leia com atenção as afirmativas a seguir e marque (V) para as afirmativas VERDADEIRAS e (F) para as FALSAS.

( ) CLASSE BOA: terras sem limitações significativas para a produção sustentada de um determinado tipo de utilização, observando-se o nível de manejo considerado. As restrições ao uso são mínimas, não reduzindo a produtividade ou os benefícios e, não aumentam a necessidade de insumos acima de um nível aceitável.

( ) CLASSE REGULAR: terras com limitações moderadas para a produção sustentada de um determinado tipo de utilização, observando-se o nível de manejo considerado. As limitações já reduzem a produtividade ou os benefícios, elevando a necessidade de uso de insumos.

( ) CLASSE RESTRITA: terras nas quais as limitações são tão fortes que impedem a produção sustentada do tipo de utilização considerado.

( ) CLASSE INAPTA: terras que apresentam limitações fortes para a produção sustentada de um determinado tipo de utilização, observadas as condições do manejo considerado. As limitações reduzem consideravelmente a produtividade ou os benefícios, ou então, aumentam os insumos necessários de tal maneira que os custos só seriam justificados marginalmente.

Marque a opção que apresenta a sequência CORRETA.

(A) V – V – F – F.

(B) F – V – F – V.

(C) V – V – V – F.

(D) F – F – F – V.

(E) V – F – V – F.

Comentário: A primeira afirmativa está correta, pois a aptidão BOA implica em restrições mínimas à produção sustentada.

A segunda afirmativa está correta, pois a aptidão REGULAR implica em limitações moderadas para a produção.

A terceira afirmativa está errada, pois a classe RESTRITA indica fortes limitações à produção, mas não a ponto de impedi-la.

A quarta afirmativa está errada, pois a classe INAPTA indica limitações tão fortes que impedem a produção sustentada.

Gabarito: alternativa A.

5 - QUESTÕES COMENTADAS

5.1 - GÊNESE, MORFOLOGIA E CLASSIFICAÇÃO

1. (CETREDE - Prefeitura de Juazeiro do Norte, CE - 2019) O intemperismo é o conjunto de modificações de ordens física (desagregação) e química (decomposição) que as rochas sofrem ao aflorarem na superfície da Terra. Assinale a seguir qual alternativa que indica um exemplo de intemperismo físico.

(A) Acidólise das rochas.

(B) Dissolução das rochas.

(C) Hidrólise das rochas.

(D) Cristalização de sais nas fissuras das rochas.

(E) Oxidação das rochas.

Comentário: A alternativa A está errada, pois a acidólise é uma reação química de quebra pela ação de um ácido.

A alternativa B está errada, pois a dissolução é uma reação do intemperismo químico.

A alternativa C está errada, pois a hidrólise é uma reação do intemperismo químico.

A alternativa D está correta, pois a cristalização de sais em fraturas é um processo físico que leva à quebra das rochas em fragmentos menores.

A alternativa E está correta, pois a oxidação é uma reação do intemperismo químico.

Gabarito: alternativa D.

---

2. (FAU - Prefeitura de Apucarana, PR - 2017) O Intemperismo é o conjunto de modificações de ordens física (desagregação) e química (decomposição) que as rochas sofrem ao aflorarem na superfície da Terra. Os fatores que controlam a ação do intemperismo são:

(A) Clima, relevo flora e a fauna, rocha e espessura dos horizontes.

(B) Clima, relevo, consistência, flora e a fauna e rocha.

(C) Clima, relevo, presença de nódulos e concreções, rocha e tempo.

(D) Clima, relevo e porcentagem de argila, flora e a fauna, rocha e tempo.

(E) Clima, relevo, flora e a fauna, rocha e tempo.

Comentário: A alternativa A está errada, pois a espessura dos horizontes não é um fator que controla a ação do intemperismo, uma vez que os horizontes só serão formados posteriormente, por ação da pedogênese.

A alternativa A está errada, pois a consistência do solo é um atributo morfológico do mesmo, não um fator que controla o intemperismo.

A alternativa C está errada, pois a presença de nódulos e concreção não são fatores que controlam o intemperismo, já que esses materiais são originados pelos processos de formação do solo.

A alternativa D está errada, pois o teor de argila é uma característica do solo, não um fator que controla o intemperismo.

A alternativa E está correta, pois o intemperismo é afetado grandemente pelo clima e pela rocha, sofrendo influência também dos organismos (intemperismo biológico), condicionado ao tempo de exposição do material aos agentes do intemperismo.

Gabarito: alternativa E.

---

3. (CESPE - Polícia Científica, PE - 2016) Com relação aos componentes envolvidos na caracterização do perfil de um solo, assinale a opção correta.

(A) As camadas superiores do perfil do solo apresentam coloração mais clara porque são ricas em argilominerais e oxi-hidróxidos de ferro e de alumínio.

(B) O perfil de um solo compreende a seção vertical que engloba uma sucessão de camadas desse solo, exceto a composta por material mineral que tenha sido alterado por processos pedogenéticos e seja subjacente ao manto de material orgânico.

(C) O horizonte genético é resultante da ação de fatores e dos processos de formação do solo, ao passo que o horizonte diagnóstico é resultante da ação antrópica.

(D) O horizonte A é enriquecido de material orgânico e, por isso, apresenta maior atividade biológica que os demais horizontes.

(E) Há constante aprofundamento do solo no horizonte B, que é uma zona de transição entre o solo e a rocha matriz, em decorrência do intemperismo que nele ocorre.

Comentário: A alternativa A está errada, pois as camadas mais superficiais do solo têm coloração mais escura em decorrência do efeito pigmentante da matéria orgânica.

A alternativa B está errada, pois o perfil de solo é formado por camadas que, quando relacionadas aos processos pedogenéticos, constituem os horizontes do solo.

A alternativa C está errada, pois tanto o horizonte pedogenético quanto o diagnóstico são resultado da ação dos processos pedogenéticos, sendo que o último, além disso, atende a determinados critérios definidos pelo sistema de classificação adotado.

A alternativa D está correta, pois o horizonte A é aquele que sofre maior influência da matéria orgânica e da atividade dos organismos.

A alternativa E está errada, pois o horizonte B representa a máxima expressão dos processos pedogenéticos, enquanto o horizonte C representa a gradativa mudança do solo ao material de origem.

Gabarito: alternativa D.

---

4. (FAU - Prefeitura de Apucarana, PR - 2017) A denominação dos horizontes e camadas dos solos é feita por símbolos representados por letras e números. O horizonte e a camada principal do solo simbolizado pela letra maiúscula "E", refere-se ao:

(A) Horizonte ou camada orgânica superficial formados em condições de drenagem desimpedida – sem estagnação de água, constituindo recobrimento detrítico de material essencialmente vegetal – depositados na superfície de solos minerais.

(B) Horizonte mineral superficial ou subjacente ao horizonte ou à camada O ou H, de maior atividade biológica e incorporação de M.O bastante mineralizada, intimamente associada à matéria mineral.

(C) Horizonte mineral resultante da perda de minerais de argila, compostos de Fe, de Al ou de M.O, separadamente ou em combinações.

(D) Horizonte mineral, subsuperficial, situado sob horizonte E, A ou raramente H, originado por transformações relativamente acentuadas do material originário e/ou ganho de constituintes minerais ou orgânicos migrados de horizontes suprajacentes.

(E) Horizonte ou camada mineral de material inconsolidado sob o solum relativamente pouco afetado pelos processos pedogenéticos, constituindo seção nas quais grandes partes dos seus atributos manifestam-se com persistência de características litológicas.

Comentário: A alternativa A está errada, pois a descrição corresponde ao horizonte O.

A alternativa B está errada, pois a descrição corresponde ao horizonte A.

A alternativa C está correta, pois o horizonte E se caracteriza pela intensa eluviação de argila, compostos de Fe e Al e de matéria orgânica.

A alternativa D está errada, pois a descrição corresponde ao horizonte B.

A alternativa E está errada, pois a descrição corresponde ao horizonte C.

Gabarito: alternativa C.

---

5. (CESPE - Polícia Científica, PE - 2016) A respeito das transições dos horizontes do perfil de um solo, assinale a opção correta.

(A) A transição entre horizontes A e B implica que o horizonte do solo seja classificado como AB, ou seja, que esse solo apresenta características do horizonte A e similaridades com o horizonte B.

(B) Na transição AC entre horizontes do solo ignora-se a existência do horizonte B, situação inexistente nos solos brasileiros.

(C) Em operações de coleta de amostras de solo com trado, é necessário eliminar o material das faixas de transição entre horizontes, até nos casos em que houver transição abrupta.

(D) Recomenda-se avaliar o perfil de um solo após dias chuvosos, pois, nessas condições, é mais fácil avaliar a transição entre os horizontes e as características morfológicas do solo, como textura, estrutura e cerosidade.

(E) A simples observação do contraste entre horizontes e da topografia do perfil do solo é suficiente para se classificar a transição de horizontes em um solo.

Comentário: A alternativa A está correta, pois a ocorrência de horizonte transicional AB implica que o mesmo apresenta características tanto do horizonte A (influência da matéria orgânica) quanto do horizonte B (desenvolvimento de estrutura característica).

A alternativa B está errada, pois a transição AC pode ocorrer em Neossolos, que são desprovidos de horizonte B.

A alternativa C está errada, pois a coleta de amostras com o trado não prevê a eliminação de amostras em função da ocorrência de horizontes transicionais.

A alternativa D está errada, pois a avaliação do solo úmido impossibilita a determinação da cor seca, da consistência seca, além de interferir na determinação da estrutura por facilitar sobremaneira o rompimento dos agregados.

A alternativa E está errada, pois a transição dos horizontes não necessariamente corresponde com a superfície topográfica do solo.

Gabarito: alternativa A.

---

6. (CESPE - Polícia Científica, PE - 2016) Com relação às notações utilizadas em sistemas taxonômicos de classificação de horizontes e de camadas de solo, assinale a opção correta.

(A) Um perfil descrito com sequência vertical do tipo Bt1, Bt2, Btx1, Btx2; C1, C2, Cg1, Cg2 apresenta uma notação errada, visto que a numeração na descrição do solo deve ser contínua.

(B) Os sufixos numéricos são empregados em uma notação para representar a subdivisão de horizontes principais em relação a sua profundidade.

(C) O prefixo numérico é utilizado para designar quaisquer horizontes do solo, exceto o horizonte R, por ser este uma camada de rocha consolidada.

(D) Letras maiúsculas são utilizadas para denotar a descontinuidade litológica do horizonte ou da camada do solo.

(E) A notação Cp para um horizonte do solo indica que houve modificações da camada superficial desse solo devido a cultivo, pastoreio, aração ou revolvimento.

Comentário: A alternativa A está errada, pois a numeração sequencial é reiniciada a cada horizonte.

A alternativa B está correta, pois a notação numérica dos horizontes é empregada para identificar que os horizontes, apesar de terem a mesma classificação, apresentam diferenças entre si, sendo numerados sequencialmente em função da profundidade.

A alternativa C está errada, pois os prefixos numéricos são empregados para indicar descontinuidades litológicas no perfil do solo (diferenças de material de origem).

A alternativa D está errada, pois as letras maiúsculas são empregadas para identificar os horizontes principais do solo.

A afirmativa E está errada, pois, ainda que a letra minúscula "p" indique que o horizonte foi revolvido (letra inicial do termo em inglês para aração, "*plough*"), ela não é usada para o horizonte C, mas apenas para o horizonte que sofreu a ação do revolvimento (ou seja, o horizonte A).

Gabarito: alternativa B.

---

7. (FAU - Prefeitura de Apucarana, PR - 2017) O nível categórico de um sistema de classificação de solos é um conjunto de classes definidas segundo atributos diagnósticos em um mesmo nível de generalização ou abstração e inclui todos os solos que satisfizerem a essa definição. No primeiro nível categórico (ordem), os nomes das 13 classes são formados pela associação de um elemento formativo com a terminação "-ssolos". A classe Latossolo advém de:

(A) Do grego, lat, "material pouco alterado"; conotativo de solos pouco intemperizados. Horizonte B latossólico.

(B) Do latim, lat, "material muito alterado"; conotativo de solos muito intemperizados. Horizonte B latossólico.

(C) Do latim, lat, "material pouco alterado"; conotativo de solos pouco intemperizados. Horizonte B latossólico.

(D) Do latim, lat, "material muito alterado"; conotativo de solos muito intemperizados. Horizonte B textural.

(E) Do latim, lat, "material muito alterado"; conotativo de solos muito intemperizados. Horizonte B nítico.

Comentário: O elemento formativo "lat" vem do latim "latter", que quer dizer "último", indicativo de solos muito intemperizados, que possuem horizonte B latossólico.

Gabarito: alternativa B.

---

8. (CETREDE - Ematerce - 2018) A ocorrência de um horizonte B textural é usada como critério para classificação de quais classes de solos?

(A) Argissolos e Luvissolos.

(B) Cambissolos e Latossolos.

(C) Argissolos e Neossolos.

(D) Neossolos e Cambissolos.

(E) Latossolos e Luvissolos.

Comentário: A alternativa A está correta, pois Argissolos e Luvissolos apresentam horizonte B textual.

A alternativa B está errada, pois Cambissolos e Latossolos não apresentam horizonte B textural (horizonte B incipiente e B latossólico respectivamente).

A alternativa C está errada, pois os Neossolos não apresentam horizonte B textural.

A alternativa D está errada, pois Neossolos nem Cambissolos apresentam horizonte B textural.

A alternativa E está errada, pois Latossolos não apresentam horizonte B textural.

Gabarito: alternativa A.

---

9. (NC-UFPR - Itaipu Binacional - 2019) Considere as três ordens de solos abaixo, classificadas de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, com base nos horizontes diagnósticos e nos atributos diagnósticos, comuns no estado do Paraná:

1. Solos de baixa saturação de bases ou caráter alítico; perfis de solo contendo a sequência de horizontes A-B textural-C, sendo B mais argiloso que o A, e a argila de baixa atividade.

2. Solos relativamente rasos, muitos com evidências de erosão do horizonte A, de baixa ou alta fertilidade natural; perfis de solo contendo a sequência de horizontes com B incipiente, ainda em formação.

3. Solos profundos, bastante intemperizados, boa drenagem; perfis de solo contendo a sequência de horizontes A-Bw-C, com pouca variação no teor de argila entre os horizontes.

Os solos 1, 2 e 3 são, respectivamente:

(A) Latossolos – Neossolos – Argissolos.

(B) Argissolos – Cambissolos – Latossolos.

(C) Gleissolos – Espossolos – Cambissolos.

(D) Cambissolos – Latossolos – Argissolos.

(E) Neossolos – Argissolos – Latossolos.

Comentário: A afirmativa 1 apresenta a descrição dos Argissolos, caracterizados pelo horizonte B textural (com gradiente textural) e argila de atividade baixa

A afirmativa 2 descreve os Cambissolos, que apresentam horizonte B incipiente.

A afirmativa 3 caracteriza os Latossolos, com pequena diferenciação em profundidade (perfil homogêneo), horizonte B latossólico (Bw), intemperismo intenso e boa permeabilidade.

Gabarito: alternativa B.

---

10. (FCM - IF-RJ - 2017) Faça a correspondência entre as classes de solos às suas principais características.

1. Cambissolo	( ) horizonte B incipiente em sequência a qualquer horizonte superficial.
2. Espodossolo	( ) movimento do material argiloso do solo, gerando expansão e contração.
3. Gleissolo	( ) excesso de água, com redução de ferro, em presença de matéria orgânica.
4. Luvissolo	( ) acumulação iluvial de matéria orgânica associada à presença de alumínio.
5. Nitossolo	( ) cerosidade expressiva com superfícies brilhantes nas unidades estruturais.
6. Vertissolo	( ) horizonte B textural com alta saturação por bases e alta atividade da argila.

A sequência correta é

(A) 1, 6, 3, 2, 5, 4.

(B) 2, 4, 1, 5, 3, 6.

(C) 3, 2, 5, 6, 1, 4.

(D) 4, 3, 6, 5, 2, 1.

(E) 6, 5, 3, 1, 4, 2.

Comentário: Os Cambissolos são caracterizados pelo horizonte B incipiente.

Os Espodossolos têm como característica o acúmulo de matéria orgânica associada ou não a óxidos de Fe e Al no horizonte B espódico.

Os Luvissolos apresentam alta saturação por bases e argila de alta atividade.

Os Nitossolos são marcados pela cerosidade abundante, na forma de películas brilhantes que revestem os agregados.

Os Vertissolos apresentam argila de alta atividade, que sofrem expansão quando úmidas e contração quando secas (argilas expansíveis).

Gabarito: alternativa A.

5.2 - FÍSICA DO SOLO

11. (NC-UFPR - Itaipu Binacional - 2019) Na física do solo, o enunciado da Lei de Stokes "a velocidade de sedimentação de um material sólido no líquido ocorre de acordo com o seu diâmetro e a viscosidade do líquido" é pressuposto para o método de:

(A) determinação da densidade do solo.

(B) análise granulométrica do solo.

(C) quantificação da resistência mecânica à penetração.

(D) determinação da consistência do solo.

(E) determinação da umidade gravimétrica do solo.

Comentário: a alternativa A está errada, pois a determinação da densidade do solo é feita pela pesagem de uma amostra de solo de volume conhecido (método do anel volumétrico) ou pela determinação do peso e do volume de uma amostra de solo (método do torrão parafinado).

A alternativa B está correta, pois a Lei de Stokes é empregada na etapa de quantificação da fração argila, já que a separação entre esse fração e o silte se dá por sedimentação diferencial. O silte sedimenta mais rápido pelo maior tamanho de partículas e a Lei de Stokes permite calcular o tempo necessário de sedimentação.

A alternativa C está errada, pois a resistência à penetração é determinada em equipamento denominados penetrômetros.

A alternativa D está errada, pois a consistência do solo é avaliada a partir da determinação dos limites de Atterberg (limite de contração, limite de plasticidade, limite de liquidez).

A alternativa D está errada, pois a determinação direta da umidade gravimétrica do solo é feita por meio da secagem do solo em estufa.

Gabarito: alternativa B.

---

12. (IF-PI - IF-PI - 2016) As argilas silicatadas e os óxidos e hidróxidos de ferro e alumínio são também conhecidos como minerais secundários (frações < que 0,002 mm). São exemplos de minerais secundários, EXCETO:

(A) Montmorilonita.

(B) Smectita.

(C) Caulinita.

(D) Vermiculita.

(E) Calcita

Comentário: são minerais argilominerais ou argilas silicatadas a montmrilonita, a esmectita, a caulinita e a vermiculita. A calcita é um mineral primário, ocorrendo em rochas como calcários, dolomitos, mármores e algumas rochas magmáticas.

Gabarito: alternativa E.

---

13. (UERR - CODESAIMA - 2017) Assinale a alternativa correta que demonstra o conjunto de atributos físicos do solo que auxiliam no monitoramento do processo de compactação do solo.

(A) pH do solo, Capacidade de troca Catiônica (CTC) do solo, Densidade do Solo.

(B) Densidade do solo, Resistência a Penetração, Macroporosidade do Solo.

(C) Microporosidade do solo, Capacidade de Troca Catiônica (CTC) do solo, pH do solo.

(D) Macroporosidade do Solo, Densidade do Solo, Cor do Solo.

(E) Macroporosidade do Solo, Cor do Solo, Presença de Poça d'água na Superfície do Solo.

Comentário: a alternativa A está errada, pois pH e CTC são atributos químicos do solo.

A alternativa B está correta, pois densidade do solo, resistência à penetração e macroporosidade são atributos físicos que se relacionam à estrutura do solo e, por isso, podem ser empregados no monitoramento da compactação do solo.

A alternativa C está errada, pois pH e CTC são atributos químicos do solo. A microporosidade também é afetada pela compactação do solo, mas a macroporosidade é um indicador mais sensível para monitoramento do processo de compactação do solo.

A alternativa D está errada, pois a cor do solo não é um atributo que se relacione com a sua estrutura, não sendo empregado no monitoramento da compactação do solo.

A alternativa E está errada, pois a cor do solo não é um atributo empregado no monitoramento da compactação do solo, enquanto a presença de poças de água, apesar de se possivelmente indicar a existência de compactação do solo, não é um atributo físico do mesmo.

Gabarito: alternativa B.

---

14. (UERR - CODESAIMA - 2017) A textura ou granulometria refere-se à proporção de argila, silte e areia do solo, ou seja, é a propriedade relacionada ao tamanho das partículas do solo. Na escala de Atterberg, a argila corresponde a partículas de diâmetro: Assinale a alternativa correta.

(A) < 0,002 mm

(B) 0,002 -0,02 mm

(C) 0,02-0,2 mm

(D) 0,2-2,0 mm

(E)>0,002 mm

Comentário: na escala de Atterberg, a fração argila tem diâmetro inferior a 0,002 mm ou 2 µm.

Gabarito: alternativa A.

---

15. (NC-UFPR - Prefeitura de Curitiba, PR - 2019) O conteúdo volumétrico total de água num solo qualquer, (θ) – volume de água por volume de solo –, será máximo quando essa umidade se encontrar à saturação (θs) e será vazio quando o solo se encontrar totalmente seco (θ = 0). Levando em conta os conceitos de capacidade de campo e ponto de murcha permanente e o potencial total a que essa água está sujeita, assinale a alternativa correta.

(A) Sob a condição em que (θ = θs), o potencial matricial é nulo e o solo perderá água por drenagem somente devido ao gradiente de potencial gravitacional.

(B) Sob condição saturada, a magnitude do processo de drenagem já não dependerá da condutividade hidráulica do solo.

(C) Em solo homogêneo, a tendência é que a distribuição da umidade decresça com a profundidade, o que faz surgir um gradiente decrescente de potencial matricial que atua em sentido oposto ao gravitacional, até o ponto em que ambos se igualem. Nesse ponto, o solo para de drenar e a água entra em equilíbrio.

(D) Valores da condutividade hidráulica do solo serão mais difíceis de ser determinados quanto mais seco for o solo e quanto menor for a demanda atmosférica em relação à capacidade do solo em reter água.

(E) A água armazenada pelo solo na capacidade de campo representa toda a água livremente disponível à cultura, condição em que se estabelece o equilíbrio da água drenada e na qual o gradiente gravitacional se iguala ao gradiente matricial.

Comentário: a alternativa A está correta, pois na condição de saturação o potencial matricial é nulo e o fluxo de água se dá em decorrência do gradiente de potencial gravitacional (e de pressão, se houver uma coluna de água).

A alternativa B está errada, pois a drenagem do solo saturado é condicionada pela sua condutividade hidráulica e pela carga hidráulica.

A alternativa C está errada, além de extremamente confusa. Se existe um fluxo em oposição ao potencial gravitacional, significa que a superfície encontra-se mais seca e que a água ascende no solo por capilaridade devido ao gradiente de potencial matricial. Esse potencial surge da perda de água que ocorre na superfície em decorrência da evapotranspiração.

A alternativa D está errada, pois a determinação da condutividade hidráulica não é afetada pela demanda atmosférica por água. A determinação da condutividade hidráulica, principalmente da saturada, poderia ser considerada mais difícil no solo seco por demandar mais água para atingir a condição de equilíbrio.

A alternativa E está errada, pois a capacidade de campo corresponde à água que permanece no solo quando a drenagem atinge taxas bem mais baixas. Assim, a capacidade de campo representa o somatório da água disponível (entre a capacidade de campo e o ponto de murcha permanente) e da água indisponível (abaixo do ponto de murcha permanente).

Gabarito: alternativa A.

---

16. (NC-UFPR - Prefeitura de Curitiba, PR - 2019) Textura, densidade, estrutura e compactação podem afetar a aeração, a infiltração de água e a troca gasosa, sendo importantes aspectos físicos do solo que afetam o crescimento de raízes. Em relação à física do solo, identifique como verdadeiras (V) ou falsas (F) as seguintes afirmativas:

( ) A sociedade brasileira de ciência do solo estabelece para areia, silte e argila os diâmetros de 2-0,05; 0,05-0,002 e menor que 0,002 mm, respectivamente.

( ) A densidade de partícula, ou densidade dos sólidos, representa a relação entre a massa de solo seco em estufa e o seu respectivo volume de sólidos ou partículas. Para a maioria dos solos minerais, com baixo teor de Fe, a densidade varia de 2600 a 2700 kg m-3.

( ) O óxido de Al (gibsita), os óxidos de Fe (hematita e goetita) e a matéria orgânica tendem a desorganizar as partículas nos seus aspectos microestruturais, acarretando um arranjo mais casual das partículas de argilas silicatadas, diminuindo a coesão e a adesão do solo.

( ) A resistência à penetração tem sido utilizada para identificar camadas compactadas e mudanças nas propriedades físicas do solo associadas aos seus horizontes e depende do conteúdo de água, da densidade do solo e da distribuição do tamanho de partículas.

( ) A deformação do solo depende do conteúdo de água e da densidade do solo, e o tráfego de máquinas em solos com menor conteúdo de água pode evitar a compactação.

Assinale a alternativa que apresenta a sequência correta, de cima para baixo.

(A) V – V – F – V – F.

(B) F – F – V – F – V.

(C) F – F – F – V – F.

(D) V – V – V – V – V.

(E) V – F – V – F – F.

Comentário: a primeira afirmativa está correta, pois a escala granulométrica adotada no Brasil estabelece esses limites de diâmetro entre as frações areia, silte e argila.

A segunda afirmativa está correta, pois a densidade de partículas é determinada pela relação entre a massa de solo seco e o volume ocupado pelos sólidos (sem considerar os espaços vazios).

A terceira afirmativa está correta, pois a gibbsita, os óxidos de Fe e a matéria orgânica favorecem a ocorrência de estrutura granular ou em blocos subangulares de menor tamanho, o que reduz a expressão das forças de coesão pelo menor contato entre as unidades estruturais (agregados) do solo.

A quarta afirmativa está correta, pois a resistência à penetração é muito útil na avaliação da resistência mecânica do solo em profundidade, sendo fortemente afetada pela umidade e pela densidade do solo, além da textura do mesmo, que afeta essas duas propriedades indiretamente.

A quinta afirmativa está correta, pois a suscetibilidade do solo à compactação é largamente controlada pela sua umidade, sendo que quanto mais seco o solo menor o risco de compactação.

Gabarito: alternativa D.

---

17. (CETREDE - Prefeitura de Acaraú, CE - 2019) Representa a quantidade de água retirada pelo solo em condições de campo contra a força da gravidade, depois que o movimento de drenagem possa ser considerado desprezível. Estamos falando de

(A) ponto de murcha permanente.

(B) disponibilidade total de água.

(C) capacidade de campo.

(D) água disponível.

(E) umidade do solo.

Comentário: a alternativa A está errada, pois o ponto de murcha permanente representa o teor de água do solo abaixo do qual as plantas murcham e não se recuperam, mesmo quando colocadas em atmosfera saturada por água e no escuro.

A alternativa B está errada, pois a disponibilidade total de água é dada pela diferença entre os teores de água na capacidade de campo e no ponto de murcha permanente.

A alternativa C está correta, pois a capacidade de campo representa o teor de água do solo após a drenagem de água, seguindo-se uma chuva ou irrigação abundante, atingir taxas bem mais baixas.

A alternativa d está errada, pois a água disponível representa a diferença entre a capacidade de campo e o ponto de murcha permanente.

A alternativa E está errada, pois a umidade do solo representa a relação entre a quantidade de água e a massa de solo seco (umidade gravimétrica) ou entre o volume de água e o volume total de solo (umidade volumétrica).

Gabarito: alternativa C.

---

18. (FEPESE - Prefeitura de Lages, SC - 2016) Assinale a alternativa que indica corretamente o equipamento utilizado para medir o indicador de qualidade física de solos.

(A) Mufla

(B) Kitassato

(C) Penetrômetro

(D) Trompa d'água

(E) Ebuliômetro

Comentário: a alternativa A está errada, pois a mufla é um tipo de forno que atinge altas temperaturas.

A alternativa B, pois o Kitassato é uma vidraria de laboratório.

A alternativa C está correta, pois o penetrômetro é um equipamento que determina a resistência do solo à penetração, ou seja, indica a resistência mecânica do solo, que é um atributo de qualidade física.

A alternativa D está errada, pois a trompa d´'agua é um equipamento de laboratório usado para produção de vácuo.

A alternativa E está errada, pois o ebuliômetro é um equipamento empregado na determinação da graduação alcoólica.

Gabarito: alternativa C.

---

19. (FEPESE - Prefeitura de Lages, SC - 2016) Considerando que a densidade do solo é possível de ser afetada por práticas de manejo que possam alterar a estrutura, modifiando suas propriedades físico-hídricas, um solo com densidade de partícula DP (densidade real) igual a 2,66 e densidade do solo DS (densidade aparente) 1,30 apresenta os seguintes dados:

(A) Massa de 200 g e volume ocupado pelos sólidos de 532 cm 3; e massa de 1330 g e volume de 1000 cm 3, respectivamente.

(B) Massa de 300 g e volume ocupado pelos sólidos de 798 cm 3; e massa de 1330 g e volume de 100 cm 3, respectivamente.

(C) Massa de 400 g e volume ocupado pelos sólidos de 1064 cm 3; e massa de 1000 g e volume de 1330 cm 3, respectivamente.

(D) Massa de 500 g e volume ocupado pelos sólidos de 1330 cm 3; e massa de 1330 g e volume de 1000 cm 3, respectivamente.

(E) Massa de 1330 g e volume ocupado pelos sólidos de 500 cm 3; e massa de 1330 g e volume de 1000 cm 3, respectivamente.

Comentário: a alternativa A está errada, pois uma massa de 200 g de solo teria um volume de sólidos de 200/2,66 = 75 cm^3.

A alternativa B está errada, pois uma massa de 300 g de solo teria um volume de sólidos de 300/2,66 = 113 cm^3.

A alternativa C está errada, pois uma massa de 400 g de solos teria um volume de sólidos de 400/2,66 = 150 cm^3.

A alternativa D está errada, pois uma massa de 500 g de solo teria um volume de sólidos de 500/2,66 = 188 cm^3.

A alternativa E está correta, pois uma massa de 1330 g de solo teria um volume de sólidos de 1330/2.66 = 500 cm^3. Uma massa de 1330 g ocupando um volume total de 1000 cm^3 resultaria em uma densidade do solo de 1330/1000 = 1,33 g cm^{-3} ~ 1,30 g cm^{-3}.

Gabarito: alternativa E.

---

20. (FCM - IF Farroupilha - 2016) A porosidade dos solos está intrinsicamente relacionada à estabilidade dos seus agregados. Desta forma, é possível afirmar que

(A) os microporos são responsáveis pela aeração do solo.

(B) os macroporos proporcionam o armazenamento da água.

(C) a dispersão das argilas auxilia a estabilidade dos agregados.

(D) a estabilidade dos agregados é avaliada pela sua distribuição.

(E) os diâmetros limítrofes entre macro e microporos são arbitrários.

Comentário: a alternativa A está errada, pois os poros responsáveis pela aeração são predominantemente os macroporos.

A alternativa B está errada, pois o armazenamento de água é efetuado principalmente pelos microporos.

A alternativa C está errada, pois a estabilidade dos agregados é favorecida pela floculação das argilas.

A alternativa D está errada, pois a estabilidade dos agregados é avaliada pela sua resistência à desagregação, mais comumente por agitação em água.

A alternativa E está correta, pois o limite de 50 µm entre macro e microporos é um padrão arbitrário.

Gabarito: alternativa E.

---

21. (FCM - IF Farroupilha - 2016) Os fenômenos de dispersão e de floculação são importantes na estabilidade dos agregados do solo. Analise as afirmativas abaixo e marque (V) para verdadeiro ou (F) para falso.

( ) A dispersão é quase inexistente quando o pH do solo está próximo ao PCZ.

( ) A substituição de cátions mono por divalentes pode auxiliar na floculação.

( ) Os latossolos de regiões tropicais apresentam alta proporção de dispersão.

( ) A redução do pH auxilia no fenômeno da floculação das partículas coloidais.

( ) Solo pouco intemperizado tende a apresentar baixa proporção de dispersão.

A sequência correta é

(A) F, F, V, V, V.

(B) F, V, F, V, F.

(C) F, V, V, F, V.

(D) V, F, V, F, F.

(E) V, V, F, V, F.

Comentário: a primeira afirmativa está correta, pois a floculação é máxima próximo ao ponto de carga zero, quando existe equilíbrio entre cargas negativas e positivas e a repulsão entre cargas é mínima.

A segunda afirmativa está correta, pois os cátions divalentes são floculantes em comparação aos monovalentes, que são dispersantes.

A terceira afirmativa está errada, pois os latossolos têm forte tendência à floculação devido à mineralogia rica em óxidos de Fe e Al.

A quarta afirmativa está correta, pois a redução do pH diminui a quantidade de cargas negativas dependentes de pH, reduzindo a repulsão entre os colóides e favorecendo a floculação.

A alternativa E está errada, pois os solos mais jovens têm argilas de atividade mais alta que favorecem a dispersão.

Gabarito: alternativa E.

---

22. (FUNCAB - Prefeitura de Vassouras, RJ - 2013) Entre as principais características físicas dos solos, existe uma que descreve a manifestação das forças de coesão e aderência no solo que são variáveis de acordo com o conteúdo de umidade, no que diz respeito às atrações entre as partículas do solo postas em manifestação tão logo a massa do solo molhada, úmida ou seca é exposta aos efeitos de deformação, separação ou ruptura. Esta característica física do solo é denominada:

(A) porosidade.

(B) consistência.

(C) permeabilidade.

(D) estrutura.

(E) textura.

Comentário: a alternativa A está errada, pois a porosidade caracteriza a proporção do volume de solo que não é ocupado por sólidos, isto é, a quantidade de espaços vazios no solo.

A alternativa B está correta, pois a consistência do solo corresponde à manifestação das forças de coesão na massa de solo.

A alternativa C está errada, pois a permeabilidade é uma medida da quantidade de água que é capaz de percolar por uma coluna de solo ao longo do tempo.

A alternativa D está errada, pois a estrutura do solo refere-se ao arranjo tridimensional das partículas minerais e orgânicas do solo e dos espaços vazios entre elas.

A alternativa E está errada, pois a textura do solo indica a distribuição granulométrica das partículas minerais da terra fina.

Gabarito: alternativa B.

5.3 - MATÉRIA ORGÂNICA E ORGANISMOS DO SOLO

23. (NC-UFPR - Itaipu Binacional - 2019) A matéria orgânica do solo interage com as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo – por exemplo, modifica os ciclos biogeoquímicos dos nutrientes, interfere e favorece a formação de agregados do solo e aumenta a capacidade de retenção de água, entre outros efeitos. O estudo da matéria orgânica é bastante complicado, porque ela está armazenada em diferentes compartimentos. Sobre os compartimentos da matéria orgânica do solo, é correto afirmar:

(A) Cerca de 4% da matéria orgânica do solo estão associados à fração pesada (areia, silte e argila) do solo.

(B) A mineralização da matéria orgânica do solo inicia sempre que as relações C/N, C/P e C/S forem 100, 200 e 300, respectivamente.

(C) Mais de 80% do C orgânico do solo estão associados à matéria orgânica viva.

(D) O teor de P nas substâncias húmicas varia de 70 a 100% da fração.

(E) 95% do nitrogênio do solo estão associados à matéria orgânica do solo.

Comentário: A alternativa A está errada, pois a maior parte do húmus, o maior compartimento da matéria orgânica do solo, encontra-se intimamente ligada à fração mineral.

A alternativa B está errada, pois a mineralização da matéria orgânica inicia-se a partir de relação C/N de 30:1. Acima disso, a tendência é de imobilização.

A alternativa C está errada, pois a matéria orgânica viva é a menor fração da matéria orgânica do solo.

A alternativa D está errada, pois os teores de P são baixos nas substâncias húmicas, enquanto o C corresponde a cerca de 50%.

A alternativa E está correta, pois a maior parte do N do solo encontra-se associado à fração orgânica.

Gabarito: alternativa E.

---

24. (IF-RS - IF-RS - 2016) Analise as questões abaixo, identificando com ""V"" as VERDADEIRAS e com ""F"" as FALSAS, assinalando a seguir a alternativa CORRETA, na sequência de cima para baixo:

( ) A maior parte da matéria orgânica do solo é composta de frações de fácil decomposição.

( ) A maior parte do nitrogênio do solo encontra-se na forma orgânica, normalmente como proteínas, peptídeos, quitina, ácidos nucleicos e outros.

( ) Cerca de 2% a 5% do reservatório de nitrogênio orgânico total do solo é mineralizado a cada ano.

( ) O fertilizante ureia possui uma garantia mínima de 44% de nitrogênio.

( ) A adubação parcelada com ureia deve ser evitada sempre que possível, utilizando-se sua totalidade recomendada na adubação de base.

(A) F – F – F – V – F.

(B) F – V – F – V – F.

(C) V – F – V – V – V.

(D) V – V – V – F – F.

(E) F – V – V – V – F.

Comentário: a primeira afirmativa está errada, pois a maior parte da matéria orgânica do solo é composta por moléculas estabilizadas do húmus.

A segunda afirmativa está correta, pois a maior parte do N encontra-se como macromoléculas orgânicas.

A terceira afirmativa está correta, pois as taxas de mineralização anual de N observadas são de 2 a 5%.

A quarta afirmativa está correta, pois a garantia mínima do teor de N é de cerca de 45%.

A quinta afirmativa está errada, pois o parcelamento da adubação nitrogenada aumenta a sua eficiência, principalmente para a aplicação de doses mais elevadas.

Gabarito: alternativa E.

---

25. (IBFC - IDAM - 2019) Analise as seguintes afirmativas sobre a matéria orgânica nos solos e atribua valores de Verdadeiro (V) ou Falso (F).

( ) Em comparação à fase mineral, a matéria orgânica é um componente do solo que está presente em menor quantidade. Tirando algumas exceções em casos de alguns solos em condições ambientais específicas, em geral, cerca de 1 a 5% do solo é composto pelas frações orgânicas.

( ) Entre os principais benefícios da matéria orgânica no solo podem ser citados: aumento da capacidade de retenção de água e melhorias na estrutura do solo e sua estabilidade, tal como porosidade, retenção e disponibilidade de micro e macronutrientes.

( ) O teor de MO no solo está intimamente relacionado com a capacidade de troca de cátions (CTC) neste.

Assinale a alternativa que apresenta a sequência correta de cima para baixo.

a) V, V, V

b) F, V, V

c) F, V, F

d) V, V, F

Comentário: a primeira afirmativa está correta, pois a maioria dos solos apresenta de 1 a 5% de matéria orgânica.

A segunda afirmativa está correta, pois esses são benefícios da matéria orgânica do solo.

A terceira afirmativa está correta, pois os grupamento carboxílicos e fenólicos geram cargas dependentes de pH, que contribuem enormemente para a CTC dos solos tropicais.

Gabarito: alternativa A.

---

26. (VUNESP - Prefeitura de Buritizal, SP - 2018) A adição de matéria orgânica no solo em níveis adequados possibilita

(A) melhorar as condições químicas do solo e eliminar a necessidade de adubação mineral.

(B) reduzir a infiltração de água e aumentar a compactação do solo.

(C) aumentar a CTC e melhorar o fornecimento de nutrientes para as plantas.

(D) dispensar analises constantes do solo, pois a sua presença reduz a acidez deste.

(E) melhorar o preparo do solo e aumentar a quantidade de argilas solúveis.

Comentário: A alternativa A está errada, pois o principal efeito da matéria orgânica é de condicionamento do solo, não de fornecimento de nutrientes.

A alternativa B está errada, pois a matéria orgânica favorece a qualidade física do solo, com aumento da porosidade, aumento da infiltração de água e redução da compactação.

A alternativa C está correta, pois a matéria orgânica do solo aumenta a CTC do solo e a disponibilidade de nutrientes.

A alternativa D está errada, pois a adição de matéria orgânica não dispensa a realização de análises de solo.

A alternativa E está errada, pois a matéria orgânica não aumenta a quantidade de argilas solúveis (não existe argila solúvel, as partículas de argila no máximo permanecem em suspensão).

Gabarito: alternativa C.

---

27. (VUNESP - Prefeitura de Buritizal, SP - 2018) A preservação da matéria orgânica se faz por meio da combinação de várias técnicas de manejo, tais como a adubação

(A) mineral, consorciação de culturas, eliminação dos restos culturais, limpeza e manejo do solo com maquinários.

(B) verde, cultivo contínuo de uma mesma cultura, remoção dos restos culturais e correção do pH do solo.

(C) orgânica, rotação de culturas, preparo do solo com maquinários, revolvimento do solo e adubação mineral.

(D) mineral, adubação verde, rotação de cultura, manejo adequado dos restos culturais, cultivo mínimo e/ou plantio direto e adubação orgânica.

(E) mineral, adubação verde, rotação de cultura, manejo adequado dos restos culturais, revolvimento contínuo do solo e adubação orgânica

Comentário: A alternativa A está errada, pois a eliminação de restos culturais não favorece a preservação da matéria orgânica.

A alternativa B está errada, pois a eliminação de restos culturais não favorece a preservação da matéria orgânica.

A alternativa C está errada, pois o preparo do solo e o seu revolvimento não contribuem para a preservação da matéria orgânica.

A alternativa D está correta, pois a adubação (química, verde e orgânica), a rotação de culturas e o manejo correto dos restos culturais aumentam o aporte de material orgânico ao solo, contribuindo para a manutenção e elevação dos teores de matéria orgânica.

A alternativa E está errada, pois o revolvimento do solo contribui para a redução dos teores de matéria orgânica.

Gabarito: alternativa D.

---

28. (FADESP - Prefeitura de Marabá, PA - 2019) O uso intensivo da mecanização agrícola mudou o padrão produtivo da agricultura e o rendimento do trabalho. No entanto, o mau manejo da mecanização poder acarretar compactação do solo, prejudicando as colheitas e danificando as propriedades desejáveis do solo. Do ponto de vista técnico, recomenda-se a prática da escarificação mecânica para reduzir a densidade do solo e melhorar a infiltração da água. No entanto, técnicas alternativas incorporam novos elementos para fugir do ciclo de problemas gerados pela mecanização. Uma técnica que se popularizou nas últimas décadas foi a descompactação biológica do solo. A correta definição dessa técnica é

(A) manejo do solo com rotação de culturas que tenham capacidade de fazer uma boa cobertura do solo, com sistema radicular profundo e vigoroso, capaz de se desenvolver em solos compactados, formando bioporos e melhorando as condições físicas destes solos.

(B) manejo de solo utilizando plantas com alta capacidade de sintetizar nitrogênio, com sistema radicular profundo e vigoroso, capaz de se desenvolver em solos compactados e melhorar as condições química destes solos.

(C) manejo de solos utilizando plantas de raízes profundas e vigorosas com capacidade de acumular matéria orgânica e melhorar a qualidade química do solo.

(D) manejo de solos utilizando plantas com alta capacidade de sintetizar fósforo, com sistema radicular forte e vigoroso e com capacidade de melhorar as condições químicas do solo.

Comentário: a "descompactação biológica" refere-se ao plantio de espécies vegetais cujo sistema radicular seja capaz de romper camadas compactadas, melhorando a qualidade física do solo.

Gabarito: alternativa A.

---

29. (Instituto Excelência - Prefeitura de Barra Velha, SC - 2019) O aprimoramento do solo é um investimento para ser ressarcido a médio ou longo prazo. Sendo assim, assinale a alternativa CORRETA que demonstra qual adubação é realizada através da incorporação de restos culturais ao solo e é um meio econômico e eficiente que o agricultor utiliza para elevar o teor de matéria orgânica. Esta adubação também é considerada um caso particular da incorporação de plantas herbáceas ao solo, favorecendo suas condições físicas, químicas e biológicas.

(A) Adubação corretiva.

(B) Adubação mineral.

(C) Adubação verde.

(D) Adubação de cobertura.

Comentário: a incorporação de restos culturais ao solo é uma prática da adubação verde.

Gabarito: alternativa C.

---

30. (COTEC - Prefeitura de Turmalina, MG - 2019) Assinale a alternativa CORRETA sobre os componentes, manejos e funções da matéria orgânica do solo:

(A) A serapilheira e as raízes vivas do solo não fazem parte da matéria orgânica do solo.

(B) É um componente do solo que possui frações com diferentes graus de velocidade de decomposição, ou seja, estruturas mais ou menos estáveis, de acordo com a origem.

(C) A CTC não é influenciada pela quantidade de matéria orgânica no solo.

(D) O sistema de plantio direto, normalmente, possui maiores riscos de erosão e perda do solo que sistemas convencionais de cultivo; principalmente, em função da estabilidade dos agregados e estruturação do solo.

Comentário: A alternativa A está errada, pois apesar da serrapilheira ainda não ter sido incorporada ao solo, as raízes fazem parte da matéria orgânica viva, juntamente com os organismos do solo.

A alternativa B está correta, pois a matéria orgânica apresenta uma diversidade imensa de componentes, com velocidades de decomposição que variam de acordo com a sua composição química e grau de associação com a fração mineral.

A alternativa C está errada, pois a matéria orgânica é uma dos principais geradores de cargas no solo.

A alternativa D está errada, pois o plantio direto apresenta menor risco de erosão.

Gabarito: alternativa B.

---

31. (IF-TO - IF-TO - 2018) Com relação aos fatores físicos, químicos e biológicos do solo, julgue os itens a seguir:

I. A fixação biológica de nitrogênio (FBN) consiste na conversão do nitrogênio atmosférico para formas assimiláveis pelas plantas. Neste processo, o sistema fixador de nitrogênio de maior interesse agrícola é o sistema simbiótico constituído pela associação radicular entre bactérias dos gêneros *Rhizopus*, *Azospirillum* e plantas da família das leguminosas.

II. A disponibilidade de nutrientes no solo é diretamente afetada pelos valores de pH da solução do solo. Solos ácidos apresentam baixa disponibilidade de N, P, K e Zn.

III. Em solos ácidos as plantas absorvem melhor os nutrientes Fe, Cu e Mo.

IV. Uma das formas de absorção de nutrientes pelas plantas é através do processo chamado intercepção radicular. No entanto, a contribuição deste processo é pequena, sendo que a quantidade é proporcional à relação existente entre a superfície das raízes e das partículas de solo.

V. Em solos alcalinos há maior disponibilidade de fósforo em função da formação de compostos mais solúveis, de fácil assimilação pelas plantas.

Com base nessas afirmações, marque a alternativa correta.

(A) Os itens II e III estão corretos.

(B) Os itens I, II, III e V estão corretos.

(C) Somente o item II está correto.

(D) Somente o item IV está correto.

(E) Todos os itens estão corretos

Comentário: a afirmativa I está errada, pois os principais gêneros de bactérias fixadoras de N que realizam simbiose com leguminosas são *Rhizobium*, *Bradyrhizobium*, *Azorhizobium*

A afirmativa II está errada, pois a disponibilidade de Zn é favorecida pelo pH ácido.

A afirmativa III está errada, pois em solos ácidos a disponibilidade de Mo é reduzida pela adsorção aos minerais da fração argila de modo semelhante ao que ocorre para o P.

A afirmativa IV está correta, esse processo tem menor importância para a absorção de nutrientes devido à pequena área superficial das raízes em relação à área superficial das partículas do solo.

A afirmativa V está errada, pois a disponibilidade de P também diminui em condições alcalinas pela precipitação de fosfatos de Ca.

Gabarito: alternativa D.

---

32. (NUCEPE - PC-PI - 2018) Nos solos existem diversos microrganismos que participam da ciclagem de nutrientes inclusive na forma de simbiontes com as raízes das plantas. Com relação a microbiota do solo estão corretas as seguintes afirmativas à EXCEÇÃO de:

(A) Associações mutualísticas dos tipos endomicorriza e ectomicorrizas são associadas às bactérias e raízes.

(B) São bactérias endossimbiontes que associam-se produzindo nódulos nas raízes de plantas da família Fabaceae os gêneros *Rhizobium*, *Bradyrhizobium*.

(C) *Nitrosomonas* são bactérias quimioautotróficas que oxidam amônia a nitrito.

(D) Bactérias do gênero *Azospirillum* que fixam nitrogênio em associação com gramíneas.

(E) *Azotobacter* são bactéria de vida livre que atuam capturando nitrogênio atmosférico e disponibilizando íons de amônio NH 4+ para as plantas.

Comentário: A alternativa A está errada, pois as micorrizas são associações entre raízes e fungos.

A alternativa B está correta, pois *Rhizobium* e *Bradyrhizobium* são gêneros de bactérias fixadores de N nodulíferas que realizam simbiose com leguminosas.

A alternativa C está correta, pois as bactérias do gênero *Nitrosomonas* utilizam a energia proveniente da conversão de amônia a nitrito para seu metabolismo.

A alternativa D está correta, sendo que bactérias desse gênero são inclusive inoculadas em cana-de-açúcar, por exemplo.

A alternativa E está correta, *Azotobacter* é um gênero de bactérias diazotróficas de vida livre.

Gabarito: alternativa A.

---

33. (UERR - CODESAIMA - 2017) Sabendo da importância dos organismos que habitam o solo para a manutenção da vida do homem no planeta, assinale a alternativa incorreta.

(A) Os organismos do solo são responsáveis por diversas funções no solo, como decomposição de material orgânico e ciclagem de nutrientes.

(B) Os exopolissacarídeos produzidos pelas bactérias, juntamente com hifas dos fungos, influenciam positivamente na formação de agregados do solo.

(C) Bactérias do gênero *Bradyrhizobium* (grupo rizóbio) estabelecem uma simbiose com a planta que culmina na formação de estruturas modificadas, chamadas nódulos, nas raízes das plantas, nos quais ocorre o processo de fixação biológica nitrogênio.

(D) Fungos micorrízicos arbusculares são organismos simbiotróficos obrigatórios que auxiliam a planta na aquisição de elementos de alta mobilidade no solo, como o fósforo.

(E) A biodiversidade é o maior indicador de qualidade do solo, pois garante que determinado processo que ocorre no solo seja mediado por várias espécies, isso é chamado de redundância funcional.

Comentário: A alternativa A está correta, pois a decomposição da matéria orgânica e a liberação dos nutrientes são processos realizados por microrganismos.

A alternativa B está correta, pois os exopolissacarídeos atuam como uma cola entre os agregados, cuja estabilidade também é favorecida pelas hifas dos fungos.

A alternativa C está correta, pois os rizóbios realizam a fixação de N em estruturas radicular especializadas que são os nódulos.

A alternativa D está errada, pois o P é um elemento de baixíssima mobilidade no solo.

A alternativa E está correta, pois a redundância funcional dada pela biodiversidade garante que os processos essenciais mediados por organismos permaneçam acontecendo mesmo diante de mudanças ou perturbações ambientais.

Gabarito: alternativa D.

---

34. (FCM - IF Farroupilha-RS - 2016) Várias mudanças químicas ocorrem na rizosfera em virtude da interação entre as raízes e o solo, EXCETO:

(A) Reações de oxirredução.

(B) Concentração de nutrientes.

(C) Toxicidade causada pelo alumínio.

(D) Liberação de compostos orgânicos.

(E) Fitorremediação de metais pesados.

Comentário: A alternativa A está correta, pois ocorrem reações de troca de elétrons na rizosfera (respiração, fixação de N, nitrificação).

A alternativa B está correta, pois ocorre acúmulo de nutrientes na biomassa microbiana.

A alternativa C está errada, pois a exsudação de ácidos orgânicos na rizosfera reduz a atividade do Al em solução, diminuindo sua toxicidade.

A alternativa D está correta, pois a liberação de exsudatos pelas raízes garante um aporte contínuo de C de elevada labilidade.

A alternativa E está correta, pois a exsudação de ácidos orgânicos leva à complexação de metais pesados, que se ligam fortemente às moléculas orgânicas e se tornam menos disponíveis.

Gabarito: alternativa C.

---

35. (FUNRIO - IF-PA - 2016) O que são micorrizas?

(A) Micorrizas são associações simbióticas entre bactérias e raízes que vão auxiliar as raízes da planta na função de absorção de água e sais minerais.

(B) Micorrizas são associações simbióticas entre protozoários e raízes que vão auxiliar as raízes da planta na função de absorção de água e sais minerais.

(C) Micorrizas são associações simbióticas entre vírus e raízes que vão auxiliar as raízes na função de absorção de água e sais minerais.

(D) Micorrizas são associações simbióticas entre fungos e raízes que vão auxiliar as raízes da planta na função de absorção de água e sais minerais.

(E) Micorrizas são associações simbióticas entre algas e raízes que vão auxiliar as raízes da planta na função de absorção de água e sais minerais.

Comentário: micorrizas são associações simbióticas mutualísticas entre fungos e raízes.

Gabarito: alternativa D.

---

36. (IMA - Prefeitura de Fortaleza dos Nogueiras, MA - 2019) Sobre a importância das micorrizas no equilíbrio nutricional das plantas, assinale a opção FALSA.

(A) A importância da micorrizas para as plantas advém da sua ampla distribuição, pois 83% das dicotiledôneas, 79% das monocotiledôneas e 100% das gimnospermas possui pelo menos uma micorriza.

(B) A micorriza vesicular arbuscular (MVA) é a que predomina nas plantas tropicais. A sua importância diminui nos solos pobres da Amazônia e Cerrado, onde o nível de fósforo e micronutrientes são encontrados em abundância.

(C) Nos solos tropicais úmidos, o crescimento das plantas originárias deste ecossistema é praticamente dependente das micorrizas para crescerem nas condições naturais, sem adubos solúveis.

(D) A eficiência da micorriza vesicular arbuscular (MVA) depende da espécie, planta e ambiente.

Comentário: A alternativa A está correta, pois a ocorrência de micorrizas é generalizada nas plantas.

A alternativa B está errada, pois a importância das micorrizas aumenta em solos de baixa fertilidade, principalmente naqueles pobres em P.

A alternativa C está correta, pois as plantas nativas de solos de baixa fertilidade natural são especialmente dependentes de micorrizas.

A alternativa D está correta, pois hospedeiro, simbionte e ambiente estão em íntima interação.

Gabarito: alternativa B.

5.3 - MANEJO E CONSERVAÇÃO

37. (SEGPLAN-GO - SEGPLAN-GO - 2016) Com relação ao solo e os seus fatores de formação, assinale a opção FALSA:

(A) As partículas primárias do solo (argila, silte e areia) geralmente se encontram agrupadas, formando partículas maiores (agregados), dando ao solo a sua estrutura. As partículas do solo areia, silte e argila, apresentam características diferenciadas, tanto do ponto de vista físico e químico, como mineralógico, influenciando em grande parte os processos que governam a dinâmica do solo.

(B) O intemperismo é o conjunto de modificação de ordem física (desagregação) e química (decomposição) que as rochas sofrem ao aflorar na superfície da Terra. Os fatores que controlam a ação do intemperismo são o clima, relevo, fauna e a flora, a rocha parental, e o tempo de exposição aos agentes intempéricos.

(C) Na formação dos solos ocorrem reações físicas, químicas e biológicas que determinam diferentes horizontes, com características peculiares. Os solos com horizonte B latossólico são solos pouco desenvolvidos, profundos, bastante intemperizado, com muita diferenciação entre horizontes.

(D) São reconhecidos cinco fatores que influenciam na formação do solo: material de origem ou rocha parental (M); tempo ou idade (I); clima (C); relevo (R); e organismos vivos (O). A atuação desses últimos quatro fatores em diferente intensidades sobre o material de origem (M), podem resultar diferentes tipos de solo.

(E) A erosão hídrica, propriamente dita pode ser dividida nas seguintes fases: desagregação, transporte e deposição. A desagregação é primeira fase do processo erosivo, com o desprendimento das partículas. Depois ocorre o transporte que é a transferência das partículas de solo de um local para outro. E por último a deposição desse material desagregado.

Comentário: A afirmativa A está correta, pois as partículas de argila, silte e areia agrupam-se em unidades estruturais, os agregados, que caracterizam a estrutura do solo.

A afirmativa B está correta, pois o intemperismo corresponde ao conjunto de processos que leva à desagregação e decomposição das rochas expostas à superfície.

A afirmativa C está errada, pois os solos com horizonte B latossólico são bastante desenvolvidos, profundos, marcados pelo intemperismo intenso e com pouca diferenciação entre os horizontes (perfil homogêneo).

A afirmativa D está correta, pois os diferentes solos são formados a partir da ação do clima e dos organismos sobre o material de origem em determinada condição de relevo e por um período de tempo.

A afirmativa E está correta, pois o processo de erosão hídrica é dividido nas fases de desprendimento, transporte das partículas e sua deposição.

Gabarito: alternativa C.

---

38. (SEGPLAN-GO - SEGPLAN-GO - 2016) Com relação às práticas conservacionistas e fatores de formação do solo é CORRETO afirmar:

I. A matéria orgânica é fonte dos elementos N, S, P às plantas. E seu conteúdo na maioria dos solos, varia entre 1 a 10%. A matéria orgânica (MO) do solo é a parte da fração sólida constituída de compostos orgânicos de origem animal e vegetal, em seus diferentes estágios de transformação. O estágio mais avançado de transformação é denominado de húmus.

II. Para conservar a natureza, particularmente o solo e a água, é necessário o envolvimento coordenado e integrado de todos os fatores. E a bacia de drenagem devido a sua interdependência dos atributos abióticos e bióticos no seu interior, localiza de forma natural o problema de conservação. Por isso a pequena bacia de drenagem deve corresponder a unidade fundamental de trabalho na conservação do solo e água.

III. Na conservação do solo são usadas várias práticas edáficas e vegetativas, porém nem sempre são suficientes para evitar a erosão. Por isso é necessário a adoção de procedimentos complementares para reduzir a velocidade de escoamento superficial e consequentemente a capacidade de transporte de sedimentos. São exemplos: barreiras mecânicas, terraços, canais escoadouros, bacias de captação de águas pluviais e barragens, dentre outras.

IV. A equação universal de perda de solo (USLE), é utilizada para estimar a erosão entre sulcos e no sulco. Dentre suas variáveis estão a erodibilidade da chuva (R) e a erosividade do solo (K). A erodibilidade da chuva (R) é representada por um índice numérico que expressa a capacidade, esperada em dada localidade de causar erosão, em dada área sem proteção. A erosividade do solo (K) é a resistência do solo a erosão hídrica, sendo dependente de outros fatores.

(A) I e II

(B) I, II e IV

(C) III e IV

(D) I, II e III

(E) I, III e IV

Comentário: A afirmativa I está correta, pois a matéria orgânica do solo é um dos constituintes da sua fase sólida. Seu teor na maioria dos solos brasileiros dificilmente ultrapassa 5%. Além de fonte de nutrientes, a matéria orgânica também contribui para a agregação do solo, principalmente sua porção mais estabilizada, o húmus.

A afirmativa II está correta, pois a bacia hidrográfica é a menor unidade do ciclo hidrológico, devendo por isso ser utilizada para orientar os trabalhos de conservação do solo.

A afirmativa III está correta, pois as práticas edáficas e vegetativas de conservação do solo podem não ser suficientes para protegê-lo contra a erosão, suscitando o emprego das práticas mecânicas de conservação, como o terraceamento, os canais escoadouros e as bacias de captação.

A afirmativa IV está errada, pois os fatores da USLE são a erodibilidade do solo (K) e a erosividade da chuva (R).

Gabarito: alternativa D.

---

39. (CESPE - Polícia Científica-PE - 2016) A respeito de processos erosivos e da formação de solos, assinale a opção correta.

(A) Nos solos de relevos pouco inclinados, há grande perda de materiais por erosão, por isso eles são mais rasos que os de terrenos com inclinação elevada.

(B) A erosão geológica, que ocorre em solos onde não tenha havido interferência humana, é considerada um problema, pois influencia na modificação severa das paisagens naturais.

(C) O plantio direto é considerado uma forma errônea de controle de erosão, pois o preparo do solo mediante o emprego de arado e grade promove intenso revolvimento do solo, tornando-o mais suscetível ao transporte por enxurradas.

(D) A vulnerabilidade de um solo à erosão depende das características físicas desse solo e da forma como é realizado seu manejo.

(E) Os processos erosivos podem ocorrer na superfície terrestre, desde que existam solos e agentes transportadores.

Comentário: A alternativa A está errada, pois os solos de relevos mais planos são mais profundos e desenvolvidos do que aqueles de locais mais declivosos, onde a remoção contínua do solo pela erosão impede o seu aprofundamento e desenvolvimento.

A alternativa B está errada, pois a erosão geológica é um processo natural, responsável por esculpir as formas de relevo que hoje se encontram expostas na superfície do planeta.

A alternativa C está errada, pois o plantio direto é uma excelente forma de controle da erosão, já que se baseia no não revolvimento do solo e na manutenção da sua superfície permanentemente coberta por plantas ou palhada.

A alternativa D está correta, pois as características físicas do solo e o manejo a ele imposto afetam grandemente a sua vulnerabilidade à erosão.

A alternativa E está correta, pois os processos erosivos se estabelecem desde que haja material apto a ser transportado e agentes transportadores para fazê-lo.

Gabarito: questão anulada.

---

40. (CEC - Prefeitura de Piraquara, PR - 2014) Fazem parte dos objetivos fundamentais da conservação de solos, EXCETO:

(A) Instaurar um processo de progressiva restauração da biodiversidade (vegetal e animal).

(B) Melhorar as condições de desenvolvimento vegetal.

(C) Reduzir a exposição do solo às intempéries climáticas.

(D) Preservar os recursos hídricos.

(E) Diminuir a infiltração de água no solo.

Comentário: A afirmativa A está correta, pois o manejo conservacionista do solo respeita as limitações existentes em cada área, recomendando a manutenção de determinados locais muito sensíveis à erosão como reservas para a fauna e flora, além de respeitar também as exigência legais quanto à manutenção de áreas de vegetação nativa.

A afirmativa B está correta, pois as práticas conservacionistas, ao reduzirem as perdas de solo por erosão, também reduzem as perdas de água e nutrientes, favorecendo o desenvolvimento das lavouras.

A afirmativa C está correta, pois a conservação do solo visa principalmente à proteção do mesmo contra os efeitos adversos da chuva, do escoamento superficial e do vento.

A afirmativa D está correta, pois o controle da erosão hídrica propicia preservação dos recursos hídricos.

A afirmativa E está errada, pois o aumento da infiltração de água é extremamente para a conservação do solo, já que reduz a parcela da precipitação que se torne escoamento superficial.

Gabarito: alternativa E.

---

41. (NC-UFPR - Itaipu Binacional - 2019) No caso de áreas agricultáveis, o processo de formação de ravinas e voçorocas pode acarretar grande perda de solo fértil e de área útil. O cadastramento de feições erosivas e previsão de processos erosivos podem contribuir para encontrar sistemas que possam influenciar a retomada do processo de erosão após a recuperação da área. Por outro lado, essas atividades também podem servir para a construção de estruturas que previnem o reaparecimento do processo erosivo. São mecanismos de formação de feições erosivas e responsáveis pela erosão por ravinas e voçorocas, EXCETO:

(A) deslocamento de partículas por impacto de gotas de chuva.

(B) consolidação e concreção de materiais do solo.

(C) transporte de partículas de solo pelo escoamento superficial difuso.

(D) transporte de partículas por fluxos concentrados de água.

(E) solapamento das bases dos taludes.

Comentário: A afirmativa A está correta, pois o desprendimento das partículas pelo impacto das gotas de chuva é a primeira etapa do processo erosivo.

A afirmativa B está errada, pois a consolidação do solo e a presença de concreções não são feições produzidas pelo processo erosivo.

A afirmativa C está correta, pois o processo erosivo ocasiona o transporte de partículas em suspensão no escoamento superficial.

A afirmativa D está correta, pois o processo erosivo ocasiona o transporte de partículas em suspensão no escoamento superficial.

A afirmativa E está correta, pois a concentração do fluxo ao longo das encostas pode levar à escavação de sulcos profundos na base das mesmas.

Gabarito: alternativa B.

---

42. (CETREDE - Ematerce - 2018) A erosão hídrica é um dos fatores que mais afetam a produtividade de solos agrícolas, sendo expressiva durante as enxurradas, as quais são comuns na Região Nordeste do Brasil. Em relação a esse tema, é INCORRETO afirmar:

(A) A erosividade da enxurrada depende da sua velocidade, turbulência, e quantidade e tipo do material abrasivo que carrega.

(B) A erosão laminar é a menos perceptível.

(C) As voçorocas são ocasionadas por grande concentração de enxurradas que passam no mesmo sulco, ano após ano, removendo grandes massas de solo.

(D) O impacto de gota de chuva tem pouca importância no processo de erosão.

(E) A erosão por sulcos é ocasionada por chuvas de grande intensidade, especialmente em áreas com elevada declividade e em grandes lançantes.

Comentário: A afirmativa A está correta, pois a capacidade do escoamento superficial de provocar erosão depende, além das características do solo, da sua energia cinética (que afeta a tensão cisalhante aplicada), da turbulência do fluxo (que aumenta a capacidade de transporte de sedimentos em suspensão) e da carga de sedimentos transportados.

A afirmativa B está correta, pois a erosão laminar, ao remover camadas delgadas e uniformes de solo, é menos perceptível que a erosão em sulcos ou voçorocas.

A afirmativa C está correta, pois as voçorocas são formadas ao longo dos anos pela manutenção de fluxos concentrados em um mesmo local.

A afirmativa D está errada, pois o despendimento de partículas pelo impacto das gotas de chuva é a primeira etapa do processo erosivo.

A afirmativa E está correta, pois a erosão em sulcos é decorrente da ação concentrada do escoamento superficial, que é tão mais severa quanto mais intensa a precipitação e quanto maiores a declividade e o comprimento de rampa.

Gabarito: alternativa D.

---

43. (CETREDE - Prefeitura de Acaraú, CE - 2019) Várias são as práticas conservacionistas que podem ser adotadas em uma bacia hidrográfica, visando reduzir a erosão e, consequentemente, aumentar a quantidade e a qualidade da água disponível nessa região. Essas práticas se dividem em edáficas, vegetativas e mecânicas, conforme modificações utilizadas nos sistemas. Numere a coluna B pela coluna A, observando as práticas conservacionistas.

COLUNA A	COLUNA B
I. Práticas de caráter edáfico.	( ) Terraços.
II. Práticas de caráter vegetativo.	( ) Florestamento e reflorestamento.
III. Práticas de caráter mecânico.	( ) Adubação verde, química e orgânica.
	( ) Canais escoadouros.
	( ) Utilização das “plantas de cobertura”.
	( ) Controle das queimadas.

Marque a opção que apresenta a sequência CORRETA.

(A) I – II – III – I – II – III.

(B) III – I – III – II – II – I.

(C) II – II – I – I – III – III

(D) III – II – II – I – III – I.

(E) III – II – I – III – II – I.

Comentário: Os terraços e os canais escoadouros constituem práticas mecânicas de controle da erosão, já que envolvem a construção de estruturas de terra para disciplinar o escoamento superficial. O florestamento e reflorestamento, assim como o uso de plantas de cobertura, são práticas vegetativas de controle da erosão, já que empregam a vegetação. A adubação verde, química e orgânica e o controle de queimadas são práticas edáficas de controle da erosão, já que propõem mudanças no sistema de cultivo.

Gabarito: alternativa E.

---

44. (NC-UFPR - Itaipu Binacional - 2019) Na equação universal de perdas de solo (USLE), que estima a erosão entressulcos e no sulco, em virtude dos fatores que representam o clima, o solo, a topografia e o uso e manejo do solo, o termo erodibilidade (K) representa:

(A) a perda média anual de solo.

(B) o índice numérico calculado a partir de registros pluviográficos.

(C) a expressão da resistência do solo à erosão hídrica.

(D) a declividade do terreno.

(E) o fator de práticas conservacionistas do solo.

Comentário: A alternativa A está errada, pois a perda média anual de solo é a variável resposta da USLE, indicada pela letra A.

A alternativa B está errada, pois o índice numérico EI30, calculado a partir dos dados pluviográficos, é empregado na USLE para caracterizar a erosividade da chuva (R).

A alternativa C está correta, pois a erodibilidade do solo expressa a sua resistência à erosão.

A alternativa D está errada, pois a declividade é representada pelo fator S, que é um dos índices que caracteriza a topografia da encosta.

A alternativa E está errada, pois o fator P representa a redução nas perdas de solo pela adoção de práticas conservacionistas.

Gabarito: alternativa C.

---

45. (NC-UFPR - Prefeitura de Curitiba, PR - 2019) O manejo dos sistemas agrícolas que visem ao controle dos processos erosivos está associado à necessidade de se medir ou estimar a magnitude das taxas de perdas de solo e de deposição sedimentar do material erodido. Nessa quantificação, deve-se contemplar todas as variáveis que dirigem os processos erosivos, em especial a hidrologia, a pedologia e a meteorologia, que levam à necessidade de identificação da erodibilidade do solo, a erosividade da chuva e da enxurrada, o grau de proteção da cobertura vegetal e a conformação do terreno. Com relação ao assunto, identifique como verdadeiras (V) ou falsas (F) as seguintes afirmativas:

( ) A complexidade do processo erosivo pode ser constatada pelas enormes diferenças e pela independência de escalas que se verifica entre os eventos meteorológicos/hidrológicos e os processos sedimentares resultantes.

( ) A quantificação dos fatores envolvidos nos processos erosivos, como desprendimento e transporte do material erodido, é dada por equações não empíricas, uma vez que seus componentes são determinados por deduções teóricas sem correspondência com dados obtidos experimentalmente.

( ) Como todos os modelos de predição de perdas de solo por erosão se baseiam nos mesmos elementos naturais, existe boa adaptabilidade e aplicação desses modelos a condições edafoclimáticas dos locais onde foram desenvolvidos.

Assinale a alternativa que representa a sequência correta, de cima para baixo.

(A) F – F – V.

(B) F – V – F.

(C) V – V – V.

(D) V – F – F.

(E) V – F – V.

Comentário: A primeira afirmativa está correta, apesar de intuitivamente parecer errada já que os eventos meteorológicos (chuva) e hidrológicos (escoamento superficial) têm relação direta com o processo erosivo. Contudo, a afirmativa menciona processos sedimentares, que operam na escala de tempo geológico e por isso independem dos eventos meteorológicos e hidrológicos pontualmente.

A segunda afirmativa está errada, pois os modelos de predição da erosão como a USLE se baseiam em equações empíricas, com fatores obtidos a partir de observações experimentais em parcelas de solo.

A segunda afirmativa está errada, pois os modelos para predição das perdas de solos como a USLE se baseiam na determinação de diversos parâmetros empíricos em condições experimentais de campo, o que não garante que os parâmetros determinados sejam válidos para condições distintas daquelas para as quais foram determinados.

Gabarito: alternativa D.

---

46. (QUADRIX - Prefeitura de Cristalina, GO - 2019) Assinale a alternativa que apresenta a correta denominação do sistema de produção que tem por fundamentos três princípios básicos de manejo do solo: o não revolvimento; a cobertura permanente; e a rotação de culturas.

(A) plantio convencional

(B) adubação nitrogenada

(C) plantio direto

(D) adubação verde

(E) hidroponia

Comentário: O sistema de produção baseado no não revolvimento do solo, cobertura permanente do mesmo e rotação de culturas é o plantio direto.

Gabarito: alternativa C.

---

47. (UNESC - Flama, SC - 2019) Essa prática de cultivo se iniciou na década de 70, no Estado do Paraná, com as culturas de trigo e soja. Atualmente, existem cerca de 7 milhões de hectares com essa técnica em todo o Brasil, nas mais diversas regiões, tipos de solo, topografia, culturas e, inclusive, pastagens. Estamos falando de:

(A) Agricultura orgânica

(B) Permacultura

(C) Consorciação

(D) Plantio direto

Comentário: O sistema de cultivo que foi implantado na década de 1970 no PR e que hoje se encontra disseminada no país é o plantio direto.

Gabarito: alternativa D.

---

48. (CETREDE - Prefeitura de Juazeiro do Norte, CE - 2019) Sobre o sistema de plantio direto, é CORRETO afirmar.

(A) Erosão do solo: nesse aspecto o sistema de semeadura sem preparo, ou plantio direto, é o que confere ao solo mínima proteção contra erosão, pois há mobilização apenas na linha de semeadura e os restos da cultura anterior são mantidos na superfície, desprotegendo-o contra os impactos diretos das gotas de água das chuvas e permitindo menor infiltração de água no solo.

(B) A palha no plantio direto aumenta o impacto da chuva, não protegendo o solo contra a compactação e desagregação.

(C) O plantio direto contribui para redução da erosão e melhoria da estrutura dos solos.

(D) A cobertura morta reduz a matéria orgânica no perfil do solo, piorando a CTC e a estrutura física do solo.

(E) Plantio direto e o preparo reduzido do solo, por manterem os restos vegetais na superfície ou parcialmente incorporados, podem levar a acréscimos de matéria orgânica nas camadas do solo, aumentando as perdas por lixiviação de compostos orgânicos.

Comentário: A alternativa A está errada, pois o sistema de plantio direto oferece grande proteção ao mesmo, já que a maioria da área permanece coberta pela palhada e o revolvimento do solo se restringe ao local de ação do mecanismo de corte e abertura do sulco da semeadora.

A alternativa B está errada, pois a palhada sobre a superfície do solo oferece excelente proteção contra o impacto das gotas de chuva e atenua de certa forma as pressões aplicadas pelo maquinário.

A alternativa C está correta, pois a permanente cobertura do solo reduz as perdas por erosão, enquanto o aporte de matéria orgânica contínuo favorece a estruturação do solo.

A alternativa D está errada, pois o aporte de matéria orgânica na forma de palhada aumenta os teores de matéria orgânica no solo, aumentando a CTC e melhorando a qualidade física do mesmo.

A alternativa E está errada, pois o plantio direto contribui para redução das perdas por lixiviação, já que promove aumento da CTC do solo pelo aumento dos teores de matéria orgânica. Esse aumento, porém, restringe-se à superfície, não às demais camadas do solo.

Gabarito: alternativa C.

---

49. (FCM - IF-RJ - 2017) A microbacia é a unidade de planejamento para a conservação do solo. Sobre uma microbacia adequadamente planejada, é INCORRETO afirmar:

(A) Quebra ventos aumentam a umidade do ar.

(B) Máquinas agrícolas devem trabalhar em nível.

(C) Policultivo e rotação de culturas são indicados.

(D) Terraços são indispensáveis nos topos de morros.

(E) Culturas em faixa ou em contorno refreiam a erosão.

Comentário: A afirmativa A está correta, pois, ao reduzirem a incidência de vento, os quebra-ventos propiciam aumento da umidade do ar na área protegida.

A afirmativa B está correta, pois as operações de preparo e plantio devem ser realizadas sempre em nível.

A afirmativa C está correta, pois plantios diversificados e a rotação de culturas contribuem para manutenção da cobertura vegetal e redução da erosão.

A afirmativa D está errada, pois, quando necessário, o terraceamento deve ser feito em toda a encosta, respeitando o espaçamento determinado e partindo da cota mais alta para sua locação.

A afirmativa E está correta, pois as culturas em faixa e os cordões vegetados contribuem para interceptar o escoamento superficial.

Gabarito: alternativa D.

---

50. (FUMARC - Prefeitura de Belo Horizonte, MG - 2014) Entre as medidas e práticas de recuperação de solos degradados para culturas permanentes, NÃO é correto afirmar que a tecnologia empregada não corresponde aos tipos e respectivos objetivos e recomendações em:

(A) O uso de carreadores pendentes desencontrados tem o intuito de diminuir o comprimento dos lançantes.

(B) O uso de cobertura morta com palhas, cascas e capins é indicado principalmente no período chuvoso.

(C) A subsolagem é indicada para reduzir ao máximo a desagregação do solo.

(D) O terraceamento é indicado para declives de 3,0 a 12,0%.

Comentário: A afirmativa A está correta, pois a disposição desencontrada dos carreadores que são orientados no sentido do declive favorece o controle da erosão por restringir o comprimento de rampa percorrido pelo escoamento superficial.

A afirmativa B está correta, pois a cobertura do solo é especialmente importante para a proteção do mesmo do impacto das gotas de chuva.

A afirmativa C está errada, pois a subsolagem é uma prática recomendada para rompimento de camadas compactadas e maiores profundidades.

A afirmativa D está correta, pois é indicado terraceamento para locais que apresentem declividades entre 3 e 12% (perceba que a leitura dessa forma faz com que a resposta esteja certa; se a leitura fosse feita no sentido de que apenas as áreas com declividade de 3 a 12% devem receber terraços, a alternativa estaria errada).

Gabarito: alternativa C.

---

51. (UERR - CODESAIMA - 2017) Dentre as práticas de manejo e conservação do solo e da água temos as práticas edáficas, vegetativas e mecânicas. Essas práticas visam proporcionar uma menor perda de solo e maior infiltração de água no solo. São consideradas práticas mecânicas:

(A) regeneração, bordaduras, palhada, adubos verdes.

(B) manta vegetal, queimadas, adubos verdes.

(C) terraços, canais divergentes, taludes, manta sintética.

(D) gabião, dissipadores, fertilização, taludes.

(E) microrganismos, cobertura morta, revegetação, palhada.

Comentário: A alternativa A está errada, pois as práticas enumeradas são vegetativas e edáficas.

A alternativa B está errada, pois o controle de queimadas e adubação verde são práticas edáficas.

A alternativa C está correta, pois além do terraceamento e dos canais escoadouros, a reconfiguração de taludes e o emprego de mantas sintéticas também são práticas mecânicas.

A alternativa D está errada, pois a fertilização é uma prática edáfica.

A alternativa E está errada, pois as práticas enumeradas são edáficas e vegetativas.

Gabarito: alternativa C.

---

52. (FCM - IF-RJ - 2017) O terraço construído pelos dois lados do terreno, levantando assim um camalhão mais alto, e que é bastante adequado à conservação da água, é o

(A) Nichols.

(B) Patamar.

(C) Diversão.

(D) Mangum.

(E) Base Larga.

Comentário: A alternativa A está errada, pois o terraço tipo Nichols é construído com movimentação de terra apenas de um lado (de cima para baixo).

A alternativa B está errada, pois o terraço tipo patamar é construído com grande mobilização de solo, originando uma estrutura semelhante a degrau na área.

A alternativa C está errada, pois os canais escoadouros divergentes não são um tipo de terraço.

A alternativa D está correta, pois o terraço tipo Manghum é construído com movimentação do solo tanto de cima para baixo quanto de baixo para cima.

A alternativa E está errada, pois o terraço de base larga não tem um camalhão alto, permitindo assim o livre trânsito do maquinário agrícola.

Gabarito: alternativa D.

---

53. (FAU - Prefeitura de Apucarana, PR - 2017) No cálculo do espaçamento entre terraços, a equação usada para determinar o espaçamento vertical entre terraços utiliza entre outros, o Índice Variável para cada tipo de solo (K). Para o grupo de solos com resistência a erosão alto (A), muito profundo > 2,0 m, permeabilidade rápida e textura média/média argilosa, o valor o valor de (k) deverá ser de:

(A) 0,50.

(B) 0,90.

(C) 0,75.

(D) 1,10.

(E) 1,25.

Comentário: Para solos com alta resistência à erosão, o fator *k* assume valor de 1,25.

Gabarito: alternativa E.

---

54. (AMEOSC - Prefeitura de São João do Oeste, SC - 2017) A erosão laminar origina-se da ação do fluxo d'água difuso que ao percorrer o seu caminho carregam pequenas partículas que foram colocadas em suspensão pela desagregação, com isso no solo pode ocorrer abaixamento da cota do terreno, a coloração do solo ficar mais clara e diminuição da produção das plantas cultivadas no local. São formas de conter a erosão laminar, exceto:

(A) Terraceamento.

(B) Curvas de nível.

(C) Barragens de estabilização intermediárias.

(D) Plantio alternado ou rotacional paralelos a curva de níveis.

Comentário: A afirmativa A está correta, pois o terraceamento é uma prática de controle da erosão.

A afirmativa B está correta, pois o plantio em nível é uma prática de controle da erosão.

A afirmativa C está errada, pois as barragens de estabilização são empregadas em locais sujeitos à erosão em sulcos, geralmente alocadas em locais que já exibem sinas de sulcos de erosão.

A afirmativa D está correta, pois o cultivo em faixas é uma prática de controle da erosão.

Gabarito: alternativa C.

---

55. (CESPE - Polícia Científica-PE - 2016) Assinale a opção que apresenta corretamente um exemplo de fator que deve ser considerado na definição da técnica de terraceamento para conservação do solo.

(A) contaminação ambiental

(B) estudo de impacto ambiental

(C) presença de árvores

(D) topografia

(E) custos totais

Comentário: O dimensionamento dos sistemas de terraceamento depende principalmente da declividade (topografia da área) e das características do solo e do sistema de manejo.

Gabarito: alternativa D.

---

56. (MS Concursos - CREA-MG - 2014) Os terraços de retenção são estruturas transversais construídas na direção da declividade do terreno em nível, no qual tem a finalidade de reduzir a velocidade da enxurrada e o seu potencial de destruição sobre os agregados do solo. Com base no que foi exposto marque a opção errada.

(A) Apesar de suas vantagens, isoladamente não garantem total eficiência, sendo necessário que a eles estejam associadas outras práticas agrícolas.

(B) Diminui a capacidade de infiltração, armazenamento e a retenção da água no solo.

(C) Diminui as perdas de solo, de sementes e de adubos e diminui o escoamento superficial - run off.

(D) É uma das práticas conservacionistas mais eficientes para o controle da erosão e na redução do escoamento superficial.

Comentário: A afirmativa A está correta, pois os terraços atuam apenas na última etapa do processo erosivo, interceptando o escoamento superficial e os sedimentos em suspensão.

A afirmativa B está errada, pois os terraços de retenção propiciam o acúmulo de água e sua posterior infiltração ao longo dos canais.

A afirmativa C está correta, pois os terraços interceptam o escoamento superficial, evitando que o mesmo atinja energia erosiva.

A afirmativa D está correta, pois os terraços de retenção são obras de engenharia dimensionadas para a correta contenção do escoamento superficial, impedindo que o mesmo atinja velocidades erosivas e permitindo que o excesso de água infiltre no canal do terraço.

Gabarito: alternativa B.

Parabéns, colega Estrategista!

Chegamos ao fim da nossa aula. Espero que você tenha gostado do material e conseguido absorver todo o conteúdo.

Não se esqueça de nos contatar em caso de dúvida, pode ser pelo fórum ou por:

profdiegotassinari@gmail.com

@profdiegotassinari

Comemore essa vitória e **siga adiante**!

ESSA LEI TODO MUNDO CONHECE:
PIRATARIA É CRIME.

Mas é sempre bom revisar o porquê e como você pode ser prejudicado com essa prática.

1. Professor investe seu tempo para elaborar os cursos e o site os coloca à venda.

2. Pirata divulga ilicitamente (grupos de rateio), utilizando-se do anonimato, nomes falsos ou laranjas (geralmente o pirata se anuncia como formador de "grupos solidários" de rateio que não visam lucro).

3. Pirata cria alunos fake praticando falsidade ideológica, comprando cursos do site em nome de pessoas aleatórias (usando nome, CPF, endereço e telefone de terceiros sem autorização).

4. Pirata compra, muitas vezes, clonando cartões de crédito (por vezes o sistema anti-fraude não consegue identificar o golpe a tempo).

5. Pirata fere os Termos de Uso, adultera as aulas e retira a identificação dos arquivos PDF (justamente porque a atividade é ilegal e ele não quer que seus fakes sejam identificados).

6. Pirata revende as aulas protegidas por direitos autorais, praticando concorrência desleal e em flagrante desrespeito à Lei de Direitos Autorais (Lei 9.610/98).

7. Concurseiro(a) desinformado participa de rateio, achando que nada disso está acontecendo e esperando se tornar servidor público para exigir o cumprimento das leis.

8. O professor que elaborou o curso não ganha nada, o site não recebe nada, e a pessoa que praticou todos os ilícitos anteriores (pirata) fica com o lucro.

Deixando de lado esse mar de sujeira, aproveitamos para agradecer a todos que adquirem os cursos honestamente e permitem que o site continue existindo.