

UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE PALMAS
CIÊNCIAS DO AMBIENTE

SISTEMAS AGROFLORESTAIS: PRIMEIRAS AVALIAÇÕES NO ESTADO DO
TOCANTINS

GELMA DA PENHA ARAÚJO

Dissertação apresentada à
Universidade Federal do Tocantins,
Campus Universitário de Palmas, para
a obtenção do título de Mestre em
Ciências, Área de Concentração:
Ciências do Ambiente.

PALMAS

Estado do Tocantins – Brasil

2006

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS

CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE PALMAS

CIÊNCIAS DO AMBIENTE

SISTEMAS AGROFLORESTAIS: PRIMEIRAS AVALIAÇÕES NO ESTADO DO
TOCANTINS

GELMA DA PENHA ARAÚJO

Engenheira Agrônoma

Orientador: Prof. Dr. Leonardo Santos Collier

Co-Orientador: Prof. Dr. Marcos Antônio de Lima Bragança

Dissertação apresentada à
Universidade Federal do Tocantins,
Campus Universitário de Palmas, para
a obtenção do título de Mestre em
Ciências, Área de Concentração:
Ciências do Ambiente.

PALMAS

Estado do Tocantins - Brasil

2006

UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE PALMAS
CIÊNCIAS DO AMBIENTE

SISTEMAS AGROFLORESTAIS: PRIMEIRAS AVALIAÇÕES NO ESTADO DO
TOCANTINS

GELMA DA PENHA ARAÚJO

COMISSÃO JULGADORA

Prof. Dr. Leonardo Santos Collier/ PGCIAMB
Presidente

Prof. Dr^a Karin Ferreto Santos Collier- UNIRG
Membro

Prof. Dr. Fábio Luiz de Oliveira- UFVJM
Membro

PALMAS

Estado do Tocantins - Brasil

2006

*À minha querida família pelo amor,
incentivo e compreensão
nas horas difíceis,
DEDICO.*

AGRADECIMENTOS

Nossa!!!! Não acredito, TERMINEI...!!!

Só quem já passou por uma experiência como essa de escrever uma tese ou dissertação (ou que acompanharam de perto, meus pais que o digam!) sabe dizer o real significado dessa frase cheia de emoção, gratidão e com cheirinho irresistível de conquista! Mas é um trabalho fruto da contribuição de várias pessoas, vários co-autores que estiveram comigo em cada fase diferente dessa longa caminhada. Então merecem mais do que um agradecimento. Gostaria de dar um abraço coletivo e em conjunto dizer em alto e bom som: **TERMINAMOS!!!!!!** E claro prestar minha homenagem a vocês meus companheiros de jornada. E em primeiríssimo lugar ao autor e consumidor da minha fé:

Ao meu grande Deus por me dar força e coragem, proteção nas minhas inúmeras viagens e por me guiar mesmo quando minhas escolhas não foram o Ele planejou pra minha vida. Deus o Senhor é “meu grande refúgio e fortaleza”.

Aos meus pais Geraldo e Geni e as minhas queridas irmãs Gilmara e Geovana por me suportarem, motivarem e principalmente por pedirem muito a Deus que me desse a força necessária para concluir este trabalho.

À Universidade Federal do Tocantins, onde me formei e que agora me faz mestre! Também meu sincero agradecimento a todos que lutaram pela universidade pública e gratuita facilitando a vida e a capacitação profissional dos filhos dessa terra.

Ao Campus Universitário de Gurupi por permitir o uso dos Laboratórios Química e Física dos Solos e Entomologia .

Ao Doutor, Professor, Orientador e grande Mestre Leonardo Santos Collier, pela compreensão, apoio incondicional e por acreditar no meu potencial. A você meu professor que foi mais que um orientador, acima de tudo um grande amigo, meu muuuuuuuuuuito obrigada!!

Ao professor Dr. Marcos Antonio de Lima Bragança pela orientação meu reconhecimento e gratidão.

Aos professores Rafael (de Porto Nacional) Joenes Mucci e ao amigo e também professor Rodrigo Fidelis pelo apoio nas análises estatística, como poderia esquecer...

Aos professores do Curso de Mestrado em Ciências do Ambiente por serem facilitares do conhecimento adquirido nos dois anos de Curso e aos colegas do Curso de Mestrado, pela amizade e motivação.

A minha tia Maria Gercina da Penha essa pessoa maravilhosa que me ajudou nos momentos de grandes lutas e desafios, a você tia querida só Deus pagará a liberdade que você me ajudou a conquistar, obrigada pelo constante carinho, apoio e dedicação;

Aos meus primos: Fernando Rodrigues, Millena Reis da Penha e Aurenice Rodrigues, pela convivência, por suportar meus rompantes e pelo grande apoio naquelas “horas” durante meu primeiro ano de Curso.

A Associação dos Pequenos Agricultores do Bico do Papagaio – APATO pelo trabalho desenvolvido com agricultura familiar e acolhida durante o período de pesquisa.

A OCA Brasil pelo apoio, acolhida e pelo trabalho realizado com a divulgação da Agrofloresta e do viver natural (comidinha vegetariana deliciosa que tive o privilégio de apreciar) e principalmente pelo trabalho dedicado a proteção da fauna e da biodiversidade.

Aos amigos de Esperantina pela acolhida, em especial ao Sr. Francisco da Silva “Chico” e ao Sr. “Baixinho” por permitir o estudo em sua propriedade e ser um dos adeptos da agrofloresta.

Ao colega Carlos André Oliveira, por ajudar na identificação dos insetos, pelas noites mal dormidas até as madrugadas no laboratório, os finais de semana sem ver a Janaína para ficar comigo e as formigas e principalmente pela acolhida em sua casa-república, sem contar nos almoços que fazia questão de cozinhar pra nós, por isso e muito mais... obrigada amigo!!;

Aos amigos que fiz em Canuanã por apoiar meu crescimento profissional e pessoal durante o tempo que trabalhamos juntos, em especial agradeço a Arlete, Nilza, Graciete, Kátia, Márcia, Sandra e a ninguém mais que você minha amiga Andréia (Déia) que hoje está tão longe... buscando novos horizontes! Obrigada mesmo pessoal!

Aos novos amigos de Porto Nacional Darcy e Antônio por agüentarem minhas lágrimas nos momentos de desânimo, desânimos estes que acontecem quando lutamos com o desconhecido ou quando à vontade de desistir bate a nossa porta, porém os amigos estão aí para nos apoiar e contribuir na escalada da nossa montanha, obrigada gente!!!

E aqui o meu agradecimento às pessoas que não foram citadas, não que não sejam importantes é que foram tantas pessoas que não caberiam nesta página e porque sua contribuição não foi tão específica ela foi tridimensional, eu diria. Este parágrafo é só seu, dedicado a você, que sabe que contribuiu e que também está muito feliz com a nossa vitória! Meu muito obrigada a você!

A todas essas pessoas, não há realmente como agradecer. Agradecer é pouco. Tenho, sim, muito o que comemorar com fechamento desse nosso trabalho, guardando por todos os sentimentos mais nobres que um ser humano poder vir a ter. Ainda que seja pouco, a todos, o meu MUITÍSSIMO OBRIGADA.

***“A MENTE QUE SE ABRE PARA UMA NOVA IDÉIA NUNCA VOLTA AO SEU
TAMANHO ORIGINAL”.***

(ALBERT EINSTEIN)

SUMÁRIO

SUMÁRIO.....	8
RESUMO.....	9
ABSTRACT.....	10
<u>INTRODUÇÃO GERAL.....</u>	<u>11</u>
<u>2. REVISÃO DE LITERATURA.....</u>	<u>15</u>
<u>2.1 SISTEMAS AGROFLORESTAIS -SAF's.....</u>	<u>18</u>
<u>2.2 ASPECTOS DO MEIO FÍSICO EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS:</u>	
<u>FERTILIDADE DO SOLO.....</u>	<u>22</u>
<u>2.4 ASPECTOS BIÓTICOS EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS: MIMERCOFAUNA</u>	
<u>DO SOLO.....</u>	<u>26</u>
<u>2.4.1 Diversidade em Agroecossistemas.....</u>	<u>26</u>
<u>2.4.2 Diversidade de Espécies e Fragmentação de Florestas.....</u>	<u>29</u>
3. ASPECTOS DO MEIO FÍSICO EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS:	
FERTILIDADE DO SOLO.....	33
RESUMO.....	33
ABSTRACT.....	34
<u>3.1 INTRODUÇÃO.....</u>	<u>35</u>
<u>3.2 MATERIAIS E MÉTODOS.....</u>	<u>37</u>
<u>3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</u>	<u>39</u>
<u>3.4 REFERÊNCIAS.....</u>	<u>57</u>
4. ASPECTOS BIÓTICOS EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS: MIMERCOFAUNA	
DO SOLO.....	61
RESUMO.....	61
ABSTRACT.....	62
<u>4.1 INTRODUÇÃO.....</u>	<u>63</u>
<u>4.2 MATERIAIS E MÉTODOS.....</u>	<u>65</u>
<u>4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</u>	<u>68</u>
<u>4.6. REFERÊNCIAS.....</u>	<u>73</u>
5 CONCLUSÕES.....	77
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	78
7. REFERÊNCIAS.....	80

RESUMO

O Sistema Agroflorestal (SAF) possui uma dinâmica diferente dos demais tipos de cultivos por consorciar plantas e árvores em uma mesma área o que confere a esses plantios maior acúmulo de matéria orgânica e serapilheira interferindo na fertilidade do solo.

Neste trabalho foi realizado um estudo verificando a fertilidade do solo e a diversidade da mimercofauna do solo em três sistemas: sistema agroflorestal, sistema de mata nativa e sistema de lavoura de subsistência. O delineamento foi inteiramente casualizado com 10 repetições para as coletas de solo e da mimercofauna e 4 repetições para coleta da serapilheira

Para a análise dos parâmetros de fertilidade foi realizada a coleta do solo nos meses de março (período chuvoso) e setembro (período seco), em três profundidades: 0–10 cm, 10–20 cm e 20–40 cm. Foi determinado o pH dos solos, os teores de Al, H+Al, Ca+Mg, P, K, matéria orgânica. Foi analisada a produção de matéria seca/hectare de serapilheira nos períodos chuvoso e seco. Para coleta das formigas foram distribuídas 10 armadilhas de solo nos períodos chuvoso e seco. As formigas foram identificadas em morfoespécies e realizada a análise da diversidade pelo método de Shannon.

Os valores dos parâmetros de fertilidade do sistema agroflorestal foram tão expressivos quanto aos valores encontrados na mata, enquanto valores maiores encontrados na lavoura foram atribuídos a aplicação de fertilizantes químicos. Os teores de matéria orgânica nos sistemas estudados demonstraram que o sistema agroflorestal manteve teores semelhantes aos da mata, considerada como testemunha neste tratamento. A deposição de serapilheira e a matéria orgânica desempenham um papel importante na sustentabilidade ambiental no manejo de solos agrícolas.

O número de morfoespécies de formigas nos sistemas estudados, nos diferentes períodos de coleta, os tipos de sistemas e a relação entre estes dois fatores não apresentaram diferença significativa. O sistema de mata apresentou maior diversidade e equitatividade quanto ao número de morfoespécies nos dois períodos de coleta. O sistema de lavoura apresentou maior diversidade que o SAF e menor diversidade que a mata.

Palavras-chaves: Sistema agroflorestal, fertilidade do solo; diversidade de formigas.

ABSTRACT

The Agroforestry System (SAF) has a different dynamic of the other types of cultivation for joining plants and trees in one same area what it confers to these agroecosystem a bigger accumulate of organic and litter fall substance intervening in the fertility of the ground.

In this work it was made a study verifying the fertility of the ground and the diversity of mimercofauna of the ground in three systems: agroforestry system with six years of implantation, native bush system and farming subsistence system. The delineation was entirely made by casuality whit 10 repetitions for the collections of ground and mimercofauna and 4 repetitions for collection of the litter fall.

For the analysis of the fertility parameters it was carried through the collection of the ground in the months of March (rainy period) and September (dry), in three depths: 0-10 cm, 10-20 cm and 20-40 cm had been determined pH of ground, the texts of Al, H+Al, Ca+Mg, P, K, organic substance. It was collected the litter analyzing the production of dry matter per hectare in the rainy and dry periods. For collection of the ants 10 ground traps had been distributed in rainy and dry the periods. The ants had been identified in morfospecies and carried through the analysis of the diversity for the method of Shannon.

The values of the parameters of fertility of the agroforestry system was as expressive as to the values found in the bush, while bigger values found in the farming had been attributed the chemical fertilizer application. The intent of organic substance in the studied systems showed that the agroforestry system kept similar intents to the ones of the bush, considered the witness in this treatment. The biggest deposition of litter and the organic substance found play an important role in the ambient sustentability in the agricultural ground handling.

The number of the morfoespecies of the ants in the studied systems, in the different periods of collection, the types of systems and the relation between these two factors had not presented significant difference. The bush system presented greater diversity and equitativity in relation to the number of morfospecies in the two periods of collection. The farming system presented greater diversity of the SAF. Probably a bigger settling of morfospecies in this system there was an influence of the proximity of the farming system propitiating.

Keys- words: Agroforestry system, soil fertility, ants diversity

INTRODUÇÃO GERAL

O desenvolvimento tecnológico da agricultura, sobretudo depois da segunda metade do século, permitiu a incorporação de um conjunto de tecnologias que aumentaram a produção e a produtividade das atividades agropecuárias com vários transtornos ambientais, como degradação e escassez dos recursos naturais (ELHERS, 1999).

O plantio em grande escala, com uso de monoculturas, pesticidas, máquinas e implementos agrícolas, trouxe como conseqüências à contaminação do solo e de recursos hídricos, erosão, êxodo rural e desigualdade social. As conseqüências dessas ações, ou seja, essas intervenções humanas, segundo Altieri (1992) resultaram numa quantidade de custos ambientais e sociais indesejáveis.

O atual modelo de cultivo do solo, empregado na agricultura enfrenta desafios, principalmente em relação à sustentabilidade do sistema de manejo. A adoção das práticas oriunda da Revolução Verde (pacotes tecnológicos) conduziu, principalmente, ao desequilíbrio ambiental (MARTINS *et al.*, 1990).

Por outro lado, a agricultura migratória marcada pela rotação de pequenas áreas, cultivadas por 2 a 4 anos e intercaladas por longos períodos de descanso (10 a 20 anos), está diminuindo a produção, já que os períodos de recuperação se tornaram cada vez menores e a produtividade decrescente (GOSTSH, 1996). Além disso, as melhores áreas foram aos poucos destinadas à implantação das monoculturas e áreas de pastagens.

A crescente preocupação com as questões ambientais e os impactos oriundos dos plantios tecnificados, tem conduzido ao retorno das práticas menos agressivas de cultivo do solo. Dentre elas o sistema agroflorestal tem sido uma alternativa utilizada inicialmente no norte do país consorciando plantios florestais introduzindo espécies anuais nos primeiros anos, seguidas de frutíferas semi-perene e por fim as madeiráveis os quais ainda podem ser consorciados com animais.

Dessa forma, o Sistema Agroflorestal (SAF) ou Agrofloresta é o termo dado a prática intencional da otimização de uso do solo combinando elementos de culturas anuais e perenes com elementos florestais, simultaneamente ou em seqüência, todos em uma mesma área (GLIESSMAN, 2001).

O cultivo de agrofloresta em pequenas áreas favorece o plantio consorciado de plantas de ciclo curto, de consumo mais imediato ao mesmo tempo em que proporciona a regeneração da área pela permanência do conteúdo arbóreo.

Nessas condições é necessária a compreensão dos mecanismos de conservação de nutrientes nas florestas que permitam sua exploração, e também a implantação de sistemas de produção vegetal sustentáveis, especialmente os de sistemas agroflorestais que formam uma estrutura semelhante às de vegetação natural (LEÃO & ANGEL, 2004; RODRIGUES, 2004; GOMES, *et al.*, 2000).

A diversidade da vegetação é apontada como responsável pela variabilidade da camada orgânica no solo (serapilheira), pois quanto mais diversa for a comunidade vegetal maior a heterogeneidade da serapilheira, que apresentará um maior número de nichos a serem colonizados, resultando em uma maior diversidade da fauna do solo. A fragmentação do material vegetal da serapilheira é uma das funções mais importantes desempenhadas pela fauna do solo (CORREIA & ANDRADE, 1999). Por isso, na definição da sustentabilidade de sistemas de produção, exige-se que se considere o papel da fauna no comportamento dos solos (ASSAD, 1997).

Existem algumas espécies de organismos do solo que se alimentam de tecido vegetal em decomposição, contribuindo para a fragmentação da matéria orgânica. Estes organismos fragmentam o material vegetal, não somente através de sua atividade alimentar, mas também devido a sua intensa movimentação na superfície do solo, levando a uma redução no tamanho de suas partículas e alterando marcadamente as características físicas do mesmo. A movimentação de alguns grupos, como: besouros, minhocas, cupins e formigas, levam inicialmente a um aumento na porosidade dos solos e conseqüentemente na capacidade de retenção de água e troca de gases. Eles podem atuar transferindo ou concentrando matéria orgânica e nutriente no perfil do solo e também se mostram capazes de alterar a proporção de argila, areia e silte do solo (FITTHAU & KINGLE, 1973; VASCONCELOS, 1998).

Ao avaliar as grandes questões abordadas: biodiversidade, preservação de espécies e manutenção de ecossistema, o solo surge com destaque dentre as preocupações. Na verdade, pode-se dizer que tudo começa e termina no solo (VASCONCELOS, 1998). Assim, devido à estreita associação da comunidade da

entomofauna e a fertilidade do solo em Sistemas Agroflorestais, provavelmente haverá maior diversidade de formigas e melhor qualidade de solo em termos de fertilidade indicando a preservação das áreas utilizadas quando comparada com monoculturas.

O objetivo deste trabalho foi conhecer a fertilidade do solo para avaliar as diferenças existentes entre um sistema de uso do solo que é ambientalmente mais adequado e o modo tradicional de ocupação, bem como conhecer a diversidade de morfoespécies de formigas em sistemas agroflorestais, quando comparada a um sistema natural de mata e a um sistema de lavoura de subsistência.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Devido às descobertas científicas e aos avanços tecnológicos entre os séculos XVII a XIX, a agricultura em grande escala tornou-se possível, pondo “fim” aos debates sobre as questões de escassez de alimento. Gliessman (2001) aponta seis práticas básicas que formam o que chamou de “espinha dorsal” da agricultura moderna, ou seja, o pacote tecnológico da agricultura convencional: cultivo intensivo do solo, monocultura, irrigação, aplicação de fertilizantes inorgânicos, controle químico de pragas e manipulação genética de plantas.

Alguns autores como Rosset & Altieri (2002); Ehlers (1999) e o próprio Gliessman (2001) relatam as várias conseqüências socioeconômicas e ambientais provenientes do avanço tecnológico como: destruição de florestas, degradação do solo devido à perda da fertilidade, erosão, desperdício de água, surgimento de pragas, uso intensivo de agroquímicos e perda da diversidade genética das plantas, entre outras.

Essas mudanças chegaram ao Brasil nos anos 1970, e a agricultura brasileira passou pela chamada Revolução Verde, que trouxe consigo o pacote tecnológico que revolucionaria a produtividade através de variedades de vegetais geneticamente

melhoradas, muito exigentes em fertilizantes, agrotóxicos, irrigação, áreas de monocultivos e mecanização agrícola, que passou a representar a agricultura moderna.

A maioria das pesquisas científicas na agricultura convencional são dirigidas para a maximização da produção, enfocando apenas partes dos componentes do sistema agrícola e a avaliação dos resultados é baseada primeiramente no retorno econômico em curto prazo e não na sustentabilidade em longo prazo (GLIESSMAN, 2001).

A agricultura convencional ou moderna, entretanto, trouxe também impactos ambientais de alto custo energético e socioeconômico como: endividamento dos agricultores, desemprego e substituição da mão-de-obra pela máquina, degradação do solo, erosão, assoreamento dos recursos hídricos, contaminação por agrotóxicos dos seres humanos e da água (EHLERS, 1999). O custo ambiental a ser pago por essas atividades não foi considerado. Custo esse que segundo Guevara & Luna (2004) é dado pela relação direta da qualidade e quantidade desses recursos naturais que poderia afetar diretamente o bem-estar da humanidade.

Com a utilização dessas práticas a agricultura familiar foi se colocando nos moldes impostos pela agricultura convencional. O pequeno agricultor passou a desmatar, enleirar e queimar sua área de plantio, para formar pequenas monoculturas, utilizando fertilizantes químicos, sementes melhoradas e demais insumos, ocasionando uma dependência desses subsídios para produzir; tornando a agricultura familiar insustentável em termos econômicos, ambientais e sociais e, neste caso, principalmente pela perda de sua cultura tradicional de plantios múltiplos.

A agricultura itinerante praticada por agricultores tradicionais também não é mais viável, pois, devido à pressão populacional, os períodos de recuperação dos solos tornaram-se cada vez menores, acarretando uma produtividade decrescente (GOSTSH, 1996).

A agricultura sustentável, porém, combinará provavelmente princípios e práticas da agricultura alternativa e da convencional, assim como os novos conhecimentos que surgirão tanto da experiência proveniente dos agricultores como da pesquisa científica, especialmente no campo da Agroecologia.

O paradigma da agricultura sustentável tem duas linhas distintas, com perspectivas drasticamente divergentes: uma que acredita que o atual rumo é desejável através da adequação de tecnologias com maior eficiência e racionalidade e outra que é inteiramente a favor das mudanças no atual modelo de desenvolvimento tecnológico, e que discute uma mudança do paradigma atual, para um segmento onde agricultura é vista como uma possibilidade de se promover transformações sociais, econômicas e ambientais em todo o sistema agroalimentar (SILVA, 2002).

O que se faz notável, paradigmas à parte, é que a agricultura é uma atividade sustentável de acordo com a manutenção das características naturais dos sistemas agroecológicos. As várias interações ecossistêmicas se traduzem através da manutenção da fertilidade do solo, pela interação dos componentes bióticos presentes, pela melhoria da qualidade de vida da população consumidora dos produtos alimentares livres de resíduos tóxicos e pela manutenção econômica dos pequenos produtores que utilizam a agricultura para subsistência.

No entanto, as conseqüências negativas do modelo convencional, têm incentivado a busca por alternativas sustentáveis que se configura na ciência da

Agroecologia, ciência essa, definida por Altieri (2002) como sendo uma abordagem que incorpora cuidado especial relativo ao ambiente, aos problemas sociais, enfocando não somente a produção, mas também a sustentabilidade ecológica do sistema de produção. Nessas condições faz-se necessária à compreensão dos mecanismos de conservação de nutrientes nas florestas que permitam sua exploração, e também a implantação de sistemas de produção vegetal sustentáveis, especialmente os de sistemas agroflorestais que formam uma estrutura semelhante às de vegetação natural (RODRIGUES, 2004; GOMES *et al.*, 2000).

2.1 SISTEMAS AGROFLORESTAIS -SAF's

Um dos grandes desafios enfrentados pelo homem, na Amazônia e no mundo, é o de promover o desenvolvimento sem agredir a natureza. Uma estratégia seria combinar inovações técnicas com conhecimentos empíricos visando criar alternativas que contribuam para reduzir agravos sócio-econômicos e progresso agroflorestal (EMBRAPA, 1998).

O Sistema Agroflorestal (SAF) é uma alternativa que pode diminuir a necessidade de insumos externos na agricultura, que otimiza os efeitos benéficos das interações intra e interespecíficas e reduz os impactos ambientais da agricultura convencional (DUBOIS *et al.*, 1997).

Percebe-se que dentre as alternativas propostas pela Agroecologia, o Sistema Agroflorestal ou Agrofloresta é um sistema que pode ser manejado para produzir melhor, sem a necessidade de fertilizantes químicos, fazendo um resgate das variedades de sementes tradicionais, empregando várias culturas e árvores em

uma mesma área, promovendo um aproveitamento melhor da área de plantio, (SERRÃO 1995; SMITH *et al.*, 1998).

Em sistemas agroflorestais a compreensão das funções ecológicas do sistema solo-planta é parte essencial para se estabelecer o manejo adequado da dinâmica de nutrientes e, por conseguinte, a sustentabilidade biofísica (LEÃO & ANGEL, 2004).

Existem muitas variações de práticas de Sistemas Agroflorestais, conforme Gliessman (2001): na agrossilvicultura as árvores são combinadas com as culturas, em sistemas silvipastoris, elas são combinadas com animais e, em sistemas agrossilvipastoris, o produtor maneja árvores, culturas e animais. Já Smith *et al.*, (1998) classificaram os SAFs em tradicional e comercial. O tradicional apresenta alta diversidade, maior uso de regeneração natural, grande número de espécies para subsistência. O SAF comercial apresenta baixa diversidade, menor uso de regeneração natural e grande número de espécies para fins de comercialização.

Segundo Veiga & Ehlers (2003) a adoção de sistemas de agrossilvicultura ou agroflorestação, em várias partes do país, demonstraram vantagens econômicas e ambientais em relação aos cultivos convencionais, cuja longevidade depende do emprego elevado de insumos industriais. Estes autores citam também que em quase todas as experiências verifica-se o aumento de matéria orgânica nos solos, a redução da erosão laminar, o aumento da diversidade das espécies. Mielniczuk (1999) confirma o texto acima, dizendo que o teor de matéria orgânica é provavelmente o atributo que melhor representa a qualidade do solo, e que embora seja alterado pelas práticas de manejo, seu declínio no solo, ao longo do tempo, indica algum erro no sistema adotado, como baixa fertilidade, excesso de

revolvimento, erosão acelerada e que, inevitavelmente, conduzirá a exploração agrícola a uma situação insustentável do ponto de vista econômico ou ambiental.

Perdas de solo, carbono orgânico e nutrientes dos sistemas convencionais estimadas para um ano, foram significativamente maiores que as dos sistemas agroflorestais, o que indica maior sustentabilidade ecológica dos SAFs e comprova que eles são capazes de conservar os recursos naturais (FRANCO *et al.*, 2002).

Mafra *et al.*, (1996) ao avaliarem a ciclagem de nutrientes em Sistema Agroflorestal concluíram que o manejo ecológico dos Cerrados depende de sistemas agrícolas que, ao mesmo tempo, minimizem as perdas de nutrientes (erosão, lixiviação), a utilização de insumos externos, privilegiem a reciclagem biológica dos minerais e da matéria orgânica e incrementem a biodiversidade local. Os solos tropicais são em geral muito ácidos e pobres em fertilidade natural. Possuem um alto potencial de lixiviação de nutrientes e de fixação do fósforo. A maior parte das florestas dos trópicos úmidos e subúmidos crescem sobre esses solos. Parte da manutenção dessas florestas depende em algumas fases de desenvolvimento do processo de ciclagem de nutrientes (RODRIGUES, 2004).

Segundo Melo *et al.*, (2004) o sucesso do reflorestamento e da implantação de sistemas agroflorestais depende de informações sobre as espécies que compõem os diferentes arranjos.

No entanto, a fronteira agrícola tem se expandido pelo Cerrado, e em se tratando da agricultura familiar, as características naturais desses solos são agravadas pela utilização do fogo para implantação dos plantios de roça de toco. Segundo Kitamura (1994) na Amazônia ocorre a substituição da floresta por roças com culturas anuais, que são abandonadas após 2 ou 3 anos devido a redução da

fertilidade, considerando que esse situação também é encontrada no Tocantins torna-se relevante a adoção de práticas menos agressivas.

O Sistema Agroflorestal pode ser uma alternativa ao tradicional sistema derruba e queima praticado pelos pequenos produtores de todo mundo, devido às vantagens já apresentadas e por constituírem um sistema de uso promissor para os trópicos, (Lung & Franke apud Franke *et al.*, 1998).

Portanto, abordar a questão de sistemas agrícolas sustentáveis, é conceber as premissas de Altieri (2002) da integração de concepções e métodos de diversas áreas, já que um agroecossistema só pode ser entendido através de diversas disciplinas. Desta forma, para verificar a avaliação desses sistemas faz-se necessário uma abordagem vinculada aos aspectos ecológicos, sociais e econômicos.

Segundo Altieri & Masera (1998) é necessário um conjunto de indicadores socioeconômicos, ecológicos e culturais para a avaliação da viabilidade, adaptabilidade, durabilidade de um projeto. Tais indicadores deverão permitir que sejam comparados em termos de capacidade produtiva adquirida, melhoramentos na qualidade dos recursos locais, preservação ambiental, satisfação das necessidades humanas, distribuição dos benefícios e aumento da autoconfiança regional ou local.

Portanto, existe a necessidade de uma maior compreensão dos nexos entre agricultura, meio ambiente e sociedade, reconhecendo que os estudos sobre o tema se encontram em fase inicial. O resultado evidencia as lacunas metodológicas que permitam compreender e interpretar as relações entre impactos ambientais e agricultura e sua intensificação na agricultura familiar (QUIRINO & ABREU, 2000).

Ainda, conforme estes autores, a escassez de estudos na área tem contribuído para continuidade do uso de práticas agrícolas consideradas hoje degradadoras do ambiente, em decorrência da pouca expressão quantitativa e qualitativa do acervo de tecnologias sustentáveis testadas social, ambiental e economicamente.

No Tocantins, caracterizado pelas condições de solos com baixa fertilidade, ácidos, submetidos a desmatamentos e queimadas e com período de déficit hídrico prolongado verifica-se a necessidade de implementar princípios da sustentabilidade dos agroecossistemas, principalmente em pequenas propriedades do Estado

Os benefícios propostos pelos Sistemas Agroflorestais podem ser uma alternativa viável à agricultura familiar no Tocantins. Devido ao empirismo dessa prática, do pouco conhecimento científico, até mesmo pela contemporaneidade do tema a pesquisa científica é um meio de avaliar a viabilidade desses agroecossistemas.

2.2 ASPECTOS DO MEIO FÍSICO EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS: FERTILIDADE DO SOLO

Normalmente, os sistemas agroflorestais são preconizados como alternativas à monocultura agrícola, visando manter a fertilidade dos solos, melhor aproveitamento do uso dos recursos naturais envolvidos no sistema de produção, e a sustentabilidade.

Alguns parâmetros para verificar a fertilidade do solo são de fundamental importância, determinando a capacidade de um solo fornecer ou não nutrientes necessários à planta nele cultivada. Entre eles pode-se apontar a CTC, ou seja,

capacidade que o solo tem de trocar cátions retidos em sua superfície, através de sua solução, que em solos ácidos se verifica pela soma dos teores de Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , conhecida por soma de bases (MELLO *et al.*, 1983).

O solo apresenta três fases distintas: gasosa, líquida e sólida, sendo esta constituída por material mineral e orgânico. A fase sólida do solo é constituída por diferentes fragmentos minerais de acordo com seu diâmetro, denominadas em conjunto como areia, limo ou silte e argila, sendo esta a fração mineral mais ativa. Atividade esta que compõem as trocas de minerais no sistema solo-planta, (MALAVOLTA *et al.*, 1981).

Outro parâmetro é a acidez do solo, fator que constitui um dos problemas mais importantes para a agricultura em regiões tropicais e subtropicais (DEMATTE, 1988). Merece atenção também o alumínio, pela sua presença em solos tropicais, de um modo geral, quase sempre relacionado com o pH, sobretudo nos Oxisols (solos dominantes nos trópicos), por apresentarem baixos teores de $\text{Ca}+\text{Mg}$ e altos teores de alumínio trocável com uma saturação superior a 50% (SILVA, 1996). Os tipos de acidez do solo dizem respeito aos íons H^+ presentes na solução do solo e aqueles adsorvidos nas partículas coloidais e também os combinados e que podem dissociar-se como alguns que fazem parte de compostos orgânicos com Al. Assim sendo, a primeira denomina-se acidez ativa e a demais acidez potencial ou de reserva (MELLO *et al.*, 1988). As principais limitações de fertilidade dos solos da Amazônia são: a acidez elevada, baixa capacidade de troca de cátions, deficiência de N, P, K, S, Ca, Mg, B, Cu, Zn e também a alta capacidade desses solos para fixar o P aplicado como fertilizante (SANCHEZ & COCHRANE, 1980).

A matéria orgânica do solo é outro fator que constitui um componente importante na fertilidade do solo. Esta exerce múltiplos efeitos sobre as propriedades

físicas, químicas e biológicas do solo, alterando para melhor a fertilidade do solo (SOUZA *et al.*, 2004). Nos solos tropicais, a matéria orgânica se concentra na superfície (0-10 cm), sendo responsável pela maior capacidade de retenção de nutrientes e acumulação de água, em razão de sua elevada atividade coloidal (SILVA, 1996). Além disso, a matéria orgânica exerce função importante sobre atributos físicos do solo como estrutura e aeração, densidade, plasticidade e coesão das partículas do solo. Em agroecossistemas, por exemplo, a densidade das partículas do solo foi menor nos sistemas de uso não mecanizado devido aos maiores conteúdos de matéria orgânica cujo baixo peso específico contribuiu para diminuir a densidade das partículas (SOUZA *et al.*, 2004).

A disponibilidade de nutrientes em um determinado tipo de solo é bastante influenciada não só pelos fatores de formação do mesmo, mas também, pela presença do conteúdo arbóreo presente que participa na ciclagem de nutrientes disponível no sistema, tornando-o mais ou menos produtivo (LEPSCH, 2002). Com o tempo o solo vai perdendo suas características herdadas do material de origem, tornando-se intimamente relacionado com os fatores climáticos e com a vegetação, como acontece nos solos tropicais em maior evidência (SILVA, 1996).

As raízes profundas das árvores podem interceptar os nutrientes que foram lixiviados das camadas superficiais e acumularam-se no subsolo, geralmente fora do alcance do sistema radicular das culturas agrícolas e/ ou pastagens, retorná-las a superfície na forma de serapilheira (RIBASKI *et al.*, 2001). A capacidade das florestas tropicais de subsistir em solos ácidos, com alta diluição de nutrientes e alta saturação de alumínio é um fator determinante na Amazônia, pois caracteriza a maioria dos solos da região, tal condição sugere que o conceito agrônomo de baixa fertilidade, que é útil nos sistemas agrícolas, não compõe o modelo ambiental

que ajude explicar a exuberância em formas de vida e biomassa da floresta tropical (LIMA *et al.*, 2003)

Estudos mostraram que em sistemas agroflorestais implantados para a recuperação de áreas degradadas a análise de solo resultou em acidez média, baixo teor de fósforo, média CTC e boa saturação de bases. Os valores do acúmulo de serapilheira, obtidos foram estimados em 10.165,13 Kg ha⁻¹ e situaram-se na faixa encontrada para florestas tropicais e subtropicais, o que vale inferir que o sistema vem se comportando como uma floresta nativa em termos de dinâmica de serapilheira (ARATO, 2003). A decomposição e a liberação de nutrientes do folheto de espécies florestais nativas em plantios puros e mistos demonstrou que o plantio misto de espécies florestais nativas pode ser um sistema mais adequado do que o plantio puro por proporcionar simultaneamente a maior capacidade em reciclar matéria-orgânica e nutrientes (GAMA-RODRIGUES *et al.*, 2003)

A utilização de gliricídia (*Gliricídea sepium*) e de leucena (*Leucaena leoucocephala*) nas entre linhas do cultivo de mandioca, para incorporação da biomassa em sistemas agroflorestais em Minas Gerais, promoveram valores de Ca+Mg e pH superiores ao da testemunha, a vegetação espontânea das entrelinhas do plantio da leucena e gliricídia, principalmente nas menores profundidades (BARRETO & FERNANDES, 2001).

Na região de mata atlântica no Sul da Bahia, os solos de sistemas agroflorestais apresentaram maior teor de P, principalmente na camada superficial do solo. Nos primeiros cinco centímetros de profundidade, a quantidade de P foi sete vezes maior, sendo quatro vezes na camada de cinco a vinte centímetros e na profundidade de quarenta a sessenta, as quantidades de P da capoeira e da agrofloresta eram muito semelhantes (SILVA, 2000). De maneira geral, os sistemas

agroflorestais são meios de produção que tendem a uma maior diversidade que as monoculturas, o que lhes confere algumas vantagens. A simples existência do componente arbóreo traz inúmeros efeitos positivos sobre a fertilidade do solo, controle da erosão e reciclagem de nutrientes (SILVA, 2000).

2.4 ASPECTOS BIÓTICOS EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS: MIMERCOFAUNA DO SOLO

2.4.1 Diversidade em Agroecossistemas

O impacto negativo que a espécie humana exerce sobre o ambiente, tem levado a necessidade de desenvolver conceitos e estabelecer novos critérios sobre formas de uso dos recursos ambientais.

As formas de agricultura que tendem a minimizar os impactos advindos de tal atividade se fazem pela conscientização da importância dos valores ambientais, econômicos e sociais das florestas, com a utilização de sistemas produtivos sustentáveis, que considerem os aspectos biológicos que compõem os agroecossistemas.

Os agroecossistemas são aqueles que se caracterizam por apresentar como componentes o cultivo de plantas utilizadas para consumo humano e que consideram o meio onde estão inseridas como parte integrante do sistema que se interagem (ALTIERI, 1992).

Em geral os agroecossistemas apresentam quatro características principais: a) diversidade da vegetação dentro e ao redor do agroecossistema, b) da permanência de vários cultivos dentro dos agroecossistemas, c) da intensidade do

manejo e d) e do grau de estabilidade do agroecossistema da vegetação natural (SOUTHWOOD & WAY apud ALTIERI, 1992).

A diversidade da fauna edáfica está relacionada com aos agroecossistemas pela grande variedade de recursos e microhabitats que o sistema solo-serapilheira oferece, gerando mosaico de condições microclimáticas e favorecendo, portanto, grande número de grupos funcionais associados (LAVELLE *et al.*, 1993; LAVELLE, 1996).

A diversidade de espécies, por exemplo, está associada a uma relação entre o número de espécies (riqueza de espécies) e a distribuição do número de indivíduos entre espécies (equitabilidade) (Walker, 1989). Esta definição está explicitada no índice de Shannon-Wiener, que conjugam estas duas variáveis (ODUM, 1988).

O termo biodiversidade ou diversidade biológica tem recebido diversas definições, englobando vários aspectos. A diversidade de insetos está positivamente associada com a diversidade de plantas perenes e negativamente associada com a monocultura de plantas anuais. Então se espera que ambientes de maior complexidade estrutural apresentem maior riqueza de espécies (DEAN & MILTON, 1995)

A abundância e a diversidade de comunidade da fauna dos solos são indicadores da sua qualidade e influenciam a dinâmica da matéria orgânica, a ciclagem de nutrientes e os parâmetros físicos e químicos do ambiente edáfico (BACHELIER apud DIAS *et al.*, 1997).

A presença do conteúdo arbóreo nos SAFs pode contribuir para o processo de restabelecimento da fauna do solo, fator importante para a decomposição de resíduos de plantas. A decomposição da matéria orgânica é amplamente controlada

pela biota do solo, particularmente pela macrofauna (TIAN *et al.*, apud RIBASKI *et al.*, 2001).

O uso intensivo de insumos acarreta um desequilíbrio natural da relação solo, planta e biota. Assim, em experimentos de decomposição da matéria orgânica foi verificado um decréscimo significativo na população de pequenos artrópodos em áreas de manejo intensivo, que utilizou adubação quando comparada com uma área que se utilizaram poucos insumos, o que refletiu diretamente na menor taxa de decomposição da matéria orgânica no sistema em que utilizou muitos insumos (RODRIGUES *et al.*, 1997).

A diversidade vegetal é apontada por Correia & Andrade (1999) como responsável pela variabilidade da camada orgânica no solo (serapilheira), pois quanto mais diversa for a comunidade vegetal maior a heterogeneidade da serapilheira, que apresentará um maior número de nichos a serem colonizados, resultando em uma maior diversidade da fauna do solo. Segundo os mesmos autores, a fragmentação do material vegetal da serapilheira é uma das funções mais importantes desempenhadas pela fauna do solo, particularmente a macrofauna.

Os pequenos artrópodos são importantes e tornam disponíveis os nutrientes nos sistemas de baixo “input”, onde as culturas, em grande parte, dependem de nutrientes liberados de materiais orgânicos ao invés de fertilizantes inorgânicos (RIBASKI *et al.*, 2001).

Para Assad (1997) a definição da sustentabilidade de sistemas de produção exige que se considere o papel da fauna no comportamento dos solos.

2.4.2 Diversidade de Espécies e Fragmentação de Florestas

As florestas tropicais constituem um dos ambientes naturais mais complexos da Terra, sendo sua composição e estrutura determinadas, principalmente, pelo clima, solo, estado sucessional da vegetação e a história natural de cada sítio (HUSTON, 1980; MEGGER *et al.*, 1994). A complexidade destas florestas lhes confere abundância e diversidade de recursos orgânicos e dos microhabitats para a fauna do solo. Na população da fauna do solo das florestas tropicais cupins, formigas e minhocas desempenham um papel muito importante no funcionamento do sistema solo-planta (GRIMALDI, 2000).

Notadamente as ações humanas nas atividades agrícolas são marcadas pela utilização e expansão de novas áreas para implantação de monoculturas e tem se expandido de forma acentuada na área de Cerrado, aumentando as áreas de florestas que são desmatadas com a finalidade de atender aos monocultivos, acarretando áreas fragmentadas de matas nativas ainda existentes.

A fragmentação florestal é um fenômeno amplamente distribuído e associado à expansão de fronteiras de desenvolvimento humano (VIANA *et al.*, 1997). Clareiras nas florestas naturais criadas para agricultura, desenvolvimento urbano e outros propósitos originam paisagens fragmentadas, contendo remanescentes da vegetação natural circundados por habitats com uma matriz de vegetação alterada ou urbanizados (WARBURTON, 1997).

Há perda de espécies provocada pela fragmentação dos ecossistemas, podendo ocorrer, inicialmente, um influxo de espécies para os fragmentos recém formados, que podem funcionar como refúgios. Extinção, dispersão e colonização

são freqüentes até que ocorra o estabelecimento de um novo equilíbrio (LOVEJOY, 1980)

A teoria da biogeografia de ilhas (MACARTHUR & WILSON, 1967) analisou os fatores determinantes da riqueza de espécies em ilhas e enfatizou que muitos dos princípios observados em remotos arquipélagos aplicam-se a habitats insulares no continente. Esta teoria compreende três aspectos fundamentais: o número de espécies por ilha, o tamanho da ilha e a distância da ilha da fonte de colonizadores. Sem considerar a área e a distância, o número de espécies de plantas, ou animais, em equilíbrio sobre qualquer ilha é determinado pelas taxas de imigração e extinção. A relação da taxa de colonização e o número de espécies é função da distância da ilha do conjunto de espécies de colonizadores potenciais. Ilhas próximas terão taxas de colonização maiores do que ilhas mais distantes.

A biogeografia de ilhas prevê, ainda, que existe uma taxa de migração para cada ilha, mas nem todas as espécies que migram sobrevivem, porque ocorrem extinções. A relação entre a taxa de extinção e o número de espécies é uma função da área da ilha, com as ilhas maiores, tendo taxas de extinções menores do que ilhas pequenas. Verifica-se, portanto, que a distância de uma ilha da fonte de colonizadores e seu tamanho têm considerável impacto sobre a relação entre imigração e extinção. De fato, a similaridade entre ilhas e fragmentos florestais circundados por um ambiente modificado por ação antrópica estimulou pesquisas posteriores aplicando alguns dos princípios da biogeografia de ilhas para explicar a riqueza de espécies em fragmentos florestais, (GIMENES & ANJOS, 2003). Porém, Santos *et al.*, (2006), estudando a diversidade de formigas em fragmentos florestais em Minas Gerais, verificaram que o tamanho do fragmento não influenciou na riqueza de espécimes de formigas, supondo que a área tenha pouca influência na

diversidade local de formigas, e sim que características internas na permanência das espécies ou a invasão de espécies das áreas perturbadas é tal, que pode estar se sobrepondo à perda de espécies na área de mata, levando a um aumento na riqueza de espécies nos fragmentos de menor tamanho.

Também existem relatos sobre o aumento na riqueza de espécies em fragmentos, após algum isolamento, como decorrência, provavelmente, de invasões de outras espécies associadas à habitats modificadas adjacentes aos fragmentos (THOMAZINI & THOMAZINI, 2000).

Os insetos são adequados para uso em estudos de condições de preservação, degradação ou de recuperação ambiental, pois além de serem os animais mais numerosos do globo terrestre, apresentam atributos particulares, tais como: riquezas de espécies locais e globais altas, facilidade de serem amostradas padronizadamente, apresentam grande diversidade de espécies e habitats, grande variedade e habilidades de dispersão, para seleção de hospedeiros e de respostas à qualidade de recursos disponíveis, além de sua dinâmica populacional ser altamente influenciada pela heterogeneidade dentro de um mesmo habitat (MACEDO, 2004 ; DIEHL *et al.*, 2005).

Dentre os invertebrados terrestres as formigas possuem estes atributos, bem como pelo fato de terem sua diversidade relacionada com vários outros componentes bióticos, são boas indicadoras de estado de conservação dos ecossistemas terrestres (DIEHL *et al.*, 2005; MAJER, 1983; VASCONCELOS, 1998; SILVA & BRANDÃO, 1999; ALONSO, 2000). Freitas *et al.*, (2002) estudando a similaridade e abundância de Himenóptera em plantios de eucalipto e área de vegetação nativa, verificaram um pequeno número de famílias com grande número de indivíduos nos pontos do eucaliptal, enquanto o interior da mata nativa e sua

borda apresentaram maior número de famílias com menor número de indivíduos. Outros autores demonstraram que a heterogeneidade da vegetação é importante no manejo de pragas florestais. Da mesma forma, maior riqueza de espécies obtida para área de mata, em relação à área de eucaliptal, num estudo comparativo da formicifauna, entre área com plantação de eucaliptal e outra de mata secundária nativa, a riqueza de formigas variou diretamente em função da complexidade estrutural da comunidade vegetal, sendo mais rica em habitats heterogêneos (SOARES *et al.*, 1998; OLIVEIRA *et al.*, 1995).

Oliveira *et al.*, (1995) compararam uma área de mata nativa com uma de eucaliptal e observaram que na mata nativa houve baixa dominância e alta diversidade de espécies, enquanto nos plantios de eucalipto foi observado que houve uma tendência de diminuição de dominância. A diversidade das espécies no eucaliptal aumenta com o crescimento da floresta, evidenciando o fato de que ambientes complexos estruturalmente podem manter maior diversidade, por proporcionar mais sítios de abrigo e nidificação, além da maior oferta e estabilidade de alimento. Em outro estudo, a comparação da riqueza de espécies de formigas entre mata nativa, barreira pedregosa e areia da orla, Diehl *et al.*, (2005) demonstraram que a área de mata nativa apresentou a maior riqueza.

Porém, Coelho & Ribeiro (2006) em estudos realizados em Minas Gerais, sobre os padrões de distribuição das assembléias de formigas e respostas aos tipos estruturais de florestas (mata alta e ecótonos naturais), a área de mata alta apresentou menor média de riqueza e abundância de formigas.

3. ASPECTOS DO MEIO FÍSICO EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS: FERTILIDADE DO SOLO

RESUMO

O Sistema Agroflorestal (SAF) possui uma dinâmica diferente dos demais tipos de cultivos por consorciar plantas e árvores em uma mesma área o que confere a esses plantios maiores acúmulo de matéria orgânica e serapilheira interferindo da fertilidade do solo.

Neste trabalho foi realizado um estudo verificando a fertilidade do solo de sistema agroflorestal (SAF) quando comparada a um sistema natural de mata e a um sistema de lavoura de subsistência. Foi realizada a coleta do solo nos três sistemas nos meses de março (período chuvoso) e setembro (seco), em três profundidades: 0–10 cm, 10–20 cm e 20–40 cm, com 10 repetições. O solo foi seco ao ar, peneirado e levado ao laboratório para determinação do pH (Cloreto de cálcio), P e K (extrator de Mehlich 1), Ca, Mg e Al (extrator KCL1,0 mol/ L) H + AL (determinação da acidez potencial pelo método do acetato de cálcio 0,5 mol L⁻¹ a pH 7,0), Matéria orgânica (Carbono orgânico). Foi coletada também a serapilheira dos três sistemas estudados, analisando a produção de matéria seca por hectare, nos períodos chuvoso e seco.

Os teores de matéria orgânica nos sistemas estudados demonstraram que o sistema agroflorestal manteve teores semelhantes aos da mata, considerada a testemunha neste tratamento. A deposição de serapilheira encontrada no SAF indica a sustentabilidade ambiental em termos de fertilidade dos solos pelo fornecimento de matéria orgânica e ciclagem de nutrientes,

Palavras-chaves: Sistema agroflorestal; fertilidade do solo; serapilheira

ASPECTS OF THE ENVIRONMENT IN SYSTEMS AGROFLORESTAIS: FERTILITY OF THE SOIL

ABSTRACT

The Agroforestry System (SAF) possess a different dynamics of the too much types for joining plants and trees in one same area what it confers to these cultivation bigger The accumulate of organic and serapilheira substance intervening of the fertility of the ground.

In this work the fertility of the ground of agroforestral system was carried through a study verifying (SAF) when compared with a natural system of bush and a system of subsistence farming. (Rainy period) was carried through the collection of the ground in the three systems in the March months and September (dry), three depths .em: 0-10 cm, 10-20 cm and 20-40 cm, with 10 repetitions. The ground was dry to the air, bolted and taken to the laboratory for determination of pH (calcium Chloride), P and K (extracting of Mehlich 1), Ca, Mg and Al (extracting KCL1,0 mol/L) H + AL (determination of the potential acidity for the method of 0,5 calcium acetate mol L⁻¹ pH 7,0), organic Substance (organic Carbon) as EMBRAPA, (1999). The serapilheira of the three studied systems was also collected, analyzing the production of dry substance for hectare, in the periods rainy and dry

The texts of organic substance in the studied systems had demonstrated that the agroforestry system kept similar texts to the ones of the bush, considered the witness in this treatment. The biggest deposition of serapilheira found in the SAF indicates the ambient sustentability in terms of fertility of ground for the supply of organic substance and cycling of nutrients.

Word-keys: Agroforestral system, fertility of the ground, serapilheira

3.1 INTRODUÇÃO

O solo em áreas sob vegetação de transição localizados ao norte do Estado do Tocantins é bem semelhante aos solos de algumas regiões da Amazônia apresentando pH baixo bastante ácido, com baixa capacidade de troca catiônica e baixa saturação de bases, considerados solos pobres, devido ao processo de lixiviação. Além disso, a região Amazônica apresenta um período chuvoso bastante definido (aproximadamente seis meses) o que provoca uma lavagem dos nutrientes (FERREIRA *et al.*, 2001). A análise da fertilidade desses sistemas apresenta características que comprovam a sua baixa fertilidade e que apesar disso é ocupado por uma vegetação bastante exuberante com árvores altas de troncos eretos em uma região com chuvas constantes durante praticamente seis meses do ano. As análises de solo contemplando os teores de alguns macronutrientes e da matéria orgânica pode responder algumas questões ligadas à fertilidade natural que propicia o desenvolvimento da vegetação.

Há uma grande preocupação quanto à tendência a formação de crostas, reduzindo sensivelmente a infiltração, ocasionado perdas por erosão e decréscimo da fertilidade dessas áreas pela retirada das árvores, principalmente devido à textura arenosa desses solos. Essas crostas e a redução da porosidade foram também observadas em solos arenosos no Sul do Pará (DEMATTE, 1998).

Os avanços das fronteiras agrícolas e pecuárias ocasionam a devastação de grandes áreas para a implantação das mesmas, altos custos principalmente para a manutenção da fertilidade do solo e conseqüente diminuição das áreas disponíveis para a pequena agricultura familiar tão presente na região norte do Estado do Tocantins. No entanto, o incentivo ao desenvolvimento agropecuário no Estado, tem levado a uma grande preocupação em relação à agricultura familiar que tem áreas

pequenas e a necessidade de utilizar lavouras de subsistência para a manutenção familiar. A baixa fertilidade do solo, a utilização de queimadas para limpar e preparar a área e os baixos recursos financeiros dos pequenos produtores apresenta a necessidade de implantar sistemas produtivos que mantenham a fertilidade do solo e propiciem a subsistência e a conservação dos recursos naturais de uma região tão vasta e diversificada em fauna e flora. Nas áreas tropicais, o sistema agroflorestal pode ser uma alternativa interessante na busca pela sustentabilidade na agricultura, uma vez que apresenta elementos que propiciam aliar a produção e a conservação dos recursos florestais.

O sistema agroflorestal (SAF) é uma alternativa que visa a melhoria da qualidade produtiva do solo onde cultivos anuais crescem juntamente com conteúdo arbóreo na mesma área e ainda podem ser consorciados animais organizados no mesmo espaço e/ou tempo. As áreas que utilizam sistemas agroflorestais provavelmente são mais sustentáveis que áreas de monoculturas porque apresentam maior diversidade de espécies semelhantes às florestas, mantendo a fertilidade do solo através da matéria orgânica. No entanto, faltam informações sobre melhoria da fertilidade do solo pela adoção desses sistemas na região norte do Estado. O objetivo desse trabalho foi verificar a fertilidade do solo sob sistema agroflorestal, quando comparada a um sistema natural de mata nativa e a um sistema de lavoura de subsistência.

3.2 MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi realizado entre os meses de março e setembro de 2005 em uma propriedade rural inserida no projeto de assentamento denominado PA Tobata localizado a seis quilômetros do município de Esperantina-TO, a 5°22'30" de latitude Sul e 48°37'30" de longitude Oeste. A região apresenta clima úmido, com pequena deficiência hídrica, vegetação classificada como Floresta Ombrófila aberta, que representa uma área de transição entre floresta Amazônica e Cerrado, caracterizando-se pela diminuição gradativa da densidade de recobrimento, temperaturas elevadas, com médias anuais de 28°C, com solos de baixa fertilidade e ácidos (Seplan, 1999).

Nesta propriedade o SAF estava em plena produção e o produtor já comercializava os produtos desse sistema. O SAF era caracterizado pelo consórcio da palmeira nativa conhecida como babaçu (*Orrbignya speciosa*), pelas espécies frutíferas cupuaçú (*Theobroma grandiflorum*), limão (*Citrus limonum*) e acerola (*Malpighia emarginata*). Próximo ao SAF, cerca de 114 metros, havia uma área de vegetação nativa (Mata) e uma área cultivada (Lavoura). A área de mata apresentava espécies vegetais variadas de grande porte e alta produção de serapilheira. A área da lavoura media aproximadamente um hectare e apresentava restos culturais de arroz e milho. No período da coleta havia apenas cultura da mandioca. A mata serviu como testemunha para o tratamento, localizada a sete metros da área de lavoura e a 114 metros do SAF.

Foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado (os pontos de coleta foram designados por processo aleatório) com dez repetições para as análises de solos e quatro repetições para a produção de serapilheira.

Os tratamentos estudados foram:

1. Sistemas Agroflorestal, caracterizado pelo consórcio de árvores nativas, palmeira babaçu, e espécies frutíferas, cupuaçu, limão e acerola.
2. Área de Mata Nativa com 343 metros de comprimento e 346,4 m de largura, com árvores de grande porte, contemplando espécies nativas da região.
3. Área de Lavoura de Subsistência, plantada há 02 anos consecutivos com arroz (*Oryza sativa*), milho (*Zea mays*) e mandioca (*Manihot sculenta* Crantz).

Em março de 2005 foi realizada a primeira coleta de solo, correspondendo ao período chuvoso, em três profundidades: 0–10 cm, 10–20 cm e 20–40 cm, com 10 repetições. O solo foi seco ao ar, peneirado e levado ao laboratório para determinação do pH (Cloreto de cálcio), P e K (extrator de Mehlich 1), Ca, Mg e Al (extrator KCL1,0 mol/ L) H + AL (determinação da acidez potencial pelo método do acetato de cálcio 0,5 mol L⁻¹ a pH 7,0), Matéria orgânica (Carbono orgânico) conforme EMBRAPA, (1999).

Foram coletados também a serapilheira dos três sistemas estudados. Em cada sistema foram escolhidos quatro pontos aleatoriamente e coletados a serapilheira em uma área de 1 m². O material foi acondicionado em saco de papel e posteriormente seco e pesado, verificando estimativa de produção de matéria seca por hectare. O mesmo procedimento foi realizado em setembro de 2005 correspondendo aos dados obtidos no período seco. Os resultados obtidos foram submetidos a análise de variância e as respectivas médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3. 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises do pH dos solos nos sistemas estudados (Tabela 1) apresentaram pH mais elevado na primeira camada (0–10 cm) no sistema de lavoura e valores mais baixos para o sistema agroflorestal e mata. O pH mais elevado da lavoura não apresentou diferença significativa em relação ao SAF. Na lavoura esse resultado provavelmente tenha ocorrido devido à correção do pH através da calagem ou devido à queima realizada antes do plantio. Segundo Fernandes (1999) a utilização da queima para a limpeza das áreas, também aumenta significativamente o pH do solo após o desmatamento. O pH do SAF mais elevado que o da mata provavelmente esteja relacionado à produção de matéria orgânica que favorece a disponibilidade de nutrientes capazes de melhorar a acidez do solo na camada superficial. Para a camada de 10-20cm (Tabela 1), não houve diferença significativa do pH entre os sistemas, mesmo com o sistema de lavoura apresentando um pH mais elevado, esses resultados provavelmente ocorreram devido aos teores de cálcio provenientes do processo de calagem que alteram a acidez do solo. Na camada de 20-40 cm o pH do SAF não diferiu do pH da lavoura e o pH da mata, mesmo sendo o mais baixo entre os sistemas na mesma camada, não diferiu do pH do SAF.

No período seco, também na Tabela 1, o sistema de lavoura apresentou pH mais elevado que os demais sistemas na primeira camada, porém não houve diferença significativa entre lavoura e SAF nessa camada. Já a mata apresentou o pH mais baixo, porém não diferiu do SAF. O SAF tem apresentando, portanto, um pH mais semelhante ao da mata que o sistema de lavoura. Nas camadas seguintes não houve diferença significativa entre os sistemas.

Estudos sobre acidez concluíram que o pH abaixo de 4,5 normalmente interfere na disponibilidade de nutrientes e conseqüentemente indica condições desfavoráveis ao crescimento vegetal. O solo fica, portanto, pobre em Ca e Mg principalmente com alto teor de alumínio, alta fixação de fósforo e deficiência de micronutrientes e/ou excesso de sais (BRADY 1983; TOMÉ JR. 1997).

As medidas de pH nos diferentes sistemas não apresentaram muita variação entre as camadas, porém, foi observado que há uma tendência a acidificação do solo nas camadas mais profundas. Marquez *et al.*, (2004) encontraram resultados semelhantes analisando um Latossolo Amarelo sob sistema agroflorestal na região Amazônica medindo o pH do solo em CaCl_2 , confirmando a forte acidez das camadas. Já Moreira & Costa (2004) observaram uma diminuição do pH do solo em profundidade em áreas reflorestadas da Amazônia. Porém, estes resultados diferem de Ferreira *et al.*, (2001) que observam que em áreas de fragmentação de floresta em Latossolo Amarelo álico ocorreu um aumento do pH em profundidade. O sistema de mata não apresentou variação do pH nas diferentes camadas tanto no período seco como no chuvoso. Segundo Primavesi (1994) a matéria orgânica humificada em solos ácidos contribui para a formação de pH mais favorável às plantas. A matéria orgânica possui também uma propriedade denominada poder tampão, que é a resistência que uma substância possui contra uma mudança brusca de pH.

Tabela 1- Variação do pH em solos coletados em sistema agroflorestal, mata e lavoura, em dois períodos do ano, no Município de Esperantina-TO.

Período Chuvoso			
SISTEMAS	0 – 10	10 – 20	20 - 40
SAF	4,0 a	3,8 a	3,8 ab
Mata	3,5 b	3,5 a	3,5 b
Lavoura	4,1 a	4,1 a	4,0 a
Cv	8,8	14,5	7,1
Período Seco			
SISTEMAS	0-10	10 – 20	20 – 40
SAF	4,1 ab	3,9 a	3,9 a
Mata	3,8 b	3,8 a	3,8 a
Lavoura	4,2 a	4,0 a	3,9 a
Cv	7,7	6,4	5,0

*Cv: coeficiente de variação

*Os valores representam médias de dez repetições. Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste “Tukey” ($p < 0,05$).

A análise do teor de Al (Alumínio) durante o período chuvoso (Tabela 2) demonstrou menores valores no sistema de lavoura na primeira camada (0-10 cm). A menor quantidade de Al disponível para esse sistema implica na saturação deste pelo Ca da correção realizada antes do plantio. Na mata e no SAF as análises não indicaram diferença significativa entre sistemas. Na camada de 10-20 cm não houve diferença entre os sistemas analisados.

No entanto, na terceira camada (20-40 cm) foi observada uma diferença significativa do teor de Al no SAF em relação à mata e a lavoura. O teor de alumínio encontrado foi bem menor nesta profundidade, podendo estar relacionado à ação do sistema radicular liberando exsudados orgânicos capazes de neutralizar a toxidez do alumínio. O sistema de lavoura apresentou tendência à saturação por Al ao longo

das camadas semelhantemente ao sistema de mata. Bernardes *et al.*, (2000) verificaram que o solo de um sistema agroflorestal, após 16 anos da sua implantação, havia recuperado os teores de matéria orgânica e a CTC semelhantes ao encontrado na cobertura original (floresta). Desta forma, a cobertura vegetal encontrada no SAF tem conseguido disponibilizar maior quantidade de nutrientes e isso pode afetar o teor de alumínio e torná-lo menos tóxico.

Uma das vantagens mais conhecidas da agrofloresta é o seu potencial para conservar o solo e manter sua fertilidade e produtividade. As espécies arbóreas, normalmente por possuírem raízes mais longas que exploram maior volume de solo, são capazes de absorverem nutrientes e água que os cultivos agrícolas não conseguiriam, uma vez que, geralmente, suas raízes absorventes estão concentradas na camada superior do solo até 20 cm de profundidade (MÜLLER, 2002).

Ainda na Tabela 02, foi observado que teor de alumínio no período seco foi maior em profundidade nos três sistemas avaliados na seqüência Mata>SAF>Lavoura. Na última camada de 20-40 cm no SAF o teor de alumínio não diferiu da lavoura, porém a lavoura apresentou os menores teores de alumínio ao longo das camadas. No período seco houve maior acúmulo de Al em profundidade no SAF resultados semelhantes foram encontrados por Marquez *et al.*, (2004). Os demais sistemas apresentaram a mesma tendência de acumular alumínio em profundidade.

Tabela 2- Variação do teor de Al^{+3} dos solos coletados em sistema agroflorestal, mata e lavoura, em dois períodos do ano, no Município de Esperantina-TO.

Período Chuvoso			
SISTEMAS	0 – 10	10 – 20	20 – 40
-----mmol.dm ⁻³ -----			
SAF	12,98 a	10,29 a	5,14 b
Mata	10,04 a	12,68 a	14,11 a
Lavoura	2,8 b	10,59 a	10,52 a
Cv	35,17	28,50	39,17
Período Seco			
SISTEMAS	0-10	10 – 20	20 – 40
-----mmol.dm ⁻³ -----			
SAF	7,83 a	10,96 a	12,25 ab
Mata	9,43 a	12,07 a	12,28 a
Lavoura	6,16 a	7,93 a	8,75 b
Cv	42,77	38,56	28,96

*Cv: coeficiente de variação

*Os valores representam médias de dez repetições. Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste "Tukey" ($p < 0,05$).

Na camada superficial de 0-10cm durante o período chuvoso (Tabela 3), o teor de Ca+Mg foi maior no SAF. A mata e a lavoura obtiveram valores semelhantes e não houve diferença estatística entre estes dois sistemas. Na camada subsequente a lavoura apresentou maior quantidade de Ca+Mg, provavelmente proveniente da calagem, porém, não houve diferença significativa em relação ao SAF e este não diferiu em relação à mata. Provavelmente o SAF está recebendo um acréscimo desse nutriente pela presença da matéria orgânica que estaria entrando no sistema. De acordo com Anderson & Spencer (1991) o maior incremento de nutrientes em sistema de florestas pode estar associado à matéria orgânica e as reservas de matéria seca provenientes da serapilheira. Em regiões tropicais, a matéria orgânica tem um papel muito importante na ciclagem de nutrientes.

Na terceira camada (20-40 cm) o teor de Ca+Mg manteve a mesma estabilidade no SAF e na lavoura. O menor valor encontrado foi na mata que utiliza o que produz através da matéria orgânica e serapilheira para sua manutenção. A

análise demonstrou que o SAF, portanto, manteve as características semelhantes à área de lavoura que passou pelo processo de adição de corretivos e fertilizantes.

Durante o período seco houve não diferença significativa entre os sistemas, no entanto, o SAF continuou mantendo um teor mais elevado que o sistema de lavoura e mata que provavelmente está associado a uma reserva nutricional proveniente da matéria orgânica e do acúmulo de resíduos. Os resultados apresentam uma tendência onde se presumi que dentro de uma perspectiva futura o SAF estaria conseguindo manter reservas de Ca+Mg, podendo ocorrer uma melhoria na fertilidade natural desses solos. Porém, as análises de alguns solos na região da Amazônia Central apresentam extrema pobreza desses nutrientes (Ca, Mg, K) e acidez excessiva. (FALCÃO & SILVA, 2004)

Tabela 3- Variação dos teores de Ca+Mg dos solos coletados em sistema agroflorestal, mata e lavoura, em dois períodos do ano, no Município de Esperantina-TO.

Período Chuvoso			
SISTEMAS	0 – 10	10 – 20	20 – 40
	-----mmol.dm ⁻³ -----		
SAF	42,56 a	22,47 ab	21,48 a
Mata	16,00 b	9,09 b	7,87 b
Lavoura	24,44 b	34,20 a	28,97 a
Cv	41,00	69,15	35,16
Período Seco			
SISTEMAS	0-10	10 – 20	20 – 40
	-----mmol.dm ⁻³ -----		
SAF	33,38 a	23,47 a	16,09 a
Mata	21,01 a	15,66 a	14,43 a
Lavoura	29,30 a	16,10 a	13,42 a
Cv	55,60	62,98	48,91

*Cv: coeficiente de variação

*Os valores representam médias de dez repetições. Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste "Tukey" (p< 0,05).

Os dados sobre os teores de H+Al no período chuvoso (Tabela 4) foram menores no sistema de lavoura na primeira camada. Entre o SAF e a mata não

houve diferença significativa entre os valores. Na camada seguinte de 10-20 a mata apresenta maior teor de H+Al, enquanto SAF e lavoura não apresentam diferença significativa entre eles. Na camada de 20-40 cm o SAF apresentou o menor teor de H+Al, enquanto entre a mata e a lavoura não houve diferença significativa.

No período seco, a primeira camada de 10-20 cm, SAF e lavoura não apresentaram diferença significativa e o maior teor encontrado foi na mata. Na camada de 10-20 cm não houve diferença significativa entre os sistemas analisados. Na camada, de 20-40 cm, o SAF não diferiu da mata e a lavoura não diferiu do SAF. Porém, foi observado que houve tendência a redução dos teores de H+Al ao longo das camadas em todos os sistemas estudados. A redução do teor de H+Al, principalmente na lavoura, pode indicar aumento da dependência de insumos para manter a fertilidade do solo. O H+Al fazem parte da acidez potencial e estão diretamente ligados a capacidades de troca catiônica (CTC) do solo, logo, os valores mais elevados indicam a formação de uma maior CTC possibilitando que maiores teores de nutrientes poderiam se tornar disponíveis às espécies vegetais.

No período seco, a lavoura não apresentou diferença significativa em relação ao SAF nos teores de H+Al apresentando tendência a acidez potencial semelhante ao SAF, porém, para o sistema de lavoura isso significa que reduzir a reserva de nutrientes do solo e aumentar a dependência de insumos para continuar a produzir, uma vez que o SAF possui maior diversidade de espécies vegetais e provavelmente a longo prazo produzirá maior quantidade e qualidade de serapilheira e conseqüentemente reserva de nutrientes, enquanto que a monocultura terá comportamento inverso. Essa redução pode ter sido ocasionada pela utilização do fogo, que de maneira imediata favorece as culturas de ciclo curto, porém diminui a capacidade armazenamento de nutrientes por não haver estoque de nutrientes

encontrados nos resíduos, para cultivos subseqüentes, favorecendo o empobrecimento do solo. A queda gradual da produtividade das culturas anuais e, ou, perenes, é reflexo da perda de fertilidade do solo gerada pelo declínio de matéria orgânica e pela deficiência de ciclagem de nutrientes no solo, têm se tornado evidente nos sistemas de agricultura tradicional (MAGALHÃES *et al.*, 2000).

Tabela 4- Variação dos teores de H +Al dos solos coletados em sistema agroflorestal, mata e lavoura, em dois períodos do ano, no Município de Esperantina-TO.

SISTEMAS	Período Chuvoso		
	0 – 10	10 – 20	20 – 40
	-----mmol.dm ⁻³ -----		
SAF	43,71 a	41,10 b	29,26 b
Mata	57,82 a	55,64 a	47,86 a
Lavoura	33,22 b	40,75 b	40,94 a
Cv	27,91	17,94	18,89
SISTEMAS	Período Seco		
	0-10	10 – 20	20 – 40
	-----mmol.dm ⁻³ -----		
SAF	37,41 b	35,76 a	32,62 ab
Mata	56,32 a	45,17 a	37,22 a
Lavoura	36,81 b	34,32 a	27,05 b
Cv	36,55	29,13	24,94

*Cv: coeficiente de variação

*Os valores representam médias de dez repetições. Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste “Tukey” (p< 0,05).

Foi observado que no período chuvoso houve um grande acúmulo de fósforo (P) na lavoura nas três profundidades (Tabela 5), provavelmente devido à adição de fertilizante. Na primeira camada (0-10 cm) o SAF e a mata não apresentaram diferença significativa. Nas camadas seguintes houve diferença significativa nos três sistemas analisados, e o maior acúmulo de P no SAF provavelmente é proveniente da matéria orgânica acumulada nesse sistema. Valores semelhantes foram encontrados em sistema agroflorestal na região Amazônica por Marquez *et al.*, (2004), principalmente na camada superficial. Moreira & Costa (2004), verificaram

que com o reflorestamento em clareiras na floresta amazônica ocasionou aumento gradual dos teores de P e K disponíveis e que na camada de 0-10 cm os teores de P e K disponíveis estão relacionados diretamente ao conteúdo de matéria orgânica. Silva (2000) verificou altos teores de fósforo no solo de um SAF até oito vezes maiores que os encontrados em uma área próxima de capoeira vizinha ao SAF em fase de regeneração.

No período seco, na primeira camada (0-10 cm) a lavoura apresentou diferença significativa em relação aos demais tratamentos. A mata e o SAF não apresentaram diferença significativa entre si. Na camada seguinte os resultados se repetem, porém na camada não houve diferença significativa entre Lavoura e SAF e também entre o SAF e a mata. A manutenção dos teores de matéria orgânica no solo é um fator essencial para a conservação das propriedades físicas, químicas e produção das plantas em solos tropicais (ZECH *et al.*, 1997). A diminuição do teor de P no período seco pode estar associada à exportação pelas plantas. No SAF a cultura predominante foi o cupuaçu e segundo Alfaia & Ayres (2004) estudando o efeito da adubação em cultivares de cupuaçu, puderam observar uma elevada concentração de P nas folhas mostrando a absorção do fósforo por esta cultura. Estudos sobre a absorção do P realizados por Falcão & Silva (2004) mostram que houve um incremento significativo da concentração de P nas folhas da planta com o aumento da dose desse nutriente pela adubação. Assim sendo, a utilização da cultura do cupuaçu poderia supostamente significar um maior aporte de fósforo para as plantas que retornaria ao solo pela serapilheira, fornecendo este nutriente para o sistema.

Tabela 5- Variação dos teores de P dos solos coletados em sistema agroflorestal, mata e lavoura, em dois períodos do ano, no Município de Esperantina-TO.

Período Chuvoso			
SISTEMAS	0 – 10	10 – 20	20 – 40
	-----mg.dm ⁻³ -----		
SAF	13,46 b	14,50 b	11,20 b
Mata	4,71 b	2,00 c	0,96 c
Lavoura	47,93 a	29,86 a	18,55 a
Cv	48,36	21,74	44,97
Período Seco			
SISTEMAS	0-10	10 – 20	20 – 40
	-----mg.dm ⁻³ -----		
SAF	3,63 b	3,07 b	2,03 ab
Mata	4,79 b	2,73 b	1,85 b
Lavoura	8,61 a	4,90 a	2,76 a
Cv	28,97	41,71	34,78

*Cv: coeficiente de variação

*Os valores representam médias de dez repetições. Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste “Tukey” (p< 0,05).

Outro aspecto importante está relacionado ao fornecimento de nutrientes pela decomposição da serapilheira. Segundo Vital *et al.*, (2004) o estudo da ciclagem de nutrientes minerais, via serapilheira, é fundamental para o conhecimento da estrutura e funcionamento de ecossistemas florestais. Parte do processo de retorno de matéria orgânica e de nutrientes para o solo florestal se dá através da produção de serapilheira, sendo esta, considerada a via mais importante de transferência de elementos essenciais da vegetação para o solo.

De maneira geral, os oxisols e ultisols, que predominam nos solos dos trópicos úmidos, são solos altamente lixiviados, possuem baixo teor de bases trocáveis, baixa reserva de nutriente, alto teor de alumínio e baixa disponibilidade de fósforo (SANCHEZ, 1976).

Os teores de potássio (K) no período chuvoso (Tabela 6) na camada de 0-10 cm no sistema de mata apresentaram os maiores valores, juntamente com a lavoura mesmo não havendo diferença significativa entre os estes dois sistemas. O SAF apesar do menor teor encontrado não diferiu do sistema de lavoura. Na segunda camada não houve diferença significativa entre os sistemas. Porém, na terceira camada (20-40 cm) o SAF apresentou uma capacidade de manter os níveis de K semelhantes ao da mata por não apresentar diferença significativa. O conteúdo de K na mata na camada mais profunda foi semelhante à área de lavoura que foi limpa pela queimada da vegetação e recebeu fertilizante no preparo do solo para o plantio.

A utilização da queima favorece o teor de potássio no solo como foi visto no estudo realizado por Sampaio *et al.*, (2003) que observaram o teor de nutrientes nas cinzas provenientes de uma área queimada para plantio de lavoura de arroz encontrando teores de K superiores aos do controle (mata), confirmando os resultados no sistema de lavoura obtidos neste trabalho, para o teor de potássio.

Para o período seco (Tabela 6) foi observado nas duas primeiras camadas que o sistema com lavoura apresentava maior quantidade de K em relação aos outros sistemas. Porém, na terceira camada o maior valor encontrado para o teor de K foi na mata, seguido pela lavoura e pelo SAF. O SAF apresentou menor teor de K disponível havendo grande diferença nos teores encontrados nos três sistemas analisados. A utilização da cultura do cupuaçu no SAF pode estar associada ao baixo teor desse nutriente na camada, uma vez que, Vital *et al.*, (2004) verificaram que o K é um dos elementos mais exportados nas colheitas pelo cupuaçu, principalmente através das cascas. Em outro trabalho, Santos (2003) mostrou o efeito favorável da utilização do resíduo da casca de cupuaçu como fonte de K para as plantas de cupuaçu em consórcios agroflorestais do Projeto RECA em Rondônia.

Assim, a presença do cupuaçu no SAF pode explicar o baixo teor disponível encontrado no solo. A reposição deste elemento provavelmente é realizada através da deposição da serapilheira.

Tabela 6- Variação dos teores de K^{+1} dos solos coletados em sistema agroflorestal, mata e lavoura, em dois períodos do ano, no Município de Esperantina-TO

Período Chuvoso			
SISTEMAS	0 – 10	10 – 20	20 - 40
	-----mmol.dm ⁻³ -----		
SAF	1,02 b	0,64 a	0,35 b
Mata	1,78 a	1,37 a	0,80 ab
Lavoura	1,71 ab	1,41 a	1,19 a
Cv	40,21	66,94	68,01
Período Seco			
SISTEMAS	0-10	10 – 20	20 – 40
	-----mmol.dm ⁻³ -----		
SAF	0,73 b	0,40 b	0,19 c
Mata	0,76 b	0,44 b	0,58 a
Lavoura	1,50 a	0,58 a	0,41 b
Cv	53,04	21,66	20,63

*Cv: coeficiente de variação

*Os valores representam médias de dez repetições. Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste "Tukey" ($p < 0,05$).

A formação da serapilheira avaliada pelo acúmulo da matéria seca foi maior no sistema de lavoura no período chuvoso seguida pela mata e SAF, respectivamente (Tabela 7). O fato de se observar maior formação de serapilheira na lavoura pode estar associado à presença das culturas de ciclo curto implantadas nesse período que deixaram os restos vegetais logo após a colheita (neste caso as culturas do arroz e milho que já tinham sido colhidos). Porém, não houve diferença significativa entre os sistemas analisados. A serapilheira contribui para qualidade da fertilidade do solo e segundo Vital *et al.*, (2004) parte do processo de retorno de matéria orgânica e de nutrientes para o solo florestal se dá através da produção de

serapilheira, assim nota-se os benefícios que o SAF apresenta no período seco por apresentar maior formação de serapilheira (Tabela 7).

No período seco não houve diferença significativa para o acúmulo de matéria seca entre mata e SAF. Porém, nota-se que os valores acumulados de março à setembro são bastante expressivos, pois funcionam como fonte de reserva de resíduos para decomposição e fornecimento de nutrientes pela mineralização da matéria orgânica. Resultados semelhantes foram apresentados por Luizão & Schubart (1987) que observaram maior produção de liteira no período menos chuvoso, de junho a outubro e que a maior parte da decomposição ocorre durante a estação chuvosa. Vital *et al.*, (2004) também encontraram maior acúmulo de serapilheira no final do período seco em floresta semidecidual no Estado de São Paulo. A queda de folhas em florestas tropicais é, de modo geral, contínua, mas variável, apresentando um pico máximo na estação seca (GOLLEY, 1983).

A lavoura foi o sistema que apresentou menor média de acúmulo de matéria seca, no período seco em relação ao SAF, possivelmente porque nesse período já ocorreu a colheita da maioria das culturas implantadas e nesse caso especificamente havia apenas a cultura da mandioca no sistema que gera pouca deposição de resíduo quando comparada a um sistema que utiliza várias espécies ao mesmo tempo. Porém não ocorreu diferença significativa entre lavoura e mata.

A quantidade de serapilheira na mata e no SAF representa uma fonte de reserva nutricional para vegetação, enquanto que a lavoura tende ao empobrecimento do solo por não haver deposição em quantidade e diversidade para a reposição natural da fertilidade do solo pelo retorno de nutrientes encontrados na matéria orgânica proveniente da serapilheira. Segundo Ferreira *et al.*, (2001) em regiões tropicais as maiores contribuições são dadas pela liteira produzida pela parte

aérea da vegetação, desse modo sistemas de lavoura convencionais acumulam menor quantidade de matéria seca na liteira. Em um estudo no Rio de Janeiro, sobre deposição de serapilheira em mata secundária e áreas de eucalipto, ocorreu maior deposição de serapilheira na estação seca. Esta maior deposição segundo Corrêa Neto *et al.*, (2001) pode estar relacionada como uma resposta da vegetação ao agravamento do estresse hídrico, sendo determinados a queda de folhas, medida preventiva a alta perda de água por transpiração e sazonalidade de espécies caducifólias. Plantas do Cerrado também apresentam atributos semelhantes para controle da transpiração (CORRÊA NETO *et al.*, 2001). Foi observado que os resultados tendenciam a uma menor formação de matéria seca na mata quando comparado com o SAF mesmo não havendo diferença significativa entre os sistemas, sobre esse aspecto pode-se dizer, segundo Bray & Ghoran (1964) que há um aumento da deposição da serapilheira até a idade em que as árvores atingem a maturidade ou fecham as suas copas e após esse ponto podem ocorrer ligeiro decréscimo ou estabilização.

Tabela 7- Formação de serapilheira, através do acúmulo de matéria seca, em sistema agroflorestal, mata e lavoura, em dois períodos do ano, no Município de Esperantina-TO.

SISTEMAS	Período Chuvoso	Período Seco
	-----t. ha ⁻¹ -----	
SAF	1,48 a	4,41 a
Mata	1,82 a	3,43 ab
Lavoura	2,12 a	2,25 b
Cv	23,64	17,07

*Cv: coeficiente de variação

* Os valores representam médias de dez repetições. Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste "Tukey" (p < 0,05).

A matéria orgânica (MO) presente nos sistemas, no período chuvoso, apresentou maior tendência a acumulação na área de lavoura, seguida pela mata e

SAF, para os valores analisados da primeira camada, porém não houve diferença significativa entre SAF, mata e lavoura (Tabela 8). Estes resultados são confirmados pela maior deposição da serapilheira no sistema de lavoura no período chuvoso, produzindo maior quantidade de matéria orgânica no mesmo período. Da mesma forma, nas camadas seguintes os valores não apresentam diferença significativa entre os sistemas, porém na segunda camada há uma tendência ao aumento do teor de matéria orgânica no SAF quando comparada à camada anterior. A maior quantidade de matéria orgânica na lavoura pode ser associado também à adição de nitrogênio nos sistemas cultivados e a maior densidade poderiam favorecer a ação microbiana e incorporar carbono ao solo de forma mais rápida. Porém, os resultados encontrados, diferem dos estudos realizados por Souza *et al.*, (2004) que observou em solos da Amazônia que na camada de 0-20cm, os sistemas de monocultivo comparado à floresta apresentaram menores valores de matéria orgânica.

Desta forma, os produtos de decomposição da matéria orgânica favorecem as interações com a matriz do solo, principalmente em solos ácidos, com baixa capacidade de troca catiônica e são importantes para a retenção de nutrientes (ANDERSON & SPENCER, 1991). A terceira camada apresentou valores semelhantes entre lavoura e SAF e uma tendência à diminuição da M.O na mata ao longo das camadas analisadas. Os valores de matéria orgânica dos sistemas analisados corroboram com os resultados que demonstram que nas regiões de floresta Amazônica o teor de matéria orgânica é maior nos horizontes superficiais.

No período chuvoso foram encontrados menores valores de MO em todos os sistemas, desta forma, segundo Bayer & Mielniczuk, (1999) nos trópicos úmidos temperaturas elevadas associadas à precipitações resultam em taxas mais altas de decomposição da matéria orgânica do que em regiões temperadas.

Para as amostras do período seco (Tabela 8) os valores encontrados demonstram que houve uma tendência de maior acúmulo de matéria orgânica respectivamente na mata, SAF e lavoura nas camadas analisadas. A mata poderia apresentar menor deposição de serapilheira que o SAF, porém a maior produção de matéria orgânica na mata pode ser associada à complexidade destas florestas que lhes confere abundância e diversidade de recursos orgânicos (GRIMALDI, 2000). Porém, não ocorreu diferença significativa entre os sistemas nas camadas analisadas.

A matéria orgânica nas primeiras camadas apresentou uma tendência a valores mais expressivos no período seco e uma diminuição do seu teor em profundidade, mesmo não havendo diferença significativa entre os sistemas analisados nas diferentes profundidades. Da mesma forma, estudos realizados por Ferreira *et al.*, (2001) analisando nutrientes em solos de floresta da Amazônia encontraram os mais altos valores de matéria orgânica no período seco com valores mais elevados na camada mais superficial e diminuindo nas camadas mais profundas. Resultados semelhantes foram encontrados por Marquez *et al.*, (2004) em sistemas agroflorestais em que o teor de matéria orgânica também decresceu em profundidade sendo o seu maior valor encontrado na superfície devido à incorporação de resíduos vegetais provenientes do sistema agroflorestal.

A fertilidade dos solos da região norte do Tocantins apresenta características típicas de solos da Amazônia por ser uma região de transição, segundo Sampaio *et al.*, (2003) a ciclagem de nutrientes é muito importante para a manutenção de um ecossistema de floresta, principalmente em solos de baixa fertilidade natural, como os da Amazônia. Esta ciclagem é igualmente fundamental para manter os sistemas tradicionais de agricultura migratória verificados na região. Segundo Martins *et al.*

(1990) durante o pousio, os nutrientes acumulam-se na vegetação da floresta secundária e, com a derrubada e queimada, são realocados para a camada superficial do solo, repondo, parcialmente, os nutrientes deslocados do sistema e exportados pelos cultivos. Outras formas de transferência de nutrientes dentro do sistema são a constante deposição de liteira, a lavagem pluvial das copas (NYE, 1961) e a própria contribuição das chuvas.

Tabela 8- Variação do teor de matéria orgânica dos solos coletados em sistema agroflorestal, mata e lavoura, em dois períodos do ano, no Município de Esperantina-TO.

Período Chuvoso			
SISTEMAS	0 – 10	10 – 20	20 – 40
	-----mmol.Kg ⁻¹ -----		
SAF	21,98 a	24,21 a	21,19 a
Mata	26,52 a	22,27 a	18,98 a
Lavoura	29,71 a	25,56 a	21,65 a
Cv	26,00	23,68	18,67
Período Seco			
SISTEMAS	0-10	10 – 20	20 – 40
	-----mmol.g.Kg ⁻¹ -----		
SAF	32,63 a	27,97 a	14,36 a
Mata	37,06 a	28,46 a	17,69 a
Lavoura	28,14 a	21,05 a	11,71 a
Cv	26,62	35,91	42,95

*Cv: coeficiente de variação

*Os valores representam médias de dez repetições. Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste “Tukey” (p< 0,05).

O teor de matéria orgânica nos sistemas estudados demonstra que o sistema agroflorestal manteve valores semelhantes aos da mata, considerada a testemunha neste tratamento. A maior deposição de serapilheira encontrada no SAF entre os períodos de março e setembro é um forte indicativo que este sistema tende a sustentabilidade pelo fornecimento de matéria orgânica e ciclagem de nutrientes.

Uma das vantagens mais conhecidas da agrofloresta é o seu potencial para conservar o solo e manter sua fertilidade e produtividade. As espécies arbóreas, normalmente por possuírem raízes mais longas que exploram maior volume de solo,

são capazes de absorverem nutrientes e água que os cultivos agrícolas não conseguiriam, uma vez que, geralmente, suas raízes absorventes estão concentradas na camada superior do solo até 20 cm de profundidade (BERNARDES *et al.*, 2000).

O fogo representa o meio mais rápido e econômico de que o colono dispõe para limpar e "fertilizar" a área de cultivo. Sob a ação da queima, de ventos e chuvas, movimento de partículas, lixiviação e escoamento superficial, o solo desprotegido perde nutrientes contidos nas cinzas. Considerando a alta pluviosidade da região amazônica, o efeito da perda anual de nutrientes intensifica-se, dado que mesmo uma pequena inclinação do terreno promove incremento da erosão (SAMPAIO *et al.*, 2003).

O número de anos a que o solo é submetido ao cultivo varia de acordo com sua fertilidade natural. Quando a atividade deixa de ser compensadora, o local é abandonado e outra área de floresta nativa é buscada. Não dispondo de área de vegetação primária, o colono passa a utilizar áreas de floresta secundária com vários anos de pousio (MARTINS *et al.*, 1990). A manutenção da floresta secundária neste sistema de produção desempenha importante papel como técnica de manejo dentro do período de pousio, uma vez que promove a melhoria da qualidade do solo (FORSBERG & FEARNSIDE, 1997).

Além disso, a matéria orgânica eleva a superfície específica do solo, ou seja, faz com que o solo adquira uma elevada superfície de exposição. Em consequência, a capacidade de adsorção de nutrientes e fornecimento destes às plantas é elevada, além do aumento da capacidade de retenção de água (PRIMAVESI, 1984).

3.4 REFERÊNCIAS

ALFAIA, S. S.; AYRES, M. I. C. Efeito de doses de nitrogênio, fósforo e potássio em duas cultivares de cupuaçu com e sem sementes, na região da Amazônia Central. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal v. 26 n. 2. 2004.

ANDERSON, J. M.; SPENCER, T. Carbon, nutrient and water balances of tropical rain forest ecosystems subject to disturbance. Paris: UNESCO. 95p. 1991.

BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Dinâmica e função da matéria orgânica. In: Fundamentos da Matéria Orgânica no Solo. In: **Fundamentos da Matéria Orgânica no Solo: Ecossistemas Tropicais e Subtropicais**. Porto Alegre: Genesis, 1999. p.09-26.

BERNARDES, M. S.; LIMA, S. F. F.; TERAMOTO, E. R.; RIGHI, C. A.; BERNARDES, A. S. Recuperação de solo degradado com sistema agroflorestal no extremo Sul da Bahia. In: **REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA**, 13., Ilhéus, 2000. Resumos expandidos. Ilhéus, CEPLAC/CEPEC, 2000.

BRAY, J.R.; GHORAN, E. Litter production in forest of the world. **Advances Ecology of Research**, v.2, p.101-157, 1964.

BRADY, N. C. **Natureza e Propriedades dos solos**. Ed. Biblioteca Universitária Freitas Bastos. 1983.

CORRÊA NETO, T. A.; PEREIRA, M. G.; CORREA, M. E. F.; *et al.* Deposição de Serapilheira e Mesofauna Edáfica em áreas de Eucalipto e Floresta Secundária. **Floresta e Ambiente**. v.8, n.1, p.70-75, jan/dez. 2001.

DEMATTE, J. L. I. **Manejo dos Solos Tropicais Úmidos: Região Amazônica**. Campinas: Fundação Cargill. 215 p. 1998.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA — EMBRAPA. Serviço de Produção de Informações. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília, 1999. 412p.

FALCÃO, N. P. S.; SILVA, J. R. A. da. Características de Adsorção de Fósforo em alguns solos da Amazônia Central. **Acta Amazônica**. v.34, nº 3. jul/set. 2004.

FERNANDES, S. A. P. **Propriedades do na conservação de floresta em pastagens fertilizadas e não fertilizadas com fósforo na Amazônia (Rondônia)**. 1999. 131p. Tese (Doutorado)- Centro de Energia Nuclear na Agricultura , Universidade de São Paulo, Piracicaba.

FERREIRA, S. J. F.; CRESTANA, S. LUIZÃO, F.J.; MIRANDA, S.A. F. Nutrientes no solo em Florestas de Terra Firme Cortada Seletivamente na Amazônia Central. **Acta Amazônica**. v. 31 n. 3, p. 381-396. 2001.

FORSBERG, M. C. S.; FEARNSIDE, P. M. Brazilian Amazonian caboclo agriculture: effect of fallow period on maize yield. **Forest Ecology Management**, v. 97, p. 283-291. 1997.

GOLLEY, F.B. **Tropical rain forest ecosystems: structure and function**. Amsterdam: Elsevier, 1983. 392p.

GRIMALDI, M. Effect des structures biogéniques sur le fonctionnement du système sol-plante. **Comptes Rendus de L'Academie D'Agriculture de France**. Paris, v. 86, p. 137-146. 2000.

LUIZÃO, F. J.; SCHUBART, H. O. R. Litter production and decomposition in a terra-firme florest of Central Amazonia. **Experientia**, v. 43 n. 3 p. 259-265. mar. 1987.

MARQUES, J. D. O. de, *et al.*,. Estudos de parâmetros físicos, químicos e hídricos de um Latossolo Amarelo, na região Amazônica. **Acta Amazônica**, v. 34 n. 2, p. 145-154. 2004.

MAGALHÃES, J. A. *et al.* Avaliação de leguminosas arbóreas e arbustivas de múltiplo propósito em Rondônia. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS** , 3., 2000, Manaus. **Anais**. Manaus: 2000. v. 1. p. 42-47.

MARTINS, P.F.S.; VOLKOFF, B.; CERRI, C.C.; ANDREUX, F. Conseqüências do cultivo e do pousio sobre a matéria orgânica do solo sob floresta natural na Amazônia Oriental. **Acta Amazônica**, v. 20 p. 19-28. 1990.

MOREIRA, A.; COSTA, D. G. da. Dinâmica da matéria orgânica na recuperação de clareiras da Floresta Amazônica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 39, n. 10 p. 1103-1110. 2004.

MÜLLER, M. W.; et. al. Sistemas agroflorestais com o cacauzeiro. In: **IV Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais**. Ilhéus, BA. **Anais** CD-ROM. 2002.

NYE, P.H. Organic matter and nutrient cycles under moist tropical forest. **Plant Soil**. v. 13 p: 333-346, 1961.

PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico dos solos**: A agricultura em regiões tropicais. 7ª ed. São Paulo: Nobel 1984. 549 p.

SAMPAIO, F. A. R. *et al.* Nutrient and phytomass dynamics in a yellow Argissol under Amazonian tropical forest after burning and rice cultivation. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa , v. 27, n. 6, p. 1161-1170. 2003.

SANCHEZ, P. A. **Properties and Management of Soils in the Tropics**. Wiley: New York 1976.

SANTOS, A.M.G. **Aproveitamento de resíduos das culturas de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) e pupunha (*Bactris gasipae*) como adubo orgânico em sistemas agroflorestais na Amazônia**. 2003. 49 p. Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroflorestais) - Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2003.

SECRETARIA DO PLANEJAMENTO E MEIO AMBIENTE-SEPLAN. **Atlas do Tocantins**: Subsídios ao Planejamento da Gestão Territorial. - DZE. Palmas: Seplan, 1999. 49 p.

SILVA, P. P. V. **Sistemas Agroflorestais para a Recuperação de Matas Ciliares em Piracicaba SP**. Piracicaba, 2002. 98p. (Dissertação de Mestrado). Escolar Superior de Agricultura Luís de Queiroz, Universidade de São Paulo

SOUZA, Z. M.; LEITE, J. A.; BEUTLRT, A. N. Comportamento e Atributos físicos de um Latossolo Amarelo sob Agroecossistemas do Amazonas. Jaboticabal. **Revista Engenharia Agrícola**, v. 24, n.3, p 654 – 662, set/dez. 2004.

TOMÉ JR. J. B. **Manual para Interpretação de Análise de Solo**. Guaíba: Agropecuária, 1997.

VITAL, A. R. T.; GUERRINI, I. A.; FRANKEN, W. K.; *et al.* Produção de serapilheira e ciclagem de nutrientes de uma floresta semidecidual em zona ripária. **Revista Árvore**, Viçosa, v 28. n. 6 nov/dez. 2004.

ZECH, W.; SENESI, N.; GUGGENBERGER, G.; KAISER, K.; LEHMAN, J.; MIANO, T; MILTNER, A.; A.; SCHROTH, G. Factors controlling humufication and mineralization of soil organic matterin the tropics. **Geoderna**, v.79, p.117-161. 1997.

4. ASPECTOS BIÓTICOS EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS: MIMERCOFAUNA DO SOLO

RESUMO

O Sistema Agroflorestal (SAF) possui uma dinâmica diferente dos demais tipos de cultivos por consorciar plantas e árvores em uma mesma área o que confere a esses plantios maior acúmulo de matéria orgânica e serapilheira interferindo na fertilidade do solo, bem como na fauna de insetos devido a maior diversidade de espécies de plantas.

O objetivo deste trabalho foi verificar a diversidade de morfoespécies de formigas em três tipos de sistemas: sistema agroflorestal, sistema natural de mata e sistema de lavoura.

Foram realizadas duas coletas, sendo uma no período chuvoso e outra no período seco. Foram distribuídas dez armadilhas de solo ("pitfall" potes plásticos de 500 ml) para o levantamento das formigas. Como isca foi utilizada banana madura dentro de um copo descartável de 50 ml. suspenso acima da armadilha por um suporte de ferro. No período chuvoso, a armadilha e o pote com isca receberam uma cobertura de um prato de plástico descartável, evitando o acúmulo de água nos potes. Cada armadilha recebeu 100 ml de uma solução contendo formol, detergente líquido e sal de cozinha. Para cada litro de água foram adicionados: formol 37%, 10 gotas de detergente e uma colher de sal. Foram realizadas duas coletas de 48 horas e o material coletado foi armazenado em álcool 70%. A triagem e separação de morfoespécies de formigas foram realizadas no Laboratório de Entomologia do curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Tocantins, *Campus* de Porto Nacional, TO.

A mimercofauna do solo apresentou maior diversidade e equitatividade do número de morfoespécies no sistema de mata entre os sistemas estudados. O sistema de lavoura apresentou maior diversidade que o SAF. Provavelmente houve influência da proximidade da mata do sistema de lavoura ocasionando maior colonização de morfoespécies nesse sistema.

Palavras-chaves: Sistema Agroflorestal; formigas; diversidade

4. ASPECTS BIOTICS IN AGROFLORESTY SYSTEMS : MIMERCOFAUNA OF THE SOILS

ABSTRACT

The Agroforestry System (SAF) has a different dynamics in the relation to the other types for joining plants and trees in one same area what confers to these growings bigger accumulate of organic and serapilheira substance intervening of the fertility of the ground, as well as in the fauna of insects due the biggest diversity of species of plants.

The objective of this work was to verify the diversity of morfoespécies in three types of systems: natural system forest, agroflorestal system and system of bush of farming.

Two collections had been carried through, being one in the rainy period and another one in the dry period. Ten ground traps had been distributed for the survey of the ants. The fishing was used mature banana inside of the a dismissable cup of 50 ml. above the trap holded by an iron support. In the rainy period, the trap and the pot with had received a covering from a dismissable plastic plate, to prevent the accumulation of water in pots. Each trap received 100 ml from a solution having formol, liquid detergent and salt of kitchen. For each liter of water they had been added: formol 37%, 10 drops of detergent and a spoon of salt. Two collections of 48 hours had been carried through and the collected material was stored in alcohol 70%. The selection and separation of morfoespécies of ants had been carried through in the Laboratory of Entomology of the course of Biological Sciences of the Federal University of Tocantins, Campus of Porto Nacional.

Mimercofauna of the ground presented greater diversity and equitativity of the number of morfoespécies in the system of bush between the studied systems. The farming system presented more diversity than the SAF. Probably there was influence of the proximity of the farming system peopiciating bigger settling of morfoespécies in this system.

Keys- Words: Agroforestry system; ants; diversity

4.1 INTRODUÇÃO

A expansão e o uso da terra que acompanha o crescimento da população humana, resultam na fragmentação dos habitats naturais, com a formação de fragmentos florestais de diferentes tamanhos e formas. O impacto negativo que a espécie humana exerce sobre o ambiente tem levado à necessidade de desenvolver conceitos e estabelecer novos critérios sobre as formas de uso dos recursos ambientais. Um dos conceitos é o de uso sustentável, o qual, segundo Campanhola (2001), envolve a interação de três componentes: o biológico, o econômico e o social. Dentro desta perspectiva o sistema agroflorestal se aplica a esse conceito por ser uma forma de agricultura que preconiza a manutenção dos recursos naturais, preservando o solo e aumentando a diversidade biológica pela diversidade de plantas que o compõem. Segundo Silva (2000) os sistemas agroflorestais (SAF's) são formas de uso e manejo dos recursos naturais, nos quais as espécies lenhosas (árvores, arbustos e palmeiras) são utilizadas em associação com cultivos agrícolas ou com animais, no mesmo terreno, de maneira simultânea ou em seqüência temporal.

Um das conseqüências da alteração do ambiente é a mudança nas características biológicas do solo, que são afetadas em curto e longo prazo. A retirada da cobertura vegetal, o manejo agrícola e a formação de pastagens afetam a fauna do solo devido às modificações nas propriedades do solo, com relação direta destas práticas (GUERRA *et al.*, 1982; ALMEIDA, 1985; TEIXEIRA & SCHUBART, 1988; ASSAD, 1997).

Os insetos são adequados para avaliação de impacto ambiental e de efeitos de fragmentação florestal, pois, além de serem o grupo mais numeroso do globo terrestre apresenta grande diversidade, em termos de espécies e hábitat, e de respostas à qualidade e quantidade de recursos disponíveis, além de sua dinâmica populacional ser altamente influenciada pela heterogeneidade dentro de um mesmo habitat (BORROR & DELONG, 1981). Dentre os grupos de insetos as formigas são citadas como possível grupo indicador de biodiversidade e de perturbação ambiental (VASCONCELOS, 1998). Nos trópicos, o número de espécies de formigas coexistentes aumenta com a complexidade estrutural do habitat (SAMWAYS, 1983; BRIAN, 1957). Ambientes mais complexos favorecem a diversidade de formigas por possibilitar maior disponibilidade de recursos alimentares (CASTRO & QUEIROZ, 1989) e permitir padrões de diversidade. Assim, o sistema agroflorestal apresenta maior diversidade de espécies vegetais, conseqüentemente maior nicho para colonização e provavelmente maior diversidade de morfoespécies de formigas.

O objetivo desse trabalho foi verificar a diversidade de morfoespécies de formigas em três tipos de sistemas: sistema agroflorestal, sistema natural de mata e sistema de lavoura.

4.2 MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi realizado entre os meses de março e setembro de 2005 em uma área de Sistema Agroflorestal (SAF), localizada no município de Esperantina-TO, situada a 5°22'30" de latitude Sul e 48°37'30" de longitude Oeste. A área apresenta clima úmido com pequena deficiência hídrica, vegetação classificada como Floresta Ombrófila aberta, que representa uma área de transição entre floresta Amazônica e Cerrado, que se caracteriza pela diminuição gradativa da densidade de recobrimento, temperaturas elevadas, com médias de 28°C, com solos de baixa fertilidade e ácidos (Seplan, 1999). O SAF caracteriza-se pelo consórcio da palmeira nativa conhecida como babaçu (*Orrbignynya speciosa*) pelas espécies frutíferas cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*), limão (*Citrus limonum*) e acerola (*Malpighia emarginata*). Próximo ao SAF havia uma área de vegetação nativa (Mata) e uma área cultivada (Lavoura). A área de mata apresentava espécies vegetais variadas de grande porte e alta produção de serapilheira. A área de lavoura localizava-se a aproximadamente sete metros da área da mata, e a 150 metros do SAF. A área de lavoura compreende aproximadamente um hectare e apresentava restos culturais de arroz, milho e mandioca. O arroz e o milho haviam sido colhidos em dezembro de 2004 e a mandioca permanecia esperando a época de colheita. Nestes sistemas foi realizado o levantamento das formigas nos meses de março e setembro de 2005, correspondendo ao período chuvoso e seco respectivamente.

Em cada sistema foi separada uma área retangular e marcados dois transectos na diagonal que se cruzavam no centro do retângulo. Foram distribuídas cinco armadilhas de solo ("pitfall" potes plásticos de 500 ml) em cada transecto para o levantamento das formigas. Como isca foi utilizada banana madura dentro de um copo descartável de 50 ml. suspenso acima da armadilha por um suporte de ferro.

No período chuvoso, a armadilha e o pote receberam uma cobertura de um prato de plástico descartável, evitando o acúmulo de água nos potes. Cada armadilha recebeu 100 ml de uma solução mortífera contendo formol, detergente líquido e sal de cozinha. Para cada litro de água foram adicionados: formol 37%, 10 gotas de detergente e uma colher de sal. As armadilhas permaneceram por 48 horas no campo e o material coletado foi armazenado em álcool 70%. Em seguida, os potes foram reabastecidos com a solução contendo formol, detergente e sal e uma nova coleta foi realizada por 48 horas.

A triagem e separação de morfoespécies de formigas foram realizadas no Laboratório de Entomologia do curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Tocantins, *Campus* de Porto Nacional, TO. As duas coletas realizadas a cada 48 horas foram agrupadas para a separação em morfoespécies, em cada período do ano.

Análise dos Dados

Foi utilizada a análise de variância fatorial para comparar dois fatores: os sistemas (SAF, mata e lavoura) e os períodos (seco e chuvoso), e para testar a interação entre estes fatores. Os dados foram transformados para $\log(X)$ para homogeneizar as variâncias. As hipóteses foram testadas em nível de 5% de probabilidade.

A diversidade de espécies está associada a uma relação entre o número de espécies (riqueza de espécies) e a distribuição do número de indivíduos entre as espécies (equitabilidade) (Walker, 1989). Esta definição está explicitada nos índices de Shannon e de Pielou, que conjugam estas duas variáveis (Odum, 1983; Colinviaux, 1996). Todavia, em sentido mais amplo sobre a complexidade das

comunidades, a própria riqueza de espécies pode ser utilizada como uma medida geral da diversidade (Connell, 1978).

Para o estudo da diversidade entre os sistemas foi realizada a análise de diversidade pelo Índice de Shannon (H') e a Equitatividade (E), cujas equações estão abaixo:

$$H' = - (\sum p_i \cdot \ln p_i),$$

Onde:

P_i = proporção do número de indivíduos de cada morfoespécie i

$$E = H' / L_n S$$

Onde:

S = número de morfoespécies

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A média de morfoespécies encontrada nos diferentes sistemas é apresentada na tabela 1 no período chuvoso e seco. No período chuvoso a mata apresentou maior média de morfoespécies, seguida do SAF e lavoura, sendo o SAF com maior número de indivíduos. No período seco, porém o maior número de morfoespécie e de indivíduos ocorreu no sistema de lavoura, seguido pela mata e SAF respectivamente.

Tabela 1- Número de morfoespécies e de indivíduos por morfoespécie, coletados em sistema agroflorestal, sistema de mata nativa e lavoura, nos períodos seco e chuvoso no município de Esperantina-TO.

Período	Sistema	Nº de morfoespécies	Nº de indivíduos
Chuvoso	Lavoura	7,3 ± 2,21	127,9 ± 176,27
	Mata	8,5 ± 2,72	98,2 ± 85,32
	SAF	8,2 ± 3,61	332,4 ± 258,04
Seco	Lavoura	9,5 ± 2,46	1089,3 ± 946,77
	Mata	8,3 ± 3,50	416,4 ± 517,32
	SAF	7,2 ± 2,39	907,6 ± 659,54

* Os valores representam a média e o desvio padrão de 10 repetições

Os períodos de coleta, os tipos de sistemas e a relação entre estes dois fatores não apresentaram diferença significativa, conforme a tabela 2.

Os dados demonstram que para a mimercofauna não há diferença entre os tipos de alimentos disponíveis nos diferentes sistemas, por se verificar a presença das mesmas em todos ambientes estudados.

Tabela 2. Análise fatorial para o número de morfoespécies coletadas em três sistemas: Sistema Agroflorestal (SAF), mata e lavoura no Município de Esperantina-TO.

	GL	SQ	QM	F	p
Período	1	1.667	1.667	0.2025	0.654496
Sistema	2	6.533	3.267	0.3969	0.674320
Período*Sistema	2	27.733	13.867	1.6850	0.195053
Error	54	444.400	8.230		
Total	59	480.333			

A análise gráfica demonstrou que nos pontos onde ocorrem sobreposições não há diferença significativa entre o número de morfoespécies nos diferentes sistemas e períodos (figura 1).

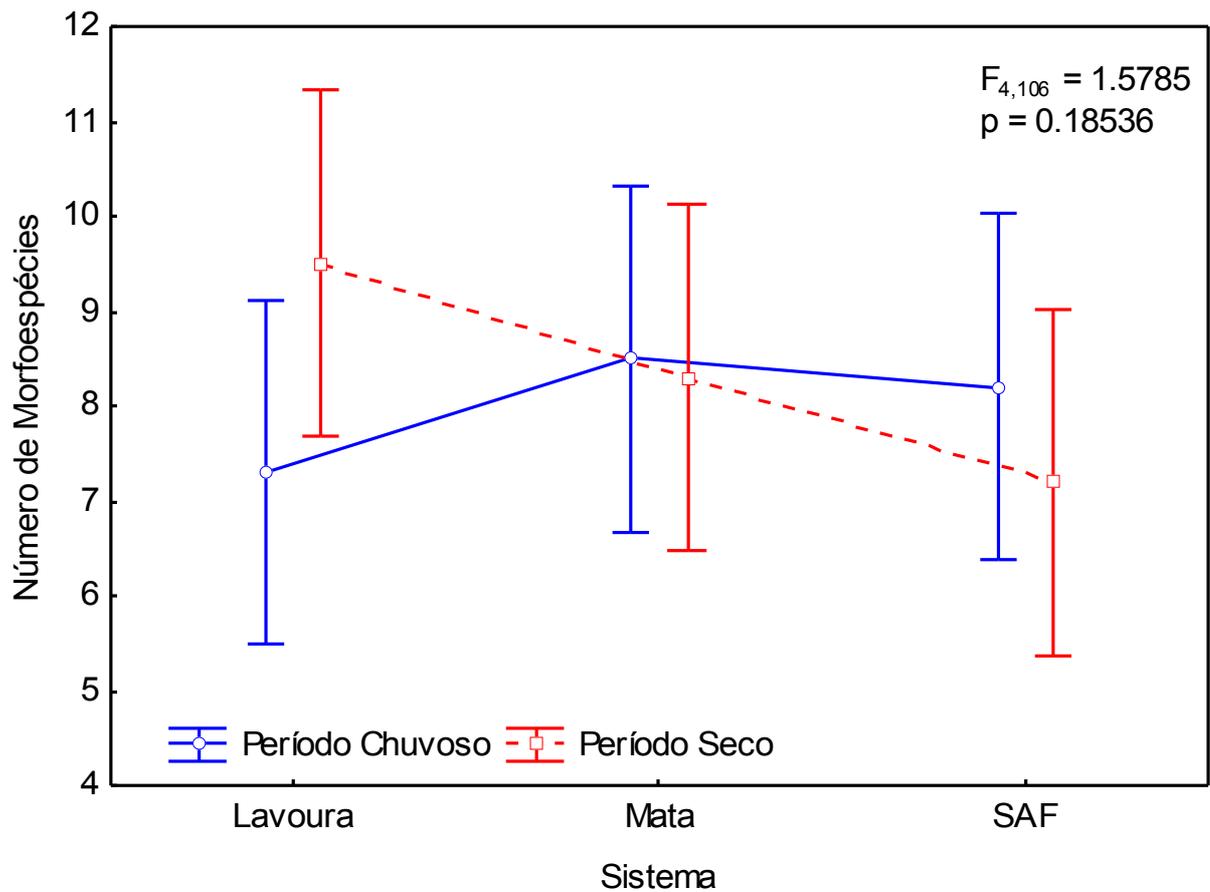


Figura 1- Representação gráfica do número morfoespécies nos sistemas de mata, SAF e lavoura no Município. de Esperantina-TO.

A tabela 3 apresenta os dados referentes à riqueza, número de indivíduos, diversidade e equitatividade de morfoespécies de formigas. O sistema de mata apresentou maior riqueza de morfoespécies nos dois períodos de estudos. Este resultado foi semelhante ao encontrado por Soares *et al.*, (1998) que observaram maior número de espécies na mata nativa do que no eucaliptal. Segundo os mesmos autores, a formicifauna varia diretamente em função da complexidade estrutural da comunidade vegetal, sendo mais rica em termos de espécies, em habitats mais heterogêneos. A mata obteve o menor número de indivíduos e maior equitatividade e conseqüentemente maior diversidade. A maior diversidade em áreas nativas comparadas a áreas cultivadas apresenta maior diversidade de

insetos ocorrendo maior abundância de indivíduos de espécies dominantes em áreas cultivadas. Oliveira *et al.*, (1995) estudando a fauna de formigas em mata nativa eucaliptal no Amapá também encontrou resultados semelhantes para diversidade de espécies.

O SAF apresentou maior riqueza de morfoespécie no período chuvoso que no seco. Em relação ao número de indivíduos o maior resultado foi no período seco. A diversidade no SAF foi menor que a encontrada na mata e na lavoura nos dois períodos de estudo. A estrutura vegetação encontrada no SAF com árvores na sua maioria adulta e com poucas plantas recobrando o solo possivelmente pode interferir na fauna de formigas. Na costa Rica foi analisada a diversidade de formigas em agroecossistemas de café cultivado tradicionalmente com plantios diversificados e em plantios realizados em monocultura, e foi observado que mudanças na estrutura da vegetação associadas com a transformação desse agroecossistema para monoculturas tiveram um impacto negativo na diversidade de forrageamento da comunidade de formigas (PERFECTO & SNELLING, 1995).

A área do SAF apresenta uma composição vegetal que pode ser considerada um pequeno fragmento florestal, porém sua localização encontra-se distante da vegetação nativa com alta diversidade espécies. A teoria da biogeografia de ilhas, proposta por Macarthur & Wilson (1967), considera que o número de espécies diminui com o aumento da distância do continente para a ilha mais próxima e que ocorre o deslocamento de espécies de uma ilha maior para ilhas menores, o que demonstra que as formigas estão presentes nos diferentes ambientes em maior ou menor proporção segundo os fatores que interferem na colonização da ilha, como a distância entre ilhas.

A lavoura apresentou maior riqueza de morfoespécies, maior número de indivíduos no período seco, porém a maior eqüitatividade e maior diversidade no período chuvoso, onde coincide com o período de maior abundância de alimento.

A diferença encontrada na diversidade de formigas no sistema de lavoura apresentando diversidade maior que o sistema agroflorestal pode estar associado ao efeito de borda, pois esta, sendo considerada um ambiente de transição entre dois ambientes distintos ecologicamente, pode estar funcionando como porta de entrada para espécies oriundas da matriz, podendo aumentar a riqueza de espécies na área fragmentada para plantio da lavoura. Resultado semelhante foi encontrado por Demite & Feres (2005) analisando a influência de duas áreas diferentes (fragmento de mata e pastagem) sobre acarofauna de um cultivo de seringueira. Foi observado que a maior riqueza encontrada nas linhas de seringueira no limite com o fragmento de mata e menor na linha do limite com a área de pastagem relacionando tal aspecto ao efeito de borda, sugerindo um possível deslocamento das espécies predadoras da mata para a lavoura. Este aspecto, ainda não completamente esclarecido, pode ser importante no manejo florestal visando à conservação de espécies. Análises sugerem, que as mudanças na composição de espécies de formigas com o tamanho do fragmento florestal, são na verdade decorrentes do efeito de borda, o qual atinge proporcionalmente os fragmentos pequenos do que os fragmentos grandes e que próximo à borda do fragmento florestal as árvores são menores e a camada de serapilheira mais espessa, fatores estes que aparentemente causam mudanças na composição de espécies de formigas e talvez de outros invertebrados (VASCONCELOS, 1998).

O sistema agroflorestal obteve menor diversidade que a monocultura, segundo Fonseca & Diehl (2004) as altas freqüências de ocorrência de algumas

espécies de formigas estão associadas a alterações da estrutura do ambiente, devido ao manejo a que são submetidos os povoamentos, indicando que estas espécies são oportunistas quando comparadas com outras, apresentando grande capacidade de colonizar habitats alterados pelo homem e com baixa complexidade estrutural. Segundo Vasconcelos (1998) após a fragmentação, o ambiente é alterado em seu microclima, heterogeneidade ambiental, dinâmica da comunidade, diversidade de espécies e na abundância original de suas populações, que podem aumentar, diminuir ou extinguir-se localmente (KAPOS, 1989).

A comunidade da fauna de formigas é um parâmetro ao impacto de diferentes tipos de sistemas de produção, o que possibilita seu uso como instrumento na determinação de opções de manejo sustentável dos sistemas agropecuários. Supõe-se que o manejo sustentável utilizado neste SAF comercial pouco diversificado não pode ser totalmente comprovado.

Tabela 3. Riqueza de morfoespécies (S), número de indivíduos (n), índice de diversidade de Shannon (H') e equitatividade (E) de morfoespécies de formigas em três sistemas: sistema agroflorestal (SAF), mata e lavoura no Município de Esperantina-TO.

Sistema	Período	S	n	H'	E
Lavoura	Chuvoso	23	1279	1,54	0,49
Lavoura	Seco	25	10843	0,58	0,18
Mata	Chuvoso	39	982	2,49	0,68
Mata	Seca	34	4164	1,86	0,52
SAF	Chuvoso	29	3324	0,93	0,27
SAF	Seco	25	9076	0,49	0,15

4.6. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, F. S. Influência da cobertura morta do plantio direto na biologia do solo. In: **Simpósio Sobre o Potencial Agrícola do Cerrado 1**. Goiânia. Anais. Campinas: Fundação Cargill/ Empresa Goiana de Pesquisa Agropecuária, 1985. p 109-150.

ASSAD, M. L. L. Fauna do Solo. In: **Biologia dos Solos do Cerrado**. Brasília: Embrapa – CPAC, 1997. p. 361-443.

BORROR, D. J.; DELONG, D.M. **Uma introdução ao estudo dos insetos**. (5º ed.) Saunders College Publication: Philadelphia. 1981. 653 p.

BRIAN. M. V. The natural density of *Mymica rubra* and associated ants in West Scotland. **Insectes Sociaux**, n. 3. p. 437-487. 1957.

CAMPANHOLA, C. Processos e pressões antrópicas que degradam a biodiversidade: estudos de casos. In: **Conservação da biodiversidade em ecossistemas tropicais**. Petrópolis: Vozes. 2001 432 p.

CASTRO, A. G.; QUEIROZ, M.B.V. Estrutura e organização de uma comunidade de formigas em agroecossistemas neotropical. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, n. 18. p. 229-246. 1989.

COLINVAUX, P. **Ecology**. New York, John Wiley and Sons Inc., 1996. 725p.

CONNELL, J.H. Diversity in tropical rain forests and coral reefs. **Science**, v.199 p. 1302-1310, 1978.

DEMITE, P. R.; FERES, R. J. F. Influência de Vegetação vizinha na distribuição de Ácaros em Seringal (*Hevea brasiliensis* Muell Arg., Euphorbiaceae) em São José do Rio Preto, SP. **Neotropical Entomology**. Ribeirão Preto, v. 34 n. 5 p. 829-836. set/ out. 2005.

FONSECA, R. C.; DIEHL, E. Riqueza de formigas (Hymenoptera, Formicidae) epigéicas em povoamentos de Eucalyptus spp. (Myrtaceae) de diferentes idades no Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v. 48, n. 1, mar. 2004.

GUERRA, R. T.; BUENO, C. R.; SCHUBART, H. O. Avaliação preliminar do herbicida Paraquat e aração convencional na mesofauna do solo na região de Manaus AM. **Acta Amazônica**, v.12, n.1, p.713, mar. 1982.

KAPOS, V. Effects of isolation on the water status of forest patches in the Brazilian Amazon. **Jornal of Tropical Ecology**, v. 5, n. 2, p. 173-185, mai. 1989.

MACARTHUR, R. H.; WILSON, E. O. The theory of island biogeography. New Jersey, Princeton University Press, 1967. 203 p.

PERFECTO, I.; SNELLING, R. Biodiversity and Transformation of a Tropical Agroecosystem: Ants in Coffee Plantations. **Ecological Applications**, v. 5 n. 4, p.1084-1097, nov. 1995.

ODUM, E.P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1988. 434 p.

OLIVEIRA, M. A. de; *et al.*,. A Fauna de Formigas em Povoamento de Eucalipto e Mata nativa no Estado do Amapá. **Acta Amazônica**, v.25 n. 1-2, p. 127-136,1995.

SAMWAYS, M. J. Community structure of ants (Hymenoptera: Formicidae) in a series of habitats associated with citrus. **Journal of applied ecology**, n. 20, p 833-847. 1983.

SECRETARIA DO PLANEJAMENTO E MEIO AMBIENTE- SEPLAN. **Atlas do Tocantins: Subsídios ao Planejamento da Gestão Territorial**. - DZE. Palmas: Seplan, 1999. 49 p.

SILVA, P. P. V. Sistemas Agroflorestais como Opção de Manejo para Microbacias. Belo Horizonte: **Informe Agropecuário**, v. 21 n. 207, p. 75 - 81, nov/ dez. 2000.

SOARES, S. de M.; MARINHO, C. G. S.; DELLA LUCIA, T. M. C. Riqueza de Espécies de Formigas Edáficas em Plantação de Eucalipto e em Mata Secundária Nativa. Viçosa: **Revista. Brasileir de Zoologia**, v.15, n. 4 p. 889 – 898, 1998.

TEIXEIRA, L. B.; SCHUBART, H. O. R. Mesofauna do solo em áreas de florestas e pastagem na Amazônia Central. **Boletim de Pesquisa Embrapa CPATU**, n. 95, p. 1-16, out. 1988.

VASCONCELOS, H. L. Respostas das formigas à fragmentação florestal. INPA/ Instituto de Pesquisas da Amazônia. **Série Técnica IPEF**, v.12, n. 32, p. 95 – 98, dez. 1998.

WALKER, D. Diversity and stability. IN: CHERRETT, J. M. (ed). **Ecological concepts**. Oxford, Blackwell Scientific Public., p. 115-146. 1989.

5 CONCLUSÕES

De acordo com a avaliação dos sistemas estudados foi observado que o SAF apresentou melhores parâmetros de fertilidade do solo. Os teores elevados de Ca+Mg e de P são fortes indicativos da capacidade que o SAF possui de manter os parâmetros de fertilidade do solo bem maiores que os encontrados na lavoura. Foi observado que houve maior acúmulo de matéria seca no período seco, com teor mais elevado no SAF que na lavoura. Valores mais expressivos de matéria orgânica foram encontrados na camada superficial, principalmente no período seco.

Foi observado que as técnicas de plantio que envolvem a retirada da camada orgânica podem favorecer o processo de acidificação do solo e que compostos orgânicos podem neutralizar o teor de alumínio tóxico.

Em relação ao número de morfoespécies de formigas não houve diferença entre os sistemas, o que provavelmente indica que para as formigas os recursos alimentares são semelhantes. A área de mata apresentou maior diversidade e equitatividade de morfoespécies entre os sistemas estudados. O sistema de lavoura apresentou maior diversidade que o SAF, segundo a biogeografia de ilhas à colonização das formigas nesse ambiente provavelmente foi favorecida devido à proximidade do sistema de lavoura do sistema de mata ocasionando maior colonização de morfoespécies nessa área.

Provavelmente o sistema agroflorestal possui uma diversidade compatível com o modelo de sistema adotado.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A maior produção de serapilheira, principalmente no período seco, pela diversidade de espécies presentes no SAF, poderá resultar em matéria orgânica e nutriente ao longo dos anos para este sistema, uma vez que no sistema de lavoura não pode ser considerado por se tratar de uma área recém formada e que provavelmente devido a este fator foram obtidos valores de matéria orgânica semelhantes aos demais sistemas. Geralmente, as áreas de monocultivo apresentam grande tendência ao empobrecimento do solo e dependência química para se manter produtivo. Pode-se dizer que após o uso freqüente da área, a utilização de monoculturas, a retirada da cobertura vegetal logo após a colheita e a baixa ou nenhuma diversidade de espécies vegetais, que quase não deixam resíduos sobre o solo, não permite a incorporação de matéria orgânica suficiente para manutenção do sistema em longo prazo.

Estes resultados sugerem a necessidade de mais pesquisas sobre o assunto principalmente em longo prazo, que possam acompanhar os parâmetros de fertilidade do solo ao longo dos anos e assim sugerir resultados mais confiáveis sobre o sistema que se mostra sustentável não só em termos ambientais, mas principalmente que vise atender as necessidades das famílias que sobrevivem da agricultura de subsistência. A diversidade da entomofauna também possibilita estudos identificando grupos, gêneros e até espécies, que resultem em indicadores da qualidade ambiental de forma mais acurada, bem como a identificação de outros grupos que possam ser utilizados com a mesma finalidade, não se extinguindo a

abrangência desse trabalho no conhecimento da fauna do solo. Portanto, estudos subseqüentes são de fundamental importância para ampliar o conhecimento científico que engloba as práticas agroflorestais, o manejo do solo, a diversidade de espécies e a manutenção da sustentabilidade produtiva da agricultura.

7. REFERÊNCIAS

ALFAIA, S. S.; AYRES, M.I.C. Efeito de doses de nitrogênio, fósforo e potássio em duas cultivares de cupuaçu com e sem sementes na região da Amazônia Central. **Revista Brasileira. Fruticultura**. Jaboticabal, v. 26 n. 2. 2004.

ALMEIDA, F.S. Influência da cobertura morta do plantio direto na biologia do solo. In: **Simpósio Sobre o Potencial Agrícola do Cerrado**, 1. Goiânia, 1985 **Anais**. Campinas: Fundação Cargill/ Empresa Goiana de Pesquisa Agropecuária, 1985. p 109-150.

ALTIERI, M. **Agroecologia: Bases Científicas para uma Agricultura Sustentável**. Guaíba: Agropecuária, 2002. 592 p.

ALTIERI, M.; MASERA, O. Desenvolvimento Rural no América Latina: construindo de baixo para cima. In: **Reconstruindo a Agricultura: idéias e ideais na perspectiva do desenvolvimento sustentável rural**. Porto Alegre: Universidade / UFRGS, 1998. p. 72-101.

ALTIERI, M. **Biodiversidad, Agroecologia, y Manejo de Plagas**. Chile: CETAL, 1992. p. 9-159.

ALONSO, L. E. Ants as indicators of diversity. In: AGOSTI, J. D. MANJER, L. E.; ALONSO, L. E.; SCHULTZ, T. R. (eds). **Ants: Standard methods for measuring and monitoring biodiversity**. Washington, Smithsonian Institution Press, 2000. 280 p.

ANDERSON, J. M.; SPENCER, T. **Carbon, nutrient and water balances of tropical rain forest ecosystems subject to disturbance**. Paris, UNESCO. 95p. 1991.

ARATO, H. D.; MARTINS, S. V.; FERRARI, S. H. S. de. Produção de serapilheira em um Sistema Agroflorestal implantado para Recuperação de Área Degradada em Viçosa – MG. Viçosa: **Revista Árvore** v. 27, n. 5, p. 715 – 721, 2003.

ASSAD, M. L. L. Fauna do Solo. In: **Biologia dos Solos do Cerrado**. Brasília: Embrapa – CPAC, 1997. p. 361-443.

BARRETO, A. C.; FERNANDES, M. F. Cultivo de *Gliricídea sepium* e *Leucaena leucocephata* visando a melhoria dos solos dos Tabuleiros Costeiros. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 36, n. 10. p. 1287-293, out. 2001.

BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Dinâmica e função da matéria orgânica. In: Fundamentos da Matéria Orgânica no Solo. In: **Fundamentos da Matéria Orgânica no Solo: Ecossistemas Tropicais e Subtropicais**. Porto Alegre: Genesis, 1999. p.09-26.

BORROR, D. J.; DELONG, D. M. **Uma introdução ao estudo dos insetos**. (5º ed.) Saunders College Publ., Philadelphia. 653p. 1981.

BRADY, N. C. **Natureza e Propriedades dos solos**. Ed. Biblioteca Universitária Freitas Bastos. 1983.

BRIAN, M. V. The natural density of *Mymica rubra* and associated ants in West Scotland. **Insectes Sociaux**, n. 3. p. 437-487. 1957.

BRAY, J. R.; GHORAN, E. Litter production in forest of the world. **Advances Ecology of Research**, v.2, p.101-157, 1964

BERNARDES, M. S.; LIMA, S. F. F.; TERAMOTO, E. R.; RIGHI, C. A.; BERNARDES, A. S. Recuperação de solo degradado com sistema agroflorestal no extremo Sul da Bahia. In: **REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA**, 13., Ilhéus, 2000. Resumos expandidos. Ilhéus, CEPLAC/CEPEC, 2000.

CAMPANHOLA, C. Processos e pressões antrópicas que degradam a biodiversidade: estudos de casos, p. 89–91. In: **Conservação da biodiversidade em ecossistemas tropicais**. Petrópolis: Vozes. 432 p. 2001

CASTRO, A. G.; QUEIROZ, M. B. V. Estrutura e organização de uma comunidade de formigas em agroecossistema neotropical. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, n. 18. p.229-246. 1989.

COELHO, I. R.; RIBEIRO, S. Environment Heterogeneity and Seasonal Effects in Ground-Dwelling Ant (Hymenoptera: Formicidae) Assemblages in the Parque Estadual do Rio Doce, MG, Brazil. **Neotropical Entomology**. v 35 n.1, p. 19-29. 2006.

COLINVAUX, P. **Ecology**. New York, John Wiley and Sons Inc., 1996. 725p.

CONNELL, J. H. Diversity in tropical rain forests and coral reefs. **Science**, v. 199, p. 1302-1310, 1978.

CORREIA, M. E. F.; ANDRADE, A. G. Formação de Serapilheira e Ciclagem de Nutrientes. In: **Fundamentos da Matéria Orgânica: Ecossistemas Tropicais e Subtropicais**. Porto Alegre: Genesis, 1999. p.197-220.

CORRÊA NETO, T. A.; PEREIRA, M. G.; CORREA, M. E. F.; *et al.* Deposição de Serapilheira e Mesofauna Edáfica em áreas de Eucalipto e Floresta Secundária. **Floresta e Ambiente**. v.8, n.1, p.70-75, jan/dez. 2001.

DEAN, W. R. J.; MILTON, S. J. Plant and invertebrate assemblages on old fields in the arid Southern Karoo, South Africa. **African Journal of Ecology**. v. 33, p. 1-13, 1995.

DEMATTE, J. L. I. **Manejo dos Solos Tropicais Úmidos: Região Amazônica**. Campinas: Fundação Cargill. 215 p. 1998.

DEMITE, P. R.; FERES, R. J. F. Influência de Vegetação vizinha na distribuição de Ácaros em Seringal (*Hevea brasiliensis* Muell Arg. (Euphorbiaceae) em São José do Rio Preto, SP. **Neotropical Entomology**, Ribeirão Preto, v. 34 n. 5, p. 829-836. 2005.

DIAS, V. S.; BROSSARD, M.; LOPES ASSAD, M. L. Macrofauna Edáfica em Áreas de Vegetação Nativa da Região de Cerrados. 3º Congresso de Ecologia do Brasil, 1997.

DIEHL, E.; SACCHETT, F.; ALBUQUERQUE, E. Z. Riqueza de formigas de solo na praia da Pedreira, Parque Estadual de Itapuã, Viamão, RS, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 49, n. 4, p. 552-556, dez. 2005.

EHLERS, E. **Agricultura Sustentável: Origens e Perspectivas de um Novo Paradigma**. Guaíba: Agropecuária, 1999. 157p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA — EMBRAPA. Serviço de Produção de Informações. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília, 1999. 412p.

FALCÃO, N. P. S.; SILVA, J. R. A. da. Características de Adsorção de Fósforo em alguns solos da Amazônia Central. **Acta Amazônica**, v. 34, n. 3. jul/set. 2004.

FERNANDES, S. A. P. **Propriedades do na conservação de floresta em pastagens fertilizadas e não fertilizadas com fósforo na Amazônia (Rondônia)**. 1999. 131p. Tese (Doutorado)- Centro de Energia Nuclear na Agricultura , Universidade de São Paulo, Piracicaba.

FERREIRA, S. J. F.; CRESTANA, S. LUIZÃO, F.J.; MIRANDA, S. A. F. Nutrientes no solo em Florestas de Terra Firme Cortada Seletivamente na Amazônia Central. **Acta Amazônica**, v. 31 n. 3, p. 381-396. 2001.

FITTKAU, E.J.; KLINGE, H. On biomass and trophic structure of the of the Central amazonian rain forest ecosystem. **Biotropica**, v.5, p.2-14, 1973.

FONSECA, R. C.; DIEHL, E. Riqueza de formigas (Hymenoptera, Formicidae) epigéicas em povoamentos de Eucalyptus spp. (Myrtaceae) de diferentes idades no Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v. 48, n. 1, mar. 2004.

FORSBERG, M.C.S. & FEARNSIDE, P. M. Brazilian Amazonian caboclo agriculture: effect of fallow period on maize yield. **Forest Ecology Manegement.**, v. 97, p. 283-291, 1997.

FRANKE, I. L.; LUNZ, A. M. P; AMARAL, E. F. do. **Metodologia para Planejamento, Implantação e Monitoramento de Sistema Agroflorestais: Um Processo Participativo**. Rio Branco: EMBRAPA Acre. 1998. 3p (Pesquisa em andamento, 134)

FREITAS, F. de A.; ZANUNCIO, T., V.; ZANUNCIO, J.C.; *et al.* Similaridade e Abundância de Hymenoptera Inimigos Naturais em Plantio de Eucalipto e em área de Vegetação Nativa. **Floresta e Ambiente**, v. 9 n. 1, p. 145 – 152, jan/ dez. 2002.

GAMA- RODRIGUES, A. C.; BARROS, N.F.; SANTOS, M. L. Decomposição e Liberação do folheto de espécies florestais nativas em Plantios Puros e Mistos no Sudeste da Bahia. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, v. 27, p. 1021-1031, 2003.

GIMENES, M. R.; ANJOS, L. dos. Efeitos da Fragmentação florestal sobre as comunidades de aves. **Acta Scientiarum Biological Sciences**, v. 25, nº 2. p. 391-402, 2003.

GLIESSMAN, R. S. **Agroecologia: Processos Ecológicos em Agricultura Sustentável**. Porto Alegre: Universidade / UFRS, 2001. 611p.

GOLLEY, F. B. **Tropical rain forest ecosystems: structure and function**. Amsterdam: Elsevier, 1983. 392p.

GOMES, M. A. O.; SOUZA, A. V. A. de; CARVALHO, R. S. de; Diagnóstico Rápido Participativo (DRP) como Mitigador de Impactos Sócio-Econômicos em Empreendimentos Agropecuários. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.21, n.202, p. 110-119, jan/fev. 2000.

GÖSTSCH, E. **O Renascer da Agricultura**. Rio de Janeiro: AS-PTA 1996. 22p.

GRIMALDI, C.; CURMI, P.; DOSSO, M.; JOUVE, P.; SIMÕES, A. Sustainability of agrarian systems in relation to soils on the Amazonian forest pioneer front (Marabá, Brazil). In: **The World Congress of soil Scienc**, 17. Symposium, 19. 14-21 august 2002. Bangkok. Thailand. Proceedings. Montpellier: International Science Societu, 1998. v. II: p. 1731-1 e 1731-11

GRIMALDI, M. Effect des structures biogéniques sur le fonctionnement du système sol-plante. **Comptes Rendus de L'Academie D'Agriculture de France**. Paris, v. 86, p. 137-146, 2000.

GUERRA, R. T.; BUENO, C. R.; SCHUBART, H. O. Avaliação preliminar do herbicida Paraquat e aração convencional na mesofauna do solo na região de Manaus AM. **Acta Amazônica**, v.12, n.1, p.713, mar. 1982.

GUEVARA, R.; LUNA, R. G. Aplicaciones Metodologicas de Valoracion Economica de Bienes y Servicios Ambientales Derivados de Bosques Naturales y Sistemas Agroflorestales. In: **Sistemas Agroflorestais, Tendência da Agricultura Ecológica nos Trópicos: Sustento de Vida e Sustento de vida**. Ilhéus, Ba: Sociedade Brasileira de Sistemas Agroflorestais: Universidade Estadual do Norte Fluminense, 2004. 33- 61.

HUSTON, M. Soil nutrients and tree species richness en Costa Rica forests. **Journal of Biogeography**. Oxford, v.7, p. 147-157, 1980.

KAPOS, V. Effects of isolation on the water status of forest patches in the Brazilian Amazon. **Jornal of Tropical Ecology**, v.5 n. 2: 173-185, 1989.

KITARUMA, P. C. **A Amazônia e o Desenvolvimento Sustentável**. Brasília, DF: EMBRAPA – SPI, 1994.182 p.

LAVELLE, P.; BLANCHART, E.; MARTIN, S.; et.al. A hierarchical model for decomposition in terrestrial ecosystem: Application to soils in the humid tropics. **Biotropica**, v. 25, p.130-150,1993.

LAVELLE, P. Diversity of soil fauna and ecosystem function. **Biology International**, v. 33, p. 3-16,1996.

LEÃO, A. L; ENGEL. V. L. Balanço de carbono em SAF's – Argumentos para a redução do efeito estufa. In: **Sistemas Agroflorestais, Tendência da Agricultura Ecológica nos Trópicos: Sustento de Vida e Sustento de vida**. Ilhéus, Ba: Sociedade Brasileira de Sistemas Agroflorestais: Universidade Estadual do Norte Fluminense, 2004. 63- 64.

LEPSCH, I. F. **Formação e conservação dos Solos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2002. 177 p.

LIMA, J. A. de S., MENEGUELLI, N. do A., GAZEL FILHO, A. B. *et al.*, Agrupamento de espécies arbóreas de uma floresta tropical por características de solos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília. v. 38, n 1, p. 109-116. jan. 2003.

LOVEJOY, T. E. Foreword. In: SOULÉ, M. E.; WILCOX, B. A. (ed.).**Conservation biology: an evolutionary ecological perspective**. Sunderland: Sinauer Associates, 1980. p. 5-9.

LUIZÃO, F. J.; SCHUBART, H. O. R. Litter production and decomposition in a terra-firme forest of Central Amazonia. **Experientia**,v. 43, n. 3, p. 259-265. 1987.

MCARTHUR, R.; H.; WILSON, E. O. **The theory of island biogeography**. New Jersey, Princeton University Press, 1967. 203 p.

MACEDO, L. P. M. de. **Diversidade de formigas edáficas (Hymenoptera: Formicidae) em fragmentos da Mata Atlântica do Estado de São Paulo**. Piracicaba, 2004. 113 p. (Tese de Doutorado)

MAJER, J.D. Ants: bio-indicators of minesite rehabilitation, land-use, and land conservation. **Environmente Management**, v.7 n. 4 p. 375-383, 1993.

MALAVOLTA, E. **Manual de Química Agrícola: adubos e adubação**. São Paulo: Ceres, 1981. 596 p.

MARQUES, J. D. O. de, *et al.*, Estudos de parâmetros físicos, químicos e hídricos de um Latossolo Amarelo na região Amazônica. **Acta Amazônica**, v. 34 n. 2, 2004: 145-154

MARTINS, P.F.S.; VOLKOFF, B.; CERRI, C.C.; ANDREUX, F. Conseqüências do cultivo e do pousio sobre a matéria orgânica do solo sob floresta natural na Amazônia Oriental. **Acta Amazônica**, v. 20, p. 19-28, 1990.

MEGGER, B.J. Archeological evidence for the impact of mega-ninõ events on Amazonia during the past two millennia. **Climatic Change**. Dordrecht, v.28, n. 4. p. 921-338, 1994.

MELO, F. A. F.; SOBRINHO, M. O. C. B. do; ARZOLA, S.; NETTO, A. C.; KIEHL, J. C. de. **Fertilidade do Solo**. São Paulo: Nobel, 1988. 400 p.

MIELNICZUK, J. Matéria Orgânica e Sustentabilidade de Sistemas Agrícolas. In: **Fundamentos da Matéria Orgânica no Solo: Ecossistemas Tropicais e Subtropicais**. Porto Alegre: Genesis, 1999. p.01-06.

MOREIRA, A.; COSTA, D. G. da. Dinâmica da matéria orgânica na recuperação de clareiras da Floresta Amazônica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 39, n. 10. 2004.

MÜLLER, M. W.; *et. al.* Sistemas agroflorestais com o cacauero. **IV Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais**. Ilhéus, BA. **Anais** CD-ROM. 2002.

NYE, P. H. Organic matter and nutrient cycles under moist tropical forest. **Plant Soil**, v. 13, p. 333-346, 1961.

ODUM, E.P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1988. 434 p.

OLIVEIRA, M. A.; DELLA LUCIA, T. M. C., ARAÚJO, A. P. *et al.*, A Fauna de Formigas em Povoamento de Eucalipto e Mata nativa no Estado do Amapá. **Acta Amazônica**, v. 25 n. 1-2, p. 127-136, 1995.

PERFECTO, I.; SNELLING, R. Biodiversity and Transformation of a Tropical Agroecosystem: Ants in Coffee Plantations. **Ecological Applications**, v. 54, p.1084-1097, 1995.

PRIMAVESI, Ana- Manejo ecológico dos solos: A agricultura em regiões tropicais – 7ª ed. São Paulo: Nobel 1984. 549 p.

QUIRINO, T. R.; ABREU, L. S. de. **Problemas Agroambientais e Perspectivas Sociológicas: Uma Abordagem Exploratória**. Jaguariúna: EMBRAPA Meio Ambiente, 2000. 74p.

RIBASKI, J.; MONTOYA, L. J.; RODIGHERI, H. R. **Sistemas Agroflorestais: aspectos ambientais e socioeconômicos**. Belo Horizonte: Informe Agropecuário, v. 22 n. 212, p. 61 – 67, set/ out. 2001.

RODRIGUES, A. C. da. Ciclagem de Nutrientes em Sistemas Agroflorestais na Região Tropical: funcionalidade e sustentabilidade. In: **Sistemas Agroflorestais, Tendência da Agricultura Ecológica nos Trópicos: Sustento de Vida e Sustento de vida**. Ilhéus, Ba: **Sociedade Brasileira de Sistemas Agroflorestais**: Universidade Estadual do Norte Fluminense, 2004. 67 - 77.

RODRIGUES, G. S.; LIGO. M. A. V.; MINEIRO, J.L. DE C. Organic Matter Decomposition and Microarthropod Community Structure in Corn Fields Under Input and Intensive Management in Guaíra (SP). Piracicaba: **Science Agriculture**, v. 54 n. 1-2 jan/aug. 1997.

ROSSET, P.; AITIERI. M. Agroecologia versus Substituição de Insumos: Uma Contradição Fundamental da Agricultura. In: **Agroecologia: Bases Científicas para uma Agricultura Sustentável**. Guaíba: Agropecuária, 2002. p. 321-340.

SAMPAIO, F. A. R. *et al.*, . Nutrient and phytomass dynamics in a yellow Argissol under Amazonian tropical forest after burning and rice cultivation. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa , v. 27, n. 6, 2003.

SAMWAYS, M. J. Community structure of ants (Hymenoptera: Formicidae) in a series of habitats associated with citrus. **Journal of applied ecology**, n. 20, p 833-847. 1983.

SANCHEZ, P. A. **Properties and Management of Soils in the Tropics**. Wiley, New York 1976.

SANCHEZ, P. A.; COCHRANE, T.T. **Soils constraints in relation to major farming systems of tropical America**. International Rice Research Institute, Los Banos. p.106-139, 1980.

SANTOS, A. M. G. **Aproveitamento de resíduos das culturas de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) e pupunha (*Bactris gasipae*) como adubo orgânico em sistemas agroflorestais na Amazônia.** 2003. 49 p. Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroflorestais) - Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2003.

SANTOS, M. S.; JULIO, N.C.; LOUZADA, N.D. *et al.*, Riqueza de formigas (Hymenoptera: Formicidae) da serapilheira em fragmentos de floresta semidecídua da Mata Atlântica na região do Alto do Rio Grande, MG. Brasil. **Ilheringia Série Zoológica**, Porto Alegre, v. 96, n.1, p. 95-101, mar. 2006.

SECRETARIA DO PLANEJAMENTO E MEIO AMBIENTE. **Atlas do Tocantins: Subsídios ao Planejamento da Gestão Territorial.** - DZE. Palmas: Seplan, 1999. 49 p.

SERRÃO, E. A. Desenvolvimento agropecuário e florestal na Amazônia proposta para o desenvolvimento científico e tecnológico. In: COSTA, J. M. M. (org). **Amazônia: Desenvolvimento econômico, desenvolvimento sustentável e sustentabilidade de recursos naturais- Pará.** Belém: UFPA, NUMA. p. 57-104. 1995.

SILVA, L.F da. **Solos Tropicais: aspectos pedológicos, ecológicos e de manejo.** São Paulo: Terra Brasilis, 1996.137 p.

SILVA, P. P. V. **Sistemas Agroflorestais para a Recuperação de Matas Ciliares em Piracicaba SP.** Piracicaba, 2002. 98p. (Dissertação de Mestrado). Escolar Superior de Agricultura Luís de Queiroz, Universidade de São Paulo.

_____ Sistemas Agroflorestais como Opção de Manejo para Microbacias. Belo Horizonte: **Informe Agropecuário**, v. 21 n. 207, p. 75 - 81, nov/ dez. 2000.

SILVA, R. R. da; C. R. F. BRANDÃO. Formigas (Hymenoptera: Formicidae) como indicadores de qualidade ambiental e da biodiversidade de outros invertebrados terrestres. **Biotemas**, v. 12, n. 2, p. 55-73. 1999.

SMITH, N.; DUBOIS, J.; CURRENT, E.; *et al.* **Experiências Agroflorestais na Amazônia Brasileira: Restrições e Oportunidades.** Programa Piloto das Florestas Tropicais do Brasil, Brasília: 1998.146 p.

SOARES, S. de M.; MARINHO, C. G. S.; DELLA LUCIA, T. M. C. Riqueza de Espécies de Formigas Edáficas em Plantação de Eucalipto e em Mata Secundária Nativa. **Revista Brasileira Zoologia**. Viçosa, v.15, n. 4 p. 889-898, 1998.

SOUZA, Z. M.; LEITE, J.A.; BEUTLRT, A.N. Comportamento e Atributos físicos de um Latossolo Amarelo sob Agroecossistemas do Amazonas. Jaboticabal, **Revista de Engenharia Agrícola**, v. 24, n.3, p 654-662, set/dez. 2004.

TEIXEIRA, L.B.; SCHUBART, H. O. R. Mesofauna do solo em áreas de florestas e pastagem na Amazônia Central. **Boletim de Pesquisa Embrapa CPATU**, n. 95, p. 1-16, out. 1988.

TOMÉ JR. J. B. **Manual para Interpretação de Análise de Solo**. Editora Guaíba: Agropecuária, 1997.

THOMAZINI, M. J.; THOMAZINI, A. P. B. W. **A fragmentação florestal e a diversidade de insetos nas florestas tropicais úmidas**. Rio Branco: Embrapa Acre, 200. 21p. (Documentos, 57).

VASCONCELOS, H. L. Respostas das formigas a fragmentação florestal. INPA/ Instituto de Pesquisas da Amazônia. **Série Técnica IPEF**. v.12, n. 32, p. 95-98, dez. 1998.

VEIGA, J. E.; EHLERS, E. Diversidade Biológica e Dinamismo Econômico no Meio Rural. In: **Economia do Meio Ambiente: Teoria e Prática**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003. p.271-288.

VIANA, V. M. et. al. Dynamics and restoration of forest fragments in the Brazilian Atlantic Moist Forest. . In: LAURENCE, W. F.; BIERREGAARD, R.O. (ed) **Tropical forest remnants: ecology, management and conservation of fragmented communities**. Chicago: The University of Chicago Press, 1997, cap. 23, p. 351-365.

VITAL, A. R. T.; *et al.* Produção de serapilheira e ciclagem de nutrientes de uma floresta semidecidual em zona ripária. Viçosa, **Revista Árvore**, v. 28. n. 6 nov/dez. 2004.

WALKER, D. Diversity and stability. In: CHERRETT, J.M., ed. **Ecological concepts**. Oxford, Blackwell Scientific Public, 1989. p.115-146.

WARBURTON, N. H. Structure and conservation of forest avifauna in isolated rainforest remnants in tropical Australia. In: LAURENCE, W. F.; BIERREGAARD, R.O. (ed) **Tropical forest remnants: ecology, management and conservation of fragmented communities**. Chicago: The University of Chicago Press, 1997, cap. 13, p 190-206.

ZECH, W.; SENESI, N.; GUGGENBERGER, G.; KAISER, K.; LEHMAN, J.; MIANO, T; MILTNER, A.; A.; SCHROTH, G. Factors controlling humification and mineralization of soil organic matter in the tropics. **Geoderma**, v. 79, p. 117-161. 1997.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)