



C A P Í T U L O 6

SOLOS FLORESTAIS

Betel Cavalcante Lopes

Gabriela dos Santos Castro

O solo é um componente de suma importância do ecossistema terrestre, pois, além de ser o principal substrato utilizado pelas plantas para o seu desenvolvimento, exerce ainda uma multiplicidade de funções como: distribuição, regulação e infiltração da água, armazenamento e ciclagem de nutrientes essenciais e outros elementos, além de exercer ação filtrante e protetora da qualidade da água e do ar (Brady, 2013).

De acordo com Wilde (1958), o solo florestal é uma porção da superfície terrestre que serve como meio de sustentação da floresta; constituído por material mineral e orgânico, permeado por diferentes teores de água e ar, além de ser habitado por organismos e exibir características peculiares adquiridas sob influência de três fatores pedogenéticos não comumente encontrados em outros solos: resíduos florestais, raízes das árvores e organismos específicos, cuja existência depende da presença da cobertura florestal. Esses aspectos peculiares aos solos florestais são fundamentais em seu processo de evolução, condicionando uma série de características.

A origem de um solo florestal depende de vários fatores bióticos e abióticos, sendo influenciado principalmente pelo material de origem, a topografia, o clima e a fauna do solo. O produto resultante dessas ações é que irá definir o tipo de vegetação que irá ocorrer em determinada região, e ainda indicar a composição de espécies. Alvin e Araújo (1953) constataram que a distribuição do cerrado, dentro do seu próprio limite fitogeográfico, é regulada mais pelo solo do que por qualquer outro fator ecológico.

As formações florestais, como florestas tropicais, equatoriais, coníferas, são resultados da ação do clima aliado ao material pedológico existente em cada local. Além disto, as propriedades do solo sob floresta são principalmente influenciadas pela vegetação associadas à sua serrapilheira, atividade da raiz e microclima (Ollinger et al. 2002; Tsui et al. 2004; Kara; Bolat, 2008).

De acordo com Rossi et al. (2005), o conhecimento do relacionamento entre solo e vegetação é essencial ao manejo de áreas de preservação. Dentre os fatores que interferem na formação e no entendimento da paisagem, o solo desempenha papel fundamental, fornecendo suporte mecânico e nutrientes para o estabelecimento e desenvolvimento das plantas, além de refinar o modelado do relevo. O estabelecimento de relações diretas ou indiretas entre solo e vegetação é pouco estudado, principalmente, em áreas pouco alteradas.

No âmbito das atividades do setor florestal, o solo desempenha importantes funções relacionadas à manutenção dos índices de produtividade, sendo o entendimento de suas propriedades e mecanismos fundamental para se alcançar a eficiência esperada das práticas de manejo e a sustentabilidade de um sistema florestal, seja este voltado à obtenção de produtos ou à conservação dos recursos naturais (Rovedder et al. 2013)

Portanto, o solo florestal é fundamental para o ecossistema, pois influencia diretamente na regeneração e estabelecimento da vegetação florestal e no seu consequente desenvolvimento.

6.1 NUTRIENTES

As florestas, além de absorverem dióxido de carbono atmosférico para o seu crescimento, também consomem diversos nutrientes presentes no solo, como potássio, cálcio, magnésio, nitrogênio e fósforo. Após serem absorvidos pelas raízes, esses nutrientes são incorporados às diferentes partes da árvore, como folhas, cascas, lenho e ramos.

O solo é o principal depositário dos nutrientes minerais, sejam reservas naturais ou decorrentes da aplicação de fertilizantes e corretivos. Os minerais das frações silte e areia são importantes, pois são fontes potenciais de nutrientes para as plantas e outros seres vivos que habitam o solo. À medida que o solo evolui e os minerais primários (exceção do quartzo), se decompõem são liberados lentamente os nutrientes neles contidos. No entanto, devido essa liberação de nutrientes ocorrerem de forma lenta, em plantios florestais faz-se necessário à adubação do solo.

De acordo com Barros et al. (2005), quanto mais produtiva a plantação florestal, maior será sua demanda de nutrientes. Para uma produtividade de $40 \text{ m}^3 \text{ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$, aos sete anos de idade, um povoamento de eucalipto conterá, aproximadamente, de 25 kg ha^{-1} de fósforo a 400 kg ha^{-1} de cálcio. Portanto, inicialmente, o produtor deve ter a ideia mais precisa possível sobre a produtividade a ser obtida na área a ser cultivada. Os nutrientes absorvidos são distribuídos na árvore, sendo sua alocação, nos vários órgãos, variável de acordo com a idade da planta. Em idades mais jovens, uma maior proporção é alocada na copa (folhas e galhos mais finos) e, em idades mais adultas, no tronco (casca e lenho).

A estimativa da disponibilidade de nutrientes no solo não é tão simples. A isso se soma a interferência da planta, no que se refere à profundidade de exploração, morfologia, arquitetura do sistema radicular, eficiência de absorção do nutriente, associação micorrízica etc. A amostragem para avaliação da fertilidade do solo no cultivo de espécies florestais tem sido feita, no Brasil, nas camadas de 0 a 20 e de 20 a 40 cm de profundidade, em razão da maior concentração de raízes finas (diâmetro menor do que 2 mm) observada, em geral, nessas camadas (Barros et al. 2005).

6.2 PH DO SOLO

Muitos solos de florestas tropicais são naturalmente ácidos devido à intensa lixiviação de nutrientes pelas fortes chuvas e à decomposição rápida da matéria orgânica. Isso pode tornar alguns nutrientes, como cálcio e magnésio, menos disponíveis para as plantas. A deficiência de Ca e a toxidez de Al são as principais limitações químicas para o crescimento radicular, cujas consequências se manifestam pelo estresse nutricional e hídrico nas plantas (Franchini et al. 2001).

Solos com acidez elevadas podem afetar no crescimento das culturas florestais, pois poderá ocorrer a elevação de alumínio e manganês, os quais se tornam solúveis em solos com acidez elevada, podendo atingir níveis tóxicos. O crescimento das raízes é altamente sensível ao alumínio, afetando assim a absorção de nutrientes e água pela planta.

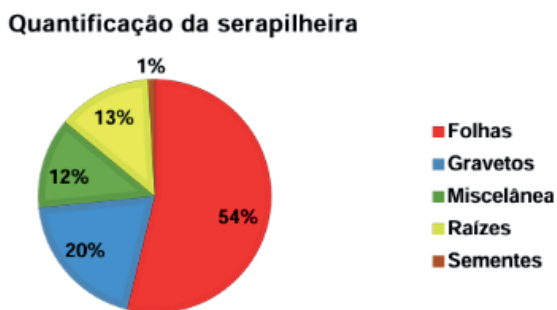
A elevação do pH e a neutralização do Al podem ser obtidas com a aplicação de calcário. O uso desse corretivo, além de corrigir a acidez, melhora as condições físicas do solo, estimula a sua atividade microbiana, faz com que alguns elementos minerais sejam mais disponíveis às plantas e, no caso de o solo ser cultivado com árvores leguminosas, melhora a fixação simbiótica do nitrogênio. Além disso, a aplicação de calcário (principalmente o dolomítico) tem também como objetivo fornecer Ca e Mg para as plantas (Belote; Neves, 2001).

6.3 MATÉRIA ORGÂNICA

A serrapilheira encontrada em sistemas florestais é uma importante fonte de matéria orgânica para o solo. Situada na camada superficial do solo, ela é composta pela fração folha, galhos, caules, flores, restos de organismos vivos, detritos, solos, entre outros (Costa et al. 2010). Em uma floresta, em média, 60 a 80% do material depositado é constituído de folhas. À medida que os materiais da serrapilheira se decompõem, são liberados nutrientes essenciais para as plantas e microrganismos do solo, contribuindo para a fertilidade do solo e a produtividade do ecossistema.

Na figura 6.1 podemos observar a constituição da serrapilheira de uma floresta de terra firme na Amazônia. Está área se encontra sob plano de manejo sustentável.

Figura 6.1- Quantificação de serrapilheira de uma floresta de terra firme na Amazônia utilizada para exploração florestal sustentável.



Fonte: Oliveira (2018).

De acordo com Caldeira et al. (2007), a quantidade de serrapilheira que se acumula sobre o solo florestal irá depender de alguns fatores, como o estágio sucessional, espécies presentes, a idade, o tipo de floresta, condições climáticas, taxa de decomposição. Além disto, outros fatores podem influenciar, como o baixo nível de nutrientes na serrapilheira e no solo, condições desfavoráveis para a decomposição, como o déficit de água no solo e na serrapilheira, pH alto ou baixo, baixa densidade da população de organismos decompositores, além da época de coleta e estação do ano (O'Connell;Sankaran, 1997).

Em florestas de regiões tropicais com maiores temperaturas e maiores precipitações pluviométricas exibem um maior estímulo de degradação da serrapilheira, pois favorecem a ação decompositora, além de ser um ambiente favorável ao crescimento vegetal, e, portanto, a deposição de biomassa (Dalmolin et al. 2009).

De acordo com Cianciaruso et al. (2006), a qualidade nutricional da serrapilheira, determinada por suas características físicas e químicas, atrai e modula a ação dos organismos decompositores. Por outro lado, o solo com suas características físicas e químicas, como a porosidade, granulometria, aeração e teor de matéria orgânica, também exerce influência sobre a atividade da microbiota edáfica e, consequentemente, sobre as taxas de decomposição da serrapilheira. Isso, por sua vez, reflete na qualidade do solo no qual a serrapilheira se deposita (Costa et al. 2010). Como evidenciado, esses processos ecossistêmicos estão interligados, de modo que a qualidade de um deles influencia a qualidade do outro e o funcionamento do ecossistema em que estão inseridos (Hernández, 2014).

A serapilheira desempenha dois papéis fundamentais nos ecossistemas florestais: faz parte essencial do ciclo de nutrientes e atua como uma camada protetora da superfície do solo. Ela regula as condições microclimáticas, modifica o ambiente e influencia espécies que são sensíveis à sua acumulação (Sousa, 2007).

Por tanto, a análise da quantidade de serapilheira acumulada no solo fornece informações cruciais sobre os processos de decomposição da serapilheira e a atividade biológica no solo florestal. A quantidade de serapilheira presente no solo é um reflexo das entradas e saídas de material orgânico, ou seja, representa o que permanece no solo em comparação com o que foi originalmente depositado como serapilheira.

6.4 A IMPORTÂNCIA DA FAUNA EDÁFICA NA DINÂMICA DE SOLOS FLORESTAIS

A fauna edáfica refere-se ao conjunto de organismos que vivem dentro do solo ou em sua superfície imediata, sendo geralmente divididos em três grupos funcionais: microfauna (< 0,2 mm), mesofauna (0,2-2 mm) e macrofauna (>2 mm) (Silva et al. 2022). A microfauna consiste em animais microscópicos e inclui protozoários, nematoides, rotíferos e tardígrados que vivem dentro da lâmina de água no solo. Se alimentam essencialmente de outros animais, raízes das plantas (parasitas/predadores) e micro-organismos - bactérias, protozoários, fungos, algas, actinomicetos (Lavelle, 1997). A mesofauna inclui organismos maiores como os ácaros (Acari), colêmbolos (Collembola), diplura, protura, enquitreídeos, sínfilos, pseudo-escorpiões e outros animais que se alimentam principalmente de matéria orgânica em decomposição, fungos e outros organismos menores (Parron et al. 2015). Já a macrofauna, é constituída pelas minhocas, formigas, cupins e besouros.

Nos ecossistemas florestais, a fauna edáfica exerce papel relevante, pois a qualidade do solo está fortemente ligada à qualidade do material vegetal decíduo - serapilheira (camada de folhas, galhos e restos orgânicos) que se deposita sobre a sua superfície (Cianciaruso et al. 2006), e aos microrganismos e animais da fauna edáfica que se estabelecem nestes ecossistemas (Brown e Sautter, 2009).

Além disso, a fauna do solo contribui para a melhoria estrutural dos solos florestais, auxiliando na manutenção de processos biológicos através da sucessão (Menta; Remelli, 2020). Vale salientar que, a colonização precoce da fauna do solo pode acelerar a recuperação da arquitetura do solo e processos, melhorando a infiltração de água, ar a ciclagem de nutrientes (Hardegree et al. 2016).

A presença e a diversidade da fauna edáfica estão relacionadas com a saúde do solo e a sustentabilidade dos ecossistemas florestais, no qual, práticas de manejo florestal mantém a integridade da serrapilheira e evitam a compactação do solo, que são fundamentais para preservar a fauna (Silva et al. 2022).

Desde o início dos estágios de sucessão, eles podem estar presentes e desempenhar um papel importante no transporte e decomposição de grandes quantidades de material orgânico (Kihara et al. 2015) e sementes pela paisagem. Sua atividade acumula detritos e sementes ao redor das entradas dos ninhos criando assim microrregiões de alta fertilidade (Pringle et al. 2010; Magalhães et al. 2018), onde a germinação das sementes é facilitada.

Apesar de seu papel fundamental no funcionamento e desenvolvimento dos ecossistemas, a macrofauna edáfica ainda é pouco explorada na restauração ecológica (Araújo et al. 2010; Jouquet et al. 2014) e não comumente incluída na avaliação do sucesso da restauração florestal (Wortley et al. 2013).

No Brasil, possuímos diversos biomas e diversas formações florestais e pouco se conhece sobre a estrutura e a dinâmica das comunidades da fauna do solo e está realidade se contrasta com a enorme velocidade com que extensas áreas de terra vêm sendo transformadas em áreas degradadas. A exploração dos ecossistemas, muitas vezes resultam no declínio da qualidade do solo, o que provoca a redução da biodiversidade edáfica e da vegetação, causando a alteração na manutenção dos ecossistemas terrestres.

Por isso, estudos sobre o conhecimento da fauna edáfica do solo, se fazem necessários, pois podem servir como indicador do subsistema do solo, fornecendo informações sobre o grau de degradação ou recuperação de uma área.

6.5 CICLAGEM DE NUTRIENTES EM ECOSISTEMAS FLORESTAIS

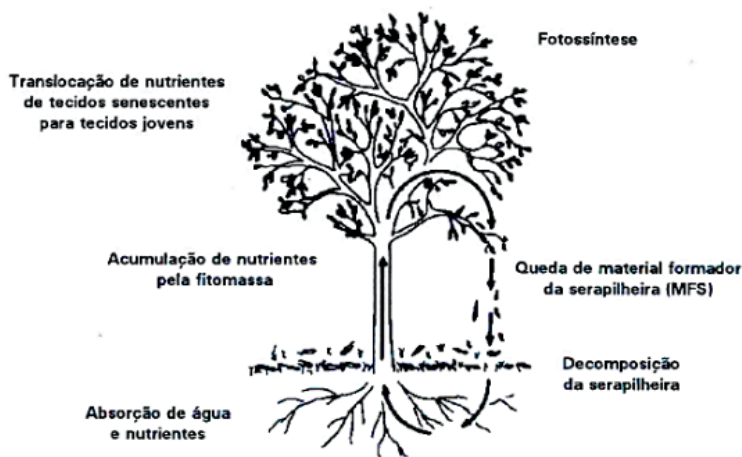
A ciclagem de nutrientes é o processo que possibilita a contínua movimentação dos nutrientes entre organismos vivos e o meio ambiente, onde qualquer intervenção no andamento desse processo pode modificar o sincronismo entre a disponibilidade de nutrientes e a demanda nutricional dos vegetais necessários fazendo com que haja perda de nutrientes (Richlefs, 2003).

A ciclagem de nutrientes em solos florestais ocorre através de um processo complexo que envolve a decomposição da serapilheira e de matéria orgânica, a atividade microbiana e a absorção pelas raízes das plantas. Primeiramente, a serapilheira, composta por folhas, galhos e outros detritos vegetais, cai sobre o solo. Organismos decompositores, como fungos e bactérias, decompõem essa matéria orgânica, liberando nutrientes essenciais como nitrogênio, fósforo e potássio. As plantas absorvem esses nutrientes através de suas raízes, utilizando-os para seu crescimento e desenvolvimento. À medida que as plantas morrem e as raízes morrem e se decompõem, os nutrientes são devolvidos ao solo, reiniciando o ciclo de ciclagem de nutrientes. Este processo contínuo de decomposição e absorção de nutrientes sustenta a fertilidade do solo e o crescimento saudável das plantas em ecossistemas florestais (Figura 6.2).

Em condições naturais, os principais fatores que interferem na ciclagem de nutrientes são o clima, a composição das espécies vegetais, o status sucessional da floresta (tempo após alguma perturbação) e a fertilidade do solo (Vitousek; Sanford, 1986). Em geral, a manutenção destes ecossistemas ocorre através da ciclagem de nutrientes. As perdas de elementos são pequenas. Qualquer intervenção na dinâmica deste processo pode modificar a sincronia entre a disponibilidade de nutrientes oriundos da decomposição dos resíduos vegetais e a demanda nutricional das plantas, gerando, na maioria das vezes, uma maior perda de nutrientes do solo (Myers et al. 1994).

O estudo da ciclagem de nutrientes minerais, via serapilheira é fundamental para o conhecimento da estrutura e funcionamento de ecossistemas florestais (Poggiani; Schumacher, 2000). Segundo Andrade et al. (2008), a serapilheira está diretamente ligada a aspectos da ciclagem de nutrientes como um fator determinante para o desenvolvimento dos vegetais nas florestas localizadas nos trópicos a eficiência de nutrição desses ecossistemas é relativamente baixa relacionado a outros biomas, contudo este processo nutricional depende exclusivamente da biomassa vegetal depositada na camada superficial do solo (Lavelle et al. 1993).

Figura 6.2 - Ciclagem de nutrientes



Fonte: Andrade et al. (1999).

De acordo com Switzer e Nelson (1972), o processo de ciclagem de nutrientes, nos ecossistemas florestais, pode ser caracterizado em três tipos: ciclo geoquímico que se refere a troca (entrada e saída) de elementos minerais entre os diversos ecossistemas; ciclo biogeoquímico que é aquele que se estabelece nas relações entre o solo e a planta e a atmosfera e o ciclo bioquímico relacionam-se com as transferências internas dos elementos dentro dos processos vegetais.

6.6 RELAÇÃO CLIMA-SOLO-PLANTA

De acordo com Pereira (2005) pode-se afirmar que, o clima determina a formação dos grandes tipos zonais de vegetação, enquanto o solo favorece o aparecimento de formações vegetais secundárias. Ao estudar e sistematizar os domínios morfoclimáticos do Brasil, o geógrafo Aziz Nacib Ab'Saber reconheceu tipos secundários de vegetação, inseridos em alguns grandes domínios paisagísticos, os quais ele denominou "enclaves"; assim, alguns capões de matas são enclaves dentro do domínio do cerrado; pequenas matas de araucárias, na Região Sudeste, são enclaves dentro do domínio dos "mares-de-morros" (Mata Atlântica); manchas de cerrado são enclaves dentro da floresta equatorial amazônica; os "brejos" (matas) são enclaves no domínio das caatingas. Os enclaves são comunidades vegetais residuais, remanescentes de antigas formações mais extensas, que foram se extinguindo devido às mudanças paleoclimáticas.

A dinâmica dos ecossistemas florestais depende da inter-relação entre solo, clima e vegetação. O solo e o clima desempenham papéis cruciais na composição, distribuição e saúde das florestas. O solo influencia diretamente o tipo de floresta que pode se estabelecer em uma região, determinado pela sua composição, textura, estrutura, pH e disponibilidade de nutrientes. Solos férteis, bem drenados e ricos em nutrientes favorecem o desenvolvimento de florestas exuberantes e diversificadas. A profundidade do solo e sua capacidade de reter água também afetam a capacidade das plantas de se estabelecerem e crescerem.

O clima, por sua vez, é um fator determinante na distribuição das florestas ao redor do mundo. Florestas tropicais prosperam em climas quentes e úmidos, enquanto as florestas boreais são adaptadas a climas frios e sazonais. A quantidade e sazonalidade da precipitação afetam os padrões de crescimento das árvores e a disponibilidade de água para as plantas.

Existe uma interconexão vital entre o solo e o clima. O clima molda a formação e composição do solo ao longo do tempo, enquanto o solo regula a disponibilidade de água e nutrientes para as plantas, influenciando sua resposta ao clima. Além disso, a cobertura vegetal das florestas pode modular o microclima local, influenciando a temperatura e umidade do ar.

As mudanças climáticas têm impactos significativos nas florestas, alterando padrões de precipitação, temperatura e eventos extremos, afetando a fertilidade e estabilidade do solo. Solos saudáveis podem aumentar a resiliência das florestas às mudanças climáticas, ajudando as plantas a resistirem a estresses ambientais e se adaptarem a novas condições.

Portanto, compreender a relação entre solo, clima e floresta é crucial para o manejo sustentável das florestas e a mitigação dos efeitos das mudanças climáticas sobre esses ecossistemas vitais.

TESTE SEU CONHECIMENTO 😊

01) Qual das funções abaixo não é desempenhada pelo solo florestal?

- a) Sustentação das plantas
- b) Distribuição e infiltração de água
- c) Produção direta de oxigênio
- d) Armazenamento e ciclagem de nutrientes

02) Quais são os três fatores pedogenéticos específicos que influenciam os solos florestais?

- a) Clima, relevo e ação antrópica
- b) Resíduos florestais, raízes das árvores e organismos específicos
- c) Temperatura, umidade e vento
- d) Rochas, minerais e microrganismos

03) A necessidade de adubação em plantios florestais é justificada porque:

- a) O solo libera nutrientes de forma muito rápida
- b) A decomposição da serapilheira é insuficiente
- c) A liberação de nutrientes dos minerais ocorre de forma lenta
- d) O excesso de matéria orgânica dificulta a absorção de nutrientes

04) Qual é o principal problema químico enfrentado por plantas em solos muito ácidos ($\text{pH} < 5,5$)?

- a) Deficiência de nitrogênio
- b) Toxicidade de alumínio
- c) Excesso de potássio
- d) Deficiência de fósforo

5) A aplicação de calcário no solo florestal não tem como finalidade:

- a) Reduzir a acidez do solo
- b) Fornecer cálcio e magnésio
- c) Aumentar a concentração de alumínio
- d) Estimular a atividade microbiana

06) O que é a serrapilheira?

- a) Camada de areia e argila na superfície do solo
- b) Conjunto de folhas, galhos e outros detritos orgânicos na superfície do solo
- c) Reservatório de água subterrânea
- d) Camada de rochas meteorizadas

07) Qual fator não influencia na quantidade de serrapilheira acumulada?

- a) Estágio sucessional da floresta
- b) Tipo de floresta
- c) Taxa de decomposição
- d) Temperatura da atmosfera superior (estratosfera)

08) Como a fauna edáfica influencia a qualidade do solo florestal?

- a) Reduzindo a biodiversidade
- b) Diminuindo a infiltração de água
- c) Acelerando a decomposição da matéria orgânica e melhorando a estrutura do solo
- d) Aumentando a compactação do solo

09) Sobre a ciclagem de nutrientes em ecossistemas florestais, é correto afirmar que:

- a) O processo independe da ação dos organismos decompositores
- b) Os nutrientes não retornam ao solo após o ciclo das plantas
- c) A serrapilheira é fundamental no processo de ciclagem
- d) A perda de nutrientes é sempre muito alta em florestas naturais

10) Sobre a relação entre clima, solo e planta, assinale a correta:

- a) O solo determina o clima de uma região
- b) O clima influencia a formação do solo, mas não afeta a vegetação
- c) O solo e o clima juntos determinam os tipos de vegetação que se desenvolvem
- d) As plantas florestais não sofrem influência das condições climáticas

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVIN, P. de T.; ARAÚJO, W. A. O solo como fator ecológico no desenvolvimento da vegetação no Centro-Oeste do Brasil. *Bol. Geogr.*, Rio de Janeiro, v. 11, n. 117, p. 569-578, 1953.

ANDRADE, R. L. et al. Deposição de Serapilheira em área de Caatinga na RPPN “Fazenda Tamanduá”, Santa Terezinha - PB. *Revista Caatinga*, Mossoró, v. 21, n. 2, p. 223-230, 2008.

ARAÚJO, Ademir Sérgio Ferreira; MONTEIRO, Regina Teresa Rosim. Indicadores biológicos de qualidade do solo. *Bioscience Journal*, v. 23, n. 3, 2007.

ARAÚJO, V.F.P., BANDEIRA, A.G.; VASCONCELLOS, A. Abundance and stratification of soil macroarthropods in a Caatinga Forest in Northeast Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, vol. 70, n°. 3, pp. 737-746. 2010.

BALOTA, E. L. Manejo e qualidade biológica do solo. Londrina: Mecnas, 2017. 288 p.

BARROS, N. F.; NOVAIS, R. F.; TEIXEIRA, J. L.; FERNANDES FILHO, E. I. Nutricalc 2.0: Sistema para o cálculo del balance nutricional y recomendación de fertilizantes para el cultivo de eucalipto. *Bosque*, v. 16, p. 129-131, 1995.

BARROS, F. N.; NEVES, L. C. J.; NOVAIS, F. R. Fertilidade de solos, Nutrientes e Produção Florestal. *Visão agrícola* nº4, jul-dez 2005.

BELOTE, A. F. J.; NEVES, E.J.M. Calagem e adubação em espécies florestais plantadas na propriedade rural. Circular técnica, 54. Embrapa Florestas. Colombo, PR, 2001.

BRADY, N. C. Elemento da natureza e propriedade do solo. Ciências do solo. 3a Edição tradução técnica: Igo Fernando Lopsch, Porto Alegre Bookman. p, 186, 2013.

BROWN, G.G.; SAUTTER, K.D. Biodiversity, conservation and sustainable management of soil animals. The XV International Colloquium on Soil Zoology and XII International Colloquium on Apterygota. *Pesq. Agropec. Bras.*, v. 44, p. 1-9, 2009.

CALDEIRA, Marques *et al.* Quantificação de serrapilheira e de nutrientes - Floresta Ombrófila Mista Montana - Paraná. *Revista Acadêmica Ciências Agrárias e Ambientais* 2007; 5: 101-116.

CIANCARUSO, M. V.; PIRES, J. S. R.; DELITTI, W. B. C.; SILVA, E. F. L. P. Produção de serrapilheira e decomposição do material foliar em um cerradão na Estação Ecológica de Jataí, município de Luiz Antônio, SP, Brasil. *Acta Botânica Brasílica*, v. 20, n. 1, p. 49-59, 2006.

COSTA, C. C. A.; CAMACHO, R. G. V.; MACEDO, I. D.; SILVA, P. C. M. Análise comparativa da produção de serrapilheira em fragmentos arbóreos e arbustivos em área de caatinga na Flona de Açu - RN. *Revista Árvore*, v. 2, n. 34, p. 259-265, 2010.

DALMOLIN, Â.C. *et al.* Aporte de material vegetal sobre o solo em uma floresta semidecídua ao norte do estado de Mato Grosso. In: I SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CIÊNCIAS DO AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE NA AMAZÔNIA. Anais... 2009, 6p.

DORAN, J. W.; PARKIN, T. B. Defining and assessing soil quality. Defining soil quality for a sustainable environment, v. 35, p. 1-21, 1994.

FERREIRA, L.; CURI, N.; FERREIRA, M.M.; LIMA, J.M.; SILVA, M.L.N. & VITORINO, A.C.T. Tipos de dispersantes, forma de agitação e suas relações com a erodibilidade de solos com altos teores de óxidos de ferro. *Ci. Agrotec*, 26:342-353, 2002.

FRANCHINI, J. C.; MEDA, A. R.; CASSIOLATO, M. E.; MIYAZAWA, M.; PAVAN, M. A. Potencial de extratos de resíduos vegetais na mobilização do calcário no solo por método biológico. *Scientia Agrícola Piracicaba*, SP V 58, N.2, 2001.

GIONGO, V.; CUNHA, T. J. F. Sistema de produção de melão. Embrapa Seminário. Sistema de Produção, 5. 2010. Disponível em: <http://www.cpatia.embrapa.br:8080/sistema_producao/spmelao/manejo_do_solo.html>. Acesso em 12 dez de 2023.

HARDEGREE, S.P.; JONES, T.A.; ROUNDY, B.A.; SHAW, N.L.; MONACO, T.A. Assessment of range planting as a conservation practice. **Rangeland Ecology & Management**. Vol. 69. pag 237–247. 2016.

HERNÁNDEZ, J. M. L. Producción de hojarasca y retorno potencial de nutrientes en tres sitios de estado de Nuevo León, México. Tese (Doutorado em manejo de Recursos Naturais) Universidad de Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Forestales, 93 p., 2014.

JOUQUET, P., BLANCHART, E.; CAPOWIEZ, Y. Utilization of earthworms and termites for the restoration of ecosystem functioning. **Applied Soil Ecology**, vol. 73, pp. 34-40.2014.

KARA, Ö.; BOLAT, I. Soil microbial biomass C and N changes in relation to forest conversion in the northwestern Turkey. *Land Degradation & Development*, Chichester, v. 19, n. 4, p. 421–428, 2008.

LAVELLE, P.; BIGNELL, D.; LEPAGE, M.; WOLTERS, V.; ROGER, P.; INESON, P.; HEAL, O. W.; GHILLION, S. Soil function in a changing world: The role of invertebrate ecosystem engineers. *European Journal of Soil Biology*, Paris, v. 33, p. 159–193, 1997.

MARTINS, S. V. Recuperação de áreas degradadas: ações em áreas de preservação permanente, voçorocas, taludes rodoviários e de mineração. Viçosa: Aprenda Fácil, 2009. 270p.

MENTA, C.; REMELLI, S. Soil health and arthropods: from complex system to worthwhile investigation. *Insects* 11:54. 2020.

MYERS, R.J.K.; PALM, C.A.; CUEVAS, E.; GUNATILEKE, I.U.N.; BROSSARD, M. The synchronisation of nutrient mineralisation and plant nutrient demand. In: WOOMER, P.L.; SWIFT, P.L., ed. *The biological management of tropical soil fertility*. New York: J. Wiley, 1994. p.81–116.

NEVES, J. C. L. Produção e partição de biomassa, aspectos nutricionais e hídricos em plantios clonais de eucalipto na região litorânea do Espírito Santo. 2000. 192 p. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF), Campos dos Goitacazes, 2000.

NEVES, E. J. M.; MARTINS, E. G.; REISSMANN, C. B. Deposição de serapilheira e de nutrientes de duas espécies da Amazônia. *Boletim de Pesquisa Florestal*, v. 7, n. 43, p. 4760, 2001.

OLLINGER, S. V.; SMITH, M. L.; MARTIN, M. E.; HALLET, R. A.; GOODALE, C. L.; ABER, J. D. Regional variation in foliar chemistry and N cycling among forests of diverse history and composition. *Ecology*, Washington, v. 83, n. 2, p. 339–355, 2002.

O'CONNELL, Sankaran. Organic matter accretion, decomposition and mineralisation. In: Nambiar EKS, Brown AG, editors. *Management of soil, nutrients and water in tropical plantations forests*. Canberra: ACIAR Australia/CSIRO; 1997. p. 443–480

PÁDUA, J. A. Um sopro de destruição: Política e crítica ambiental no Brasil escravista (1786–1888). Jorge Zahar Editor, Rio de Janeiro, 318 p., 2002.

PEREIRA, B. A. Vegetação como elemento do meio físico. **Revista Nucleus**, v.3, n.1, abr. 2005.

POGGIANI, F.; SCHUMACHER, M.V. Ciclagem de nutrientes em florestas nativas. In: GONÇALVES, J.L.M.; BENEDETTI, V. (Eds.). *Nutrição e fertilização florestal*. Piracicaba: IPEF, 2000. 427p.

ROVEDDER, M. P. A.; SUZUKI, S. A. E. L.; DALMOLI, D. S. R.; REICHERT, M. J.; SCHENATO, B. R. Compreensão e Aplicabilidade do Conceito de Solo Florestal. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 23, n. 3, p. 517-528, jul.-set., 2013

ROSSI, M.; MATTOS, A. F.I.; COELHO, M.R.; MENK, F.R.J.; ROCHA, T. F.; PFEIFER, M.R.; deMARIA, C. I. Relação solos/vegetação em área natural no parque estadual de Porto Ferreira, São Paulo. **Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, v. 17, n. 1, p. 45-61, jun. 2005.

SILVA, M. S. C. da. Indicadores de qualidade do solo em sistemas agroflorestais em Paraty, RJ. 2006,54f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Ciência do Solo) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2006.

SILVA, S. I. A. da; SOUZA, T.; LUCENA, E. O. de; LAURINDO, L. K.; SANTOS, D. Influência de sistemas de cultivo sobre a comunidade da fauna edáfica no nordeste do Brasil. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 32, n. 2, p. 829–855, 2022. doi:10.5902/1980509855320

SOUZA. R. M. *Mapeamento Social dos Faxinais no Paraná*. Instituto Equipe de Educadores Populares - IEEP, Articulação Puxirão dos Povos Faxinalenses. 2007, 59 p.

SWITZER, G. L.; NELSON, L. E. Nutrient accumulation and cycling in Loblolly Pine (*Pinus taeda*) plantation ecosystems: The first 20 years. *Soil Science Society of America Proceedings*, Madison, v. 36, p. 143-147, 1972.

TSUI, C. C.; CHEN, Z. S.; HSIEH, C. F. Relationships between soil properties and slope position in a lowland rain forest of southern Taiwan. *Geoderma*, Amsterdam, v. 123, n. 1-2, p.131–142, 2004.

VITOUSEK, P.M; SANFORD JR., R.L. Nutrient cycling in most tropical forest. *Annual Review Ecology Science*, v. 17, p. 137- 167, 1986.

XAVIER, F. A. da S. Solo: definição e importância. In: BORGES, A. L. (Ed.). *Recomendações de calagem e adubação para abacaxi, acerola, banana, citros, mamão, mandioca, manga e maracujá*. Brasília, DF: Embrapa, 2021. Cap. 1. p15-25.

ZAÚ, A.S. Fragmentação de Mata Atlântica: Aspectos Teóricos. *Floresta e Ambiente*, 5 (1): 60-170, 1998.

WILDE, S. A. **Forest soils**: their properties and relation to silviculture. New York: The Ronald Press Company, 1958. 536 p.

WORTLEY, L., HERO, J.M. and HOWES, M. Evaluating ecological restoration success: a review of the literature. **Restoration Ecology**, vol. 21, no. 5, pp. 537-543. 2013.