

CLASSES DE SOLOS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

Marcos Gervasio Pereira

Engenheiro Agrônomo, Doutor em Agronomia – Ciência do Solo, Professor Titular da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro

Lúcia Helena Cunha dos Anjos

Engenheira Agrônoma, Ph. D em Agronomy - Soil Science, Professora Titular da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro

Carlos Roberto Pinheiro Junior

Engenheiro Agrônomo, Doutor em Agronomia – Ciência do Solo, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro

Eduardo Carvalho da Silva Neto

Engenheiro Agrônomo, Doutor em Agronomia – Ciência do Solo, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro

Ademir Fontana

Engenheiro Agrônomo, Doutor em Agronomia – Ciência do Solo, Pesquisador – Embrapa Solos, Rio de Janeiro

7.1 INTRODUÇÃO

O estado do Rio de Janeiro, como já apresentado (ver Seção 1), possui grande variação na sua geologia, geomorfologia e no relevo, bem como o fator tempo das diversas formações. Embora predomine o Bioma de Floresta Atlântica, a vegetação natural mostra grande diversidade de ecossistemas. Como consequência, o estado possui expressiva pedodiversidade.

Neste capítulo, serão apresentadas as classes de solos no estado do Rio de Janeiro em nível de Ordem e Subordem, segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos - SiBCS (SANTOS *et al.*, 2018), os processos pedogenéticos específicos (KÄMPF e CURI, 2012) e os atributos diagnósticos que as identificam. Em parte do texto, conceitos e definições completas e extraídas do SiBCS são aqui reproduzidos e serão identificados pela respectiva citação bibliográfica (SANTOS *et al.*, 2018), que deve ser consultada para maior detalhe.

As principais limitações ou potencialidades das classes de solo são apresentadas de forma generalizada. Para interpretações quanto à aptidão das terras para lavouras ou para outros fins, são necessárias avaliações em maior detalhe, na escala local e para os tipos de uso ou objetivo do estudo.

7.2 ARGISSOLOS

Os solos da Ordem Argissolos, cujo nome é derivado do latim *argilla* (SANTOS *et al.*, 2018), possuem grande expressão geográfica no estado do Rio de Janeiro. São solos que apresentam um horizonte diagnóstico subsuperficial denominado B textural, caracterizado pelo acúmulo de argila, o qual é representado pela designação (sufixo) t (Bt). Esse horizonte diagnóstico é definido quanto à acumulação de argila, por um ou mais dos seguintes atributos: a) aumento considerável do teor de argila em pequena distância, que caracterize mudança textural abrupta; b) pela ocorrência de um horizonte de eluviação de argila (E) antecedente ao horizonte B textural; c) por apresentar gradiente textural (relação B/A) dentro de determinados critérios (SANTOS *et al.*, 2018). Na primeira condição supracitada (a), não devem ser observadas no perfil de solo cores que indiquem permeabilidade lenta da água, as quais definiriam outra classe de solo, a ser vista mais adiante. Na terceira condição (c), evidências do processo múltiplo de translocação de argila podem ser identificadas pelo atributo morfológico denominado de *cerosidade*, “*revestimento com aspecto lustroso e brilho graxo, similar a cera derretida, recobrendo as unidades estruturais ou partículas primárias*” (Figura 68), que deve se expressar dentro de determinados graus e quantidade no B textural (SANTOS *et al.*, 2018).

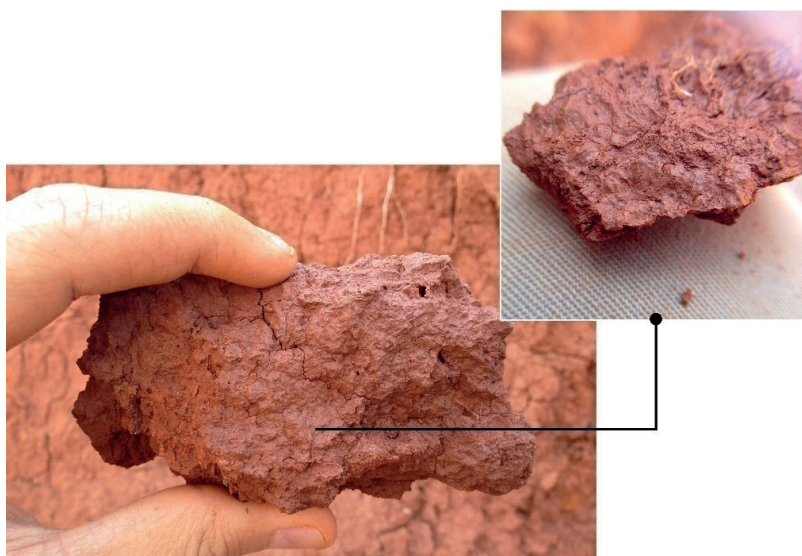


Figura 68. Cerosidade (revestimentos de argila com aspecto lustroso) na superfície do agregado.

Foto: Marcos Gervasio Pereira (Acervo Pessoal).

Adicionalmente, os Argissolos devem apresentar baixa atividade da fração argila, identificada por valores de capacidade de troca catiônica menores ou iguais a $27 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ argila ou valores superiores a este, desde que conjugados com saturação por bases baixas ou, ainda, o caráter alumínico na maior parte do horizonte B textural (SANTOS *et al.*, 2018).

Para a formação do horizonte B textural, dois processos pedogenéticos específicos podem atuar: eluviação e iluviação e/ou elutriação (KÄMPF e CURI, 2012). No primeiro processo, o de eluviação e iluviação, as partículas de argila encontram-se na forma dispersa, ou assim se tornam em função de causas mecânicas ou químicas, nos horizontes superficiais. Na primeira condição, causas mecânicas, tais como o impacto direto das gotas de chuva nas superfícies dos agregados ou torrões de solo, podem favorecer a sua ruptura e, com isso, levar ao desprendimento das partículas unitárias. Sob o ponto de vista químico, a dispersão das argilas pode ser promovida por cátions dispersantes, em especial o ion Na^+ , ou pela presença de ácidos orgânicos formados a partir da transformação da matéria orgânica adicionada no horizonte superficial. Quando dispersas, as partículas de argila podem ser mais facilmente mobilizadas e transportadas em suspensão através dos poros de maior dimensão e, posteriormente, depositadas nos horizontes subsequentes no perfil, no processo múltiplo de translocação. Dentre as causas para a deposição das partículas de argila em subsuperfície, destacam-se: a) entupimento e/ou redução do tamanho dos poros; b) floculação das partículas de argila, diante de condições químicas distintas das observadas na superfície do solo; e c) cessamento da frente de molhamento, assim interrompendo o fluxo de água e o transporte das partículas de argila. No processo específico de eluviação e iluviação, a deposição das argilas nos poros e na superfície dos agregados é evidenciada pelo atributo morfológico cerosidade, definido anteriormente. A deposição de argila também pode ser observada através do exame da micromorfologia do solo, sendo essa feição denominada de preenchimento e/ou revestimento (*cutans*) de argila (Figura 69). Esse processo leva ao aumento absoluto do conteúdo de argila do horizonte B.

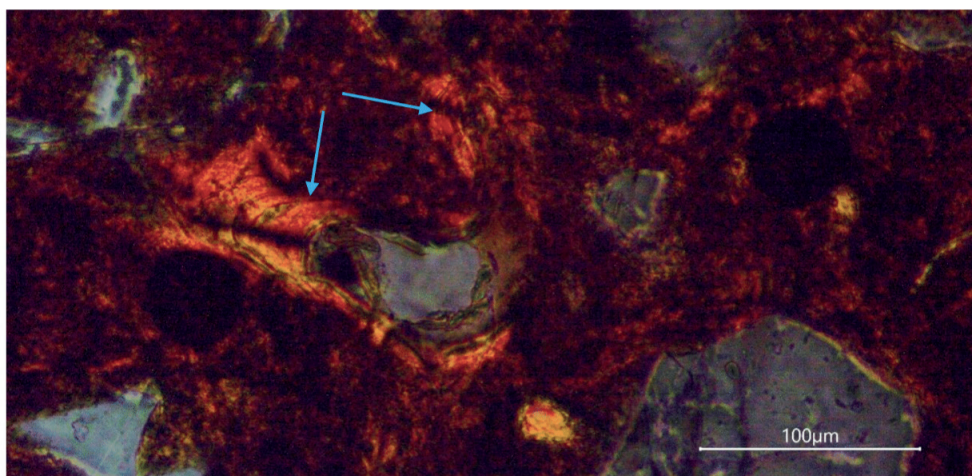


Figura 69. Microfotografia de seção delgada de horizonte B textural, evidenciando revestimento de argila (seta azul) nos poros em Argissolo Vermelho-Amarelo do município de Italva – RJ.

Foto: Carlos Roberto Pinheiro Junior.

No segundo processo pedogenético específico, elutriação, após a dispersão das argilas, estas podem ser transportadas horizontalmente em superfície, através da erosão seletiva das partículas mais finas (processo múltiplo de perda), especialmente em paisagens de maiores declividades. O processo de elutriação conduz, progressivamente, ao aumento relativo do teor de argila no horizonte B textural em comparação ao horizonte A (VAN BREEMEN e BUURMAN, 2002), em que a diferença no teor de argila do horizonte B textural é decorrente da perda de argila nos horizontes superficiais.

Adicionalmente, as partículas de argila dispersas podem ser também translocadas para os horizontes subsuperficiais e, nesse caso, tem-se a atuação conjunta dos dois processos pedogenéticos específicos na formação do horizonte B textural, eluviação / iluviação e elutriação. Atuantes nesses dois processos pedogenéticos específicos destaca-se a influência do fator clima, fornecendo a precipitação pluviométrica, agente de transporte das partículas em suspensão, e o fator relevo, em especial a declividade, favorecendo o transporte superficial (erosão) das partículas dispersas.

Quanto à classificação dos Argissolos em 2º nível categórico (subordem) no SiBCS (SANTOS *et al.*, 2018), a cor é utilizada como atributo diferencial para representar condições pedogenéticas, subdividindo as classes em: Argissolos Bruno-Acinzentados, Argissolos Acinzentados, Argissolos Amarelos, Argissolos Vermelhos e Argissolos Vermelho-Amarelos.

Os Argissolos Bruno-Acinzentados, por ocorrerem em condições específicas de clima temperado, não foram observados no estado do Rio de Janeiro, logo, não serão abordados nesse texto. Para sua identificação, deve ser consultado o SiBCS (SANTOS *et al.*, 2018).

7.2.1. Argissolos Acinzentados - PAC

Compreendem solos com cores acinzentadas (com matiz 7,5YR ou mais amarelo, valor maior ou igual a 5 e cromas menores que 4) na maior parte do horizonte dos primeiros 100 do horizonte B (Figura 70) (SANTOS *et al.*, 2018).

Esses solos são formados, de maneira geral, a partir de sedimentos do intemperismo de rochas de caráter ácido, tais como granitos e/ou gnaisses. Em função desse material ter sido previamente intemperizado, parte do ferro contido na estrutura cristalina dos minerais primários foi perdida por lixiviação. São observados em posição de terço inferior de encosta, apresentando drenagem imperfeita e, em menor proporção, drenagem moderada (Figura 71). Tais condições contribuem para que, nos períodos de maior precipitação pluviométrica, ocorra a elevação do lençol freático, e, com isso, parte do ferro presente na forma de óxidos passa para a sua forma reduzida e solúvel, podendo ser removido para o lençol freático, o que contribui para uma maior expressão das cores acinzentadas, decorrentes da presença de caulinita e quartzo, nas frações argila e areia, respectivamente.

Os Argissolos Acinzentados são observados em várias regiões no estado do Rio de Janeiro, porém, apresentam pequena expressão geográfica em relação a outros Argissolos,

estando associados em unidades de mapeamento e na paisagem a outras classes, tais como os Planossolos, Gleissolos e alguns Argissolos Amarelos e Cambissolos em planícies fluviais.

A principal limitação ao uso desses solos está na restrição ao desenvolvimento das raízes pelas condições de aeração limitada, em especial no período chuvoso, o que afeta principalmente lavouras perenes, como a maior parte das espécies frutíferas, e espécies florestais. Entretanto, pelo relevo, em geral plano ou suave-ondulado, apresentam potencial regular para olericultura, lavouras anuais de ciclo curto e pastagens, em função de sua fertilidade e da capacidade de investimento ou nível tecnológico do agricultor para a melhoria das limitações ao uso agrícola.

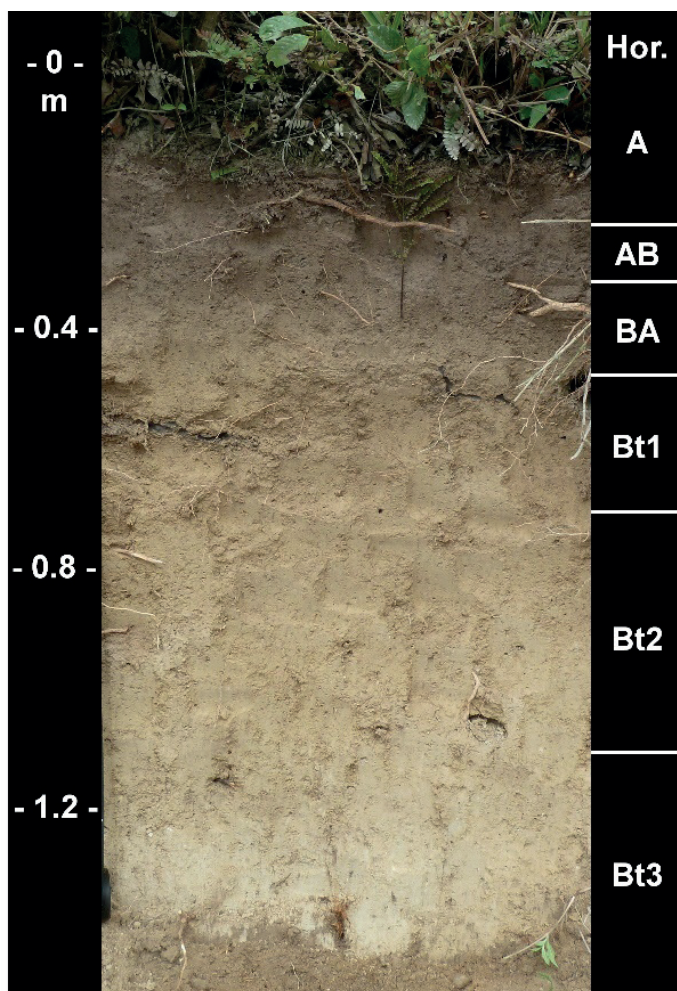


Figura 70. Perfil de Argissolo Acinzentado no município de Guapimirim – RJ.
Foto: Marcos Gervasio Pereira (Acervo Pessoal).



Figura 71. Área de ocorrência de Argissolo Acinzentado no município de Guapimirim – RJ.
Foto: Andressa Rosa de Menezes. (Acervo Pessoal).

7.2.2. Argissolos Amarelos - PA

Compreendem solos com cores amarelas (matiz 7,5YR ou mais amarelo) na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B (SANTOS *et al.*, 2018) (Figura 72). De maneira geral, são formados por sedimentos caulíníticos do Grupo ou Formação Barreiras associados ao ambiente de Tabuleiros Costeiros (ANJOS, 1985). A maior expressão geográfica dessa paisagem, de relevo em geral suave-ondulado, com rampas longas e topos aplainados, é verificada na região Norte Fluminense, desde o limite do estado do Rio de Janeiro com o Espírito Santo, nos municípios de São Francisco de Itabapoana e Campos dos Goytacazes (Figura 73), até Macaé. Ocorrem em outras regiões no estado do Rio de Janeiro, na paisagem de Mar de Morros, associados aos Argissolos Vermelho-Amarelos, e na bacia sedimentar de Resende, na porção central do Médio Vale do Rio Paraíba do Sul (ver Cap 2, 2.2.3).

As principais lavouras na Região Norte Fluminense são a cana-de-açúcar, uso tradicional nos municípios de Campos dos Goytacazes, Quissamã e Macaé, porém a região hoje é produtora de várias frutíferas, como o abacaxi, maracujá e coco, além de lavouras anuais, na agricultura familiar, e pastagens. Porém, mais recentemente, vários estudos apontam o potencial para cultivo de grãos, entre eles a soja e o milho. De maneira geral, são solos que apresentam uma baixa fertilidade natural, em função da natureza do material de origem, e, na Região Norte Fluminense, ocorrem períodos de seca mais prolongados (ver Cap. 3). Dessa forma, o manejo das terras deve associar as práticas de calagem

e adubação ao aumento do conteúdo de matéria orgânica, favorecendo a retenção de água no solo e a diminuição de perdas dos nutrientes por lixiviação. Podem apresentar o caráter coeso nos horizontes subsuperficiais, devido ao efeito do empacotamento da caulinita (GIAROLA *et al.*, 2009), o que limita o desenvolvimento do sistema radicular de espécies perenes nos períodos de estiagem, sendo, portanto, uma característica limitante. Nas áreas de longo tempo de cultivo com a lavoura de cana-de-açúcar ou de pastagens sem manejo adequado, pode ser somada ao caráter coeso a compactação do horizonte superficial. Nesses solos, embora a topografia mostre pequena declividade, os riscos de erosão hídrica são aumentados.

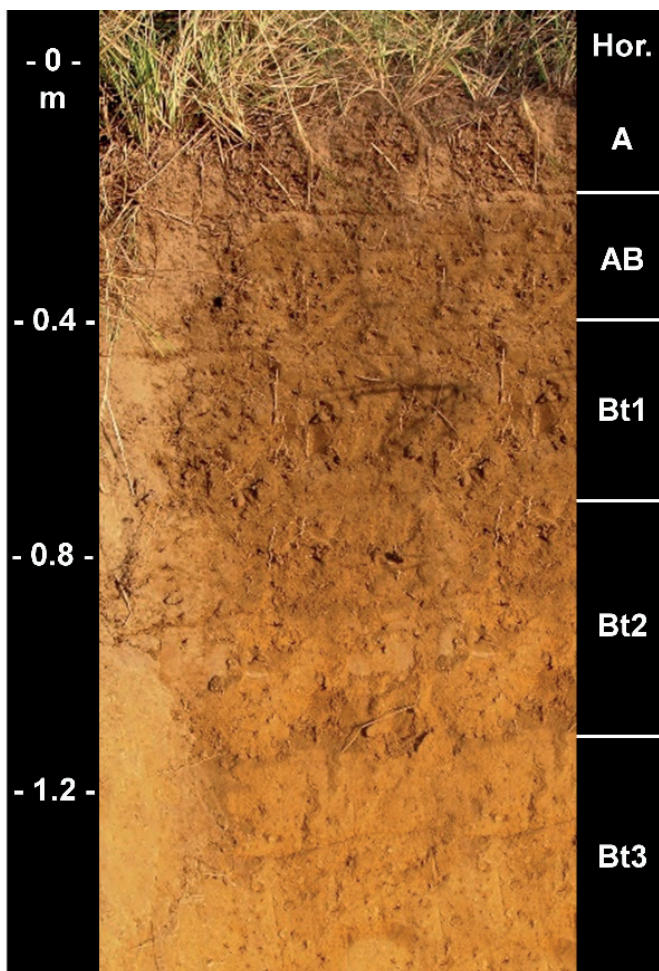


Figura 72. Perfil de Argissolo Amarelo no município de Guapimirim – RJ.
Foto: Marcos Gervasio Pereira (Acervo Pessoal).



Figura 73. Paisagem de Argissolo Amarelo, Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro.

Foto: Marcos Gervasio Pereira (Acervo Pessoal).

7.2.3. Argissolos Vermelhos - PV

Caracterizam-se pela coloração vermelha (matiz 2,5YR ou mais vermelho) nos primeiros 100 cm do horizonte B (SANTOS *et al.*, 2018) (Figura 74). São formados a partir de rochas de caráter básico ou intermediário (basaltos e diabásios), de rochas ricas em minerais primários com Fe e Mg (anfíbolitos, migmatitos etc.) ou, ainda, a partir dos sedimentos derivados do intemperismo dessas rochas e transportados para outras partes da paisagem.

Predominam em áreas de relevo forte-ondulado, nas bordas das superfícies mais altas, portanto, com grau acentuado de suscetibilidade à erosão, a principal limitação ao uso desses solos, além de impedimentos à mecanização. No estado do Rio de Janeiro, ocorrem tanto solos eutróficos ($V \geq 50\%$) quanto distróficos ($V < 50\%$). Ainda, quanto às limitações de ordem química, em função dos maiores teores de Fe_2O_3 , pode haver redução da disponibilidade de P quando comparada às outras subordens dos Argissolos.

Como principal uso desses solos tem-se as pastagens, podendo ser também ser observados os cultivos de hortaliças e algumas frutíferas, em áreas de agricultura familiar em locais com menor declive, na região serrana. Embora ocorra em várias feições e materiais de origem no estado do Rio de Janeiro, a maior expressão dessa subordem dos Argissolos é verificada no Noroeste Fluminense e sob vegetação de floresta tropical subcaducifólia e caducifólia.

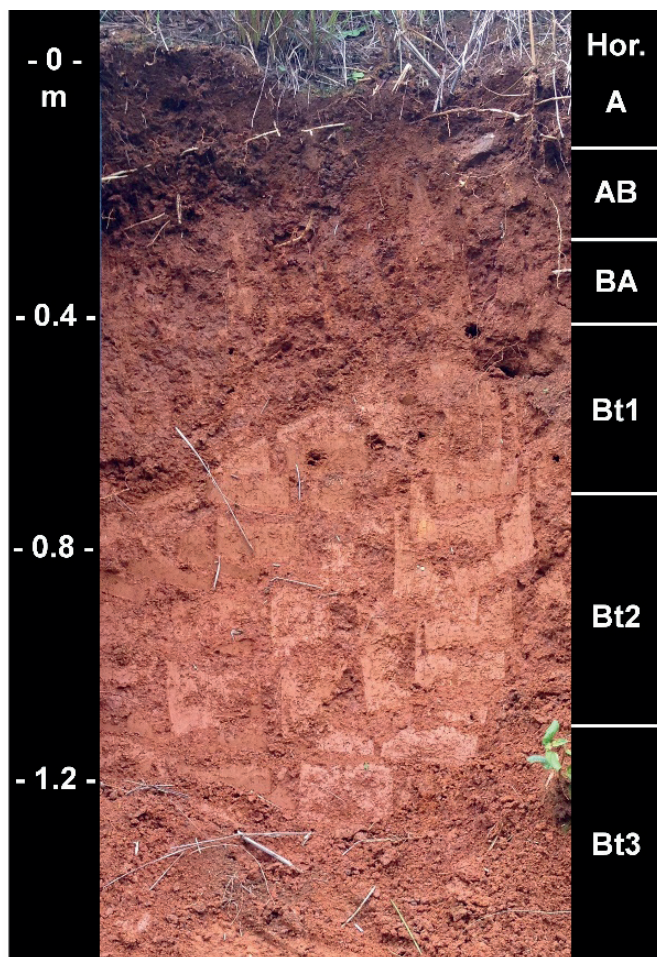


Figura 74. Perfil de Argissolo Vermelho no município de Pirai – RJ.
Foto: Marcos Gervasio Pereira (Acervo Pessoal).

7.2.4. Argissolos Vermelho-Amarelos - PVA

São solos que apresentam cores vermelho-amareladas e amarelo-avermelhadas na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B (SANTOS *et al.*, 2018) (Figura 75). São formados, principalmente, a partir de rochas de caráter ácido, tais como granitos e gnaisses, ou sedimentos produzidos a partir do intemperismo destas. Dentro dessa classe, podem ser verificados solos eutróficos, distróficos, com altos teores de Al ou com caráter alumínico.

Os Argissolos Vermelho-Amarelos ocorrem em todas as regiões do Estado do Rio de Janeiro, predominando em condições de relevo ondulado a forte ondulado, no ambiente de Mar de Morros (Figura 76), sob cobertura original de floresta da Mata Atlântica. Esses solos foram intensamente utilizados nos ciclos de café e cana-de açúcar na região do Médio Vale do Paraíba, estando hoje principalmente com cobertura de pastagens de braquiária em

algum grau de degradação. É frequente a ocorrência de voçorocas profundas nesses solos, em especial em áreas de nascentes e cabeceiras de drenagem onde a floresta original foi removida (MACHADO, 2007).

A maior limitação ao uso agrícola desses solos é o risco de erosão, mesmo para culturas perenes, sendo essencial a adoção de técnicas conservacionistas (EDUARDO *et al.*, 2013). O impedimento à mecanização, pelo elevado declive, e a baixa fertilidade natural nos solos distróficos ou com caráter alumínico, tornam esses solos, em geral, de aptidão restrita para lavouras anuais. Podem ser usados para a silvicultura e sistemas agroflorestais. Porém, na maior parte das áreas de ocorrência, exigem recuperação, em função do grau de degradação desses solos, e o uso de práticas conservacionistas é condição crucial para a sustentabilidade agrícola.

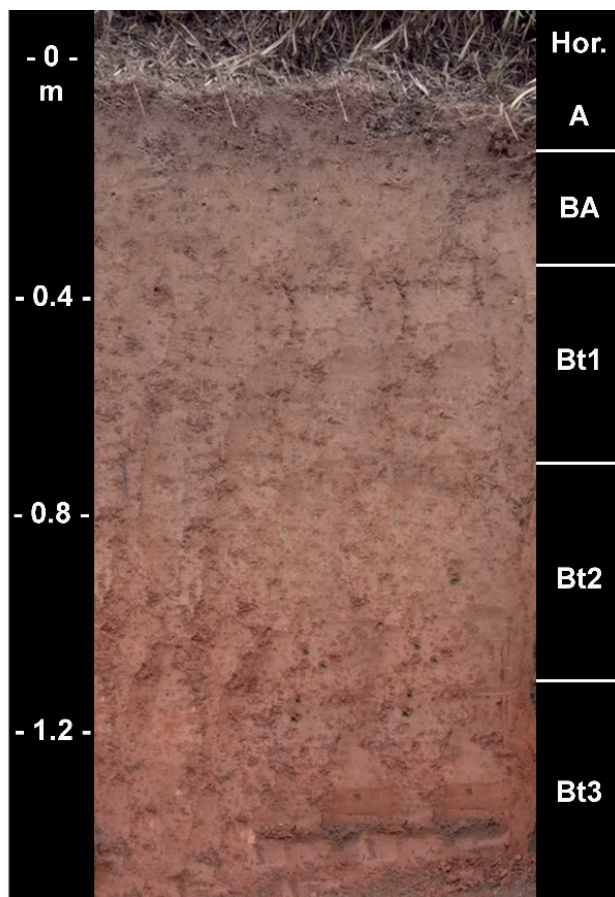


Figura 75. Perfil de Argissolo Vermelho-Amarelo no município de Seropédica – RJ.

Foto: Marcos Gervasio Pereira (Acervo Pessoal).



Figura 76. Área de ocorrência de Argissolo Vermelho-Amarelo, Pirai (RJ).

Foto: Juliana Rezende (Acervo Pessoal).

A seguir, serão apresentadas, em caráter ilustrativo, a granulometria e algumas características químicas de horizontes superficiais e subsuperficiais de perfis de solos da Ordem dos Argissolos, no estado do Rio de Janeiro (Tabela 2).

Tabela 2. Características físicas e químicas dos horizontes superficiais e subsuperficiais dos Argissolos.

| Classe de Solo | Horizonte | Frações granulométricas | | | GF | C.org | SB | Valor T | pH |
|---|-----------|-------------------------|-------|--------|-----|---|-----|------------------|-----|
| | | Areia | Silte | Argila | | | | | |
| | | g kg ⁻¹ | | | % | cmol _c kg ⁻¹ solo | | H ₂ O | |
| Argissolo Amarelo ¹ | A | 840 | 70 | 90 | 11 | 5,1 | 1,9 | 2,9 | 5,7 |
| | Bt2 | 470 | 60 | 470 | 26 | 2,5 | 0,8 | 3,8 | 4,5 |
| Argissolo Vermelho ² | A | 570 | 100 | 330 | 21 | 9,1 | 3,8 | 5,4 | 5,3 |
| | Bt2 | 200 | 70 | 730 | 100 | 3,0 | 2,7 | 4,3 | 5,2 |
| Argissolo Vermelho-Amarelo ³ | Ap | 580 | 120 | 300 | 23 | 19,0 | 4,1 | 8,1 | 5,8 |
| | Bt2 | 330 | 140 | 530 | 98 | 4,8 | 3,2 | 5,1 | 6,2 |

¹(Embrapa, 1979); ²(Carvalho Filho et al., 2003);³(Silva, 1993). GF = Grau de floculação; C.org = Carbono orgânico; SB = Soma de Bases.

7.3 CAMBISSOLOS

Os Cambissolos, do latim “*cambiare* – mudar, evoluir”, são solos que apresentam pequena expressão dos processos pedogenéticos específicos, sendo considerados como de menor grau de desenvolvimento. Caracterizam-se pela presença de horizonte diagnóstico subsuperficial B incipiente com atributos que refletem baixo grau de pedogênese (SANTOS *et al.*, 2018), tais como a presença de minerais primários facilmente intemperizáveis e fragmentos de rocha ou outra indicação de grande influência do material de origem. Como exemplo, minerais feldspatos potássicos, plagioclásio cálcio-sódicos e micas, observados por Santos (2009) em estudo micromorfológico de Cambissolo no município de Pinheiral, RJ (Figura 77).

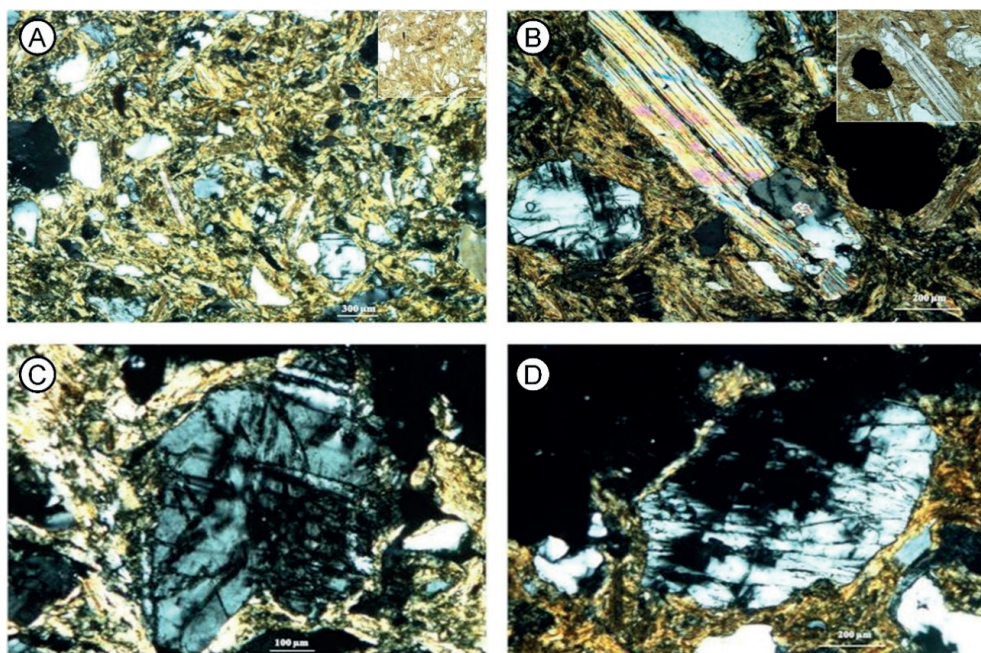


Figura 77. Fotomicrografias (XPL) do horizonte Bi1 de Cambissolo Háplico, em Pinheiral – Rio de Janeiro, com detalhes sob luz PPL; A) fundo matricial recoberto por mica, principalmente, muscovita, com trama porfírica fechada; B) aumento do fundo matricial, com mica e feldspatos potássicos aprisionados no plasma; C) plagioclásio cálcio-sódico com áreas de alteração; e D) plagioclásio com estágio avançado de alteração.

Os Cambissolos apresentam grande variação de propriedades morfológicas, físicas, químicas e mineralógicas, em função dos fatores de formação material de origem, relevo e clima. Contudo, os horizontes subsuperficiais se diferenciam do material de origem, pelo desenvolvimento de cores mais cromadas (maior cromagem na carta de cores de Munsell), presença de estrutura com maior grau de agregação e pela mineralogia. Em alguns perfis, pode ser observado ligeiro incremento no conteúdo de argila em relação ao horizonte superficial, sem caracterizar um gradiente textural.

Quanto à sua classificação em 2º nível categórico (subordem), o tipo de horizonte superficial e a natureza do material de origem são as características usadas como diferenciais, subdividindo-os em Cambissolos Hísticos, Cambissolos Húmicos, Cambissolos Flúvicos e Cambissolos Háplicos (SANTOS *et al.*, 2018).

7.3.1. Cambissolos Hísticos - CI

São caracterizados pela presença do horizonte diagnóstico superficial O hístico, entretanto, sem atender aos critérios de espessura para Organossolos (SANTOS *et al.*, 2023). Ou seja, o horizonte orgânico possui espessura inferior a 40 cm ou inferior a 60 cm quando o material orgânico possui baixo grau de decomposição (Figura 78).

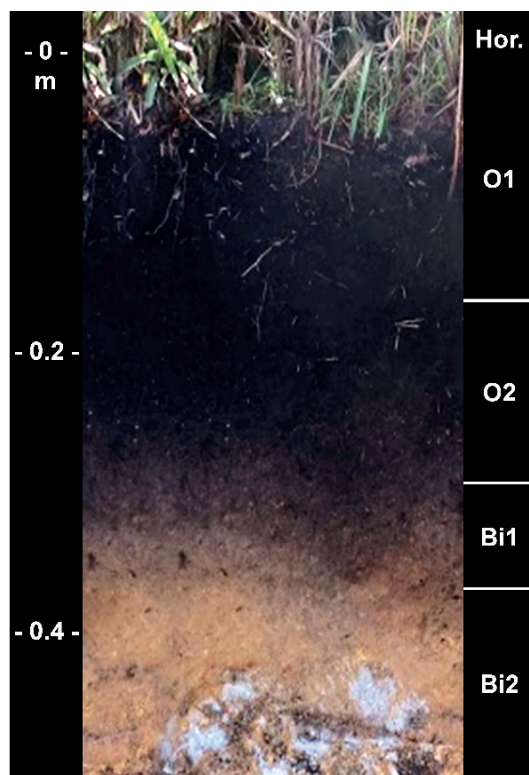


Figura 78. Perfil de Cambissolo Hístico no município de Itatiaia – RJ.

Foto: Marcos Gervasio Pereira (Acervo Pessoal).

No estado do Rio de Janeiro, ocorrem predominantemente nas regiões altomontanas, em condições de relevo forte-ondulado a montanhoso, em que as baixas temperaturas reduzem a atividade dos organismos e o processo de mineralização da matéria orgânica, favorecendo, assim, o seu acúmulo e o desenvolvimento desses solos. São encontrados na parte alta do Parque Nacional do Itatiaia (PNI) e na região serrana do estado do Rio de Janeiro, e podem estar associados, nas escarpas, aos Neossolos Litólicos e afloramentos de

rocha, e no PNI, em encostas de vales estreitos, aos Organossolos. Nessas condições, as principais limitações agrícolas estariam relacionadas aos riscos de erosão e impedimentos à mecanização decorrentes da topografia e da presença de pedregosidade e rochosidade. Porém, sua maior importância se dá pelos serviços ecossistêmicos, como os estoques de carbono orgânico no solo e a preservação de nascentes de mananciais hídricos para o estado do Rio de Janeiro e outros estados nas regiões Sudeste e Sul do Brasil, sendo solos de elevada fragilidade ambiental (COSTA, 2019). Adicionalmente, em muitos casos, estão em áreas de ocorrência de espécies de fauna e/ou flora endêmicas, além das cotas elevadas, o que faz com que sejam áreas de preservação ambiental permanente (APPs).

7.3.2. Cambissolos Húmicos - CH

São caracterizados por apresentarem horizonte diagnóstico superficial A húmico (Figura 79), podendo ocorrer no mesmo ambiente que se observam os Cambissolos Hísticos, diferindo destes basicamente pelo menor teor de carbono orgânico. Devido à similaridade de paisagem para a classe anterior, as limitações de uso também estão diretamente relacionadas às condições topográficas e, quando em relevo com maior declive, são também recomendados para APPs.

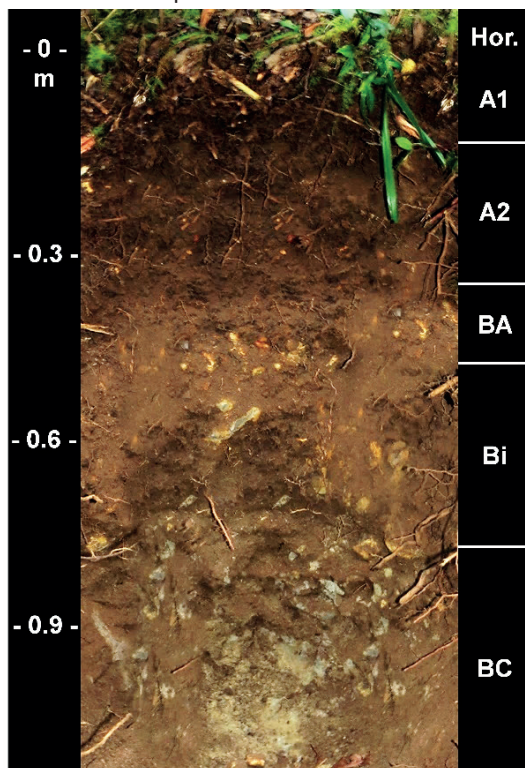


Figura 79. Perfil de Cambissolo Húmico no município de Itatiaia – RJ.

Foto: Marcos Gervasio Pereira (Acervo Pessoal).

Os Cambissolos Húmicos podem ser também encontrados em várzeas e baixadas inundáveis, em que o lençol freático mais elevado, em algum período do ano, limita a decomposição da matéria orgânica, favorecendo, conseqüentemente, a sua acumulação nos horizontes superficiais do solo. Nessa condição de relevo, podem estar associados aos Gleissolos Melânicos e Organossolos. Devido à sua drenagem imperfeita, podem apresentar, no período mais chuvoso, impedimentos por deficiência de oxigênio, que limitam a sua utilização por lavouras perenes. Contudo, podem ser cultivados com lavouras anuais ou espécies tolerantes ao excesso de água, além de olericultura e algumas lavouras em sistema de canteiros (camalhões), possuindo grande potencial para agricultura familiar.



Figura 80. Área de ocorrência de Cambissolo Húmico, Nova Friburgo (RJ).

Foto: Marcos Gervasio Pereira (Acervo Pessoal).

7.3.3. Cambissolos Flúvicos - CY

São solos que apresentam caráter flúvico dentro de 150 cm a partir da superfície do solo (Figura 81), caracterizados pela distribuição irregular (errática) de granulometria, a qual pode ser identificada pela variação da relação areia fina/areia grossa (AF/AG) e/ou distribuição irregular do conteúdo de carbono orgânico em profundidade, não relacionada a processos pedogenéticos (SANTOS *et al.*, 2018). Ocorrem em áreas planas e próximas aos leitos dos rios onde, no período mais chuvoso e com o transbordamento das águas, se depositam sedimentos de granulometria diversas.

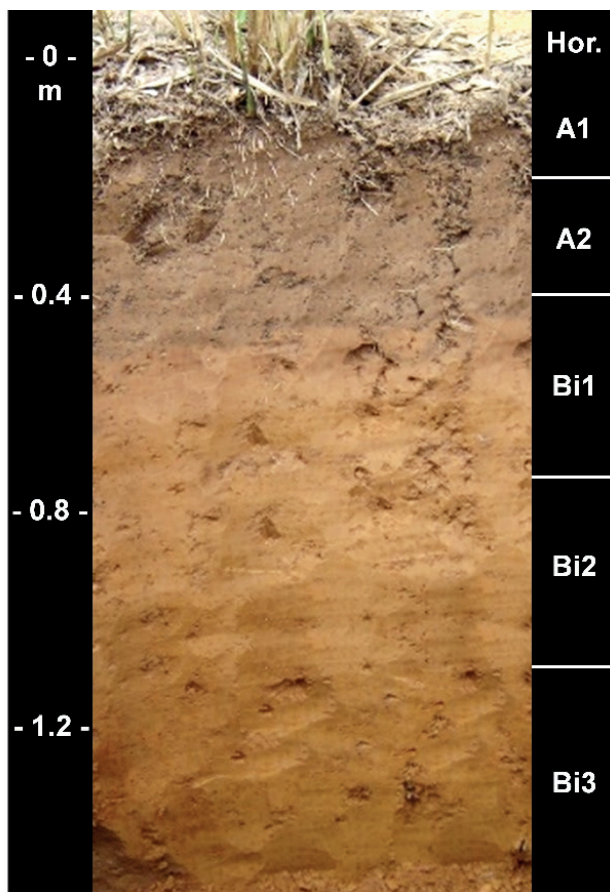


Figura 81. Perfil de Cambissolo Flúvico no município de Pinheiral – RJ.

Foto: Marcos Gervasio Pereira (Acervo Pessoal).

No estado do Rio de Janeiro, a maior expressão dos Cambissolos Flúvicos está nos vales interiores, baixadas e planícies fluviais e no baixo curso do Rio Paraíba do Sul. Esses solos apresentam, de maneira geral, fertilidade natural variável em função da natureza do material de origem. Contudo, considerando a sua proximidade com as margens e leitos dos

rios, boa parte encontra-se em área destinada à mata ciliar, inseridos, portanto, em APPs. Ou seja, devem ser destinados à preservação da fauna e da flora, além de sua importância pelos serviços ecossistêmicos de proteção das margens dos mananciais hídricos e redução do assoreamento dos rios e córregos. Quando não inseridos nessas áreas, esses solos têm elevado potencial para agricultura familiar, com culturas anuais ou olericultura, desde que não ocorram restrições devidas à salinidade, como nos solos localizados em planícies costeiras. Por vezes, pode também ocorrer deficiência de oxigênio, especialmente para culturas perenes, tendo em vista a drenagem, que normalmente varia de moderada a imperfeita.

Na região de Campos dos Goytacazes, na planície sedimentar, os depósitos quaternários fluviais e aluvio-coluvionais são mais espessos, sendo observados solos com texturas média, argilosa e siltosa, variando no perfil e na paisagem, com argilas de maior atividade (média ou alta), elevados teores de silte e alta saturação por bases. A presença de argilas de maior atividade em solos mais argilosos pode favorecer o surgimento de fendas no período seco, o que dificulta operações de mecanização, apesar do relevo plano. Adicionalmente, processos de expansão e contração podem promover a ruptura do sistema radicular, contribuindo para a diminuição da absorção de nutrientes e água, além de favorecer problemas de ordem fitopatológica. Na região de Campos dos Goytacazes, esses solos são largamente cultivados com cana-de-açúcar com rendimentos superiores aos encontrados nos Tabuleiros. Também são usados com lavouras anuais, em propriedades familiares que se instalaram após o declínio da indústria sucroalcooleira na Baixada Campista, e pastagens.

7.3.4. Cambissolos Háplicos - CX

Essa subordem difere das anteriores por não apresentar característica distintiva ou extraordinária. Os Cambissolos Háplicos (Figura 82) podem ser observados sob as mais diversas condições ambientais, porém sua maior expressão no estado do Rio de Janeiro é em áreas de relevo movimentado (ondulado a montanhoso) sob florestas perenifólias ou subperenifólias (Figura 83). Quando mais intemperizados, encontram-se normalmente associados aos Argissolos e Latossolos Vermelho-Amarelos, diferenciando-se dos Argissolos pela ausência de gradiente textural e dos Latossolos pela menor espessura do horizonte B e presença de micas e feldspatos ou fragmentos de rocha alterada no perfil. Quando menos intemperizados e mais rasos, ocorrem associados aos Neossolos Litólicos e afloramentos de rocha, em relevo montanhoso e nas escarpas serranas, ou, ainda, aos Cambissolos Hísticos e Húmicos. Quando formados a partir de quartzitos, geralmente apresentam pequena profundidade e grande quantidade de cascalhos de quartzo e fragmentos da rocha, mesmo em condições de relevo plano ou suave ondulado, em função da maior resistência ao intemperismo do material de origem.

Na classe dos Cambissolos Háplicos são observados perfis de solos bastante diferenciados, em função da heterogeneidade do material de origem e das variações topográficas em que ocorrem. Em função dessa grande variabilidade, tais solos apresentam grande variação quanto às limitações e ao potencial de uso agrícola. De modo geral, apresentam limitações condicionadas pelo relevo, como a alta suscetibilidade à erosão hídrica e impedimentos à mecanização. Podem ser utilizados para silvicultura, quando os perfis têm maior profundidade do solum (A+B), sistemas silvipastoris e sistemas agroflorestais. Em determinados sítios geográficos, podem ser usados com frutíferas de maior valor comercial, como as de clima frio em ambientes de montanha, ou mesmo olericultura em propriedades familiares e nas partes mais planas de vales intramontanos. Apesar da ocorrência comum no estado do Rio de Janeiro, o uso com pastagens extensivas e sem manejo adequado não é recomendado nesses solos. Ainda, muitas áreas do estado com Cambissolos Háplicos estão em unidades de conservação ou APPs.

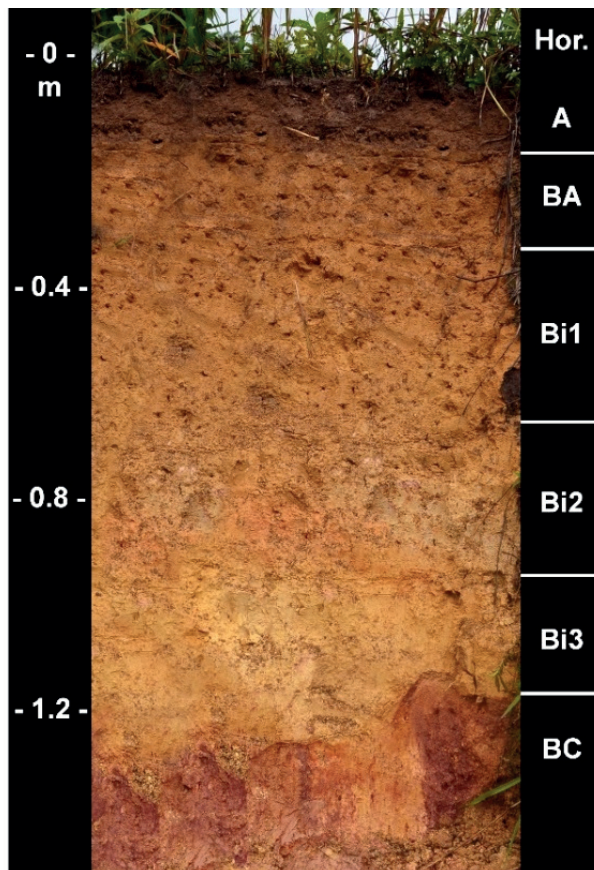


Figura 82. Perfil de Cambissolo Háplico no município de Cachoeiras de Macacu – RJ.

Foto: Marcos Gervasio Pereira (Acervo Pessoal).



Figura 83. Área de ocorrência de Cambissolos Háplicos, Pinheiral (RJ).

Foto: Marcos Gervasio Pereira (Acervo Pessoal).

A seguir, serão apresentadas, em caráter ilustrativo, a granulometria e algumas características químicas de horizontes superficiais e subsuperficiais de perfis de solos da Ordem dos Cambissolos, no estado do Rio de Janeiro (Tabela 3).

Tabela 3. Características físicas e químicas de horizontes superficiais e subsuperficiais de Cambissolos.

| Classe de Solo | Horizonte | Frações granulométricas | | | C.org. | SB | Valor T | Al ⁺³ | pH H ₂ O |
|---------------------------------|-----------|-------------------------|-------|--------|---|------|---------|------------------|---------------------|
| | | Areia | Silte | Argila | | | | | |
| | | g kg ⁻¹ | | | cmol _e kg ⁻¹ solo | | | | |
| Cambissolo Húmico ¹ | A | 460 | 240 | 300 | 42,3 | 0,1 | 13,9 | 1,3 | 4,8 |
| | Bi | 490 | 130 | 380 | 7,9 | 0,1 | 5,1 | 0,6 | 4,9 |
| Cambissolo Flúvico ² | Ak'1 | 545 | 208 | 337 | 9,0 | 14,1 | 15,4 | 0,0 | 6,8 |
| | 6Cgk2 | 515 | 95 | 420 | 6,0 | 11,0 | 11,4 | 0,0 | 7,4 |
| Cambissolo Háplico ³ | A | 190 | 260 | 550 | 36,3 | 1,8 | 17,8 | 4,1 | 4,4 |
| | 2Bi | 140 | 230 | 630 | 10,8 | 0,6 | 8,2 | 2,8 | 4,7 |

¹Perfil 7 e ³Perfil 9 (CARVALHO FILHO *et al.*, 2003);²Perfil 5 (PINHEIRO JUNIOR, 2018). C.org.= Carbono orgânico; SB = Soma de Bases.

7.4 CHERNOSSOLOS

Os solos da Ordem Chernossolos, do russo *chern*, “preto”, são caracterizados pelo processo pedogenético de melanização, evidenciado pelo escurecimento dos horizontes superficiais e/ou do solo decorrente da estabilização da matéria orgânica pela formação de humatos de cálcio, através das reações de complexação da matéria orgânica com íons de Ca^{2+} , levando à formação de cores escuras mesmo com baixos valores de carbono orgânico total (KÄMPF e CURI, 2012) (Figura 84).

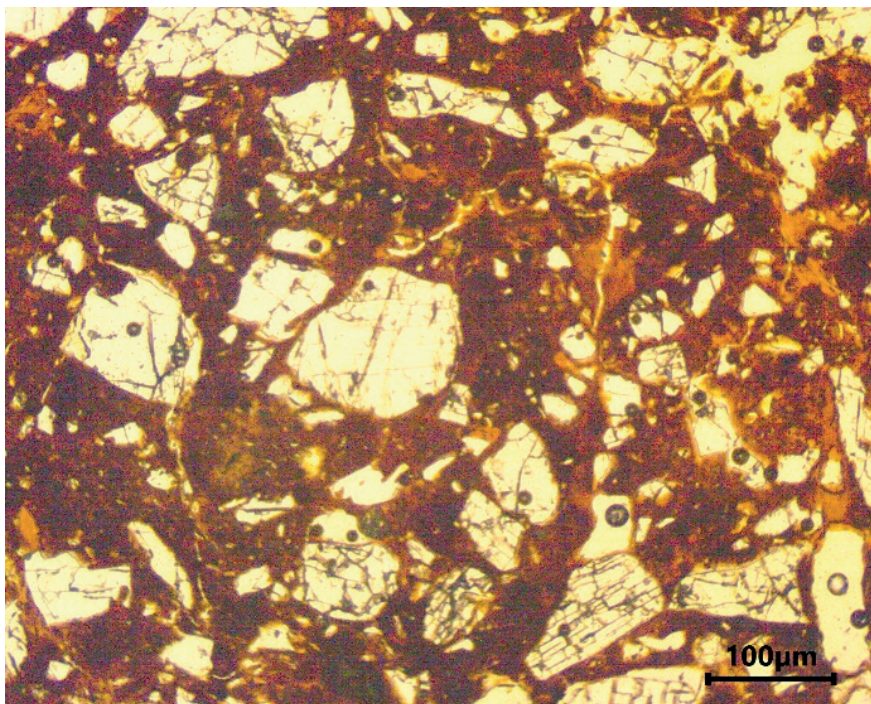


Figura 84. Fotomicrografia de horizonte Bk de Chernossolo Ebânico Carbonático, no município de Italva, RJ, evidenciando o escurecimento da matriz do solo em profundidade devido à atuação do processo de melanização.

Foto: Deyvid Diego Carvalho Maranhão (Acervo Pessoal).

Os Chernossolos são caracterizados no SiBCS (SANTOS *et al.*, 2018) pela presença do horizonte superficial A chernozêmico, que deverá ter espessura mínima de 18 cm quando o *solum* (A+B) tiver menos que 75 cm ou, no mínimo, 25 cm quando o *solum* apresentar mais que 75 cm, associado a cores do solo quando úmido com valor e croma ≤ 3 , saturação por bases $\geq 65\%$ e critérios adicionais de estrutura, consistência e teor de carbono orgânico. Possuem horizonte subsuperficial B incipiente ou B textural, ambos com argila de alta atividade e alta saturação por bases, ou, ainda, horizonte cálcico ou petrocálcico. Quando ocorrem horizontes de acumulação de carbonato, eles são identificados com o sufixo k (SANTOS *et al.*, 2015).

No 2º nível categórico, os Chernossolos dividem-se em quatro subordens no SiBCS (SANTOS *et al.*, 2015), sendo estas: Chernossolos Rêndzicos; Chernossolos Ebânicos; Chernossolos Argilúvicos e Chernossolos Háplicos.

7.4.1. Chernossolos Rêndzicos - MD

Os Chernossolos Rêndzicos (Figura 85) caracterizam-se pela presença do horizonte A chernozêmico, associado ao horizonte cálcico ou petrocálcico ou presença de caráter carbonático (≥ 150 g de CaCO_3 kg^{-1}), coincidindo com o A chernozêmico. Nesses solos, observa-se também a atuação do processo pedogenético de carbonatação, que consiste na formação e acumulação de CaCO_3 . A formação dos carbonatos pedogenéticos se dá a partir da solubilização do Ca^{2+} do material de origem (principalmente rochas ou sedimentos calcários) e sua reação e precipitação com CO_3^{2-} , que, por sua vez, depende da atividade biológica na produção de CO_2 e sua dissolução na água, produzindo, assim, o bicarbonato (H_2CO_3) em condições de pH elevado. A precipitação do CaCO_3 é favorecida pelas condições climáticas em climas mais secos, tendo em vista que o aumento da evaporação da água aumenta a concentração de bicarbonato de cálcio na solução.

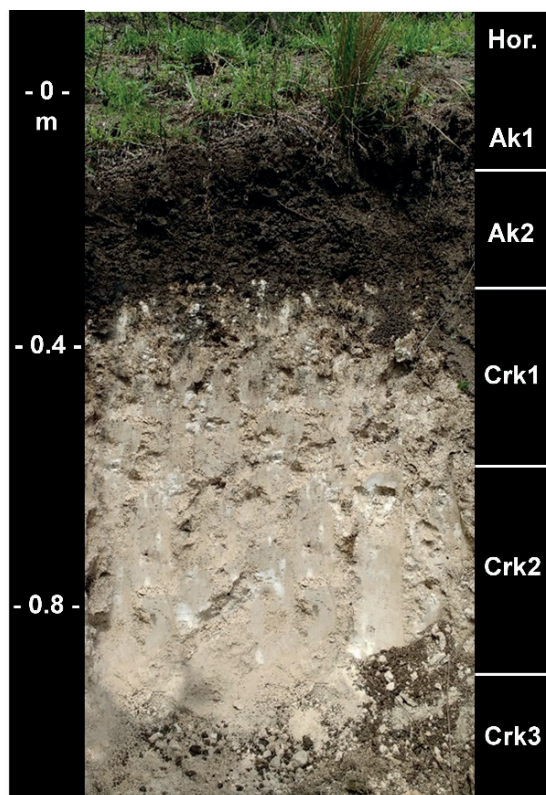


Figura 85. Chernossolo Rêndzico no município de Italva, RJ.

Foto: Wilk Sampaio de Almeida (Acervo Pessoal).

No estado do Rio de Janeiro, os Chernossolos Rêndzicos ocorrem em áreas restritas, associadas principalmente a rochas e sedimentos calcários, como no município de Italva, na região noroeste fluminense. Nessa região, são mapeados como uma inclusão em área de predomínio de Argissolos Vermelhos, em associação com Luvisolos Crômicos e Chernossolos Argilúvicos (CARVALHO FILHO *et al.*, 2003). Entretanto, também podem ser observados na região do Médio Vale do Paraíba, em pequenas manchas no município de Pirai, formados a partir de mármore dolomíticos da Unidade São Roque (CRUZ, 2015).

Quanto à utilização, de maneira geral, os Chernossolos Rêndzicos apresentam reduzida profundidade do *solum*, podendo o contato lítico (com a rocha não alterada) ocorrer já dentro de 50 cm, contados a partir da superfície. Essa característica limita o desenvolvimento das raízes das plantas, especialmente de espécies arbóreas, além de aumentar a suscetibilidade à erosão hídrica. Adicionalmente, o pequeno volume de solo desfavorece o armazenamento de água, fazendo com que, em condições naturais, sejam observadas vegetações caducifólias ou subcaducifólias. Quanto à fertilidade natural, apesar dos elevados valores de Ca^{2+} e Mg^{2+} e da elevada saturação por bases, a presença de CaCO_3 resulta em elevados valores de pH, que podem reduzir a disponibilidade tanto de fósforo, pela precipitação na forma de fosfato de cálcio, quanto de micronutrientes. Em alguns solos, os altos valores de Ca^{2+} em relação aos de Mg^{2+} podem resultar na competição de sítios de absorção e em deficiência de magnésio nas plantas.

7.4.2. Chernossolos Ebânicos - ME

Os Chernossolos Ebânicos (Figura 86) caracterizam-se pela presença do caráter ebânico (predomínio de cores escuras) na maior parte do horizonte B, decorrente da intensa atuação do processo de melanização.

São solos que apresentam pequena expressão no estado do Rio de Janeiro, ocorrendo em locais pontuais nos municípios de Italva e Pinheiral. São mais comumente observados no terço inferior da paisagem em rampas de colúvio, em condições de relevo que variam de suave ondulado a ondulado. Devido à maior profundidade e ao grau mais desenvolvido da estrutura, inclusive em subsuperfície, têm menor susceptibilidade à erosão hídrica, o que, somada à maior fertilidade natural, eleva o potencial de utilização desses solos para lavouras. Porém, pela menor expressão geográfica e continuidade na paisagem, são mais recomendados para culturas de maior retorno comercial e perenes, ou mesmo olericultura.

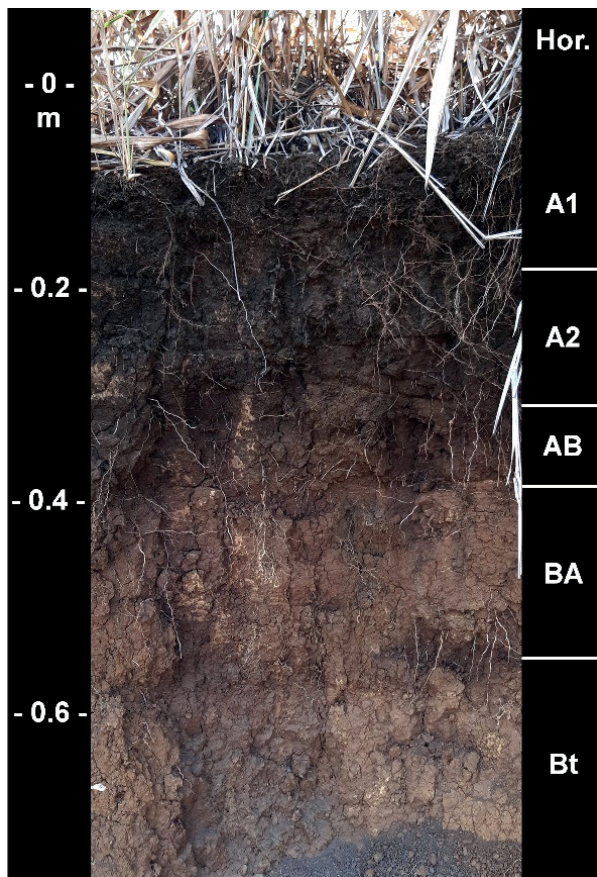


Figura 86. Chernossolo Ebânico, no município de Pinheiral RJ.

Foto: Marcos Gervasio Pereira (Acervo Pessoal).

7.4.3. Chernossolos Argilúvicos - MT

Esses solos são caracterizados pela presença do horizonte A chernozêmico, sobrejacente ao horizonte B textural, que possui altas atividades de argila e saturação por bases (Figura 87). O aumento no conteúdo de argila em profundidade se dá, principalmente, pela atuação do processo de eluviação/iluviação, especialmente em ambientes com maior concentração de Mg^{2+} em relação ao Ca^{2+} , que favorece a dispersão das argilas e, conseqüentemente, a sua mobilização (PINHEIRO JUNIOR, 2018).

De maneira geral, ocorrem em relevo forte ondulado (Figura 88), sob vegetação de floresta caducifólia ou subcaducifólia e, devido ao aumento no conteúdo de argila em profundidade, reduzindo a permeabilidade à água, são mais susceptíveis à erosão hídrica. Por vezes, quando os teores de argila nos horizontes superficiais são elevados, pode haver dificuldade nas operações de mecanização, devido à maior pegajosidade do solo.



Figura 87. Chernossolo Argilúvico, no município de Pinheiral, RJ.
Foto: Marcos Gervasio Pereira (Acervo Pessoal).

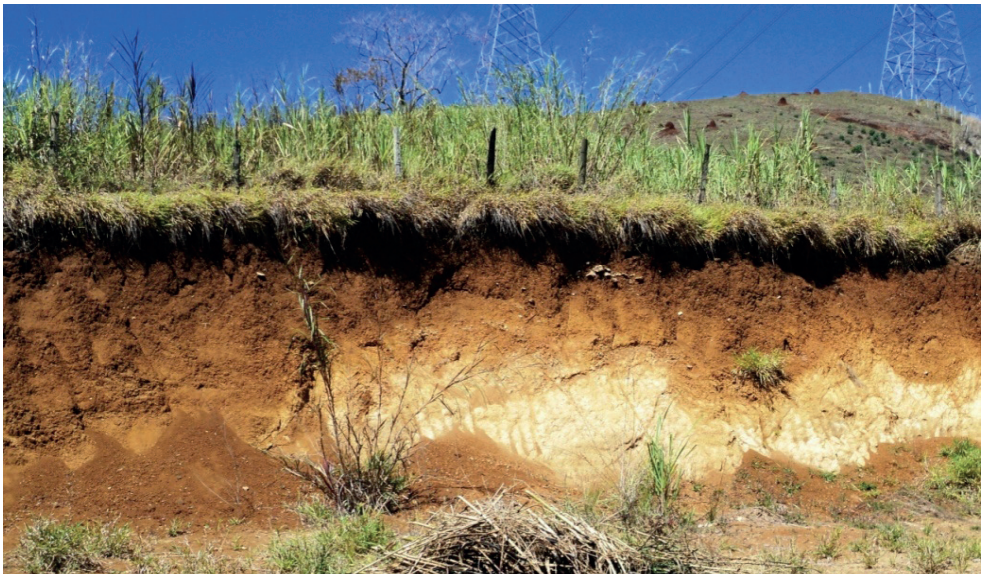


Figura 88. Perfil e área de ocorrência de Chernossolo Argilúvico, Pinheiral (RJ).
Foto: Marcos Gervasio Pereira (Acervo Pessoal).

7.4.4. Chernossolos Háplicos – MX

Os Chernossolos Háplicos são solos que não apresentam características distintivas ou extraordinárias para serem enquadrados nas classes anteriores. Apresentam espessura variável, normalmente são observados em relevo movimentado, o que desfavorece a mecanização e propicia maior suscetibilidade à erosão hídrica. De maneira geral, apresentam boa fertilidade natural, porém, a presença de carbonatos, em algumas condições, pode ser responsável pela elevação do pH, reduzindo a disponibilidade de fósforo e micronutrientes.

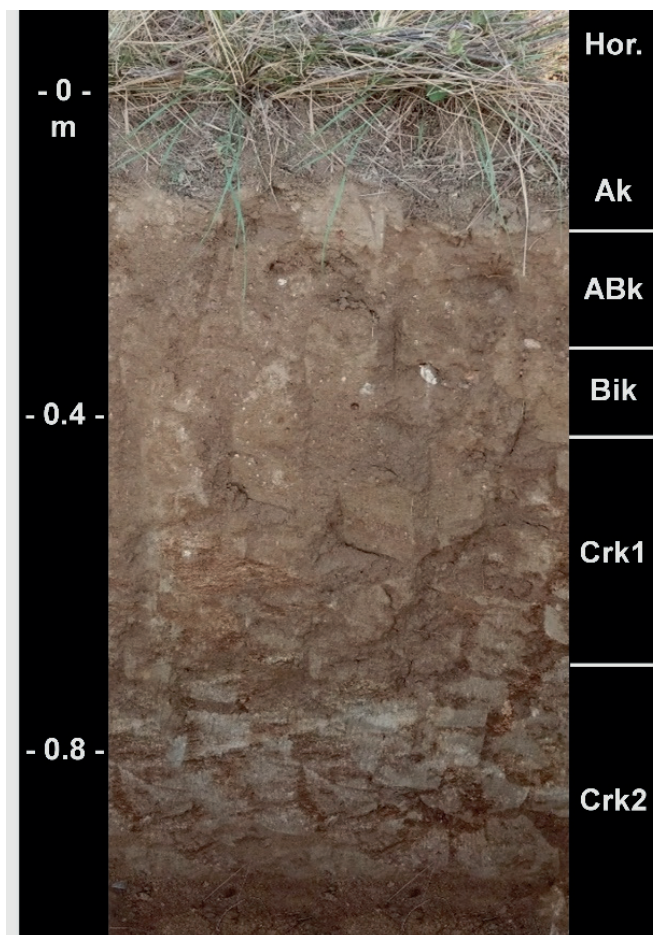


Figura 89. Chernossolo Háplico no município de Italva, RJ.

Foto: Marcos Gervasio Pereira (Acervo Pessoal).

A seguir, serão apresentadas, em caráter ilustrativo, a granulometria e algumas características químicas de horizontes superficiais e subsuperficiais de perfis de solos da Ordem dos Chernossolos no Estado do Rio de Janeiro (Tabela 4).

Tabela 4. Características físicas e químicas dos horizontes superficiais e subsuperficiais dos Chernossolos.

| Classe de Solo | Horizonte | Frações granulométricas | | | C.org. | SB | Valor T | Al ⁺³ | pH H ₂ O |
|-------------------------------------|-----------|-------------------------|-------|--------|---|------|---------|------------------|---------------------|
| | | Areia | Silte | Argila | | | | | |
| | | g kg ⁻¹ | | | cmol _c kg ⁻¹ solo | | | | |
| Chernossolo Rêndzico ¹ | Ap1 | 400 | 180 | 420 | 14,0 | 31,8 | 31,8 | 0,0 | 8,0 |
| | Ck2 | 310 | 570 | 120 | 1,3 | 13,8 | 13,8 | 0,0 | 8,3 |
| Chernossolo Ebânico ² | Ak1 | 639 | 171 | 190 | 19,0 | 8,7 | 10,9 | 0,0 | 6,0 |
| | Bik2 | 500 | 102 | 398 | 8,0 | 9,6 | 11,8 | 0,0 | 5,9 |
| Chernossolo Argilúvico ³ | Ap | 300 | 230 | 470 | 7,2 | 14,8 | 14,8 | 0,0 | 7,6 |
| | Bt2 | 210 | 220 | 570 | 4,9 | 16,6 | 16,6 | 0,0 | 7,7 |
| Chernossolo Háptico ⁴ | Ak | 698 | 92 | 210 | 14,0 | 12,6 | 14,6 | 0,0 | 6,3 |
| | Bik | 740 | 84 | 176 | 6,0 | 10,3 | 11,3 | 0,0 | 6,7 |

¹Perfil PRJ10 e ³Perfil PRJ9 (EMBRAPA, 1979); ²Perfil4 e ⁴Perfil 2 (PINHEIRO JUNIOR, 2018). C.org. = Carbono orgânico; SB = Soma de Bases.

7.5 ESPODOSSOLOS

Os solos da Ordem dos Espodosolos são caracterizados pela presença do horizonte diagnóstico subsuperficial B espódico, que pode apresentar espessura variável, sendo a mínima de 2,5 cm, sendo conceituado pelo acúmulo iluvial de matéria orgânica associado a alumínio, podendo ou não ser verificada a presença de ferro (SANTOS *et al.*, 2018).

São solos formados pelo processo pedogenético específico de podzolização, que consiste na complexação e redistribuição de Fe e Al (KÄMPF e CURI, 2012). A vegetação de caráter ácido, sob a qual esses solos ocorrem, favorece o acúmulo de compostos orgânicos complexantes como polifenóis, ácidos fúlvicos e húmicos nos horizontes superficiais. Esses ácidos orgânicos dissolvidos complexam principalmente os íons Fe e Al, devido ao seu pequeno raio e elevada valência, conferindo maior estabilidade aos complexos que, posteriormente, são translocados e depositados em subsuperfície (Figura 90). A mobilização desses complexos dos horizontes superficiais e sua deposição em subsuperfície são facilitadas pela natureza do material de origem, com predomínio da fração areia composta basicamente por quartzo.

A deposição dos complexos organo-metálicos em subsuperfície se dá em função de diferentes fatores, destacando-se a precipitação em condições de pH mais elevado, que pode decorrer do contato do horizonte subsuperficial com o lençol freático, especialmente quando influenciados pelas marés nas regiões costeiras. Uma outra condição, ainda associada aos elevados valores de pH, é a translocação das bases dos horizontes superficiais para os subsuperficiais, favorecendo nestes últimos a elevação do pH.



Figura 90. Amostra coletada para micromorfologia e fotomicrografia de revestimentos de matéria orgânica em grão de quartzo e ferrãs em Espodossolo Húmilúvico no município de Rio das Ostras, RJ.

Foto: Marcos Gervasio Pereira (Acervo Pessoal).

Os complexos orgânicos podem também ser adsorvidos a outros minerais e, dessa forma, progressivamente ocorre a formação do B espódico. Adicionalmente, a precipitação dos complexos pode ocorrer quando a relação metal:C orgânico excede a um valor crítico no qual todos os sítios de ligação polar estão preenchidos, sendo para o Fe a razão Fe^{3+} :ácido fúlvico considerada como igual a 6:1 (WRIGHT e SCHNITZER, 1961; KÄMPF e CURI, 2012).

Em função da sua composição, o horizonte B espódico pode ser identificado como Bs (acúmulo de alumínio e ferro com baixo grau de cristalinidade); Bhs (acúmulo de material orgânico iluvial combinado com compostos de alumínio e ferro) e Bh (formado por acúmulo iluvial de complexos matéria orgânica-alumínio, com pouca ou nenhuma evidência de ferro) (SANTOS *et al.*, 2018).

Quanto à classificação em 2º nível categórico (subordem), a característica usada como diferencial nos Espodossolos é o tipo de horizonte B espódico, subdividindo-se em Espodossolos Humilúvicos, Espodossolos Ferrilúvicos e Espodossolos Ferri-Humilúvico.

Os Espodossolos Ferrilúvicos, identificados pela presença do horizonte espódico com sufixos Bs ou Bsm, não foram encontrados nos levantamentos de solos no estado do Rio de Janeiro, na escala em que foram realizados. Assim, não serão abordados nesta publicação.

As demais subordens, Espodossolos Humilúvicos e Ferri-Humilúvicos, ocorrem na mesma paisagem no estado do Rio do Janeiro, sendo frequentemente associadas ou formando complexos como unidade de mapeamento; portanto, serão descritas em conjunto.

7.5.1. Espodossolos Humilúvicos (EK) e Espodossolos Ferri-Humilúvico (ESK)

Os Espodossolos Humilúvicos são caracterizados pela presença do horizonte espódico identificado com sufixos Bh ou Bhm; o último, indicando a forte cimentação, denominada de *ortstein* (sufixo m). Nesses horizontes, predominam cores escuras com valor menor que 4 e croma menor que 3 (Figura 91a). Já os Espodossolos Ferri-Humilúvicos não apresentam característica distintiva das demais subordens, sendo identificados pela presença do horizonte espódico com sufixos Bhs ou Bhsm, podendo ser observadas cores que variam do matiz 2,5YR a 10YR e valor/croma de 3/4, 3/6, 4/3 ou 4/4 (Figura 91b).

No Rio de Janeiro, esses solos ocorrem predominantemente nas restingas. Nesse ambiente, a vegetação de caráter ácido associada ao material de origem de sedimentos arenosos, em geral eólicos, e as maiores precipitações pluviométricas do litoral condicionam a formação dos Espodossolos (MENEZES *et al.*, 2018).

Como ocorrem predominantemente em áreas de restinga (Figura 92), devem ser destinados à proteção permanente (APPs), pela legislação ambiental. Quando utilizados para agricultura, devido à textura muito arenosa, possuem muitas limitações, como a baixa capacidade de retenção de cátions e água e a alta susceptibilidade à erosão, especialmente eólica. Adicionalmente, a presença de horizontes cimentados (*ortstein*) em alguns Espodossolos limita o desenvolvimento do sistema radicular em profundidade.

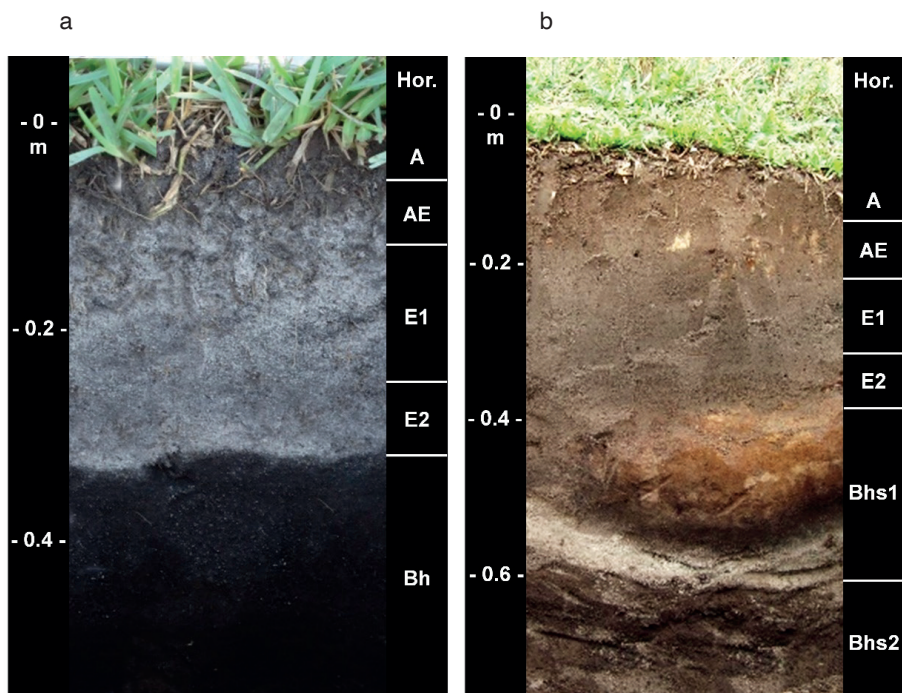


Figura 91. Espodossolo Humilúvico: (a) Espodossolo Ferri-humilúvico Órtico dúbico, com formação de *ortstein* e a presença dos horizontes diagnósticos E álbito e B espódico em uma sequência *bisequum* (b) no município de Rio das Ostras, RJ.

Fotos: Marcos Gervasio Pereira (Acervo Pessoal).



Figura 92. Área de ocorrência de Espodosolos, Rio das Ostras (RJ).

Foto: Marcos Gervasio Pereira (Acervo Pessoal).

A seguir, serão apresentadas, em caráter ilustrativo, a granulometria e algumas características químicas de horizontes superficiais e subsuperficiais de perfis de solos da Ordem dos Espodosolos, no estado do Rio de Janeiro (Tabela 5).

Tabela 5. Características físicas e químicas dos horizontes superficiais e subsuperficiais dos Espodosolos.

| Classe de Solo | Horizonte | Frações granulométricas | | | C.org. | SB | Valor T | Al ⁺³ | pH H ₂ O |
|---|-----------|-------------------------|-------|--------|---|-----|---------|------------------|---------------------|
| | | Areia | Silte | Argila | | | | | |
| | | g kg ⁻¹ | | | cmol _c kg ⁻¹ solo | | | | |
| Espodosolo Humilúvico ¹ | A | 940 | 40 | 20 | 13,1 | 1,2 | 5,7 | 0,2 | 4,4 |
| | Bh2 | 940 | 30 | 30 | 12,9 | 0,4 | 11,1 | 2,5 | 4,5 |
| Espodosolo Ferrihumilúvico ² | Ap | 940 | 40 | 20 | 4,6 | 1,8 | 3,5 | 0,0 | 5,8 |
| | 2Bhs | 820 | 100 | 80 | 11,6 | 0,3 | 8,9 | 1,0 | 4,8 |

¹Perfil 14 e ²Perfil 15 (CARVALHO FILHO *et al.*, 2003).C.org. = Carbono orgânico; SB = Soma de bases.

7.6 GLEISSOLOS

Os solos da Ordem Gleissolos, do russo *gley*, massa de solo pastosa, conotativo de excesso de água, são formados pelo processo pedogenético de gleização, que consiste na redução e remoção do ferro por ação dos microrganismos em ambiente anaeróbico

(KÄMPF e CURI, 2012). Devido à baixa disponibilidade de oxigênio nesses ambientes, os óxidos de ferro são utilizados pelos microrganismos do solo como aceptores finais de elétrons na decomposição da matéria orgânica. Como resultado da atividade biológica, o ferro é transformado da forma oxidada (Fe^{3+}) para forma reduzida (Fe^{2+}), que, por sua vez, torna-se solúvel, podendo então ser removido do solo para o lençol freático. Com a remoção do ferro, os outros minerais presentes no solo, como o quartzo na fração areia e a caulinita ou montmorilonita na fração argila, passam a expressar as suas cores claras ou acinzentadas, ou mesmo azuladas e esverdeadas. No período de menor quantidade de chuvas, com o rebaixamento do lençol freático e o aumento na disponibilidade de oxigênio, formam-se zonas de segregação de ferro oxidado, identificadas pelo atributo morfológico conhecido como “mosqueado” (Figura 93). Horizontes que apresentam desenvolvimento de cores neutras ou próximas de neutras na matriz do horizonte, com ou sem mosqueados decorrentes da mobilização do Fe e/ou Mn, recebem o sufixo g (SANTOS *et al.*, 2018).

Quanto à classificação, os Gleissolos são identificados pela presença do horizonte diagnóstico glei, ocorrendo nos primeiros 50 cm a partir da superfície, ou entre 50 e 150 cm, desde que imediatamente sobrejacente a horizonte A ou E, ou, ainda, horizonte superficial hístico, quando este não atende aos critérios de espessura para classificação dos Organossolos (SANTOS *et al.*, 2018).

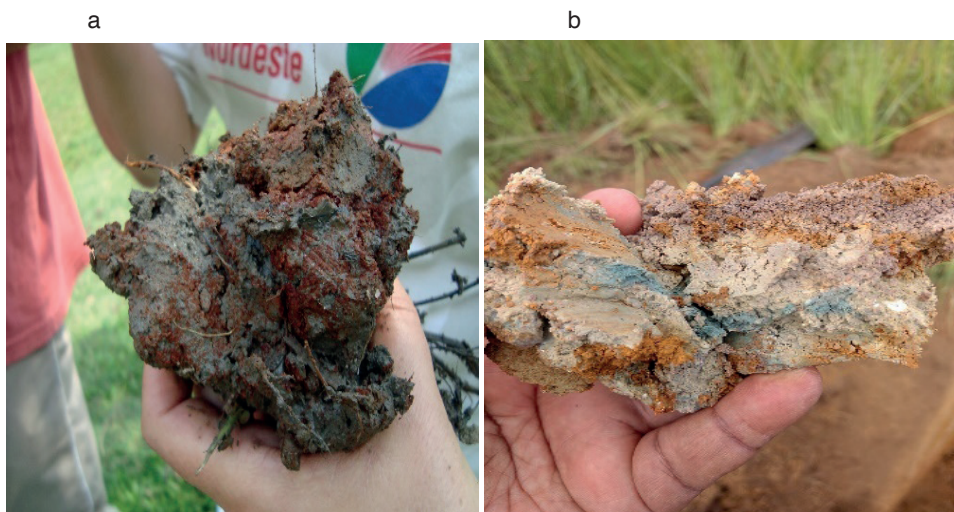


Figura 93. Amostras de solo com presença de mosqueados de redução em diferentes perfis de Gleissolos.

Fotos: Marcos Gervasio Pereira (Acervo Pessoal).

Quanto à classificação dos Gleissolos em 2º nível categórico (subordem) no SiBCS (SANTOS *et al.*, 2018), subdividem-se em quatro classes: os Gleissolos Tiomórficos, Gleissolos Sálícos, Gleissolos Melânicos e Gleissolos Háplicos.

7.6.1. Gleissolos Tiomórficos – GJ

São solos que apresentam horizonte sulfúrico, caracterizados pelos valores de pH extremamente ácidos ($\leq 3,5$), presença do mineral jarosita e/ou materiais sulfídricos, indicando a expressão dos processos de sulfidização e sulfurização (KÄMPF e CURI, 2012). Ocorrem, principalmente, em ambientes que são ou foram submetidos à influência da adição de enxofre ($\text{SO}_4^{=}$) pela água do mar, em regiões de deltas de rios ou litorâneas. Nesses ambientes, os íons sulfatos (SO_4^{2-}) adicionados ao solo são reduzidos a sulfeto (S^{2-}) via atividade microbiana, tal como a transformação do Fe^{3+} em Fe^{2+} , que reagem entre si, formando os sulfetos de ferro (FeS , Fe_3S_4 e FeS_2), denominados de pirita. A segunda etapa ocorre quando esses solos são expostos a condições aeróbicas, havendo, portanto, a oxidação do sulfeto e produção de ácido sulfúrico (H_2SO_4), favorecendo a formação da jarosita, que é visualizada no perfil por mosqueados de coloração amarelada (Figura 94).

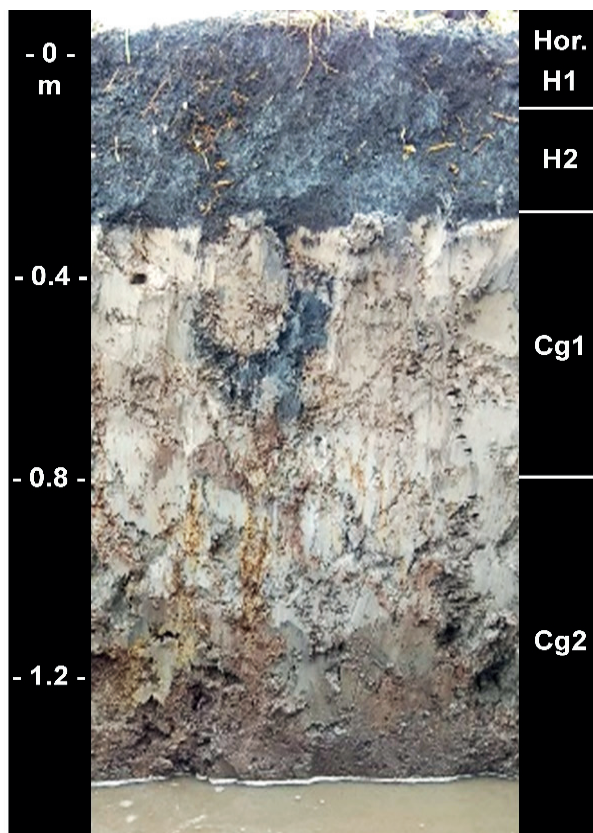


Figura 94. Perfil de Gleissolo Tiomórfico com presença de jarosita em Santa Cruz - RJ.

Foto: Marcos Gervasio Pereira (Acervo Pessoal).

No estado do Rio de Janeiro, os Gleissolos Tiomórficos, em geral, ocorrem nas planícies costeiras, em áreas sedimentares próximas ou adjacentes ao litoral, principalmente sob vegetação de manguezal ou de campos hidrófilos ou higrófilos. A presença do tiomorfismo pode ser identificada pelo ligeiro odor de gás sulfídrico observado em amostra de solo molhada, ou em torrões secos com a presença de veios amarelados, que indicam a presença da jarosita.

O próprio ambiente onde esses solos se formam já apresenta restrições ao uso agrícola, uma vez que a legislação ambiental determina a proteção das áreas de vegetação de manguezal e deltaicas. Os serviços ambientais prestados por esses solos e os seus ecossistemas são muito valiosos para a preservação de espécies de fauna e flora, além da proteção das áreas costeiras. Mais recentemente, os manguezais vêm sendo destacados como “hotspots” no combate às mudanças climáticas, pela sua contribuição para o estoque do chamado carbono “azul” (Rovai *et al.*, 2022). Grande parte desse estoque se dá em solos como os Gleissolos Tiomórficos e outras classes associadas.

Além das fortes limitações ao uso agrícola relacionadas aos elevados teores de sulfatos e a acidez extrema, acentuada quando os Gleissolos Tiomórficos são drenados artificialmente, esses solos estão frequentemente associados a condições de alta salinidade, o que lhes confere, no conjunto, a classificação de inaptos à produção agrícola, seja com lavouras ou pastagens.

Ressalta-se que, uma vez que o processo de sulfurização se inicie, com a drenagem do horizonte que apresenta o tiomorfismo, a degradação desses solos é praticamente irreversível ou exige investimentos muito altos para a sua recuperação. Ainda, essa condição afeta não apenas a agricultura, mas tem impacto negativo sobre construções, ferrovias, dutos de passagem de petróleo e gases etc., pela corrosão que é favorecida com a formação do ácido sulfúrico e redução do pH a valores muito baixos.

Porém, em algumas planícies com vegetação original de campos de várzea, nos municípios de Campos dos Goytacazes, Magé, Itaguaí e na Zona Oeste do Rio de Janeiro, em áreas mais distantes da costa litorânea, os Gleissolos Tiomórficos são cultivados com lavouras de sistemas radiculares mais superficiais, respectivamente, com cana-de-açúcar e pastagens, olericultura, lavouras de mandioca, coco e plantas ornamentais. Esse uso agrícola é possível apenas quando o horizonte sulfúrico ou os materiais sulfídricos ocorrem em maiores profundidades ou quando a drenagem não foi intensa. Ou seja, é mantido o nível do lençol freático na profundidade de, pelo menos, 50 cm da superfície do solo.

As áreas de maior ocorrência dos Gleissolos Tiomórficos no estado são: a) margens da Lagoa Feia e parte do canal Macaé-Campos; b) planícies de inundação dos rios Pedro, em Macaé, São João e Una, em São Pedro da Aldeia; c) margens da lagoa de Saquarema;

e d) orla marítima da Baía da Guanabara, municípios de Duque de Caxias e Magé, e da Baía de Sepetiba, municípios do Rio de Janeiro e Itaguaí. Nessas áreas, a drenagem para fins agrícolas não deve ser realizada sem a devida caracterização da profundidade em que ocorre o horizonte tiomórfico, os seus teores de enxofre e o nível de salinidade (CARVALHO FILHO *et al.*, 2003).

7.5.2. Gleissolos Sálícos – GZ

Esses solos são marcados pelo processo pedogenético de salinização em adição ao de gleização (KÄMPF e CURI, 2012). Possuem condutividade elétrica do extrato da pasta saturada $\geq 7 \text{ dS m}^{-1}$, a 25°C, em um ou mais horizontes ou camadas dentro de 100 cm a partir da superfície (SANTOS *et al.*, 2018). São desenvolvidos a partir de sedimentos colúvio-aluvionares de idade quaternária que ocorrem na região litorânea, em áreas próximas à costa, sujeitas à influência marinha. Com pequena expressão territorial contínua no estado, são encontrados próximo ao farol de São Tomé, em Campos dos Goytacazes, e na bacia hidrográfica do Rio Guapi Macacu próximos à Baía de Guanabara, onde encontram-se associados aos Gleissolos Háplícos, Gleissolos Tiomórficos e Neossolos Flúvicos com caráter salino, em geral sob vegetação de campo halófilo de várzea, ocorrendo espécies características desse ambiente, como a *Salicornia* sp (Figura 95) (CARVALHO FILHO *et al.*, 2003; PINHEIRO *et al.*, 2015). No município do Rio de Janeiro, ocorrem próximo à Baía de Sepetiba, em Guaratiba, também em associação com Gleissolos Tiomórficos e, por vezes, podem apresentar horizonte H hístico (Figura 96) com espessura insuficiente para ser classificado como Organossolo. Em função de sua pequena expressão geográfica, em geral, não são identificados em unidades de mapeamento nos levantamentos de solo com escalas menores, ocorrendo em associações ou complexos, ou mesmo como tipos de terreno, tais como os “solos indiscriminados de mangue” ou “solos salinos”.

Devem ser destinados para a preservação da fauna e flora, pela ocorrência em ambientes que são definidos pelo código florestal como Áreas de Preservação Permanente e também pelas fortes limitações de deficiência de oxigênio pelas condições de má drenagem, além da forte deficiência de fertilidade pelos elevados teores de sais solúveis. Ainda, da mesma forma que nos Gleissolos Tiomórficos, sua importância para preservação de ecossistemas costeiros, incluindo espécies de animais como aves marinhas, caranguejos e para a pesca artesanal, é muito maior que produtos de eventual uso agrícola, que, na maioria das vezes, irão conduzir a sua degradação irreversível. A drenagem desses solos irá favorecer a acumulação dos sais, com aumento significativo do pH e formação de crostas salinas na superfície do solo, criando condições extremamente inóspitas até mesmo para as espécies adaptadas dos campos halófilos e mangues.



Figura 95. Ocorrência de Gleissolo Sálco: (a) Área de Gleissolo Sálco em Guaratiba, (RJ); (b) Vegetação de *Salicornia* sp.

Fotos: Rosimar Goulart (Acervo Pessoal).

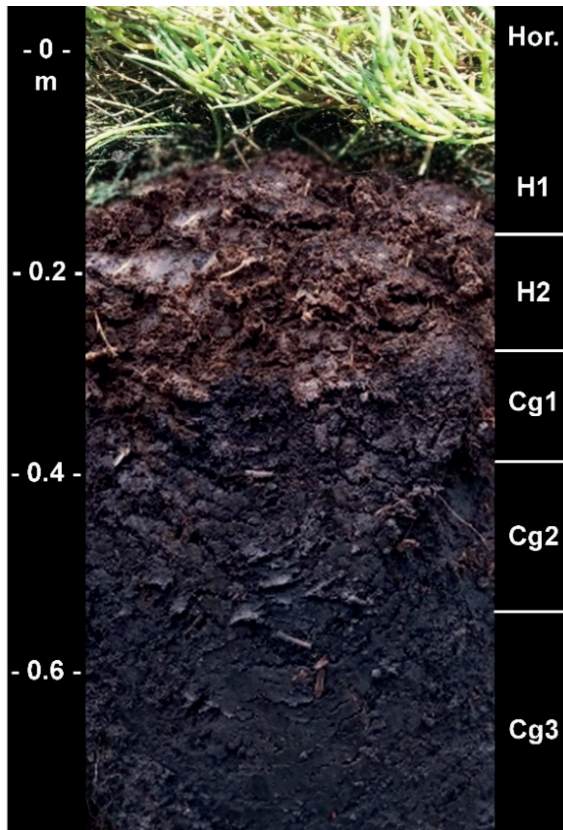


Figura 96. Perfil de Gleissolo Sálco com horizonte hístico e vegetação de *Salicornia* sp em Guaratiba - RJ.

Foto: Rosimar Goulart (Acervo Pessoal).

7.6.3. Gleissolos Melânicos – GM

São caracterizados pela presença do horizonte superficial H hístico com menos de 40 cm de espessura ou horizonte A húmico, proeminente ou chernozêmico (Figura 97) (SANTOS *et al.*, 2018). O predomínio de cores escuras nos horizontes superficiais desses solos é resultado da atuação do processo pedogenético de melanização (KÄMPF e CURI, 2012), em que ocorre a adição e transformação da matéria orgânica do solo em substâncias húmicas.

De maneira geral, são distróficos e possuem elevada acidez nos horizontes superficiais (exceto os que apresentam horizonte A chernozêmico). Apresentam menores limitações de fertilidade quando comparado aos Gleissolos Tiomórficos e Gleissolos Sáficos. Entretanto, exigem manejo cuidadoso da calagem, tendo em vista o elevado poder tampão observado no horizonte superficial. Por outro lado, nesses solos, como nos Organossolos, a acidez é resultante da adição de prótons de H^+ , em função dos maiores teores de matéria orgânica e não de sua mineralogia (EBELING *et al.*, 2008; 2011). Assim, não é recomendado aplicar os mesmos critérios para recomendação de calagem utilizados em solos com menor contribuição da matéria orgânica e mais intemperizados, pois resultaria em altas doses de calcário, que, por sua vez, podem acelerar a decomposição da matéria orgânica. Adicionalmente, o manejo da drenagem também deve ser bem planejado, tendo em vista que o aumento da disponibilidade de oxigênio pode intensificar a mineralização da matéria orgânica.

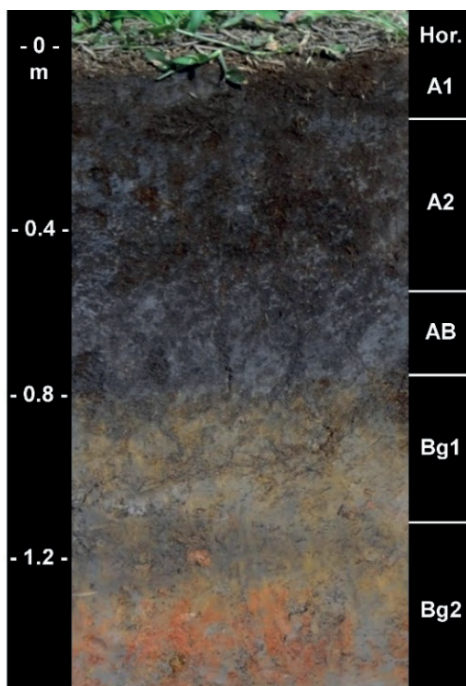


Figura 97. Perfil de Gleissolo Melânico localizado em Guapimirim - RJ.

Foto: Ademir Fontana (Acervo Pessoal).

Os Gleissolos Melânicos ocorrem em várzeas úmidas no interior do estado do Rio de Janeiro, em alguns vales na região serrana, ou em planícies extensas, como a Baixada Fluminense e a Baixada Campista, várzeas em Macaé e no município de Guapimirim, na Região Metropolitana da cidade do Rio de Janeiro, associados aos Organossolos e Neossolos Flúvicos e a outros Gleissolos (CARVALHO FILHO *et al.*, 2003; PINHEIRO, 2015). São cultivados principalmente com lavouras anuais (Figura 98), com oleráceas, espécies ornamentais, cana-de-açúcar (com drenagem artificial) e pastagens. Os Gleissolos Melânicos eutróficos apresentam elevado potencial para a agricultura familiar e permitem seu uso por boa parte do ano, exigindo, porém, drenagem artificial ou cultivo em camalhões, uma vez que apresentam, em condições naturais, forte restrição por deficiência de aeração.



Figura 98. Área de ocorrência de Gleissolo Melânico localizado em Guapimirim - RJ.

Foto: Ademir Fontana (Acervo Pessoal).

Alguns Gleissolos Melânicos, como os Neossolos Flúvicos, estão em APPs e são extremamente importantes para a preservação de aquíferos e habitats associados às várzeas úmidas, lagos e margens de rios.

7.5.4. Gleissolos Háplicos – GX

Solos com características que não são distintivas de ambientes ou possuem outros processos pedogenéticos além da gleiização, e não se enquadram nas classes anteriores de Gleissolos. Comumente, têm horizonte diagnóstico superficial A moderado sobrejacente ao horizonte glei (Figura 99).

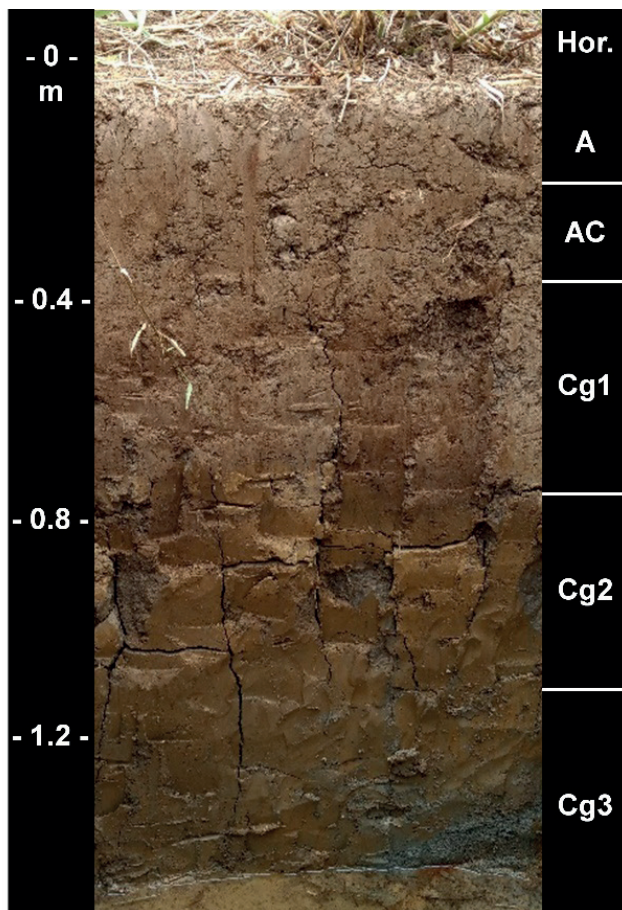


Figura 99. Perfil de Gleissolo Háplico localizado em Pinheiral - RJ.

Foto: Marcos Gervasio Pereira (Acervo Pessoal).

Suas propriedades são muito variáveis em função da natureza dos sedimentos, nível do lençol freático e condições locais de relevo. Apresentam maiores limitações quanto à fertilidade em comparação às classes anteriores de Gleissolos, possuindo, frequentemente, caráter distrófico e elevados teores de alumínio trocável. Entretanto, quando drenados, respondem bem à calagem e à adubação. Apresentam limitações à mecanização devido à drenagem e sua estrutura em geral maciça, especialmente nos solos de textura mais argilosa. Os Gleissolos Háplicos ocorrem em vários ambientes de várzeas no estado do

Rio de Janeiro, comumente associados aos Cambissolos Flúvicos e Neossolos Flúvicos. São intensamente utilizados com lavouras anuais, olericultura, fruticultura, mandioca, pastagens (Figura 100).



Figura 100. Área de Ocorrência de Gleissolos Hápicos, Magé (RJ).

Foto: Marcos Gervasio Pereira.

A seguir, serão apresentadas, em caráter ilustrativo, a granulometria e algumas características químicas de horizontes superficiais e subsuperficiais de perfis de solos da Ordem dos Gleissolos, no estado do Rio de Janeiro (Tabela 6).

Tabela 6. Características físicas e químicas dos horizontes superficiais e subsuperficiais de Gleissolos.

| Classe de Solo | Horizonte | Frações granulométricas | | | C.org. | SB | Valor T | pH H ₂ O | C.E (dS m ⁻¹) |
|-------------------------------------|-----------|-------------------------|-------|--------|---|------|---------|---------------------|---------------------------|
| | | Areia | Silte | Argila | | | | | |
| | | g kg ⁻¹ | | | cmol _c kg ⁻¹ solo | | | | |
| Gleissolo ¹ Timórfico | Az | 30 | 290 | 680 | 47,7 | 33,7 | 49,8 | 3,6 | 9,0 |
| | Cgjz2 | 20 | 280 | 700 | 35,7 | 33,3 | 37,4 | 2,5 | 11,0 |
| Gleissolo ² Sálico | A | 380 | 200 | 420 | 21,0 | 22,2 | 22,2 | 7,3 | 6,0 |
| | 2Cgzn1 | 280 | 180 | 540 | 4,7 | 24,3 | 24,3 | 7,1 | 10,0 |
| Gleissolo ³ Melânico | A | 370 | 280 | 350 | 14,9 | 2,3 | 9,9 | - | - |
| | Cg1 | 290 | 200 | 510 | 6,6 | 1,5 | 10,2 | - | - |
| Gleissolo ⁴ Háplico | A | 180 | 90 | 630 | 45,7 | 4,2 | 22,5 | - | - |
| | Cg2 | 200 | 110 | 690 | 4,9 | 4,7 | 9,7 | - | - |

¹(EMBRAPA, 1979);^{2,3}(CARVALHO FILHO *et al.*, 2003); ⁴(SILVA, 1993). C.org. = Carbono orgânico; SB = Soma de bases, C.E. = Condutividade elétrica.

7.7 LATOSSOLOS

Os solos da Ordem Latossolos, do latim *lat*, altamente alterado (“tijolo”), conotativo de material muito intemperizado, possuem perfis profundos, têm boa drenagem, em sua grande maioria com baixa saturação por bases (distróficos). As maiores extensões geográficas no Brasil estão em relevo que varia de plano a suave ondulado, ou seja, com pequena declividade. Porém, no estado do Rio de Janeiro, são encontrados também em relevo ondulado e mesmo forte-ondulado.

Os Latossolos são formados pelos processos pedogenéticos específicos de dessilicação e ferralitização (KÄMPF e CURI, 2012). Nesses processos, ocorre a transformação de minerais primários e/ou secundários, associada às perdas de bases e sílica. Os horizontes subsuperficiais (B) são identificados pelo sufixo w, utilizado para indicar a presença de material mineral em estágio avançado de intemperização, com alteração completa ou quase completa dos materiais de origem e dos constituintes secundários do próprio horizonte Bw (SANTOS *et al.*, 2018).

Os Latossolos são identificados no SiBCS pela presença do horizonte diagnóstico subsuperficial B latossólico, caracterizado pela espessura mínima de 50 cm, avançado estágio de intemperização, baixo conteúdo de minerais primários facilmente alteráveis e baixa capacidade de troca catiônica ($<17 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$), condizente com a constituição mineralogia de óxidos e oxi-hidróxidos de ferro e alumínio e argilominerais do tipo 1:1, como a caulinita. Adicionalmente, apresentam relação molecular $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ (ki) inferior a 2,2, indicando a intensa atuação do processo de dessilicação (SANTOS *et al.*, 2018). Nos Latossolos de mineralogia mais oxidica, é comum a presença no horizonte B latossólico da estrutura do tipo granular muito pequena com grau de desenvolvimento forte, resultante da elevada floculação, que é favorecida pela interação entre óxidos de ferro e alumínio e a caulinita. Essa estrutura também é citada na literatura como tipo “pó de café”, termo de uso comum, ou microgranular. Em Latossolos mais caulínicos, a estrutura em blocos subangulares é mais comum na parte superior do horizonte subsuperficial latossólico, passando a granular em profundidade no perfil.

No 2º nível categórico, os Latossolos são divididos em quatro subordens no SiBCS (SANTOS *et al.*, 2015) a seguir: Latossolos Brunos, Latossolos Amarelos, Latossolos Vermelhos e Latossolos Vermelho-Amarelo. Essas classes têm como principal diferencial a cor do horizonte B latossólico, além do teor de carbono orgânico no Latossolos Brunos, tendo como premissa que a cor reflete o material originário e o ambiente de formação, quanto ao grau de intemperização e mineralogia das argilas. Nos levantamentos de solos realizados no estado do Rio de Janeiro, até o momento, não se verificam registros da subordem dos Latossolos Brunos, por essa razão não serão tratados na publicação.

7.7.1. Latossolos Amarelos (LA)

Os Latossolos Amarelos apresentam cores com matiz 7,5YR ou mais amarelos na maior parte dos primeiros 100 centímetros do horizonte B (Figura 101). Distribuem-se por todo o estado do Rio de Janeiro, sob condições climáticas variadas, com vegetação original de floresta tropical, desde perenifólia a subcaducifólia. Ocorrem em áreas de relevo desde movimentado (forte ondulado e montanhoso) (Figura 102), que, somado à baixa fertilidade natural, restringem o potencial de utilização agrícola (CARVALHO FILHO *et al.*, 2003), até relevo suave-ondulado e plano, no domínio geomorfológico dos Tabuleiros Costeiros (vide Cap. 2), a partir de materiais do Grupo Barreiras. Os solos de tabuleiro, como são referidos, estão associados na paisagem aos Argissolos Amarelos e têm grande expressão nos municípios de São João da Barra, Campos dos Goytacazes, Quissamã e Macaé, entre outros na região Norte Fluminense, e na Bacia de Resende.

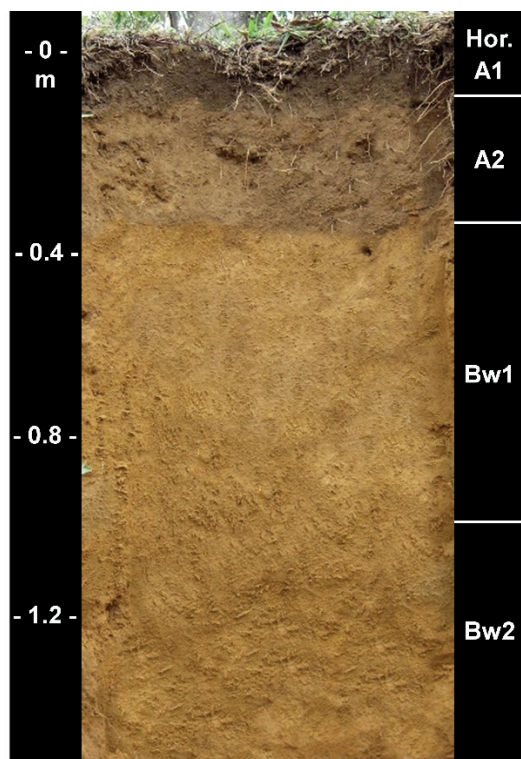


Figura 101. Latossolo Amarelo, localizado no município de Resende (RJ).

Foto: Marcos Gervasio Pereira (Acervo Pessoal).

De maneira geral, os Latossolos Amarelos apresentam reduzidos teores de matéria orgânica e são distróficos, com menor expressão de solos com caráter alumínico no estado do Rio de Janeiro (SANTOS *et al.*, 2018). Quanto às limitações de ordem física, devido à natureza do material de origem (sedimentos cauliniticos) e ao efeito de empacotamento

das argilas, influenciado pela mineralogia, é comum observar adensamento no horizonte transicional AB e no topo do horizonte subsuperficial (BA e B1) desses solos, que é identificado como caráter coeso no SiBCS. Nesses horizontes coesos, há redução da porosidade total e aumento da densidade do solo (Ds), sendo essa característica mais observada nos Latossolos dos Tabuleiros Costeiros. Em função da organização das argilas, nos horizontes coesos a consistência do material do solo, quando seco, varia de muito dura a extremamente dura, embora, quando úmido, seja friável ou mesmo muito friável (ANJOS, 1985). Essa condição, associada à estrutura aparentemente maciça, com algum desenvolvimento de estrutura fraca em blocos subangulares, pode ser forte limitante ao aprofundamento do sistema radicular de lavouras perenes, além de redução da permeabilidade do solo à água, até que o solo esteja úmido, o que pode aumentar a suscetibilidade à erosão e dificultar a incorporação de corretivos e fertilizantes em maior profundidade. Por outro lado, comparada aos demais Latossolos, a mineralogia caulínica contribui para menor fixação de fósforo (PEREIRA, 1996), o que é um aspecto positivo no manejo da fertilidade dos Latossolos Amarelos.



Figura 102. Paisagem de ocorrência de Latossolo Amarelo, Campos dos Goytacazes, (RJ).

Foto: Ademir Fontana (Acervo Pessoal).

Pela condição de relevo plano a suave-ondulado, os Latossolos Amarelos nos Tabuleiros Costeiros podem apresentar bom retorno agrícola, inclusive para usos mais intensivos, como a produção de grãos. Na região Norte Fluminense, esses solos possuem histórico de uso com a cana-de-açúcar e atualmente pastagens, com práticas

de manejo em geral inadequadas, intensa mecanização na lavoura da cana-de açúcar, além de queimadas em ambos os usos, o que levou à degradação de muitas áreas. No entanto, a introdução de sistemas como o plantio direto ou cultivo reduzido, integração de lavouras com pastagens, e mesmo silvicultura, são opções que, embora precisem de maior investimento, são recomendadas para a região.

7.7.2. Latossolos Vermelhos (LV)

Os Latossolos Vermelhos são caracterizados por apresentarem cores no matiz 2,5YR ou mais vermelhas na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B (Figura 103). São formados a partir de rochas de caráter básico ou intermediário ou outras com maior teor de minerais primários ricos em Fe^{+2} e Mg^{+2} (basaltos, diabásios, anfibolitos, migmatitos), podendo também ser formados a partir dos sedimentos originados dessas rochas. Possuem saturação por bases variadas, ocorrendo tanto solos eutróficos quanto distróficos. Em geral, são de textura argilosa ou mesmo muito argilosa. Em função dos teores de Fe_2O_3 , determinados pelo ataque sulfúrico, podem ser classificados no 3º nível categórico no SiBCS (grande grupo) como perférricos, quando esses teores são $\geq 360 \text{ g kg}^{-1}$, ou férrico, com teores variando de 180 g kg^{-1} a $< 360 \text{ g kg}^{-1}$.

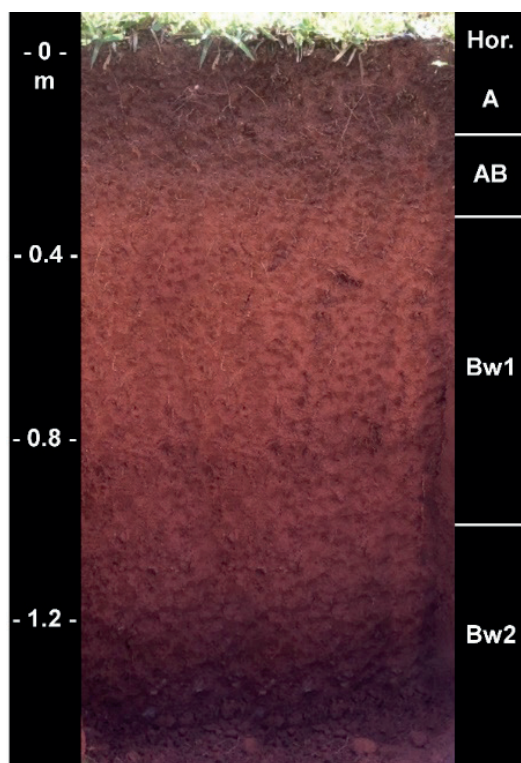


Figura 103. Latossolo Vermelho no município de Nova Friburgo (RJ).

Foto: Nivaldo Schultz (Acervo Pessoal).

Os Latossolos Vermelhos são pouco frequentes no estado do Rio de Janeiro, sendo registrados nos municípios de Paty do Alferes e Petrópolis, formados a partir de materiais provenientes do intemperismo de migmatitos pré-cambrianos da Unidade Rio Negro, em relevo que varia de forte ondulado a montanhoso e sob vegetação original de floresta tropical subperenifólia (CARVALHO FILHO *et al.*, 2003). O relevo acidentado (Figura 104) intensifica o processo erosivo, desfavorecendo o uso desses solos para lavouras anuais, em que são necessárias práticas intensas de preparo do solo e outras operações agrícolas.

Devido a isso, são recomendados para cultivos perenes ou silvicultura ou pastagens, exigindo manejo com práticas conservacionistas, incluindo a adoção de sistemas silvipastoris em vez de pastagens extensivas. Quanto à fertilidade natural, mesmo os que possuem alta saturação por bases podem apresentar limitações referentes à disponibilidade de fósforo, quando identificados como perférrico ou férrico, uma vez que os altos teores de óxidos de ferro aumentam o potencial de fixação desse nutriente.



Figura 104. Paisagem de ocorrência de Latossolo Vermelho. Localização: divisa entre os municípios de Cantagalo e Macuco, RJ.

Foto: Marcos Gervasio Pereira (Acervo Pessoal).

7.7.3. Latossolos Vermelho-Amarelos (LVA)

Os Latossolos Vermelho-Amarelos apresentam cores vermelho-amareladas e amarelo-avermelhadas que os excluem das classes anteriores (Figura 105). São formados a partir de rochas de caráter ácido, predominando granitos e gnaisses, ou sedimentos originados da intemperização dessas rochas. Em geral, são distróficos, com altos teores de alumínio e de textura média a argilosa ou mesmo muito argilosa. Os Latossolos Vermelho-Amarelos encontram-se amplamente distribuídos por todo o estado do Rio de Janeiro, em condições de clima e vegetação bastante distintas, sendo observados tanto em áreas mais secas e de temperaturas mais elevadas, sob floresta subcaducifólia no Norte Fluminense, como em ambientes mais úmidos e de temperaturas amenas, sob floresta perenifólia da região serrana (Figura 106) (CARVALHO FILHO *et al.*, 2003). Frequentemente estão associados na paisagem aos Argissolos Vermelho-Amarelos e aos Latossolos Amarelos, diferindo pelo gradiente textural, no caso do Argissolo, e pela declividade menor nos Latossolos Amarelos.

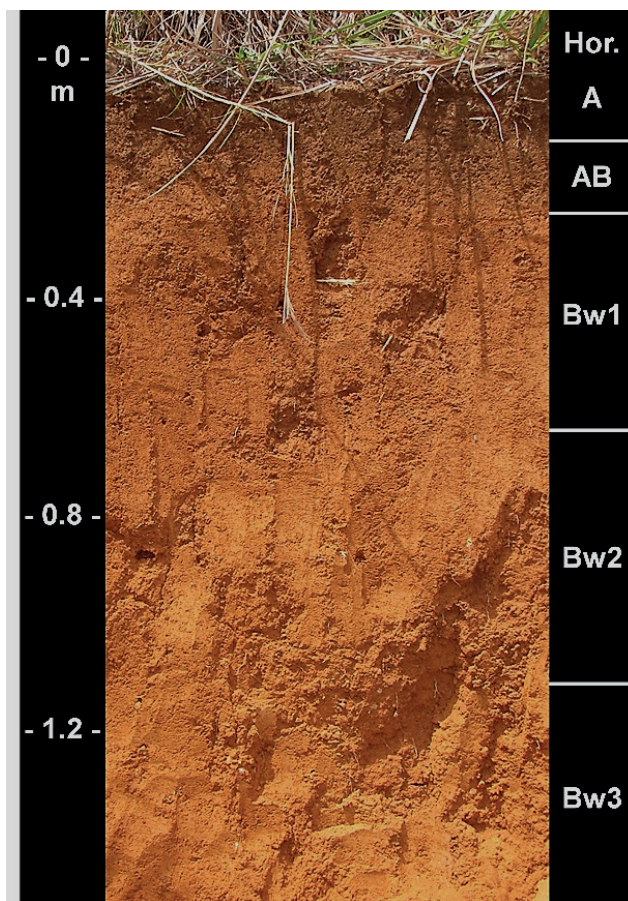


Figura 105. Latossolo Vermelho-Amarelo localizado no município de Nova Friburgo (RJ).

Foto: Marcos Gervasio Pereira (Acervo Pessoal).



Figura 106. Área de ocorrência de Latossolo Vermelho-Amarelo, Silva Jardim (RJ).

Foto: Ademir Fontana (Acervo Pessoal).

Nas áreas de relevo ondulado, a baixa fertilidade natural, somada à susceptibilidade à erosão hídrica, limitam seu uso com culturas anuais. Nessa condição, devem ser restritos para culturas perenes, com reduzida ou sem mecanização e adotando práticas conservacionistas, sendo recomendados principalmente para silvicultura, em sistemas agroflorestais e agrosilvopastoril. Quando em relevo forte ondulado e montanhoso, devem ser destinados à preservação ambiental, apesar de ser observado o seu uso com pecuária extensiva, lavouras de café, milho, cana-de-açúcar e olericultura. Algumas dessas lavouras fazem parte dos ciclos históricos da agricultura no estado do Rio de Janeiro após o desmatamento da Floresta Atlântica, os quais, em muitas áreas, levaram à degradação dos solos, com impacto sobre os mananciais hídricos (MENEZES, 2008). Portanto, a preservação dos fragmentos florestais, que ainda existem sobre esses solos, e a recuperação das áreas degradadas constituem recomendações essenciais para a segurança hídrica do estado, pelos impactos negativos da erosão e a sedimentação dos rios para as populações urbanas, além dos riscos de desastres ambientais. O mesmo se aplica a outros solos em condições similares de relevo.

A seguir, serão apresentadas, em caráter ilustrativo, a granulometria e algumas características químicas de horizontes superficiais e subsuperficiais de perfis de solos da Ordem dos Latossolos, no estado do Rio de Janeiro (Tabela 7).

Tabela 7. Características físicas e químicas dos horizontes diagnósticos superficiais e subsuperficiais dos Latossolos.

| Classe de Solo | Horizonte | Frações granulométricas | | | C.org | GF (%) | SB | Valor T | ki |
|---|-----------|-------------------------|-------|--------|-------|--------|-----|---------|------|
| | | Areia | Silte | Argila | | | | | |
| | | g kg ⁻¹ | | | | | | | |
| Latossolo ¹ Amarelo Bw2 | Ap1 | 700 | 90 | 210 | 12,7 | 38 | 3,0 | 5,6 | 2,26 |
| | 460 | 80 | 460 | 9,3 | 100 | 0,8 | 0,8 | 2,7 | 2,01 |
| Latossolo Vermelho ² Bw5 | Ap | 510 | 80 | 410 | 30,1 | 41 | 0,7 | 11,6 | 1,56 |
| | 350 | 110 | 540 | 3,9 | 100 | 0,2 | 0,2 | 3,7 | 1,46 |
| Latossolo Vermelho-Amarelo ³ 2Bw | Ap | 550 | 120 | 330 | 10,5 | 18 | 0,8 | 6,5 | 1,96 |
| | 380 | 110 | 510 | 1,4 | 100 | 0,4 | 0,4 | 4,3 | 1,65 |

¹Perfil 21, ²Perfil 22 (CARVALHO *et al.*, 2003); ³Perfil PRJ1 (EMBRAPA, 1979). C.org. = Carbono orgânico; GF = Grau de floculação; SB = Soma de bases, ki = Constante de intemperização.

7.8 LUVISSOLOS

Os solos da Ordem dos Luvissoles, do latim *luere*, que indica a translocação de argila, são formados a partir dos processos pedogenéticos específicos de eluviação/iluviação ou elutriação, que contribuem para o aumento do conteúdo de argila em subsuperfície (KÄMPF e CURI, 2012). De maneira geral, são pouco expressivos no estado do Rio de Janeiro e ocorrem em ambientes mais secos, nas regiões Norte e Noroeste, onde a vegetação caducifólia (Figura 107) confere pequena proteção ao solo, intensificando a erosão e a consequente remoção seletiva de argila do horizonte superficial (processo de elutriação). Em ambientes mais úmidos, são observados em pequenas manchas, formados a partir de rochas básicas no Médio Vale do Paraíba, em condições topográficas que também favorecem a atuação do processo de elutriação (relevo ondulado e forte ondulado). No estado do Rio de Janeiro, esses solos frequentemente ocorrem associados aos Argissolos Vermelho-Amarelos Eutróficos, diferindo destes pela maior atividade de argila nos Luvissoles.

Quanto à classificação no SiBCS, os Luvissoles são definidos pela presença do horizonte diagnóstico subsuperficial B textural com argila de alta atividade e alta saturação por bases (V% >50) (SANTOS *et al.*, 2018). No segundo nível categórico (subordem), subdividem-se em apenas duas classes: os Luvissoles Crômicos e Luvissoles Háplicos. Entretanto, apenas os Luvissoles Crômicos foram observados no levantamento de solos do estado do Rio de Janeiro.



Figura 107. Floresta tropical caducifólia no município de Italva, RJ.

Foto: Marcos Gervasio Pereira (Acervo Pessoal).

7.8.1. Luvisolos Crômicos - TC

São caracterizados pelo predomínio de cores na maior parte do horizonte B com matiz 5YR ou mais vermelho com valor ≥ 3 e croma ≥ 4 ; ou matiz mais 7,5YR ou 10 YR com valor ≥ 4 e croma ≥ 4 ; ou matiz mais amarelo que 10 YR, com valor ≥ 5 e croma ≥ 4 (Figura 108).

Os Luvisolos possuem, por conceito, elevada fertilidade natural. No entanto, o acúmulo de argila expressivo no horizonte subsuperficial, em relação ao superficial, torna-os muito susceptíveis à erosão hídrica, especialmente quando estão em relevos declivosos (Figura 109). Em sua maioria, são pouco profundos, o que também intensifica o processo erosivo. Adicionalmente, mesmo em relevos menos declivosos, a presença de argila de alta atividade limita a mecanização e o cultivo, tanto motorizado como por tração animal ou coveamento manual. Têm sido utilizados com pastagens, em geral pouco manejadas e sem práticas conservacionistas, o que leva à sua degradação e perda do alto potencial natural para lavouras anuais ou perenes mais intensificadas. Podem permitir produções elevadas de lavouras perenes e mesmo pastagem, mas com manejo adequado do solo, para o controle da erosão, e da água, uma vez que ocorrem em regiões mais secas do estado do Rio de Janeiro. Recomenda-se o uso com sistemas silvipastoris ou agrossilvicultura.

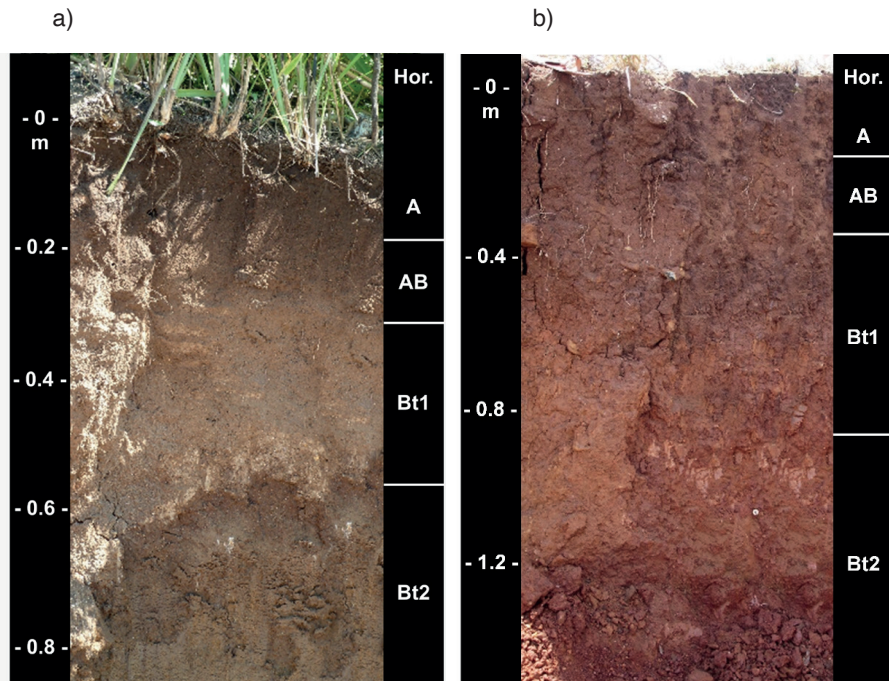


Figura 108. Perfis de Luvisolos Crômicos localizados nos municípios de Rio das Ostras e Italva, RJ.

Foto: Marcos Gervasio Pereira.



Figura 109. Área de ocorrência de Luvisolo Crômico, Italva (RJ).

Foto: Marcos Gervasio Pereira.

A seguir, serão apresentadas, em caráter ilustrativo, a granulometria e algumas características químicas de horizontes superficiais e subsuperficiais de perfis de solos da Ordem dos Luvisolos, no estado do Rio de Janeiro (Tabela 8).

Tabela 8. Características físicas e químicas dos horizontes diagnósticos superficiais e subsuperficiais dos Luvisolos.

| Classe de Solo | Horizonte | Frações granulométricas | | | C.org. | SB | Valor T | Al ⁺³ |
|----------------|-----------|-------------------------|-------|--------|--------|------|---------|------------------|
| | | Areia | Silte | Argila | | | | |
| | | g kg ⁻¹ | | | | | | |
| Luvissolo1 | A | 501 | 253 | 246 | 16,2 | 12,3 | 14,3 | 0,0 |
| Crômico | Bt | 397 | 142 | 461 | 7,9 | 18,1 | 21,5 | 0,3 |

¹Perfil nº26 (CARVALHO FILHO *et al.*, 2003). C.org. = Carbono orgânico; SB = Soma de bases.

7.9 NEOSSOLOS

Os solos da Ordem Neossolos, do grego *neo*, novo, conotativo de solos jovens, em início de formação, apresentam pequena alteração em relação ao material de origem do qual foram formados. Possuem baixa intensidade de atuação dos processos pedogenéticos, seja pela maior resistência do material de origem ou condições de clima e/ou relevo que desfavorecem a sua evolução pedogenética. São formados por material mineral ou por material orgânico, com espessura inferior a 20 cm. Caracterizam-se pela ausência de horizonte diagnóstico subsuperficial, possuindo mais comumente sequência de horizontes A-R, A-Cr-R ou A-C (SANTOS *et al.*, 2018). Embora seja menos frequente, podem apresentar desenvolvimento de horizonte B, principalmente quando de textura mais argilosa, porém sua espessura não é suficiente para caracterizar um horizonte diagnóstico subsuperficial.

No 2º nível categórico, os Neossolos são divididos em quatro subordens no SiBCS (SANTOS *et al.*, 2015) a seguir: Neossolos Litólicos, Neossolos Regolíticos, Neossolos Flúvicos e Neossolos Quartzarênicos. Essas subordens correspondem, parcialmente, às classes identificadas nas legendas de mapas de levantamentos antigos como: Solos Litólicos, Regossolos, Solos Aluviais e Areias Quartzosas, os quais foram agrupados na ordem dos Neossolos, uma vez que em todos esses solos não há expressão de processo pedogenético específico.

7.9.1. Neossolos Litólicos – RL

São caracterizados pela presença do contato lítico ou lítico fragmentário dentro de 50 cm a partir da superfície, apresentando horizonte A ou hístico sobrejacente à rocha ou horizonte C de constituição esquelética (≥ 90% de fragmentos maiores que 2 mm). O horizonte B, se presente, não deve satisfazer a nenhum critério diagnóstico (SANTOS *et al.*, 2018).

Portanto, os Neossolos Litólicos são solos rasos, com rochividade e pedregosidade acentuadas (Figura 110). Ocorrem nas regiões serranas do estado do Rio de Janeiro, nas escarpas da Serra do Mar, associados a afloramentos de rocha e alguns Cambissolos

rasos sob vegetação de Mata Atlântica, em conjunto com vegetação de floresta tropical perenifólia ou, ainda, campo altomontano, como no maciço do Itatiaia (Figura 111). Em áreas de relevo forte ondulado, nas serras de cotas menores, estão comumente associados a Argissolos, com menor profundidade do *solum*, e afloramentos rochosos, normalmente com vegetação subcaducifólia e caducifólia (CARVALHO FILHO *et al.*, 2003).

Quanto ao uso agrícola, a sua pequena profundidade leva a uma série de limitações, destacando-se a restrição ao desenvolvimento radicular e a baixa capacidade de armazenamento de água, além da elevada susceptibilidade a erosão hídrica, pela rápida saturação durante a ocorrência das chuvas, acelerando o início do escoamento superficial. Ainda, além do relevo declivoso, a frequência com que ocorrem os atributos pedregosidade e rochosidade impede a sua mecanização. Devido a essa série de limitações, devem ser destinados a áreas de preservação, tendo em vista a alta vulnerabilidade à degradação e o fato de que muitas nascentes de córregos e rios se originam nos locais onde ocorrem esses solos. Portanto, prestam um serviço ambiental de alta relevância para os ecossistemas em geral. Quando em condições de relevo local plano ou suave-ondulado, nos vales, é possível algum tipo de utilização com olericultura ou mesmo plantas medicinais, como observado em municípios da região serrana do estado do Rio de Janeiro. Porém, recomenda-se o uso de sistemas orgânicos, valorizando a produção desses agricultores familiares e evitando a contaminação de mananciais hídricos.

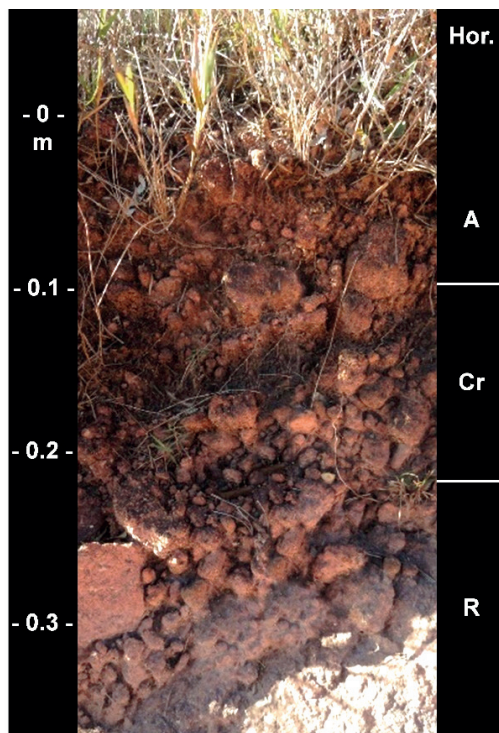


Figura 110. Neossolo Litólico, localizado em Nova Friburgo - RJ.

Foto: Hugo Souza Fagundes (Acervo Pessoal).



Figura 111. Paisagem de ocorrência de Neossolos Litólicos com horizonte O Hístico, Itatiaia, RJ.
Foto: Ana Paula Pessim de Oliveira (Acervo Pessoal).

7.9.2. Neossolos Flúvicos – RY

Os Neossolos Flúvicos (Figura 112) são solos formados a partir de sedimentos aluviais e apresentam camadas estratificadas com distribuição errática de granulometria, identificada principalmente pela relação areia fina/areia grossa (AF/AG) e do conteúdo de carbono orgânico, atributos estes que identificam o caráter flúvico (SANTOS *et al.*, 2018). Ocorrem em áreas próximas aos rios, nas planícies fluviais (ou afastadas, mas que ocorriam nesse ambiente em paisagens pretéritas). Nos períodos chuvosos e com o eventual transbordamento da água no leito dos rios, sedimentos de natureza diversa são depositados nas suas margens e, em função da intensidade para além delas, formam diques ou terraços fluviais.

As áreas contínuas mais extensas são na Baixada Campista e nas planícies próximas à costa litorânea. Nesse caso, podem apresentar caráter solódico ou sódico, ocorrem sob vegetação de floresta perenifólia ou subperenifólia de várzea, estando comumente associados a Gleissolos e Cambissolos Flúvicos (CARVALHO FILHO *et al.*, 2003). No interior do estado, possuem menor expressão geográfica, sendo normalmente

observados nas planícies fluviais do Rio Paraíba do Sul, próximo a Resende ou do Rio Soberbo, em Guapimirim (Figura 113).

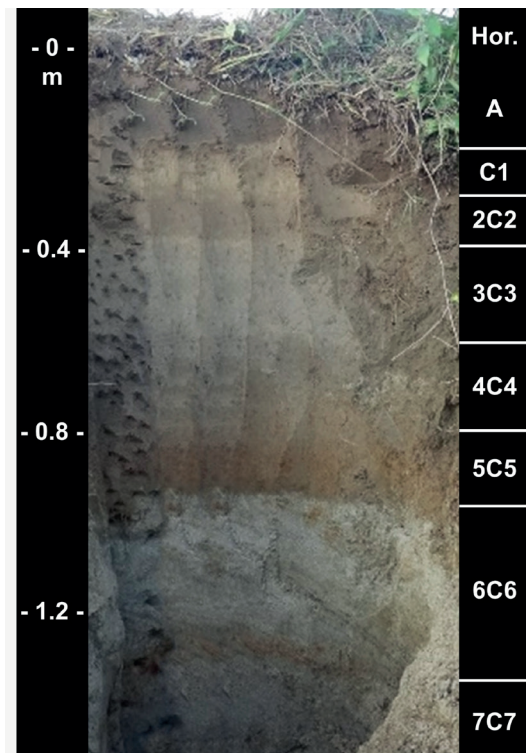


Figura 112. Neossolo Flúvico, localizado no município de Guapimirim - RJ.

Foto: Marcos Gervasio Pereira (Acervo Pessoal).



Figura 113. Paisagem de ocorrência de Neossolo Flúvico, localizada em Guapimirim- RJ.

Foto: Marcos Gervasio Pereira (Acervo Pessoal).

As condições de drenagem variam de imperfeita a moderadamente drenada, podendo ocorrer horizonte glei em maior profundidade, indicando a sazonalidade dos riscos de inundação e o lençol freático mais elevado nesses períodos. Apesar de apresentar alguma restrição de drenagem e possuir fertilidade natural variável, em função da fonte dos sedimentos, o relevo plano favorece a sua utilização agrícola, especialmente para

produtores familiares. São observados vários tipos de cultivos nos Neossolos Flúvicos, tais como olericultura, lavouras anuais e fruticultura (espécies de sistema radicular superficial ou tolerantes ao encharcamento eventual), além de cana-de-açúcar e pastagens. Entretanto, quando inseridos dentro dos limites estabelecidos, como de mata ciliar, devem ser destinados, por lei, para APPs, o que deve ser reforçado pela sua importância para preservação dos mananciais, sendo uma questão de segurança hídrica para o estado do Rio de Janeiro.

7.9.3. Neossolos Regolíticos – RR

Solos sem contato lítico ou lítico fragmentário dentro de 50 cm a partir da superfície, apresentando horizonte A ou hístico sobrejacente a horizonte C ou Cr (Figura 114). Admite-se a presença de horizonte B, desde que não satisfaça nenhum critério para horizonte diagnóstico subsuperficial (SANTOS *et al.*, 2018). Apresentam 4% ou mais de minerais primários facilmente intemperizáveis na fração areia (Figura 114) e/ou 5% ou mais do volume da massa do horizonte C ou Cr de rocha semi-alterada, ambos dentro de 150 cm a

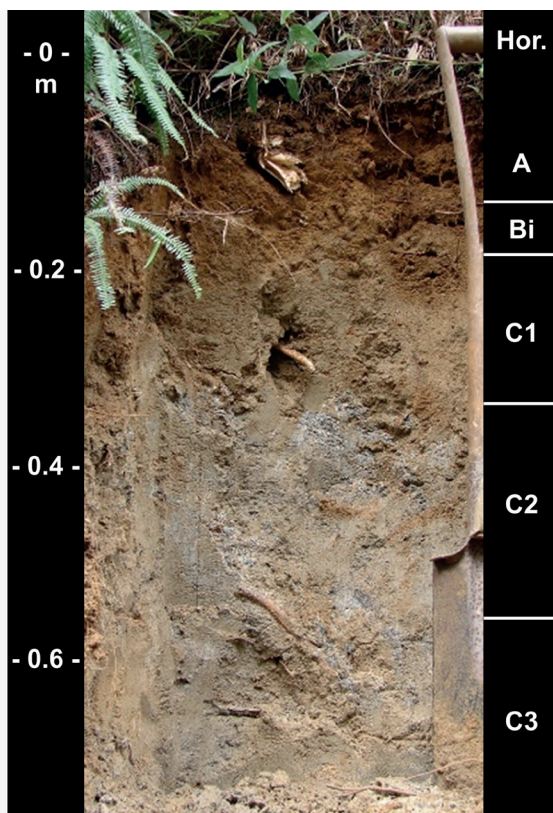


Figura 114. Neossolo Regolítico, localizado em Nova Friburgo - RJ.

Marcos Gervasio Pereira (Acervo Pessoal).

Os Neossolos Regolíticos ocorrem em áreas reduzidas do estado do Rio de Janeiro. Destaque para o município de Cabo Frio, onde ocorrem em relevo forte ondulado ou montanhoso, sob vegetação nativa de floresta caducifolia intermediária para caatinga hipoxerófila, relacionados ao intemperismo de gnaisses pré-cambrianos da Unidade Búzios, que são intercalados por diques de diabásio (CARVALHO FILHO *et al.*, 2003). Em geral, estão associados na paisagem aos Neossolos Litólicos e Cambissolos Háplicos, sendo componentes secundários de unidades de mapeamento.

Os Neossolos Regolíticos ocorrem no sopé de encostas com declive variável, em condições de drenagem moderada, sendo formados a partir de sedimentos coluviais de textura arenosa cascalhenta, sobrepostos ao material de alteração da rocha, sendo comum a presença de pedregosidade, o que é limitante para a mecanização. O predomínio da textura arenosa confere baixa capacidade de armazenamento de água e de retenção de cátions (CTC), o que também intensifica a perda de nutrientes. As condições de relevo e a menor profundidade do solo aumentam a intensidade dos processos erosivos, o que, somadas à frequente ocorrência de rochoso e pedregosidade, torna muito difícil o uso agrícola desses solos, sendo comumente destinados à preservação da vegetação nativa (CARVALHO FILHO *et al.*, 2003).

7.9.4. Neossolos Quartzarênicos – RQ

Solos sem contato lítico dentro de 50 cm de profundidade, a partir da superfície e com textura nas classes areia ou areia franca até, no mínimo, 150 cm do perfil, com predomínio de minerais de quartzo na fração areia (SANTOS *et al.*, 2018) (Figura 115).

Os Neossolos Quartzarênicos são formados a partir de sedimentos eólicos arenosos, depositados em ambientes de dunas e cordões arenosos costeiros e restingas ou, ainda, a partir de sedimentos fluviais mais arenosos (ver Cap. 2). Ocorrem predominantemente na planície litorânea da Região dos Lagos e na Restinga da Marambaia no município do Rio de Janeiro, além da Baixada Campista e no delta do Rio Paraíba do Sul, no Norte Fluminense, em relevo plano a suave-ondulado. Frequentemente, estão associados aos Espodossolos ou ao tipo de terreno - dunas, e a vegetação natural é a de campo de restinga e arbóreo arbustiva. Sua importância na proteção de zonas costeiras e de espécies endêmicas, comumente observadas sobre esses solos no ambiente de restinga, é notável como função ecossistêmica, se comparada a eventual retorno econômico pelo uso agrícola no estado do Rio de Janeiro. Por essas razões, devem ser destinados para APPs, pela legislação ambiental.

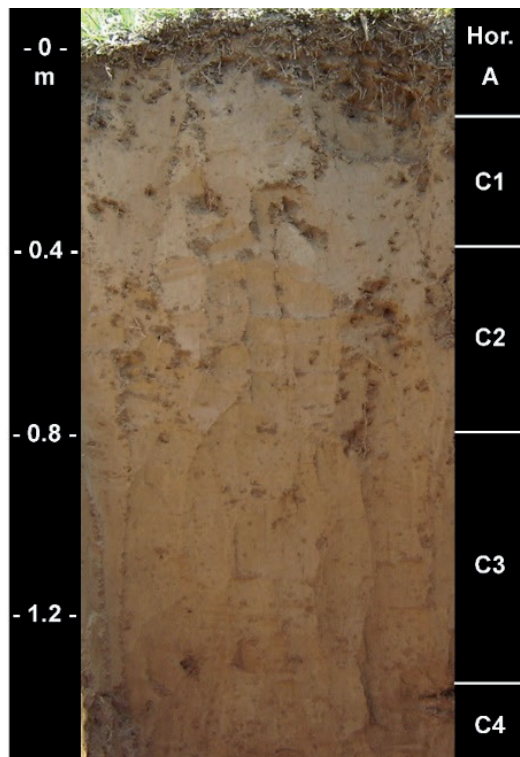


Figura 115. Neossolo Quartzarênico, Pinheiral - RJ.
 Marcos Gervasio Pereira (Acervo Pessoal).

As principais limitações agrícolas estão associadas à textura muito arenosa, conferindo limitações tanto do ponto de vista da fertilidade, devido ao alto potencial de lixiviação, quanto pela deficiência de água, pela baixa capacidade de armazenamento de água. Adicionalmente, a textura muito arenosa, além de conferir baixa capacidade de suporte para plantas de maior porte, reduz o rendimento das máquinas agrícolas. A incidência de ventos de alta intensidade na região litorânea aumenta ainda mais o potencial de erosão eólica, a qual é um processo natural na formação desses solos.

Quando os Neossolos Quartzarênicos não estão inseridos em áreas de restinga e dunas litorâneas ou de mata ciliar, ou seja, em APPs, podem ser utilizados com algumas frutíferas, como o coco, caju e abacaxi, exigindo, porém, fornecimento de água via irrigação localizada (ex. microaspersores) e manejo da matéria orgânica e da adubação, para reduzir a perda de nutrientes e manter a umidade do solo. Portanto, exige-se maior investimento e conhecimento técnico para uso agrícola desses solos.

A seguir, serão apresentadas, em caráter ilustrativo, a granulometria e algumas características químicas de horizontes superficiais e subsuperficiais de perfis de solos da Ordem dos Neossolos, no estado do Rio de Janeiro (Tabela 9).

Tabela 9. Características físicas e químicas dos horizontes diagnósticos superficiais dos Neossolos.

| Classe de Solo | Horizonte | Frações granulométricas | | | C.org. | GF (%) | SB | Valor T | pH |
|-------------------------------------|-----------|-------------------------|-------|--------|---|--------|------|---------|-----|
| | | Areia | Silte | Argila | | | | | |
| | | g kg ⁻¹ | | | cmol _c kg ⁻¹ solo | | | | |
| Neossolo Litólico ¹ | A | 650 | 210 | 140 | 15,0 | 57 | 2,6 | 8,7 | 5,4 |
| Neossolo Regolítico ² | A | 400 | 230 | 370 | 16,2 | 54 | 30,3 | 31,7 | 6,8 |
| | C | 510 | 230 | 260 | 5,1 | 50 | 30,8 | 30,8 | 7,4 |
| Neossolo Flúvico ³ | Ap | 287 | 424 | 289 | 32,5 | 36 | 3,0 | 13,9 | 4,8 |
| | 3C2 | 801 | 138 | 61 | 5,6 | 100 | 0,9 | 5,5 | 5,1 |
| Neossolo Quartzarênico ⁴ | A | 907 | 73 | 20 | 2,5 | 0 | 0,8 | 1,6 | - |
| | C2 | 906 | 74 | 20 | 0,4 | 0 | 0,2 | 0,5 | - |

¹Perfil GB 55 (EMBRAPA, 1980); ²Perfil 31, ³Perfil 30 e ⁴Perfil 32 (CARVALHO FILHO *et al.*, 2003). C.org. = Carbono orgânico; GF = Grau de flocculação; SB = Soma de bases.

7.10 NITOSSOLOS

Os solos da Ordem dos Nitossolos, do latim “*nitidus*”, fazendo referência às superfícies brilhantes, são caracterizados pelos processos pedogenéticos específicos de eluviação/iluviação de argila (SANTOS *et al.*, 2018). Ocorrem no estado do Rio de Janeiro em áreas de relevo que variam de ondulado a forte ondulado, sob vegetação original de floresta tropical subcaducifólia. São caracterizados pela textura argilosa ou muito argila em todo o perfil, estrutura bem desenvolvida e expressiva cerosidade (Figura 116a) decorrente do recobrimento dos agregados nos horizontes subsuperficiais pela argila iluviada. Em estudos micromorfológicos, essa característica é identificada pelas feições de preenchimentos e revestimentos texturais (Figura 116b).

a)



b)

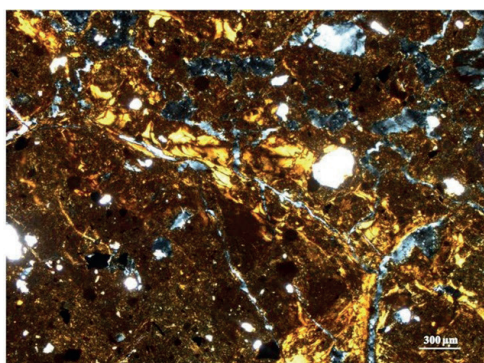


Figura 116. Atributo morfológico de cerosidade (a); e preenchimentos e revestimentos texturais em horizonte B nítico (b).

Fotos: Marcos Gervasio Pereira e Adailde do Carmo Santos (Acervo Pessoal).

Os Nitossolos são solos profundos, bem fortemente drenados, caracterizados pela presença do horizonte diagnóstico subsuperficial B nítico, que recebe também o sufixo t, e apresenta evidência de iluviação de argila expressa pelo atributo cerosidade, que deve ser, no mínimo, comum e moderada. O horizonte B nítico possui argila de atividade baixa ou alta atividade, desde que os teores de alumínio sejam suficientes para identificação do caráter alumínico (SANTOS *et al.*, 2018). Apresentam teores de argila ≥ 350 g kg⁻¹, inclusive no horizonte A, além da ausência de policromia, ou seja, a variação da cor em profundidade é muito pequena, quando comparada aos horizontes diagnósticos superficiais e subsuperficiais.

No 2º nível categórico, os Nitossolos são divididos em três subordens no SiBCS (SANTOS *et al.*, 2015) a seguir: Nitossolos Brunos, Nitossolos Vermelhos e Nitossolos Hápticos. Todas as subordens são observadas no estado do Rio de Janeiro, porém, ocorrem em pequenas áreas e, geralmente, como segundo componente nas unidades de mapeamento dos levantamentos de solos em escalas menores.

7.10.1. Nitossolos Brunos - NB

Os Nitossolos Brunos são caracterizados pela presença do caráter retrátil no perfil de solo e do horizonte A húmico ou teores de carbono orgânico de, no mínimo, 10 g kg⁻¹ até os 40 cm de profundidade (Figura 117).

Apresentam-se na parte superficial do horizonte B, incluindo o transicional BA cores brunadas, predominando matiz 7,5 YR ou mais amarelo, com valor menor ou igual a 4 e croma menor ou igual a 6 na amostra de solo úmida. São também inseridos nessa classe os solos com matiz 5,0 YR na parte superior do horizonte B (incluindo o BA), desde que a cor da amostra úmida tenha valor menor ou igual a 4 e croma menor que 6. Estão associados, em outras regiões do Brasil, a clima subtropical ou condições de relevo e altitude que favoreçam menores temperaturas, propiciando o acúmulo de matéria orgânica que contribui para a formação da goethita, que confere ao solo as cores brunadas.

No estado do Rio de Janeiro, os Nitossolos Brunos têm ocorrência pontual, associados a rochas de caráter básico ou sedimentos produzidos a partir do intemperismo destas. Localizam-se em relevos movimentados e, por essa razão, são destinados ao uso com lavouras perenes ou a preservação.

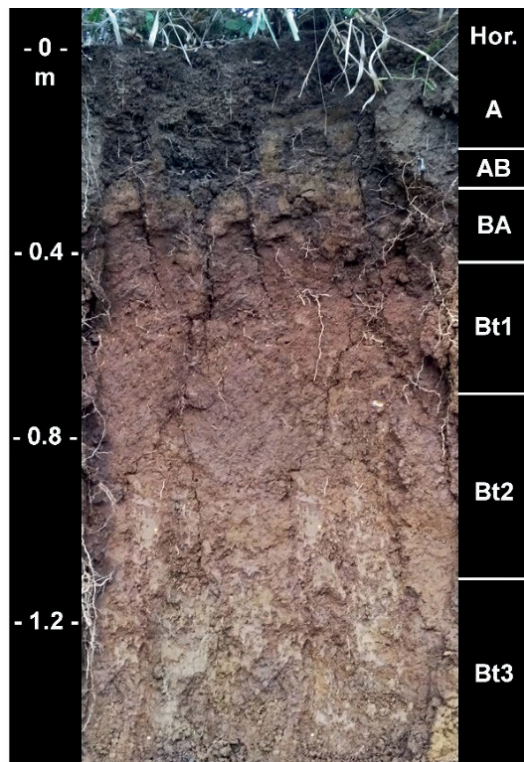


Figura 117. Perfil de Nitossolo Bruno distrófico típico em Pinheiral - RJ.

Foto: Marcos Gervasio Pereira (Acervo Pessoal).

7.10.2. Nitossolos Vermelhos - NV

Os Nitossolos Vermelhos possuem cores de matiz 2,5YR ou mais vermelhas na maior parte dos primeiros centímetros do horizonte B (Figura 118). São formados principalmente a partir de rochas de caráter básico ou sedimentos produzidos a partir do intemperismo destas. A área de ocorrência mais expressiva desses solos localiza-se no Noroeste Fluminense, em relevo acidentado (Figura 119), comumente associados aos Argissolos Vermelhos (CARVALHO FILHO *et al.*, 2003).

Quanto à aptidão agrícola, as principais limitações de uso estão relacionadas ao relevo ondulado e forte ondulado, acarretando impedimentos à mecanização e aumentando a susceptibilidade à erosão hídrica. É comum a observação de sulcos de erosão e mesmo voçorocas e ravinas nesses solos (Figura 119), principalmente nas áreas de pastagem. Podem ser utilizados para lavouras perenes e silvicultura, ou mesmo pastagens em sistemas silvipastoris. Em geral, possuem menores limitações quanto à fertilidade que os Argissolos e Latossolos. Porém, o seu manejo requer mais cuidados quanto aos riscos de compactação pela textura mais argilosa no horizonte superficial.

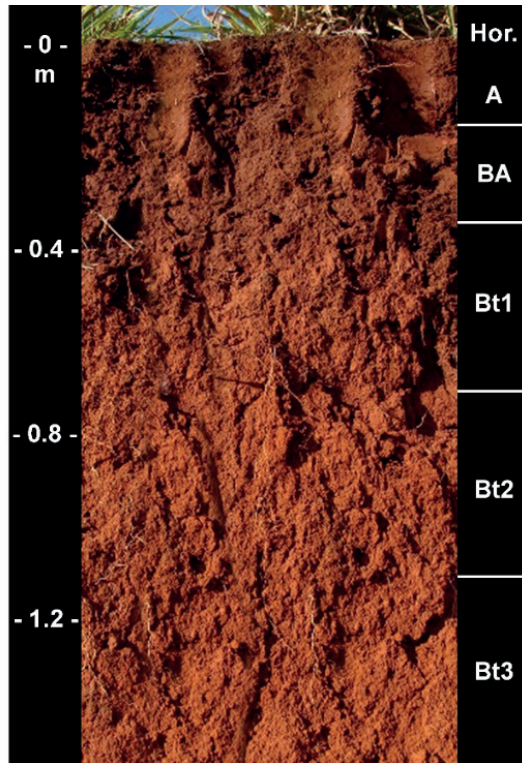


Figura 118. Perfil de Nitossolo Vermelho localizado em Itaperuna - RJ.

Foto: Marcos Gervasio Pereira (Acervo Pessoal).



Figura 119. Paisagem de ocorrência de Nitossolo Vermelho, Itaperuna (RJ).

Foto: Marcos Gervasio Pereira (Acervo Pessoal).

7.10.3. Nitossolos Háplicos - NX

Nitossolos Háplicos são solos que não se enquadram nas classes anteriores (Figura 120). São pouco frequentes no estado do Rio de Janeiro, tendo sido identificados apenas como inclusão em áreas de domínio de Argissolos Vermelho-Amarelos ou Amarelos, em relevo forte ondulado, sob vegetação original de floresta subcaducifólia (CARVALHO FILHO *et al.*, 2003).

Quanto à aptidão agrícola, as principais limitações de uso estão relacionadas ao relevo ondulado e forte ondulado em que os Nitossolos são observados, dificultando as operações de mecanização e aumentando a susceptibilidade à erosão hídrica. Ainda, a textura argilosa a muito argilosa – conseqüentemente, com menor volume de macroporos - pode reduzir a percolação da água, aumentando o escoamento superficial, intensificando a atuação dos processos erosivos.

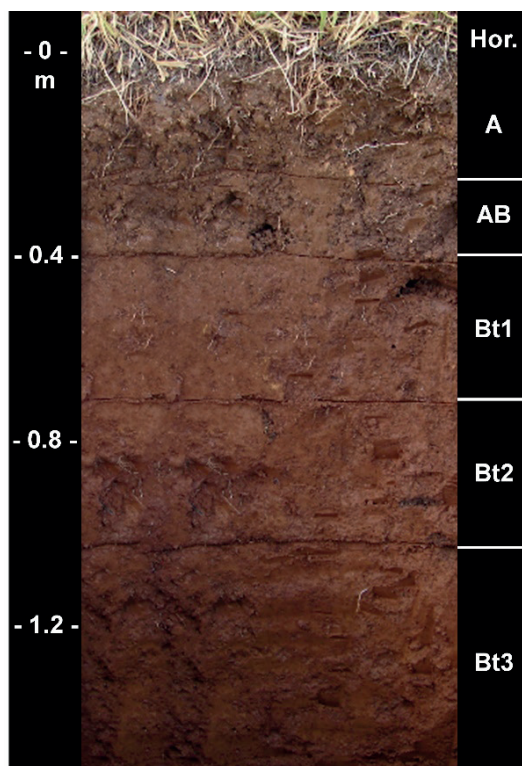


Figura 120. Perfil de Nitossolo Háplico localizado em Pinheiral - RJ.

Foto: Marcos Gervasio Pereira (Acervo Pessoal).

A seguir, serão apresentadas, em caráter ilustrativo, a granulometria e algumas características químicas de horizontes superficiais e subsuperficiais de perfis de solos da Ordem dos Nitossolos, no estado do Rio de Janeiro (Tabela 3).

Tabela 10. Características físicas e químicas dos horizontes superficiais e subsuperficiais dos Latossolos.

| Classe de Solo | Horizonte | Frações granulométricas | | | C.org. | GF (%) | SB | Valor T | pH |
|---------------------------------|-----------|-------------------------|-------|--------|---|--------|------|---------|-----|
| | | Areia | Silte | Argila | | | | | |
| | | g kg ⁻¹ | | | cmol _c kg ⁻¹ solo | | | | |
| Nitossolo Vermelho ¹ | A | 270 | 280 | 16 | 17,4 | 16 | 18,4 | 18,4 | 7,6 |
| | 2Bt2 | 240 | 140 | 10 | 4,3 | 10 | 7,4 | 8,5 | 6,6 |
| Nitossolo Háplico ² | Ap | 346 | 201 | 35 | 22,1 | 35 | 9,1 | 11,9 | 6,6 |
| | Bt2 | 185 | 124 | 98 | 2,8 | 98 | 5,0 | 7,7 | 5,8 |

¹Perfil PRJ4 (EMBRAPA, 1979); ² Perfil T1P4 (SANTOS *et al.*, 2008). C.org = Carbono orgânico; GF = Grau de floculação; SB = Soma de bases.

7.11 ORGANOSSOLOS

Os solos da Ordem Organossolos, do grego “organikós”, conotativo de solos com maior influência dos constituintes orgânicos sobre as propriedades edáficas, são formados a partir de depósitos de materiais orgânicos vegetais, em graus variáveis de transformação, em mistura com materiais minerais. A acumulação de matéria orgânica ocorre em condições de drenagem restrita e/ou baixas temperaturas, ambas contribuindo para redução da atividade biológica na decomposição dos resíduos vegetais. Em condições de drenagem restrita, a formação desses solos ocorre em duas etapas: a primeira, com a acumulação de material orgânico (terrestrialização), e a segunda, pela transformação/diferenciação do material orgânico (paludização) (KÄMPF e CURTI, 2012) (Figura 121). O horizonte superficial é identificado pelo símbolo H, que expressa as condições de hidromorfismo.

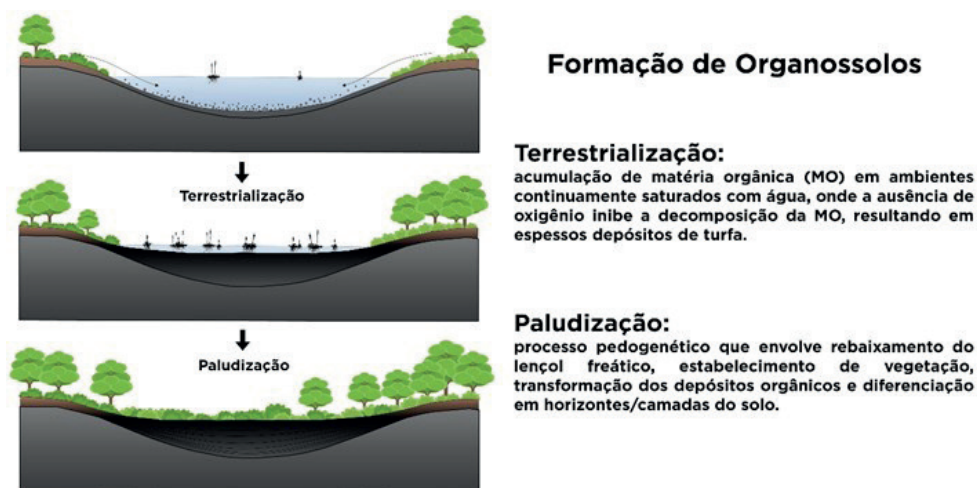


Figura 121. Etapas na formação de Organossolos em condições de hidromorfismo.

Fonte: Silva Neto *et al.* (2019).

Os Organossolos formados em condições de drenagem livre, cujo horizonte superficial é identificado pelo símbolo O, ocorrem no estado do Rio de Janeiro em ambientes altomontanos. Nessa condição, o principal mecanismo de formação é a adição de resíduos vegetais, sendo fatores determinantes a composição florística (organismos) e o clima úmido com temperaturas mais baixas, influenciadas pela condição de elevada altitude (PEREIRA *et al.*, 2005).

No SiBCS, os Organossolos são caracterizados pela presença do horizonte diagnóstico superficial hístico (teor de carbono orgânico total $\geq 80 \text{ g kg}^{-1}$) com espessura mínima de 40 cm; quando o material orgânico se apresenta pouco decomposto, a espessura mínima passa a ser de 60 cm; e, quando sobrejacente a um contato lítico, a espessura mínima é de 20 cm.

No 2º nível categórico, os Organossolos são divididos em três subordens no SiBCS (SANTOS *et al.*, 2015) a seguir: Organossolos Tiomórficos, Organossolos Fólicos e Organossolos Hápicos. Os critérios de diferenciação dos Organossolos, no 3º nível categórico (grande grupo), levam em conta o grau de decomposição da matéria orgânica, sendo classificados como fíbricos, hêmicos ou sápricos. Os materiais fíbricos são aqueles que apresentam o menor grau de decomposição e elevado conteúdo de fibras vegetais. Os hêmicos possuem grau intermediário e, por fim, os sápricos possuem estágio avançado de decomposição, com baixos teores de fibras e predomínio de material humificado. Maiores informações sobre os métodos e critérios de avaliação são apresentados no SiBCS (SANTOS *et al.*, 2018).

7.11.1. Organossolos Tiomórficos – OJ

Os Organossolos Tiomórficos caracterizam-se pela presença de horizonte sulfúrico e/ou materiais sulfídricos dentro de 100 cm a partir da superfície do solo (Figura 122). Esses solos são formados em ambientes de restrições a drenagem e que são ou foram submetidos à influência de adição de sulfatos através das marés, pelo contato da água do mar com o lençol freático, nas regiões costeiras (Figura 123).

Nos Organossolos Tiomórficos, além da atuação do processo de paludização, ocorrem os processos pedogenéticos de sulfidização e sulfurização (FANNING e FANNING, 1989; KÄMPF e CURI, 2012). Na primeira etapa, a atividade biológica em ambiente anaeróbico reduz os sulfatos a sulfetos que se ligam ao Fe^{+2} formando os sulfetos de ferro (pirita), sendo essa etapa definida como sulfidização. Posteriormente, em função da melhoria das condições de drenagem, ocorre a oxidação da pirita, levando à formação da jarosita, associada à formação de ácido sulfúrico (H_2SO_4). A dissociação desse ácido promove forte redução do pH (valores da ordem de 3,5 ou inferiores), sendo essa etapa denominada de sulfurização. Cabe destacar a influência dos organismos nesse processo, sendo na primeira etapa (sulfidização) a ação de bactérias como *Desulfovibrio desulfuricans*, e na segunda, (sulfurização) bactérias do tipo *Thiobacillus*.

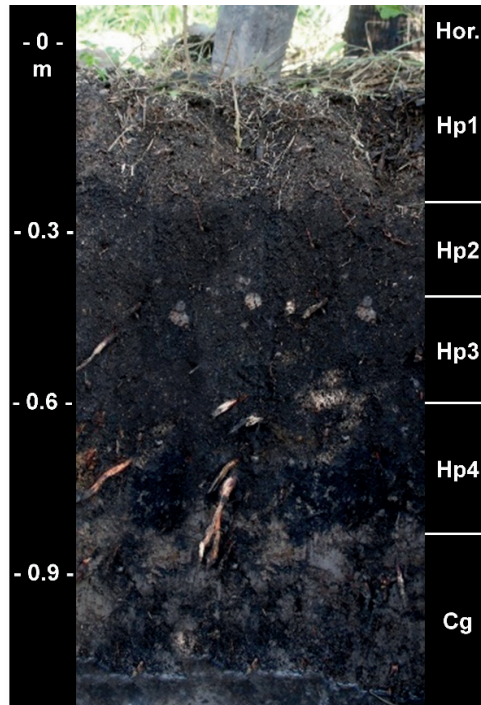


Figura 122. Perfil de Organossolo Tiomórfico em Santa Cruz - RJ.

Foto: Marcos Gervasio Pereira (Acervo Pessoal).



Figura 123. Área de Organossolo Tiomórfico em Santa Cruz - RJ.

Foto: Marcos Gervasio Pereira (Acervo Pessoal).

Os Organossolos Tiomórficos estão associados aos Gleissolos Tiomórficos e Gleissolos Sálcos, nas planícies litorâneas e nos deltas dos rios São João e do Rio Paraíba do Sul, na Baixada Fluminense, e nas margens da Baía de Sepetiba e da Baía de Guanabara (cidades do Rio de Janeiro e Magé). Possuem grande influência de sedimentos marinhos e têm como vegetação original os manguezais e campos halófilos. Essas áreas devem se constituir em áreas de proteção permanente (APPs), uma vez que, além das restrições da legislação ambiental, têm limitações ao uso agrícola muito fortes devido à presença de enxofre e do horizonte sulfúrico e os altos teores de sais. Por outro lado, como já discutido nos Gleissolos Tiomorficos, esses solos fornecem valiosos serviços ecossistêmicos na proteção de ecossistemas essenciais para a vida terrestre e marinha, além dos estoques de carbono significativos (ROVAL *et al.*, 2022).

7.11.2. Organossolos Fólicos – OO

Solos que estão saturados por água por, no máximo, 30 dias consecutivos ao ano, durante o período mais chuvoso (Figura 124). Apresentam horizonte O hístico originado de acumulação de folhas, galhos finos, raízes, cascas de árvores e outros materiais vegetais em diferentes graus de decomposição, sobrejacente a contato lítico (rocha) ou ocupando os interstícios de material constituído de fragmentos de rocha (cascalhos, calhaus e matacões).

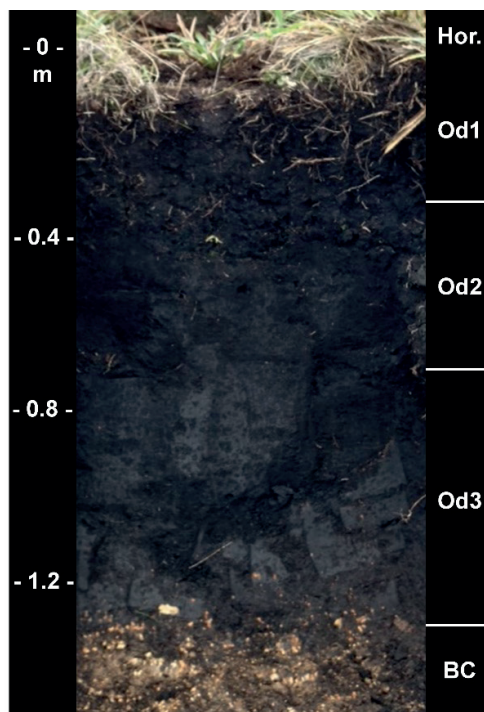


Figura 124. Perfil de Organossolo Fólico no Parque Nacional de Itatiaia, Itatiaia - RJ.

Foto: Marcos Gervasio Pereira (Acervo Pessoal).

Em geral, localizam-se em ambientes úmidos e altomontanos, sendo observados no estado do Rio de Janeiro, principalmente no Parque Nacional de Itatiaia (PNI) (Figura 125). Esses solos ocorrem em áreas de alta fragilidade ambiental e não devem ser utilizados para agricultura, pois têm destacada importância ecológica. Além de local de vida de espécies endêmicas, como nos campos de altitude no PNI, constituem-se em reservatórios de carbono orgânico e de água, a partir dos quais se originam rios importantes para o estado, incluindo afluentes para o Paraíba do Sul. Portanto, sua preservação é também uma prioridade para a segurança hídrica do estado do Rio de Janeiro e as áreas de ocorrência desse solo devem constituir-se em APPs.



Figura 125. Área de ocorrência de Organossolos Fólicos, Itatiaia (RJ). Roger Mejia (Acervo Pessoal).

7.11.3. *Organossolos Háplicos – OX*

Esta subordem compreende os Organossolos que não apresentam características distintivas ou extraordinárias que permitam enquadrá-los nas classes anteriores (Figura 126). Ocorrem em áreas de relevo plano e em várzeas úmidas, tendo o horizonte hístico H sobreposto ao horizonte diagnóstico subsuperficial glei, com vegetação original de floresta tropical de várzea ou campos higrófilos. Comparada às anteriores, nessa classe de solo é possível o uso agrícola, com as devidas práticas conservacionistas e o manejo adequado da drenagem. Também podem ser utilizados com lavouras adaptadas às condições de encharcamento (Figura 127).

Apesar da grande diversidade de atributos químicos e físicos, esses solos apresentam, no estado do Rio de Janeiro, potencial para culturas como hortaliças, plantas

ornamentais e algumas lavouras anuais, que podem se beneficiar do mercado consumidor mais próximo da área de produção, devendo ser priorizados os modelos de agricultura familiar. A sua drenagem excessiva pode resultar na diminuição do volume do solo e decomposição acelerada da matéria orgânica, processo denominado de subsidência. Do ponto de vista da fertilidade, grande parte dos métodos analíticos para a determinação de nutrientes e/ou elementos tóxicos foram desenvolvidos para solos minerais, o que, por vezes, pode resultar em recomendações de elevadas quantidades de calagem e adubação sem respostas de produtividade. Adicionalmente, a adubação nitrogenada para esses solos pode levar a grandes perdas desse nutriente por desnitrificação, com impacto sobre as emissões de gases de efeito estufa (GEEs), tendo em vista que os altos teores de matéria orgânica intensificam a atividade biológica na imobilização de nitrogênio.

Como os demais Organossolos, representam importante “hotspot” para o armazenamento de carbono orgânico e água. Portanto, o manejo adequado para prevenir o aumento da emissão de GEEs e preservar recursos hídricos se constitui em aspecto relevante em programas de incentivo ao seu uso agrícola pelo estado do Rio de Janeiro, priorizando a sua preservação.



Figura 126. Perfil de Organossolo Háplico em Santa Cruz, Município do Rio de Janeiro - RJ.

Foto: Marcos Gervasio Pereira (Acervo Pessoal).



Figura 127. Área de ocorrência de Organossolo Háplico, Município de Guapimirim, Rio de Janeiro - RJ.

Foto: Andressa Rosa de Menezes (Acervo Pessoal).

A seguir, serão apresentadas, em caráter ilustrativo, algumas características químicas e da matéria orgânica de horizontes superficiais e subsuperficiais de perfis de solos da Ordem dos Organossolos, no estado do Rio de Janeiro (Tabela 11).

Tabela 11. Características químicas e da matéria orgânica dos horizontes diagnósticos superficiais dos Organossolos.

| Classe de Solo | Horizonte | Matéria Orgânica | | | SB | Valor T | H ⁺ | |
|-------------------------------------|-----------|------------------|----------|--------------------|-------|---------|----------------|-------|
| | | Van Post | | MO | | | | |
| | | Índice | Material | g kg ⁻¹ | | | | |
| Organossolo Tiomórfico ¹ | Hd1 | H9 | sáprico | 304,2 | 695,8 | 17,91 | 31,66 | 13,55 |
| Organossolo Fólico ² | O | H7 | sáprico | 234,0 | 57,25 | 1,5 | 48,22 | 46,74 |
| Organossolo Háplico ³ | Hdp1 | H8 | sáprico | 214,7 | 785,3 | 13,55 | 29,20 | 15,05 |

¹ Perfil P1 e ³ Perfil 6 (SANTOS *et al.*, 2020); ² Perfil 3 (SILVA NETO *et al.*, 2018). MO -= Material orgânico; MM = Material mineral; SB = Soma de bases.

7.12 PLANOSSOLOS

Os solos da Ordem Planossolos, do latim *planus*, plano, conotativo de solos desenvolvidos em planícies ou depressões com encharcamento estacional, ocorrem, principalmente, nas posições de terço inferior da paisagem ou em planícies fluviais, com melhor drenagem que os Gleissolos. No SiBCS, os Planossolos são caracterizados pela presença do horizonte diagnóstico subsuperficial B plânico, no qual se observa uma grande mudança no teor de argila em curta distância; a maioria possui mudança textural abrupta (SANTOS *et al.*, 2018). Devido a esse aumento no conteúdo de argila em profundidade e/ou a sequência com horizonte eluvial (E), o horizonte subsuperficial recebe o sufixo t, apresentando, assim, sequência de horizontes: A-Bt-C ou, mais comumente, A-E-Bt. As cores pálidas - com matizes amarelados e cromas baixos - do horizonte plânico se devem à condição de drenagem imperfeita e à baixa permeabilidade à água, devido à mudança textural abrupta. Por vezes, também ocorrem cores mosqueadas ou variegadas (Figura 128).

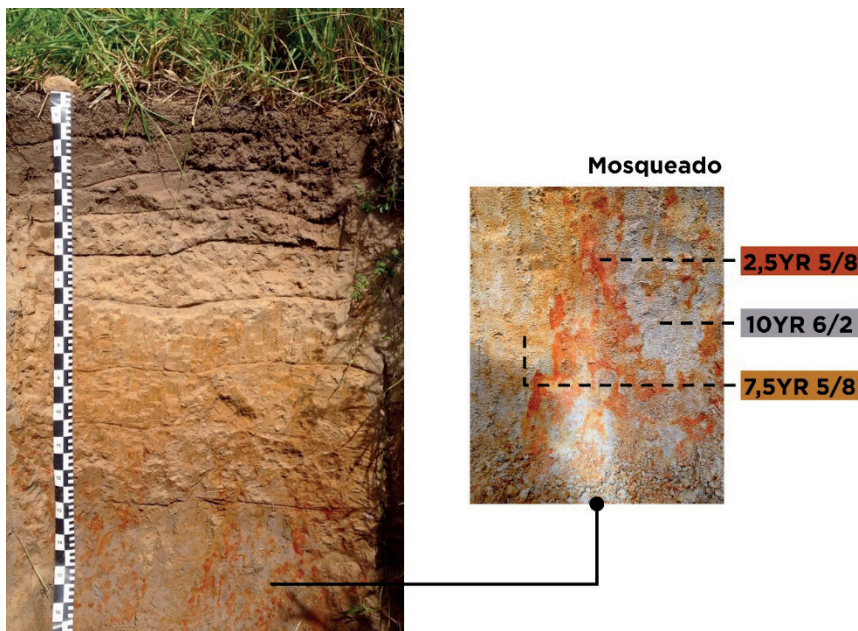


Figura 128. Perfil de Planossolo Háplico com padrão de cores mosqueado decorrente da drenagem imperfeita do perfil.

Foto: Marcos Gervasio Pereira (Acervo Pessoal).

Os Planossolos são formados pela atuação dos processos pedogenéticos específicos de lessivagem, leucinização e ferrólise, que, por sua vez, atuam em conjunto. A lessivagem (do francês *lessive*, lavado) (KÄMPF e CURTI, 2012) é um processo que conduz a formação de horizonte subsuperficial de acúmulo de argila, devido à intensa translocação de partículas

mais finas. Nesse processo, as partículas de argila dispersas nos horizontes superficiais - seja por processos mecânicos, como destruição dos agregados, ou químicos, por ação do sódio ou ácidos orgânicos - são transportadas pela água e depois depositadas em subsuperfície. Essa deposição da argila ocorre por vários motivos, entre eles, cessamento do fluxo de água, floculação ou obstrução dos poros. A intensa translocação de argila, na maioria das vezes, é facilitada pela natureza do material de origem, em que os sedimentos arenosos depositados no terço inferior da paisagem, com o predomínio de macroporos, facilitam o fluxo da água no horizonte superficial (A).

A translocação de argila favorece, também, a atuação do processo pedogenético de leucinização, com a remoção dos agentes pigmentantes (óxidos de ferro e matéria orgânica), levando à formação de horizonte de cores mais claras e/ou textura mais arenosa quando comparado ao superficial, que é identificado como eluvial (E).

A condição de drenagem imperfeita pode levar à ocorrência do processo de ferrólise (quebra por meio do ferro) (BRINKMAN, 1979). Em função da baixa permeabilidade à água no perfil, nos períodos de maior precipitação pluviométrica, forma-se uma zona saturada, por vezes identificada como “lençol freático suspenso”, acima do horizonte plânico. Nessa condição de anaerobiose, o ferro passa para a sua forma reduzida, deslocando os cátions que estão adsorvidos na superfície das argilas para a solução do solo, sendo estes posteriormente lixiviados. Quando são restabelecidas as condições de oxidação, em função do rebaixamento do “lençol freático suspenso”, parte do ferro precipita na forma de óxidos, liberando o hidrogênio, que fica, então, retido na superfície das argilas, promovendo um ataque ácido e, conseqüentemente, a destruição dos argilominerais dos horizontes superficiais e o espessamento do horizonte E (Figura 129).

Estudando Planossolos localizados numa topossequência em Seropédica, RJ, Silva *et al.* (2001) verificaram que a superfície côncava na qual os perfis estavam localizados favoreceu a infiltração de maior volume de água, contribuindo para a eluviação de argila dos horizontes superficiais, o que levaria à formação inicial de um horizonte B textural. Entretanto, a drenagem imperfeita e a ocorrência sazonal de uma zona saturada na transição entre os horizontes E e B propiciaram a formação do horizonte B plânico, diante das condições alternadas de oxidação e redução. Os autores também observaram que a remoção de argilas por erosão seletiva foi suficiente para concentrar o material mais grosso (arenoso) na superfície do solo. Dessa forma, a variação de granulometria e a formação do horizonte E, nos perfis estudados, resultam de diferenças na granulometria dos sedimentos e foram acentuadas pelos processos de destruição de argila nos horizontes superficiais, como o da ferrólise, sendo também identificada a presença de fragipã nesse Planossolo.

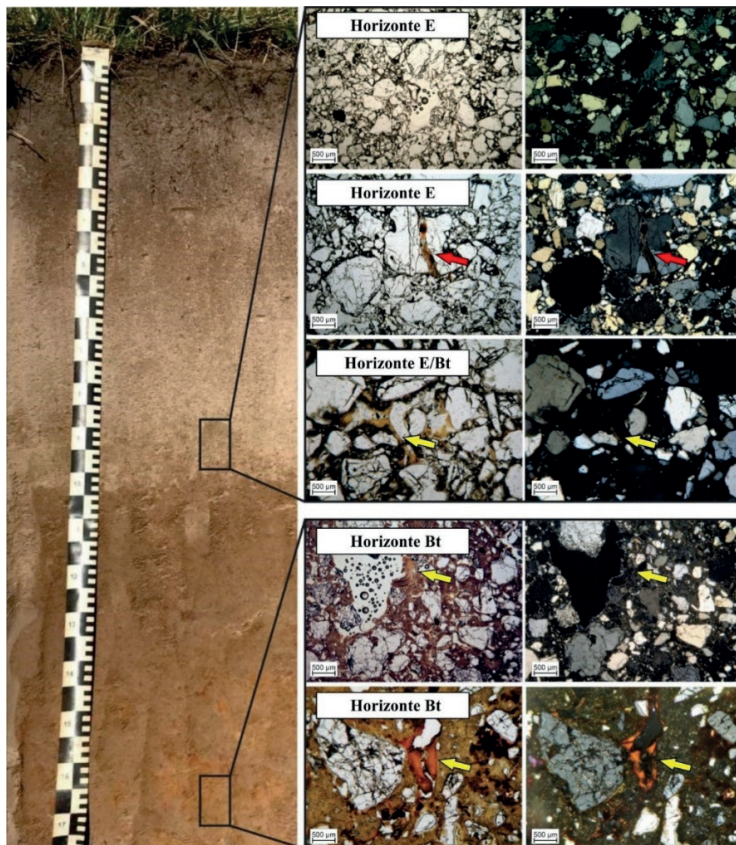


Figura 129. Microfotografias de seções delgadas evidenciando a degradação de micronódulos de ferro no horizonte E (ferrólise) (seta vermelha) e revestimentos de argila no horizonte Bt (setas amarelas) em Planossolo Háplico no município de Seropédica, RJ.

No 2º nível categórico, os Planossolos são divididos em apenas duas subordens no SiBCS (SANTOS *et al.*, 2015) a seguir: Planossolos Nátricos e Háplicos.

7.12.1. Planossolos Nátricos (SN)

Os Planossolos Nátricos apresentam saturação por sódio $\geq 15\%$ (caráter sódico), coincidindo com o horizonte B plânico ou dentro dos primeiros 120 cm a partir da superfície, desde que os primeiros centímetros do horizonte B apresentem valores da soma de Mg^{2+} e Na^+ trocáveis maiores que os da soma de Ca^{2+} e H^+ (SANTOS *et al.*, 2018).

Com pequena expressão geográfica no estado do Rio de Janeiro, os Planossolos Nátricos constituem inclusões em unidades de mapeamento de solos em levantamentos de algumas baixadas da região litorânea, em especial na região dos Lagos, em Cabo Frio e São Pedro da Aldeia (Figura 3) e no noroeste do estado. Apresentam vegetação original de floresta tropical subcaducifólia, ocorrendo, entretanto, áreas menores, na região noroeste

do estado, próximo a Italva e São João do Paraíso, sob floresta caducifolia, com algumas cactáceas, em ambas as situações em clima com acentuada estação seca (CARVALHO FILHO *et al.*, 2003).

Além dos processos pedogenéticos específicos já mencionados, nos Planossolos Nátricos atuam os processos de salinização e sodificação (VAN BREEMEN e BUURMAN, 2002). No primeiro, ocorre aumento na concentração de sais solúveis próximo à superfície do solo, onde a condição climática de elevadas taxas de evapotranspiração favorece a ascensão dos íons no lençol freático. No processo de sodificação, ocorre a diminuição no teor de sais e acúmulo de Na^+ , seja pela maior adição de cloreto de sódio ou sulfato de sódio pela água subterrânea, ou pela precipitação de outros cátions menos solúveis, como Ca^{+2} e Mg^{+2} , devido ao aumento da concentração de HCO_3^- . Nesses solos, a presença de Na^+ contribui de forma significativa para o aumento da dispersão das argilas, facilitando, portanto, a translocação destas (IBRAIMO *et al.*, 2004).

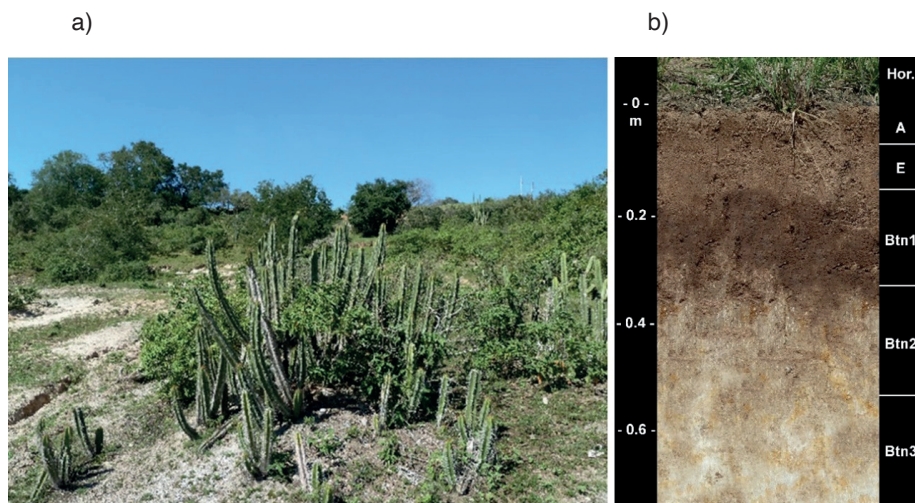


Figura 130. Vegetação com cactáceas na área de ocorrência (a) de Planossolo Nátrico (b) em Cabo Frio, Rio de Janeiro.

Fotos: Marcos Gervasio Pereira (Acervo Pessoal).

Os Planossolos Nátricos, devido à forte restrição química, devem ser destinados para áreas de preservação permanente (APPs). Além das limitações decorrentes da baixa fertilidade natural, como a elevação do pH e redução de disponibilidade de nutrientes, os elevados teores de sódio trocável interferem negativamente nos atributos físicos do solo, com a formação de estrutura colunar e maciça no horizonte plânico, com baixas porosidade e permeabilidade ao ar e água, dificultando o desenvolvimento do sistema radicular e mesmo ocasionando erosão superficial, apesar do relevo em geral plano. Por outro lado, no estado do Rio de Janeiro, ocorrem sobre esses solos algumas espécies endêmicas, que também justificam que sejam APPs.

7.12.2. Planossolos Háplicos (SX)

Os Planossolos Háplicos (Figura 131) não apresentam nenhuma característica distintiva ou extraordinária. São geralmente hidromórficos, com o horizonte glei ocorrendo abaixo do horizonte plânico, saturação por bases e atividade de argila variáveis, em geral, com sequência de horizontes A-E-Bt-Cg. Na Baixada Fluminense e na região Metropolitana do estado do Rio de Janeiro, são observados nos municípios de Seropédica, Itaguaí e na cidade do Rio de Janeiro, sendo nessas localidades, em geral, distróficos e com elevada acidez no horizonte subsuperficial. Ocorrem também na região Norte Fluminense, nos municípios de Campos dos Goytacazes e Macaé, sendo predominantemente eutróficos.

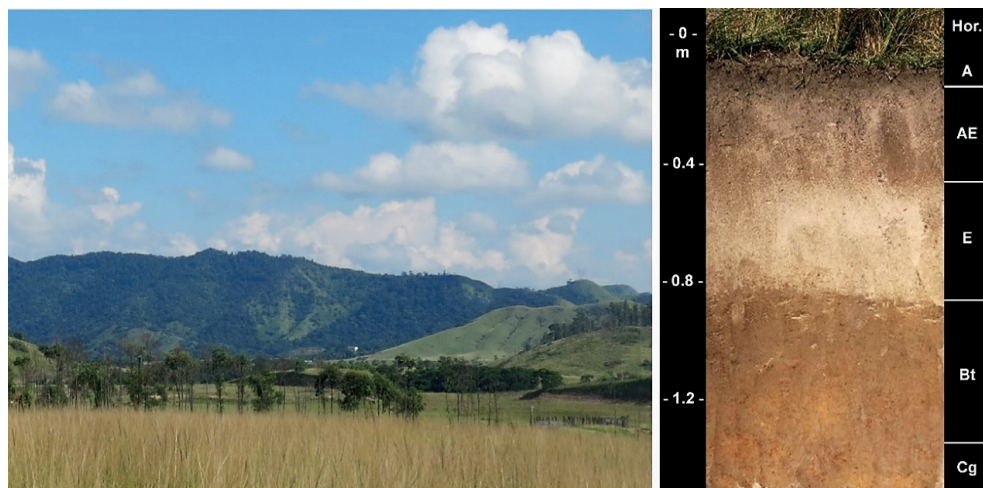


Figura 131. Planossolo Háplico localizado em Seropédica, *campus* da UFRRJ.

Fotos: Marcos Gervasio Pereira (Acervo Pessoal).

O principal uso agrícola dos Planossolos Háplicos é com pastagens, em geral extensivas, e algumas lavouras de subsistência. As principais limitações devem-se à deficiência de água no período seco, em virtude da textura arenosa dos horizontes superficiais; à deficiência de oxigênio no período chuvoso, em especial para as culturas perenes, devido à lenta permeabilidade do solo; e à reduzida fertilidade nos solos distróficos. O manejo da matéria orgânica, aumentando a retenção de cátions e manutenção da umidade, e o cultivo em sistemas de canteiros (camalhões) aumentando a distância do lençol freático, surgem como alternativas para a utilização desses solos para produção de oleráceas e lavouras de subsistência, como a mandioca.

A seguir, serão apresentadas, em caráter ilustrativo, a granulometria e algumas características químicas de horizontes superficiais e subsuperficiais de perfis de solos da Ordem dos Planossolos, no estado do Rio de Janeiro (Tabela 12).

Tabela 12. Características químicas e físicas dos horizontes superficiais e subsuperficiais dos Planossolos.

| Classe de Solo | Horizonte | Frações granulométricas | | | C.org | SB | Valor T | (Na/T)*100 |
|------------------------------------|-----------|-------------------------|-------|--------|---|-----|---------|------------|
| | | Areia | Silte | Argila | | | | |
| | | g kg ⁻¹ | | | cmol _c kg ⁻¹ solo | | | |
| Planossolo ¹ Nátrico | A | 730 | 210 | 60 | 8,8 | 5,6 | 6,6 | 1 |
| | 2Bt2n | 560 | 170 | 270 | 2,1 | 7,4 | 9,5 | 17 |
| Planossolo ² Háplico | A | 870 | 40 | 90 | 9,7 | 0,9 | 4,1 | - |
| | Btx | 610 | 10 | 380 | 2,6 | 1,0 | 4,6 | - |

¹Perfil 17 (EMBRAPA, 1979); ² (SILVA, 1993). C.org= Carbono orgânico; SB = Soma de bases; (Na/T)*100 = Saturação por sódio.

7.13 PLINTOSSOLOS

Os solos da Ordem Plintossolos, do latim *plinthos*, conotativo de materiais argilosos coloridos que endurecem quando expostos ao ar, são formados pela atuação do processo pedogenético de plintitização. A plintita é formada pela precipitação cíclica de ferro na zona de flutuação do lençol freático, originando inicialmente mosqueados, que evoluem para a formação da plintita e de nódulos e/ou concreções (KÄMPF e CURI, 2012). A plintita, identificada pelo sufixo f em horizontes B e/ou C (Figura 132), pode ser definida como uma mistura de argila, pobre em carbono orgânico e rica em ferro e alumínio, com grãos de quartzo e outros minerais (ANJOS *et al.*, 1995; SANTOS *et al.*, 2018).

É um material inicialmente brando que, após ser submetido a ciclos de dessecação, pode se transformar irreversivelmente para a forma endurecida da plintita, denominada de petroplintita, identificada pelas concreções (c) nos horizontes concrecionários, quando ocorre distribuída na matriz do solo; ou, quando ocorre de forma contínua ou praticamente contínua, formam-se horizontes denominados litoplínticos e são identificados pelo símbolo F.

Quanto à classificação no SiBCS, os Plintossolos são identificados pela presença dos horizontes diagnósticos plíntico (Bf ou Cf), concrecionário ou litoplíntico, subdividindo-se no segundo nível categórico (subordem) em três classes, sendo elas os Plintossolos Pétricos, Plintossolos Argilúvicos e Plintossolos Háplicos (SANTOS *et al.*, 2018).

De maneira geral, os Plintossolos apresentam pequena expressão no estado do Rio de Janeiro, sendo observados principalmente na região Norte Fluminense, em Campos dos Goytacazes (RJ), associados a Latossolos e Argissolos Amarelos, nos Tabuleiros Costeiros e na posição de terço inferior de paisagem. No entanto, o horizonte plíntico pode ocorrer em outras classes de solos, porém não estão em posição diagnóstica no perfil para classificá-los como Plintossolos.

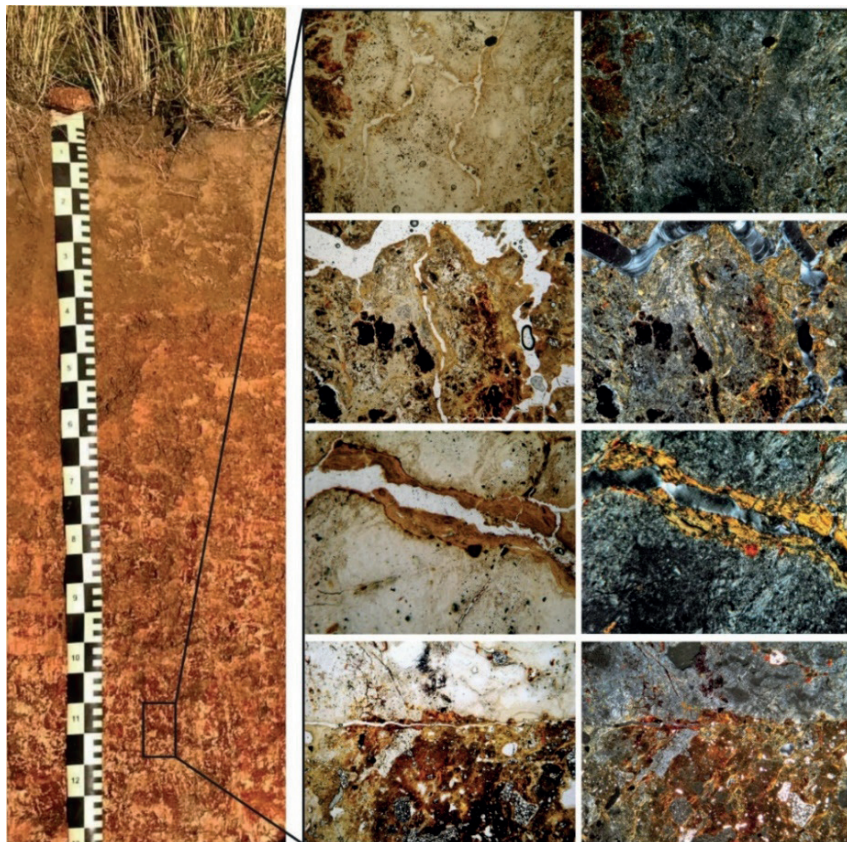


Figura 132. Fotomicrografias de lâminas delgadas de horizonte plíntico (Bf), evidenciando a segregação de ferro na forma de nódulos e a desferruginização da matriz de Plintossolo Háplico, Seropédica (RJ).

7.13.1. Plintossolos Pétricos - FF

São solos que possuem horizonte concrecionário ou litoplínticos, exceto quando precedidos de um horizonte plíntico (SANTOS *et al.*, 2018) (Figura 133).

Esses solos apresentam saturação por bases e fertilidade natural variada, porém os principais limitantes ao uso desses solos são de ordem física. A grande quantidade de concreções afeta negativamente o armazenamento de água e dificulta as operações de mecanização, especialmente quando as concreções se concentram na camada arável, com danos e desgastes para os implementos agrícolas convencionais. Quando ocorre o horizonte litoplíntico, essas limitações são intensificadas, pois, além da restrição ao desenvolvimento do sistema radicular (especialmente para as lavouras perenes), ocorre a drástica redução do fluxo interno de água, que, por sua vez, intensifica o escoamento superficial de água e a erosão hídrica, especialmente em condições de relevo ondulado ou mais declivoso.

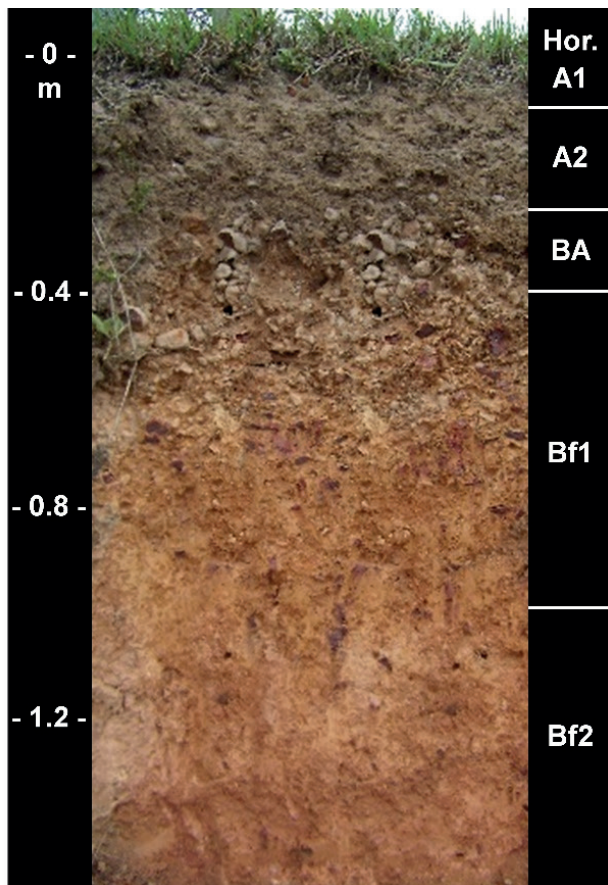


Figura 133. Plintossolo Pétrico com horizonte concrecionário, Conceição de Macabu – RJ.

Foto: José Mário Piratello Freitas de Souza (Acervo Pessoal).

7.13.2. Plintossolos Argilúvicos - FT

São solos que apresentam horizonte plíntico e acúmulo de argila em profundidade (Btf), caracterizado pela presença do horizonte B textural ou do caráter argilúvico (Figura 134). Possuem fertilidade natural variada, dependendo da natureza do material de origem. Em geral, no estado do Rio de Janeiro, são distróficos e possuem argila de atividade baixa. A susceptibilidade à erosão hídrica é a principal limitação para o uso agrícola desses solos, tendo em vista que o aumento do conteúdo de argila em profundidade reduz a permeabilidade à água, especialmente quando possuem mudança textural abrupta. Pela posição na paisagem, em geral, no terço inferior da paisagem, no período mais chuvoso a elevação do lençol freático irá implicar em limitação pela disponibilidade de oxigênio.

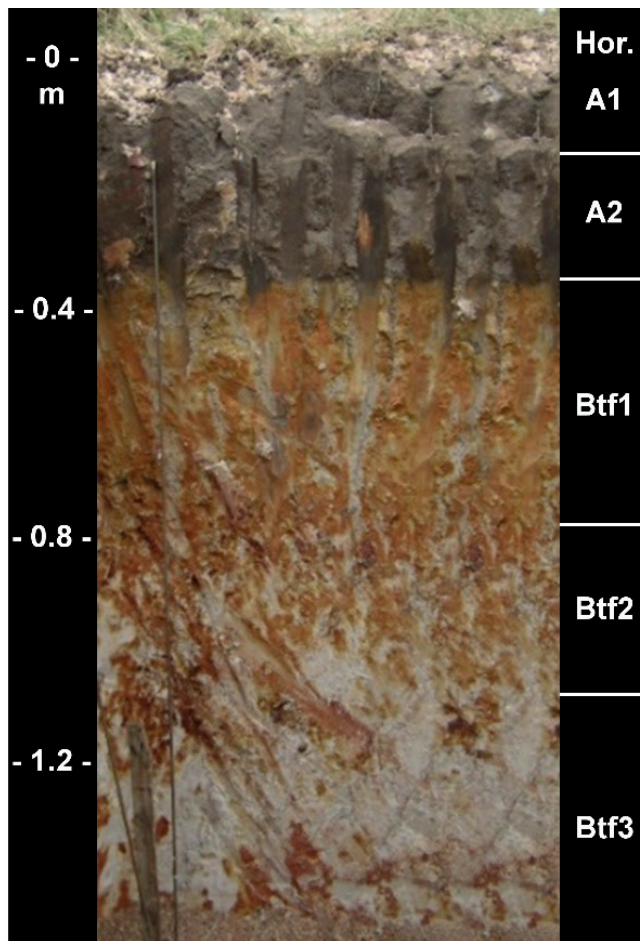


Figura 134. Plintossolo Argilúvico, Conceição de Macabu – RJ.
Foto: José Mário Piratello Freitas de Souza (Acervo Pessoal).

7.13.3. *Plintossolos Háplicos – FX*

São aqueles em que não se observa nenhuma característica diferencial ou extraordinária que os identifique nas classes anteriores (Figura 135).

Possuem menor expressão no estado do Rio de Janeiro, comparada à classe anterior, e podem estar associados a Gleissolos e Planossolos. Em geral, possuem drenagem mais limitante e pode ocorrer horizonte Cg em profundidade. Além dos solos distróficos, podem ser eutróficos e mesmo apresentarem argila de atividade alta. Quando apresentam horizonte glei, podem ter limitação ao uso agrícola pela deficiência de aeração.

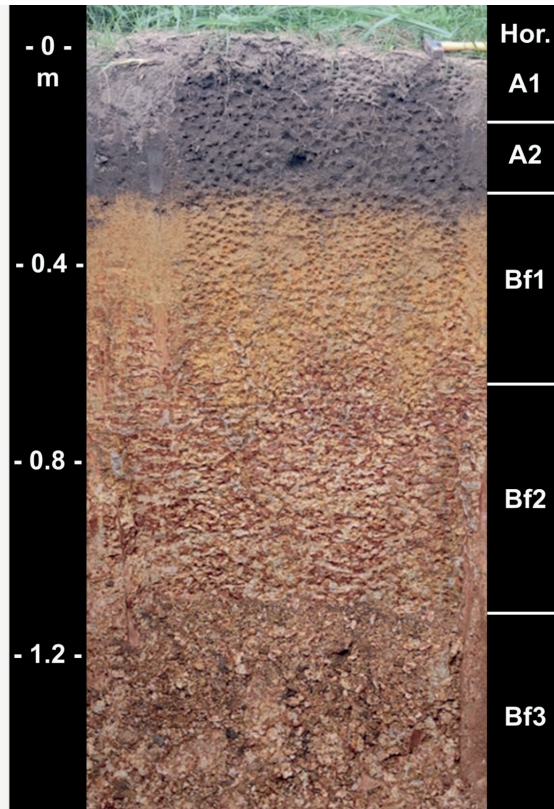


Figura 135. Plintossolo Háplico, Seropédica (RJ)
Foto: Marcos Gervasio Pereira (Acervo Pessoal).

7.14 VERTISSOLOS

Os solos da Ordem dos Vertissolos, do latim “vertere”, conotativo de movimento de material de solo que se move da superfície para a subsuperfície (expansão/contração), são formados a partir do processo pedogenético específico de vertização (KÄMPF e CURI, 2012). A atuação desse processo se dá principalmente pela expansão e contração do solo com a variação de umidade, em que, no período seco, a contração da massa do solo forma fendas verticais que se estendem desde a superfície até mais de 1 m de profundidade (Figura 136a). Através dessas fendas, parte dos materiais de solo dos horizontes superficiais pode ser movida e depositada no espaço das fendas, e, com o reumedecimento do solo no período úmido, a massa de solo se expande do solo e é, então, responsável pela sua homogeneização, no processo pedogenético identificado como argilopedoturbação. Esse processo do solo e as pressões verticais e laterais formam planos de falhas que, além de serem responsáveis pela formação da estrutura do tipo cuneiforme ou paralelepípedica,

permitem o deslizamento de grandes porções do solo com a formação de superfícies estriadas denominadas de *slickensides* no contato entre essas macroestruturas (Figura 136b).

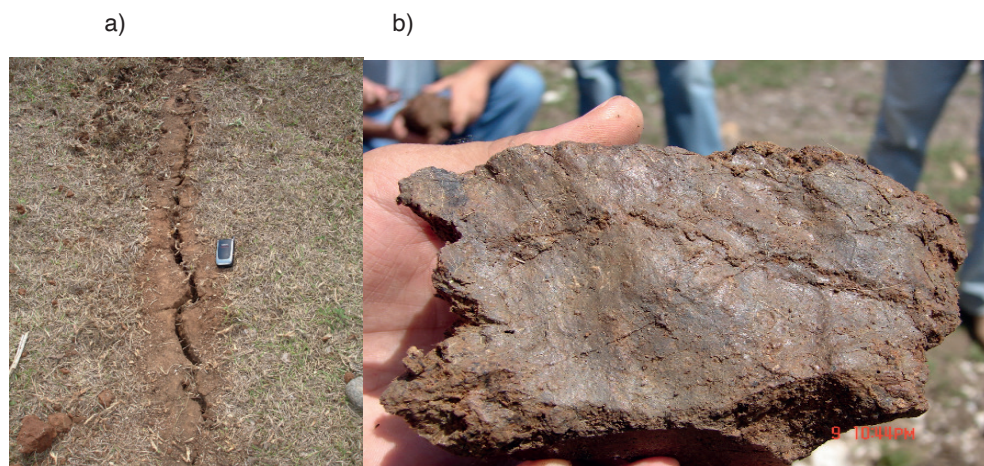


Figura 136. Fendas na superfície do solo e superfícies de fricção (*slickensides*) em área de Vertissolo no município de Italva (RJ).

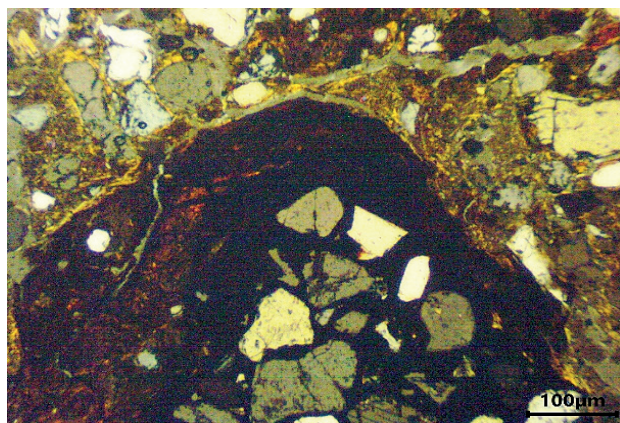
Marcos Gervasio Pereira (Acervo Pessoal).

A atuação do processo de vertização pode ser evidenciada em estudos micromorfológicos, que avaliam a morfologia do solo em seções finas e usando o microscópio, pela grande quantidade de fábricas birrefringentes, indicando a reorientação de argila pela expansão e contração da massa do solo (Figura 137a). A intensa movimentação da massa do solo também favorece a formação do microrelevo, que é denominado gilgai (Figura 137b), comum em áreas de Vertissolos em ambientes mais secos, caracterizado por pequenas elevações arredondadas na superfície do solo entre as fendas e por depressões nas fendas.

No Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SANTOS *et al.*, 2018), os Vertissolos caracterizam-se pela presença do horizonte vértico ocorrendo entre 25 e 100 cm a partir da superfície, apresentando superfície de fricção (*slickensides*) em expressão no mínimo comum e moderada e/ou estrutura cuneiforme ou paralelepípedica, além de teor de argila no horizonte superficial $\geq 300 \text{ g kg}^{-1}$ e fendas verticais no período seco com largura igual ou maior que 1 cm, e atingindo 50 cm de profundidade ou 30 cm em solos mais rasos.

No 2º nível categórico, os Vertissolos dividem-se no SiBCS em três subordens, a seguir: Vertissolos Hidromórficos, Vertissolos Ebânicos e Vertissolos Háplicos. Entretanto, os últimos não são observados nos levantamentos de solo no estado do Rio de Janeiro.

a)



b)



Figura 137. Fotomicrografia de horizonte vértico com reorientação de argila por processos de expansão e contração (a) e microrelevo gilgai em área de ocorrência de Vertissolo no município de Italva, RJ.

Fotos: Deyvid Diego Carvalho Maranhã (a) e Marcos Gervasio Pereira (b) (Acervo Pessoal).

7.14.1. *Vertissolos Hidromórficos (VG) e Vertissolos Ebânicos (VE)*

Os Vertissolos Hidromórficos são caracterizados pela presença do horizonte glei dentro de 50 cm, a partir da superfície, ou entre 50 e 100 cm, desde que este seja precedido de horizontes de cores acinzentadas (SANTOS *et al.*, 2018). Essa classe é a mais comum no estado do Rio de Janeiro, sendo observada em relevos planos, e apresenta fortes restrições à aeração, pela má drenagem, especialmente no período mais chuvoso, com a expansão do solo.

Os Vertissolos Hidromórficos (Figura 138 a) ocorrem em sua maioria na região Noroeste do estado, onde o clima mais seco e o material de origem (mármore) que fornece grande quantidade de cátions básicos favorecem a formação de argilas de alta atividade (Figura 139). Nesses ambientes, além da alta saturação por bases (eutróficos), observam-se elevados teores de carbonato de cálcio nos Vertissolos (PINHEIRO JUNIOR, 2018).

Os Vertissolos Ebânicos (Figura 138 b) são caracterizados pelas cores escuras, inclusive nos horizontes subsuperficiais. Têm menor expressão no estado do Rio de Janeiro, ocorrendo em associação com os Vertissolos Hidromórficos, contudo, em condições de drenagem imperfeita ou mesmo moderadamente drenados.

Quanto à utilização agrícola, a principal limitação de ambas as classes de Vertissolos no estado do Rio de Janeiro é o forte impedimento ao cultivo ou à mecanização, pela reduzida faixa de friabilidade. No período seco, o material de solo apresenta elevada coesão, com consistência do solo muito dura ou até extremamente dura. Já no período chuvoso, aumentam as forças de adesão, e a consistência do solo torna-se muito

plástica e pegajosa, o que dificulta as operações de mecanização, levando à destruição dos agregados, quando feita no período seco, e favorecendo a compactação no período chuvoso. A expansão e contração da massa do solo também é uma limitante para o desenvolvimento de lavouras, principalmente as perenes, pela ruptura das raízes com a contração do solo, comprometendo a absorção de água e nutrientes, além de aumentar a incidência de doenças. Limitações por deficiência de oxigênio também podem surgir, especialmente nos Vertissolos Hidromórficos, e nos Vertissolos Háplicos nos períodos de maior precipitação pluviométrica, uma vez que a expansão das argilas reduz a condutividade hidráulica, favorecendo a rápida saturação do solo.

Portanto, embora possam ter maior fertilidade química, exceto quando ocorrem próximo à região costeira, quando podem apresentar caráter sódico ou sálico, as limitações físicas fazem com que o principal uso observado seja em pastagens extensivas. Além das limitações ao uso agrícola, os Vertissolos também impõem restrições geotécnicas em construções urbanas, rodovias e instalação de dutos, pela expansão e contração do solo, que podem ser visualizadas em rachaduras nos edifícios e casas, rompimentos nas vias de acesso etc. Elas exigem projetos de engenharia de maior custo para contrapor esses efeitos mecânicos.

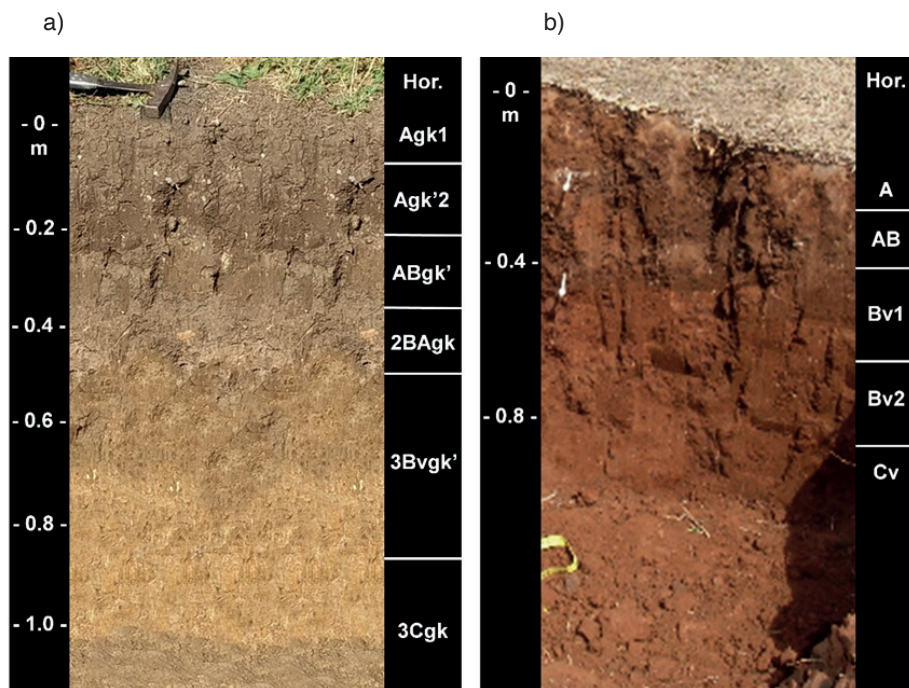


Figura 138. Perfil de Vertissolo Hidromórfico Carbonático típico (a) e Vertissolo Ebânico Carbonático típico (b) no município de Italva, RJ.

Fonte: Marcos Gervasio Pereira (Acervo Pessoal).



Figura 139. Área de ocorrência de Vertissolos no município de Italva (RJ).
Foto: Marcos Gervasio Pereira (Acervo Pessoal).



Figura 140. Dolina em área de ocorrência de Vertissolos no município de Italva (RJ).
Foto: Marcos Gervasio Pereira (Acervo Pessoal).

Em viagens de correlação organizadas pela Embrapa (1997) no estado do Rio de Janeiro, foram descritas as seguintes classes de solos sobre embasamento calcário: Rendzina e Vertissolo com A chernozêmico, ambas de atividade alta e textura argilosa. Os processos de dissolução atuando sobre os calcários em Italva - RJ deram origem a um conjunto de geofoma representado por dois domínios característicos: um superficial (exocarste) e outro subterrâneo (endocarste). Entre as feições superficiais, destacam-se as dolinas (Figura 140).

A seguir, serão apresentadas, em caráter ilustrativo, a granulometria e algumas características químicas de horizontes superficiais e subsuperficiais de perfis de solos da Ordem Argissolos, no estado do Rio de Janeiro (Tabela 13).

Tabela 13. Características químicas e físicas dos horizontes superficiais e subsuperficiais dos Vertissolos.

| Classe de Solo | Horizonte | Frações granulométricas | | | C.org. | SB | Valor T | Al ⁺³ |
|-------------------------|-----------|-------------------------|-------|--------|---|------|---------|------------------|
| | | Areia | Silte | Argila | | | | |
| | | g kg ⁻¹ | | | cmol _c kg ⁻¹ solo | | | |
| Vertissolo ¹ | Agk1 | 432 | 201 | 367 | 20,0 | 21,6 | 21,6 | 0,0 |
| Hidromórfico | 3Cgk | 488 | 22 | 490 | 2,0 | 16,3 | 16,3 | 0,0 |

C.org. = Carbono orgânico; SB = Soma de bases.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O conhecimento sobre as classes de solo que ocorrem no estado do Rio de Janeiro é essencial para análises de potencial agrícola, mas também para avaliações ambientais e os impactos da degradação sobre o desenvolvimento humano e a conservação dos ecossistemas nesse território.

A partir dessas informações, podem ser propostas políticas para proteção desse recurso não renovável, considerando os aspectos também de ecossistemas em *hotspots*, como no PNI, manguezais, restingas e dunas ou, ainda, para incentivar o uso de práticas conservacionistas para controle da erosão hídrica, como nos Latossolos, Argissolos e Nitossolos, que possuem maior potencial agrícola.

A relação entre os recursos solo, água e cobertura florestal também se mostra importante para a segurança das populações do estado do Rio de Janeiro. A degradação dos solos e das nascentes, o desmatamento e a erosão acarretam a sedimentação de recursos hídricos, aumentam a incidência de desastres e, considerando as já evidentes alterações climáticas atuais, levam à perda de vidas, além do impacto sobre a infraestrutura urbana.

Por fim, levantamentos de solos na escala de microbacias são essenciais para atender as demandas acima apontadas, especialmente dadas as condições variadas

de relevo, material de origem e vegetação no estado do Rio de Janeiro. Sem essas informações, em nível de detalhe, não é possível o planejamento de uso das terras e de práticas de conservação dos solos, para os diversos fins, nas cidades e municípios, exceto de forma generalizada. Ou seja, a sustentabilidade do estado depende da informação detalhada sobre os solos e de parcerias entre as várias instituições de ensino, pesquisa e extensão, para atingir essa meta.

REFERÊNCIAS

ANJOS, L. H. C. **Caracterização, gênese, classificação e aptidão agrícola de uma seqüência de solos do Terciário na região de Campos, RJ**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica. 194 f. 1985.

ANJOS, L. H. C.; FRANZMEIER, D. P.; SCHULZE, D. G. Formation of soils with plinthite on a toposequence in Maranhão State, Brazil. **Geoderma**, Amsterdam, The Netherlands, v. 64, p. 257-279, 1995.

BRINKMAN, R. **Ferrollysis, a soil-forming process in hydromorphic conditions**. Dissertation, Wageningen University & Research, Netherlands. Wageningen: Pudoc, 1979.

CARVALHO FILHO, A.; LUMBRERAS, J. F.; WITTERN, K. P.; LEMOS, A. L.; SANTOS, R. D.; CALDERANO FILHO, B.; OLIVEIRA, R. P.; AGLIO, M. L. D.; SOUZA, J. S.; CHAFFIN, C. E.; MOTHCI, E. P.; LARACH, J. O. I.; CONCEIÇÃO, M.; TAVARES, N. P.; SANTOS, H. G.; GOMES, J. B. V.; CALDERANO, S. B.; GONÇALVES, A. O. G.; MARTORANO, L. G.; BARRETO, W. O.; CLAESSEN, M. E. C.; PAULA, J. L.; SOUZA, J. L. R.; LIMA, T. C.; ANTONELLO, L. L.; LIMA, P. C. Levantamento de reconhecimento de baixa intensidade dos solos do Estado do Rio de Janeiro. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 32** - (INFOTECA-E) - Embrapa Solos. 2003.

CRUZ, V. M. A. **Metalogenia em terrenos de alto grau metamórfico: as mineralizações tungstaníferas da área de Monumento/Cacaria – RJ**. Dissertação de Mestrado – Faculdade de Geologia – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 99 f. 2015.

EBELING, A. G.; ANJOS, L. H. C.; PÉREZ, D. V.; PEREIRA, M. G.; VALLADARES, G. S. Relação entre acidez e outros atributos químicos em solos com teores elevados de matéria orgânica. **Bragantia**, v. 67, p. 261-271, 2008.

EBELING, A. G.; ANJOS, L. H. C.; PÉREZ, D. V.; PEREIRA, M. G.; GOMES, F. W. F. Atributos químicos, carbono orgânico e substâncias húmicas em Organossolos Háplicos de várias regiões do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, n. 2, p. 325-336, 2011.

EDUARDO, E. N.; CARVALHO, D. F. D.; MACHADO, R. L.; SOARES, P. F. C.; ALMEIDA, W. S. D. Erodibilidade, fatores cobertura e manejo e práticas conservacionistas em Argissolo Vermelho-Amarelo, sob condições de chuva natural. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 37, n. 3, p. 796-803, 2013.

FANNING, D. S.; FANNING, M. C. B. **Soil genesis, morphology and classification**. New York, John Wiley and Sons, 1989.

IBRAIMO, M. M.; SCHAEFER, C. E. G. R.; KER, J. C.; LANI, J. L.; ROLIM-NETO, F. C.; ALBUQUERQUE, M. A.; MIRANDA, V. J. Gênese e micromorfologia de solos sob vegetação xeromórfica (caatinga) na Região dos Lagos (RJ). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, n. 4, p. 695-712. 2004.

KÄMPF, N.; CURTI, N. Formação e Evolução do Solo (Pedogênese). In: KER, J. C.; SHAEFER, C. E. G. R.; VIDAL-TORRADO, P. (Org.). **Pedologia: fundamentos**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2012. p. 207-302.

- MACHADO, R. L. **Perda de solo e nutrientes em voçorocas com diferentes níveis de controle e recuperação no Médio Vale do rio Paraíba do Sul, RJ.** Dissertação de Mestrado – Ciência do Solo – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica. 86 f. 2007.
- MENEZES, A. R.; FONTANA, A.; ANJOS, L. H. Spodosols in Brazil: distribution, characteristics and diagnostic attributes of spodic horizons. **South African Journal of Plant and Soil**, v. 35, n. 4, p. 241-250. 2018.
- MENEZES, C. E. G. **Integridade de paisagem, manejo e atributos do solo no Médio Vale do Paraíba do Sul, Pinheiral-RJ.** Tese de Doutorado – Ciência do Solo – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica. 164 f. 2008.
- PEREIRA, M. G. **Formas de Fe, Al e Mn como índices de pedogênese e absorção de fósforo em solos do Estado do Rio de Janeiro.** Tese de Doutorado – Ciência do Solo – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica. 218 f. 1996.
- PEREIRA, M. G.; ANJOS, L. H. C.; VALLADARES, G. S. Organossolos: ocorrência, gênese, classificação, alterações pelo uso agrícola e manejo. In: VIDAL-TORRADO, P. (org). **Tópicos em Ciência do Solo**. 1ª ed. Viçosa: SBCS, v. 4, p. 233-276. 2005.
- PINHEIRO JUNIOR, C. R. **Gênese e caracterização de solos de natureza carbonática do Grupo Itaiua, RJ.** Dissertação de Mestrado – Ciência do Solo – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica. 57 f. 2018.
- PINHEIRO, H. S. K. **Métodos de mapeamento digital aplicados na predição de classes e atributos dos solos da Bacia Hidrográfica do Rio Guapi-Macacu, RJ.** Tese de Doutorado – Ciência do Solo – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica. 151 f., 2015.
- SANTOS, A. C. **Pedogênese e alterações geoquímicas em topolitossequência na bacia do Ribeirão Cachimbal na região do Médio Vale do Paraíba, RJ.** Tese de Doutorado – Ciência do Solo – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica. 246 f., 2009.
- SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; ARAÚJO FILHO, J. C.; OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5ª. ed. Brasília: Embrapa, 2018b. 356 p.
- SANTOS, R. D.; SANTOS, H. G.; KER, J. C.; ANJOS, L. H. C.; SHIMIZU, S. H. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 7ª. ed. Viçosa: SBCS, 2015. 100 p.
- SILVA NETO, E. C.; PEREIRA, M. G.; CARVALHO, M. DE A.; CALEGARI, M. R.; SCHIAVO, J. A.; DE PAULA SÁ, N.; PESSENDA, L. C. R. Palaeoenvironmental records of Histosol pedogenesis in upland area, Espírito Santo State (Se, Brazil). **Journal of South American Earth Sciences**, v. 95, 2019.
- SILVA, M. B.; ANJOS, L. H. C.; PEREIRA, M. G.; NASCIMENTO, R. A. M. Estudo de topossequência da baixada litorânea fluminense: efeitos do material de origem e posição topográfica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 25, n. 4, p. 965-976. 2001.
- VAN BREEMEN, N.; BUURMAN, P. **Soil formation**. 2th ed. Springer Science & Business Media, 2002. 404 p.
- WRIGHT, J. R.; SCHNITZER, M. An Estimate of the Aromaticity of the Organic Matter of a Podzol Soil. **Nature**, v. 190, n. 4777, p. 703-704, 1961.