



## Macrofauna como bioindicadora de qualidade do solo para agricultura convencional e agrofloresta

Emmanoella Costa Guaraná Araujo<sup>1\*</sup>, Thiago Cardoso Silva<sup>1</sup>, Tarcísio Viana de Lima<sup>1</sup>, Nattan Adler Tavares dos Santos<sup>1</sup>, César Henrique Alves Borges<sup>1</sup>

**RESUMO:** A fauna edáfica representa a parte viva que contribui para fertilidade do solo e, conseqüentemente, um excelente indicador de sua qualidade, por atuar direta e indiretamente no processo de decomposição da matéria orgânica. Este trabalho teve por objetivo a análise quantitativa e qualitativa da distribuição da fauna de solo superficial ocorrente em áreas de agricultura convencional e agrofloresta no município de Bom Jardim, Agreste pernambucano. Foram coletadas quinze amostras de serapilheira e de solo, com profundidade de dez centímetros em cada um dos ambientes. Na serapilheira, foi feita a extração da fauna com a utilização do funil de Berlese-Tüllgren e no solo, uma análise de fertilidade em laboratório, onde foi determinado o pH e as quantidades de elementos presentes (Ca, Mg, Al, Na, K e P) para os dois sistemas de cultivo. Observou-se maior quantidade e diversidade de indivíduos em área de agrofloresta, sendo três ordens encontradas em ambos os casos, Hymenoptera, Isoptera e Araneae.

**Palavra-chave:** fauna edáfica, diversidade, micro-organismo, serapilheira

## Macrofauna as a soil quality bioindicator for conventional agriculture and agrofloresta

**ABSTRACT:** The soil fauna represents a live part that contributes to soil fertility and, consequently, an excellent indicator to quality, once that it act directly and indirectly on decomposition process of organic matter. The presente work has the objective to do an quantitative and qualitatively analysis about the distribution of the fauna at superficial soil in areas that has conventional agriculture agrofloresta in the city of Bom Jardim, state of Pernambuco. To this work 12 samples was collect of serapilheira and commom soil, all samples was collect with 10 centimeters depth at all spots. At serapilheira, the fauna extract was made using a Berlese-Tüllgren funnel and at soil, a fertility analysis was made in laboratory, that determinate the pH and quantitative mensure about other elements (Ca, Mg, Al, Na, K and P) to both cultiv systems. Was observed that in agrofloresta areas has a large quantity and diversity of individuals, and three orders was found in both cases, Hymenoptera; Isoptera and Araneae.

**Keywords:** soil fauna, diversity, microorganisms, burlap

## INTRODUÇÃO

O agreste é uma região do Nordeste que corresponde a uma faixa paralela e estreita à costa do Oceano Atlântico, entre o Sertão e a Zona da Mata, que vai desde Rio Grande do Norte até a Bahia, que dentre outros estados passa por Pernambuco. Apresenta ambientes que vão desde áreas úmidas e brejos até as paisagens áridas (PACIEVITCH, 2015) sendo uma região de transição entre a floresta Atlântica e a Caatinga, sendo esta última mais predominante. É uma área caracterizada por apresentar temperatura elevada, baixa pluviosidade, solos pouco intemperizados e reduzida produção de biomassa, com predominância de sistemas agrícolas extrativistas (MAIA et al., 2006).

A economia agrícola da Região é baseada na agricultura familiar, com destaque para as culturas de subsistência, tais como, plantios de milho, feijão, café e mandioca, somados as atividades de pecuária leiteira. Caracterizada pela atuação de pequenos produtores, que colocam seus sistemas aos cuidados de sua família e, em alguns casos, com poucos funcionários assalariados.

A propriedade destinada à agricultura familiar é limitada a quatro módulos fiscais (PENA, 2015) e a modalidade é responsável por 70% da produção de alimentos no Brasil para consumo interno, contribuindo com 35% do Produto Interno Bruto (PIB) nacional (PORTAL BRASIL, 2011). Buscando novos conhecimentos para as formas

tradicionais de produção de alimento, a Agroecologia aparece com uma proposta capaz de contribuir para a ampliação dos processos de produção e desenvolvimento sustentável, estabelecendo um novo caminho para agriculturas de base ecológica (CAPORAL; COSTABEBER, 2004).

Dentre os sistemas Agroecológicos, os Agroflorestais (SAF's) são bastante difundidos, propondo o uso da terra com a associação de espécies perenes lenhosas com cultivos agrícolas e/ou animais, trazendo inúmeros benefícios ao meio ambiente por ser complexo, se assemelhando aos sistemas naturais (ALVES, 2009; MAY; TROVATTO, 2008; SÁ, 2008).

Reichard e Timm (2004) explicam esse fato pela existência de uma cadeia, onde o reino vegetal sustenta o animal e, no final de seus ciclos, ambos deixam suas matérias para decomposição e mineralização, possibilitando retorno dos nutrientes ao solo de forma assimilável para as plantas, reiniciando o ciclo.

No que diz respeito ao ambiente florestal, alguns grupos de indivíduos se destacam no processo da dinâmica ecológica, é o caso dos que habitam o solo, com destaque para os micro-organismos.

Essa fauna é constituída por invertebrados responsáveis por mudar a estrutura do solo pela fragmentação da matéria orgânica, que depois de decomposta ficará à disposição dos micro-organismos para mineralização da mesma (CORREIA; OLIVEIRA, 2000).

Neste caso, a necromassa resultante de resíduos orgânicos deixados pelas plantas e animais influenciam diretamente a variedade e abundância de grupos taxonômicos, que são classificadas, de acordo com as dimensões corporais ou a função que desempenham no ambiente, em micro, meso ou macrofauna.

Partindo disso, o trabalho teve como objetivo avaliar a diversidade de macrofauna em duas áreas situadas no município de Bom Jardim – PE, comparando em função da qualidade do solo em ambas as áreas.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Caracterização da área de estudo

O presente trabalho foi realizado no Sítio Feijão,

município de Bom Jardim, Pernambuco, localizado na coordenada geográfica 7° 44' 03'' S e 35° 33' 50'' O. O espaço possui extensão territorial de cinco hectares e área plantada de 8.400 m<sup>2</sup>, sendo 2.400 m<sup>2</sup> de um plantio puro de macaxeira (*Manihot esculenta* Crantz) e 6000 m<sup>2</sup> de agrofloresta.

O município de Bom Jardim fica situado no Agreste a 110 km do Recife, com extensão territorial de 215,433 km<sup>2</sup>, inserida na Região agreste, com população aproximada de 38 mil habitantes. Apresenta altitude média de 334m, e temperatura em torno de 26°C. No município se concentra a maior reserva de granito marrom imperial do mundo (IBGE, 2015).

A separação dos organismos foi realizada no Laboratório de Ecologia Florestal e as análises de solo foram realizadas no Laboratório de Análise de Solos, ambos da Universidade Federal Rural de Pernambuco.

### Coleta de serapilheira e avaliação da fauna edáfica

Para a avaliação da fauna edáfica, foram coletadas 15 amostras de serapilheira de cada ambiente (agricultura convencional e agroflorestal), utilizando um gabarito de madeira de área 1225 cm<sup>2</sup> (35 cm x 35 cm).

Foi retirada completamente a necromassa até que o solo mineral ficasse exposto. As amostras foram levadas ao laboratório de Ecologia Florestal da Universidade Federal Rural de Pernambuco, onde passou por uma triagem. No laboratório a triagem da macrofauna em cada amostra foi manual sob iluminação artificial, sendo os indivíduos fixados em álcool a 80% para conservação e posterior quantificação e identificação da mesma em nível de ordem.

Foi realizada a coleta de 15 amostras (repetições), sendo feita a média dos indivíduos para cada área. Após isso, realizou-se triagem (manual) dos organismos e as amostras foram acomodadas em funis de *Berlese-Tüllgren*, com um béquer contendo álcool etílico a 70% e água deslizada, abaixo da abertura do funil, sendo este envolvido por um tecido fino, permitindo apenas a passagem da fauna (Figura 1).

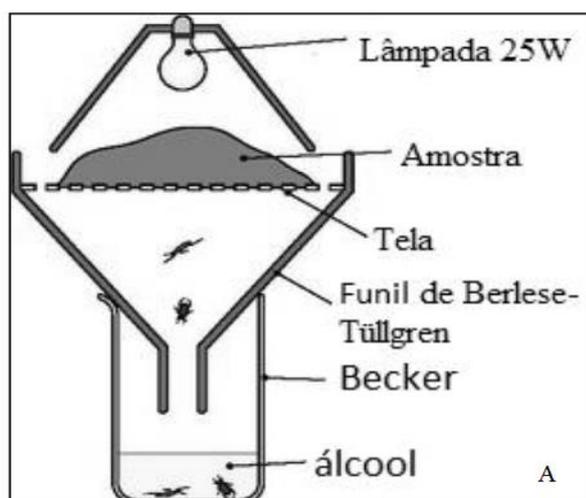


Figura 1 - Esquema da estrutura montada com o Funil de *Berlese-Tüllgren*.

O funil permaneceu sob influência de uma lâmpada incandescente de 25 W por sete dias ininterruptos, para controle da temperatura, aumentando-a até uma faixa que não causasse a morte dos organismos, com retirada da umidade da serapilheira para que os indivíduos procurassem obrigatoriamente a saída ficando expostos ao álcool, adaptado por Anderson e Ingram (1993).

Para avaliação dos organismos do solo (macrofauna) nas áreas, mensurou-se o número total de indivíduos (abundância) e para calcular a diversidade por ordem foram usados os índices de diversidade de Shannon ( $H'$ ) e equabilidade Pielou (J).

### Quantificação e Estimativa de Serapilheira

As amostras de serapilheira coletada para análise da fauna edáfica, nas áreas de agricultura convencional e agrofloresta, foram levadas ao laboratório e pesada em balança semianalítica, sendo calculada para área total em  $\text{Kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ .

### Coleta do solo e análise de fertilidade do solo

Ao todo, foram coletadas, com auxílio de um trado, 15 amostras simples de solo, de cada ambiente estudado, até 10 cm de profundidade. As amostras foram homogeneizadas, segundo suas procedências, e encaminhadas ao Laboratório de Análise de Fertilidade do Solo do Departamento de Solos da

Universidade Federal Rural de Pernambuco, para realização da análise química de rotina.

### Inventário da Biodiversidade de Espécies Arbóreas no Sistema Agroflorestal

Para a realização do inventário do sistema agroflorestal, foram instaladas 15 parcelas, que foram delimitadas com o auxílio de trena e fita métrica e demarcadas com cordão. Para identificação das extremidades das parcelas, utilizou-se estacas de madeira. Foram obtidas, de cada árvore inventariada, as CAP's (circunferências à altura do peito).

Adotou-se como critério a disposição de linhas paralelas, com distância de vinte metros entre si, contendo seis parcelas com área de  $50 \text{ m}^2$  ( $10\text{m} \times 5\text{m}$ ), nas quais foram realizados reconhecimentos das espécies com CAP maior que 15 cm. Os dados foram processados na ferramenta Microsoft Office Excel (2010).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Avaliação da Diversidade de Fauna Edáfica

Foram encontrados 126 indivíduos na amostra de serapilheira da área do sistema agroflorestal, pertencentes a oito Ordens, enquanto, na área de agricultura convencional, doze indivíduos de três Ordens (Tabela 1).

Tabela 1. Percentagem de indivíduos da macrofauna, classificados ao nível de Ordem, para cada área (agrofloresta e agricultura convencional).

| ORDEM       | AGROFLORESTA (%) | MONOCULTURA (MACAXEIRA) (%) |
|-------------|------------------|-----------------------------|
| Hymenoptera | 33,33            | 50,00                       |
| Pulmonata   | 19,05            | -                           |
| Coleóptera  | 14,29            | -                           |
| Díptera     | 14,29            | 25,00                       |
| Hemíptera   | 7,14             | -                           |
| Isoptera    | 2,38             | -                           |
| Araneae     | 8,73             | 25,00                       |
| Scorpiones  | 0,79             | -                           |
| TOTAL       | 100              | 100                         |

A área total utilizada na coleta da fauna edáfica em cada ambiente amostrado foi de  $0,1225 \times 15 = 1,83 \text{ m}^2$ , onde foram encontradas 8 ordens. Já na agricultura convencional, cuja área total é 0,24 hectares, foram observadas três ordens. A redução dos indivíduos se dá, além das condições discrepantes de alimentação, pela exposição do solo e redução de umidade.

Em estudos realizados no município de Esperantina, Piauí, os sistemas agroflorestais, quando comparados a cultivos homogêneos, propiciam melhores características químicas do solo, bem como o aumento na abundância e riqueza de espécies da macrofauna edáfica (LIMA et al., 2010).

Coleta realizada no município de Lagoa Seca, Agreste paraibano, que apresenta condições de temperatura e umidade semelhantes à do presente trabalho, também apresentou o grupo Hymenoptera como predominante (CORREIA et al., 2009).

Comparando plantios de mandioca, homogêneos e consorciados com adubos verdes, o número de indivíduos da fauna não variou entre os diferentes consórcios, mas houve diferença significativa no número de grupos taxonômicos todos os tratamentos diferiram do controle (BRITO et al., 2016).

Conforme se observa na tabela 1, a restrição da cobertura vegetal no solo decorrente do monocultivo influencia na distribuição da diversidade biológica. Provavelmente, isto decorra das alterações das condicionantes microclimáticas de forma significativa a ponto de reduzir o número de taxas presentes sob essas condições.

A ordem Hymenoptera apresentou alta frequência nos dois ambientes, sendo representada pelos insetos sociais, como vespas e formigas. Segundo Andrade (2010), as formigas desempenham importância

ecológica na manutenção dos processos ecossistêmicos, por interagirem com vários organismos, influenciando na ciclagem de nutrientes em florestas. Em geral, de acordo com Fisher e Binkley (2000), eles podem construir seus ninhos em cavidades de plantas ou em galerias escavadas em troncos de árvores, porém a maioria os constrói no solo, o que as faz responsáveis pelo grande transporte de subsolo para superfície, influenciando diretamente o equilíbrio pedológico.

A segunda ordem encontrada em maior densidade neste estudo foi a Pulmonata, representada pelos caracóis, onde algumas espécies podem atuar como controladoras de pragas ou alimentos para outros animais. No entanto, a maioria provoca prejuízos além de diminuir a produtividade. Em plantas ornamentais causam danos estéticos que, em alguns casos, são limitantes (ZORZENON e CAMPOS, 2009).

A ordem Coleóptera, representada por besouros, apresenta indivíduos reguladores ecológicos e contribuintes na cadeia alimentar de alguns animais superiores (CORREIA & OLIVEIRA, 2000). São benéficos como bioindicadores por serem altamente influenciados pelo meio, que afeta diretamente a distribuição destes indivíduos devido à variedade de seus hábitos alimentares, nichos ecológicos, riqueza de famílias e diversidade de espécies (TEIXEIRA; HOFFMANN; SILVA-FILHO, 2009).

A ordem Díptera desempenha importante papel no processo de decomposição da matéria orgânica. Indivíduos da ordem Hemiptera, como os percevejos, por exemplo, que vivem no solo podem causar danos severos às culturas e são suscetíveis a produtos químicos sendo bons indicadores de vários distúrbios em cultivos (WINK et al., 2005).

A ordem Isoptera, representada por indivíduos como os cupins, são extremamente importantes na decomposição da matéria orgânica e como alimento de outros níveis tróficos. A ordem Araneae, além de ser bioindicadora do equilíbrio ecológico atua na predação de indivíduos nocivos às culturas, a exemplo das aranhas.

Os indivíduos da ordem Scorpiones são predadores preferenciais de insetos, atuando no controle de suas populações e, sendo escavadores, interferem diretamente na estrutura do solo.

De acordo com os dados apresentados, observou-se a predominância de espécies predadoras na área de plantio homogêneo e o aumento de espécies saprófagas na área de agrofloresta.

Os índices calculados em relação à ordem para cada tipo de plantio tiveram uma diferença relativamente elevada, quando comparados. O sistema agroflorestal apresentou maior diversidade de Shannon ( $H'$ ) com 1,77, comparando-se com a monocultura de macaxeira, com 1,04. Um valor similar encontrado para a monocultura de macaxeira foi observado em um estudo realizado por Nunes et al. (2008) em plantações de milho e feijão em uma área da caatinga, que apresentou índice Shannon-Wiener de 1,09.

Esses valores baixos presentes em agricultura convencional acontecem devido a realização de queimadas ou colheitas, atividades que agregam efeitos negativos para a população de animais existente na superfície do solo, auxiliam na eliminação da serapilheira, ocasionando posteriormente a redução de fonte de alimento e a desestrutura do habitat (CORREIA; OLIVEIRA, 2000).

A Equabilidade de Pielou ( $J$ ) nas ordens da macrofauna encontradas na monocultura de macaxeira foi de 0,95, sendo 0,85 na agroflorestal, indicando uma diferença maior na abundância das ordens.

Pode-se afirmar que as ordens são praticamente abundantes em todas as áreas, e que a dominância de uma delas é consideravelmente pequena, principalmente na agricultura convencional. Deve-se observar que quanto maior o número de indivíduos, maior será a dominância de uma ordem.

## Quantificação e Estimativa de Serapilheira

A massa de serapilheira coletada por meio de gabarito de 1,47 m<sup>2</sup>, nas doze amostras da área de agricultura convencional, composta por plantios de macaxeira (*Manihot esculenta* Crantz), foi de 377,18 g, obtém-se o total de 2500 kg/ha. Já para o sistema agroflorestal, a serapilheira apresentou massa igual a 1,47 kg para a área de 1,47 m<sup>2</sup>, das doze amostras coletadas (doze amostras de 0,1225 m<sup>2</sup>; 0,35 m x 0,35 m).

Assim, pode-se estimar que na área total ocupada pela agrofloresta, 6000 m<sup>2</sup>, existe cerca de 6000 kg (10000 kg/ha), sendo bem superior ao sistema de agricultura convencional. Observa-se, assim, o quão importante a serapilheira é para a agrofloresta, uma vez que a diversidade de indivíduos da fauna do solo é bem superior à área de monocultivo, implicando num maior volume de material decomposto e posteriormente mineralizado.

Verificou-se a variabilidade de espécies vegetais na agrofloresta e, elevada produção de serapilheira, o que implica em um retorno de nutrientes ao solo superior ao que ocorre na agricultura convencional. Tal fato eleva a complexidade estrutural do ambiente, que impacta na diversidade de recursos nutricionais disponíveis, criando um ambiente favorável ao desenvolvimento e estabelecimento de uma comunidade edáfica mais diversificada.

## Análise de Fertilidade do Solo

As amostras de solo foram submetidas à análise de fertilidade em laboratório, cujos resultados são visualizados na tabela 2. Nessa análise foram determinados o potencial de hidrogeniônico (pH) e as quantidades de elementos presentes Ca, Mg, Al, Na, K e P, para os dois sistemas de cultivo.

Analisando os parâmetros químicos edáficos, observa-se maior concentração de P, Ca e K na agrofloresta, sem contar na percepção visual da manutenção do equilíbrio da diversidade, redução da evapotranspiração, percebida pela maior umidade no solo e controle da erosão.

Tabela 2. Resultados da análise de fertilidade dos solos da agrofloresta e agricultura convencional.

| Amostra      | pH (água)                         | Ca   | Mg  | Al   | Na                  | K    | P |
|--------------|-----------------------------------|------|-----|------|---------------------|------|---|
|              | -----cmolc.dm <sup>-3</sup> ----- |      |     |      | mg.dm <sup>-3</sup> |      |   |
| Monocultura  | 6,2                               | 5,25 | 2,5 | 0,00 | 0,07                | 0,27 | 1 |
| Agrofloresta | 6,2                               | 7    | 1,5 | 0,00 | 0,14                | 0,40 | 4 |

Observa-se que na agrofloresta há maior quantidade dos macronutrientes fósforo, potássio e cálcio em relação à monocultura, que apresenta maiores teores de magnésio. Silva et. al. (2011), comparando os atributos do solo em sistemas agroflorestais e cultivo convencional, concluíram que, embora tenha sido encontrada diferença nos teores dos atributos químicos analisados na profundidade de 0-20 cm, estes não diferiram significativamente, excetuando-se o Cálcio. Barreto et. al. (2006), avaliando as características químicas de agroflorestras e cultivos convencionais, perceberam que a quantidade de Cálcio encontrada na agrofloresta era significativamente maior que nas

áreas de cultivos convencionais, para as variáveis Na, K e P a proporção encontrada foi igual a do estudo em questão.

### **Inventário da biodiversidade de espécies arbóreas adultas que compõem o sistema agroflorestral**

O levantamento foi realizado com o intuito de observar a diversidade de espécies arbóreas que contribuem na formação e estruturação da serapilheira e para o enriquecimento do solo a partir da sua decomposição. A diversidade arbórea é apresentada na Tabela 3, compondo 13 espécies, com apenas um indivíduo não identificado.

Tabela 3. Diversidade arbórea inventariada no sistema agroflorestral.

| NOME CIENTÍFICO                                  | FAMÍLIA       | INDIVÍDUOS (%) |
|--------------------------------------------------|---------------|----------------|
| <i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.                    | Sterculiaceae | 25,00          |
| <i>Casearia sylvestris</i> Sw.                   | Salicaceae    | 19,44          |
| <i>Mangifera indica</i> L.                       | Anacardiaceae | 13,89          |
| <i>Inga vera</i> Will subsp. <i>affinis</i> (DC) | Fabaceae      | 8,33           |
| <i>Stryphnodendron pulcherrimum</i> Willd.       | Fabaceae      | 8,33           |
| <i>Talisia esculenta</i> (A. St. Hil) Radlk      | Sapindaceae   | 5,56           |
| <i>Anacardium occidentale</i> L.                 | Anacardiaceae | 2,78           |
| <i>Campomanesia dichotoma</i> (O. Berg) Mattos   | Myrtaceae     | 2,78           |
| <i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Walp.           | Fabaceae      | 2,78           |
| <i>Inga sp.</i>                                  | Fabaceae      | 2,78           |
| <i>Sapindus saponária</i> L.                     | Sapindaceae   | 2,78           |
| <i>Thyrsodium spruceanum</i> Benth.              | Anacardiaceae | 2,78           |
| Não identificada                                 | -             | 2,78           |

Fonte: Elaborada pelos autores

Na agrofloresta há maior diversidade de espécies vegetais e conseqüentemente maior produção de serapilheira, promovendo um ambiente favorável para o desenvolvimento e manutenção do ecossistema, aumentando o índice de decompositores e promovendo inter-relações de antibiose e simbiose, tornando o ecossistema mais rico.

### **CONCLUSÕES**

Após a identificação e quantificação da macrofauna de solo nos dois ambientes estudados, percebe-se que a abundância e a diversidade dos grupos taxonômicos de solo variaram consideravelmente entre os ambientes, sendo mais abundantes na agrofloresta.

O inventário das espécies arbóreas demonstra a grande diversidade de plantas em interação, do

sistema agroflorestral em relação ao sistema de monocultura.

Sugere-se que os invertebrados que habitam o solo podem ser utilizados como bioindicadores, podendo ser utilizados para avaliar a qualidade do ambiente, principalmente em áreas de recuperação ambiental, o que pode ser o caso de um sistema de monocultura convertido em agrofloresta.

### **REFERÊNCIAS**

ALCÂNTARA, F. A.; MADEIRA, N. R. **Manejo do solo no sistema de produção orgânico de hortaliças**. Circular Técnica nº 64. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2008. 12p.

ALVES, L. M. **Sistemas Agroflorestais (SAF's) na restauração de ambientes degradados**. 2009, 18f. Programa de Pós-graduação em Ecologia Aplicada ao

- Manejo e Conservação de Recursos Naturais - Universidade Federal de Juiz de Fora, Minas Gerais.
- ANDERSON, J. M.; INGRAM, J. S. I. **Tropical soil biology and fertility: a handbook of methods**. 2nd ed. Wallingford: CAB International, 1993, 10p.
- ANDRADE, A. C. S. **Aspectos da ecologia comportamental de *Dinoponera quadriceps* (Hymenoptera, Formicidae, Ponerinae)**. 2010, 80f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação da Caatinga) - Universidade Federal de Sergipe, Sergipe. São Cristóvão: UFS, 2010.
- ANDRADE, A. G. de; TAVARES, S. R. de L.; COUTINHO, H. L. da C.. Contribuição da serapilheira para recuperação de áreas degradadas e para manutenção da sustentabilidade de sistemas agroecológicos. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 24, n. 220, p. 55-63, 2003.
- AQUINO, A. M. de. Fauna do Solo e sua Inserção na Regulação Funcional do Agroecossistema. In: AQUINO, A. M. de; ASSIS, R. L. de. **Processos Biológicos no Sistema Solo-Planta**. Brasília: Embrapa Inovações Tecnológicas, 2006. p. 47-76.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 6502**: Rochas e solos. São Paulo: ABNT, 1995. 18p.
- BARRETO, A. C.; LIMA, F. H. S.; FREIRE, M. B. G. dos S.; ARAUJO, Q. R. de.; FREIRE, F. J. Características químicas e físicas de um solo sob floresta, sistema agroflorestal e pastagem no Sul da Bahia. **Caatinga**, Mossoró, v. 4, n. 9, p.415-425, dez. 2006.
- BRITO, M. F.; TSUJIGUSHI, B. P.; OTSUBO, A. A.; SILVA, R. F. da; MERCANTE, F. M. Diversidade da fauna edáfica e epigeica de invertebrados em consórcio de mandioca com adubos verdes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, [s.l.], v. 51, n. 3, p.253-260, mar. 2016.
- CAPORAL, R. R.; COSTABEBER, J. A. **Agroecologia: alguns conceitos e princípios**. Brasília: MDA/SAF/DATER-IICA, 2004. 24 p.
- CORREIA, K. G.; ARAUJO, K. D.; AZEVEDO, L. G.; BARBOSA, E. A.; SOUTO, J. S.; SANTOS, T. S de. Macrofauna edáfica em três diferentes ambientes na região do Agreste paraibano, Brasil. **Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, v. 6, n. 1, p. 206-213, jan. 2009.
- CORREIA, M. E. F.; OLIVEIRA, L. C. M. de. **Fauna de Solo: aspectos gerais e metodológicos**. Documentos, 112. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2000. 46 p.
- COSTA, C. C. A.; CAMACHO, R. G. V.; MACEDO, I. D.; SILVA, P. C. M. Análise comparativa da produção de serapilheira em fragmentos arbóreos e arbustivos em área de caatinga na Flona de Açú - RN. **Revista Árvore**, n. 34, v. 2, p. 259-265, 2010.
- DINIZ FILHO, E. M. **Caracterização da fauna de invertebrados do solo em área de empréstimo em recuperação na Ilha da Madeira, Itaguaí, Brasil**. 2010. 28 f. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- DUBOIS, J. Classificação e breve caracterização de SAFs e práticas agroflorestais. In: MAY, P. H.; TROVATTO, C. M. M. **Manual agroflorestal para mata atlântica**. Brasília: MDA/SAF, 2008. p. 15-40.
- EMBRAPA, **Zoneamento Agroecológico do Estado de Pernambuco**. Recife: 2001. Disponível em: <<http://www.uep.cnps.embrapa.br/zape/index.php?link=equipe>>. Acesso em: 20 de set. 2017.
- EMBRAPA. **Produtos, Processos e Serviços: Sistemas agroflorestais (SAF's)**. 2004. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-produtos-processos-eservicos/-/produto-servico/112/sistemas-agroflorestais-safs>>. Acesso em: 20 de set. 2017.
- FISHER, R. F.; BINKLEY, D. **Ecology and management of Forest soils**. 3 ed. London: John Wiley, 2000, 489 p.
- FIGUEIREDO FILHO, A.; MORAES, G. F.; SCHAAF, L. C.; FIGUEIREDO, D. J. Avaliação estacional da deposição de serapilheira ombrófila mista localizada no sul do estado do Paraná. **Ciência Florestal**, v. 13, n. 1, p. 11-18, 2003.
- IBGE. **Bom Jardim: infográficos: despesas e receitas orçamentárias e pib**. 2015. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/painel/economia.php?lang=&codmun=260220&search=pernambuco|bom-jardim|infográficos:-despesas-e-receitas-orçamentárias-e-pib>>. Acesso em: 21 de set. 2017.
- LIMA, S. S. de; AQUINO, A. M. de; LEITE, L. F. C.; VELÁSQUEZ, E.; LAVELLE, P. Relação entre macrofauna edáfica e atributos químicos do solo em diferentes agroecossistemas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 3, p. 322-331, mar. 2010.

- MAIA, S. M. F.; XAVIER, A. A. S.; OLIVEIRA, T. S.; ARAÚJO FILHO, J. A. Impactos de sistemas agroflorestais e convencional sobre a qualidade do solo no semi-árido nordestino. **Revista Árvore**, Viçosa – MG, v. 30, n. 5, p. 837-848, 2006.
- MENDES, I. de C.; REIS JUNIOR, F. B. d. **Microrganismos do solo e a sustentabilidade dos agroecossistemas**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2010. Disponível em: <<http://www.cpac.embrapa.br/noticias/artigosmidia/publicados/188/>>. Acesso em: 19 de ago. 2017.
- MORAIS SOBRINHO, R. F. **Distribuição vertical da Fauna Edáfica em áreas sob influência do dossel e de clareira na mata do Jardim Botânico do Recife, Pernambuco**. 2015, 30f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.
- MORAES, D. **Bioma Caatinga**. 2008. Disponível em: <<http://www.invivo.fiocruz.br/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infoid=962&sid=2>>. Acesso em: 20 de nov. 2017.
- NUNES, L. A. P. L., FILHO, J. A. A., MENEZES, R. I. Q. Recolonização da fauna edáfica em áreas de caatinga submetidas a queimadas. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 21, n. 3, p. 214-220, 2008.
- PACIEVITCH, T. Agreste. **Info Escola**, 2015. Disponível em: <<https://www.infoescola.com/geografia/agreste/>>. Acesso em: 12 de out. 2017.
- PENA, R. A. **Agricultura Familiar**. Goiânia: Rede Omnia, 2015, 24 p.
- PINHEIRO, F. J.; MARTINS, C. M.; FIALHO, J. S. CORREIA, M. E. F.; CASCON, P. Caracterização da macrofauna edáfica na interface soloserapilheira em uma área de Caatinga do Nordeste brasileiro. **Enciclopédia Biosfera: Centro Científico Conhecer**, Giovânia, v. 10, n. 29, p. 2964-2974, 01 dez. 2014.
- PORTAL BRASIL. Agricultura familiar produz 70% de alimentos do País, mas ainda sofre na comercialização. Agência Brasil, 2011.
- REICHARDT, K.; TIMM, L. C. **Solo, Planta e Atmosfera**: conceitos, processos e aplicações. Barueri: Manole, 2004.
- SÁ, R. L. **WWF-Brasil**. 2008. Disponível em: <[www.biodiversidadebrasil.com.br](http://www.biodiversidadebrasil.com.br)>; Acesso em: 12 de out. 2017.
- SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; OLIVEIRA, J. B.; COELHO, M. R.; LUMBRERAS, J. F.; CUNHA, T. J. F. **Argissolos**. In: \_\_\_\_\_. (Eds.) **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2. Ed., v. 1. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 2006, p. 101-118.
- SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; OLIVEIRA, J. B.; COELHO, M. R.; LUMBRERAS, J. F.; CUNHA, T. J. F. **Introdução**. In: \_\_\_\_\_. (Eds.) **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2. Ed., v. 1. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 2006, p. 29-31.
- SANTOS, H. G.; ZARONI, M.J.; ALMEIDA, E. P. C. **Argissolos Vermelhos**. Rio de Janeiro: EMPRAPA Solos, 2007. Disponível em: <[http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos\\_tropicais/equipe\\_editorial.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos_tropicais/equipe_editorial.html)>. Acesso em: 11 de jun. 2017.
- SILVA, D. C. da; SILVA, M. L. N.; CURI, N.; OLIVEIRA, A. H.; SOUZA, F. S. de.; MARTINS S. G.; MACEDO R. L. G. Atributos do solo em Sistemas Agroflorestais, cultivo convencional de floresta nativa. **Revista de Estudos Ambientais**, Blumenau, v. 13, n. 1, p. 77-86, jun. 2011.
- STORK, N. E.; EGGLETON, P. Invertebrates as determinants and indicators of soil quality. **American Journal of Alternative Agriculture**, v. 7, n. 1-2, p. 38-47, 1992.
- TEIXEIRA, C. C. I.; HOFFMANN, M.; SILVA-FILHO, G. Comunidade de Coleoptera de solo em remanescente de Mata Atlântica no estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Biota Neotrópica**, São Paulo, v. 9, n. 4, p. 91-95, 19 nov. 2009.
- VEZZANI, F. M. **Qualidade do sistema solo na produção agrícola**. 2001. 195f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul.
- WINK, C; GUEDES, J. V. C.; FAGUNDES, C. K.; ROVEDDER, A. P. **Insetos edáficos como indicadores da qualidade ambiental**. Dissertação (Doutorado em Zootecnia). Revista de Ciências Agropecuárias, v. 4, p. 60-71, 2005.

ZORZENON, F.J.; CAMPOS, T.B. de **Controle de caracóis e lesmas em hortaliças e plantas ornamentais.** 2009. Artigo em Hypertexto. Disponível em: <[http://www.infobibos.com/Artigos/2009\\_1/Caracois/index.htm](http://www.infobibos.com/Artigos/2009_1/Caracois/index.htm)>. Acesso em: 30 de out. 2017.