



**Embrapa**

*Amazônia Oriental*

**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA – UFRA  
EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA  
MESTRADO EM AGRONOMIA**

**VINICIUS NEGRÃO SALDANHA**

**APORTE DE SERAPILHEIRA EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS COM  
PALMA DE ÓLEO NA AMAZÔNIA ORIENTAL**

**BELÉM  
2018**

**VINICIUS NEGRÃO SALDANHA**

**APORTE DE SERAPILHEIRA EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS COM  
PALMA DE ÓLEO NA AMAZÔNIA ORIENTAL**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Agronomia, Linha de Pesquisa: Produção Vegetal em Sistemas Agrícolas, para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Dr. Steel Silva Vasconcelos

**BELÉM  
2018**

---

Saldanha, Vinicius Negrão

Aporte de serapilheira em sistemas agroflorestais com dendê na Amazônia oriental / Vinicius Negrão Saldanha. – Belém, 2018.  
85 f.

Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Embrapa Amazônia Oriental, Universidade Federal Rural da Amazônia Belém, 2018.  
Orientador: Dr. Steel Silva Vasconcelos.

1. Palma de óleo – Amazônia oriental 2. *Elaeis guineensis* Jacq. 3. Palma de óleo – Sistemas agroflorestais 4. Palma de óleo – Município de Tomé Açu (PA) I. Vasconcelos, Steel Silva (orient.) II. Título.

**CDD** – 633.85109811

---

Bibliotecária-Documentalista: Letícia Lima de Sousa – CRB2/1549

**VINICIUS NEGRÃO SALDANHA**

**APORTE DE SERAPILHEIRA EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS COM  
PALMA DE ÓLEO NA AMAZÔNIA ORIENTAL**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Agronomia, Linha de Pesquisa: Produção Vegetal em Sistemas Agrícolas, para obtenção do título de Mestre.

Aprovado em 30 de agosto de 2018.

---

Dr. Steel Silva Vasconcelos – Orientador  
EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL

---

Dra. Vania Neu – 1º Examinadora  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA

---

Dra. Vanda Maria Sales de Andrade – 2º Examinadora  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA

---

Dr. Osvaldo Ryohei Kato – 3º Examinador  
EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL

Ao Pai Celeste e aos Presentes que Ele me deu:

Minha mãe, Sra. Iêda

Meu pai, Sr. Mário

Minha segunda mãe, Vovó Tereza

A meus irmãos, Pauline e Lucas

E, aos meus avós paternos, Vovô Dió, e Vovó Ambró  
(In memoriam).

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

Ao Senhor, Deus da minha vida, porque até aqui Ele tem me sustentado com a Sua Infinita Graça e Misericórdia;

A minha mãe Iêda Maria Negrão Saldanha, e ao meu pai Mário da Silva Saldanha, pelo amor, carinho, cuidado e apoio, desde os meus primeiros passos até aqui;

A minha avó materna, Terezinha Souza Oliveira, minha segunda mãe, pelo amor, zelo e pelas orações;

Ao PgAgro, Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal Rural da Amazônia, pela oportunidade de subir mais um degrau em minha vida acadêmica e profissional;

Ao meu orientador, Dr. Steel Silva Vasconcelos, pela oportunidade, orientações e pelo apoio, em todas as etapas desta caminhada;

A Embrapa Amazônia Oriental, e mais especificamente a equipe técnica do LASS (Laboratório de Análises de Sistemas Sustentáveis): Cléo Souza, Eliana Hirai, Neusa Ferreira e Ivanildo Trindade; pelo suporte técnico, pelas orientações e ensinamentos;

Ao Dr. Osvaldo Ryohei Kato, pelo suporte logístico e operacional para a realização das campanhas de campo em Tomé-Açu;

Ao Dr. Francisco de Assis Oliveira, pelas valiosas orientações sobre construção do conhecimento científico;

Aos criadores do Projeto SAF Dendê, Natura Inovação e Tecnologia de Produtos LTDA. e CAMTA (Cooperativa Mista de Tomé-Açu); aos agentes financiadores da presente pesquisa, CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), USAID (United States Agency for International Development), e ao ICRAF (International Center for Research In Agroforestry) pelo suporte em pesquisa e desenvolvimento;

Aos estagiários e voluntários que trabalharam valorosamente nesta empreitada: Prisco, Thaís, Joyce, Caio, Iara, Brenda, Suyelen, Ana Paula, Dani, Sandro, Raissa, Aline, Trícia, e William;

Aos amigos que Deus meu concedeu como presentes nessa caminhada: Saime Joaquina Souza de Carvalho Rodrigues, Everson Rocha Lima, Suyelen Cordeiro Corrêa e Edson Bruno Martins da Silva;

**Muito Obrigado !**

Porque eu, o Senhor, teu Deus, te tomo pela tua mão direita e te digo: não temas, que eu te ajudo.

**Isaías 41.13**

## **Lista de Diagramas**

**Diagrama 1.** Disposição dos coletores de serapilheira, de acordo com as espécies mais representativas, por parcela experimental, tratamento e UD.....41

## Lista de Figuras

- Figura 1.** Localização das áreas experimentais no Município de Tomé-Açu (PA). Unidade Demonstrativa I (UDI) e Unidade Demonstrativa II (UDII), localizadas no Distrito de Quatro Bocas, e Unidade Demonstrativa III (UDIII), localizada no Distrito de Forquilha.....31
- Figura 2.** Visão geral da paisagem antes da implantação das Unidades Demonstrativas, pomar abandonado (UDI), no Distrito de Quatro Bocas, Tomé-Açu (PA).....32
- Figura 3.** Visão geral antes da implantação das Unidades Demonstrativas, floresta sucessional com 15 anos de idade aproximadamente (UDII), no Distrito de Quatro Bocas, Tomé-Açu (PA).....32
- Figura 4.** Visão geral da paisagem antes da implantação das Unidades Demonstrativas, pastagem degradada (UDIII), localizada no Distrito de Forquilha, Tomé-Açu (PA).....33
- Figura 5.** Modelo padrão do fresador florestal, AHWI FM 600.....34
- Figura 6.** Precipitação média mensal, umidade relativa média do ar, e temperatura média do ar no Município de Tomé-Açu (PA).....39
- Figura 7.** Visão de coletores de serapilheira, instalados no sistema agroflorestal adubadeiras (UDIII), localizado no Distrito de Forquilha, Tomé-Açu (PA).....40
- Figura 8.** Visão de coletores de serapilheira, instalados na floresta sucessional com 19 anos de idade aproximadamente (UDII), no Distrito de Quatro Bocas, Tomé-Açu (PA).....40
- Figura 9.** Aporte anual de serapilheira fina em sistemas agroflorestais com palma de óleo (SAF-Adu e SAF-Bio) e em florestas sucessionais (FS), entre três sítios experimentais (UDI, UDII, e UDIII), no Município de Tomé-Açu (PA). Letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa entre tratamentos pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ) .....47
- Figura 10.** Aporte anual de serapilheira grossa em sistemas agroflorestais com palma de óleo (SAF-Adu e SAF-Bio) e em florestas sucessionais (FS), entre três sítios experimentais (UDI, UDII, e UDIII), no Município de Tomé-Açu (PA). Letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa entre tratamentos pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).....48
- Figura 11.** Aporte anual total de serapilheira em sistemas agroflorestais com palma de óleo (SAF-Adu e SAF-Bio) e em florestas sucessionais (FS), entre três sítios experimentais (UDI, UDII, e UDIII), no Município de Tomé-Açu (PA). Letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa entre tratamentos pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).....49

**Figura 12.** Aporte anual de serapilheira fina em sistemas agroflorestais com palma de óleo (SAF-Adu e SAF-Bio) e em florestas sucessionais (FS), nos três sítios experimentais (UDI, UDII, e UDIII), no Município de Tomé-Açu (PA). Letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa entre tratamentos pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).....50

**Figura 13.** Aporte anual de serapilheira grossa em sistemas agroflorestais com palma de óleo (SAF-Adu e SAF-Bio) e em florestas sucessionais (FS), nos três sítios experimentais (UDI, UDII, e UDIII), no Município de Tomé-Açu (PA). Letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa entre tratamentos pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).....51

**Figura 14.** Aporte anual total de serapilheira em sistemas agroflorestais com palma de óleo (SAF-Adu e SAF-Bio) e em florestas sucessionais (FS), nos três sítios experimentais (UDI, UDII, e UDIII), no Município de Tomé-Açu (PA). Letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa entre tratamentos pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).....52

**Figura 15.** Aporte anual de serapilheira foliar de cacau (*Theobroma cacao*) e de gliricídia (*Gliricidia sepium*), em sistemas agroflorestais com palma de óleo (SAF-Bio e SAF-Adu), entre três sítios experimentais (UDI, UDII, e UDIII), no Município de Tomé-Açu (PA). Letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa entre tratamentos pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).....53

**Figura 16.** Aporte mensal de serapilheira fina, grossa e total, em sistemas agroflorestais com palma de óleo (SAF-Adu e SAF-Bio); e em florestal sucessionais (FS), em um sítio experimental (UDI), no Município de Tomé-Açu (PA).....56

**Figura 17.** Aporte mensal de serapilheira fina, grossa e total, em sistemas agroflorestais com palma de óleo (SAF-Adu e SAF-Bio); e em florestal sucessionais (FS), em um sítio experimental (UDII), no Município de Tomé-Açu (PA).....59

**Figura 18.** Aporte mensal de serapilheira fina, grossa e total, em sistemas agroflorestais com palma de óleo (SAF-Adu e SAF-Bio); e em florestal sucessionais (FS), em um sítio experimental (UDIII), no Município de Tomé-Açu (PA).....62

## Lista de Tabelas

- Tabela 1.** Adubações realizadas na palma de óleo e nas culturas dos sistemas agroflorestais, durante a condução dos experimentos.....37
- Tabela 2.** Adubações realizadas no açaí, cacau e palma de óleo (dendê), em 2016.....38
- Tabela 3.** Aporte de serapilheira fina, grossa e total em sistemas agroflorestais (SAF-Adu e SAF-Bio) e em florestas sucessionais (FS), em três sítios experimentais (UDI, UDII, e UDIII), no Município de Tomé-Açu (PA). Letras maiúsculas indicam diferenças entre tratamentos similares pertencentes a diferentes Unidades Demonstrativas, e as letras minúsculas indicam diferenças entre tratamentos distintos pertencentes à mesma Unidade Demonstrativa pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).....45
- Tabela 4.** Aporte total de serapilheira foliar de cacau (*Theobroma cacao*) e de gliricídia (*Gliricidia sepium*), em sistemas agroflorestais (SAF-Adu e SAF-Bio), entre três sítios experimentais (UDI, UDII, e UDIII), no Município de Tomé-Açu (PA). Para cada espécie, letras maiúsculas diferentes indicam diferença significativa entre tratamentos, pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).....46
- Tabela 5.** Coeficiente de correlação de Pearson, para relações entre o aporte de serapilheira em sistemas agroflorestais (SAF-Adu e SAF-Bio), e em florestal sucessional (FS); e as variáveis atmosféricas, temperatura, umidade relativa do ar (UR) e precipitação, em um sítio experimental (UDI) no Município de Tomé-Açu (PA) (n=12).....63
- Tabela 6.** Coeficiente de correlação de Pearson, para relações entre o aporte de serapilheira em sistemas agroflorestais (SAF-Adu e SAF-Bio), e em florestal sucessional (FS); e as variáveis atmosféricas, temperatura, umidade relativa do ar (UR) e precipitação, em um sítio experimental (UDII) no Município de Tomé-Açu (PA) (n=12).....63
- Tabela 7.** Coeficiente de correlação de Pearson, para relações entre o aporte de serapilheira em sistemas agroflorestais (SAF-Adu e SAF-Bio), e em florestal sucessional (FS); e as variáveis atmosféricas, temperatura, umidade relativa do ar (UR) e precipitação, em um sítio experimental (UDIII) no Município de Tomé-Açu (PA) (n=12)..... 64
- Tabela 8.** Aporte de serapilheira em agroecossistemas e sistemas naturais no Brasil e no mundo..... 64

Porque eu, o Senhor, teu Deus, te tomo pela tua mão direita e te digo: não temas, que eu te ajudo.

**Isaías 41.13**

## SUMÁRIO

	PÁGINA
<b>RESUMO</b> .....	14
<b>ABSTRACT</b> .....	15
<b>1 CONTEXTUALIZAÇÃO</b> .....	16
1.1 <b>Problema de pesquisa</b> .....	19
1.2 <b>Hipóteses</b> .....	19
1.3 <b>Objetivos</b> .....	20
1.3.1 <b>Objetivo geral</b> .....	20
1.3.2 <b>Objetivos específicos</b> .....	20
1.4 <b>Revisão de Literatura</b> .....	21
1.4.1 As ações antrópicas e seus impactos ambientais; o desmatamento na Amazônia, no Brasil e no mundo.....	21
1.4.2 A cultura da palma de óleo e sua expansão.....	23
1.4.3 Os sistemas agroflorestais; uma alternativa sustentável.....	25
1.4.4 A serapilheira; um importante componente ambiental.....	26
<b>2 APORTE DE SERAPILHEIRA EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS COM PALMA DE ÓLEO NA AMAZÔNIA ORIENTAL</b> .....	28
2.1 <b>Introdução</b> .....	28
2.2 <b>Material e Métodos</b> .....	30
2.2.1 Localidade do estudo.....	30
2.2.2 Histórico das áreas experimentais (Unidades Demonstrativas).....	30
2.2.3 Descrição do experimento.....	34
2.2.4 Precipitação pluviométrica, temperatura e umidade relativa do ar.....	38
2.2.5 Amostragem da serapilheira.....	39
2.2.6 Aporte de serapilheira.....	42
2.2.7 Análise estatística.....	42
2.3 <b>Resultados</b> .....	43
2.4 <b>Discussão</b> .....	65
2.5 <b>Conclusões</b> .....	69
2.6 <b>Referências</b> .....	70

## RESUMO

A serapilheira é um relevante compartimento de sistemas naturais e modificados. No entanto, a conversão desses ambientes naturais em sistemas menos diversificados, promove mudanças na dinâmica desse componente da produtividade primária líquida (PPL). A palma de óleo (*Elaeis guineensis* Jacq.) está inserida nesta conjuntura. Mesmo com sua importância econômica nas escalas mundial, nacional e regional, sua expansão por meio do monocultivo vem acompanhada de impactos socioambientais negativos. Logo, é fundamental buscar alternativas que viabilizem a sua implantação e manutenção de acordo com princípios norteadores da sustentabilidade. Desta forma se faz necessário desenvolver estudos a respeito do aporte de serapilheira em agroecossistemas mais diversificados, sistemas agroflorestais (SAFs), com o objetivo de obter modelos de sistemas que mais se aproximem dos ambientes naturais. Neste estudo foi avaliado o aporte de serapilheira em sistemas agroflorestais integrados a cultivos de palma de óleo, e em florestas sucessionais. As nove áreas de estudo (cada uma com 2 ha) estão consolidadas em três Unidades Demonstrativas (UDs); cada UD com três tratamentos, sistema agroflorestal biodiverso (SAF-Bio), sistema agroflorestal adubadeiras (SAF-Adu), e floresta sucessional (FS); sendo localizadas no Município de Tomé Açu (PA). Foram coletadas amostras de serapilheira em 192 coletores, distribuídos em faixas duplas de SAF consorciadas com linhas duplas de palma de óleo, no período de setembro de 2016 a agosto de 2017, em 36 parcelas. As amostras foram separadas em diferentes frações: serapilheira foliar de cacau (*Theobroma cacao*) e gliricídia (*Gliricidia sepium*), nos SAF-Bio e SAF-Adu; serapilheira fina [folhas; pecíolos; material lenhoso  $\leq 1,00\text{cm}$  (galhos finos); material reprodutivo e miscelânea] e serapilheira grossa [material lenhoso  $> 1,00\text{cm}$  (galhos grossos)]. As florestas sucessionais apresentaram maior aporte anual de serapilheira fina, grossa e total em relação aos sistemas agroflorestais. A FS-I teve o maior aporte de serapilheira fina e total ( $12,65 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  e  $13,89 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ ), e a FS-III teve o maior aporte da fração grossa ( $1,79 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ ). Com relação ao aporte anual de serapilheira foliar de cacau, o SAF-Bio-I apresentou maior aporte ( $3,02 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ ) em comparação aos SAF-Bio-II e SAF-Bio-III. Contudo, em relação ao aporte de serapilheira foliar de gliricídia, o SAF-Adu-II apresentou maior aporte ( $1,80 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ ) em comparação aos SAF-Adu-I e SAF-Adu-III. O aporte mensal de serapilheira variou sazonalmente ao longo do ano. O aporte de serapilheira fina e total foi maior nos meses mais secos e quentes, diferentemente do aporte de serapilheira grossa, que foi maior nos meses mais chuvosos e com temperaturas mais baixas. O aporte anual de serapilheira variou significativamente entre as florestas sucessionais e os sistemas agroflorestais, e entre SAFs mais diversificados e SAFs menos diversificados, sendo o maior aporte anual apresentado pela FS-I, e o menor apresentado pelo SAF-Adu-I ( $13,89 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  e  $2,32 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ ). Foi também observada diferença significativa entre os tratamentos, relativa ao aporte mensal de serapilheira. Os SAFs mais diversificados, em geral, foram superiores aos SAFs menos diversificados em relação ao aporte anual de serapilheira, sendo desta maneira mais similar às florestas sucessionais.

**Palavras-chaves:** aporte de serrapilheira, *Elaeis guineensis*, floresta sucessional, litterfall, palma de óleo, sistema agrossilvicultural.

## ABSTRACT

Litterfall is a relevant compartment of natural and modified systems. However, natural environments conversion into minor diversified systems promotes dynamic's changes in this net primary productivity (NPP) component. The oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) is inserted in this conjuncture. Even with its economic importance at the global, national and regional levels, its expansion through monoculture is accompanied by negative social and environmental impacts. Being thus is fundamental the search for alternatives which enable its implementation and maintenance in accordance with guiding principles of sustainability. Thus, it is necessary to develop studies about the production of litterfall in more diversified agroecosystems, agroforestry systems (AFS), with the objective of obtaining models of systems that are closer to natural environments. In this study was evaluated litterfall production in agroforestry systems integrated to oil palm farming, and in successional forests. The nine study areas (each with 2 ha) are consolidated into three Demonstration Units (DUs); biodiverse agroforestry system (Bio-AFS), fertilizers agroforestry system (Fert-AFS), and successional forest (SF); located in Tomé Açu (PA) municipality. Litterfall samples were collected in 192 collectors, distributed in double tracks of AFS consorciated with oil palm's double lines, since September 2016 to August 2017, in 36 plots. These samples were submitted to processing to determine the production in different fractions; cocoa (*Theobroma cacao*) and madre-de-cacao (*Gliricidia sepium*) leaf litterfall, in Bio-AFS and Fert-AFS; fine litterfall [leaves; petioles; woody material  $\leq 1.00$ cm (thin branches); reproductive and miscellaneous material; and thick litterfall [woody material  $> 1.00$ cm (thick twigs)]. The successional forests had major annual production of fine, thick and total litterfall than all agroforestry systems. The SF-I had the largest contribution of fine and total litterfall (12,65 Mg ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup> and 13,89 Mg ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup>) and SF-III had the largest thick fraction contribution (1,79 Mg ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup>). In relation the annual production of cocoa leaf litterfall, the Bio-AFS-I presented greater contribution (3,02 Mg ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup>) in comparison to Bio-AFS-II, and Bio-AFS-III. However, regarding madre-de-cacao leaf litterfall production, Fert-AFS-II presented greater contribution (1,80 Mg ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup>) in comparison to Fert-AFS-I, and Fert-AFS-III. The monthly litterfall production presented an unequal dynamics throughout the year. The contribution of fine and total litterfall was major in the drier and hotter months, differently the thick litterfall contribution, which was higher in the wetter months and with lower temperatures. There was a significant difference between successional forests and agroforestry systems, and between more diversified AFSs and less diversified AFSs, with regard to the annual litterfall production, being the higher annual production presented by the SF-I, and the minor presented by Fert-AFS-I (13,89 Mg ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup> and 2,32 Mg ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup>). Significant difference was also observed between treatments, concerning the monthly litterfall production. The most diversified AFSs, in general, were superior to less diversified AFSs in annual litterfall production, being thus more similar the successional forests.

**Keywords:** litterfall contribution, *Elaeis guineensis*, successional forest, litterfall, oil palm, agrosilvicultural system.

## 1. CONTEXTUALIZAÇÃO

A palma de óleo (*Elaeis guineensis* Jacq.) é uma cultura de grande importância mundial, por ser uma das espécies oleaginosas com maior adensamento energético, e por seu óleo ser utilizado nas indústrias alimentícia, química, cosmética, siderúrgica e de biocombustíveis. Sua característica de planta tropical faz com que o seu cultivo seja realizado em toda faixa equatorial do planeta, chegando a 43 países e ocupando uma área de 16,4 milhões de hectares (FAO, 2014; VIANA et al., 2018).

Nas últimas décadas na Amazônia Oriental, com destaque ao Estado do Pará, a expansão da cultura do dendê tem se intensificado de forma similar ao Sudeste Asiático, principalmente na Indonésia e Malásia, a partir da conversão de vastas áreas de florestas primárias em monocultivos, nos quais são utilizados pacotes tecnológicos constituídos de: sementes geneticamente melhoradas, sistemas de irrigação, fertilizantes e defensivos sintéticos, mecanização agrícola entre outros, por parte de grandes empresas vinculadas ao agronegócio com vultosos aportes financeiros. Este modelo está em desacordo com os princípios da sustentabilidade em virtude de promover impactos ambientais negativos, por exemplo: redução da biodiversidade, da ciclagem da água (das precipitações) e contribuições para o aquecimento global, com a emissão de gases de efeito estufa (GEE) (FEARNSIDE, 2005; BOUCHARDET et al., 2016); e não ser adaptado à situação econômica e social dos produtores amazônicos. Assim, é pertinente a averiguação de modelos diferenciados de utilização da palma de óleo que se enquadrem nos referidos princípios.

Desta forma, os sistemas agroflorestais (SAFs) têm sido recomendados para regiões tropicais devido aos seus benefícios sociais, econômicos e ambientais. Tais benefícios estão geralmente relacionados à capacidade de sequestro de carbono da atmosfera, proteção de mananciais, ciclagem adequada de água e nutrientes, proteção e melhoria da qualidade do solo, capacidade de proporcionar bem-estar e saúde pública através do conforto térmico, de promoção do turismo e da educação ambiental; em comparação com monoculturas agrícolas anuais ou perenes.

De acordo com a composição e o manejo dos SAFs, esses sistemas também podem manter elevada diversidade de fauna e flora, contribuindo para o aumento da produção, da renda e dos serviços ambientais, diminuindo assim a vulnerabilidade da dependência de apenas uma cultura (RIBASKI et al., 2001; ALBRECHT; KANDJI,

2003; LUIZÃO et al., 2006; LUIZÃO, 2007; ABDON et al., 2008; KATO et al., 2011; DOS SANTOS POMPEU et al., 2017; SILVA; NAVIGANTES-ALVES, 2017).

Nesta conjuntura, a Empresa Natura Inovação e Tecnologia de Produtos LTDA., em parceria com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Amazônia Oriental), Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA) e Cooperativa Agrícola Mista de Tomé-Açu (C.A.M.T.A), implantou em 2007 o “Projeto Dendê: sistemas agroflorestais na agricultura familiar” no município de Tomé-Açu (PA), um dos maiores centros de produção de palma de óleo da Amazônia.

Este projeto tem como objetivo validar a exequibilidade ambiental, econômica e social de plantios de palma de óleo integrados a sistemas agroflorestais, por meio de estudos sobre ciclagem de carbono e nutrientes, qualidade do solo, polinização e diversidade de fauna e flora, em função da técnica de preparo de área e do arranjo de espécies agrícolas e florestais.

De forma mais específica, está sendo avaliada a qualidade ambiental nos SAFs através de inúmeros (bio) indicadores, como: a emissão de gases do solo; atributos químicos, físicos e biológicos do solo; estoque e aporte de carbono e nutrientes na serapilheira não-lenhosa e lenhosa, no solo e na biomassa radicular; além da avaliação da estrutura da vegetação espontânea.

Neste contexto, a serapilheira pode ser empregada no monitoramento de áreas por conta do seu potencial como “indicador de reação”, capaz de responder às modificações do ambiente. Esses indicadores podem ser usados para acompanhar as alterações nas condições ambientais ou para monitorar tendências através do tempo, proporcionando a previsão de mudanças no ambiente e diagnosticando a causa de problemas ambientais (ARAÚJO et al., 2005; MACHADO et al., 2008; GODINHO et al., 2013; SCORIZA.; PIÑA-RODRIGUES, 2013).

Desta forma, a presença de serrapilheira permite que seja verificado se há ciclagem de matéria orgânica e de nutrientes no ambiente, sendo este um fator primordial para solos nas regiões tropicais, reconhecidos pela sua baixa fertilidade, mas com elevada capacidade de fixação de nutrientes com presença de vegetação. Em sistemas agroflorestais, a presença de bons valores de matéria orgânica via serapilheira garante a atenuação dos custos e danos de médio e longo prazo ao solo, causados pela intensa prática de adubação (SOARES; FROUFE, 2015; VASCONCELLOS; BELTRAO, 2018).

Os estudos do Projeto dendê são realizados em três propriedades pertencentes a produtores rurais cooperados da C.A.M.T.A. Cada propriedade apresenta uma Unidade Demonstrativa (UD), onde foram instalados três tipos de SAFs com diferentes combinações de preparo de área com trituração (manual e mecanizada) e composição de espécies (sistemas com alta diversidade de espécies frutíferas e madeiras e sistemas com alta densidade de leguminosas para adubação verde).

Nestes trabalhos os sistemas agroflorestais são comparados com florestas sucessionais e plantios convencionais de dendê (áreas de referência) em condições edafoclimáticas semelhantes. Cada Unidade Demonstrativa tem seis hectares divididos em três tratamentos com dois hectares cada. Todos os sistemas têm como cultura principal a palma de óleo (KATO et al., 2011) .

Um ponto importante a ser ressaltado deste projeto, é que as práticas conservacionistas de preparo de área associadas aos já referidos sistemas agroflorestais, o preparo de área sem uso do fogo por meio da trituração manual ou mecanizada da vegetação secundária, teve como objetivo além da substituição do uso do fogo, possibilitar a proteção do solo por meio da cobertura morta (mulch), proveniente da vegetação anterior triturada, e consequentemente, reduzir a germinação de sementes de plantas invasoras.

Esta prática também contribui para o aumento da concentração e estoque de C no solo; redução em no mínimo cinco vezes as emissões de CO<sub>2</sub>, comparando o consumo de combustível nas operações de trituração mecanizada com as emissões resultantes da derruba e queima; e favorece a manutenção da umidade do solo, atenuando flutuações extremas na sua temperatura, podendo assim beneficiar a atividade de organismos neste sistema (BENECH-ARNOLD et al., 2000; KATO et al., 2004; ROUSSEAU; CARVALHO, 2007; DAVIDSON et al., 2008; KATO et al., 2014; LACERDA et al., 2016).

Mesmo a agricultura itinerante ou de corte e queima, a qual o preparo de área se dá com uso do fogo, ser uma tradição milenar da maioria das populações indígenas e caboclas da Amazônia, contribui, por exemplo, não apenas com elevadas liberações anuais de C na atmosfera, mas também com a diminuição da riqueza das espécies e, como consequência, o aumento da frequência do fogo que pode causar um processo de savanização com predominância de gramíneas e ervas, reduzindo o aparecimento de espécies arbóreas (SHUBART, 1983; LEAL, 2002; ARAGÃO; SHIMABUKURO, 2010; KATO et al., 2014). Deste modo, esta associação pode ser considerada uma

proposta inovadora de agroecossistema, em contraposição ao modelo tradicional de monocultivo da palma de óleo.

Assim, estudos sobre aporte e qualidade da serapilheira são fundamentais, pois a agricultura familiar na Amazônia apresenta um grau de dependência elevado do aporte de matéria orgânica por meio deste componente para a melhoria dos atributos físicos, químicos e biológicos do solo. Tal relevância é maior, em se tratando de agroecossistemas que integram a cultura da palma de óleo a sistemas mais diversificados, tendo em vista a recente adoção dos mesmos na referida região.

## **1.1 PROBLEMA DE PESQUISA**

Apesar dos impactos ambientais e sociais negativos advindos da prática do monocultivo da palma de óleo, existe a possibilidade de utilizar esta cultura de forma mais sustentável na Amazônia, integrando a mesma a sistemas mais diversificados, sistemas agroflorestais.

Sendo assim, com a necessidade de apresentar a viabilidade ambiental desses sistemas, o estudo do aporte da serapilheira é um relevante bioindicador, pois o mesmo pode auxiliar os produtores rurais da região citada a desenvolver sistemas mais eficientes em relação à conservação do solo, da água, na economia na aplicação de corretivos, fertilizantes e defensivos e na atenuação de perturbações climáticas.

Neste contexto foi formulada a seguinte questão: “Qual o efeito de sistemas agroflorestais com dendê, e da sazonalidade climática sobre o aporte de serapilheira, em comparação a ambientes naturais (florestas sucessionais)?”

## **1.2 HIPÓTESES**

Para responder a questão de pesquisa “Qual o efeito de sistemas agroflorestais com dendê, e da sazonalidade climática sobre o aporte de serapilheira, em comparação a ambientes naturais (florestas sucessionais)?”, foram formuladas as seguintes hipóteses:

**Hipótese 1:** Os SAFs com dendê mais diversificados apresentam um aporte de serapilheira similar aos ambientes naturais, em relação aos SAFs com dendê menos diversificados.

**Hipótese 2:** O padrão de aporte mensal de serapilheira nos sistemas agroflorestais com dendê mais diversificados, menos diversificados e dos ambientes naturais é semelhante em resposta aos padrões meteorológicos sazonais de precipitação pluviométrica, temperatura e umidade relativa do ar.

### **1.3 OBJETIVOS**

**1.3.1 Objetivo geral:** Avaliar os efeitos de sistemas agroflorestais, mais diversificados e menos diversificados, com palma de óleo e da sazonalidade das variáveis atmosféricas no aporte de serapilheira, em comparação a florestas sucessionais.

#### **1.3.2 Objetivos específicos:**

- Quantificar o aporte de serapilheira das frações; serapilheira foliar de Cacao (*Theobroma cacao*) e Gliricídia (*Gliricidia sepium*), nos SAF-Bio e SAF-Adu; serapilheira fina, serapilheira grossa e o aporte total de serapilheira, dos sistemas agroflorestais com palma de óleo, mais diversificados, menos diversificados, e das florestas sucessionais;
- Avaliar o efeito da diversidade, densidade e disposição das espécies (sistema de uso da terra) e da sazonalidade da precipitação pluviométrica, temperatura e umidade relativa do ar sobre o aporte de serapilheira.

## 1.4 REVISÃO DE LITERATURA

### 1.4.1 As ações antrópicas e seus impactos ambientais, o desmatamento na Amazônia, no Brasil e no mundo

As mudanças climáticas são eventos que sempre fizeram parte do longo processo de evolução da Terra. Vários estudos paleoclimáticos indicam que o planeta passou por longos períodos de grande alternância na temperatura, atravessando Eras de resfriamento e aquecimento. Algumas das causas principais referem-se à erupção de vulcões, movimento das placas tectônicas, variação da radiação solar, posicionamento da Terra em relação ao Sol e choque com corpos celestes (CROWLEY; NORTH, 1988; OLIVEIRA et al., 2015; FERREIRA et al., 2017).

Porém, nas últimas décadas, grande parte da comunidade científica, órgãos internacionais, agências de pesquisas e organizações supranacionais vem investigando a interferência humana na dinâmica climática global. Esta intervenção, intensificada a partir do processo de Revolução Industrial, está associada às atividades humanas, responsáveis pelo aumento da concentração de gases de efeito estufa (GEE) emitidos a partir da exploração indiscriminada dos recursos naturais para produção de energia e bens de consumo (FERREIRA et al., 2017).

Os principais GEE; CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono), CH<sub>4</sub> (metano) e N<sub>2</sub>O (óxido nitroso); em conjunto, contribuem com 80% da força radioativa dos GEE. Os aumentos de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, e N<sub>2</sub>O são causados pelo elevado uso de combustíveis fósseis como fonte de energia, no do uso da terra, e nas mudanças no uso da terra, em particular a agricultura (SANTOS et al., 2010; IPCC, 2013; FERREIRA et al., 2017).

Estudos apontam que durante a segunda metade do século XX, houve um incremento de 0,6°C na temperatura média global do ar. O referido aumento é apontado pelos cientistas como principal responsável pelo derretimento das geleiras, conseqüente elevação do nível do mar em algumas regiões costeiras, bem como, enchentes em determinadas áreas (IPCC, 2007; FERREIRA et al., 2017).

Diante desse quadro, cientistas projetaram que a continuação das emissões de GEE causará catástrofes neste século, como secas, extinção de espécies, colapso de migrações. Essas projeções fizeram com que a comunidade internacional aprovasse, em dezembro de 2007, um calendário de negociações (Plano de Ação de Bali) para evitar uma crise climática global (IPCC, 2007; UN, 2007).

No Plano de Ação de Bali, a comunidade internacional reconheceu que serão necessários “profundos cortes de emissões” dos GEE e um acordo para reduzir as emissões decorrentes de desmatamento e degradação florestal nos países em desenvolvimento (IPCC, 2007; UN, 2007).

Recentemente, a comunidade científica divulgou o Assessment Report (AR5), um relatório gerado a partir de modelos de projeção mais completos que os usados anteriormente; estes consideram a alteração no balanço de radiação global, decorrente do incremento na concentração de GEE. Os resultados revelaram que as projeções não diferiram substancialmente das realizadas anteriormente. Caso as emissões de gases de efeito estufa continuem a crescer, o incremento médio na temperatura global deve variar de 2,6°C a 4,8°C até 2100 (IPCC, 2013; FERREIRA et al., 2017).

Nesta conjuntura, o Brasil está no sétimo lugar do ranking dos países mais poluidores do planeta. As emissões nacionais de GEE subiram 8,9% em 2016 em comparação com o ano anterior. As emissões por mudança de uso da terra cresceram 23% neste ano, respondendo por 51% de todos os gases de efeito estufa que o Brasil lançou no ar. (SEEG, 2017).

A Amazônia Brasileira historicamente teve seu desenvolvimento pautado na conversão de áreas florestais em áreas de cultivo agrícola e pecuária, sendo que os índices de desmatamento nesta região vêm aumentando desde 1991, sendo o ritmo deste processo variável, porém rápido (FEARNSIDE, 2005; DENNIS et al., 2011; BOUCHARDET et al., 2016).

A estimativa da taxa de desmatamento na Amazônia do Projeto de Monitoramento do Desmatamento na Amazônia Legal por Satélite (PRODES), do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), aponta um desmatamento de 7.989 km<sup>2</sup> de corte raso no período de agosto de 2015 a julho de 2016, indicando um aumento de 29% (FEARNSIDE, 2005; PRODES 2016).

As consequências deste processo além de envolver a exaustão dos estoques de matéria orgânica do solo, e conseqüentemente dos estoques de carbono e nutrientes; envolve também erosão, compactação dos solos, impactos nos recursos hídricos, e subsequentemente queda na produtividade agrícola, reduzindo a sustentabilidade dos agroecossistemas (FEARNSIDE, 1997; FEARNSIDE, 2005; IPCC, 2007; CARVALHO, 2011; BOUCHARDET et al., 2016).

#### 1.4.2 A cultura da palma de óleo e sua expansão

A palma de óleo, palma ou dendê (*Elaeis guineensis* Jacq.) é uma Monocotiledônea pertencente à família Arecaceae. É a oleaginosa de maior importância mundial. Com uma produção mundial de óleo estimada em 62,35 milhões de toneladas na safra 2014/2015, a palma de óleo se consolida como a cultura que apresenta a maior produção de óleo no mundo. Sua produtividade média de cinco (05) toneladas por hectare supera as demais oleaginosas cultivadas (VALOIS, 1997; SANTOS, 2008; CHIA et al., 2009; SHEIL et al., 2009; BRASIL, 2013; UNITED STATES, 2014; BORGES et al., 2016).

Os maiores produtores de palma são Indonésia e Malásia que controlam aproximadamente 85% da produção global de óleo dessa cultura. O Brasil está na última posição entre os dez maiores produtores mundiais. O Estado do Pará é responsável por mais de 90% da produção nacional. O clima favorável da região proporciona altos ganhos de produtividade, porém é uma região que deve ser preservada e isso dificulta o avanço da cultura (TURNER et al., 2011; OBIDZINSKI et al., 2012; REBELLO; COSTA, 2012; UNITED STATES, 2014; BORGES et al., 2016).

No nordeste paraense o cultivo do dendê para biodiesel constitui um evento, pois reorganiza a paisagem, a configuração territorial, a dinâmica social, enfim o território usado. As paisagens rurais dos municípios do Acará, Moju, Tailândia, Tomé-Açu e Concórdia do Pará, na microrregião de Tomé-Açu, no nordeste paraense, são marcadas por extensas monoculturas de dendê.

Estas paisagens integram configurações espaciais estruturadas a partir da ação estatal que; desde a década de 1950 quando essa cultura foi introduzida no campo paraense; cria condições econômicas, políticas, normativas e infraestruturais para viabilizar a reprodução da cadeia produtiva do óleo da palma no território paraense (NAHUM; MALCHER, 2012; NAHUM; BASTOS, 2014; NAHUM; SANTOS, 2016).

Com o advento do Programa Nacional de Produção e Uso de Biocombustíveis (PNPB), lançado pelo governo federal em dezembro de 2004 e do Programa de Produção Sustentável de Óleo de Palma no Brasil (Programa Palma de Óleo) que instituiu diretrizes para a expansão da produção de óleo de palma no Brasil, a expansão do dendê na região nordeste paraense recebeu acelerado investimento, com a justificativa da necessidade da diversificação da matriz energética diminuindo assim a dependência dos combustíveis fósseis, sendo o biodiesel uma alternativa viável (SOUSA; PEIXOTO, 2015).

Assim, foi criado um ambiente favorável às empresas que se instalaram na região em questão, com fornecimento de incentivos fiscais, facilitações para participações nos leilões públicos da Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), e melhores condições de financiamento dos cultivos e instalação das indústrias, junto aos bancos que operam o PNPB (MDA, 2011; SILVA; NAVEGANTES-ALVES, 2017).

O Programa de Produção Sustentável de Óleo de Palma no Brasil foi mais incisivo por ser um programa específico para a palma de óleo, e principalmente por estabelecer o PRONAF Eco, um financiamento exclusivo para agricultores familiares produzirem dendê, financiando até R\$ 80 mil para cada família (SILVA; NAVEGANTES-ALVES, 2017).

O principal fator que justifica a utilização do biodiesel é que ele pode ser usado diretamente nos motores a diesel, produzindo uma queima mais limpa quando comparada com a queima do óleo diesel comum, de origem fóssil. A combustão do biodiesel em motores a diesel gera uma redução na emissão de gases poluentes como material particulado, óxidos de enxofre, hidrocarbonetos e monóxido de carbono. Além disso, estudos têm mostrado que o biodiesel é um excelente lubrificante que pode aumentar a vida útil do motor (VIANA, 2008; ESTEVES; PEREIRA, 2016)

Entretanto, a crescente demanda por óleo de palma continua a ser um importante motor do desmatamento no Sudeste Asiático, especialmente na Indonésia e na Malásia, onde mais da metade de toda a expansão da palma de óleo, de 1990 a 2005, ocorreu à custa de florestas nativas.

O Brasil também experimentou grandes aumentos na área plantada com palma de óleo, acompanhados por grandes aumentos na área desmatada. Essa rápida e maciça expansão da palma de óleo nos trópicos, bem como de outras culturas para produção de biocombustíveis, levou à preocupação com os impactos nos ambientes naturais, na biodiversidade e no clima global (WAKKER, 2004; FARGIONE et al. 2008; JAMES, 2008; KOH; GHAZOUL, 2008; KOH; WILCOVE, 2008; BUTLER; LAURANCE 2009; RIST et al. 2010; FAOSTAT, 2015; VIJAY et al., 2016).

Todavia, de acordo com Bhagwat & Willis (2008), economias locais podem ser fortalecidas juntamente com a conservação de uma proporção considerável da biodiversidade florestal remanescente através de plantios de palma de óleo manejados em sistemas agroflorestais.

### 1.4.3 Os sistemas agroflorestais; uma alternativa sustentável

Os Sistemas Agroflorestais (SAFs) constituem sistemas de uso e ocupação do solo em que plantas lenhosas perenes (árvores, arbustos, palmeiras) são manejadas em associação com plantas herbáceas, culturas agrícolas e/ou forrageiras e/ou em integração com animais, em uma mesma unidade de manejo, de acordo com um arranjo espacial e temporal, com alta diversidade de espécies e interações ecológicas entre estes componentes.

De acordo com a disposição das espécies no campo os modelos podem ter uma grande variação, consistindo desde sistemas mistos adensados como quintais caseiros, mistos de baixa densidade, como os sistemas agrissilvipastoris, em faixas ou contínuos ou ainda ao acaso. E de acordo com a disposição das espécies no tempo, os SAFs podem ser simultâneos ou sequenciais (ABDO et al., 2008; FIGUEIRA, 2017).

O espectro de adaptação dos SAFs é amplo, e podem resultar numa classificação quanto os aspectos funcionais e estruturais, como: sistemas silviagrícolas, onde há combinação de árvores, arbustos ou palmeiras com espécies agrícolas; silvipastoris, onde há combinação de árvores, arbustos ou palmeiras com plantas forrageiras e animais; e agrosilvipastoris, caracterizados pela criação e manejo de animais em consórcios silviagrícolas. Esta ampla adaptação é corroborada pelo elevado número de espécies e arranjos destas, o que confere um caráter dinâmico aos sistemas agroflorestais (ÁVILA; MINAE, 1992; MDA, 2008; JÚNIOR et al., 2009; DOS SANTOS POMPEU et al., 2017).

Esse sistema de cultivo é uma prática antiga que agricultores tem utilizado em todo o mundo. Na América tropical, muitas sociedades simularam condições florestais para obter os efeitos benéficos dos ecossistemas florestais. Por exemplo, na América Central, tem sido uma prática tradicional há muito tempo para os agricultores plantar uma média de duas dúzias de espécies de plantas em parcelas não maiores do que um décimo de um hectare (WILKEN, 1977; NAIR, 1993).

Não diferente na Amazônia brasileira, esta prática de combinar árvores com cultivos agrícolas e/ou com atividade pecuária ocorreu há bastante tempo, como exemplo, os agricultores japoneses em Tomé-Açu, PA, e agricultores do projeto Reflorestamento Consorciado e Adensado, em Rondônia (Reca), ambos na década de 1980; e agricultores da Associação de Produtores Alternativos de Ouro Preto do Oeste (APA), também em Rondônia, no início dos anos 90. Desta forma, esses agricultores têm contribuído para a conservação da diversidade vegetal.

Por outro lado, a pesquisa agroflorestal na Amazônia começou a ser sistematizada no início dos anos 80 por instituições como a Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (CEPLAC), Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), via suas unidades localizadas na Amazônia e o Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia (INPA), por meio da Coordenação de Pesquisa em Ciências Agrônômicas (CPCA) (JÚNIOR et al., 2009; AMOROZO, 2013; OURIVES; CARNIELLO, 2018).

Sistemas agroflorestais além de promoverem maiores rendimentos agrícolas; diversificação de renda; estabilidade e resiliência; conectividade com elementos da paisagem, como florestas e bacias hidrográficas; conservação da biodiversidade e polinização; aprimoramento na qualidade da água; controle da erosão; ciclagem de nutrientes, com consequente melhoria na fertilidade do solo; sequestro de carbono, o que possibilita a regulação microclimática e mitigação das mudanças climáticas; proporcionam também vários benefícios socioculturais (NAIR; TOTH, 2016; NAIR et al., 2016).

#### **1.4.4 A serapilheira; um importante componente ambiental**

Serapilheira é a deposição de folhas, ramos, tecidos reprodutivos, e outros materiais orgânicos da copa das florestas para os solos das mesmas. Esta representa uma significativa fração (~30%) da produtividade primária líquida das florestas (NPP) com importantes impactos nas comunidades microbianas e estocagem de carbono no solo (HEINEMAN et al., 2015).

A compreensão sobre a quantidade de serapilheira depositada no chão das florestas e sua retenção é importante para o entendimento das propriedades biogeoquímicas, modelos de ecossistemas e mudanças climáticas, pois o retorno de nutrientes a partir da biomassa das árvores ao solo por meio desta e suas posteriores liberações a partir de sua decomposição são os principais processos que regulam a disponibilidade de nutrientes e, portanto, a taxa de crescimento florestal e sequestro de C (YAVITT et al 2004;. SAYER; TANNER, 2010; KOTOWSKA et al., 2016). Devido às variações no aporte e taxa de decomposição, a camada de serapilheira é muitas vezes heterogênea (PARSONS et al., 2014).

São vários os fatores bióticos e abióticos que comprometem o aporte de serapilheira, como tipo de vegetação, altitude, latitude, precipitação, temperatura, regimes de luminosidade, deciduidade da vegetação, estágio sucessional,

disponibilidade hídrica e características do solo (PINTO et al., 2008; LIMA et al., 2015). Contudo, as respostas das comunidades vegetais muitas vezes ocorrem ao longo de períodos de anos, e grande parte de estudos relatados são de 1-3 anos de duração (CONNER et al., 2011).

A maioria dos trabalhos relativos à serapilheira estudam o aporte e o acúmulo em ecossistemas preservados ou agroecossistemas silviagrícolas. Entretanto, estudos comparativos entre ecossistemas antropizados e preservados são importantes para fornecer subsídios no desenho e manejo de agroecossistemas sustentáveis, pois, nos solos de baixa fertilidade do trópico úmido, a matéria orgânica responde pela maior parte da capacidade de troca de cátions no solo, sendo aportada ao solo via resíduos da parte aérea das comunidades vegetais que integram tais sistemas (FERREIRA et al., 2007; SANCHES et al., 2009; VIEIRA et al., 2009; SILVA et al., 2011; FREITAS et al., 2016).

## **APORTE DE SERAPILHEIRA EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS COM PALMA DE ÓLEO NA AMAZÔNIA ORIENTAL**

### **INTRODUÇÃO**

O óleo de palma (*Elaeis guineensis* Jacq.), ou dendê, é o óleo vegetal mais comercializado mundialmente. Grande parte da expansão da cultura da palma de óleo ocorre em áreas anteriormente ocupadas por florestas tropicais. Anualmente, entre 2000 e 2011, uma média de 270 mil hectares de áreas de florestas foram convertidas em áreas de monocultivo de palma de óleo, nos principais países exportadores de óleo de palma.

Na Indonésia e Malásia, maiores produtores mundiais de palma de óleo, existem estimativas que dentro de uma década não existam mais florestas primárias, em razão do modelo de cultivo extensivo adotado nos países asiáticos da referida cultura. Na Malásia, por exemplo, a palma de óleo já ocupa mais de 60% das terras usadas para agricultura, sendo esta pouca disponibilidade de terras para ampliar sua produção a razão pela qual este país busca em outras nações, como o Brasil, parcerias para a transferência de tecnologia, de modo que possa obter produto para suprir suas necessidades.

Esse processo de expansão por meio da conversão de ambientes naturais em áreas de monocultivo desta cultura ameaça a biodiversidade e contribui para o aumento das emissões de gases de efeito estufa (NOGUEIRA; NASSAR, 2008; HENDERS et al., 2015; BENTES; HOMMA, 2016; VIJAY et al., 2016).

A entrada da cultura da palma de óleo no Brasil data do período colonial, provavelmente entre 1539 e 1542, com a chegada dos primeiros escravos ao país. Mesmo com sua recente implantação na Amazônia; iniciada com a introdução de sementes de palma em 1942, provenientes da Bahia, por Francisco Coutinho de Oliveira (1903–1961), chefe do Campo Agrícola Lira Castro, pertencente ao Ministério da Agricultura; o Estado do Pará contribui com mais de 90% da produção nacional; com 57,19% da área, 85,18% da produção e a produtividade média de 16,41 t/ha de cachos de frutos frescos, superior à nacional (11,01 t/ha); colocando o Brasil entre os dez maiores produtores mundiais de Palma de Óleo.

Ainda assim, a produção brasileira dessa comódite, registrada no período 2010–2015, foi insuficiente para o consumo doméstico, por isso o país recorre às importações. Para a reversão deste quadro, diretrizes para a expansão da produção de óleo de palma foram instituídas pelo governo brasileiro, com a criação do Programa Nacional de

Produção e Uso de Biocombustíveis (PNPB), e do Programa de Produção Sustentável de Óleo de Palma no Brasil (Programa Palma de óleo) (REBELLO; COSTA, 2012; SOUSA; PEIXOTO, 2015; BORGES et al., 2016; BENTES; HOMMA, 2016; HOMMA, 2016).

Entretanto, a expansão da palma de óleo no Estado do Pará tem promovido impactos negativos, do ponto de vista social e ambiental, tais como: transformação de comunidades tradicionais em áreas de produtores de palma, descaracterizando os pequenos produtores destas comunidades; exploração da mão de obra sem autonomia e sem vínculos legais; não garantia de retorno ao investimento; dependência com relação à agroindústria; risco de pragas e doenças; uso de agroquímicos e ameaça à biodiversidade local.

Uma alternativa viável de utilização da palma de óleo é em integração com sistemas agroflorestais (SAFs); os quais plantas lenhosas perenes são manejadas com plantas herbáceas, culturas agrícolas, forrageiras e em associação com animais em uma mesma unidade de manejo, pois os SAFs contribuem para o bem-estar nutricional, social e econômico dos produtores rurais, assim como para a conservação dos recursos naturais.

Os SAFs são sistemas de produção que têm como característica reproduzir e potencializar os processos naturais, aumentar a diversidade, intensificar os fluxos de informação e diminuir o aporte de materiais externos. (ABDO et al., 2008; BHAGWAT; WILLIS, 2008; KATO et al., 2011; HOMMA et al., 2014; BRANDÃO; SCHONEVELD, 2015; BENTES; HOMMA, 2016).

O aporte de serapilheira formadora de biomassa é afetado por vários fatores ambientais, podendo por isso ser utilizado como indicador ambiental, por exemplo, como indicador de restauração em projetos de recuperação de áreas degradadas, pela sua capacidade de responder às modificações sofridas nesses ambientes. No entanto, poucos estudos têm abordado o seu aporte em áreas submetidas a distúrbios, sendo importante entender a relação desse compartimento com o processo regenerativo da vegetação (MARTINS; RODRIGUES, 1999; ARAÚJO et al., 2005; SCORIZA, 2009).

O objetivo do presente estudo foi avaliar seis sistemas agroflorestais (três mais diversificados e três menos diversificados) com palma de óleo e da sazonalidade da precipitação pluviométrica, temperatura e umidade relativa do ar no aporte de serapilheira, em comparação a três florestas sucessionais, no município de Tomé-Açu (PA).

## MATERIAL E MÉTODOS

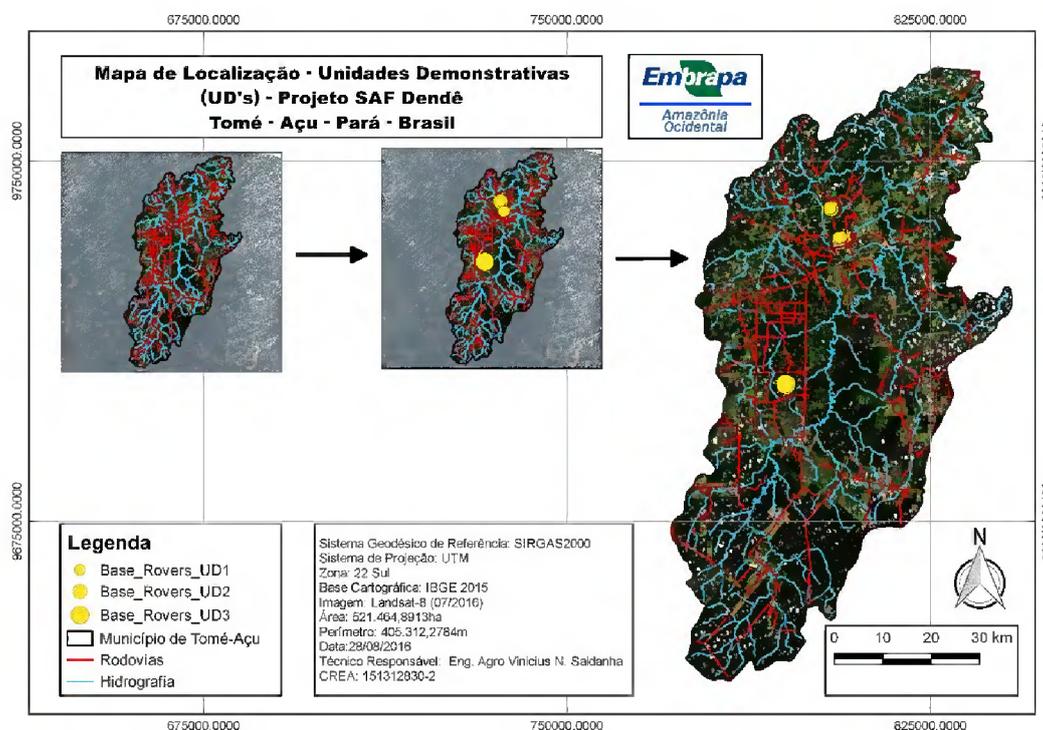
### Localidade do estudo

O trabalho foi realizado no município de Tomé-Açu (02° 20' 59,68037'' S, 48° 15' 36,06262'' W) situado na mesoregião nordeste do Pará. O clima da região, segundo classificação de Köppen, é caracterizado como Ami, com precipitação média anual de 2.300 mm, com forte concentração entre os meses de janeiro a junho e mais rara de julho a dezembro, sendo que a umidade relativa do ar chega próximo de 85%. O solo predominante na região é classificado como Latossolo Amarelo distrófico de textura média à argilosa (GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ, 2011; 2013; SILVA et al., 2016).

### Histórico das áreas experimentais (Unidades Demonstrativas)

O estudo foi realizado nas Unidades Demonstrativas I, II e III (UDI, UDII e UDIII), pertencentes ao “Projeto dendê: sistemas agroflorestais na agricultura familiar”, onde está sendo avaliada a qualidade ambiental em SAFs integrados a cultivos de palma de óleo (*Elaeis guineensis* Jacq.), através de inúmeros (bio) indicadores, como: a emissão de gases do solo; atributos químicos, físicos e biológicos do solo; estoque e aporte de carbono e nutrientes na serapilheira não-lenhosa e lenhosa, no solo e na biomassa radicular; além da avaliação da estrutura da vegetação espontânea, para validar a viabilidade destes sistemas para atender demandas de produtores rurais na Amazônia (KATO et al., 2011). A UDI e a UDII estão localizadas no Distrito de Quatro Bocas, e a UDIII está localizada no Distrito de Forquilha (Figura 1). Todas estas unidades fazem parte de propriedades rurais pertencentes a produtores vinculados a Cooperativa Agrícola Mista de Tomé-Açu (CAMTA).

**Figura 1.** Localização das áreas experimentais no Município de Tomé-Açu (PA). Unidade Demonstrativa I (UDI) e Unidade Demonstrativa II (UDII), localizadas no Distrito de Quatro Bocas, e Unidade Demonstrativa III (UDIII), localizada no Distrito de Forquilha.



**Fonte:** autor.

### Unidade Demonstrativa I

Os tratamentos com SAF desta Unidade Demonstrativa, SAF-Bio-I e SAF-Adu-I, foram implantados em áreas pomar abandonados (Figura 2). O preparo destas foi realizado por meio de corte e trituração mecanizada. As florestas sucessionais das três Unidades Demonstrativas, FS-I, FS-II e FS-III, foram formadas a partir de ciclos de derruba e queima da cobertura vegetal anterior, e tem aproximadamente 17, 19 e 31 anos de idade, respectivamente.

**Figura 2.** Visão geral da paisagem antes da implantação das Unidades Demonstrativas, pomar abandonado (UDI), no Distrito de Quatro Bocas, Tomé-Açu (PA).



**Fonte:** Jailson Takamatsu.

#### Unidade Demonstrativa II

Os tratamentos com SAF desta Unidade Demonstrativa, SAF-Bio-II e SAF-Adu-II, foram implantados em áreas anteriormente ocupadas por florestas sucessionais com aproximadamente 15 anos de idade (Figura 3), sendo o preparo de área realizado por meio de corte e trituração mecanizada.

**Figura 3.** Visão geral antes da implantação das Unidades Demonstrativas, floresta sucessionial com 15 anos de idade aproximadamente (UDII), no Distrito de Quatro Bocas, Tomé-Açu (PA).



**Fonte:** Dinaldo Santos.

### Unidade Demonstrativa III

Os tratamentos com SAF desta Unidade Demonstrativa, SAF-Bio-III e SAF-Adu-III, foram implantados em áreas anteriormente ocupadas por pastagens degradadas (Figura 4), sendo o preparo de área realizado por meio de gradagem.

Nos referidos preparos de área mecanizados foi utilizado o triturador de galhadas, conhecido como fresador florestal, também denominado de triturador de capoeira, atrelado num trator de rodas (Figura 5). A vegetação foi triturada a uma altura de 5 cm a 10 cm do solo para não revolvê-lo (cultivo mínimo), e também para não danificar o principal sistema de regeneração da capoeira, os tocos e as raízes que permanecem intactos na área, garantindo assim a rebrota da vegetação natural.

Foram necessárias duas operações para o preparo adequado de área com este implemento agrícola. Na primeira operação, fez-se a derruba da vegetação e a trituração parcial do material vegetal; a segunda operação destinou-se à trituração do material de maior porte e à uniformização da camada de cobertura morta do solo (BLOCK, 2004; KATO et al., 2014). Os preparos de área em questão foram realizados entre setembro e outubro de 2007.

**Figura 4.** Visão geral da paisagem antes da implantação das Unidades Demonstrativas, pastagem degradada (UDIII), localizada no Distrito de Forquilha, Tomé-Açu (PA).



**Fonte:** Cláudio Sugaya.

**Figura 5.** Modelo padrão do fresador florestal, AHWI FM 600.



**Fonte:** Block. (2004)

#### Descrição do experimento

Foi realizada a avaliação de sistemas agroflorestais (três mais diversificados e três menos diversificados) com palma de óleo, com dois hectares cada, e três florestas sucessionais, remanescentes da cobertura vegetal anterior à implantação dos SAFs. Em cada Unidade Demonstrativa estão alocados três tratamentos, um sistema agroflorestal, em geral, mais diversificado (SAF-Bio), um sistema agroflorestal, em geral, menos diversificado (SAF-Adu) e uma floresta sucessional (FS), totalizando assim nove tratamentos. Os agroecossistemas e os ambientes naturais em questão apresentam diferenças, de acordo com os seguintes detalhamentos:

#### Unidade Demonstrativa I (UDI)

O SAF- Bio desta unidade (SAF-Bio-I) é composto por 11 linhas duplas de palma de óleo (com espaçamento de 7,5 x 9 m), com um total de 87 plantas/hectare, intercaladas por faixas de 21 m (faixas de SAF), constituídas por 12 espécies. Já o SAF-Adu (SAF-Adu-I) é também composto por 11 linhas duplas de palma de óleo (com espaçamento de 7,5 x 9 m), com um total de 99 plantas/hectare, intercaladas por faixas de 15 m, constituídas por 6 espécies. As espécies, frutíferas, madeireiras e oleaginosas, com seus respectivos números totais de indivíduos, presentes nas faixas de SAF do SAF-Bio-I são: Açaizeiro (*Euterpe oleracea*/34 indivíduos), Andirobeira (*Carapa*

guianensis/5 indivíduos), Bacabi (*Oenocarpus mapora*/3 indivíduos), Cacaueiro (*Theobroma cacao*/213 indivíduos), Castanheira-do-Pará (*Bertholletia excelsa*/3 indivíduos), Falso-Pau-Brasil (*Caesalpinia pluviosa*/2 indivíduos), Ingazeiro (*Inga edulis*/7 indivíduos), Ipê (*Tabebuia* spp./18 indivíduos), Mangueira (*Mangifera indica* /5 indivíduos), Mogno-brasileiro (*Swietenia macrophylla*/1 indivíduo), Nim (*Azadirachta indica* /1 indivíduo) e Ucuúba (*Virola surinamensis*/7 indivíduos).

As espécies, agrícola, adubadeira, frutíferas, madeireiras e oleaginosas, com seus respectivos números totais de indivíduos, presentes no SAF-Adu-I são: Andirobeira (*Carapa guianensis*/6 indivíduos), Cacaueiro (*Theobroma cacao*/56 indivíduos), Gliricídia (*Gliricidia sepium*/129 indivíduos), Ingazeiro (*Inga edulis*/17 indivíduos), Ipê (*Tabebuia* spp./4 indivíduos) e Pimenteira-do-reino (*Piper nigrum*/41 indivíduos).

#### Unidade Demonstrativa II (UDII)

O SAF-Bio-II e o SAF-Adu-II desta unidade são compostos por 11 linhas duplas de palma de óleo (com espaçamento de 7,5 x 9 m), com um total de 99 plantas/hectare, intercaladas por faixas de 15 m, constituídas respectivamente por 14 e 2 espécies vegetais. As espécies, frutíferas, madeireiras e oleaginosas, presentes no SAF-Bio-II são: Acácia (*Acacia mangium*/3 indivíduos), Açaizeiro (*Euterpe oleracea*/88 indivíduos), Andirobeira (*Carapa guianensis*/9 indivíduos), Bacabi (*Oenocarpus mapora*, 12 indivíduos), Cacaueiro (*Theobroma cacao*/164 indivíduos), Cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*/2 indivíduos), Falso-Pau-Brasil (*Caesalpinia pluviosa*/2 indivíduos), Guanandi (*Ceiphoiltum brasiliense*/12 indivíduos), Ingazeiro (*Inga edulis*/6 indivíduos), Ipê (*Tabebuia* spp./18 indivíduos), Mangueira (*Mangifera indica*/5 indivíduos), Pará-Pará (*Jacaranda copaia*/1 indivíduo), Tachizeiro (*Tachigali myrmecophilla* /4 indivíduos) e Taperebazeiro (*Spondias mombin*/2 indivíduos).

As espécies, adubadeira e frutífera, presentes no SAF-Adu-II são: Gliricídia (*Gliricidia sepium*/158 indivíduos) e Ingazeiro (*Inga edulis*/76 indivíduos).

#### Unidade Demonstrativa III (UDIII)

O SAF-Bio-III e o SAF-Adu-III desta unidade, também são compostos por 11 linhas duplas de palma de óleo (com espaçamento de 7,5 x 9 m), com um total de 99 plantas/hectare, intercaladas por faixas de 15 m, constituídas respectivamente por 12 e 13 espécies vegetais. As espécies, agrícolas, adubadeira, frutíferas e madeireiras,

presentes no SAF-Bio-III são: Acácia (*Acacia mangium*/1 indivíduo), Bacurizeiro (*Platonia insignis*/1 indivíduo), Cacaueiro (*Theobroma cacao*/213 indivíduos), Cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*/1 indivíduo), Imbaubeira (*Cecropia pachystachya*/1 indivíduo), Gliricídia (*Gliricidia sepium*/138 indivíduos), Ingazeiro (*Inga edulis*/8 indivíduos), Mangueira (*Mangifera indica*/1 indivíduo), Mogno-brasileiro (*Swietenia macrophylla*/4 indivíduos), Pimenteira-do-reino (*Piper nigrum*/87 indivíduos), Taperebazeiro (*Spondias mombin*/7 indivíduos) e Urucuzeiro (*Bixa orellana*/7 indivíduos).

As espécies, agrícolas, adubadeira, frutíferas, madeiras e oleaginosas, no SAF-Adu-III são: Acácia (*Acacia mangium*/17 indivíduos), Açaizeiro (*Euterpe oleracea*/1 indivíduo), Andirobeira (*Carapa guianensis*/16 indivíduos), Cacaueiro (*Theobroma cacao*/34 indivíduos), Castanheira-do-Pará (*Bertholletia excelsa*/1 indivíduo), Cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*/1 indivíduo), Falso-Pau-Brasil (*Caesalpinia pluviosa*/31 indivíduos), Gliricídia (*Gliricidia sepium*/138 indivíduos), Ingazeiro (*Inga edulis*/54 indivíduos), Jaqueira (*Artocarpus heterophyllus*/1 indivíduo), Mangueira (*Mangifera indica*/40 indivíduos), Taperebazeiro (*Spondias mombin*/1 indivíduo) e Urucuzeiro (*Bixa orellana*/42 indivíduos).

O plantio das mudas de palma de óleo foi efetuado nas três Unidades Demonstrativas, quando estas estavam com 15 meses idade aproximadamente, entre fevereiro e março de 2008. Antes do plantio, foi executada a calagem do solo, e concomitantemente ao plantio a adubação. Nos anos subsequentes, foram executadas adubações de manutenção (Tabela 1). Análises de tecido foliar são realizadas duas vezes por ano, uma no período chuvoso e outra no período seco, assim como análises periódicas de solo para subsidiar as adubações de manutenção.

Nos anos seguintes, parte do manejo da fertilidade do solo sob as espécies presentes nas faixas de SAF consistiu do aporte de material vegetal oriundo das práticas de roçagem da vegetação espontânea e poda das espécies adubadeiras, e parte por meio das adubações de manutenção. No período deste estudo, foram feitas 2 podas das espécies adubadeiras na UDI, em abril e julho de 2016; 2 podas das espécies adubadeiras na UDII, em maio e outubro de 2016; e 3 podas destas espécies na UDIII, em junho, julho e agosto de 2016, assim como as adubações de manutenção citadas (Tabela 2).

**Tabela 1.** Adubações realizadas na palma de óleo e nas culturas dos sistemas agroflorestais, durante a condução dos experimentos.

	Ud	Adubação do Dendê				Adubação do SAF
		2008	2009	2010	2011	
Calcário	kg/ha	1.300,0				
Fosfato de ARAD	kg/planta	0,3		1,0	1,5	0,3
Moinha de carvão	L/planta	10,0				10,0
Cama de Frango <sup>V</sup>	L/planta	10,0				10,0
Composto da CAMTA <sup>V</sup>	L/planta	40,0	40,0			20,0
Farinha de Osso <sup>V</sup>	kg/planta		1,0	0,5	0,5	
Torta de Mamona <sup>V</sup>	kg/planta		2,0	2,0	4,0	
FTE	kg/planta			0,3	0,2	
Cacho vazio de dendê	kg/planta			100,0	100,0	
Bórax	kg/planta			0,1		

Composição média dos produtos utilizados:

Torta de mamona: MO – 92%; Relação CN – 10; N – 5,44%; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 1,91%; K<sub>2</sub>O – 1,54%; Ca – 1,80%; Mg – 0,5%; Cu – 73 mg/kg; Zn – 128 mg/kg; Fe – 1200 mg/kg; Mn – 200 mg/kg; B – 90 mg/kg

Farinha de Osso: MO – 26%; Relação CN – 9; N – 2%; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 20%; K<sub>2</sub>O – 0,12%; Ca – 30%; Mg – 0,24%

Cama de frango: MO – 77%; Relação CN – 7; N – 2,58%; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 2,77%; K<sub>2</sub>O – 2,31%; Ca – 1,80%; Mg – 0,44%; S – 0,31%; Cu – 408 mg/kg; Zn – 393 mg/kg; Fe – 476 mg/kg; Mn – 245 mg/kg; B – 198 mg/kg

**Fonte:** Teixeira et al. (2011)

**Tabela 2.** Adubações realizadas no açaí, cacau e palma de óleo (dendê), em 2016.

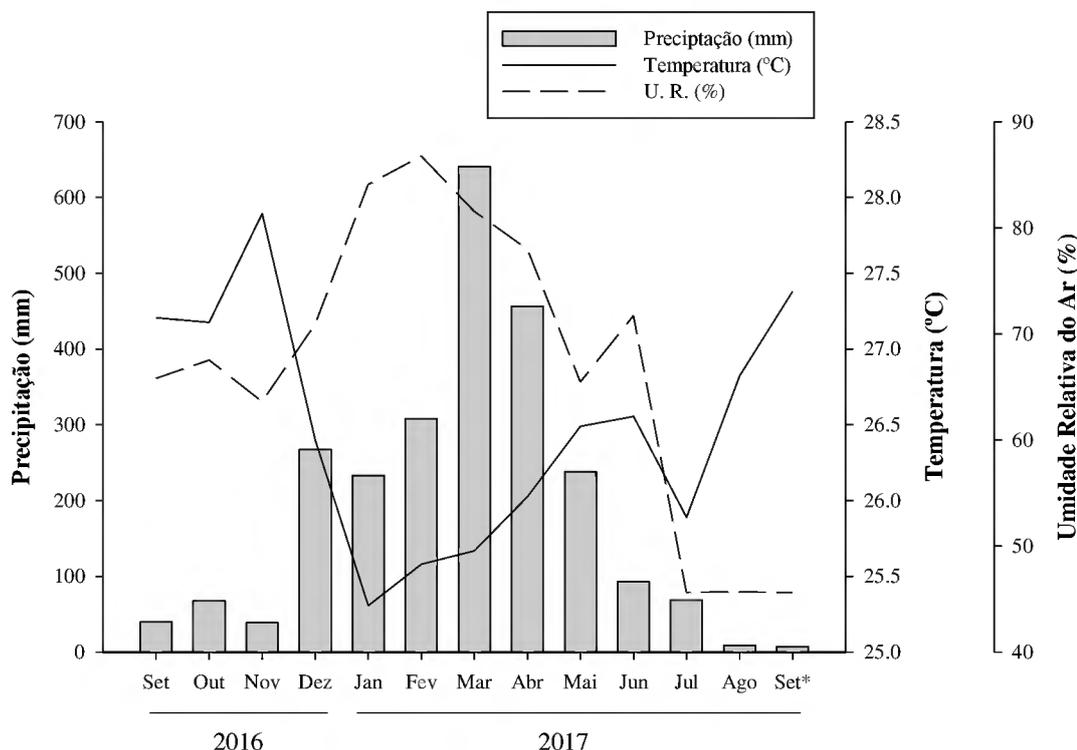
UD	Adubo	Espécies	Quantidade aplicada (kg/planta)													
			Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez		
I	Sulfato de K/ Arad	Açaí						0,40	0,40							
II	Sulfato de K/ Arad	Açaí						0,40	0,40							
III	Sulfato de K/ Arad	Açaí						0,40	0,40							
I	Sulfato de K/ Arad	Cacau						0,16	0,16							
II	Sulfato de K/ Arad	Cacau						0,16	0,16							
III	Sulfato de K/ Arad	Cacau						0,16	0,16							
I	Sulfato de K/ Yoorin	Dendê						1,80	1,80							
II	Sulfato de K/ Yoorin	Dendê						1,80	1,80							
III	Sulfato de K/ Yoorin	Dendê						1,80	1,80							
I	Torta de Palmiste	Açaí												4,50	4,50	
I	Torta de Palmiste	Cacau												1,00	1,00	
I	Torta de Palmiste	Dendê												30,00	30,00	
II	Torta de Palmiste	Dendê												30,00	30,00	
III	Torta de Palmiste	Dendê												30,00	30,00	

**Fonte:** CAMTA. (2017)

Precipitação pluviométrica, temperatura e umidade relativa do ar

Os dados das variáveis atmosféricas precipitação pluviométrica, temperatura e umidade relativa do ar foram obtidos a partir da base de dados da Estação Meteorológica de Observação de Superfície Automática de Tomé-Açu-A213 (02°35'34,69" S e 48°21'39,65" O), referentes ao período de setembro/2016 a setembro/2017 (Figura 6).

**Figura 6.** Precipitação média mensal, umidade relativa média do ar, e temperatura média do ar no Município de Tomé-Açu (PA).



**Fonte:** INMET (2018).

#### Amostragem da serapilheira

As amostras de serapilheira foram coletadas entre setembro de 2016 e agosto de 2017. Foram utilizados 6 coletores por parcela experimental nos SAF-Bio e SAF-Adu (Figura 7), e 4 coletores nas FS (Figura 8), tendo cada coletor 1 m<sup>2</sup> de área de coleta (Adaptado de: VASCONCELOS et al., 2008). Cada parcela experimental apresenta 30 m x 30 m, e abrange duas faixas de SAF e duas linhas duplas de palma de óleo, nos tratamentos SAF-Bio e SAF-Adu. A disposição destes foi determinada a partir das espécies mais representativas presentes nas faixas de SAF (Diagrama 1). Os coletores são de formato quadrado e foram construídos de fio de arame liso galvanizado e tela com malha de 2 mm.

**Figura 7.** Visão de coletores de serapilheira, instalados no sistema agroflorestal adubadeiras (UDIII), localizado no Distrito de Forquilha, Tomé-Açu (PA).



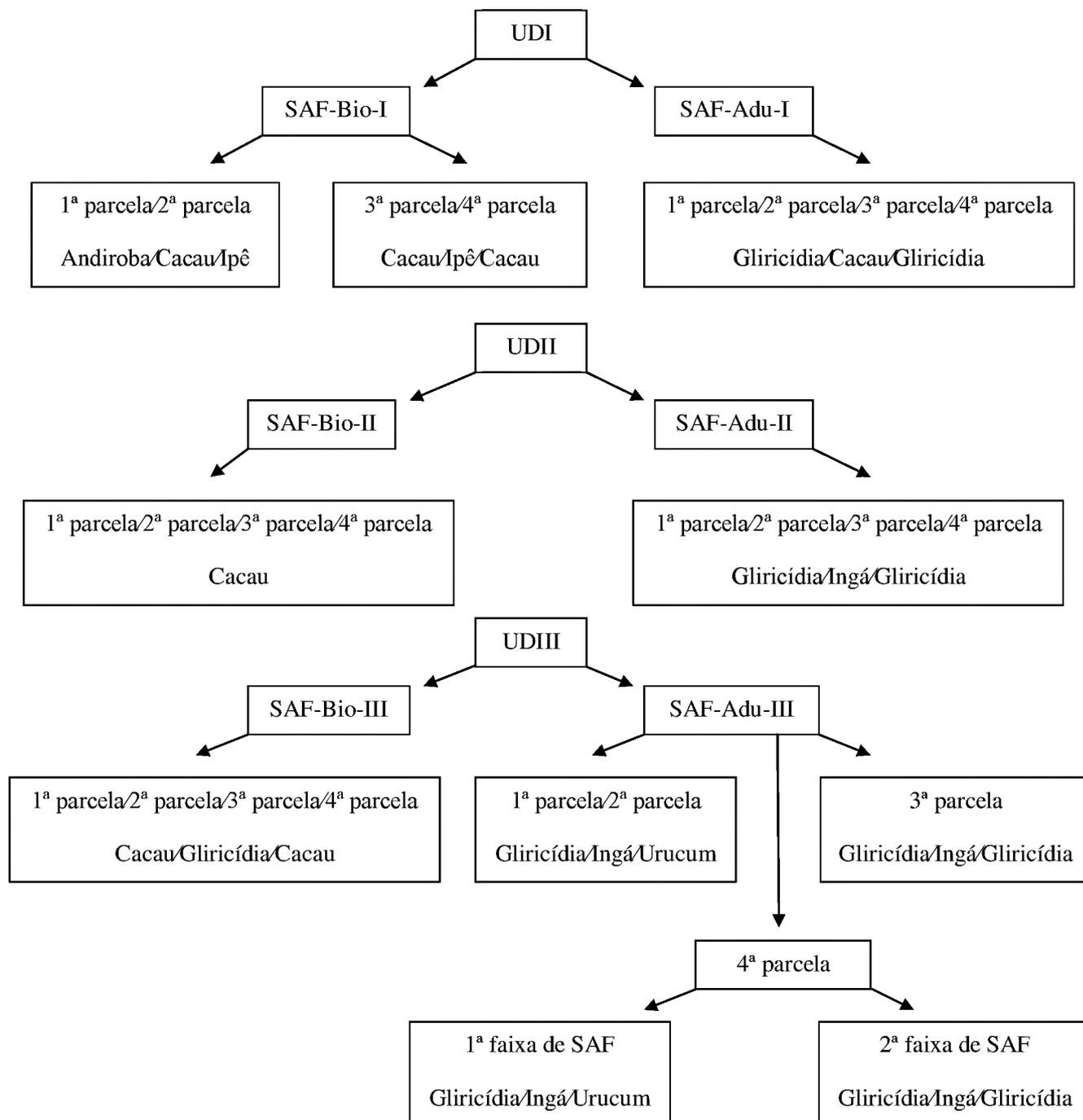
Fonte: autor.

**Figura 8.** Visão de coletores de serapilheira, instalados na floresta sucessional com 19 anos de idade aproximadamente (UDII), no Distrito de Quatro Bocas, Tomé-Açu (PA).



Fonte: autor.

**Diagrama 1.** Disposição dos coletores de serapilheira, de acordo com as espécies mais representativas, por parcela experimental, tratamento e UD.



**Fonte:** autor.

### Aporte de serapilheira

As amostras foram coletadas mensalmente e acondicionadas em sacos de papel, devidamente protocolados, pré-secadas em estufa a 65°C por 24h, classificadas em serapilheira foliar de cacau (*Theobroma cacao*) e gliricídia (*Gliricidia sepium*), nos SAF-Bio e SAF-Adu; serapilheira fina [folhas, pecíolos; material lenhoso  $\leq 1,00$ cm de diâmetro (galhos finos); material reprodutivo e miscelânea] e serapilheira grossa: material lenhoso  $> 1,00$ cm (galhos grossos); secadas a 65°C por 72h, até obtenção de massas constantes e pesadas em balança digital (com precisão de 0,0001g), para determinação do aporte mensal e anual de serapilheira em  $g\ m^{-2}$ , por coletor em cada tratamento, os quais foram posteriormente convertidos em  $Mg\ ha^{-1}$ . O aporte total de serapilheira consiste no somatório dos valores obtidos de serapilheira fina e serapilheira grossa. Este processamento foi realizado no LASS (Laboratório de Análises de Sistemas Sustentáveis), nas dependências da Embrapa Amazônia Oriental, localizada no município de Belém (PA).

### Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância ( $p \leq 0,05$ ) utilizando-se o software SigmaPlot 11.0, para testar o efeito de seis sistemas agroflorestais, três mais diversificados e três menos diversificados, com palma de óleo e da sazonalidade da precipitação pluviométrica, temperatura e umidade relativa do ar no aporte de serapilheira, em comparação a três florestas sucessionais, sendo o delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC). Quando necessário os resultados foram transformados com  $\text{Log}(10)$  para normalização dos resultados e homogeneidade de variância. Para comparação das médias foi utilizado o teste Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

## RESULTADOS

### Aporte anual de serapilheira

No que concerne às diferenças entre tratamentos similares, pertencentes a Unidades Demonstrativas distintas, o aporte de serapilheira fina (média  $\pm$  erro padrão) nos SAF-Bio-I, SAF-Bio-II e SAF-Bio-III foi respectivamente:  $6,40 \pm 0,66$ ;  $5,97 \pm 0,31$ ; e  $5,18 \pm 0,50$  Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> (Tabela 3).

Nos tratamentos SAF-Adu-I, SAF-Adu-II e SAF-Adu-III o aporte de serapilheira fina foi respectivamente:  $2,29 \pm 0,22$ ;  $3,33 \pm 0,17$ ; e  $3,63 \pm 0,07$  Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>; sendo que ocorreu diferença significativa do SAF-Adu-III e do SAF-Adu-II, em relação ao SAF-Adu-I. Nas FS-I, FS-II, e FS-III o aporte de serapilheira fina foi respectivamente:  $12,65 \pm 1,37$ ;  $9,89 \pm 0,91$ ; e  $10,74 \pm 0,77$  Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> (Figura 9).

O aporte de serapilheira grossa, nos SAF-Bio-I, SAF-Bio-II e SAF-Bio-III foi na devida ordem:  $0,20 \pm 0,06$ ;  $0,25 \pm 0,19$ ; e  $0,04 \pm 0,02$  Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. Nos tratamentos, SAF-Adu-I, SAF-Adu-II e SAF-Adu-III esse aporte foi na devida ordem:  $0,03 \pm 0,01$ ;  $0,04 \pm 0,03$ ; e  $0,04 \pm 0,03$  Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. Todavia, nas FS-I, FS-II, e FS-III o aporte de serapilheira grossa foi na devida ordem:  $1,24 \pm 0,38$ ;  $0,96 \pm 0,44$ ; e  $1,79 \pm 0,34$  Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> (Figura 10).

Por conseguinte, o aporte total de serapilheira nos SAF-Bio-I, SAF-Bio-II e SAF-Bio-III foi, respectivamente,  $6,60 \pm 0,70$ ;  $6,22 \pm 0,32$ ; e  $5,22 \pm 0,52$  Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. Nos tratamentos, SAF-Adu-I, SAF-Adu-II e SAF-Adu-III esse aporte se deu nessa ordem:  $2,32 \pm 0,23$ ;  $3,37 \pm 0,18$ ; e  $3,67 \pm 0,07$  Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>.

Porém, nas FS-I, FS-II, e FS-III o aporte de que se trata se deu nessa ordem:  $13,89 \pm 1,71$ ;  $10,85 \pm 1,19$ ; e  $12,53 \pm 0,71$  Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. Ocorreu também, diferença significativa do SAF-Adu-III e do SAF-Adu-II, em relação ao SAF-Adu-I (Figura 11).

Em relação às diferenças entre tratamentos distintos, pertencentes à mesma Unidade Demonstrativa, o aporte de serapilheira fina nos SAF-Bio-I, SAF-Adu-I e FS-I foi respectivamente:  $6,40 \pm 0,66$ ;  $2,29 \pm 0,22$ ; e  $12,65 \pm 1,37$  Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. Nos tratamentos, SAF-Bio-II, SAF-Adu-II e FS-II esse aporte foi respectivamente:  $5,97 \pm 0,31$ ;  $3,33 \pm 0,17$ ; e  $9,89 \pm 0,91$  Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>.

No entanto, nos SAF-Bio-III, SAF-Adu-III e FS-III o aporte referido foi respectivamente:  $5,18 \pm 0,50$ ;  $3,63 \pm 0,07$  e  $10,74 \pm 0,77$  Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. Houve diferença significativa das FS em relação aos SAF-Bio e aos SAF-Adu, assim como também dos SAF-Bio em relação aos SAF-Adu, nas três Unidades Demonstrativas (Figura 12).

O aporte de serapilheira grossa, nos SAF-Bio-I, SAF-Adu-I e FS-I foi, respectivamente,  $0,20 \pm 0,06$ ;  $0,03 \pm 0,01$ ; e  $1,24 \pm 0,38$  Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. Nos tratamentos, SAF-Bio-II, SAF-Adu-II e FS-II este aporte se deu por essa ordem:  $0,25 \pm 0,19$ ;  $0,04 \pm 0,03$ ; e  $0,96 \pm 0,44$  Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. Nos SAF-Bio-III, SAF-Adu-III e FS-III o aporte mencionado se deu por essa ordem:  $0,04 \pm 0,02$ ;  $0,04 \pm 0,03$ ; e  $1,79 \pm 0,34$  Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>.

Verificou-se diferença significativa da FS-I em relação ao SAF-Bio-I e ao SAF-Adu-I, bem como do SAF-Bio-I em relação ao SAF-Adu-I. Ocorreu também, diferença significativa da FS-III em relação ao SAF-Bio-III e ao SAF-Adu-III (Figura 13).

Desta maneira, o aporte total de serapilheira nos SAF-Bio-I, SAF-Adu-I e FS-I se deu nessa ordem:  $6,60 \pm 0,70$ ;  $2,32 \pm 0,23$ ; e  $13,89 \pm 1,71$  Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. Nos tratamentos, SAF-Bio-II, SAF-Adu-II e FS-II este aporte se deu nessa ordem:  $6,22 \pm 0,32$ ;  $3,37 \pm 0,18$ ; e  $10,85 \pm 1,19$  Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>.

Entretanto, nos SAF-Bio-III, SAF-Adu-III e FS-III o aporte apontado se deu nessa ordem:  $5,22 \pm 0,52$ ;  $3,67 \pm 0,07$ ; e  $12,53 \pm 0,71$  Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. Houve diferença significativa das FS em relação aos SAF-Bio e aos SAF-Adu, assim como também dos SAF-Bio em relação aos SAF-Adu, nas três Unidades Demonstrativas (Figura 14).

**Tabela 3.** Aporte de serapilheira fina, grossa e total em sistemas agroflorestais (SAF-Adu e SAF-Bio) e em florestas sucessionais (FS), em três sítios experimentais (UDI, UDII, e UDIII), no Município de Tomé-Açu (PA). Letras maiúsculas indicam diferenças entre tratamentos similares pertencentes a diferentes Unidades Demonstrativas, e as letras minúsculas indicam diferenças entre tratamentos distintos pertencentes à mesma Unidade Demonstrativa pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

<b>Aporte de serapilheira (Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>)</b>			
	Serapilheira fina	Serapilheira grossa	Serapilheira total
SAF-Bio-I	6,40 ± 0,66Ab	0,20 ± 0,06Ab	6,60 ± 0,70Ab
SAF-Bio-II	5,97 ± 0,31Ab	0,25 ± 0,19Aa	6,22 ± 0,32Ab
SAF-Bio-III	5,18 ± 0,50Ab	0,04 ± 0,02Ab	5,22 ± 0,52Ab
SAF-Adu-I	2,29 ± 0,22Bc	0,03 ± 0,01Ac	2,32 ± 0,23Bc
SAF-Adu-II	3,33 ± 0,17Ac	0,04 ± 0,03Aa	3,37 ± 0,18Ac
SAF-Adu-III	3,63 ± 0,07Ac	0,04 ± 0,03Ab	3,67 ± 0,07Ac
FS-I	12,65 ± 1,37Aa	1,24 ± 0,38Aa	13,89 ± 1,71Aa
FS-II	9,89 ± 0,91Aa	0,96 ± 0,44Aa	10,85 ± 1,19Aa
FS-III	10,74 ± 0,77Aa	1,79 ± 0,34Aa	12,53 ± 0,71Aa

**Fonte:** autor.

#### Aporte anual de serapilheira foliar de Cacau e Gliricídia

O aporte de serapilheira foliar de cacau (média ± erro padrão), nos SAF-Bio-I, SAF-Bio-II e SAF-Bio-III foi respectivamente: 3,02 ± 0,30; 2,06 ± 0,20; e 1,82 ± 0,12 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. Houve diferença significativa do SAF-Bio-I em relação ao SAF-Bio-II e ao SAF-Bio-III (Tabela 4).

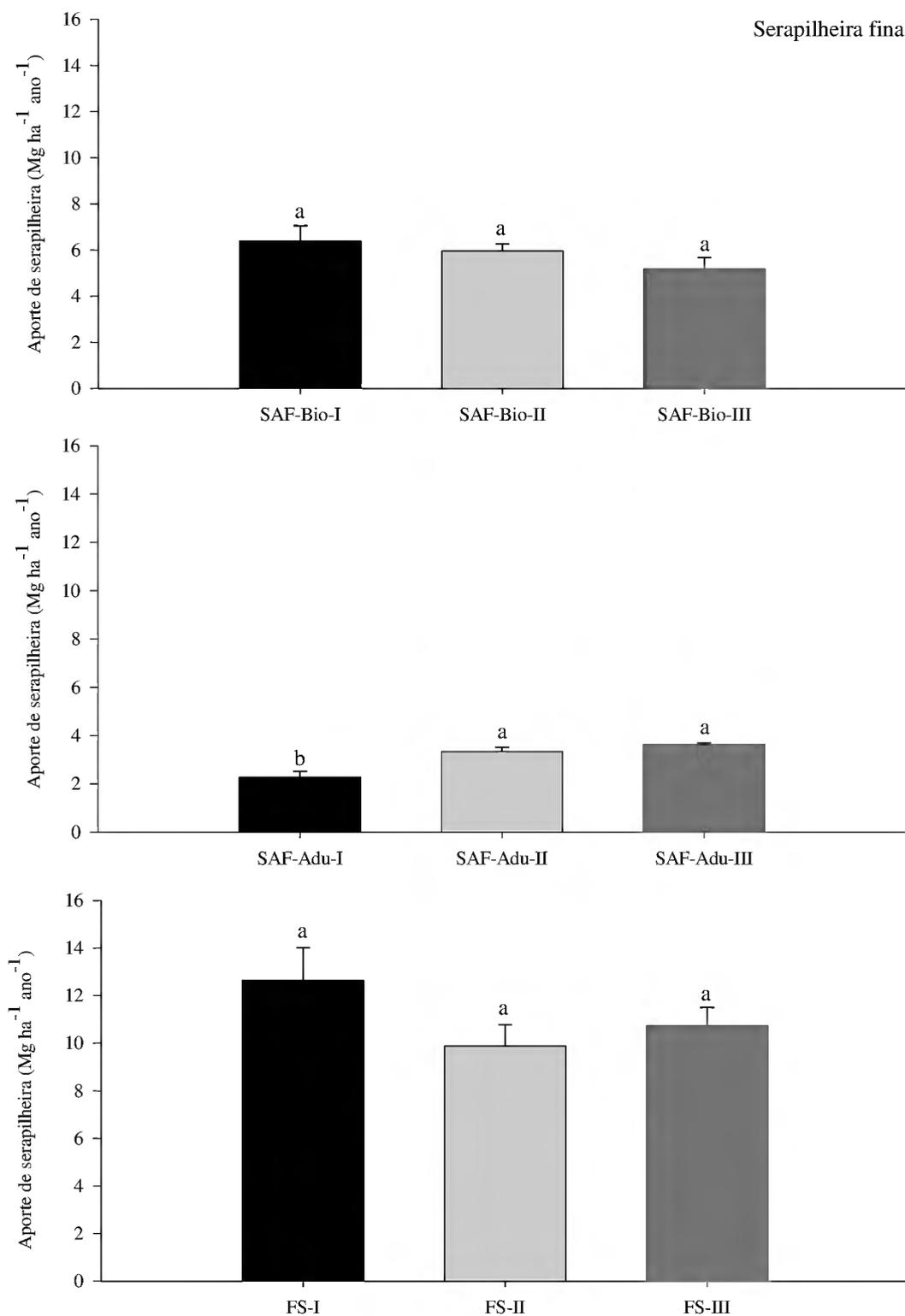
Nos tratamentos, SAF-Adu-I, SAF-Adu-II e SAF-Adu-III o aporte de serapilheira foliar de gliricídia foi respectivamente: 1,20 ± 0,18; 1,80 ± 0,12; e 1,04 ± 0,12 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. Houve também, diferença significativa do SAF-Adu-II em relação ao SAF-Adu-I e ao SAF-Adu-III (Figura 15).

**Tabela 4.** Aporte total de serapilheira foliar de cacau (*Theobroma cacao*) e de gliricídia (*Gliricidia sepium*), em sistemas agroflorestais (SAF-Adu e SAF-Bio), entre três sítios experimentais (UDI, UDII, e UDIII), no Município de Tomé-Açu (PA). Para cada espécie, letras maiúsculas diferentes indicam diferença significativa entre tratamentos, pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

<b>Aporte de serapilheira foliar total (Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>)</b>			
	<b>Cacau</b>		<b>Gliricídia</b>
SAF-Bio-I	3,02 ± 0,30A	SAF-Adu-I	1,20 ± 0,18B
SAF-Bio-II	2,06 ± 0,20B	SAF-Adu-II	1,80 ± 0,12A
SAF-Bio-III	1,82 ± 0,12B	SAF-Adu-III	1,04 ± 0,12B

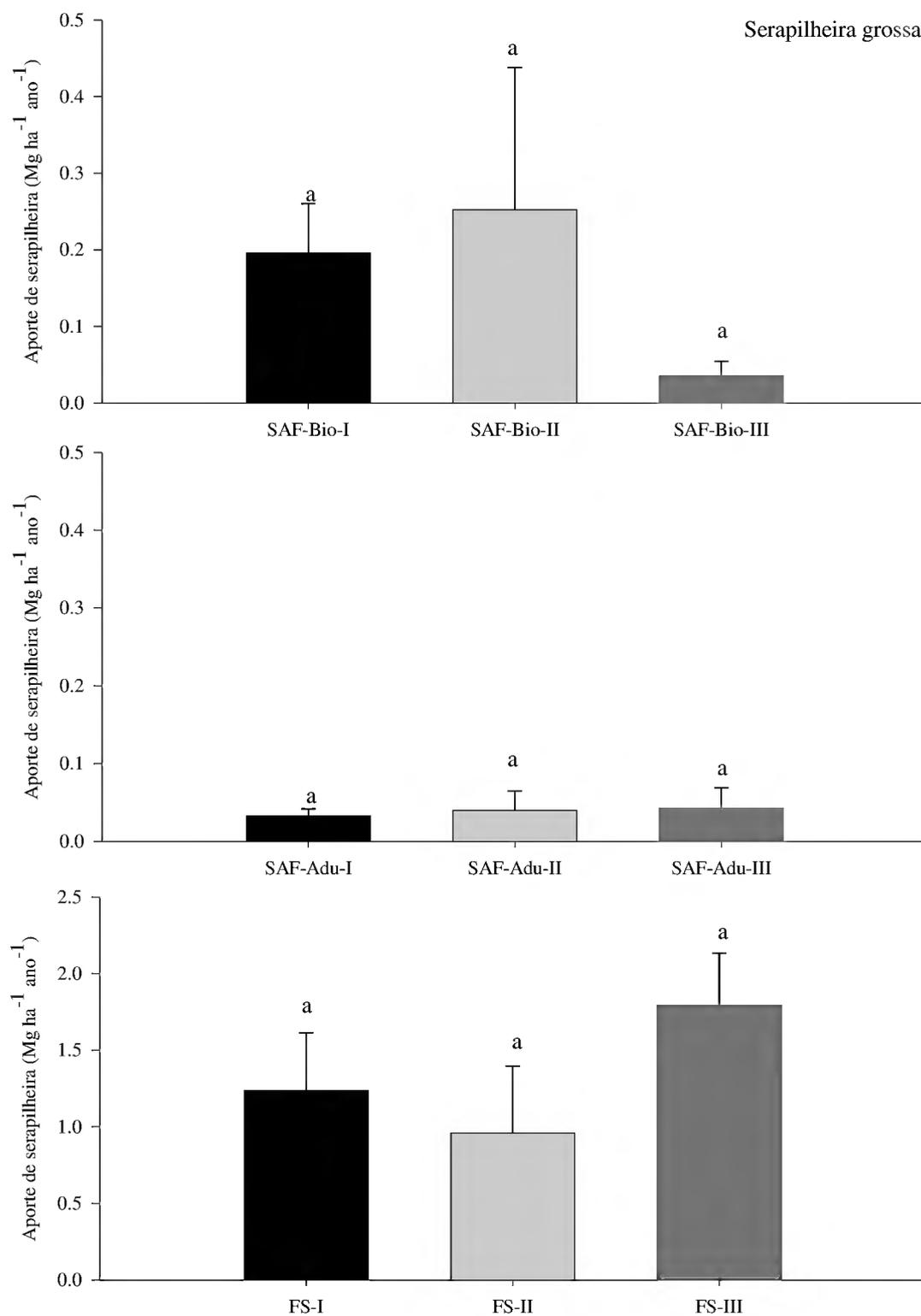
**Fonte:** autor.

**Figura 9.** Aporte anual de serapilheira fina em sistemas agroflorestais com palma de óleo (SAF-Adu e SAF-Bio) e em florestas sucessionais (FS), entre três sítios experimentais (UDI, UDII, e UDIII), no Município de Tomé-Açu (PA). Letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa entre tratamentos pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).



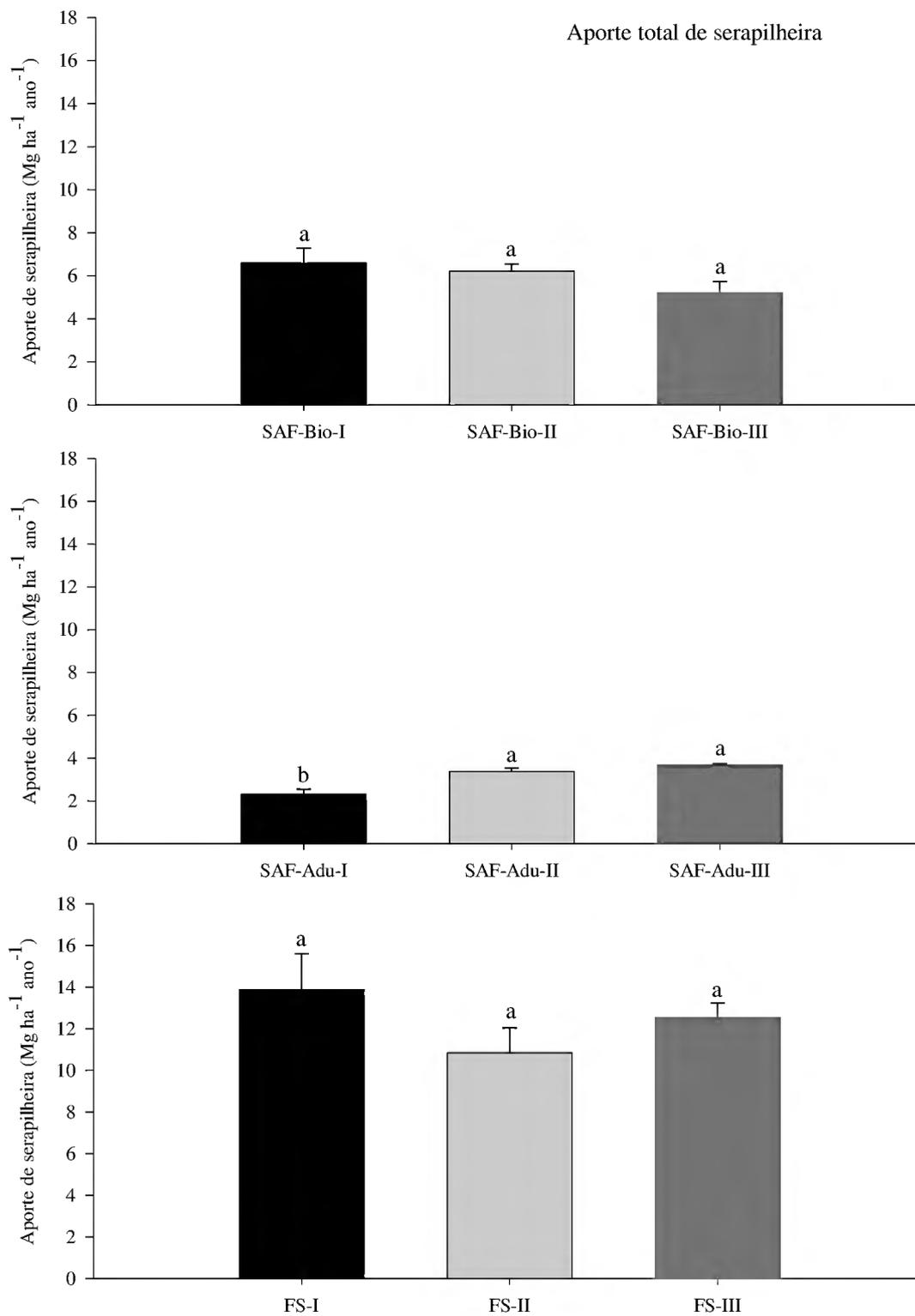
Fonte: autor.

**Figura 10.** Aporte anual de serapilheira grossa em sistemas agroflorestais com palma de óleo (SAF-Adu e SAF-Bio) e em florestas sucessionais (FS), entre três sítios experimentais (UDI, UDII, e UDIII), no Município de Tomé-Açu (PA). Letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa entre tratamentos pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).



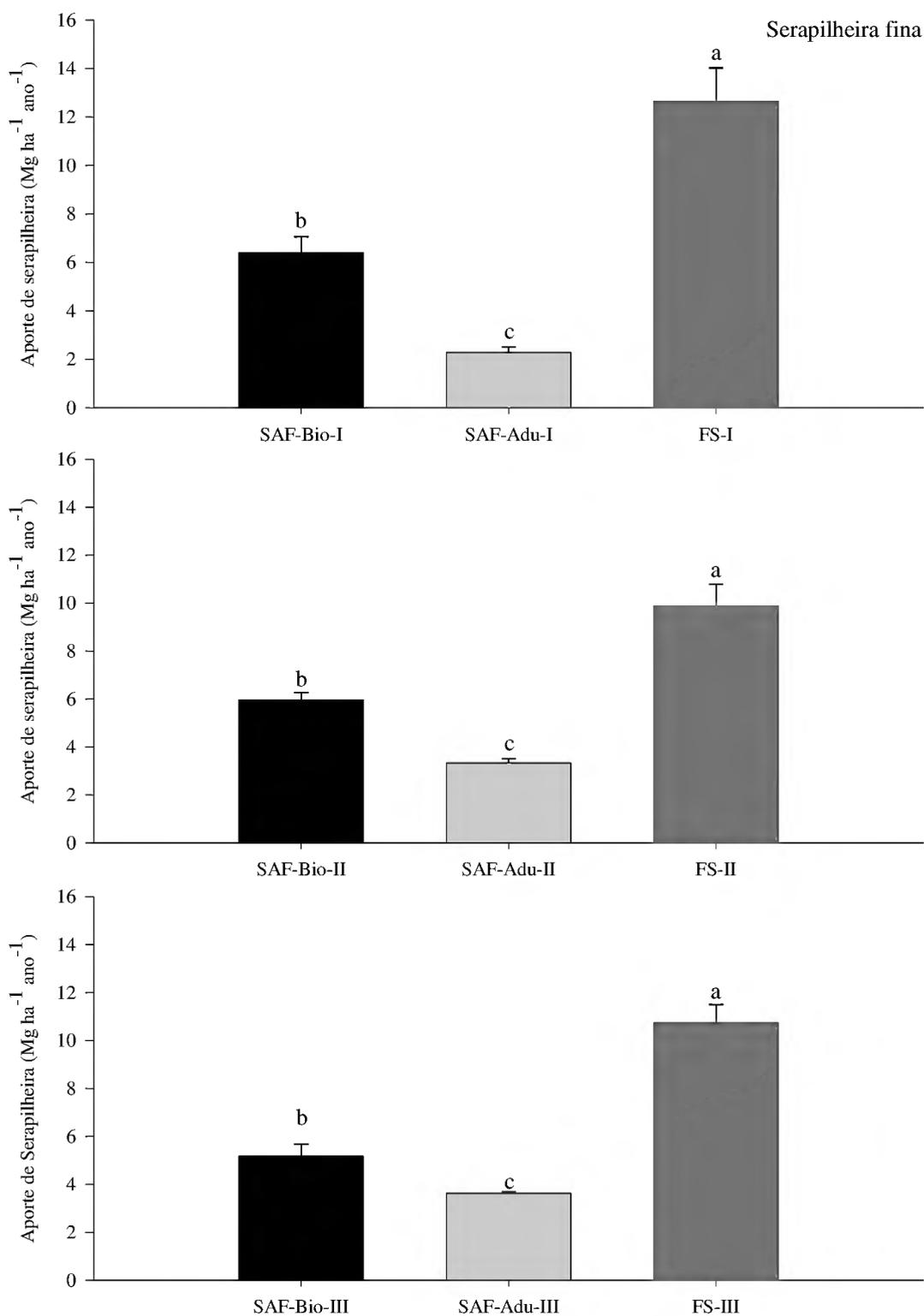
Fonte: autor.

**Figura 11.** Aporte anual total de serapilheira em sistemas agroflorestais com palma de óleo (SAF-Adu e SAF-Bio) e em florestas sucessionais (FS), entre três sítios experimentais (UDI, UDII, e UDIII), no Município de Tomé-Açu (PA). Letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa entre tratamentos pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).



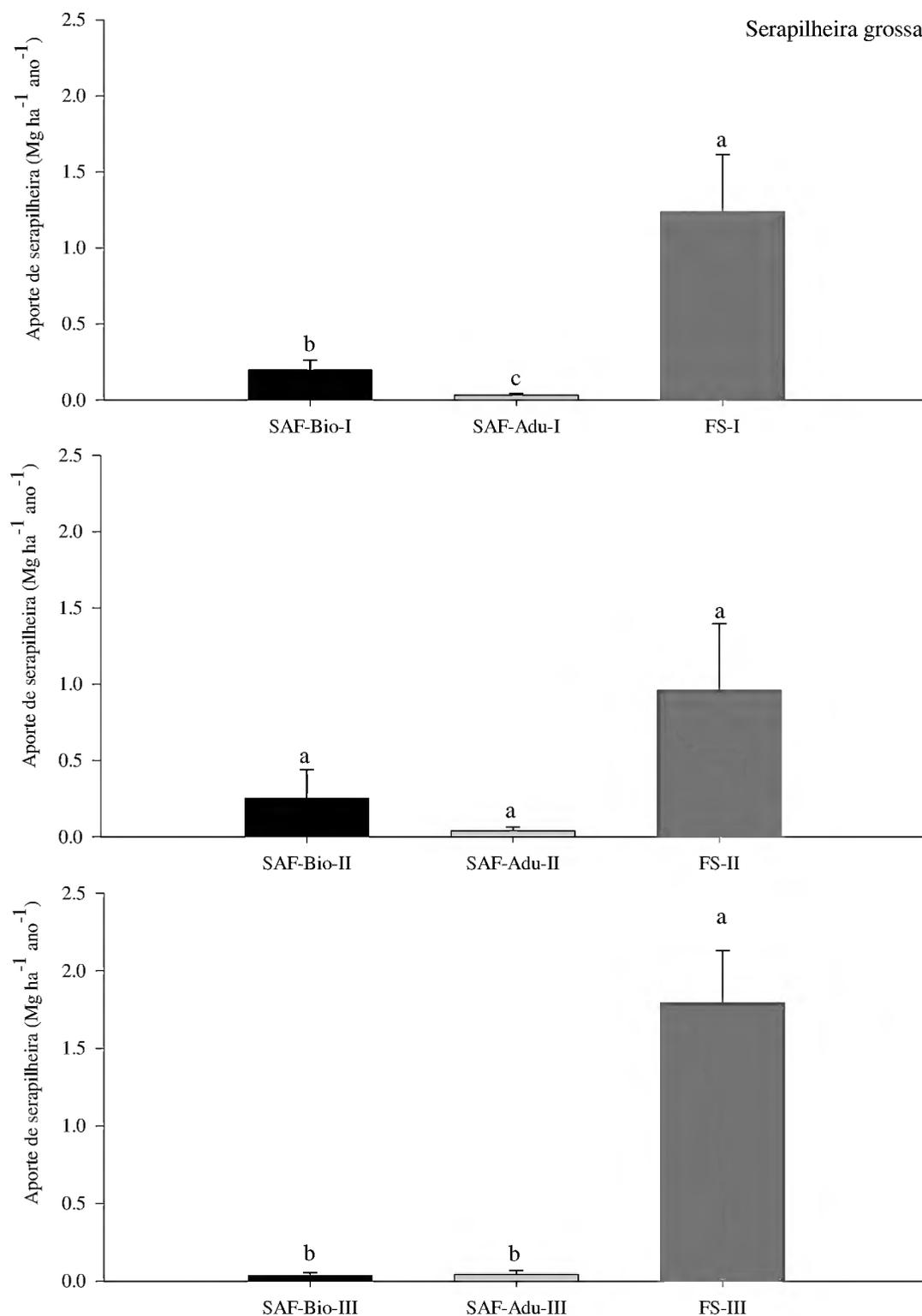
Fonte: autor.

**Figura 12.** Aporte anual de serapilheira fina em sistemas agroflorestais com palma de óleo (SAF-Adu e SAF-Bio) e em florestas sucessionais (FS), nos três sítios experimentais (UDI, UDII, e UDIII), no Município de Tomé-Açu (PA). Letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa entre tratamentos pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).



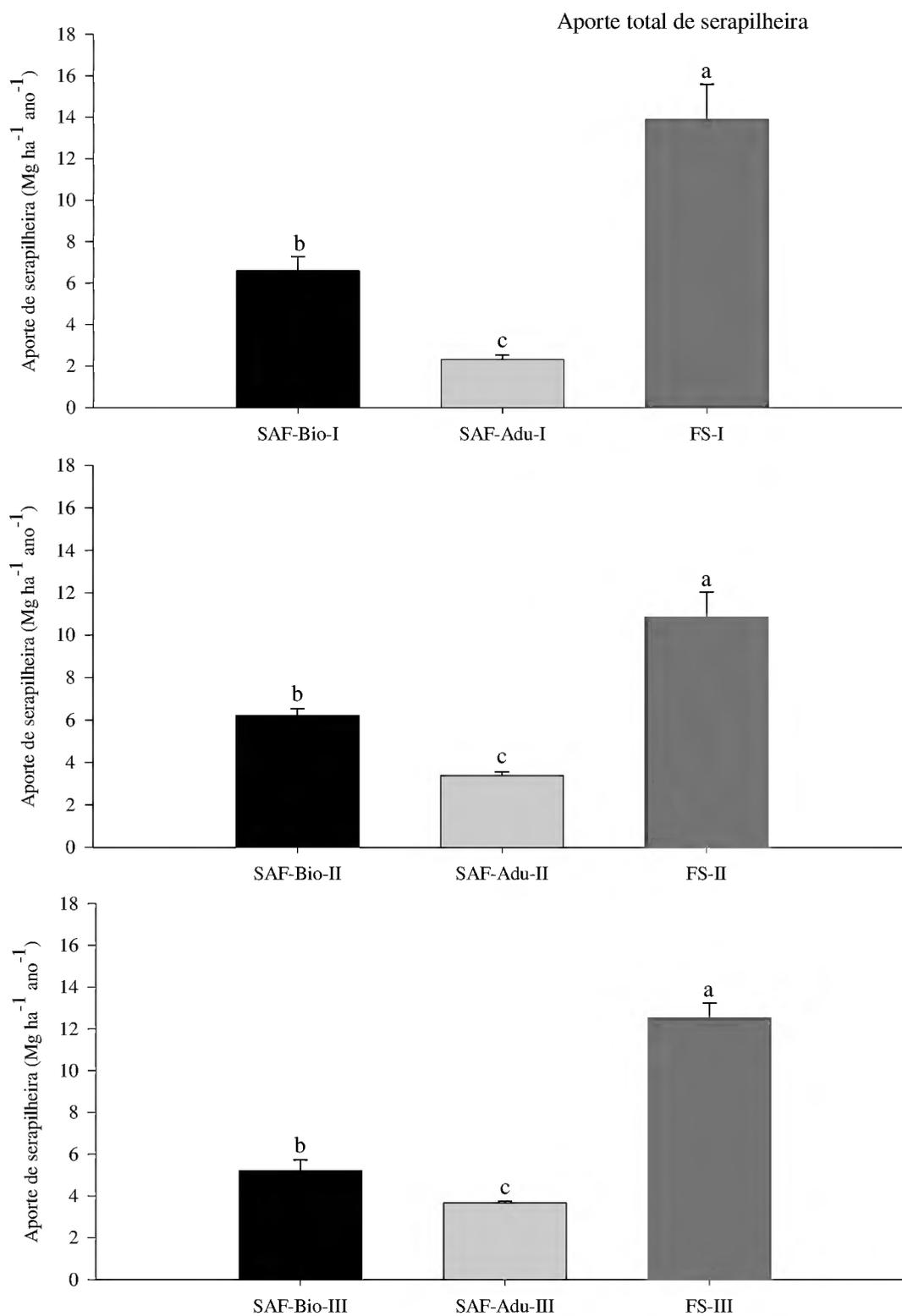
Fonte: autor.

**Figura 13.** Aporte anual de serapilheira grossa em sistemas agroflorestais com palma de óleo (SAF-Adu e SAF-Bio) e em florestas sucessionais (FS), nos três sítios experimentais (UDI, UDII, e UDIII), no Município de Tomé-Açu (PA). Letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa entre tratamentos pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).



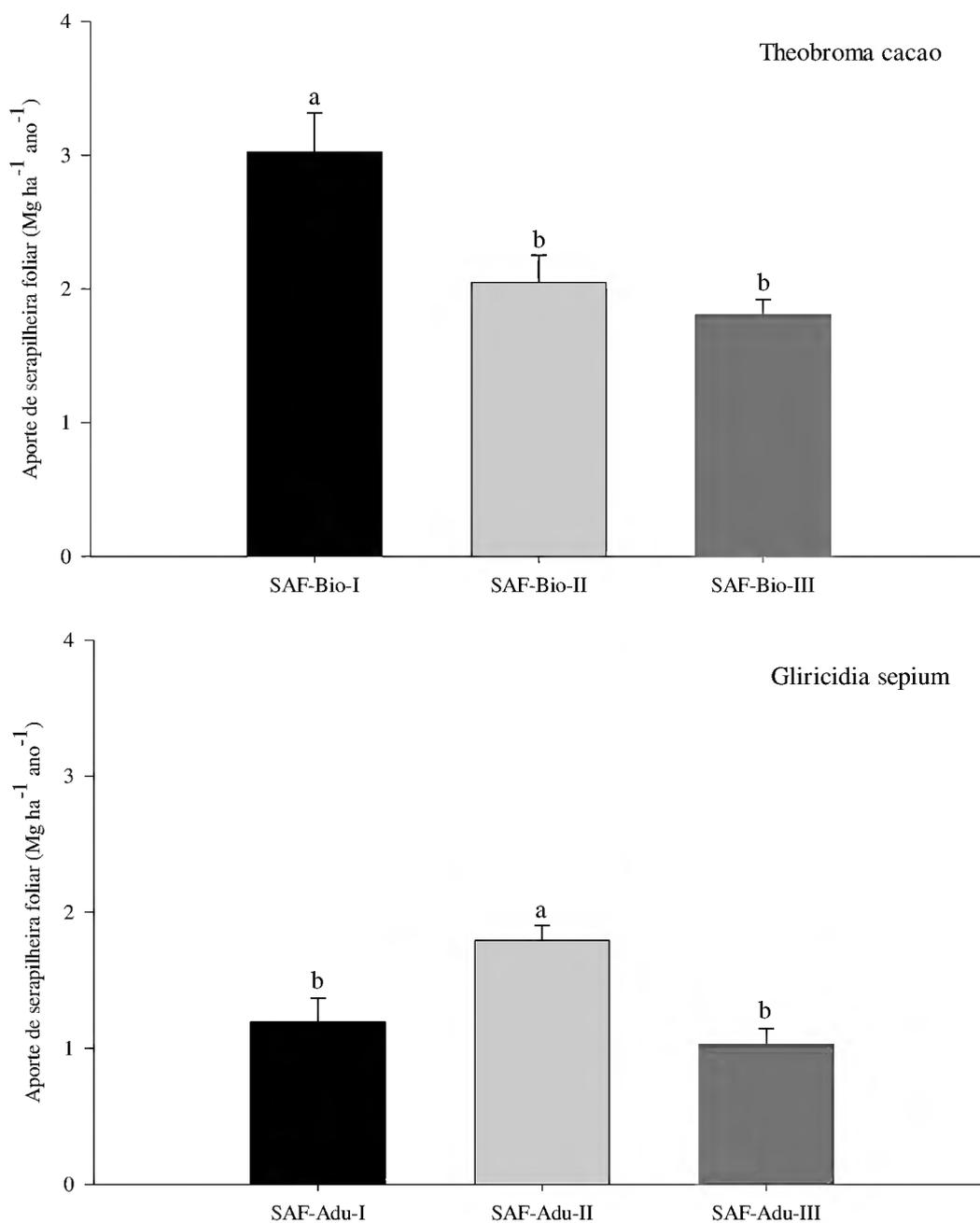
Fonte: autor.

**Figura 14.** Aporte anual total de serapilheira em sistemas agroflorestais com palma de óleo (SAF-Adu e SAF-Bio) e em florestas sucessionais (FS), nos três sítios experimentais (UDI, UDII, e UDIII), no Município de Tomé-Açu (PA). Letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa entre tratamentos pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).



Fonte: autor.

**Figura 15.** Aporte anual de serapilheira foliar de cacau (*Theobroma cacao*) e de gliricídia (*Gliricidia sepium*), em sistemas agroflorestais com palma de óleo (SAF-Bio e SAF-Adu), entre três sítios experimentais (UDI, UDII, e UDIII), no Município de Tomé-Açu (PA). Letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa entre tratamentos pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).



Fonte: autor.

### Aporte mensal de serapilheira – Unidade Demonstrativa I

O aporte de serapilheira fina (média  $\pm$  erro padrão), no SAF-Adu-I foi maior em outubro/2016, seguido por maio/2017 e julho/2017, e o menor valor observado foi em fevereiro/2017, sendo estes respectivamente:  $0,40 \pm 0,06$ ;  $0,39 \pm 0,06$ ;  $0,38 \pm 0,09$ ; e  $0,04 \pm 0,01 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ mês}^{-1}$ .

No SAF-Bio-I, também foram observados os três maiores aportes da variável em questão nos meses de outubro/2016, maio/2017 e julho/2017, já o menor se deu em dezembro/2016, sendo estes respectivamente:  $1,06 \pm 0,16$ ;  $0,91 \pm 0,04$ ;  $0,86 \pm 0,16$ ; e  $0,12 \pm 0,02 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ mês}^{-1}$ .

Na FS-I, o maior valor desta variável também foi observado no mês de outubro/2016, seguido por julho/2017, abril/2017, e janeiro/2017 com o menor valor, os quais são respectivamente:  $1,93 \pm 0,24$ ;  $1,35 \pm 0,13$ ;  $1,21 \pm 0,09$ ; e  $0,70 \pm 0,18 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ mês}^{-1}$ .

No mês de outubro/2016, houve diferença significativa da FS-I em relação ao SAF-Bio-I e ao SAF-Adu-I, assim como também do SAF-Bio-I em relação ao SAF-Adu-I. No mês de julho/2017, houve diferença significativa somente da FS-I e do SAF-Bio-I em relação ao SAF-Adu-I.

Relativo ao aporte de serapilheira grossa, no SAF-Adu-I, o maior valor constatado foi em janeiro/2017, seguido por dezembro/2016, sendo estes na devida ordem:  $0,02 \pm 0,01$  e  $0,01 \pm 0,00 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ mês}^{-1}$ . No entanto, não houve aporte no restante dos meses no tratamento mencionado.

No SAF-Bio-I, foi constatado o maior valor da variável mencionada em julho/2017; seguido por dezembro/2016 e março/2017, que apresentaram o mesmo valor; fevereiro/2017; e por último outubro/2016 e novembro/2016, que também apresentaram o mesmo valor; sendo estes na devida ordem:  $0,07 \pm 0,06$ ;  $0,03 \pm 0,02$ ;  $0,02 \pm 0,01$ ; e  $0,00 \pm 0,00 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ mês}^{-1}$ .

Na FS-I, o maior valor desta variável foi constatado em dois meses, dezembro/2016 e junho/2017; seguido por janeiro/2017 e março/2017, e maio/2017 com o menor valor; sendo a devida ordem destes:  $0,17 \pm 0,09$ ;  $0,16 \pm 0,05$ ;  $0,14 \pm 0,12$ ; e  $0,02 \pm 0,01 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ mês}^{-1}$ .

Referente ao aporte total de serapilheira, no SAF-Adu-I o maior valor verificado foi em outubro/2016, seguido por maio/2017 e julho/2017, e o menor valor verificado foi em fevereiro/2017, sendo estes nessa ordem:  $0,40 \pm 0,06$ ;  $0,39 \pm 0,06$ ;  $0,38 \pm 0,09$ ; e  $0,04 \pm 0,01 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ mês}^{-1}$ .

No SAF-Bio-I, foram verificados os maiores aportes totais de serapilheira em outubro/2016, julho/2017 e maio/2017; e o menor em novembro/2016 e janeiro/2017, ambos com o mesmo valor; sendo a ordem destes:  $1,06 \pm 0,16$ ;  $0,93 \pm 0,20$ ;  $0,91 \pm 0,04$ ; e  $0,14 \pm 0,02$  Mg ha<sup>-1</sup> mês<sup>-1</sup>.

Na FS-I, foi verificado o maior valor de aporte total de serapilheira no mês de outubro/2016, seguido por julho/2017, abril/2017, e janeiro/2017 com o menor valor, os quais são nessa ordem:  $2,00 \pm 0,27$ ;  $1,41 \pm 0,15$ ;  $1,31 \pm 0,11$ ; e  $0,86 \pm 0,18$  Mg ha<sup>-1</sup> mês<sup>-1</sup>.

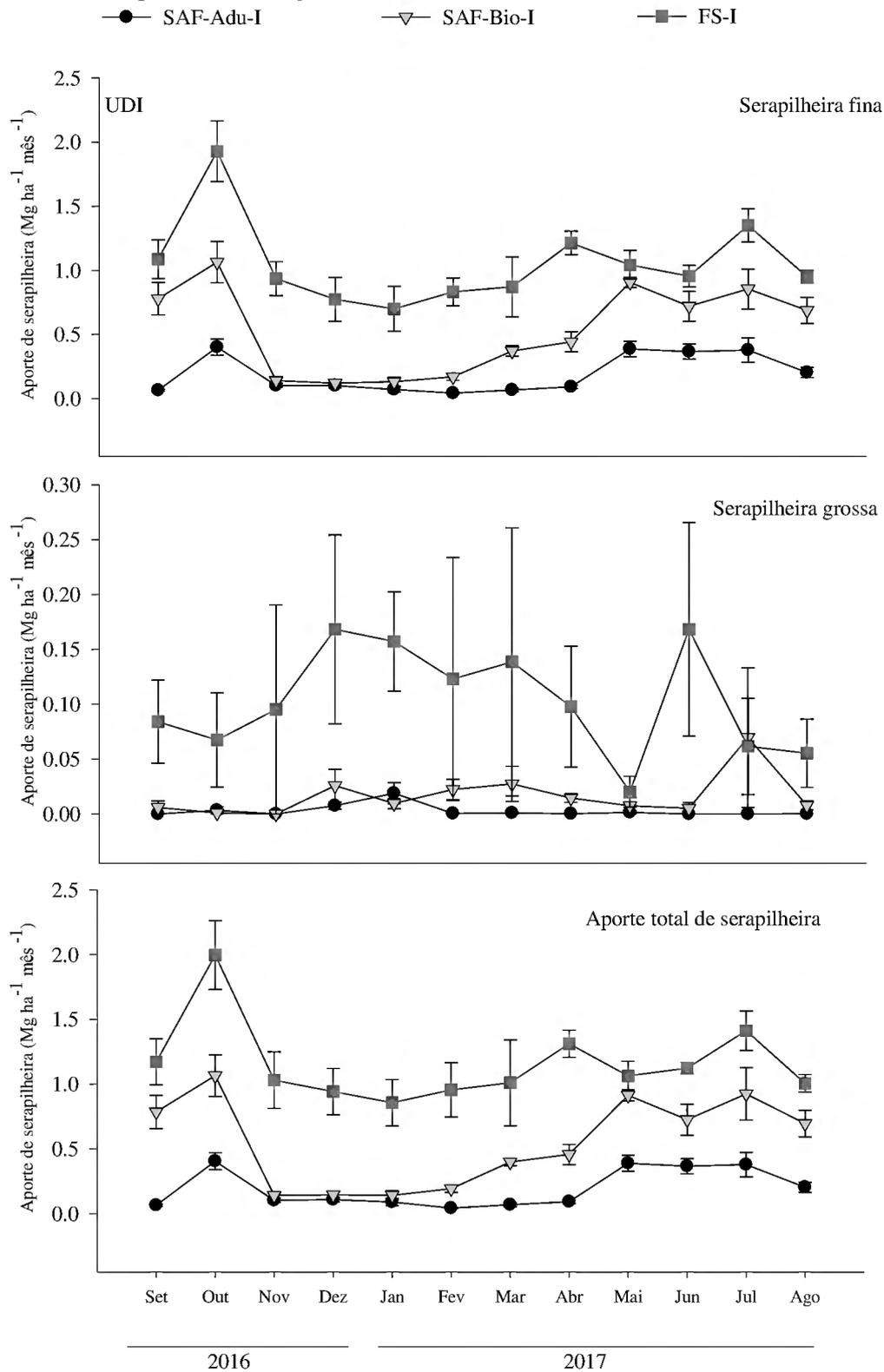
No mês de outubro/2016, houve diferença significativa da FS-I em relação ao SAF-Bio-I e ao SAF-Adu-I. Em julho/2017, também houve diferença significativa da FS-I em relação ao SAF-Bio-I e ao SAF-Adu-I (Figura 16).

No período mais seco; setembro, outubro e novembro de 2016, junho, julho e agosto de 2017; foi observado maior aporte de serapilheira fina [folhas, pecíolos; material lenhoso  $\leq 1,00$ cm (galhos finos); material reprodutivo e miscelânea] e total, em comparação ao período mais chuvoso; dezembro de 2016, janeiro, fevereiro, março, abril e maio de 2017 (Figura 6).

Por outro lado, o padrão de aporte mensal de serapilheira grossa [material lenhoso  $> 1,00$ cm (galhos grossos)] foi inverso em relação à serapilheira fina, sendo menor no período mais seco comparativamente ao período mais chuvoso.

No período seco e no período chuvoso, os valores acumulados de aporte de serapilheira fina, grossa e total nos SAF-Bio-I, SAF-Adu-I e FS-I, foram respectivamente: 4,25; 1,52; 7,21; 2,15; 0,77; 5,44; 0,09; 0,00; 0,53; 0,11; 0,03; 0,71; 4,34; 1,52; 7,74; 2,26; 0,80 e 6,15 Mg ha<sup>-1</sup>.

**Figura 16.** Aporte mensal de serapilheira fina, grossa e total, em sistemas agroflorestais (SAF-Adu e SAF-Bio) com palma de óleo; e em florestal sucessional (FS), em um sítio experimental (UDI), no Município de Tomé-Açu (PA).



Fonte: autor.

### Aporte mensal de serapilheira – Unidade Demonstrativa II

O aporte de serapilheira fina (média  $\pm$  erro padrão), no SAF-Adu-II foi maior em julho/2017, seguido por junho/2017 e março/2017, e o menor valor observado foi em novembro/2016, sendo estes respectivamente:  $0,69 \pm 0,09$ ;  $0,32 \pm 0,06$ ;  $0,31 \pm 0,09$ ; e  $0,09 \pm 0,00$  Mg ha<sup>-1</sup> mês<sup>-1</sup>.

No SAF-Bio-II, também foi observado o maior aporte da variável em questão no mês de julho/2017, seguido por outubro/2016 e agosto/2017, já o menor aporte se deu em fevereiro/2017, sendo estes respectivamente:  $1,07 \pm 0,08$ ;  $1,05 \pm 0,14$ ;  $0,68 \pm 0,08$ ; e  $0,14 \pm 0,02$  Mg ha<sup>-1</sup> mês<sup>-1</sup>.

Na FS-II, o maior valor desta variável foi observado igualmente no mês de julho/2017, seguido por outubro/2016, maio/2017, e fevereiro/2017 com o menor valor, os quais são respectivamente:  $1,22 \pm 0,16$ ;  $1,17 \pm 0,05$ ;  $0,96 \pm 0,06$ ; e  $0,49 \pm 0,07$  Mg ha<sup>-1</sup> mês<sup>-1</sup>. No mês de julho/2017, houve diferença significativa da FS-II e do SAF-Bio-II, em relação ao SAF-Adu-II.

Alusivo ao aporte de serapilheira grossa, no SAF-Adu-II, o maior valor constatado foi em março/2017, seguido por junho/2017, sendo estes na devida ordem:  $0,03 \pm 0,03$  e  $0,01 \pm 0,01$  Mg ha<sup>-1</sup> mês<sup>-1</sup>. No entanto, não houve aporte no restante dos meses neste tratamento.

No SAF-Bio-II, foi observado o maior valor da variável mencionada em dezembro/2016, seguido por julho/2017 e novembro/2016, sendo estes na devida ordem:  $0,19 \pm 0,19$ ;  $0,03 \pm 0,03$ ;  $0,02 \pm 0,01$  Mg ha<sup>-1</sup> mês<sup>-1</sup>. Também não houve aporte no restante dos meses neste tratamento.

Na FS-II, o maior valor desta variável foi constatado em fevereiro/2017, seguido por maio/2017; março/2017 e agosto/2017, com o mesmo valor; outubro/2016 e julho/2017, também com o mesmo valor; sendo a devida ordem destes:  $1,12 \pm 1,11$ ;  $0,21 \pm 0,19$ ;  $0,14 \pm 0,12$ ; e  $0,00 \pm 0,00$  Mg ha<sup>-1</sup> mês<sup>-1</sup>.

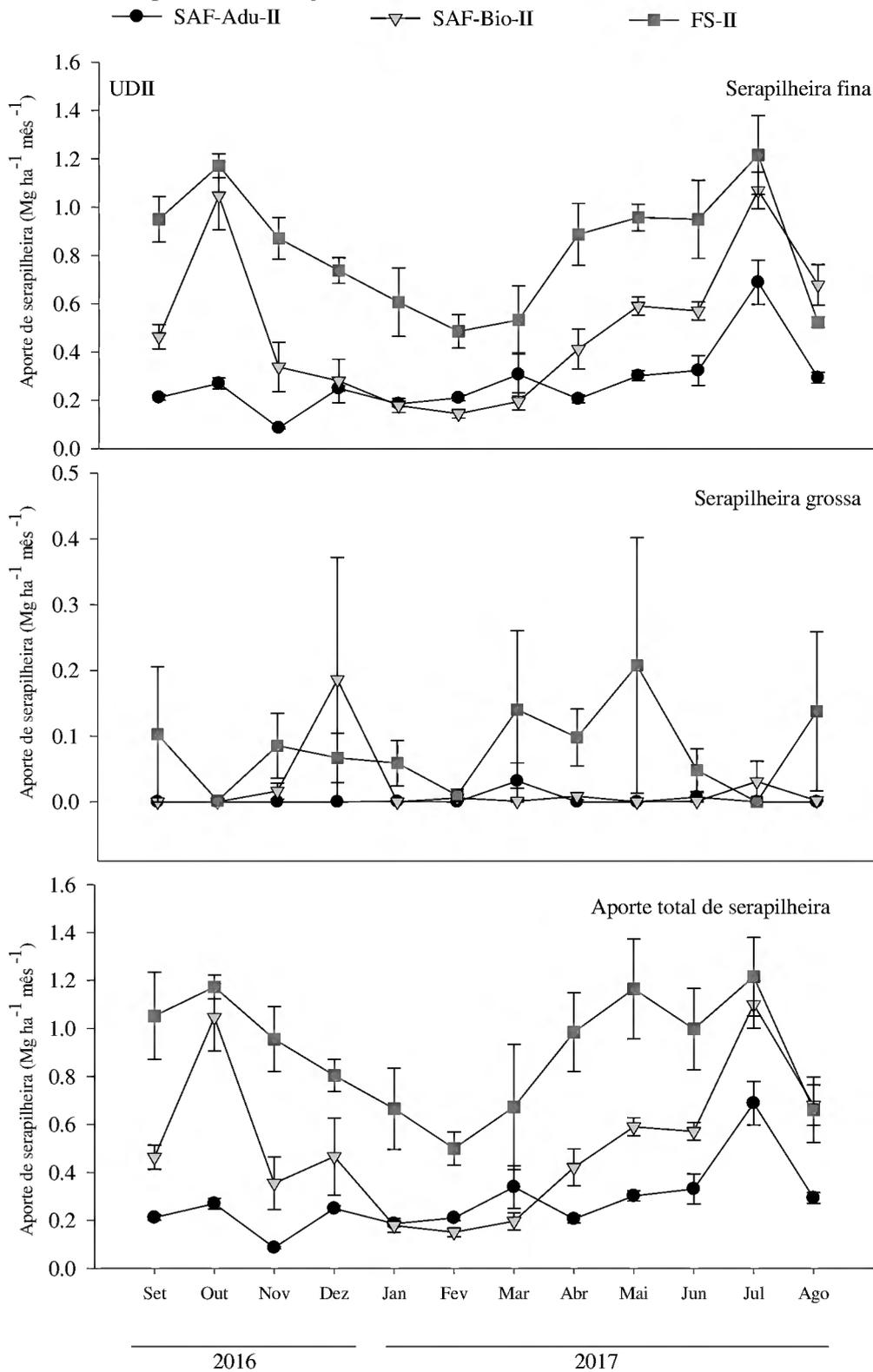
No tocante ao aporte total de serapilheira, no SAF-Adu-II o maior valor verificado foi em julho/2017, seguido por março/2017 e junho/2017, e o menor valor verificado foi em novembro/2016, sendo estes nessa ordem:  $0,69 \pm 0,09$ ;  $0,34 \pm 0,09$ ;  $0,33 \pm 0,06$ ; e  $0,09 \pm 0,00$  Mg ha<sup>-1</sup> mês<sup>-1</sup>.

No SAF-Bio-II, foram verificados os maiores aportes totais de serapilheira em julho/2017, outubro/2016 e agosto/2017, e o menor em fevereiro/2017, sendo a ordem destes:  $1,10 \pm 0,10$ ;  $1,05 \pm 0,14$ ;  $0,68 \pm 0,08$ ; e  $0,15 \pm 0,02$  Mg ha<sup>-1</sup> mês<sup>-1</sup>.

Na FS-II, foi verificado o maior valor de aporte total de serapilheira no mês de fevereiro/2017, seguido por julho/2017; outubro/2016 e maio/2017, com o mesmo valor; e por último agosto/2017, os quais são nessa ordem:  $1,61 \pm 1,07$ ;  $1,22 \pm 0,16$ ;  $1,17 \pm 0,05$ ; e  $0,66 \pm 0,14 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ mês}^{-1}$  (Figura 17).

No período seco e no período chuvoso, os valores acumulados de aporte de serapilheira fina, grossa e total nos SAF-Bio-II, SAF-Adu-II e FS-II, se deram nesta ordem: 4,17; 1,87; 5,68; 1,80; 1,46; 4,21; 0,05; 0,01; 0,38; 0,20; 0,03; 0,58; 4,22; 1,88; 6,06; 2,00; 1,49 e  $4,79 \text{ Mg ha}^{-1}$ .

**Figura 17.** Aporte mensal de serapilheira fina, grossa e total, em sistemas agroflorestais (SAF-Adu e SAF-Bio) com palma de óleo; e em florestal sucessional (FS), em um sítio experimental (UDII), no Município de Tomé-Açu (PA).



Fonte: autor.

### Aporte mensal de serapilheira – Unidade Demonstrativa III

O aporte de serapilheira fina (média  $\pm$  erro padrão), no SAF-Adu-III foi maior em julho/2017, seguido por junho/2017 e maio/2017, e o menor valor observado foi em novembro/2016, sendo estes respectivamente: 0,74  $\pm$ 0,06; 0,54  $\pm$ 0,03; 0,51  $\pm$ 0,09; e 0,11  $\pm$ 0,03 Mg ha<sup>-1</sup> mês<sup>-1</sup>.

No SAF-Bio-III, foi observado o maior aporte da variável em questão no mês de outubro/2016, seguido por julho/2017 e setembro/2016, já o menor se deu em fevereiro/2017, sendo estes respectivamente: 0,87  $\pm$ 0,11; 0,78  $\pm$ 0,03; 0,63  $\pm$ 0,28; e 0,12  $\pm$ 0,01 Mg ha<sup>-1</sup> mês<sup>-1</sup>.

Na FS-III, o maior valor desta variável foi observado no mês de outubro/2016, seguido por julho/2017, setembro/2016, e março/2017 com o menor valor, os quais são respectivamente: 1,79  $\pm$ 0,13; 1,36  $\pm$ 0,16; 1,35  $\pm$ 0,14; e 0,31  $\pm$ 0,08 Mg ha<sup>-1</sup> mês<sup>-1</sup>. No mês de julho/2017, houve diferença significativa da FS-III em relação ao SAF-Adu-III.

Relacionado ao aporte de serapilheira grossa, no SAF-Adu-III, o maior valor constatado foi em janeiro/2017; seguido por abril/2017 e agosto/2017, ambos com o mesmo valor, sendo estes na devida ordem: 0,03  $\pm$ 0,03 e 0,01  $\pm$ 0,01 Mg ha<sup>-1</sup> mês<sup>-1</sup>. Não houve aporte no restante dos meses neste tratamento.

No SAF-Bio-III, foi observado o maior valor da variável mencionada em janeiro/2017, seguido por dezembro/2016, sendo estes na devida ordem: 0,02  $\pm$ 0,02 e 0,01  $\pm$ 0,00 Mg ha<sup>-1</sup> mês<sup>-1</sup>. Não houve igualmente neste tratamento aporte mensal de serapilheira grossa no restante dos meses.

Na FS-III, o maior valor desta variável foi constatado em maio/2017, seguido por janeiro/2017; dezembro/2016 e outubro/2016 sendo a devida ordem destes: 0,49  $\pm$ 0,44; 0,33  $\pm$ 0,09; 0,31  $\pm$ 0,22; e 0,01  $\pm$ 0,01 Mg ha<sup>-1</sup> mês<sup>-1</sup>.

Concernente ao aporte total de serapilheira, no SAF-Adu-III, o maior valor verificado foi em julho/2017, seguido por junho/2017 e maio/2017, e o menor valor verificado foi em novembro/2016, sendo estes nessa ordem: 0,74  $\pm$ 0,06; 0,54  $\pm$ 0,03; 0,51  $\pm$ 0,09; e 0,11  $\pm$ 0,03 Mg ha<sup>-1</sup> mês<sup>-1</sup>.

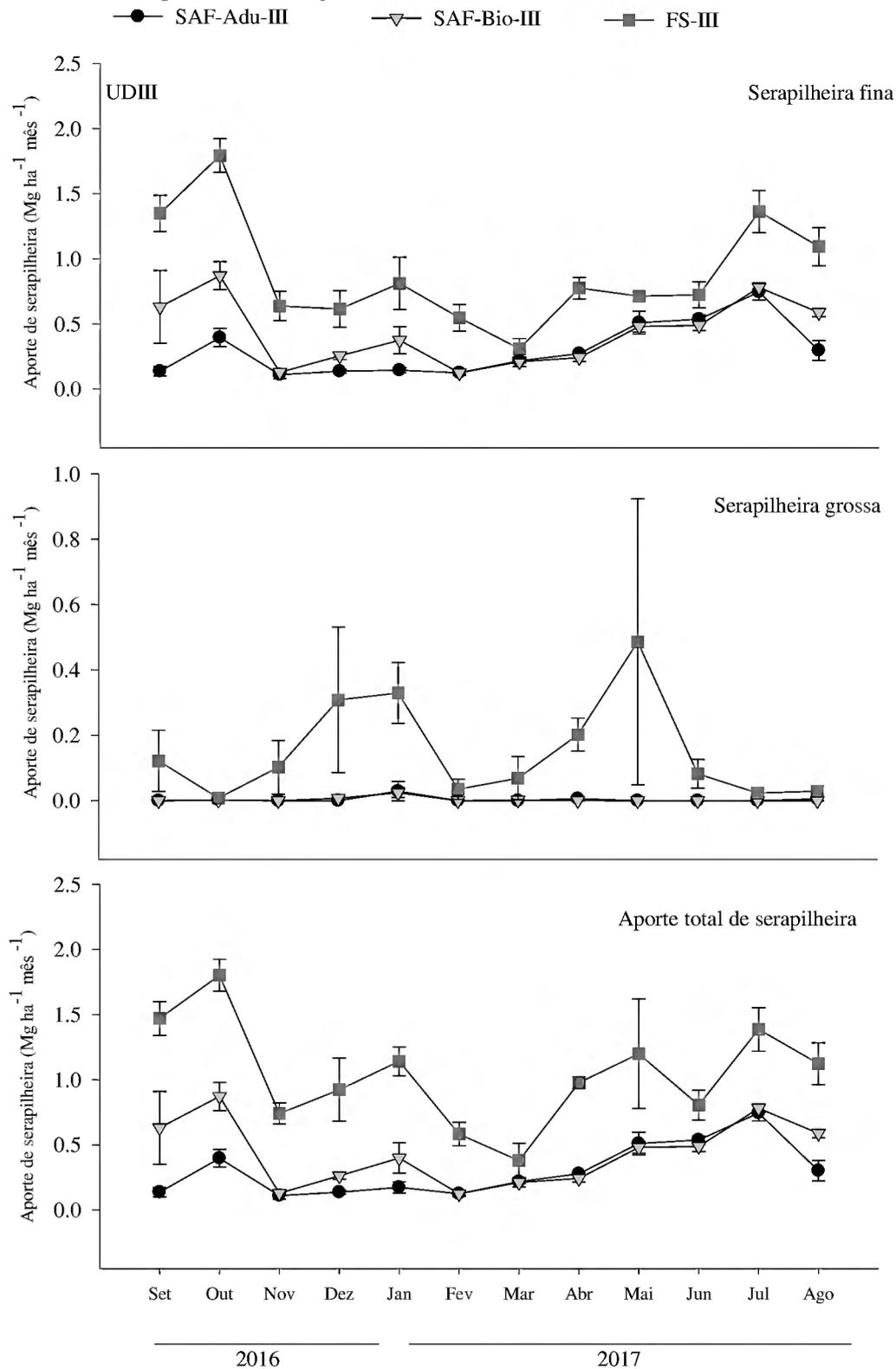
No SAF-Bio-III, foram verificados os maiores aportes totais de serapilheira em outubro/2016, julho/2017 e setembro/2016, e o menor em fevereiro/2017, sendo a ordem destes: 0,87  $\pm$ 0,11; 0,78  $\pm$ 0,03; 0,63  $\pm$ 0,28; e 0,12  $\pm$ 0,01 Mg ha<sup>-1</sup> mês<sup>-1</sup>.

Na FS-III, foi verificado o maior valor de aporte total de serapilheira no mês de outubro/2016, seguido por setembro/2016, julho/2017, e março/2017 com o menor valor, os quais são nessa ordem: 1,80  $\pm$ 0,12; 1,47  $\pm$ 0,13; 1,38  $\pm$ 0,17; e 0,38  $\pm$ 0,13 Mg ha<sup>-1</sup> mês<sup>-1</sup>.

<sup>1</sup>. Houve diferença significativa da FS-III em relação ao SAF-Adu-III, e ao SAF-Bio-III (Figura 18).

No período seco e no período chuvoso, os valores acumulados de aporte de serapilheira fina, grossa e total nos SAF-Bio-III, SAF-Adu-III e FS-III, foram por essa ordem: 3,50; 2,22; 6,96; 1,69; 1,41; 3,77; 0,00; 0,01; 0,37; 0,03; 0,03; 1,43; 3,50; 2,23; 7,33; 1,72; 1,44 e 5,20 Mg ha<sup>-1</sup>.

**Figura 18.** Aporte mensal de serapilheira fina, grossa e total, em sistemas agroflorestais (SAF-Adu e SAF-Bio) com palma de óleo; e em florestal sucessional (FS), em um sítio experimental (UDIII), no Município de Tomé-Açu (PA).



Fonte: autor.

**Tabela 5.** Coeficiente de correlação de Pearson, para relações entre o aporte de serapilheira em sistemas agroflorestais (SAF-Adu e SAF-Bio), e em florestal sucessional (FS); e as variáveis atmosféricas, temperatura, umidade relativa do ar (UR) e precipitação, em um sítio experimental (UDI) no Município de Tomé-Açu (PA) (n=12).

	SAF-Bio-I	FS-I	Temperatura (°C)	UR (%)	Precipitação (mm)
	(Mg C ha <sup>-1</sup> )				
SAF-Adu-UDI	0,80*	0,58*	-0,68**	0,68*	NS***
SAF-Bio-UDI		0,69*	NS***	0,73*	0,61*
FS-UDI			NS***	NS***	NS***
Temperatura				NS***	NS***
UR					0,67*

\*Correlação positiva ( $p < 0.05$ )

\*\*Correlação negativa ( $p < 0.05$ )

\*\*\*NS, não significativa

**Fonte:** autor.

**Tabela 6.** Coeficiente de correlação de Pearson, para relações entre o aporte de serapilheira em sistemas agroflorestais (SAF-Adu e SAF-Bio), e em florestal sucessional (FS); e as variáveis atmosféricas, temperatura, umidade relativa do ar (UR) e precipitação, em um sítio experimental (UDII) no Município de Tomé-Açu (PA) (n=12).

	SAF-Bio-II	FS-II	Temperatura (°C)	UR (%)	Precipitação (mm)
	(Mg C ha <sup>-1</sup> )				
SAF-Adu-UDII	0,64*	NS***	NS***	NS***	0,73*
SAF-Bio-UDII		NS***	-0,57**	NS***	0,64*
FS-UDII			-0,22**	0,24*	NS***
Temperatura				NS***	-0,63**
UR					0,67*

\*Correlação positiva ( $p < 0.05$ )

\*\*Correlação negativa ( $p < 0.05$ )

\*\*\*NS, não significativa

**Fonte:** autor.

**Tabela 7.** Coeficiente de correlação de Pearson, para relações entre o aporte de serapilheira em sistemas agroflorestais (SAF-Adu e SAF-Bio), e em florestal sucessional (FS); e as variáveis atmosféricas, temperatura, umidade relativa do ar (UR) e precipitação, em um sítio experimental (UDIII) no Município de Tomé-Açu (PA) (n=12).

	SAF-Bio-III (Mg C ha <sup>-1</sup> )	FS-III	Temperatura (°C)	UR (%)	Precipitação (mm)
SAF-Adu-UDIII	0,63*	NS***	-0,63**	0,78*	0,75*
SAF-Bio-UDIII		0,87*	NS***	NS***	NS***
FS-UDIII			NS***	NS***	NS***
Temperatura				NS***	-0,63**
UR					0,67*

\*Correlação positiva ( $p < 0.05$ )

\*\*Correlação negativa ( $p < 0.05$ )

\*\*\*NS, não significativa

Fonte: autor.

**Tabela 8.** Aporte de serapilheira em agroecossistemas e sistemas naturais no Brasil e no mundo.

Tipo de Sistema	Local	Período de Aporte (meses)	Aporte (Mg ha <sup>-1</sup> )	Fonte
SAF*	Santarém (PA)	12	3,19	RAYOL;ALVINO-RAYOL, 2016
SAF Diverso	Quatro Bocas (PA)	12	7,12	BRANCHER et al. 2011
SAF Multiestratificado	Ouro Preto do Oeste (RO)	12	16,60	CORRÊA et al., 2006
SAF Multiestrato	Manaus (AM)	12	2,30	GALLARDO-ORDINOLA et al., 2000
SAF Multiestrato	Abreu e Lima (PE)	12	8,49	COSTA et al., 2016
Sistema Agrossilvipastoril	Sobral (CE)	12	35,27	PRIMO et al., 2017
SAF Regenerativo e Análogo	Paraty (RJ)	12	2,69	DE SOUZA et al., 2016
ILPF**	Planaltina (DF)	11	1,85	RIBEIRO, 2014
Cacau em SAF	Sara Ana (Bolívia)	12	3,42	SCHNEIDEWIND et al., 2018
SAF Indígena	Rift Valley (Etiópia)	12	52,85	NEGASH; STARR, 2013
SAF de Quintal	Barak Valley (Índia)	12	6,27	DAS; DAS, 2010
Sistema Agrossilvicultural	Rajasthan (Índia)	12	3,06	YADAV et al., 2008
Floresta Sucessional	Castanhal (PA)	12	6,65	PEREIRA et al., 2017
Floresta Sucessional	Santarém (PA)	12	9,68	RAYOL; ALVINO-RAYOL, 2016
Floresta Sucessional	Macapá (AP)	12	4,47	MOCHIUTTI et al., 2006
Floresta Sucessional	Manaus (AM)	12	8,20	GALLARDO-ORDINOLA et al., 2000
Floresta Sucessional	Paraty (RJ)	12	7,56	DE SOUZA et al., 2016
Floresta Sucessional	Ibiúna (SP)	12	3,47	FERREIRA; UCHIYAMA, 2015
Fragmento de Floresta Suc.	São Paulo (SP)	13	5,90	FERREIRA et al., 2014
Floresta Sucessional	Conceição de Macabu (RJ)	12	10,16	MACHADO et al., 2008
Floresta Sucessional	Kalimantan (Indonésia)	18	9,20	SARAGI-SASMITO et al., 2018
Floresta Sucessional	Coto Brus (Costa Rica)	12	7,18	CELENTANO et al., 2011
Floresta Sucessional	Sierra de Cayey (Porto Rico)	12	10,60	OSTERTAG et al., 2008
Floresta Sucessional	Ilê-Ifé (Nigéria)	12	12,46	ODIWE; MUOGHALU, 2003

\* SAF – Sistema Agroflorestal

\*\* ILPF – Integração Lavoura Pecuária Floresta

## DISCUSSÃO

### Aporte anual de serapilheira

Com relação ao aporte anual de serapilheira, os resultados do presente estudo estão em concordância com resultados de outros estudos, em sistemas agroflorestais e florestas sucessionais localizados tanto em escala regional, quanto nacional e global (ODIWE; MUOGHALU, 2003; MACHADO et al., 2008; OSTERTAG et al., 2008; YADAV et al., 2008; DAS; DAS, 2010; RIBEIRO, 2014; COSTA et al., 2016; RAYOL; ALVINO-RAYOL, 2016; SARAGI-SASMITO et al., 2018; SCHNEIDEWIND et al., 2018). Mesmo assim, resultados divergentes foram relatados em outros trabalhos por Celentano et al., 2011; Negash & Starr, 2013; Ferreira et al., 2014; Ferreira & Uchiyama, 2015; Pereira et al., 2017 e Primo et al., 2017, com variações de aporte de serapilheira entre 35,27 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> e 52,85 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> em sistemas agroflorestais, e de 3,47 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> a 7,18 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> em florestas secundárias (Tabela 8). Tal fato pode estar relacionado além dos vários fatores que influenciam no aporte de serapilheira; como vegetação, características fisiológicas da vegetação, tipos de solo e clima; com o sistema de uso da terra em cada sítio estudado (PINTO et al., 2008; DAWOE et al., 2010; LIMA et al., 2015; COSTA et al., 2016; KOTOWSKA et al., 2016).

Ainda que na comparação entre tratamentos similares pertencentes a Unidades Demonstrativas distintas, tenha ocorrido diferença significativa somente entre os sistemas agroflorestais adubadeiras (Figuras 9 e 11), em geral, na relação entre tratamentos distintos pertencentes à mesma Unidade Demonstrativa o aporte anual de serapilheira fina e total dos sistemas agroflorestais mais diversificados, foi mais próximo quantitativamente em comparativo às florestas sucessionais (Figuras 12 e 14).

O maior aporte anual de serapilheira apresentado pelas FS-I, FS-II e FS-III (13,89 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, 10,85 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> e 12,53 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, respectivamente), em comparação a todos os sistemas agroflorestais avaliados pode estar relacionado com a idade aproximada das mesmas, as quais são respectivamente: 17 anos, 19 anos e 31 anos (Tabela 3).

Os referidos SAFs (SAF-Bio-I, SAF-Bio-II, SAF-Bio-III, SAF-Adu-I, SAF-Adu-II, SAF-Adu-III), com aproximadamente 10 anos cada um, provavelmente ainda se encontram em fase de crescimento, longe do seu estado de clímax, quando tais sistemas

deverão ter copas mais fechadas e similares às dos sistemas florestais (GALLARDO-ORDINOLA et al., 2000).

Entretanto, apesar do SAF-Adu-III ser mais diversificado que o SAF-Bio-III, ambos com 13 e 12 espécies plantadas respectivamente, o aporte de serapilheira fina e total do segundo sistema agroflorestal citado ( $5,18 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  e  $5,22 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ , na devida ordem) ficou mais próximo quantitativamente do aporte de serapilheira fina e total apresentado pela FS-III.

Tal resultado pode estar relacionado ao manejo de poda que é realizado periodicamente nos sistemas agroflorestais em questão. Esta prática visa disponibilizar biomassa de forma rápida para a ciclagem de nutrientes. Seu emprego pode possibilitar o avanço sucessional da comunidade e aumentar a oferta de matéria orgânica, favorecendo a dinamização da vida nos sistemas (PENEIREIRO, 1999; CORRÊA et al., 2006; CAMPELLO et al., 2007; DE SOUZA et al., 2016).

Houve efeito significativo na correlação entres todos os tratamentos na UDI. Na UDII, somente entre o SAF-Bio-II e o SAF-Adu-II; e na UDIII entre o SAF-Bio-III e o SAF-Adu-III, e entre SAF-Bio-III e a FS-III (Tabelas 5, 6 e 7).

Em relação à primeira hipótese, os resultados observados no presente estudo atestam que o aporte de serapilheira, em geral, é maior nos sistemas agroflorestais com palma de óleo mais diversificados, em relação aos sistemas agroflorestais com palma de óleo menos diversificados, mesmo seus respectivos valores sendo distantes dos valores de aporte de serapilheira apresentados pelas florestas sucessionais.

#### Aporte anual de serapilheira foliar de Cacau e Gliricídia

Sobre o aporte anual de serapilheira foliar de cacau e gliricídia, os resultados aqui apresentados (Tabela 4) estão em conformidade com resultados de outros estudos. Estes resultados de outros trabalhos variam de  $1,16 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  à  $4,25 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  para a cultura do cacau, e de  $0,79 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  à  $3,43 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  para a cultura da gliricídia (MAFRA et al., 1998; CORRÊA et al., 2006; FONTES et al., 2014; SCHNEIDEWIND et al., 2018).

A contribuição da serapilheira foliar de cacau, nos SAF-Bio-I, SAF-Bio-II e SAF-Bio-III foi respectivamente: 47,19%; 34,45% e 35,14%; do aporte anual de serapilheira fina. Nos SAF-Adu-I, SAF-Adu-II e SAF-Adu-III a citada contribuição, em relação à cultura da gliricídia, foi respectivamente: 52,17%; 53,89% e 28,57%.

O material não-lenhoso, principalmente folhas, representa o compartimento mais importante na maioria dos estudos de aporte de serapilheira, e essa fração depende principalmente das espécies e da idade das plantas. Em alguns estudos o percentual de contribuição de folhas é em torno de 60 a 80% da serapilheira total (BARNES et al., 1998; ZIMMERMANN et al., 2002; ARAÚJO et al., 2006; MACHADO et al., 2008; BRANCHER et al. 2011; DE SOUZA et al., 2016).

A elevada contribuição de folhas de cacau e gliricídia apresentada pelos sistemas agroflorestais mencionados pode estar associada ao arranjo dos mesmos. Considerando que o SAF-Bio-I, SAF-Bio-II, SAF-Bio-III, SAF-Adu-I, SAF-Adu-II e SAF-Adu-III apresentam por essa ordem: 592 plantas ha<sup>-1</sup> de cacau, 450 plantas ha<sup>-1</sup> de cacau, 592 plantas ha<sup>-1</sup> de cacau, 358 plantas ha<sup>-1</sup> de gliricídia, 439 plantas ha<sup>-1</sup> de gliricídia e 383 plantas ha<sup>-1</sup> de gliricídia.

O menor aporte de serapilheira foliar de cacau no SAF-Bio-III, e de gliricídia no SAF-Adu-III (1,82 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> e 1,04 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, nesta ordem) pode estar relacionada com o manejo de poda já referido, pois estes aportes de serapilheira estão em divergência com a densidade de indivíduos relatada.

Os galhos, e principalmente as folhas, presentes na serapilheira proporcionam ao solo uma densa e contínua camada de matéria orgânica, principalmente em sistemas com grande diversidade de espécies. Esta camada protege o solo da incidência direta da radiação solar, e conseqüentemente de flutuações de temperatura e umidade que podem causar danos às culturas, e com isso atenuar sérios problemas de manejo, principalmente em regiões tropicais (SCHUMACHER, 2003; JOSE, 2009; DAWOE et al., 2010; COSTA et al., 2016).

Essa camada de serapilheira é também um ambiente que hospeda um grande número de espécies de microrganismos que agem diretamente no processo de decomposição e incorporação de nutrientes ao solo. Este processo é essencial para manter a fertilidade nesses sistemas (SCHUMACHER, 2003; JOSE, 2009; COSTA et al., 2016).

#### Aporte mensal de serapilheira

Os resultados referentes ao padrão mensal de aporte de serapilheira observados neste estudo são similares aos apontados em outros estudos, igualmente, em sistemas agroflorestais, como também em florestas sucessionais (GALLARDO-ORDINOLA et al., 2000; MACHADO et al., 2008; BRANCHER et al. 2011; DE SOUZA et al., 2016;

PRIMO et al., 2017), os quais mostram, em geral, elevações de aporte desta nos meses mais secos, seguidos de declínios no meses mais chuvosos. Porém, em alguns ecossistemas pode ocorrer coincidência entre o maior aporte de serapilheira e o período de maior precipitação (JACKSON, 1978; CORRÊA et al., 2006).

Apesar das frações fina e grossa de serapilheira terem apresentado um padrão de distribuição desigual ao longo do ano, os aportes totais de serapilheira apresentaram padrões equivalentes à primeira fração citada nas três Unidades Demonstrativas (Figuras 16, 17 e 18).

Tal fato está provavelmente relacionado com a maior contribuição da fração fina em contraposição a fração grossa. A contribuição da fração grossa foi respectivamente para o SAF-Bio-I, SAF-Bio-II, SAF-Bio-III, SAF-Adu-I, SAF-Adu-II, SAF-Adu-III, FS-I, FS-II e FS-III: 3,03%; 4,02%; 0,77%; 1,29%; 1,19%; 1,09%; 8,93%; 8,85% e 14,29%. Porém, a contribuição referenciada da fração fina de serapilheira foi respectivamente: 96,97%; 95,98%; 99,23%; 98,71%; 98,81%; 98,91%; 91,07%; 91,15% e 85,71%.

Percentuais semelhantes de contribuição de serapilheira fina, ou não lenhosa, foram reportados por Luizão & Schubart, 1987; Oliveira, 1997; Martins & Rodrigues, 1999; Gallardo-Ordinola et al., 2000; Brancher et al. 2011; De Souza et al., 2016 e Primo et al., 2017; o que demonstra a importância da fração mencionada na composição total da serapilheira.

As descrições supramencionadas dos padrões de acúmulo de serapilheira fina, grossa e total nos meses mais secos, e nos meses mais chuvosos, estão em divergência com as correlações obtidas (Tabelas 5, 6 e 7) no que tange aos efeitos de interação entre os tratamentos e as variáveis atmosféricas. Mesmo assim, pode-se atribuir este padrão de aporte como reação ao comportamento destas variáveis.

A manutenção das folhas nos vegetais demanda grandes quantidades de água, em virtude dos processos de fotossíntese e transpiração. Assim, provavelmente a elevação da temperatura do ar e a redução da disponibilidade de água no solo durante a estação seca acarreta um estresse hídrico às espécies, que, em resposta, diminuem sua superfície de transpiração, via queda de folhas.

Este mecanismo é regulado pelo potencial de água nos tecidos e aumento nos níveis de endógenos dos promotores de senescência, etileno e ácido abscísico, o que justifica o maior aporte de serapilheira em períodos de menor precipitação pluviométrica (DELITTI, 1984; BALIEIRO, 2002; CORRÊA et al., 2006;

MOCHIUTTI et al., 2006; MACHADO et al., 2008; COSTA et al., 2010; BRANCHER et al. 2011; PRIMO et al., 2017).

Em relação à segunda hipótese, os resultados observados no presente estudo atestam que o padrão de aporte mensal de serapilheira nos sistemas agroflorestais com palma de óleo, mais diversificados, menos diversificados e dos ambientes naturais é semelhante em resposta aos padrões meteorológicos sazonais de: precipitação pluviométrica, temperatura e umidade relativa do ar.

## CONCLUSÕES

O padrão de aporte mensal de serapilheira fina e total nos sistemas agroflorestais com de palma de óleo, mais diversificados, menos diversificados e dos ambientes naturais, é semelhante em resposta aos padrões meteorológicos sazonais de: precipitação pluviométrica, temperatura e umidade relativa do ar.

Os sistemas agroflorestais com de palma de óleo mais diversificados, em geral, apresentaram valores de aporte anual de serapilheira mais próximos dos ambientes naturais em comparação a sistemas agroflorestais com de palma de óleo menos diversificados.

Em razão disso, sistemas agroflorestais mais diversificados podem ser considerados modelos produtivos superiores em relação à ciclagem de matéria orgânica, principalmente na região do presente estudo, por serem mais semelhantes aos ambientes naturais. Tal modelo pode apresentar maior potencial de melhoria das características físicas, químicas e biológicas do solo.

Entretanto, se faz necessário o desenvolvimento de mais estudos com outros bioindicadores de qualidade ambiental, para corroboração da replicação de tais modelos, em especial, no que tange à recuperação de áreas degradadas.

## REFERÊNCIAS

ABDO, M. T. V. N.; VALERI, S. V.; MARTINS, A. L. M. Sistemas agroflorestais e agricultura familiar: uma parceria interessante. **Revista Tecnologia & Inovação Agropecuária**, 2008. Disponível em: <[http://www.apta.sp.gov.br/Publicacoes/T&IA2/T&IAv1n2/Artigo\\_Agroflorestais\\_5.pdf](http://www.apta.sp.gov.br/Publicacoes/T&IA2/T&IAv1n2/Artigo_Agroflorestais_5.pdf)>. Acesso em: 27 jul. 2017.

ALBRECHT, A.; KANDJI, S. T. Carbon sequestration in tropical agroforestry systems. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, p. 15-27, 2003. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167880903001385>>. Acesso em: 03 ago. 2017.

AMOROZO, M. D. M. **Sistemas agrícolas de pequena escala e a manutenção da agrobiodiversidade– uma revisão e contribuições**. Rio Claro, SP: Edição do autor. 2013, 120 p.

ARAGÃO, L. E. O. C.; SHIMABUKURO, Y. E. The incidence of fire in Amazonian forests with implications for REDD. **Science**, n. 328, p. 1275–1278, 2010.

ARAÚJO, R. S.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; MACHADO, M. R.; PEREIRA, M. G.; FRAZÃO, F. J. Aporte de serapilheira e nutrientes ao solo em três modelos de revegetação na Reserva Biológica de Poços das Antas, Silva Jardim, RJ. **Floresta e Ambiente**, v.12, p. 15-21, 2005. Disponível em: <<http://www.floram.org/files/v12n2/v12n2a3.pdf>>. Acesso em: 31 jul. 2017.

ÁVILA, M.; MINAE, S. Diagnosis and Design Methodology. **THEAFNETA Alley Farming Training Manual: Source Book For Alley Farming Research**, v. 2, 1992. Disponível em: <<http://biblio.iita.org/documents/U92ManTripathiFarmingNothomNodev.pdf-0238b5aca33d1f88ddff473dce1aefb4.pdf>>. Acesso em: 28 jul. 2017.

BARNES, B.V.; ZAK, D.R.; DENTON, S.R.; SPURR, S.H. **Forest ecology**. New York: Ed. John Wiley, 1998. 774p.

BALIEIRO, F.C.; FRANCO, A.A.; FONTES, R.L.F.; DIAS, L.E.; CAMPELLO, E.F.C. Accumulation and distribution of aboveground biomass and nutrients under pure and mixed stands of *Pseudosamanea guachapele* Dugand and *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden. **Journal of Plant Nutrition**, v. 25, p.2639-2654, 2002.

BENECH-ARNOLD, R.L.; SANCHEZ, R. A.; FORCELLA, F.; KRUCK, B. C.; GHERSA, C. M. Environmental control of dormancy in weed seed banks in soil. **Field Crops Research**, p. 105–122, 2000.

BENTES, E. dos S.; HOMMA, A. K. O. Importação e exportação de óleo e palmiste de dendezeiro no Brasil (2010–2015). **Embrapa Amazônia Oriental: Boletim de**

pesquisa e desenvolvimento, 101, 2016. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1047100/1/TC1216BPD101AINFO.pdf>>. Acesso em: 01 dez. 2017.

BHAGWAT, S. A.; WILLIS, K. Agroforestry as a solution to the oil-palm debate. *Conservation Biology*, v. 22, p. 1368–1370, 2008. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/23226100\\_Agroforestry\\_as\\_a\\_Solution\\_to\\_the\\_Oil-Palm\\_Debate](https://www.researchgate.net/publication/23226100_Agroforestry_as_a_Solution_to_the_Oil-Palm_Debate)>. Acesso em: 27 jul. 2017.

BLOCK, A. **Göttingen Mähhäcksler Tritucap, und Forstmulcher – nicht brennend Flächenvorbereitung AM Beispiel der Zona Bragantina, Nord-Ost-Amazonien, Brasilien.** Berlin, 2004. 171 f. (Tese de Doutorado) - Universidade de Göttingen, 2004. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/profile/Andreas\\_Block2/publication/312498159\\_Goettinger\\_Mahhaecksler\\_Tritucap\\_und\\_Forstmulcher\\_-\\_Nicht\\_brennende\\_Flaechenvorbereitung\\_am\\_Beispiel\\_der\\_Zona\\_Bragantina/links/587f806408ae9a860ff7ddff/Goettinger-Maehhaecksler-Tritucap-und-Forstmulcher-Nicht-brennende-Flaechenvorbereitung-am-Beispiel-der-Zona-Bragantina.pdf?origin=publication\\_list](https://www.researchgate.net/profile/Andreas_Block2/publication/312498159_Goettinger_Mahhaecksler_Tritucap_und_Forstmulcher_-_Nicht_brennende_Flaechenvorbereitung_am_Beispiel_der_Zona_Bragantina/links/587f806408ae9a860ff7ddff/Goettinger-Maehhaecksler-Tritucap-und-Forstmulcher-Nicht-brennende-Flaechenvorbereitung-am-Beispiel-der-Zona-Bragantina.pdf?origin=publication_list)>. Acesso em: 08 mai. 2018.

BORGES, A. de J.; COLLICCHIO, E.; CAMPOS, G. A. A cultura da palma de óleo (*Elaeis guineenses* Jacq.) no Brasil e no mundo: aspectos agronômicos e tecnológicos - uma revisão. *Revista Liberato*, v. 17, n. 27, p. 01-118, 2016. Disponível em: <[http://www.liberato.com.br/sites/default/files/arquivos/Revista\\_SIER/v.%2017%2C%20n.%2027%20%282016%29/08-Palma-Oleo-14-jun.pdf](http://www.liberato.com.br/sites/default/files/arquivos/Revista_SIER/v.%2017%2C%20n.%2027%20%282016%29/08-Palma-Oleo-14-jun.pdf)>. Acesso em 15 jul. 2017.

BOUCHARDET, D. de A.; PORSSE, A. A.; JÚNIOR, R. T. Evidências sobre o impacto do Fundo Amazônia no desmatamento da Amazônia Legal brasileira. In: XLIV ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA, 2016. *Anais...* ANPEC - Associação Nacional dos Centros de Pós-Graduação em Economia. Disponível em: <<https://www.anpec.org.br/encontro/2016/submissao/files/I/i11-0519861a388aabc808ec3029a85ed496.pdf>>. Acesso em: 28 abr. 2018.

BRANCHER, T.; VASCONCELOS, S. S.; CAPELA, C.; KATO, O. R. Produção de serapilheira em sistemas agroflorestais em Tomé-Açu, Amazônia Oriental. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 8, 2011, Belém. *Anais...* SBSAF: Embrapa Amazônia Oriental: UFRA: CEPLAC: EMATER: ICRAF, 2011. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/910659/1/BIV421.pdf>>. Acesso em: 12 jun. 2018.

BRANDÃO, F.; SCHONEVELD, G. The state of oil palm development in the Brazilian Amazon: Trends, value chain dynamics, and business models. *Center for International Forestry Research: Working paper*, 198, 2015. Disponível em: <[http://www.cifor.org/publications/pdf\\_files/WPapers/WP198CIFOR.pdf](http://www.cifor.org/publications/pdf_files/WPapers/WP198CIFOR.pdf)>. Acesso em: 03 dez. 2017.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Anuário estatístico de agroenergia 2012**: statistical yearbook of agrienergy. Brasília: Secretaria de Produção e

Agroenergia, p. 284, 2013. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sustentabilidade/agroenergia/arquivos-publicacoes-agroenergia/anuario-estatistico-da-agroenergia-2012.pdf>>. Acesso em 15 jul. 2017.

BUTLER, R.A.; LAURANCE, W. Is oil palm the next emerging threat to the Amazon. **Tropical Conservation Science**, v. 2 p. 1-10, 2009. Disponível em: [http://tropicalconservationscience.mongabay.com/content/v2/09-03-23\\_butler-laurance\\_1-10.pdf](http://tropicalconservationscience.mongabay.com/content/v2/09-03-23_butler-laurance_1-10.pdf)>. Acesso em 18 jul. 2017.

CAMPELLO, E. F. C.; SILVA, G. T. A.; NÓBREGA, P. O.; VIEIRA, A. L. M.; FRANCO, A. A.; RESENDE, A. S. Sistemas agroflorestais na Mata Atlântica: a experiência da Embrapa Agrobiologia. **Embrapa Agrobiologia: Circular Técnica**, 21, 2007.

CARVALHO, W. R. de. **Estoque de carbono e fracionamento físico da matéria orgânica do solo sob cultivo de palma de óleo (*Elaeis guineensis*) em sistemas agroflorestais na Amazônia Oriental**. Belém, 2011. 69 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal Rural da Amazônia, 2011.

CELENTANO, D.; ZAHAWI, R. A.; FINEGAN, B.; OSTERTAG, R.; COLE, R. J.; HOLL, K. D. Litterfall dynamics under different tropical forest restoration strategies in Costa Rica. **Biotropica**, v. 43, p. 279-287, 2011.

CHIA, G. S. et al. Repetibilidade da produção de cachos de híbridos interespecíficos entre o caiaué e o dendzeiro. **Acta Amazônica**, v. 39, p. 249-254, 2009. Disponível: <<http://www.scielo.br/pdf/aa/v39n2/v39n2a01.pdf>>. Acesso em 15 jul. 2017.

CONNER, W. H.; SONG, B.; WILLIAMS, T. M.; VERNON, J. T. Long-term tree productivity of a South Carolina coastal plain Forest across a hydrology gradient. **Journal of Plant Ecology**, p. 67–76, 2011.

CORRÊA, F. L. de O.; RAMOS, J. D.; GAMA-RODRIGUES, A. C. da; MÜLLER, M. W. Produção de serapilheira em sistema agroflorestal multiestratificado no Estado de Rondônia, Brasil. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, p. 1099-1105, 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cagro/v30n6/a08v30n6.pdf>>. Acesso em: 09 dez. 2017.

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

COSTA, P. M. O.; DE ARAÚJO, M. A. G.; DE SOUZA-MOTTA, C. M.; MALOSSO, E. Dynamics of leaf litter and soil respiration in a complex multistrata agroforestry system, Pernambuco, **Brazil. Environment, Development and Sustainability**, v. 19, p. 1189-1203, 2016.

CROWLEY, T. J.; NORTH, G. R. Abrupt climate change and extinction events in Earth history. **Science**, v. 240, n. 4855, p. 996–1002, 1988.

DAWOE, E. K.; ISAAC, M.; QUASHIE-SAM, J. (2010). Litterfall and litter nutrient dynamics under cocoa ecosystems in lowland humid Ghana. *Plant and Soil*, p. 55–64, 2010.

DAS, T.; DAS, A. K. Litter production and decomposition in the forested areas of traditional homegardens: a case study from Barak Valley, Assam, northeast India. **Agroforestry Systems**, v. 79, p. 157-170, 2010.

DAVIDSON, E. A.; SÁ, T. D. D. A.; CARVALHO, C. J. R.; FIGUEIREDO, R. D. O.; KATO, M. D. S. A.; KATO, O. R.; ISHIDA, F. Y. An integrated greenhouse gas assessment of an alternative to slash-and-burn agriculture in eastern Amazonia. **Global Change Biology**, n. 14, p. 1-10, 2008.

DELITTI, W.B.C. **Aspectos comparativos da ciclagem de nutrientes minerais na mata ciliar, campo cerrado e na floresta implantada de Pinus elliottii var. elliottii**. São Paulo, 1984. 305 f. Tese (Doutorado em Ciências Ambientais) – Instituto de Biociências. Universidade de São Paulo, 1984.

DENNIS, K.; VAN RIPER, C. J.; WOOD, M. A. Payments for ecosystem services as a potential conservation tool to mitigate deforestation in the Brazilian Amazon. **Applied Biodiversity Perspective**, v. 1, p. 1-15, 2011. Disponível em: <[http://biodiversity.tamu.edu/files/2012/08/ABS\\_Perspectives12\\_Dennis\\_etal.pdf](http://biodiversity.tamu.edu/files/2012/08/ABS_Perspectives12_Dennis_etal.pdf)>. Acesso em: 28 abr. 2018.

DE SOUZA, M. C. S.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; CASAGRANDE, J. C.; DA SILVA, S. F.; SCORIZA, R. N. Funcionalidade ecológica de sistemas agroflorestais biodiversos: uso da serapilheira como indicador da recuperação de áreas de preservação permanente. **Floresta**, v. 46, p. 75-82, 2016. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/floresta/article/download/34991/27772>>. Acesso em: 09 jun. 2018.

DOS SANTOS POMPEU, G. do S.; KATO, O. R.; ALMEIDA, R. H. C. Percepção de agricultores familiares e empresariais de Tomé-Açu, Pará, Brasil sobre os Sistemas de Agrofloresta. **Sustentabilidade em Debate**, v. 8, n. 3, p. 152-166, 2017. Disponível em: <<http://periodicos.unb.br/index.php/sust/article/download/24197/20024>>. Acesso em: 03 mai. 2018.

ESTEVES, R. A.; PEREIRA, R. G.. Análise sobre a evolução do biodiesel no Brasil. **Revista Espacios**, 2016. Disponível em: <[http://www.revistaespacios.com/a16v37n02/16370205.html\\_f](http://www.revistaespacios.com/a16v37n02/16370205.html_f)>. Acesso em: 30 abr. 2018.

FAOSTAT database. **Food and Agriculture Organization of the United Nations**, 2015. Rome: Italy. Disponível em: <<http://faostat3.fao.org/home/E>>. Acesso em 27 jul. 2017.

FARGIONE, J.; HILL J.; TILMAN, D.; POLASKY, S.; HAWTHORNE, P. Land clearing and the biofuel carbon debt. **Science**, v. 319 p. 1235–1238, 2008. Disponível em: < <http://science.sciencemag.org/content/early/2008/02/07/science.1152747/tab-pdf>>. Acesso em 18 jul. 2017.

FEARNSIDE, P.M. Limiting factors for development of agriculture and ranching in Brazilian Amazonia. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 57 p. 531-549, 1997.

FEARNSIDE, P.M. Desmatamento na Amazônia brasileira: história, índices e consequências. **Megadiversidade**, v. 1 p. 114-117, 2005. Disponível em:< <http://www.mstemdados.org/sites/default/files/Desmatamento%20na%20Amazonia%20brasileira,%20historia,%20indices%20e%20consequencias%20-%20Philip%20Fearnside%20-%202005.pdf>>. Acesso em: 13 jul. 2017.

FERREIRA, M. L., SILVA, J. L., PEREIRA, E. E. & LAMANO-FERREIRA, A. P. N. 2014. Litter fall production and decomposition in a fragment of secondary atlantic forest of São Paulo, SP, southeastern Brazil. **Revista Árvore**, p. 591-600, 2014. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rarv/v38n4/02.pdf>>. Acesso em: 09 dez. 2017.

FERREIRA, M. L.; UCHIYAMA, E. A. Litterfall assesement in a fragment of secondary tropical forest, Ibiúna, SP, Southeastern Brazil. **Revista Árvore**, v. 39, p. 791-799, 2015. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rarv/v39n5/0100-6762-rarv-39-05-0791.pdf>>. Acesso em: 09 jun. 2018.

FERREIRA, P. dos S.; GALVÍNCIO, J. D.; GOMES, V. P.; de SOUZA; W. M. As perspectivas e divergências acerca do aquecimento global antropogênico. **Caderno de Geografia**, 2017. Disponível em: < <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=333252999006>>. Acesso em: 27 abr. 2018.

FERREIRA, R. L. C.; JÚNIOR, M. A. L.; ROCHA, M. S.; SANTOS, V. S.; LIRA, M. A.; BARRETO, L. P. Deposição e acúmulo de matéria seca e nutrientes em serapilheira em um bosque de sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia* Benth.). **Revista Árvore**, v. 31, p. 7-12, 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rarv/v31n1/02.pdf>>. Acesso em: 01 ago. 2017.

FIGUEIRA, E. P. de O.; ROCHA, B. D. da; LIMA, G. de A.; ALVES, F. R. N.; COSTA, N. dos S.; LOPES, L. S. de S.; PAULETTO, D.; OTAKE, M. Y. F. Diversidade e estrutura horizontal de sistemas agroflorestais em Monte Alegre, Pará. **Revista Agroecossistemas**, v. 9, n. 2, p. 350-359, 2017. Disponível em: < <https://periodicos.ufpa.br/index.php/agroecossistemas/article/download/5098/4662>>. Acesso em: 07 mai. 2018.

FREITAS, I. C. de; SANTOS, F. C. V. dos; FILHO, R. de O. C.; CORRECHEL, V. Carbono no solo, acúmulo e qualidade da serapilheira em sistemas de produção familiar.

**Floresta**, v. 46, p. 31-38, 2016. Disponível em: <<http://revistas.ufpr.br/floresta/article/download/42065/27767>>. Acesso em: 01 ago. 2017.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **FAOSTAT online statistical service**, 2014. Disponível em: <[www.fao.org/faostat/en/#home](http://www.fao.org/faostat/en/#home)>. Acesso em: 3 ago. 2017.

GALLARDO-ORDINOLA, J. L. E.; LUIZÃO, F. J.; WANDELLI, L.; FERNANDES, E. C. M. Produção e qualidade de liteira nos sistemas agroflorestais na Amazônia Central. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 3, 2000, Manaus. **Anais...** Embrapa Amazonia Ocidental, 2000. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/670626/1/CPAADOC.7263.pdf>>. Acesso em: 12 jun. 2018.

GODINHO, T. O.; CALDEIRA, M. V. W.; CALIMAN, J. P.; PREZOTTI, L. C.; WATZLAWICK, L. F.; AZEVEDO, H. C. A.; ROCHA, J. H. T. Biomassa, macronutrientes e carbono orgânico na serapilheira depositada em trecho de floresta Estacional Semidecidual Submontana, ES. **Scientia Forestalis**, v. 41, p. 131-144, 2013. Disponível em: <<http://www.ipcf.br/publicacoes/scientia/nr97/cap14.pdf>>. Acesso em: 31 jul. 2017.

GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ. **Estatística municipal: Tomé-Açu**. Instituto de desenvolvimento econômico, social e ambiental do Pará, 2011, 46 p.

GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ. **Estatística municipal: Igarapé-Açu**. Instituto de desenvolvimento econômico, social e ambiental do Pará, 2013, 52 p.

HEINEMAN, K. D.; CABALLERO, P.; MORRIS, A.; VELASQUEZ, C.; SERRANO, K.; RAMOS, N.; GONZALEZ, J.; MAYORGA, L.; CORRE, M. D.; DALLING, J. W. Variation in canopy litterfall along a precipitation and soil fertility gradient in a panamanian lower montane forest. **Biotropica**, p. 300–309, 2015.

HENDERS, S.; PERSSON, U M.; KASTNER, T. Trading forests: land-use change and carbon emissions embodied in production and exports of forest-risk commodities. **Environmental Research Letters**, 2015. Disponível em: <<http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/10/12/125012/pdf>>. Acesso em: 01 dez. 2017.

HOMMA, A. K. O.; MENEZES, A. J. E. A.; MONTEIRO, K. F. G.; SANTOS, J. C. dos; REBELLO, F. K.; COSTA, D. H. M.; GOMES JÚNIOR, R. A.; SENA, A. L. dos S.; MOTA JÚNIOR, K. J. A. da. Integração grande empresa e pequenos produtores de dendezeiro: o caso da Comunidade de Arauaí, município de Moju, Pará. **Embrapa Amazônia Oriental: Boletim de pesquisa e desenvolvimento**, 92, 2014. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/108159/1/Sober2.pdf>>. Acesso em: 03 dez. 2017.

HOMMA, A. K. O. Cronologia do cultivo do dendezeiro na Amazônia. **Embrapa Amazônia Oriental: Documentos**, 423, 2016. Disponível em:

<<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/150169/1/DOC-423-Ainfo.pdf>>. Acesso em: 02 dez. 2017.

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change. Climate Change 2007: **The Physical Science Basis**, 2007. Disponível em: [http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg1/ar4\\_wg1\\_full\\_report.pdf](http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg1/ar4_wg1_full_report.pdf)>. Acesso em: 13 jul. 2017.

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change. Climate Change 2013: **The Physical Science Basis**, 2013. Disponível em: [http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg1/WG1AR5\\_Chapter06\\_FINAL.pdf](http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg1/WG1AR5_Chapter06_FINAL.pdf)>. Acesso em: 13 jul. 2017.

JACKSON, J. F. Seasonality of flowering and leaf-fall in brazilian subtropical lower montane moist forest. **Biotropica**, Amsterdam, v. 10, p. 38-42, 1978.

JAMES, W.E. **Food prices and inflation in developing Asia: Is poverty reduction coming to an end ?** Philippines: Asian Development Bank., 2008. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Shikha\\_Jha/publication/259978807\\_Food\\_Prices\\_and\\_Inflation\\_in\\_Developing\\_Asia\\_Is\\_Poverty\\_Reduction\\_Coming\\_to\\_an\\_End/links/53d99bf70cf2a19eee88025a/Food-Prices-and-Inflation-in-Developing-Asia-Is-Poverty-Reduction-Coming-to-an-End.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Shikha_Jha/publication/259978807_Food_Prices_and_Inflation_in_Developing_Asia_Is_Poverty_Reduction_Coming_to_an_End/links/53d99bf70cf2a19eee88025a/Food-Prices-and-Inflation-in-Developing-Asia-Is-Poverty-Reduction-Coming-to-an-End.pdf)>. Acesso em: 18 jul. 2017.

JOSE, S. Agroforestry for ecosystem services and environmental benefits: an overview. **Agroforestry Systems**, p. 1–10, 2009.

JÚNIOR, S. B.; MANESCHY, R. Q.; JÚNIOR, M. M.; FILHO, A. B. G.; YARED, J. A. G.; GONÇALVES, D.; GAMA, M. B. Sistemas agroflorestais na Amazônia Brasileira: análise de 25 anos de pesquisas. **Pesquisa Florestal Brasileira**, p. 67-76, 2009. Disponível em: <<http://pfb.cnpf.embrapa.br/pfb/index.php/pfb/article/download/47/54>>. Acesso em: 28 jul. 2017.

KATO, O. R. et al. Plantio direto na capoeira. **Ciência e Ambiente**, v. 29 p. 99-111. 2004.

KATO, O. R.; VASCONCELOS, S. S.; CAPELA, C. J.; MIRANDA, I. S.; LEMOS, W. P.; MAUÉS, M. M.; AZEVEDO, R.; CASTELLANI, D.C.; THOM, G. Projeto dendê em sistemas agroflorestais na agricultura familiar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 8, 2011, Belém. **Anais...** SBSAF: Embrapa Amazônia Oriental: UFRA : CEPLAC : EMATER : ICRAF, 2011. CD-ROM.

KATO, O. R.; VASCONCELOS, S. S.; FIGUEIREDO, R. de O.; de CARVALHO, C. J. R.; SÁ, T. D. de A.; SHIMIZU, M. K.; de AZEVEDO, C. M. B. C.; BORGES, A. C. M. R. Agricultura sem queima. In: AGRICULTURA CONSERVACIONISTA NO BRASIL. Brasília, DF: Embrapa, p. 189-216, 2014. Disponível em: <

[https://www.researchgate.net/publication/279799370\\_Agricultura\\_sem\\_queima](https://www.researchgate.net/publication/279799370_Agricultura_sem_queima)>. Acesso em: 05 mai. 2018.

KOH, L.P.; GHAZOUL, J. Biofuels, biodiversity, and people: understanding the conflicts and finding opportunities. **Biol Conserv**, v. 141 p. 2450–2460, 2008. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0006320708002954>>. Acesso em: 18 jul 2017.

KOH, L.P; WILCOVE, D.S. Is oil palm agriculture really destroying tropical biodiversity ? **Conserv Letters**, p. 1-5, 2008.

KOTOWSKA, M. M.; LEUSCHNER, C.; TRIADIATI, T.; HERTEL, D. Conversion of tropical lowland forest reduces nutrient return through litterfall, and alters nutrient use efficiency and seasonality of net primary production. **Oecologia**, p. 601–618, 2016. Disponível em: <<http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00442-015-3481-5>>. Acesso em: 30 jul. 2017.

LACERDA, F.; MIRANDA, I.; LIMA, T. T. S.; MAFRA, N. A.; LEÃO, F. M.; DO VALE, I.; BISPO, C. J. C.; KATO, O. R. Origin of and resulting floristic composition from seedbanks in agroforestry systems of Tomé-Açu, Eastern Amazon. **Weed Research**, v. 56, n. 3, p. 219-228, 2016.

LEAL, E. C. **Potencial de regeneração da capoeira após preparo de área com queima e sem queima na região Bragantina**. Belém, 2002. 122 f. Dissertação (Mestrado em Agriculturas Familiares e Desenvolvimento Sustentável) - Universidade Federal do Pará, Belém.

LIMA, R. P.; FERNANDES, M. M.; FERNANDES, M. R. de M.; MATRICARDI, E. A. T. Aporte e Decomposição da Serapilheira na Caatinga no Sul do Piauí. **Floresta e Ambiente**, p. 42-49, 2015. Disponível em:<<http://www.scielo.br/pdf/floram/v22n1/2179-8087-floram-22-1-42.pdf>>. Acesso em: 30 jul. 2017.

LUIZÃO, F. J.; SCHUBART, H. O. R. Litter production and decomposition in a terra-firme forest of Central Amazonia. **Experientia**, v. 43, p. 259–64, 1987.

LUIZÃO, F. J.; TAPIA-CORAL, S.; GALLARDO-ORDINOLA, J.; SILVA, G. C.; LUIZÃO, R. C. C.; TRUJILLO-CABRERA, L.; WANDELLI, E.; FERNANDES, E. C. M. Ciclos biogeoquímicos em agroflorestas da Amazônia. Pp. 87-100. In: GAMA-RODRIGUES, A. C. da; BARROS, N. F.; GAMA-RODRIGUES, E. F. da; FREITAS, M. S. M.; VIANA, A. P.; JASMIN, J. M.; MARCIANO, C. R.; CARNEIRO, J. G. de A. (ed.). **Sistemas agroflorestais: bases científicas para o desenvolvimento sustentável**. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília, 2006. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/679162/1/CicloBiogeoq.pdf>>. Acesso em: 30 Aug. 2017.

LUIZÃO, F. J. Ciclos de nutrientes na Amazônia: respostas às mudanças ambientais e climáticas. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 59, n. 3, p. 31-36, 2007. Disponível em: [http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0009-67252007000300014&lng=en&nrm=iso](http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252007000300014&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 30 Aug. 2017.

MACHADO, M. R.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; PEREIRA, M. G. Produção de serapilheira como bioindicador de recuperação em plantio adensado de revegetação. **Revista Árvore**, v. 32, p. 143-151, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rarv/v32n1/16.pdf>>. Acesso em: 31 jul. 2017.

MDA – Ministério do Desenvolvimento Agrário. **Manual Agroflorestal para a Mata Atlântica**. 2008. 196 p. Disponível em: <[http://www.centroecologico.org.br/revista\\_download.php?id\\_revista=34&tipo=pdf](http://www.centroecologico.org.br/revista_download.php?id_revista=34&tipo=pdf)>. Acesso em: 07 mai. 2018.

MDA – Ministério do Desenvolvimento Agrário. **O Selo Combustível Social**. 2011. Disponível em: <<http://www.mda.gov.br/sitemda/secretaria/saf-biodiesel/o-selo-combust%C3%ADvel-social>>. Acesso em: 30 abr. 2018.

MAFRA, A. L.; MIKLÓS, A. A. W.; VOCURCA, H. L.; HARKALY, A. H.; MENDONZA, E. Produção de fitomassa e atributos químicos do solo sob cultivo em áreas e sob vegetação nativa de cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 22, p. 43-48, 1998.

MARTINS, S.V.; RODRIGUES, R.R. Produção de serapilheira em clareiras de uma floresta estacional semidecidual no município de Campinas, SP. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 22, p. 405-412, 1999. Disponível em: <[http://www.scielo.br/pdf/rbb/v22n3/22\(3\)a09.pdf](http://www.scielo.br/pdf/rbb/v22n3/22(3)a09.pdf)>. Acesso em: 04 dez. 2017.

MOCHIUTTI, S.; QUEIROZ, J. A. L. de; JUNIOR, N. J. M. Produção de serapilheira e retorno de nutrientes de um povoamento de taxi-branco e de uma floresta secundária no Amapá. **Boletim de Pesquisa Florestal**, p. 3-20, 2006. Disponível em: <<http://pfb.cnpf.embrapa.br/pfb/index.php/pfb/article/download/201/162>>. Acesso em: 09 dez. 2017.

NEGASH, M.; STARR, M. Litterfall production and associated carbon and nitrogen fluxes of seven woody species grown in indigenous agroforestry systems in the south-eastern Rift Valley escarpment of Ethiopia. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v. 97, p. 29-41, 2013.

NAIR, P. K. R. **An introduction to agroforestry**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, p. 499, 1993. Disponível em: <[https://www.worldagroforestry.org/Units/Library/Books/PDFs/32\\_An\\_introduction\\_to\\_agroforestry.pdf?n=161](https://www.worldagroforestry.org/Units/Library/Books/PDFs/32_An_introduction_to_agroforestry.pdf?n=161)>. Acesso em: 28 jul. 2017.

NAIR, P. K. R.; TOTH, G.G. Measuring agricultural sustainability of agroforestry systems. **Climate Change and Sustainability in Agriculture**, 2016.

NAIR, P. K. R.; VISWANATH, S.; LUBINA, P.A. Cinderella agroforestry systems. **Agroforest Systems**, 2016.

NAHUM, J. S; MALCHER, A. T. Dinâmicas territoriais do espaço agrário na Amazônia: a dendeicultura na microrregião de Tomé-Açu, PA. **Confins**, n. 16, 2012. Disponível em: <<http://confins.revues.org/7947?lang=pt>>. Acesso: 18 jul. 2017.

NAHUM, J. S.; BASTOS, C. S. Dendeicultura e descampesinização na Amazônia paraense. **Campo-Território: Revista de Geografia Agrária**, Uberlândia, v. 9, p. 469-485, 2014. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/campoterritorio/article/download/23628/14394>>. Acesso em: 18 jul 2017.

NAHUM, J. S.; SANTOS, C. B. A dendeicultura na Amazônia paraense. **Geosp: Espaço e Tempo**, v. 20, p. 281-294, 2016. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/geosp/issue/view/6465>>. Acesso em: 15 jul. 2017.

NOGUEIRA, S.; NASSAR, A. M. Indonésia e Malásia: os gigantes do óleo de palma e dos produtos Halal. **Agroanalysis**, 2008. Disponível em: <<http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/agroanalysis/article/download/36423/351>>. Acesso em: 02 dez. 2017.

OBIDZINSKI, K. et al. Environmental and social impacts of oil palm plantations and their implications for biofuel production in Indonesia. **Ecology and Society**, v. 17, p. 1-19, 2012. Disponível em: <<https://www.ecologyandsociety.org/vol17/iss1/art25/ES-2012-4775.pdf>>. Acesso em: 17 jul. 2017.

ODIWE, A. I.; MUOGHALU, J. I. Litterfall dynamics and forest floor litter as influenced by fire in a secondary lowland rain forest in Nigeria. **Tropical Ecology**, v. 44, p. 241-250, 2003. Disponível em: <[http://tropecol.com/pdf/open/PDF\\_44\\_2/44212.pdf](http://tropecol.com/pdf/open/PDF_44_2/44212.pdf)>. Acesso em: 19 jun. 2018.

OLIVEIRA, R.E. **Aspectos da dinâmica de um fragmento florestal em Piracicaba-SP: Silvigênese e ciclagem de nutrientes**. Piracicaba, 1997. 85f. Dissertação (Mestrado) - ESALQ/USP, 1997.

OLIVEIRA, M. J.; BAPTISTA, G. M. M.; CARNEIRO, C. D. R.; VECCHIA F. A. S. 2015. História geológica e Ciência do clima: Métodos e origens do estudo dos ciclos climáticos na Terra. **Terræ**, v.12 p. 03-26, 2015. Disponível em: <<https://www.ige.unicamp.br/terrae/V12/PDFv11/T056-1.pdf>>. Acesso em: 27 abr. 2018.

OSTERTAG, R.; MARIN-SPIOTTA, E.; SILVER, W. L.; SCHULTEN, J. Litterfall and decomposition in relation to soil carbon pools along a secondary forest chronosequence in Puerto Rico. **Ecosystems**, v. 11, p. 701, 2008.

OURIVES, L. A. A.; CARNIELLO, M. A. Práticas tradicionais e conhecimentos associados ao uso e manejo da agrobiodiversidade nas comunidades rurais Saloba Grande e Novo Oriente, Porto Estrela, MT, Brasil. **Gaia Scientia**, v. 12, n. 1, 2018. Disponível em: <<http://www.periodicos.ufpb.br/index.php/gaia/article/download/34467/19916>>. Acesso em: 07 mai. 2018.

PARSONS, S. A.; CONGDON, R. A.; SHOO, L. P.; VALDEZ-RAMIREZ, V.; WILLIAMS, S. E. Spatial Variability in Litterfall, Litter Standing Crop and Litter Quality in a Tropical Rain Forest Region. **Biotropica**, p. 378–386, 2014. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/262197354\\_Spatial\\_Variability\\_in\\_Litterfall\\_Litter\\_Standing\\_Crop\\_and\\_Litter\\_Quality\\_in\\_a\\_Tropical\\_Rain\\_Forest\\_Region](https://www.researchgate.net/publication/262197354_Spatial_Variability_in_Litterfall_Litter_Standing_Crop_and_Litter_Quality_in_a_Tropical_Rain_Forest_Region)>. Acesso em: 29 jul. 2017.

PENEIREIRO, F. M. **Sistemas agroflorestais dirigidos pela sucessão natural: um estudo de caso**. Piracicaba, 1999. 149 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 1999.

PEREIRA, D. N.; MARTINS, W. B. R.; DE ANDRADE, V. M. S.; FRANCISCO DE ASSIS OLIVEIRA, F. de A. Influência da remoção de serapilheira no teor de fósforo e potássio na Amazônia Oriental. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 12, p. 380-385, 2017. Disponível em: <[http://agraria.pro.br/ojs-2.4.6/index.php?journal=agraria&page=article&op=view&path%5B%5D=agraria\\_v12i3a5458&path%5B%5D=4995](http://agraria.pro.br/ojs-2.4.6/index.php?journal=agraria&page=article&op=view&path%5B%5D=agraria_v12i3a5458&path%5B%5D=4995)>. Acesso em: 07 jun. 2018

PINTO, S. I. C.; MARTINS, S. V.; BARROS, N. F.; DIAS, H. C. T. Produção de serapilheira em dois estádios sucessionais de floresta estacional semidecidual na Reserva Mata do Paraíso, em Viçosa, MG. **Revista Árvore**, p. 545-556, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rarv/v32n3/a15v32n3.pdf>>. Acesso em: 30 jul. 2017.

PRIMO, A. A.; MELO, M. D.; DE SOUZA, I. M.; SILVA, L. A.; FERNANDES, F. É. P.; DE SOUZA, H. A. Produção de serrapilheira de espécies lenhosas da caatinga. In: SEMINÁRIO PIAUIENSE DE AGROECOLOGIA, 3, SIMPÓSIO DE SABERES AGROECOLÓGICOS DO NORTE DO PIAUÍ, 2, 2017, Cocal. **Anais...** Embrapa Meio-Norte, 2017. Disponível em: <[https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1083180/1/EventoAgroecologiaPR\\_ODUCAO.pdf](https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1083180/1/EventoAgroecologiaPR_ODUCAO.pdf)>. Acesso em: 09 jun. 2018.

PRODES. Projeto de Monitoramento do Desmatamento da Amazônia Legal por Satélite. **Instituto de Pesquisas e Estudos Espaciais**, 2016. Disponível em: <[http://www.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod\\_Noticia=4344](http://www.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod_Noticia=4344)>. Acesso em: 28 de abr. de 2018.

RAYOL, B. P.; ALVINO-RAYOL, F. de O. Aporte de biomassa em agroecossistemas do Baixo Amazonas, oeste do Pará. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA, 9, 2015. **CADERNOS DE AGROECOLOGIA**, v. 10, 2016,

Belém. **Anais...** Disponível em: <<http://revistas.aba-agroecologia.org.br/index.php/cad/article/view/18305>>. Acesso em: 11 jun. 2018.

REBELLO, F. K.; COSTA, D. H. M. A experiência do Banco da Amazônia com projetos integrados de dendê na agricultura familiar. **Contexto Amazônico**, v. 5, p. 1- 8, 2012.

RIBASKI, J.; MONTOYA, L. J.; RODIGHERI, H. R. Sistemas Agroflorestais: aspectos ambientais e socioeconômicos. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 22, n. 212 p. 61-67, set.-out. 2001. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/38379/1/Sistemas-agroflorestais.pdf>>. Acesso em: 03 mai. 2018.

RIBEIRO, F. C. Deposição e decomposição de serapilheira em área de integração lavoura-pecuária-floresta em Planaltina-DF. 2014. 52 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade de Brasília, 2014. Disponível em: <[http://www.repositorio.unb.br/bitstream/10482/15642/1/2014\\_FabianaCamposRibeiro.pdf](http://www.repositorio.unb.br/bitstream/10482/15642/1/2014_FabianaCamposRibeiro.pdf)>. Acesso em: 09 jun. 2018.

RIST, L.; FEINTRENIE, L.; LEVANG, P. The livelihood impacts of oil palm: smallholders in Indonesia. **Biodiversity and Conservation**, p. 1009–1024, 2010. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s10531-010-9815-z>>. Acesso em: 18 jul. 2017.

ROUSSEAU, G. X.; CARVALHO, C. J. Soil macrofauna communities in slash-and-burn and chop-and-mulch agricultural systems in Brazil eastern Amazônia.. In: REUNIÃO ANUAL DA SBPC AMAZÔNIA: DESAFIO NACIONAL, 59, 2007, Belém. **Resumos...** Belém: Universidade Federal do Pará, 2007. Disponível em: <<http://www.sbpcnet.org.br/livro/59ra/livroeletronico/resumos/R0807-1.html>>. Acesso em: 10 mai. 2018.

SANCHES, L.; VALENTINI, C. M. A.; BIUDES, M. S.; NOGUEIRA, J. S. Dinâmica sazonal da Aporte e decomposição de serapilheira em floresta tropical de transição. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 13, p. 183-189, 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v13n2/v13n02a12.pdf>>. Acesso em: 01 ago. 2017.

SANTOS, A. M. **Análise do potencial do biodiesel de dendê para a geração elétrica em sistemas isolados da Amazônia**. 2008. 224 f. Dissertação (Mestrado em Ciências em Planejamento Energético) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008. Disponível em: <<http://www.ppe.ufrj.br/ppes/production/tesis/anameliam.pdf>>. Acesso em: 17 jul. 2017.

SANTOS, A. M.; GALVÍNCIO, J. D.; MOURA, M. S. B. Os recursos hídricos e as mudanças climáticas : discursos, impactos e conflitos. **Revista Geográfica Venezuelana**, v. 51, n. 1, p. 59–68, 2010. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/pdf/3477/347730384005.pdf>>. Acesso em: 27 abr. 2018.

SARAGI-SASMITO, M. F.; MURDIYARSO, D.; JUNE, T.; SASMITO, S. D. Carbon stocks, emissions, and aboveground productivity in restored secondary tropical peat swamp forests. **Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change**, p. 1-13, 2018.

SAYER, E. J.; TANNER E. V. J. Experimental investigation of the importance of litterfall in lowland semi-evergreen tropical forest nutrient cycling. **Journal of Ecology**, p. 1052–1062, 2010. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2745.2010.01680.x/epdf>>. Acesso em: 30 jul. 2017.

SCHNEIDEWIND, U. L. F.; WIEBKE NIETHER, W.; ARMENGOT, L.; SCHNEIDER, M.; SAUER, D.; HEITKAMP, F.; GEROLD, G. Carbon stocks, litterfall and pruning residues in monoculture and agroforestry cacao production systems. **Experimental Agriculture**, p. 1-19, 2018.

SCHUMACHER, M. V.; BRUN, E. J.; RODRIGUES, L. M.; SANTOS, E. M. Retorno de nutrientes via deposição de serapilheira em um povoamento de aca´cia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild.) no Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Árvore**, p. 791–798, 2003.

SCORIZA, R. N. Aporte de biomassa como indicador de qualidade de fragmentos florestais inseridos em agroecossistemas. **Revista Brasileira de Agroecologia**, 2009. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/profile/Rafael\\_Scoriza/publication/281464428\\_Aporte](https://www.researchgate.net/profile/Rafael_Scoriza/publication/281464428_Aporte)>. Acesso em: 04 dez. 2017.

SCORIZA, R. N.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. Aporte de serapilheira como indicador ambiental em fragmentos de floresta estacional semidecidual em Sorocaba, SP. **Agrária: Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 8, p. 634-640, 2013. Disponível em: <[www.agraria.pro.br/sistema/index.php?journal=agraria&page=article&op=view&path%5B%5D=agraria\\_v8i4a2807&path%5B%5D=1476](http://www.agraria.pro.br/sistema/index.php?journal=agraria&page=article&op=view&path%5B%5D=agraria_v8i4a2807&path%5B%5D=1476)>. Acesso em: 31 jul. 2017.

SEEG - Sistema de Estimativas de Emissões de Gases de Efeito Estufa. **Emissões do Brasil sobem 9% em 2016**. Observatório do Clima, 2017. Disponível em: <[http://www.observatoriodoclima.eco.br/wp-content/uploads/2017/10/seeg2017presskit\\_FINAL.pdf](http://www.observatoriodoclima.eco.br/wp-content/uploads/2017/10/seeg2017presskit_FINAL.pdf)>. Acesso em 27 abr. 2018.

SHEIL, D. et al. **The impacts and opportunities of oil palm in Southeast Asia: what do we know and what do we need to know?** Bogor: CIFOR, p. 80, 2009. Disponível em: <[http://www.cifor.org/publications/pdf\\_files/OccPapers/OP-51.pdf](http://www.cifor.org/publications/pdf_files/OccPapers/OP-51.pdf)>. Acesso em: 15 jul. 2017.

SHUBART, H. O. R. Ecologia e utilização das florestas. In: SALATI, E.; SHUBART, H. O. R.; JUNK, W. OLIVEIRA, A. E. **AMAZÔNIA: DESENVOLVIMENTO, INTEGRAÇÃO E ECOLOGIA**. Brasília, DF: Ed. Brasiliense, p. 101-103, 1983.

SILVA, C. M. da; VASCONCELOS, S. S.; MOURÃO JÚNIOR, M.; BISPO, C. J. C.; KATO, O. R.; SILVA JUNIOR, A. C. da; CASTELLANI, D. C. Variação temporal do

efluxo de CO<sub>2</sub> do solo em sistemas agroflorestais com palma de óleo na Amazônia Oriental. *Acta Amazônica*, v. 46, n. 1, p. 1-12, 2016. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0044-59672016000100001&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0044-59672016000100001&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 13 jan. 2018.

SILVA, D. C.; SILVA, M. L. N.; CURI, N.; OLIVEIRA, A. H.; SOUZA, F. S.; MARTINS, S. G.; MACEDO, R. L. G. Atributos do solo em sistemas agroflorestais, cultivo convencional e floresta nativa. *Revista de Estudos Ambientais*, v. 13, p. 77-86, 2011. Disponível em: <http://gorila.furb.br/ojs/index.php/rea/article/download/2320/1586>>. Acesso em: 01 ago. 2017.

SILVA, E. M. da; NAVEGANTES-ALVES, L. de F. Transformações nos sistemas de produção familiares diante a implantação do cultivo de dendê na Amazônia Oriental. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, v. 40, 2017. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/made/article/view/47330/32114>>. Acesso em: 30 abr. 2018.

SOARES, M. T. S.; FROUFE, L. C. M. Estimativa de ciclagem de nutrientes em ecossistemas florestais por meio da produção e decomposição de serrapilheira. In: *SERVIÇOS AMBIENTAIS EM SISTEMAS AGRÍCOLAS E FLORESTAIS DO BIOMA MATA ATLÂNTICA*, 2015, Brasília, DF. Embrapa Florestas, 2015. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/131969/1/Livro-Servicos-Ambientais-Embrapa.pdf>>. Acesso em: 02 mai. 2018.

SOUSA, C. de F. M. de, PEIXOTO, R. C. D. **Expansão da dendeicultura e campesinato na Amazônia: cooptação e resistências**, 2015. Disponível em: [http://eventos.liverra.com.br/trabalho/98-1020846\\_30\\_06\\_2015\\_22-23-29\\_3590.PDF](http://eventos.liverra.com.br/trabalho/98-1020846_30_06_2015_22-23-29_3590.PDF)>. Acesso em: 15 jul. 2017.

TEIXEIRA, P. C.; LIMA, W. A. A.; MORAIS, R. R.; CASTELLANI, D. C.; SILVA, C. A. C. Monitoramento nutricional do dendezeiro em sistemas agroflorestais. In: *CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS*, 8, 2011, Belém. *Anais...* SBSAF: Embrapa Amazônia Oriental: UFRA : CEPLAC : EMATER : ICRAF, 2011. CD-ROM.

TURNER, E. C. et al. The impact of oil palm expansion on environmental change: putting conservation researching context. *Environmental impact of biofuels tech*, p. 19-40, 2011. Disponível: <https://cdn.intechopen.com/pdfs-wm/19109.pdf>>. Acesso em: 17 jul. 2017.

UN (United Nations). **Decision -/CP.13. Bali Action Plan**. United Nations Climate Change Conference. Bali: Indonésia, 2007. Disponível em: [http://unfccc.int/files/meetings/cop\\_13/application/pdf/cop\\_bali\\_action.pdf](http://unfccc.int/files/meetings/cop_13/application/pdf/cop_bali_action.pdf)>. Acesso em 14 jul. 2017.

UNITED STATES. Department of Agriculture. Foreign Agricultural Service. **Oilseeds: world market and trade**. 2014. Disponível em: <http://usda.mannlib.cornell.edu/usda/fas/oilseed-trade//2010s/2014/oilseed-trade-12-10-2014.pdf>>. Acesso em: 15 jul. 2017.

VALOIS, C. C. A. **Possibilidades da cultura do dendê na Amazônia**. Brasília: CENARGEN, p. 7. Comunicado Técnico, 19, 1997. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/174300/1/1736.pdf>>. Acesso em: 17 jul. 2017.

VASCONCELLOS, R. C. de; BELTRAO, N. E. S. Avaliação de prestação de serviços ecossistêmicos em sistemas agroflorestais através de indicadores ambientais. **Interações**, v. 19, n. 1, p. 209-220, 2018. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1518-70122018000100209&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1518-70122018000100209&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 02 mai. 2018.

VASCONCELOS, S. S.; ZARIN, D. J.; ARAUJO, M. M.; RANGEL-VASCONCELOS, L. G. T.; CARVALHO, C. J. R.; STAUDHAMMER, C. L.; OLIVEIRA, F. A.. Effects of seasonality, litter removal and dry-season irrigation on litterfall quantity and quality in eastern Amazonian forest regrowth, Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, v. 24, p. 1-12, 2008.

VIANA, M. M.. **Inventário do ciclo de vida do biodiesel do óleo de girassol**. São Paulo, 2008. 230 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química). -Universidade de São Paulo, 2008.

VIANA, J. L.; da SILVA, V. Q. R.; ZOLIN, C. A.; SOARES, M. B.; MACHADO, B. G.; BACCIN, G. N.; COSTAS, R. S. Emissão de inflorescências de palma de óleo (*Elaeis Guineensis* Jacq.) sob diferentes níveis de depleção de água no solo. In: ENCONTRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIAS AGROSSUSTENTÁVEL: JORNADA CIENTÍFICA DA EMBRAPA AGROSSILVIPASTORIL, 6, 2017, Sinop, MT. **Resumos ...** Embrapa Agrossilvipastoril, p. 59-62, 2018. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/174300/1/2017-cpamt-anais-vi-jcea-final.pdf#page=60>>. Acesso em: 27 abr. 2018.

VIDAL, M. M., PIVELLO, V. R., MEIRELLES, S. T. & METZGER, J. P. Produção de serapilheira em floresta Atlântica secundária numa paisagem fragmentada (Ibiúna, SP): importância da borda e tamanho dos fragmentos. **Revista Brasileira de Botânica**, p. 521-532, 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbb/v30n3/16.pdf>>. Acesso em: 09 dez. 2017.

VIEIRA, J. A. G.; TEIXEIRA, M. B.; LOSS, A.; LIMA, E.; ZONTA, E. Produção de serapilheira e ciclagem de nutrientes ao solo pela espécie *Eucalyptus urograndis*. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 4, p. 40-43, 2009.

VIJAY, V.; PIMM, S.L.; JENKINS, C.N.; SMITH, S.J. The Impacts of Oil Palm on Recent Deforestation and Biodiversity Loss. **PLoS ONE**, 2016. Disponível em: <<http://journals.plos.org/plosone/article/file?id=10.1371/journal.pone.0159668&type=printable>>. Acesso em: 27 jul. 2017.

WAKKER, E. **Greasy palms: The social and ecological impacts of large-scale oil palm plantation development in Southeast Asia**. Friends of the Earth. London: UK, 2004. Disponível em: <

[https://www.foe.co.uk/sites/default/files/downloads/greasy\\_palms\\_summary.pdf](https://www.foe.co.uk/sites/default/files/downloads/greasy_palms_summary.pdf)>.

Acesso em: 27 jul. 2017.

WILKEN, G.C. Integrating forest and small-scale farm systems in Middle America. **Agroecosystems**, p. 291-302, 1977.

YADAV, R. S.; YADAV, B. L.; CHHIPA, B. R. Litter dynamics and soil properties under different tree species in a semi-arid region of Rajasthan, India. **Agroforestry Systems**, v. 73, p. 1-12, 2008.

YAVITT, J. B.; WRIGHT, S. J.; WIEDER, R. K. (2004) Seasonal drought and dryseason irrigation influence leaf-litter nutrients and soil enzymes in a moist, lowland forest in Panama. **Austral Ecology**, p. 177–188, 2004.

ZIMMERMANN, S.; BRAUN, S.; CONEDERA, M.; BLASER, P. Macronutrient inputs by litterfall as opposed to atmospheric deposition into two contrasting chestnut forest stands in southern Switzerland. **Forest Ecology and Management**, n. 161, p. 289-302, 2002.