

Capítulo 3

Características físico-químicas dos principais solos na Amazônia

Jorge Federico Orellana Segovia

Jorge Breno Palheta Orellana

Luis Isamu Barros Kanzaki

Introdução

Conhecer o solo é sempre muito importante. Neste capítulo, são abordadas as características principais dos solos em relação à produção e como é possível melhorar as condições para cultivo de flores e plantas ornamentais nas regiões tropicais, desde a classificação e a gênese dos solos até sua composição físico-química.

Na agricultura, o solo é um conjunto de substâncias orgânicas e inorgânicas que permite o crescimento e a produção de espécies vegetais úteis ao ser humano e/ou à criação de animais.

O solo é composto por partes sólidas, líquidas e gasosas em estado dinâmico, contendo organismos vivos (bactérias, fungos, minhocas e diversos insetos), onde ocorre uma série de reações entre a fase sólida, a solução do solo e a planta.

Nele, ocorre uma série de fenômenos entre as substâncias químicas existentes, como a quebra e formação de suas ligações, dando origem a novas substâncias e compostos.

A camada de solo que pode ser cultivada constitui-se num reservatório composto por uma mistura de materiais sólidos, como a matéria orgânica e as partículas minerais, e uma parte porosa que contém água e ar. A Figura 1 mostra restos vegetais em decomposição sobre um Latossolo de textura média. Nesse caso, a formação do solo é considerada um processo dinâmico, operando, continuamente, sobre as rochas por meio de ações físicas, químicas e biológicas.

No desenvolvimento do ecossistema e na formação do solo, além dos agentes intempéricos – como o calor do sol e a ação físico-química da água – também é igualmente

importante a atividade dos organismos vivos nesse solo.

Os minerais primários se transformam em sesquióxidos e silicatos hidratados, que, recristalizados, originam argilas coloidais.



Foto: Jorge Segovia

Figura 1. Restos vegetais em decomposição sobre um Latossolo.

Na sucessão ecológica da formação de solos amazônicos, participam comunidades relativamente transitórias que se substituem umas às outras, formando etapas serais, participando diversas espécies numa série de sucessões denominada “sere”.

Nas principais etapas serais participam a microflora (algas, fungos, líquens e bactérias) e a macroflora, como as briófitas (musgos), pteridófitas (samambaias). A seguir, vêm as gimnospermas (ex.: gêneros *Zamia* e *Gnetum*) e inúmeras espécies de angiospermas agrupadas nas ordens Liliopsida e Magnoliopsida. Na microfauna, ocorrem os protistas (amebas, mixomicetos) e os nematoides. Na macrofauna, podem-se citar, entre outros, os artrópodes (aracnídeos, insetos, crustáceos diplópodes e miriápodes).

Matéria orgânica

A matéria orgânica é composta por todos os resíduos em decomposição (excrementos de animais, raízes, troncos, ramos, folhas, flores e frutos de vegetais caducos e microrganismos do solo), convertendo uma série de combinações orgânicas em inorgânicas, como amônio (NH_4^+), fosfato (H_2PO_4^-) e sulfato (SO_4^{2-}).

Nas florestas tropicais, os compostos polifenólicos, formados nas folhas senescentes, uma vez caídos no chão, têm efeito considerável sobre a velocidade de decomposição dos resíduos das folhas.

Tanto os carboidratos como as proteínas – provenientes de restos vegetais e animais em decomposição – sofrem ataques pelos microrganismos, transformando e liberando parte ao meio ambiente na forma de CO_2 , H_2O e NO_3^- , enquanto outra parte se decompõe em substâncias de natureza quinônica, peptídeos, aminoácidos e substâncias de natureza aromática (polifenóis, quinonas). Finalmente, esses compostos se transformam no complexo orgânico denominado de húmus (ácidos húmicos, ácidos fúlvicos e humina).

Os ácidos húmicos são constituídos de carbono (C), hidrogênio (H), oxigênio (O), nitrogênio (N) e pequenas quantidades de enxofre (S), fósforo (P), silício (Si), etc. Já os ácidos fúlvicos são substâncias húmicas que permanecem dispersas após a floculação dos ácidos húmicos, contendo uma porção glucídica e outra proteica. Finalmente, as huminas consistem de ácidos húmicos complexados com material argiloso.

Assim, a matéria orgânica formada no solo adere-se às partículas minerais, sobretudo argila, melhorando a troca de cátions do

solo e a formação de agregados estáveis desse solo (Figura 2).

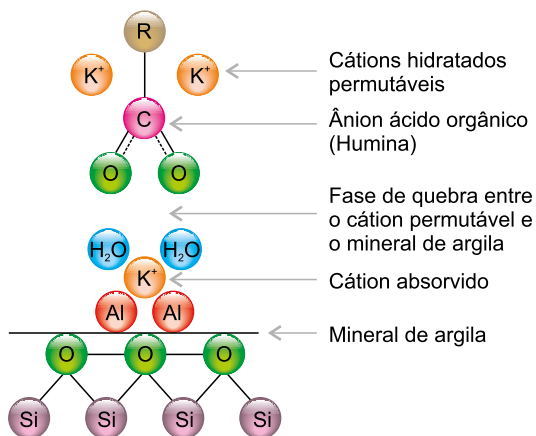


Figura 2. Complexo húmus: argila e troca iônica.

Conforme Stark e Jordan (1978) e Jordan (1985), a baixa fertilidade dos solos amazônicos é compensada por mecanismos como a degradação da matéria vegetal em senescência, fundamental no armazenamento de água e nutrientes no solo, bem como para manter e aumentar a biomassa nesses ecossistemas.

Portanto, na consideração desses autores, em solos pobres, a decomposição da liteira assume papel fundamental na ciclagem de nutrientes, sendo feitos, principalmente, pela ação de bactérias, fungos saprotróficos e pela microfauna do solo.

Nas elevadas temperaturas ($29\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$) da Amazônia, tem-se uma taxa elevada de decomposição da matéria orgânica, tanto por bactérias, fungos e mixomicetos quanto por diversos artrópodes e insetos que atuam sobre a vegetação caduca, contribuindo para formação de húmus.

Os filamentos dos fungos – chamados hifas – e a fina massa, denominada de plasmodio, formada por mixomicetos, formam uma rede de tecidos, bem como corpos de reprodução aparentes, os esporocarpos, visivelmente sobre a liteira (Figuras 3A a 3F), sendo os principais decompositores de lignina e de celulose em ambientes naturais (Swift, 1982), promovendo a deterioração de restos vegetais da liteira, como troncos, ramos, folhas e raízes de plantas caducas.

As bactérias são microrganismos que também contribuem na formação do húmus, sendo que, da mesma forma que os fungos, secretam grupos de enzimas fundamentais sobre a matéria morta, levando a cabo reações químicas para a decomposição biótica dos mais variados corpos animais ou vegetais. Parte dos produtos da transformação de moléculas orgânicas – complexas em seus componentes inorgânicos – é absorvida como alimento, parte permanece no meio e serve para sustentar cadeias de diversas espécies que dependem da matéria orgânica.

Rocha-matriz

Na Amazônia, as áreas de Pré-Cambriano (> 570 milhões de anos) correspondem a cerca de 40% do seu território. Suas sequências vulcano-sedimentares (camadas de lava), intrusões graníticas, derrames vulcânicos ácidos e intermediários, complexos alcalinos e coberturas sedimentares apresentam grande variedade de depósitos minerais, como ferro (Fe), manganês (Mn), alumínio (Al), cobre (Cu), zinco (Zn), níquel (Ni), cromo (Cr), titânio (Ti), P, ouro (Au), prata (Ag), platina (Pt), paládio (Pd), ródio (Rh), estanho (Sn), tungstênio (W), nióbio (Nb), tântalo (Ta), zircônio (Zr), terras-raras, urânio (U) e diamante.

Fotos: Jorge Segovia



Figura 3. Decomposição de restos de material vegetal senescente pelos fungos: *Phallus indusiatus* Vent. (A); *Trametes modesta* (Kunze ex Fr.) (B); *Trametes elegans* (Spreng.) (C); *Leucocoprinus brunneoluteus* Capelari & Gimenes (D); *Favolus tenuiculus* P. Beauv. (E); e mixomicetos (F).

Deve-se salientar que boa parte dos depósitos minerais, embora relacionados a rochas pré-cambrianas, foi formada por meio de processos de enriquecimento – lateriza-

ção, erosão e concentração – em tempos mais recentes, do Terciário (65 milhões até 1 milhão de anos) ao Quaternário (1 milhão e 600 mil anos e o presente) (Santos, 2002).

No Mesozoico (230 a 65 milhões de anos), a Bacia do Amazonas foi marcada por prolongada erosão até o início dos tempos cretáceos (136 a 65 milhões de anos), registrando-se nesse período manifestações vulcânicas básicas, preservadas sob a forma de camadas de lava e diques de diabásio (Santos, 2002).

Portanto, a maioria dos solos amazônicos tem sua origem na desagregação das rochas-matrizes superficiais da litosfera, as quais sofrem dissolução, hidrólise, carbonatação, oxidação e redução, seguida dos processos de formação de solo, como: calcificação, podzolização, laterização, salinização e alcalinização.

Entre as rochas ígneas que sofrem o intemperismo da região de diabásio, estão o basalto e o granito, e nas rochas metamórficas, o arenito.

Diabásio

É uma rocha magmática intrusiva (massa eruptiva que se introduz em rochas preexistentes), básica (teor relativamente baixo de sílica: 44% a 52%), microscopicamente ofítica (bastões retangulares de feldspato preenchidos por minerais de ferro e manganês), constituída, essencialmente, por plagioclásios básicos – aluminossilicato natural de sódio e cálcio, piroxênios (metassilicatos ferromagnesianos e cálcicos, mais raramente de aluminosos), magnetita (óxido de ferro fortemente magnético) e ilmenita (óxido de ferro e titânio). Essa rocha dá origem a solos de textura argilosa ou muito argilosa como são os Latossolos.

Basalto

É uma rocha ígnea vulcânica, ger. porfirítica (cristais agrupados) ou vítrea, composta, essencialmente, de plagioclásio básico (aluminossilicato natural de sódio e de cálcio) e augita – aluminossilicato de cálcio, sódio, magnésio e ferro –, com ou sem olivina – silicato de magnésio e ferro. O basalto dá origem a solos argilosos.

Granito

É uma rocha eruptiva composta, essencialmente, de quartzo, feldspato alcalino – silicatos de sódio, potássio e cálcio – e micas (silicatos cristalinos) de textura granular. O granito dá origem a solos arenoargilosos.

Arenito

É uma rocha sedimentária de origem detritica, formada de fragmentos de outras rochas cimentados, naturalmente, por um material silicoso, calcário ou ferruginoso, geralmente dando ao conjunto qualidades de dureza e de compactação. O arenito dá origem a solos de textura arenosa, como o Neossolo Quartzarênico.

Solos da Amazônia

A classificação dos solos do sistema brasileiro contempla os níveis de:

- Ordem.
- Subordem.
- Grande grupo.
- Subgrupo.

A Tabela 1 mostra os principais grandes grupos de solos ocorrentes na Amazônia, caracterizados pelo Sistema Brasileiro de

Tabela 1. Classificação dos principais solos da Amazônia.

Ordem	Subordem	Grande Grupo
Solos zonais	Latosolos, Argissolos e Neossolos de regiões tropicais.	Latosolo Amarelo
		Latosolo Vermelho
		Neossolo Quartzarênico Órtico
		Argissolo
Solos intrazonais	Solos hidromórficos	Gleissolo Háptico
		Plintossolo
		Espodossolo
Solos azonais		Litossolos

Fonte: Sistema... (1999).

Classificação de Solos (SBCS) da Embrapa (Sistema..., 1999), como são os solos zonais (Latosolos, Argissolos e Neossolos de regiões tropicais), intrazonais (solos hidromórficos) e azonais.

Nas Figuras 4 e 5, Mapa de Solos da Amazônia Ocidental, IBGE (2005), identifica-se diferentes tipos de solos encontrados na Amazônia que utilizam a nomenclatura e as especificidades recomendadas pelo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SBCS) (Santos et al., 2006).

A Figura 4 mostra os solos mais representativos da Amazônia Ocidental, em Roraima, no Acre, em Rondônia e no estado do Amazonas, na qual se percebe que, na Amazônia Ocidental, ocorrem como principais solos. Assim, os Latossolos Amarelo e Vermelho são solos de maior ocorrência na Amazônia, sendo constituídos de sedimentos argilosos, arenosos e silteosos do terciário.

Em proporção inferior aos Latossolos, ocorrem os solos Argissolo Amarelo e Plintossolo Pétrico derivados dos sedimentos da Formação Solimões, e, em menor proporção, têm-se os solos Espodossolo, Alissolo e

Gleissolo Háptico, estes últimos geralmente caracterizados por sua boa fertilidade na região.

A Figura 5 mostra os solos mais representativos da Amazônia Oriental, no Amapá, no Pará e no Tocantins. Nessa região, observa-se que ocorrem como principais solos: Latossolo Vermelho, Latossolo Amarelo, Argissolo Vermelho Amarelo, Gleissolo Háptico, Plintossolo Pétrico e o Neossolo Quartzarênico.

Na elaboração desses mapas, foram usados levantamentos exploratórios de solos produzidos pelo Projeto Radam Brasil ao longo das décadas de 1970 e de 1980, complementados por outros estudos mais detalhados de solos produzidos principalmente pela Embrapa e pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Latossolo Amarelo

Esses solos estão localizados em relevo plano e de pluviosidade elevada, apresentando estágio avançado de intemperização e processo intenso de lixiviação em decorrência dos agentes intempéricos, o que

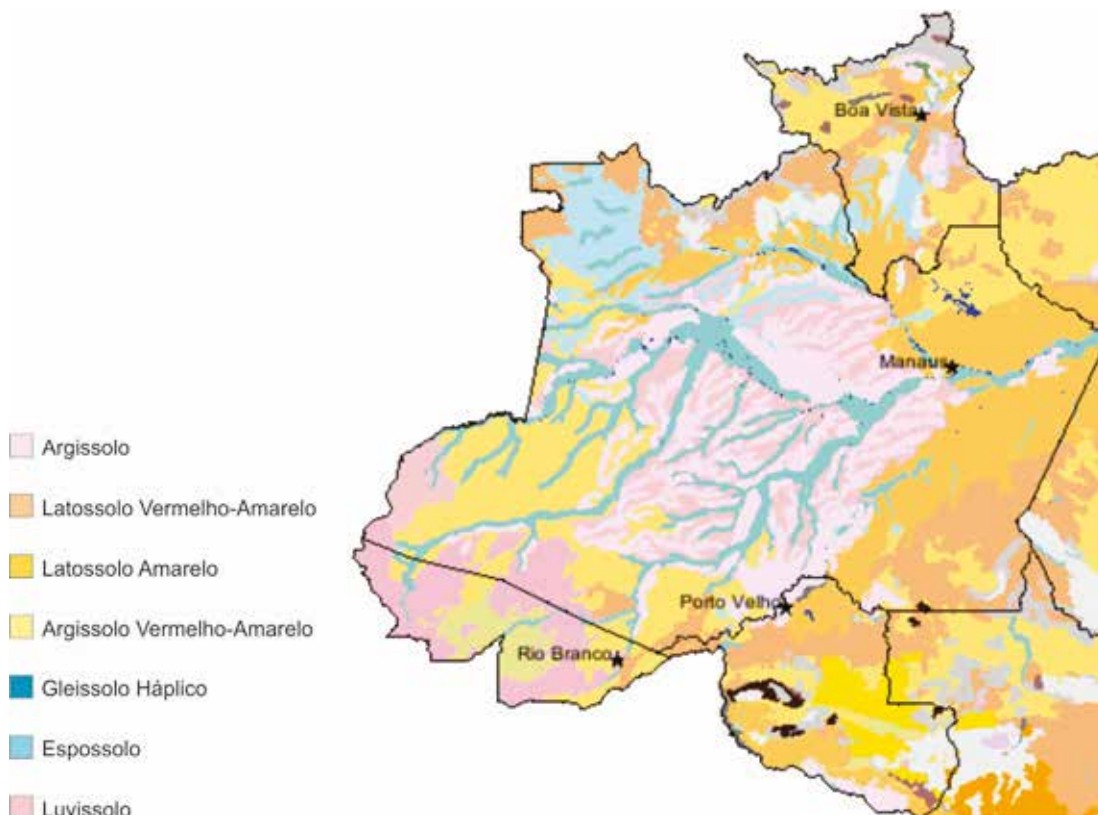


Figura 4. Mapa de solos da Amazônia Ocidental. Esc. 1:5.000.000.

Fonte: IBGE (2005).

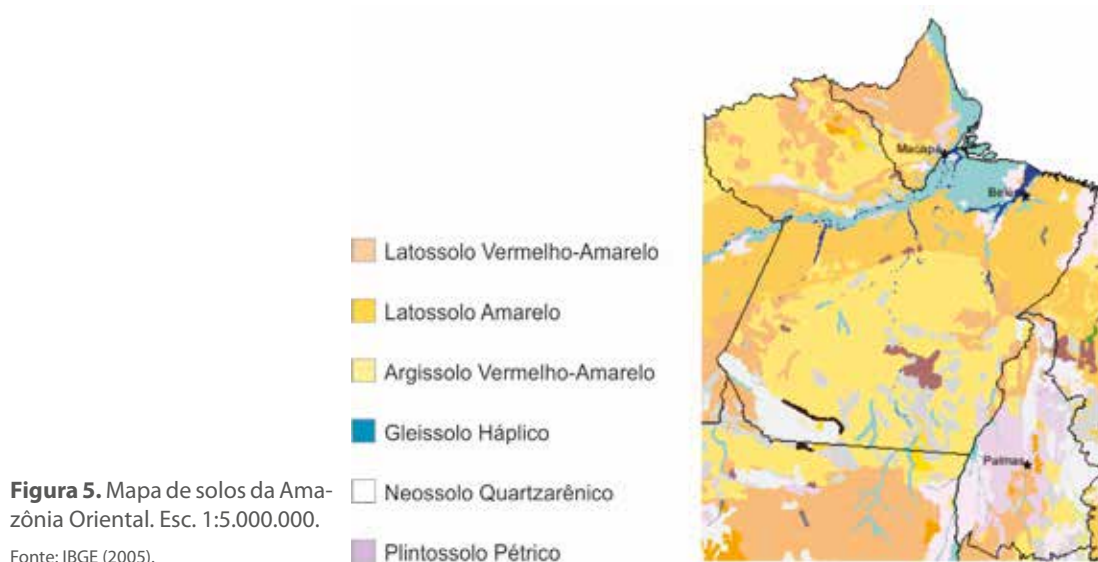


Figura 5. Mapa de solos da Amazônia Oriental. Esc. 1:5.000.000.

Fonte: IBGE (2005).

resulta na concentração de óxidos e hidróxidos de ferro e alumínio (Vieira, 1988). Esses solos formados sobre basalto predominam em áreas afetadas pela ação dos escudos Guiana/Brasil, incluindo o Cerrado, as planícies e o leste da Bacia Amazônica.

Os Latossolos Amarelos são solos minerais de profundos a muito profundos (superiores a 2 m), apresentando sequência de horizontes A, Bw (B latossólico) e C pouco diferenciados, com cores variando de brunas a vermelhas, e cores mais escuras no horizonte A, mais vivas em B, e mais claras em C (Figuras 6 e 7), e sua textura pode variar de muito arenosa a muito argilosa (Vieira, 1988). São também porosos, permeáveis, bem drenados, ácidos a fortemente ácidos, e a argila predominante é a caulinita (1:1) e minerais de Al, Fe, quartzo e silicatos.

Solos com capacidade de troca de cátions (CTC) e com saturação de bases (V%) muito baixas, ou seja, com baixa disponibilidade de nutrientes. Entretanto, apresentam agregados pequenos e muito estáveis (Vieira, 1988).

Foto: Jorge Segovia



Figura 6. Perfil de Latossolo Amarelo, sob cobertura vegetal de Cerrado.



Foto: Jorge Segovia

Figura 7. Latossolo Amarelo sob cobertura de Floresta de Terra Firme.

Como práticas de manejo desse tipo de solo, recomenda-se correção da acidez e da fertilidade, conforme análise do solo e as necessidades de cada cultura, subsolagem quando compactados por lavrança excessiva, seguido do preparo invertido do solo, da adubação verde e de irrigação.

Latossolo Vermelho

Os Latossolos Vermelhos (Figura 8) estão localizados em relevo ondulado e de pluviosidade elevada, apresentando estágio avançado de intemperização e processo intenso de lixiviação (Vieira, 1988). São solos minerais de profundos a muito profundos (superiores a 2 m), com sequência de horizontes A-Bw-C pouco diferenciados. Contudo, o horizonte A é ócrico e o horizonte B é argílico, mas de baixa atividade. Podem

ser arenosos ou argilosos, com agregados grandes, mas, instáveis em água (Vieira, 1988).

Esses solos apresentam-se porosos, permeáveis, bem drenados, ácidos a fortemente ácidos, e a argila predominante é a caulinita (1:1) e minerais de Al, Fe, quartzo e silicatos (Vieira, 1988). Mostram CTC e saturação de bases (V1) muito baixas, sendo considerados quimicamente de fertilidade natural baixa (Vieira, 1988).

Como práticas de manejo desse tipo de solo, recomenda-se correção da acidez e da fertilidade conforme análise do solo e as necessidades de cada cultura, subsolagem quando compactados por lavrança excessiva, seguido do preparo invertido do solo, adubação verde e irrigação.

Foto: Jorge Segovia



Figura 8. Perfil de Latossolo Vermelho.

Argissolo Amarelo

São solos minerais bem desenvolvidos, de boa profundidade (2 m), com horizontes A-Bt (textural, com acúmulo iluvial de argila no horizonte B); e A-Bt-C (Figura 9), com transição clara ou abrupta (Vieira, 1988).

Classe textural arenosa ou franco-arenosa, com horizonte O e A, mais arenosos, e B e C mais argilosos, com gradiente textural B/A superior a 1,5. Apresentam-se bem drenados e ácidos, com coloração variando de bruno-amarelada a vermelho-escura (Vieira, 1988).

Como práticas de manejo dos Argissolos, recomendam-se calagem e adubação química e orgânica conforme análise do solo e as necessidades de cada cultura, subsolagem e preparo invertido a cada 3 anos de cultivo, adubação verde e irrigação.

Foto: Jorge Segovia



Figura 9. Perfil de um Argissolo Amarelo.

Neossolo Quartzarênico

São solos minerais, hidromórficos ou não, geralmente profundos e arenosos, desenvolvidos a partir de sedimentos arenoquartzosos ou de arenitos. Possuem sequência de horizontes A e C (Figura 10) e a fração de areia é igual ou superior a 70% e a de argila inferior a 15% (Vieira, 1988).

Foto: Jorge Segovia



Figura 10. Perfil de um solo Quartzarênico.

Como práticas de manejo dos Neossolos Quartzarênicos, recomendam-se calagem e adubação química e orgânica, conforme análise do solo e as necessidades de cada cultura e preparo invertido desse solo a cada 3 anos de cultivo, adubação verde e irrigação.

Solos Litólicos

Os solos Litólicos (Figura 11) são solos jovens, pouco desenvolvidos e rasos. Geralmente ocorrem em áreas de relevo ondulado e montanhoso, associado a intrusões graníticas. Possuem uma camada de material terroso sobre a rocha. Apresentam uma sequência de horizontes A, R ou A, C e R (Vieira, 1988). São encontrados em áreas de relevo ondulado ou montanhoso, onde

quase sempre se observam afloramentos de rocha, cobertos de campinas ou de floresta serrana, como na Serra do Tumucumaque, AP, na fronteira com a Guiana Francesa.



Foto: Jorge Segovia

Figura 11. Perfil de um solo Litólico.

Como práticas de manejo desse tipo de solo, recomenda-se calagem e adubação química e orgânica, conforme análise do solo e as necessidades de cada cultura, adubação verde e irrigação.

Gleissolo Háplico

São solos formados nas várzeas e planícies aluviais por sedimentação de coloides arrastados na rede hidrográfica amazônica

(Figura 12), cuja coloração reflete as condições de restrição de drenagem.

Foto: Jorge Segovia



Figura 12. Gleissolo Háptico na várzea do Rio Amazonas, em Macapá, AP.

São solos pouco profundos, com horizontes A, medindo cerca de 50 cm de profundidade e textura média (branco-amarelada) e Bg (restrição de drenagem) com cerca de 30 cm a 75 cm de profundidade e de textura siltosa (cinzentas, azuladas ou esverdeadas), mal drenados e com aeração deficiente (Vieira, 1988).

Os compostos férricos existentes se reduzem a ferrosos (FeO) sob condições anaeróbias ou estes se oxidam a férricos (Fe₂O₃) sob melhor aeração. Processo este que se

realiza conforme a oscilação do lençol freático em decorrência do efeito das marés, conduzindo ao aparecimento de mosqueados avermelhados no perfil (Vieira, 1988).

Quanto à fertilidade, estes solos podem ser eutróficos se a saturação de bases é maior que 50%, e distróficos se a saturação de bases é menor que 50% (Vieira, 1988).

Como práticas de manejo desse tipo de solo, recomendam-se sistematização da irrigação e drenagem, manejo florestal adequado às culturas, preferência por culturas de ciclo médio e longo tolerantes à deficiência de aeração do solo, adubação química e orgânica conforme análise do solo e as necessidades de cada cultura, bem como a implementação de sistemas florestais.

Plintossolo

Plintossolos (Figura 13) são solos minerais hidromórficos, com horizonte plíntico (plintita maior que 15% numa espessura > 15 cm) com espessura superior a 15 cm e geralmente variegada (cores ou tonalidades variadas) em decorrência dos mosqueados resultantes de oxirredução dos minerais de Fe, seja nos 40 cm superficiais, seja em profundidades maiores (Vieira, 1988; Prado, 2001).

Esses solos apresentam tonalidade cinzenta, indicativa de que, no período seco, ocorre redução no perfil com formação de plintitas (Vieira, 1988). São solos constituídos por material mineral, apresentando horizonte plíntico ou litoplíntico ou concrecionário, numa das seguintes condições: iniciando dentro de 40 cm da superfície ou iniciando dentro de 200 cm da superfície.

Os Plintossolos são precedidos de horizonte glei, ou imediatamente abaixo do hori-

Foto: Raimundo Cosme de Oliveira Jr.



Figura 13. Perfil de um Plintossolo.

zonte A, ou E, ou de outro horizonte que apresente cores pálidas, variegadas ou com mosqueados em quantidade abundante.

Quando precedidos de horizonte ou camada de coloração pálida (acinzentadas, pálidas ou amarelado-clara), essas cores deverão apresentar matizes e cromas, podendo ocorrer ou não mosqueados de coloração desde avermelhadas até amareladas. Quando precedidos de horizontes ou camadas com mosqueados, estes deverão ocorrer em quantidade abundante (> 20% em volume), numa matriz de coloração avermelhada ou amarelada.

Como práticas de manejo de Plintossolo, recomendam-se sistematização da irrigação e drenagem, calagem e adubação química e orgânica conforme análise do solo e as ne-

cessidades de cada cultura, subsolagem e preparo invertido do solo a cada 3 anos de cultivo, adubação verde e irrigação.

Espodossolo

São solos minerais hidromórficos profundos (Figura 14), com horizonte A, horizonte E alábico (cor clara e com espessura mínima de 1 cm) e horizonte B espódico (acúmulo iluvial de material orgânico e óxido de alumínio).

O limite superior do horizonte B espódico é encontrado a menos de 2 m de profundidade e sua base geralmente apresenta-se dura, compacta e pouco permeável (Ortstein).



Foto: Raimundo Cosme de Oliveira Jr.

Figura 14. Perfil de um Espodossolo.

Cor do solo

A cor do solo é o resultado das quantidades de matéria orgânica e dos minerais específicos. Geralmente, a cor não é um indicativo da fertilidade do solo, mas existe uma relação entre a cor do subsolo e sua drenagem. Quanto mais drenado é um solo, sua cor se torna mais avermelhada e, quanto menos drenado, apresenta coloração acinzentada (Tabela 2).

Tabela 2. Cor do solo conforme sua drenagem.

Cor do solo	Drenagem
Vermelho	Excelente
Vermelho-Escuro	Boa
Amarelo-Brilhante	Média
Amarelo-Pálido	Moderada
Cinzeno	Baixa

Estado de fertilidade do solo

Para conhecer o estado de fertilidade de um solo a ser cultivado, requer-se uma boa amostragem desse solo, conforme instruções a seguir:

- Divide-se o campo em áreas uniformes em cor, textura, topografia e cultivo anterior.
- As amostras são coletadas com trados (Figuras 15 e 16), enxada ou enxadeco, e colocadas num balde.
- Coletam-se 20 subamostras para lotes uniformes de até 20 ha, na profundidade de 0 cm a 20 cm para culturas anuais. E mais 20 subamostras de 21 cm a 40 cm para culturas permanentes.



Foto: Jorge Segovia

Figura 15. Coleta de solo com auxílio de trado holandês.



Foto: Jorge Segovia

Figura 16. Coleta de solo com auxílio de enxada.

Não se devem coletar amostras que alterem os resultados das análises laboratoriais, como coleta em formigueiros, em cupinzeiros, em acúmulos de resíduos orgânicos (vegetais ou animais).

Após misturar as subamostras, retira-se uma amostra composta de 1 kg, a qual é encaminhada ao laboratório num saco plástico, que deve ser identificando da seguinte maneira:

- Nome do proprietário.
- Endereço.

- Ecossistema.
- Profundidade de coleta.

O conhecimento do solo demanda a realização de uma boa coleta de solo e a análise de amostras em laboratório credenciado, de forma a poder recomendar as quantidades de corretivos e de adubos capazes de permitir que se obtenham boas produtividades nos cultivos, assim como boas margens de lucros para os agricultores.

Análises física e química dos solos

Deve-se considerar que, muito embora as plantas ornamentais, flores e hortícolas ornamentais sejam cultivadas por todo o País, nos mais diversos tipos de ecossistemas e climas, elas apresentam diversas exigências em elementos nutricionais. Portanto, essas espécies deverão receber os nutrientes necessários por meio de adubações controladas, de forma a propiciar as condições essenciais para se obter o máximo de crescimento e desenvolvimento normal das plantas, assim como boas colheitas. Isso, de forma a repor os nutrientes retirados do solo pelo cultivo contínuo, pela lixiviação e pela erosão desse solo.

Para tanto, são de fundamental importância a coleta, a análise e a interpretação físico-química dos diferentes solos, de forma a visualizar as magnitudes das entradas e saídas de determinados nutrientes no sistema e prever tanto o desempenho dos cultivos como a necessidade de modificações físico-químicas que permitam melhorar as condições de fertilidade para as plantas.

Interpretação da análise física dos solos

Fisicamente, as partículas do solo podem ser separadas pelo tamanho em em calhaus, cascalho, areia grossa, areia fina, silte e argila. A Tabela 3 mostra a Escala de Classificação das Partículas de Solo de Attemberg.

Tabela 3. Classificação de Attemberg fundamentada no tamanho da partícula de solo.

Partícula	Tamanho (mm)
Calhaus	> 20
Cascalho	>2-20
Areia grossa	>0,25-2
Areia fina (formato esférico)	>0,02 – 0,25
Silte (formato cúbico)	> 0,002 - 0,25
Argila (formato laminar)	0,001 – 0,002

Fonte: Rich e Thomas (1960).

É de se observar que, quanto mais arenosa for a textura do solo, menor será a retenção de água e nutrientes, e menor sua disponibilidade para as plantas. E quanto mais argilosa for a textura do solo, maior será o teor de Al, promovendo assim maior fixação do P e elevação da acidez do solo, o que conduz à menor disponibilidade de nutrientes essenciais, como N, P, K, Ca, S, magnésio (Mg), boro (B) e molibdênio (Mo).

A textura do solo indica a distribuição relativa das suas diferentes frações granulométricas, como areia, silte e argila (Tabela 4).

Geralmente, os solos de textura siltosa ocorrem nas várzeas do Estuário Amazônico, apresentando uma retenção inter-

Tabela 4. Classificação da textura do solo.

Teor de argila (%)	Textura
≤ 15	Arenosa
16 - 35	Média
36 -60	Argilosa
> 60	Muito argilosa
Teor de silte (%)	Classificação
> 60	Siltosa

Fonte: Da Costa (1985).

mediária de água e nutrientes, permitindo excelente crescimento e desenvolvimento das plantas. Entretanto, esses solos ocorrem nas margens do Rio Amazonas e seus afluentes, apresentando o inconveniente de serem alagados e de difícil aeração. Nesse caso, no cultivo de hortaliças, deve-se empreender a sistematização de sua drenagem. Em terrenos siltosos, vai bem os cultivos de Heliconiaceae, Zingiberaceae e Arecaceae nativas.

Os solos arenosos esquentam com rapidez na região do Trópico Úmido, sendo necessário melhorar sua coesão com matéria orgânica a fim de reter mais água e elementos nutritivos. Caso contrário, serão arrastados pelo subsolo ou pela erosão laminar, seja com a irrigação, seja com a chuva. Solos arenosos são mais adequados ao cultivo de Bromeliaceae e de Cactaceae.

Os solos argilosos têm como inconvenientes tendência a encharcar-se e apodrecer as raízes das plantas, além de serem difíceis de trabalhar pela massa pesada que formam, sobretudo, no período chuvoso. Esses solos podem ser melhorados, incorporando-se matéria orgânica para reduzir sua densidade e aumentar a capacidade de troca de cátions, a disponibilidade de nutrientes

com os vegetais cultivados e o crescimento radicular.

Em solos argilosos e modificados, vão bem os cultivos de diversas espécies de Araceae, Arecaceae, Heliconiaceae, Orchidaceae e Zingiberaceae. Esses solos não são indicados para cultivo de espécies vegetais tuberosas.

De todas as maneiras, sempre nos cultivos de hortaliças tropicais na Amazônia, é muito recomendável, tanto para solos arenosos, textura média, quanto em argilosos, a adição de matéria orgânica, seja via adubação verde, compostagem, seja de esterco bem curtidos. Assim, será possível aumentar, consideravelmente, a capacidade de troca de nutrientes entre o solo e o sistema radicular das plantas, além de reter maior quantidade de água, reduzindo os efeitos de estresses hídricos nos vegetais.

Interpretação da análise química dos solos

A Tabela 5 ajuda a interpretar a análise química dos solos, indicando a acidez do solo (pH), os teores de Al, de K, de Ca e de Mg, isto é, (Ca+Mg) expressos em centímol de carga por decímetro cúbico de terra ($\text{cmol}_c/\text{dm}^3$); o P, expresso em miligrama por decímetro cúbico de terra (mg/dm^3); e a matéria orgânica, expressa em gramas por decímetro cúbico de terra (g/dm^3). Essa tabela também mostra os valores CTC, da saturação de bases e saturação de Al (m).

Esses valores ajudam a interpretar as condições químicas do solo, no que diz respeito à acidez e à fertilidade, indicando que os teores dos resultados das análises de solo são elevados, médios ou baixos.

Tabela 5. Interpretação da análise química dos solos⁽¹⁾.

pH		Al (cmol _c /dm ³)		m (%)	
< 5	Acidez elevada	0 a 0,3	Baixo	0 a 20	Baixa
5,0 a 5,9	Acidez média	0,4 a 1	Médio	21 a 40	Média
6,0 a 6,9	Acidez fraca	> 1	Alto	> 40	Alta
K (cmol _c /dm ³)		CTC (cmol _c /dm ³)		MO (g/ dm ³)	
< 0,11	Baixo	0 a 4,5	Baixa	0 a 15	Baixa
0,11 a 0,38	Médio	4,6 a 10	Média	16 a 30	Média
>0,38	Alto	> 10	Alta	> 30	Alta
Ca + Mg (cmol _c /dm ³)		V(%)		P (mg/ dm ³)	
0 a 2	Baixo	0 a 50	Baixa	<10	Baixo
2,1 a 5	Médio	51 a 70	Média	11 a 30	Médio
> 5	Alto	> 70	Alta	> 30	Alto

⁽¹⁾ pH = potencial hidrogeniônico da amostra; Al = Alumínio; K = potássio; Ca + Mg = Cálcio + Magnésio; P = Fósforo; M = saturação por Alumínio; MO = matéria orgânica; CTC = capacidade de troca de cátions; e V = Saturação de Bases.

Fonte: Cardoso et al. (2009).

Geralmente, a acidez média (valores abaixo de 5,9) a elevada (valores menores que 5) conduz a indisponibilidade de nutrientes essenciais, como N, P, K, Ca, Mg, S, B e Mo, da mesma forma que promovem alta disponibilidade de Al, de Mn e de Fe.

As espécies tolerantes à acidez, a grande maioria presente na Floresta Amazônica, possuem dois mecanismos de tolerância. O primeiro é de exclusão, em que as plantas exudam mais ácido málico e ácido cítrico no ambiente, neutralizando a ação do Al. O segundo é de desintoxicação, permitindo que as plantas acumulem mais ácido cítrico no seu interior, neutralizando também a ação do Al.

Portanto, nessas plantas tolerantes, há aumento da atividade da enzima sintetase do citrato, a qual catalisa a biossíntese do ácido cítrico. Com isso, essas espécies atenuam os efeitos negativos do Al, permitindo que

as plantas apresentem maior crescimento em altura, maior acúmulo de matéria seca e maior incremento relativo de massa, tanto da parte aérea como das raízes (Alves, 2005).

O Mn, quando usado em altas concentrações, induz à alta absorção de Fe pelas plantas, que, por sua vez, conduzem à deficiência de Mg, deprimindo sua distribuição até às folhas e promovendo deficiências na formação de clorofila.

A alta disponibilidade de Fe também tem contribuído para que em gramíneas, como o arroz, se desenvolvam raízes e folhas avermelhadas, impedindo a formação de clorofila e o enchimento das espigas.

Para a maioria dos cultivos tradicionais os altos teores de Al são tóxicos, bem como na reação com a água, promovendo a liberação de íons de hidrogênio no ambiente e tornando os solos mais ácidos.

Teores médios a elevados de Al promovem grande fixação do P disponível, tanto no solo como no interior da planta. Com a fixação do P, em decorrência das elevadas concentrações de Al no solo, ocorre a formação de plantas nanicas, com folhas, raízes, caules e inflorescências pequenos, retardando o crescimento, a floração e a frutificação de diversas espécies.

As Tabelas 6 a 8 mostram as características físico-químicas de Latossolos sob cobertura de ecossistema de Cerrado do Amapá, de Roraima e do Tocantins.

Em geral, observa-se que esses Latossolos Amarelos apresentaram acidez de média a elevada, associada principalmente a teores médios de Al e a solos de textura entre média e argilosa. Apresentam também teores de K, Ca, Mg, P e de matéria orgânica baixos, portanto, de baixa fertilidade natural.

As Tabelas de 9 a 14 mostram as características físico-químicas de Latossolos Amarelos e Latossolos Vermelhos de ecossistema de Floresta de Terra Firme dos estados do Amapá, Amazonas, Pará e Acre. Os dados mostram que esses Latossolos apresentam acidez elevada, acarretando em baixa disponibilidade de N, P, K, Ca, Mg, S, B e Mo. Geralmente, ainda se observam teores médios a elevados de Al, associados a uma textura de média a argilosa dos solos, o que conduz à fixação de P e sua indisponibilidade às culturas. Os teores de K, Ca, Mg, P e de matéria orgânica são baixos, um indicativo de sua baixa fertilidade.

A Tabela 15 mostra o resultado da análise físico-química de Latossolo Amarelo sob ecossistema de Floresta de Terra Firme no Pará, onde pode ser observada a ocorrência de solos de textura arenosa, apresentando acidez média e teores baixos de Al. Os teores de K, Ca, Mg e P são baixos. Portanto,

esses solos são considerados de baixa fertilidade natural.

A Tabela 16 mostra o resultado da análise físico-química de um Argissolo sob ecossistema de Floresta de Terra Firme no Acre, onde pode ser observada a ocorrência de solos variando de textura arenosa a siltosa, apresentando uma acidez elevada e teores elevados de Al. Os teores de K, de P e matéria orgânica são considerados baixos, e os de Ca e Mg são considerados de médios a elevados.

As Tabelas 17 e 18 mostram que as várzeas amapaenses e paraenses apresentam Gleissolo Háptico predominantemente siltosos localizados apenas numa faixa estreita ao longo do Rio Amazonas e seus afluentes, apresentando fertilidade de média a elevada. Seus teores de Al são baixos, em decorrência das baixas concentrações de argila. Entretanto, os teores de silte são elevadíssimos, conduzindo, dado o maior tamanho dessa partícula em relação à argila, à maior disponibilidade de água e nutrientes para as plantas. Ou seja, esse mineral promove maior capacidade de troca de cátions no solo. Essa atividade do silte é potencializada pelos teores médios na concentração de K, teores elevados de Ca e de Mg e os teores de médios a elevados de P.

A Tabela 19 mostra a análise físico-química de um Gleissolo sob ecossistema de Várzea, em Roraima. Os resultados mostram acidez elevada, teor de Al médio e teores de K, Ca, Mg, P e de matéria orgânica baixos, indicando a baixa fertilidade desse ecossistema e sua acidez extrema.

Cabe salientar que a fertilização natural das várzeas amapaenses e paraenses é uma constante. Esse fato está associado ao fenômeno da colmatagem, o qual consiste no depósito de coloides minerais e orgânicos nas terras baixas localizadas ao longo do

Tabela 6. Análise físico-química de diferentes áreas com Latossolo Amarelo sob ecossistemas de Cerrado, no Amapá.

Local	pH H ₂ O	K (cmol _c /dm ³)	Ca ²⁺ +Mg ²⁺ (cmol _c /dm ³)	Al ³⁺ (cmol _c /dm ³)	H+Al ³⁺ (cmol _c /dm ³)	P (mg/dm ³)	MO (g/dm ³)	Silte (%)	Areia (%)	Argila (%)
Macapá	4,8	0,04	0,65	0,85	4,54	4	3,5	26	43	31
Itaubal do Piririm	4,6	0,08	0,20	0,80	4,25	3	3,4	11	68	21
Ferreira Gomes	5,1	0,01	0,25	0,40	1,90	1	1,2	12	70	18
Tartarugalzinho	4,5	0,04	1,35	0,90	8,09	7	3,3	49	16	35
Amapá	4,8	0,05	1,05	0,50	8,25	2	3,6	54	31	15

Tabela 7. Análise físico-química de diferentes áreas com Latossolo Amarelo sob ecossistemas de Cerrado, em Roraima.

Local	pH H ₂ O	K (cmol _c /dm ³)	Ca ²⁺ +Mg ²⁺ (cmol _c /dm ³)	Al ³⁺ (cmol _c /dm ³)	H+Al ³⁺ (cmol _c /dm ³)	P (mg/dm ³)	MO (g/dm ³)	Silte (%)	Areia (%)	Argila (%)
Boa Vista	5	0,02	0,31	0,44	1,58	0,6	10	6,6	75,2	24,2

Tabela 8. Análise físico-química de diferentes áreas com Latossolo Amarelo sob ecossistemas de Cerrado, no Tocantins.

Local	pH (H ₂ O)	K (cmol _c /dm ³)	Ca ²⁺ +Mg ²⁺ (cmol _c /dm ³)	Al ³⁺ (cmol _c /dm ³)	H+Al ³⁺ (cmol _c /dm ³)	P (mg/dm ³)	MO (g/dm ³)	Silte (%)	Areia (%)	Argila (%)
Aparecida do Rio Negro	4,48	0,16	2,22	0,2	7,42	1,0	42,0	10	31	59
Aparecida do Rio Negro	4,98	0,11	2,76	0,0	5,52	2,9	25,9	21	45	37
Dianópolis	5,08	0,18	2,03	0,0	0,99	0,9	1,8	11	61	28

Tabela 9. Análise físico-química de diferentes áreas com Latossolo Amarelo sob ecossistemas de Floresta de Terra-Firme, no Amapá.

Local	pH H ₂ O	K (cmol _c /dm ³)	Ca ²⁺ +Mg ²⁺ (cmol _c /dm ³)	Al ³⁺ (cmol _c /dm ³)	H+Al ³⁺ (cmol _c /dm ³)	P (mg/dm ³)	MO (g/dm ³)	Silte (%)	Areia (%)	Argila (%)
Oiapoque	4,1	0,09	0,40	1,80	14,03	2	5,5	25	28	47
Laranjal do Jari	4,6	0,05	1,70	0,50	13,53	6	4,0	34	17	49
Porto Grande	4,1	0,03	0,15	0,90	4,79	<1	1,6	10	66	24
Mazagão	4,6	0,06	0,50	1,65	8,91	1	2,5	87	2	11

Tabela 10. Análise físico-química de diferentes áreas com Latossolo Vermelho sob ecossistemas de Floresta de Terra Firme, no Amapá.

Local	pH H ₂ O	K (cmol _c /dm ³)	Ca ²⁺ +Mg ²⁺ (cmol _c /dm ³)	Al ³⁺ (cmol _c /dm ³)	H+Al ³⁺ (cmol _c /dm ³)	P (mg/dm ³)	MO (g/dm ³)	Silte (%)	Areia (%)	Argila (%)
Pedra Branca	5,0	0,04	0,9	1,00	4,29	1	2,3	20	33	47
Serra do Navio	4,6	0,06	0,5	1,65	8,91	1	2,5	37	22	41

Tabela 11. Análise físico-química de diferentes áreas com Latossolo Vermelho sob ecossistemas de Floresta de Terra Firme, no Amazonas.

Local	pH H ₂ O	K (cmol _c /dm ³)	Ca ²⁺ +Mg ²⁺ (cmol _c /dm ³)	Al ³⁺ (cmol _c /dm ³)	H+Al ³⁺ (cmol _c /dm ³)	P (mg/dm ³)	MO (g/dm ³)	Silte (%)	Areia (%)	Argila (%)
Presidente Figueiredo	4,4	0,03	0,29	0,75	12,1	1	-	17	49	34
Presidente Figueiredo	3,4	0,09	0,10	1,30	10,7	1	-	25	8	67

Fonte: Rodrigues et al. (2001).

Tabela 12. Análise físico-química de diferentes áreas com Latossolo Amarelo sob ecossistemas de Floresta de Terra Firme, no Amazonas.

Local	pH H ₂ O	K (cmol _c /dm ³)	Ca ²⁺ +Mg ²⁺ (cmol _c /dm ³)	Al ³⁺ (cmol _c /dm ³)	H+Al ³⁺ (cmol _c /dm ³)	P (mg/dm ³)	MO (g/dm ³)	Silte (%)	Areia (%)	Argila (%)
Presidente Figueiredo	3,5	0,04	0,97	3,81	11,7	3	-	36	3	61
Presidente Figueiredo	3,7	0,07	0,29	2,90	10,5	2	-	15	39	46

Fonte: Rodrigues et al. (2001).

Tabela 13. Análise físico-química de diferentes áreas com Latossolo Amarelo sob ecossistema de Floresta de Terra Firme, no Pará.

Local	pH H ₂ O	K (cmol _c /dm ³)	Ca ²⁺ +Mg ²⁺ (cmol _c /dm ³)	Al ³⁺ (cmol _c /dm ³)	H+Al ³⁺ (cmol _c /dm ³)	P (mg/dm ³)	MO (g/dm ³)	Silte (%)	Areia (%)	Argila (%)
Castanhal	4,6	0,03	1,1	0,5	-	3	2,03	9	81	10

Tabela 14. Análise físico-química de diferentes áreas com Latossolo Amarelo sob ecossistema de Floresta de Terra Firme, no Acre.

Local	pH H ₂ O	K (cmol _c /dm ³)	Ca ²⁺ +Mg ²⁺ (cmol _c /dm ³)	Al ³⁺ (cmol _c /dm ³)	H+Al ³⁺ (cmol _c /dm ³)	P (mg/dm ³)	MO (g/dm ³)	Silte (%)	Areia (%)	Argila (%)
Plácido de Castro	3,9	0,44	0,31	1,05	-	1	-	13	54	33
Plácido de Castro	4,4	0,13	0,32	2,63	-	2	-	11	56	36

Fonte: Rodrigues et al. (2003).

Tabela 15. Análise físico-química de diferentes áreas com Latossolo Amarelo sob ecossistema de Floresta de Terra Firme, no Pará.

Local	pH H ₂ O	K (cmol _c /dm ³)	Ca ²⁺ +Mg ²⁺ (cmol _c /dm ³)	Al ³⁺ (cmol _c /dm ³)	H+Al ³⁺ (cmol _c /dm ³)	P (mg/dm ³)	MO (g/dm ³)	Silte (%)	Areia (%)	Argila (%)
Castanhal	5,3	0,02	0,7	0,3	-	1	1,21	3	91	6
Castanhal	5,8	0,04	1,4	0	-	1	1,23	6	85	8

Tabela 16. Análise físico-química de diferentes áreas com Argissolos sob ecossistema de Floresta Terra Firme, no Acre.

Local	pH H ₂ O	K (cmol _c /dm ³)	Ca ²⁺ +Mg ²⁺ (cmol _c /dm ³)	Al ³⁺ (cmol _c /dm ³)	H+Al ³⁺ (cmol _c /dm ³)	P (mg/dm ³)	MO (g/dm ³)	Silte (%)	Areia (%)	Argila (%)
Plácido de Castro	4,3	0,02	7,42	0,8	-	1	1,21	63	33	4
Plácido de Castro	4	0,08	2,82	1,2	-	1	1,23	23	59	18

Fonte: Rodrigues et al. (2003).

Tabela 17. Análise físico-química de diferentes áreas com Gleissolo Háptico sob ecossistema de Várzea, no Amapá.

Local	pH H ₂ O	K (cmol _c /dm ³)	Ca ²⁺ +Mg ²⁺ (cmol _c /dm ³)	Al ³⁺ (cmol _c /dm ³)	H+Al ³⁺ (cmol _c /dm ³)	P (mg/dm ³)	MO (g/dm ³)	Silte (%)	Areia (%)	Argila (%)
Bailique	5,8	0,29	7,85	0,1	1,73	57	2	-	-	-
Anauerapucú	5,5	0,17	10,65	<0,05	3,96	5	4,2	85	7	8
Macapá	5,2	0,11	11,2	0,3	3,46	11	2,6	80	19,5	0,5

Tabela 18. Análise físico-química de diferentes áreas com Gleissolo Háptico sob ecossistema de Várzea, no Pará.

Local	pH H ₂ O	K (cmol _c /dm ³)	Ca ²⁺ +Mg ²⁺ (cmol _c /dm ³)	Al ³⁺ (cmol _c /dm ³)	H+Al ³⁺ (cmol _c /dm ³)	P (mg/dm ³)	MO (g/dm ³)	Silte (%)	Areia (%)	Argila (%)
Afuá	5,3	0,12	9,8	<0,05	3,3	35	4,2	85	12	1
Chaves	6,1	0,2	9,15	0,05	2,31	62	1,7	94	5,5	0,5

Tabela 19. Análise físico-química de um Gleissolo sob ecossistema de Várzea, em Roraima

Local	pH H ₂ O	K (cmol _c /dm ³)	Ca ²⁺ +Mg ²⁺ (cmol _c /dm ³)	Al ³⁺ (cmol _c /dm ³)	H+Al ³⁺ (cmol _c /dm ³)	P (mg/dm ³)	MO (g/dm ³)	Silte (%)	Areia (%)	Argila (%)
Canta	3,8	0,09	0,8	1	3,2	6,4	9	-	-	-

Rio Amazonas e seus afluentes, arrastados pelas enchentes promovidas pelas marés, aumentando, naturalmente, a fertilidade dessas terras.

Entretanto, nos solos das várzeas do Amapá e do Pará, a drenagem é deficiente, principalmente no período chuvoso, quando apresenta limitações de aeração para certas culturas. No entanto, certas espécies de helicônias (*Heliconia rostrata*) e areáceas, como açaí (*Euterpe oleracea*), buriti (*Mauritia flexuosa*), buçu (*Manicaria saccifera*), entre outras, apresentam excelente desempenho de crescimento e produção nesse tipo de solo.

Portanto, geralmente os solos da Amazônia, em maior proporção sob cobertura de flora típica de Floresta Úmida e em menor proporção sob ecossistema de Cerrado, apresentam-se profundos, altamente intemperizados, bem drenados, ácidos, de baixa fertilidade natural e com teores médios a elevados de Al, cujas concentrações se tornam tóxicas para a maioria das espécies vegetais cultivadas. Esses fatores tornam-se impeditivos para o desenvolvimento de cultivos de flores e plantas ornamentais, caso não se tomem as medidas necessárias para corrigir a acidez e a fertilidade do solo por meio de calagem e adubação, um tema abordado no Capítulo 4.

Considerações finais

O crescimento de empreendedores que ingressam todo ano ao mercado de flores e plantas ornamentais e visualizam oportunidades de comercialização neste mercado, sentem a necessidade de conhecimento técnico para o atendimento satisfatório das demandas. Considera-se, assim, que a compreensão da fertilidade de um solo através da análise físico-química é de suma importância na atividade de floricultura e

Tabela 20. Análise química de um Latossolo Amarelo sob ecossistema de Cerrado, no Amapá.

Local	pH H ₂ O	K ⁺ (cmol _c /dm ³)	Ca ²⁺ +Mg ²⁺ (cmol _c /dm ³)	Al ³⁺ (cmol _c /dm ³)	H ⁺ +Al ³⁺ (cmol _c /dm ³)	P (mg/dm ³)	MO (g/dm ³)
Macapá	4,8	0,04	0,65	0,85	4,54	4	3,5

paisagismo em regiões tropicais. Ela torna-se uma ferramenta da maior relevância, desde o planejamento da instalação até a manutenção das diversas espécies de flores e plantas ornamentais. Torna possível o uso de práticas de manejo racional associado ao desenvolvimento de um programa de calagem e adubação mais eficientes, e o uso de corretivos e fertilizantes minerais e/ou orgânicos, que possibilitarão o desenvolvimento de um monitoramento com avaliação de mudanças dos nutrientes no solo, podendo possibilitar o aumento da intensidade de cultivo de forma sustentável, evitar gastos exorbitantes ou desnecessários e ajudar a manter uma boa produtividade do solo ao longo dos anos.

Referências

- ALVES, R. M. M. **Produção, acúmulo e exsudação de ácidos orgânicos em dois cultivares de arroz (*Oriza sativa* L.) submetidos a níveis tóxicos de alumínio.** 2005. 77 f. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- CARDOSO, E. L.; FERNANDES, F. A.; FERNANDES, A. H. B. M. **Análise de solos:** finalidade e procedimentos de amostragem. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2009. 5 p. (Embrapa Pantanal. Comunicado técnico, 79).
- DA COSTA, J. B. **Caracterização e constituição do solo.** 3. ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1985. 527 p.
- JORDAN, C. F. Soils of the Amazon rainforest. In: PRANCE, G. T.; LOVEJOY, T. E. (Ed.). **Key environments:** Amazonia. Oxford: Pergamon Press, 1985. p. 83-94.
- PRADO, H. do. **Solos do Brasil:** gênese, morfologia, classificação e levantamento. 2. ed. Piracicaba: Esalq, 2001. 220 p.
- RICH, C. I.; THOMAS, B. W. The clay fraction of soils. **Advances in Agronomy**, v. 12, p. 1-39, 1960. DOI: 10.1016/S0065-2113(08)60080-2.
- RODRIGUES, T. E.; OLIVEIRA JUNIOR, R. C. de; SANTOS, P. L. dos; SILVA, P. R. da. **Caracterização e classificação de solos do município de Presidente Figueiredo, Estado do Acre.** Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2001. 49 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 123).
- RODRIGUES, T. E.; GAMA, J. R. N. F.; SILVA, J. M. L. da; VALENTE, M. A.; SANTOS, E. da S.; ROLIM, P. A. M. **Caracterização e classificação de solos do município de Plácido de Castro, Estado do Amazonas.** Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2003. 51 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 160).
- SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; OLIVEIRA, J. B. de; COELHO, M. R.; LUMBREERAS, J. F.; CUNHA, T. J. F. (Ed.). **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.
- SISTEMA Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília, DF: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412 p.
- STARK, N. M.; JORDAN, C. F. Nutrient retention by the root mat of an Amazonian rain forest. **Ecology**, v. 59, p. 3, 434-437, 1978.
- SWIFT, M. J. Basidiomycetes as components of forest ecosystems. In: FRANKLAND, J. C.; HEDGER, J.; SWIFT, M. J. (Ed.). **Decomposer basidiomycetes:** their biology and ecology. Cambridge: Cambridge University Press, 1982. p. 307-337.
- VIEIRA, L. S. **Manual da ciência do solo:** com ênfase aos solos tropicais. 2. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1988. 464 p.