UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
INSTITUTO DE EDUCAÇÃO, AGRICULTURA E AMBIENTE
***CAMPUS* VALE DO RIO MADEIRA**
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS

APORTE, DECOMPOSIÇÃO E NUTRIENTES DE SERAPILHEIRA EM AGROECOSSISTEMAS E FLORESTA NO ASSENTAMENTO SÃO FRANCISCO CANUTAMA-AM

ERIKA MICHEILLA BRASIL DE PAULA

HUMAITÁ – AM

2022

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
INSTITUTO DE EDUCAÇÃO, AGRICULTURA E AMBIENTE
***CAMPUS* VALE DO RIO MADEIRA**
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS

ERIKA MICHEILLA BRASIL DE PAULA

APORTE, DECOMPOSIÇÃO E NUTRIENTES DE SERAPILHEIRA EM AGROECOSSISTEMAS E FLORESTA NO ASSENTAMENTO SÃO FRANCISCO CANUTAMA-AM

Projeto de dissertação apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Federal do Amazonas, com área de Concentração em Ambiente e Sociobiodiversidade na Linha de pesquisa: Componentes e Dinâmicas dos Ecossistemas com ênfase no Bioma Amazônico.

ORIENTADOR: PROF. DR. JOSÉ MAURICIO DA CUNHA

HUMAITÁ – AM

2022

APORTE DE DECOMPOSIÇÃO E NUTRIENTES DE SERAPILHEIRA EM AGROECOSSISTEMAS E FLORESTA NO ASSENTAMENTO SÃO FRANCISCO CANUTAMA-AM

Mestranda: Erika Micheilla Brasil de Paula

Dissertação defendida e aprovada em: 21 de Janeiro de 2022, com a banca examinadora:

_____

Prof. José Maurício da cunha
Orientador/Presidente
Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente - IEAA/UFAM

_____

Prof. Dr. Milton césar Costa Campos
1º Membro Titular
Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente - IEAA/UFAM

_____

Prof. Dr. Fernando Gomes de Souza
2º Membro Titular
Escola Agrotécnica da Universidade Federal de Roraima - EAGRO/UFRR
Membro Externo

HUMAITÁ - AM

2022

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha família, que sempre esteve ao meu lado nessa caminhada acadêmica: aos meus pais, Vivaldo e Nonata, meus exemplos de vida; a minha amada avó que sempre está orando por mim, meus irmãos Michel, Erik, Stephany, sobrinhos e às demais pessoas que sempre estiveram ao meu lado nessa caminhada.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente meus agradecimentos por Deus, por me guiar, iluminar e me dar tranquilidade para seguir em frente com os meus objetivos. Obrigado por me permitir errar, aprender e acima de tudo, por ter me dado uma família tão especial.

À Universidade Federal do Amazonas, que tão bem me acolheu em agosto de 2009, quando me matriculei no curso de Agronomia, e que me deu condições para redigir a presente dissertação de Mestrado, pela lição de vida, pelos amigos e pelos vários bons momentos que tive aqui.

A FAPEAN por proporcionar a bolsa durante o período da pós graduação.

Ao CNPq pelo apoio financeiro de diárias fornecida no período da pandemia para conclusão do trabalho realizado no assentamento.

Ao professor José Mauricio da Cunha, professor e orientador. Obrigada pela orientação, competência, profissionalismo, dedicação e sobretudo, sua paciência em todos os momentos.

A todo corpo docente do Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais da UFAM, pelo comprometimento e compartilhamento de conhecimento.

À minha Família, que esteve ao meu lado em todos os momentos, em especial ao meu pai, Manoel Vivaldo Santana de Paula e minha mãe, Raimunda Nonata Albuquerque Brasil, pelo carinho, dedicação, compreensão e apoio durantes todas as fases da minha vida.

Aos colegas de laboratório do IEAA/UFAM pelo apoio, companheirismo e ajuda nos trabalhos de campo e análises laboratoriais.

Aos amigos do Grupo de Pesquisa Solos e Ambiente, pelo incentivo, ensinamentos e trabalho em equipe.

Aos amigos do Grupo de Pesquisa Solos e Ambiente, pelo incentivo, ensinamentos e trabalho em equipe.

Aos colegas do curso de pos graduação do Instituto de Educação Agricultura e Ambiente-IEAA.

Aos amigos com quem dividir morada em Humaitá, Wanlee e Taylane, e pelos incentivos e momentos de descontração durante esses anos.

E a todos que colaboraram direta ou indiretamente.

LISTA DE FIGURAS

CAPITULO II. APORTE E DECOMPOSIÇÃO DE SERAPILHEIRA EM AMBIENTE DE FLORESTA, CUPUAÇÚ, GUARANÁ E URUCUM EM TERRAS NO SUL DO AMAZONAS.

FIGURA 1. Localização e modelo de elevação digital das áreas com guaraná, cupuaçu, urucum e floresta, no município de Canutama, região sul do Amazonas - AM. Fonte: Souza, 2018. 33

Figura 2. Aporte mensal da serapilheira em áreas de floresta, guaraná, cupuaçu e urucum no sul do Amazonas, no período de março/2020 a fevereiro/2021. Letras iguais na coluna não diferem pelo teste de Tukey ao nível 5% de probabilidade. 37

FIGURA 3. Valores percentuais da deposição total das frações da serapilheira em áreas de floresta, guaraná, cupuaçu e urucum no sul do Amazonas, no período de março/2020 a fevereiro/2021..... 39

FIGURA 4. Média mensal da fração folha nas diferentes áreas de estudo no sul do Amazonas, no período de março/2020 a fevereiro/2021.. 40

FIGURA 5. Média mensal da fração galhos nas diferentes áreas de estudo no sul do Amazonas, no período de março/2020 a fevereiro/2021.. 41

FIGURA 6. Média mensal da fração galhos nas diferentes áreas de estudo no sul do Amazonas, no período de março/2020 a fevereiro/2021.. 41

FIGURA 7. Média mensal da fração casca nas diferentes áreas de estudo na Amazônia ocidental no período de março/2020 a fevereiro/2021. 42

FIGURA 8. Curva de decomposição da serapilheira em ambientes de Floresta, Guaraná, Cupuaçu e Urucum, Canutama, Amazonas, 2020. 44

FIGURA 9. Média mensal dos macronutrientes presente na serrapilheira nas diferentes áreas de estudo no sul do Amazonas, no período de março/2020 a fevereiro/2021.. 56

FIGURA 10. Média mensal dos micronutrientes presentes na serrapilheira nas diferentes áreas de estudo no sul do Amazonas, no período de março/2020 a fevereiro/2021..... 57

FIGURA 11. Plano fatorial dos nutrientes da serrapilheira em áreas de floresta, guaraná, cupuaçu e urucum no sul do Amazonas..... 59

LISTA DE TABELAS

CAPITULO II. APORTE E DECOMPOSIÇÃO DE SERAPILHEIRA EM AMBIENTE DE FLORESTA, CUPUAÇÚ, GUARANÁ E URUCUM EM TERRAS NO SUL DO AMAZONAS.

TABELA 1. Constante de decomposição (k), tempo de meia-vida (T1/2) em dias, análise de regressão e coeficiente de determinação da massa seca da serapilheira em ambientes de Floresta, Guaraná, Cupuaçu e Urucum, Canutama, Amazonas, 2020. 43

LISTA DE TABELAS

CAPITULO III. APORTE E DECOMPOSIÇÃO DE SERAPILHEIRA EM AMBIENTE DE FLORESTA, CUPUAÇÚ, GUARANÁ E URUCUM EM TERRAS NO SUL DO AMAZONAS.

TABELA 1. Constante de decomposição (k), tempo de meia-vida (T1/2) em dias, análise de regressão e coeficiente de determinação da massa seca da serapilheira em ambientes de Floresta, Guaraná, Cupuaçu e Urucum, Canutama, Amazonas, 2020. 43

TABELA 2. Teor médio de nutrientes (macro e micro) da serapilheira em áreas de floresta, guaraná, cupuaçu e urucum no sul do Amazonas, no período de março/2020 a fevereiro/2021. Letras iguais na linha não diferem pelo teste de Tukey ao nível 5% de probabilidade. 55

TABELA 3. Componentes principais dos nutrientes da serrapilheira em áreas de floresta, guaraná, cupuaçu e urucum no sul do Amazonas. 58

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 10

2. OBJETIVOS 11

2.1 Objetivo geral 11

2.2 objetivos específicos 11

3. REVISÃO DE LITERATURA 12

3.1 Produção de serapilheira 12

3.2 Decomposição da serapilheira 13

3.3 Carbono orgânico na serapilheira e no solo 14

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 16

5. CAPÍTULO I. UMA ABORDAGEM SOCIOAMBIENTAL 19

5.1 INTRODUÇÃO 20

5.2 MATERIAL E MÉTODOS 21

5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO 21

5.3.1 Ciclagem de nutrientes na Amazônia 21

5.3.2 Educação ambiental 22

5.3.3 A ocupação da agricultura familiar no aspecto social 24

5.4 CONCLUSÕES 27

5.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 28

. 30

6. CAPITULO II. APORTE E DECOMPOSIÇÃO DE SERAPILHEIRA EM ÁREA DE FLORESTA E AMBIENTES CULTIVADOS NO SUL DO AMAZONAS 31

6.1 INTRODUÇÃO 32

6.2 MATERIAL E MÉTODOS 33

6.2.1 Localização e Caracterização da Área de Estudo 33

6.2.2 Avaliação do aporte de serapilheira 34

6.2.3 Avaliação da decomposição da serapilheira 35

6.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO 37

6.3.1 Aporte de serapilheira 37

6.3.2 Decomposição de serapilheira foliar 42

6.4 CONCLUSÕES.....45

6.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 46

7. CAPITULO III. COMPOSIÇÃO NURICIONAL DA SERAPILHEIRA EM ÁREA DE FLORESTA E AMBIENTES CULTIVADOS NO SUL DO AMAZONAS 49

7.1 INTRODUÇÃO 50

7.2 MATERIAL E MÉTODOS.....52

7.2.1 Análise nutricional da serrapilheira 52

7.2.2 Análises estatísticas.....52

7.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....54

7.3.1 Composição nutricional da serapilheira.....54

7.4 CONCLUSÕES.....60

7.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 61

1. INTRODUÇÃO

A Serapilheira é a deposição de folhas, ramos, material reprodutivos da copa das árvores depositados no solo. Esta deposição tem representatividade e significância na produtividade primária de forma importante que impacta nas comunidades microbianas e estocagem de carbono no solo (HEINEMAN et al, 2015). Segundo Larcher (2000), folhas com menor quantidade depositada, reduz a taxa de transpiração e logo a perda de água. Os aspectos ambientais como precipitação, fator esse importante que afeta a quantidade de serapilheira produzida, está relacionado com esse aspecto ambiental, e com as características das espécies (CORREIA & ANDRADE, 2008).

Sobretudo a serapilheira é importante por agir na superfície do solo como um sistema de entrada e saída, recebendo entradas via vegetação e, por sua vez, decompondo-se e suprindo o solo e as raízes com nutrientes e matéria orgânica, sendo eficaz na restauração da fertilidade do solo em áreas em início de sucessão ecológica (EWEL, 1976). Resíduos orgânicos composto pela decomposição que formam a serapilheira é o principal processo de ciclagem de nutrientes em um ecossistema florestal (MONTAGNINI & JORDAN, 2002).

Além disso, as florestas tropicais proporcionam extensa biodiversidade que fornece à serapilheira uma composição que viabiliza a principal via de transferência no fluxo de nutrientes, favorecendo a manutenção estrutural das comunidades, bem como o desenvolvimento dinâmico dos ecossistemas sendo fundamental para a sustentabilidade dessas comunidades entre outras coisas (SANCHES et al., 2009).

As espécies florestais em geral apresentam deposição de serapilheira, visto que esta ocorre em ambientes tropicais principalmente nos períodos secos, como uma estratégia para minimizar os efeitos da menor disponibilidade de água. Segundo Whatley & Whatley (1982).) com uma menor quantidade de folhas, diminui-se a taxa de transpiração e consequentemente a perda de água, sendo a senescência parte integrante do ciclo de vida dos vegetais.

A partir do exposto os objetivos desse estudo foram avaliar a deposição de serapilheira durante um ano, o aporte de serapilheira em época seca e chuvosa e a qualidade nutricional da serapilheira.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

- Avaliar o aporte e decomposição da serapilheira sob diferentes sistemas de cultivo no assentamento são Francisco no município de Canutama-AM.

2.2 objetivos específicos

- Quantificar o aporte do material formador da serapilheira acumulado em ambientes de floresta e áreas sob cultivo de Urucum (*Bixa orellana)*, Cupuaçu *(Theobroma grandiflorum)* e Guaraná *(Paullinia cupana)*;
- Avaliar a taxa de decomposição da serapilheira em ambientes de floresta e Urucum (*Bixa orellana)*, Cupuaçu *(Theobroma grandiflorum)* e Guaraná *(Paullinia cupana)*;
- Realizar a caracterização química de macronutrientes da serapilheira estocada nas três áreas de cultivo e ambiente de floresta.

- Levantamento de possível interferência do desflorestamento e das atividades agropecuárias na produção da serapilheira no contexto socioambiental da Amazônia.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Produção de serapilheira

A serapilheira é formada por uma camada de restos vegetais que se encontram na área superficial do solo (CARPI-JUNIOR, 2001). Um elemento formidável do sistema florestal que representa o material aportado pelas plantas, abrangendo principalmente folhas, caules, frutos, sementes, flores e resíduos de animais (COSTA et al., 2010). Sendo as folhas, a fração da serapilheira mais representativa do processo de decomposição de nutrientes ao solo, por terem uma textura acelerada e ativa na devolução ao solo (GODINHO et al., 2013). A queda de folhas permanece sendo a maior contribuição na deposição de serapilheira e depois diminuída devido aumento da queda de outros componentes vegetais da planta (MELO, 2006). As primeiras espécies, segundo Benvenutti-Ferreira et al (2009), normalmente aportam maior quantidade de serapilheira que as secundárias. Assim, é importante a presença de espécies com aportes complementares para manter-se um estoque regular de serapilheira ao longo do ano (PEREIRA et al., 2016).

A comparação da produção de serapilheira entre plantio misto com espécies nativas, outros plantios puros e fragmentos de florestas estacionais semideciduais de diferentes idades é importante, pois contribui para o conhecimento do equilíbrio nutricional do solo, o que mostra que a ciclagem está presente nas fases posteriores à implantação de florestas, objetivando a restauração de áreas (POGGIANI & SCHUMACHER, 2005).

Os fatores mais importantes que afetam a quantidade de serapilheira produzida estão relacionados com os aspectos ambientais, com destaque para a precipitação (quantidade e distribuição), as características das espécies (CORREIA & ANDRADE, 2008).

O teor de nutrientes na serapilheira pode variar, de uma espécie para outra, em função do ambiente, das propriedades da planta e do próprio elemento dentro do mesmo espaçamento de plantio (SCHUMACHER et al., 2004).

Em ambientes tropicais, no período seco, as espécies florestais apresentam deposição de serapilheira, como uma tática para reduzir os efeitos da minimização da flexibilidade de água (VILLA et al., 2016). Trabalhos realizados por Correia et al. (1999); Souto (2006), salientam, que a precipitação é a que exerce maior influência na deposição do material, principalmente em períodos em que há a falta dela, entretanto, logo nas primeiras chuvas, as plantas começam a recuperar suas folhas e o material oriundo da

deposição é deteriorado pelos microrganismos decompositores, assim causando acúmulo de material orgânico na superfície do solo.

3.2 Decomposição da serapilheira

A decomposição é o método de transposição pelo qual a serapilheira movimenta os nutrientes presentes na cobertura vegetal para o solo, que envolve a quebra e a degradação do material vegetal por fatores físicos, químicos e biológicos (SCOTT; ROTHSTEIN, 2014).

O processo de decomposição implica no acúmulo da matéria orgânica do solo, a liberação de nutrientes para os microrganismos e a evaporação de parte do CO^2, incidindo em um método que conserva a produtividade e a fertilidade da área (SCHEER, 2008). Com isso, o aumento das taxas de decomposição implica em uma transferência mais ativo dos nutrientes provido da parte aérea das plantas para o solo, resultante de uma ciclagem de nutrientes mais eficiente (VITAL et al., 2004), regulada pela interação existente entre a composição da comunidade decompositora (macro e microrganismos), a quantidade e qualidade do material orgânico depositado (nitrogênio, fósforo, relação C/N, lignina, celulose) e as características de clima e solo do ambiente (BERG; MC CLAUGHERTY, 2008; GAVAZOV, 2010).

Em florestas tropicais a espessura da camada de serapilheira geralmente é pequena, já que, por questões ligadas ao clima, a decomposição e a produção são reconhecidamente rápidas (SILVA et al., 1994, TREVISAN, 2013). Em geral, a nutrição da planta é melhor em regiões onde a disponibilidade de água é maior e mais contínua, em razão do melhor transporte dos nutrientes no solo por fluxo de massa e, em especial, por difusão (NOVAIS; BARROS, 1996).

De acordo com estudos realizados por Swift et al. (1979) e a decomposição de serapilheira é particularmente importante nos trópicos devido à baixa capacidade de armazenamento de nutrientes e à alta troca e captação de nutrientes em solos tropicais.

O processo de decomposição e liberação de nutrientes é composto por três fases: na primeira fase, ocorre liberação rápida de nutrientes através da lixiviação; a segunda fase é de imobilização do nutriente, que pode começar logo após a lixiviação ou quando começa a ocorrer perda de massa da serapilheira, e na terceira fase, ocorre a liberação absoluta de nutrientes e a decomposição final da serapilheira (DUTTA; AGRAWAL, 2001).

Este estudo corrobora com Swift et al. (2001), que chegou à conclusão que a decomposição pode ser vista como uma correlação entre 3 processos: (1) lixiviação, (2) catabolismo e (3) fragmentação. A lixiviação é um processo físico que ocorre logo após a queda da serapilheira, onde ocorre a remoção de materiais solúveis pela água. O catabolismo envolve reações enzimáticas de produção-energia, onde envolve complexas transformações dos componentes orgânicos em unidade simples e diminuta. A fragmentação é a redução de partículas em pequenos detritos, expondo assim, uma grande superfície de área para colonização e ataque microbiano. Sendo a fauna edáfica a responsável pela quebra e fragmentação do material vegetal da serapilheira, disponibilizando esse substrato para a atividade dos microrganismos, que mineralizam e humificam a matéria orgânica, possibilitando aos vegetais a absorção desses minerais (LIMA et al., 2010).

Portanto, compreender os fatores que regulam a decomposição da serapilheira em sistemas florestais é de suma importância para direcionar o manejo dos plantios e possibilitar técnicas silviculturais que melhor utilizem os nutrientes contidos na superfície do solo (COSTA et al., 2005).

3.3 Carbono orgânico na serapilheira e no solo

A matéria orgânica do solo é um elemento importante na definição dos sistemas agrícolas e na capacidade do solo de sequestrar carbono da atmosfera (LAL, 2005). Ela exerce um papel fundamental no desenvolvimento das plantas, por influência direta e indireta nos processos químicos, físicos e biológicos do solo, e estabeleceu-se um dos principais transmissores responsáveis pelo desenvolvimento e estabilização de agregados com isso, a MOS é responsável por 75 a 85% da capacidade de troca de cátions (CTC), entretanto sua pequena participação no volume total do solo (SIQUEIRA NETO et al., 2009).

O carbono orgânico é um elemento de maior quantidade da matéria orgânica no solo. As variações nos teores de CO nos solos tem sido empregada para a avaliação de qualidade do solo em consequência de seu poder sobre as propriedades que causam a fertilidade do mesmo, e também, sob o aspecto da emissão de gases de efeito estufa (RESCK et al., 2005). Nos últimos anos, métodos de diferentes determinações dos teores de Carbono orgânico nos solos foram propostos, pois o elemento ainda não permitiu o uso evidente de um processo de maneira generalizada como o qual apresenta dificuldade.

De acordo com Machado (2005), a erosão, a decomposição, a volatilização e a lixiviação são processos responsáveis pelas perdas de carbono no solo. Portanto, os

principais responsáveis pelo sequestro de carbono nos solos são a humificação, sedimentação e agregação. Em função do uso antrópico e desmatamento, os solos arenosos são sensíveis a perda de carbono.

A deposição da serapilheira de plantios florestais ou florestas naturais ao solo, é a forma principal de devolver o carbono orgânico no solo. A avaliação da serapilheira consiste na inclusão de reservatórios e absorções de nutrientes, onde se formam o acesso principal de fornecimento de nutrientes, através da mineralização dos restos vegetais. Os solos degradados assim como os altamente intemperizados, a serapilheira se constitui na maior fonte de vários tipos de matéria orgânica permitindo o comportamento desenvolvimento e manutenção da fertilidade desses solos (GISLER, 1995).

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BENVENUTTI-FERREIRA, G.; COELHO, G. C.; SCHIRMER, J.; LUCCHESE, O. A. Dendrometry and litterfall of neotropical pioneer and early secondary tree species. **Biota Neotropica**. v. 9, n. 1, 2009.

BERG, B.; MC CLAUGHERTY, C. Plant litter: decomposition, humus formation, carbon sequestration. Germany: **Springer-Verlag Berlin Heidelberg,** 2008.

CALDEIRA, M. V. W.; MARQUES, R.; SOARES, R. V.; BALBINOT, R. Quantificação CALVI, G. P.; PEREIRA, M. G.; JÚNIOR, A. E. Produção de serapilheira e aporte de nutrientes em áreas de floresta atlântica em Santa Maria de Jetibá, ES. **Ciência Florestal,** v.19, n.2, p.131-138, 2009.

CARPI-JUNIOR. Processos erosivos, recursos hídricos e riscos ambientais na bacia do rio Mogi-Guaçu. 2001. 171f. Tese (Doutorado em geociências e meio ambiente). **Pós-graduação em geociências**. Universidade Estadual Paulista, 2001.

Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, 2006

CORREIA, M. E. F.; ANDRADE, A. G. Formação da serapilheira e ciclagem de nutrientes. In: SANTOS, G. A.; CAMARGO, F. A. O (Eds). **Fundamentos da Matéria Orgânica do Solo Ecossistemas Tropicais e Subtropicais.** Porto Alegre: Genesis, 1999. p.197-225.

CORREIA, M.E.F; ANDRADE, A.G. Formação de serapilheira e ciclagem de nutrientes. In: SANTOS, G.A.; SILVA, L.S.; CANELLAS, L.P.; CAMARGO, F.A.O. (Ed.) Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais & subtropicais. 2. ed **Jornal Agrosoft**. v.3, n.1, p.203-222, 2006.

COSTA, C. C. A.; CAMACHO, R. G. V.; MACEDO, I. D.; SILVA, P. C. M. Análise de serapilheira e de nutrientes – Floresta ombrófila mista montana. **Revista. Acadêmica**. Curitiba, v. 5, n. 2, p. 101-116, 2007.

COSTA, G. S. Decomposição e liberação de nutrientes da serapilheira foliar em povoamentos de Eucalyptus grandis no norte fluminense. **Revista Árvore**, v. 29, n. 4, p. 563 570. 2005.de serapilheira e ciclagem de nutrientes de uma floresta estacional semidecidual em zona riparida. **Revista Árvore**, v.28, n.6, p.793-800, 2004.

DUTTA R. K, AGRAWAL, M. Litterfall, litter decomposition and nutrient release in five exotic plant species planted on coal mine spoils. **Pedobiologia;** 45(4): 298-312, 2001.

GAVAZOV, K. S. Dynamics of alpine plant litter decomposition in a changing climate. Plant Soil 337:19-32, 2010.

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, n. 97, p. 131-144, 2013.

EWEL, J. J. Litter fall and leaf decomposition in a tropical forest succession in eastern Guatemala. **Journal of Ecology**, v. 64, p. 293-308, 1976.

KONIG, G. K.; SCHUMACHER, M. V.; BRUN, E. J.; DELING, I. Avaliação da sazonalidade da produção de serapilheira numa floresta estacional decidual no município de Santa Maria-RS. Revista Árvore, v. 26, n. 4, p. 429-435, 2002.
LAL, R. **Forest soils and carbon sequestration. Forest Ecology and Management**. v. 220, p. 242-258, 2005.

LIMA, S. S.; AQUINO, A. M.; LEITE, L. F. C.; VELÁSQUEZ, E.; LAVELLE, P.; Relação entre macrofauna edáfica e atributos químicos do solo em diferentes agroecossistemas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira,** v. 45, n. 3, p. 322-331. 2010.

MACHADO, P. L. O. A. Carbono do Solo e a Mitigação da Mudança Climática Global. **Quim. Nova,** São Paulo, v. 28, n. 2, p. 329-334, 2005.

MELO, J. T. Reflorestamento e retorno de nutrientes para o solo em área de cerrado, 2006.

MONTAGNINI, F.; JORDAN, C. F. Reciclaje de nutrientes. In: GUARIGUATA, M. R.; KATTAN, G. H. (Eds**.). Ecología y conservación de bosques neotropicais.** Cartago: Ediciones LUR, 2002. p. 167-191.

NOVAIS, R. F.; BARROS, N. F.; COSTA, L. M. Aspectos nutricionais e ambientais do eucalipto. **Revista Brasileira de Silvicultura,** v.18, n.68, p.10-17, 1996.

PEREIRA, M. G.; ALONSO, J. M.; BEUTLER, S. J.; LELES, P. S. Dos S. Aporte de Serapilheira e Nutrientes em Área de Restauração Florestal com Diferentes Espaçamentos de Plantio. **Floresta e Ambiente;** 23(1): 90-99, 2016.

POGGIANI, F.; SCHUMACHER, M. V. Ciclagem de nutrientes em florestas nativas. In: GONÇALVES, J.L.M.; BENEDETTI, V. **Nutrição e Fertilização Florestal**. Piracicaba: IPEF, 2005. p.427.

RESCK, D. V. S. Texture and o rganic carbono relations described by a profile pedotransfer function for Brazilian Cerrado soils. Geoderma, v.127, p.168-173, 2005.

rev. e atual. – Porto Alegre: Metropole, 2008. cap. 10, p.137-158.

SANCHES, L.; VALENTINI, C. M. A.; PINTO JÚNIOR, O.B.; NOGUEIRA, J. S.; VOURLITIS, G. L.; BIUDES, M. S. et al. 2009. Seasonal and interannual litter dynamics of a tropical semideciduous forest of the southern Amazon Basin, Brazil. **Journal of Geophysical Research,** v. 113, p. 1-9.

SCHEER, M. B. Decomposição e liberação de nutrientes na serapilheira foliar em um trecho de Floresta Ombrófila Densa Aluvial em regeneração, Guaraqueçaba (PR). **Revista Floresta,** v. 38, n. 2, p.253-266, 2008.

SCHUMACHER, M. V.; BRUN, E. J.; KÖNIG, F. G.; KLEINPAUL, J. J.; KLEINPAUL, I. S. Análise de nutrientes para a sustentabilidade. Revista da Madeira, n.83, 2004.

SCORIZAR, R. N.; PEREIRA, M. G.; PEREIRA, G. H. A.; MACHADO, D. L.; SILVA, E. M. R. Métodos para coleta e análise de serapilheira aplicados à ciclagem de nutrientes. **Floresta & Ambiente**. v. 2, n. 2, p. 01-18, 2012.

SCOTT, E. E.; ROTHSTEIN, D.E. The dinamyc exchange ofdissolved organic matter percoling trough six diverse soils. **Soil & Biochemistry,** 69, 83 – 92, 2014.

SILVA, S. R.; BRITEZ, W.; SOUZA, C. Fitossociologia do componente arbóreo da floresta de restinga da Ilha do Mel, Paranaguá, PR." Anais do 3: 47- 56, 1994.

SOUTO, P. C. Acumulação e decomposição da serapilheira e distribuição de organismos edáficos em área de caatinga na Paraíba, Brasil. 150f. Tese. (Doutorado em Agronomia)

SWIFT, M. J.; HEAL, O. W.; ANDERSON, J. M. Decomposition in terrestrial ecosystems. Berkeley: **University of California Press,** p.66-117, 1979.

SWIFT, R.S. Sequestration of carbon by soil. Soil Sci., 166:858-871, 2001.

TREVISAN, E. Classificação e caracterização de horizontes orgânicos sob povoamentos de Pinus taeda L. na Região de Ponta Grossa PR-1. aproximação. 2013. 128f. Dissertação (mestrado em engenharia florestal). Pós-graduação em engenharia florestal. Universidade Federal do Paraná. 2013.

VILLA, E. B.; PEREIRA, M. G.; ALONSO, J. M.; BEUTLER, S. J.; LELES, P. S. dos S. Aporte de serapilheira e nutrientes em área de restauração florestal com diferentes espaçamentos de plantio. **Floresta e Ambiente,** 23(1): 90-99 ,2016.

VITAL, A. R. T.; GUERRINI, I. A.; FRANKEN, W. K.; FONSECA, R. C. B. Produção de serapilheira e ciclagem de nutrientes de uma floresta estacional semidecidual em zona riparida. **Revista Árvore**, v.28, n.6, p.793-800, 2004.

Whatley JM, Whatley FR. A luz e a vida das plantas. São Paulo: Edusp; Editora Pedagógica e Universitária Ltda; 1982.

5. CAPÍTULO I. UMA ABORDAGEM SOCIOAMBIENTAL

RESUMO

Esse trabalho tem como objetivo levantar e avaliar a interferência do desflorestamento e, das atividades agropecuárias na produção da serapilheira no contexto socioambiental da Amazônia, buscando suscitar discussões sobre a importância do ambiente natural para a sociedade. Foi realizado o levantamento de dados junto as seguintes bases de dados: Pubmed, Scielo, Lilacs, Science Direct e Google Scholar, tendo como temas: "ciclagem de nutriente na Amazônia "contexto socioambiental na Amazônia", "A ocupação da agricultura familiar no aspecto social". A ciclagem de nutrientes corresponde elementos minerais entre os seres vivos e o ambiente que os envolve, convergindo-se nos vínculos entre a vegetação e o solo. A educação ambiental é o instrumento essencial, que permite uma visão geral sobre o sistema, ao mesmo tempo estabelece diferentes temas dirigindo a uma maior compreensão. Esses temas abordados remetem para a sociedade tenha conhecimento e que redija em suas comunidades.

Palavras chaves: campos naturais, ambiente amazônico, sustentabilidade

5.1 INTRODUÇÃO

Em meados no final do século XX, a humanidade percebeu que suas reservas naturais estavam se esgotando. Vários países destruíram a floresta que obtinham, ou ainda estão consumindo o que resta, muitos não tem mais o que consumir. Vários Países que exploraram, poluíram, e devastaram suas florestas, agora tem um olhar em volta da Amazônia, onde se encontra para uma das maiores reservas naturais no mundo (RIBEIRO, 2008). A região amazônica provida de riquezas ainda inexploradas, concentra alguns superlativos em escala mundial, bem como: maior bacia hidrográfica do mundo, com 20% da água doce, considerado um dos maiores rios do planeta, que consiste na maior reserva de biodiversidade e, maior quantidade de matéria viva por unidade de superfície e etc (DANTAS; FONTELES, 2007).

As florestas são ecossistemas indispensáveis para a acontecimento de vários processos de ordem da natureza (físico-químico), fato esses processos que afetam diretamente a qualidade de vida e bem estar da população no mundo. Contudo, Gomes (2006), explica que a sociedade moderna tenta libertar da visão antropocêntrica do mundo, ou seja uma ideologia segundo a qual dar direito ao ser humano a dominar a natureza, e fazer dela como propriedade exclusiva para agradar as necessidades humanas. A crise socioambiental é resultante da relação entre o paradigma antropocêntrico e das exigências da produção capitalista. Aborda-se de uma crise de alto nível de complexidade, multidimensional, cujas os aspectos atingem de maneira geral todos os espaços de nossa vida – afetando a saúde, a qualidade de vida, as características do meio ambiente e das relações sociais, da tecnologia, da economia e da política (CAPRA, 2006).

A abundância de informações deve ser de suma importância para contemplar as inter-relações do entendimento natural com o social, envolvendo a análise dos decisivos processos, o papel das diversas celebridades que ajudam a envolver várias formas de organização social, que maximizam o poder das ações alternativas de um novo desenvolvimento, numa visibilidade que priorize novo perfil de desenvolvimento, com destaque na sustentabilidade socioambiental (JACOBI, 2003).

Esse capitulo traz a discursão dos resultados já apresentados nos capítulos anteriores, enfatizando a importância de um planejamento voltado para o uso sustentável dos recursos naturais pautado em um olhar mais holístico é menos pragmático, sobretudo, insistindo na necessidade de mudança de comportamento e na construção de novos valores éticos menos antropocêntricos, baseado na educação ambiental, onde a relação homem natureza deixa de ser predatória e passa ser harmônica.

Neste contexto e, em vista da importância dos benefícios proporcionados pela serapilheira, objetiva buscar, suscitar discussões sobre a importância do ambiente natural para a sociedade.

5.2 MATERIAL E MÉTODOS

Foi realizado o levantamento de dados junto as bases de dados: Pubmed, Scielo, Lilacs, Science Direct e Google Scholar, tendo como temas: "ciclagem de nutriente na Amazônia "contexto socioambiental na Amazônia", "A ocupação da agricultura famíliar no aspecto social". Com base no levantamento, buscou-se cruzar as informações da relação da sociedade com o meio ambiente, no âmbito de preservar a natureza.

5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.3.1 Ciclagem de nutrientes na Amazônia

A ciclagem de nutrientes corresponde elementos minerais entre os seres vivos e o ambiente que os envolve, convergindo-se nos vínculos entre a vegetação e o solo, por introdução dela, adquire-se informações sobre a divisão de nutrientes no ecossistema, tendo potencial de entender sobre os fluxos entre os distintos compartimentos (JORDAN, 1995). Em ecossistemas florestais tropicais, a maior contribuinte para a ciclagem de nutrientes ocorre pela formação da camada orgânica formada pela serapilheira (PRITCHETT, 1979), pois a fração formadora pela serapilheira, associa-se ao solo e, os parâmetros das etapas da decomposição, da matéria orgânica e, da ciclagem e nutrientes. A medida que as frações folhas, galhos e raízes se envolve ao solo, ocorre o processo de decomposição, e consequentemente acontece a liberação desses nutrientes ao solo e, com isso, a disponibilização para as plantas.

A serapilheira caracteriza dois papeis importantes nos ecossistemas florestais: o primeiro acontece a quedas das folhas, galhos, material reprodutivo, que constitui a parte essencial do ciclo de nutrientes, o segundo ocorre a formação da camada na superfície que serve para proteger o solo e regula as condições micro climas (SAYER, 2005). A existência de serapilheira altera as condições ambientais, mas não afeta diretamente a ocorrência das espécies, e com isso pode influenciar na interação, afetando a estrutura da comunidade (FACELLI; PICKETT, 1991).

A quantidade de cada nutrientes presente na serapilheira fornece boa estimativa da demanda de nutrientes da floresta e da quantidade que retorna ao solo durante a ciclagem (SCOOTT et al., 1992). A comparação entre aporte e quantidade liberada na

decomposição no mesmo período fornece o balanço de nutrientes (VITOUSEK; SANFORD, 1986) e a quantidade anual de biomassa de serapilheira e nutrientes fornece a estimativa de produtividade.

A produção da decomposição de serapilheira tem elevada capacidade de oferecer reutilização nutrientes para a floresta (BRAY e GORHAM 1964; LUIZÃO 2007; SANCHES et al. 2008). Os solos amazônicos apresentam fertilidade muito baixa química natural, fator destes processos que são extremamente importantes, para realizar a recuperação floresta (QUESADA et al. 2011). Diversas pesquisas sobre a produção de serapilheira e a ciclagem de nutrientes têm sido feitos para manutenção das florestas, com conhecimento regional das fazes no bioma amazônico (BARLOW et al. 2007).

Contudo, como a Amazônia evidencia uma grande heterogeneidade desse bioma divide-se em até 26 regiões fenológicas (SILVA et al. 2013), que corrobora com grande heterogeneidade (DAVIDSON et al. 2012), os trabalhos foram feitos apenas em florestas inteiras, com ampliação destes resultados para todo o bioma, torna-se inadequada. Portanto, a escassez dos estudos ecossistêmicos em regiões, torna-se como a zona de transição Amazônia Cerrado (SELVA et al. 2007; SILVA et al. 2007, SANCHES et al. 2008) que são necessários para a abrangência dos métodos da produção de serapilheira e ciclagem de nutrientes. Tendo em vista que, estudos em regiões com elevados índices de desmatamento e, logo, com modificações rápidas e contínuas na estrutura da floresta, devem ser definidos para atingir as decorrências destas alterações em pequeno e extenso limite sobre a produção de serapilheira.

5.3.2 Educação ambiental

A ação sustentável de uso e exploração dos recursos florestais só será possível se tiver uma compreensão e modificação de desempenho por parte da sociedade. Com isso é de suma importância aprofundar o conhecimento a respeito da complexidade ambiental. Nesse aspecto Leff (2003, p. 22) afirma:

> A complexidade ambiental abre uma nova reflexão sobre a natureza do ser, do saber e do conhecer; sobre a hibridação do conhecimento na interdisciplinaridade e na transdisciplinaridade; sobre o diálogo de saberes e a inserção da subjetividade dos valores e dos interesses na tomada de decisões e nas estratégias de apropriação da natureza.

A base da sociedade moderna não consente mais estar orientado apenas para a produção de bens, mas para a sua repartição e seu melhor uso. Deste modo, a educação ambiental é considerada instrumento indispensável no desenvolvimento de uma

sociedade sustentável (CANEPA, 2004, p. 158). A aplicação das florestas de uso racional não é um trabalho simples, pois as vantagens econômicas tendencia a destacar-se sobre os demais, nesse meio de produção precisa basicamente considerar as correlações do natural com o social, abrangendo a inspeção decisivos do processo.

Para Leff (2012), não necessita apenas ficar preocupado em organizar as gerações para conhecerem as improbabilidades dos desastres ecológicos, e sequer causar aptidão de respostas para o imprevisto, é imprescindível mentalidades que envolvam as interligações entre metodologias difíceis e que produzem agilidades nesse meio para o aperfeiçoamento e a construção do inédito, por ativa atuação do ser nos processos de tomada de decisão que acarretem a gestão ambiental ecologicamente sustentável.

> A educação Ambiental fomenta novas atitudes nos sujeitos sociais e novos critérios de tomada de decisões dos governos, guiados pelos princípios da sustentabilidade ecológica e diversidade cultural, internalizando os na racionalidade econômica e no planejamento do desenvolvimento. Isto implica educar para transformar um pensamento crítico, criativo e prospectivo, capaz de analisar as complexas relações entre processos naturais e sociais, para atuar no ambiente com uma perspectiva global, mas diferenciada pelas diversas condições naturais e culturais que o definem (LEFF, 2012, p. 2 56).

O método é uma iniciação formadora da sociedade. Ela é a soma dos costumes que intercede a relação homem e natureza no tempo. Por isso, é inaceitável abranger uma sociedade sem ponderar a função da técnica na afinidade que os homens situam entre eles. Bem como uma vez que a relação homem-natureza é a relação constituída pelos homens entre si, levada para dentro da relação com a natureza (MOREIRA, 2016, p. 29).

O meio ambiente e a educação para a cidadania adotam uma ação cada vez mais árduo, envolvendo a manifestação de novos saberes para conhecer processos sociais que se constituem no campo da complexidade e dos perigos ambientais que se intensificam. O problema socioambiental, ao discutir sistema de ideias teóricas e práticas, sugere a participação democrática da sociedade na gestão dos seus recursos atuais e potenciais, assim como no processo de tomada de decisões para a escolha de novos estilos de vida e a construção de futuros possíveis, sob a ótica da sustentabilidade ecológica e a equidade social.

A ocasião atual exige que a sociedade esteja mais determinada e, movimentada para adotar um caráter mais comprometido, do mesmo modo, para poder discutir de forma plausível a ausência de empreendimento das administrações governamentais para

implementar políticas pautadas pelo binômio sustentabilidade e desenvolvimento num contexto de crescentes dificuldades para promover a inclusão social.

De acordo com Oliveira et al (2015), a educação ambiental precisa ser elemento de debate nos espaços escolares, pois nesses lugares tem a capacidade de alterar-se opiniões e maneiras, e induzir a juventude a considerar os assuntos que envolve o meio ambiente, pois essas gerações serão o futuro do amanhã. Colocar em pauta essa abordagem é uma atuação diária a se desenvolver em casa e que necessita ser exercitado com os colegiais de todas as idades, é ardil achar que os debates precisam a calhar apenas nas universidades, a obtenção de aprendizado é capaz de produzir a proteção ambiental, sendo que os alunos descobrem as decorrências e as razões reais das dificuldades vivenciadas (MARCATTO, 2002).

5.3.3 A ocupação da agricultura familiar no aspecto social

A agricultura familiar no Brasil é a principal produtora dos alimentos que vão para a mesa dos brasileiros que correspondente por 60% da alimentação brasileira, ocupando 74,4% da mão de obra que está no campo. Sua importância cabe principalmente por esta características agrícolas abranger 84,4% dos estabelecimentos rurais (IBGE,2006)

Na Amazônia, a prática da agricultura familiar está dividida em grupos, bem como: os quilombolas, comunidades ribeirinhas e os povos indígenas, por meio do experiência vivida é passada a todos as outras gerações, que resultam em práticas que, a preservação do meio ambiente, é contribuir com o desenvolvimento sustentável para se obter qualidade de vida desses povos, garantindo uma vivência honesta que oferecem em produtos com maior segurança alimentar para a população, com mínimo impacto ambiental.

O Brasil passou por várias transformações para chegar ao patamar de grande produtor e exportador de alimentos do mundo, aspectos culturais, sociais, ambientais e econômicas, seja em motivo dos fatos internos, seja em razão de contratos consolidados com outros países, que atingem na política agrícola atual e no incremento de políticas públicas voltadas ao pequeno agricultor. Além das transformações nas técnicas agrícolas, ocasionadas pela Revolução Verde, conforme Zamberlam e Froncheti (2001) decorreram-se ainda mudanças nos campos ambientais, econômico e social, em consequência do emprego veemente dos grupos, e de despesas sem limites, ao desmatamento e a diminuição de espécies. A agricultura brasileira é caracterizada por atritos de terra desde

o passado no século XX, visto que os povos indígenas foram os pioneiros a sofrer os efeitos nativos da destruição de seus territórios (OLIVEIRA,2001).

A agricultura familiar no estado do Amazonas é uma categoria que corresponde grande importância para no alto poder econômico. O setor agrícola em 2004, sustentava 22,3% do PIB do estado, e parte desta percentagem foi oriundo da agricultura familiar. Já em 2006, averiguou-se que o modelo era alcançado em 91% dos setores e 40,64% das terras, culminando na geração de trabalhos para 243.828 pessoas (IBGE 2006).

As áreas que foram executadas neste trabalho realizam-se um projeto com a sociedade do assentamento, o qual apresenta grande potencial no desenvolvimento da agricultura familiar. A principal fonte renda do assentamento são os cultivos das culturas do açaí, guaraná, urucum e cupuaçu, que tem como esta, sua principal atividade econômica, ambos são manejados sob dois sistemas de produção: o convencional e o agroecológico.

A formação de assentamentos rurais, com a aplicabilidade da agricultura familiar se deu especialmente através de projetos que buscavam a questão de conflitos locais, redução dos índices de miséria e da isenção social e também como modo de liberação das capacidades produtivas da própria agricultura familiar (NORDER, 1997).

A opinião da sociedade se dá em grupos sociais do momento em questão, ou seja, não proporcionam um significado científico que tenha relação ao grupo a um caráter comunitariamente liberal. Todavia, faz-se tão importante a compreensão da essência familiar da localidade em que se está conseguindo o trabalho (VILAIN, 2000).

Agricultores familiares na Amazônia possuem nível de inferioridade na formação social, marcado pela baixa presença dos (as) agricultores em associações ou cooperativas (Alves et al. 2018), com isso, inviabiliza a comercialização dos produtos negativamente e, consequentemente, na aquisição de crédito financeiro, nas políticas públicas e no ingresso dos (as) agricultores (as) no comércio local (ANDRADE 2011; MOCELIN 2009).

A representação dos agricultores no meio social é diferenciada, quando este, contribui de uma organização formal e informal. Adotamos como exemplo de uma associação, uma organização informal, onde essa a participação é vista de modo geral de forma participativa com base em apoios materiais (VERDEJO, 2006), que consiste no pagamento da mensalidade, com propósito de usufruir o retorno dos benefícios, não colaboram das reuniões, aceitando as decisões e a busca por melhorias deixando apenas à mercê da administração. Já as organizações informais, são edificadas a partir do

conhecimento de vias de transmissão de uma descendência a outra em algum grupo, assegurando autoridades e hierarquias de domínio, eficazes para a credibilidade dos comandos comunitários. Os grupos que fazem parte deste são: as igrejas, os mutirões, times de jogos, dentre outros. (ALVES et al., 2011).

5.4 CONCLUSÕES

A ciclagem de nutrientes é um fator determinante, na continuação das florestas, contudo, o conhecimento local e regional desse processo é fundamental para aperfeiçoar o manejo e conservação desses ecossistemas. Para estrutura da floresta, devem ser priorizados compreender quais são as implicações das alterações em curto e longo prazo sobre a produção de serapilheira. Assim, faz-se necessário um questionamento mais amplo sobre o contexto social, econômico e ambiental.

A educação ambiental é o instrumento essencial, que permite uma visão geral sobre o sistema, ao mesmo tempo estabelece diferentes temas dirigindo a uma maior compreensão. A crescente exploração dos recursos naturais é possível, desde que a sociedade ande lado a lado com as instituições governamentais, na busca por uma estabilidade ambiental, corroborando e confiando nas pesquisas cientificas, que tem um proposito para beneficiar sociedade.

A ocupação da agricultura familiar no aspecto organização social dos (as) agricultores (as) em transição possibilitou com que fossem vistos por empresas nacionais como promissores, com isso, conseguiram trazer para seu lado alguns (as) agricultores (as) convencionais, o que lhes rendeu investimentos por parte dessas empresas para a manutenção dos plantios no campo e o beneficiamento, o que ajudou a fortalecer a economia do local.

5.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alves, J. B.; Costa, F. C.; Souza, W. J. 2011. Organização como instrumento de fortalecimento da agricultura familiar no Amazonas. **Revista Terceira Margem Amazônia,** 3: 121-137.

Barlow, J.; Gardner, T.A.; Ferreira, L.V.; Peres, C.A. 2007. Litter fall and decomposition in primary, secondary and plantation forests in the Brazilian Amazon. **Forest Ecology and Management**, 247: 91-97.

BRAY, J. R.; GORHAM, E. Litter production in forests of the world. **Advances in Ecological Research**, v. 2, p. 101-157, 1964.

CANEPA, C. Educação ambiental: ferramenta para a criação de uma nova consciência planetária. **Revista de Direito Constitucional e Internacional**. São Paulo, v. 12, n. 48, p. 158-166, jul.-set. 2004.

CAPRA, F. O ponto de mutação. São Paulo: **Cultrix**, 2006.

DANTAS, T. M.; FONTELES, L. V. **Avanço da Fronteira Agrícola na Amazônia**. 2007.

Davidson, E.A.; Araújo, A.C.; Artaxo, P.; Balch, J.K.; Brown, I.F.; Bustamente, M.M.C.; et al. 2012. The Amazon basin in transition. **Nature,** 481: 321-328.

FACELLI, J.M.; PICKETT, S.T.A. Plant litter: its dynamics and effects on plant Community structure. **The Botanical Rebiew**, Lancaster, v. 57, p. 1-32, 1991.

GOMES, D. V. Educação para o consumo ético e sustentável. **Revista eletrônica**. V. 16. Jan-jun 2006.

JACOBI. P. Educação ambiental, Cidadania e Sustentabilidade. **Cadernos de Pesquisa**, n. 118. Março 2003.

JORDAN, C.F. Ciclagem de nutrientes e silvicultura de plantações na Bacia Amazônica. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO, 16.,1995, Ilhéus. **Anais...** Ilhéus, 1995. p.187-202.

LEFF, E. **A complexidade Ambiental.** São Paulo, Ed. Cortez, 2003.

LEFF, E. Saber Ambiental: Sustentabilidade, Racionalidade, Complexidade e Poder. 9ª ed. Petrópolis, **Ed. Vozes**, 2012.

LUIZÃO, F. J. Ciclos de nutrientes na Amazônia: respostas às mudanças ambientais e climáticas. **Ciência e Cultura**. v. 59, p. 31-35, 2007.

MARCATTO, C. Educação ambiental: conceitos e princípios. **Belo Horizonte:** Sigma Ltda., 2002.

Mocelin, D. G. 2009. Movimentos sociais e movimentos sociais rurais. In: GEHLEN, Ivaldo; Mocelin, D. G. Organização social e movimentos sociais rurais. **Editora da UFRGS, Porto Alegre.** p. 49-74.

MOREIRA, R. A geografia do espaço-mundo: conflitos e superação no espaço do capital. 1. ed. Rio de Janeiro: **Consequência Editora,** 2016. p. 29-34.

Norder, L. A. C. 1997. Assentamento rurais: casa, comida e trabalho. **Dissertação de Mestrado.** Universidade Estadual de Campinas, Campinas, São Paulo. 147p

OLIVEIRA, Ariovaldo Umbelino de. A longa marcha do campesinato brasileiro: movimentos sociais, conflitos e Reforma Agrária. **Estud. av**., São Paulo, v. 15, n. 43, p. 185- 206, Dec. 2001

OLIVEIRA, J. T.; MACHADO, R. C. D.; OLIVEIRA, E. M. Educação ambiental na escola: um caminho para aprimorar a percepção dos alunos quanto à importância dos recursos hídricos. **Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista**, São Paulo, v. 11, n. 4, p. 311-324, 2015.

PRITCHETT, W.L**. Properties and management of forest soils**. New York: John Wiley, 1979. 500 p.

QUESADA, C. A.; LLOYD, J.; ANDERSON, L. O.; FYLLAS, N. M.; SCHWARZ, M.; CZIMCZIK, C. I. Soils of Amazonia with particular reference to the RAINFOR sites. **Biogeosciences,** v. 8, p. 1415-1440, 2011.

RIBEIRO, B. A. 2008. 113 f. **As relações entre agropecuária e o desmatamento no estado de Rondônia**. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente). Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente. Universidade Federal de Rondônia. 2008.

SANCHES, L.; VALENTINI, C. M. A.; PINTO JÚNIOR, O.B.; NOGUEIRA, J. S.; VOURLITIS, G. L.; BIUDES, M. S. et al. 2008. Seasonal and interannual litter dynamics of a tropical semideciduous forest of the southern Amazon Basin, Brazil. **Journal of Geophysical Research**, v. 113, p. 1-9.

SANCHES, L.; Valentini, C.M.A.; Pinto Júnior, O.B.; Nogueira, J.S.; Vourlitis, G.L.; Biudes, M.S. et al. 2008. Seasonal and interannual litter dynamics of a tropical semideciduous forest of the southern Amazon Basin, Brazil. **Journal of Geophysical Research,** 113: 1-9.

SAYER, E.J. Using experimental manipulation to access the role of leaf litter in funtioning of forest ecosytems. **Biological Reviews**, Cambridge, v. 81, n. 1, p. 1-31, 2005.

SCOTT, D.A.; PROCTOR, J.; THOPSON, J. Ecological studies on a lowland evergreen rain forest on maraca Island, Roraima, Brasil. II- Litter and nutriente cycling**. Journal of Ecology**, Oxford, v. 4, p. 705-717, 1992.

SILVA, C.J.; SANCHES, L.; Bleich, M.E.; LOBO, F.A.; NOGUEIRA, J.S. 2007. Produção de serrapilheira no Cerrado e Floresta de Transição Amazônia-Cerrado do Centro-Oeste Brasileiro. **Acta Amazonica**, 37: 543-548

SILVA, F.B.; SHIMABUKURO, Y.E.; Aragão, L.E.O.C.; Anderson, L.O.; Pereira, G.; Cardozo, F.; et al. 2013. Corrigendum: Large-scale heterogeneity of Amazonian phenology revealed from 26-year long AVHRR/NDVI time-series. **Environmental Research Letters,** 8: 1-12.

VERDEJO, M. E. 2006. Diagnóstico Rural Participativo. Ministério do Desenvolvimento Agrário, Brasília. 62p.

VILAIR, L. 2000. La méthode IDEA: Indicateurs de durabilitéde sexplotations agricoles: Guide d'utilisation. 1 ed**. Editions Educagri,** Dijon, França,100 p.

ZAMBERLAN, Jurandir; FRONCHETI, Alceu. Agricultura ecológica: preservação do pequeno agricultor e o meio ambiente. **Petrópolis**: Vozes, 2001.

6. CAPITULO II. APORTE E DECOMPOSIÇÃO DE SERAPILHEIRA EM ÁREA DE FLORESTA E AMBIENTES CULTIVADOS NO SUL DO AMAZONAS

RESUMO

A Serapilheira é a deposição de folhas, ramos, material reprodutivos da copa das arvores depositados no solo. Esta deposição tem representatividade e significância na produtividade primária de forma importante que impacta nas comunidades microbianas e estocagem de carbono no solo. o objetivo deste trabalho foi avaliar o aporte, as frações e a decomposição da serapilheira em ambientes de floresta, cupuaçu, guaraná e urucum. As pesquisas do presente trabalho serão realizadas no assentamento. Para a pesquisa do aporte da serapilheira foram instalados em cada área do estudo 10 coletores cônicos com área de 0,21 m² (perímetro igual a 1,62 m), construídos com tubo de ¾", em material plástico de pvc. As coletas foram realizadas mensalmente no período de março de 2020 a fevereiro de 2021. A estimativa da taxa de decomposição da serapilheira foi realizada pela quantificação da perda de massa, utilizando-se *litter bags*, os quais permitem analisar de forma direta a taxa de decaimento ao longo do tempo. Quanto a deposição mensal, verifica-se que na floresta o aporte variou de 0,33 Mg ha-¹ no mês de janeiro a 1,21 Mg ha-¹ em outubro. Para o urucum os valores encontrados foram de 0,09 e 0,63 Mg ha-¹ nos meses de outubro e agosto. A fração folha teve a maior participação na produção total da serapilheira para os ambientes de floresta, guaraná, cupuaçu e urucum, seguido das frações galhos, nos ambientes de floresta e urucum, na fração material reprodutivo predominou nas áreas de guaraná e cupuaçu seguido da fração cascas.

Palavras chaves: matéria orgânica, sistema agroflorestal, deposição.

6.1 INTRODUÇÃO

A serapilheira é constituída por materiais vegetais recém depositados na superfície do solo, como: folhas, troncos, cascas, gravetos, flores ou inflorescências, frutos, sementes, restos de animais (CIANCIARUSO et al., 2006). A mesma pode ser definida como todo tipo de material biogênico em vários estádios de decomposição, material esse que representa uma fonte potencial de energia para as espécies consumidoras (BRUN et al., 2001).

De acordo com Caldeira et al. (2007), o acúmulo de serapilheira varia em função da procedência da espécie, da cobertura florestal, do estágio sucessional, da idade, da época da coleta, do tipo de floresta e do local. Já a qualidade da serapilheira é determinada por seus teores em compostos orgânicos e inorgânicos (frações solúveis, nutrientes, lignina, celulose, compostos fenólicos e carbono), que exercem grande influência sobre a regulação e natureza das interações da biota do solo (BEARE et al., 1992).

O mecanismo de decomposição é regulado pela comunidade de organismos decompositores, as características bioquímicas do material orgânico e as condições ambientais. Dentre estes fatores, a umidade e a temperatura desempenham papel importante no processo de decomposição. De modo geral, a atividade da comunidade decompositora é estimulada pelo aumento da precipitação e da temperatura, principalmente nos ecossistemas mais secos (ALVES et al., 2006; BAUER et al., 2016).

Em ecossistemas florestais, a produção e decomposição da serapilheira constituem o principal meio de aporte de matéria orgânica e transferência de nutrientes, considerados assim processos fundamentais do ciclo biogeoquímico nesses sistemas (KONIG et al., 2002; ARATO et al., 2003; SCHUMACHER et al., 2004).

Em ambientes agrícolas onde a vegetação nativa é retirada para introdução das espécies cultivadas há a quebra desses importantes mecanismos, envolvidos na ciclagem de nutrientes, tornando o ambiente altamente dependente de entradas externas de nutrientes. Em contraposição, o componente arbóreo, presente nos SAFs, absorvem nutrientes das diversas camadas do solo e aportam continuamente material orgânico, gerando impactos à superfície e abaixo da superfície do solo e contribuindo para a ciclagem de nutrientes no ambiente agrícola (CORREIA; ANDRADE, 2008).

Com relação à decomposição da serapilheira, já foi constatado por diversos autores que a fração foliar é a que mais contribui para devolver os nutrientes ao solo. No entanto, a velocidade de decomposição varia entre os diversos ecossistemas de acordo

com os fatores bióticos e abióticos (CALVI et al., 2009; LIMA et al., 2015; SANCHES et al., 2009).

Na Amazônia os solos são caracterizados pobres em nutrientes, consiste que a serapilheira sustenta a grandiosa floresta amazônica, correlacionada a temperatura elevada e a grande umidade atmosférica, desse modo consentindo o desenvolvimento da vegetação sem aparências de deficiências nutricionais, em solos com baixa fertilidade. Desta maneira, a serapilheira atua no aumento da matéria orgânica, fornecendo além disso para a melhoria dos atributos do solo, os quais são fundamentais no entendimento da funcionalidade e sustentabilidade dos solos.

6.2 MATERIAL E MÉTODOS

6.2.1 Localização e Caracterização da Área de Estudo

As pesquisas do presente trabalho foram realizadas no assentamento São Francisco município de Canutama, localizado na região sul do Amazonas no, sob as coordenadas geográficas (8º 13’ 23’’ S; 64º 00’ 50’’ W) e (8º 13’ 25’’ S; 64º 00’ 23’’ W), em ambas as propriedades, serão selecionadas quatro áreas, sendo três áreas sob diferentes usos: cultivo de Urucum (*Bixa orellana* L.); cultivo de Cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex. Spreng) Schum) e cultivo de Guaraná (*Paullinia cupana* (Mart.) Ducke) e mais área de floresta (Figura 1).

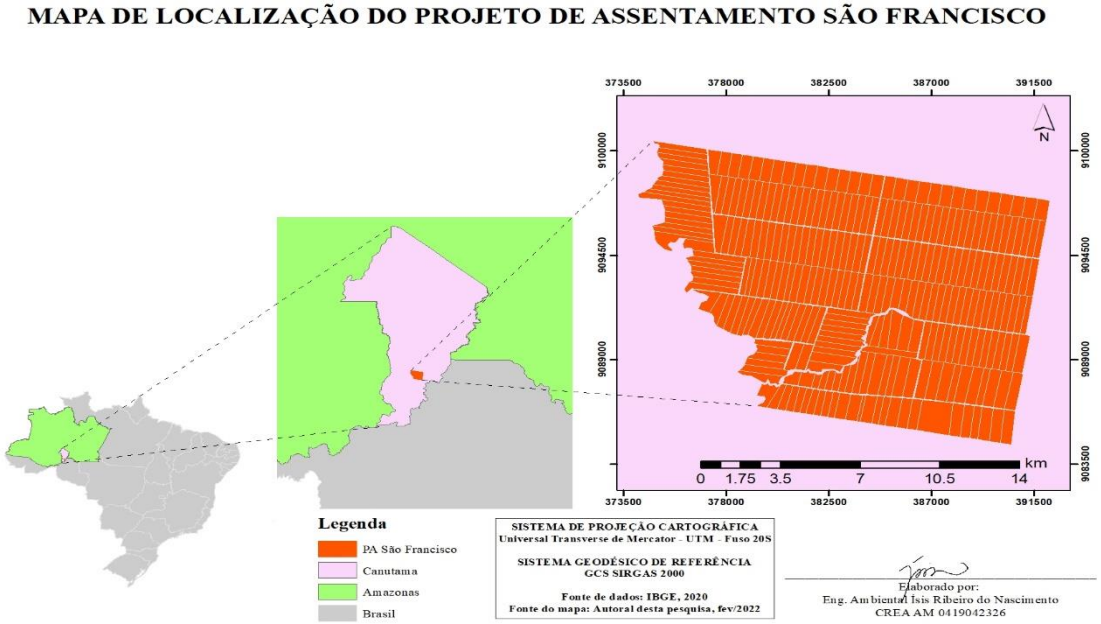


FIGURA 1. Localização do assentamento São Francisco no município de Canutama, região sul do Amazonas - AM.

O ambiente de floresta designa-se como floresta secundária, após a derrubada da área no ano de 1994, após esse período foi deixada em descanso, sem qualquer cultivo no referente área. A prática do fogo foi introduzida para realização da limpeza, sendo em seguida implantada as culturas. Não foram utilizados adubação e calagem nas áreas em todo o período de cultivo. A área com cultivo de cupuaçu possui 16 anos, com espaçamento de 5 x 4 m, apresentando uma produtividade de 500 Kg ha^{-1} de polpa, para o controle das plantas daninhas é utilizado o herbicida glifosato. A área com cultivo de guaraná possui 13 anos, com espaçamento de 5 x 5 m, apresentando uma produtividade de 420 Kg ha^{-1} de semente seca. A área com cultivo de urucum possui 6 anos, com espaçamento de 5 x 4 m, apresentando uma produtividade de 642 Kg ha^{-1} de sementes. O controle das plantas daninhas nas áreas de guaraná e urucum são realizadas a adoção de roçadeira motorizadas.

No que se refere à caracterização climática, o clima da região é Tropical Chuvoso, apresentando um período seco de pequena duração. A pluviosidade média varia entre 2250 e 2750 mm ao ano, com período chuvoso entre outubro e junho. As temperaturas médias anuais variam entre 25 e 27º C e a umidade relativa do ar entre 85 e 90% (BRASIL, 1978).

A vegetação desta região é caracterizada como Floresta Tropical Densa constituída por árvores adensadas e multiestratificadas entre 20 a 50 metros de altura. De acordo com Campos et al. (2012), as paisagens predominantes dessa região são os Campos Naturais, Campos Naturais/ Florestas e Florestas.

O solo da área de estudo é classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo localizados sobre a Planície Amazônica entre os rios Purus e Madeira, a mesma está associada a sedimentos aluviais recentes e antigos, do período Quaternário, caracterizadas pela presença de relevos tabulares de grandes dimensões, definidos por talvegues de aprofundamento muito fraco, isto é, o relevo apresenta declives muito suaves, e a drenagem natural é deficiente (EMBRAPA, 1997).

6.2.2 Avaliação do aporte de serapilheira

Para a pesquisa do aporte da serapilheira foram instalados em cada área do estudo 10 coletores cônicos com área de 0,21 m^2 (perímetro igual a 1,62 m), construídos com tubo de ¾", em material plástico de polietileno, com malha de 1mm com o fundo de tela de nylon, com a intuito de possibilitar a saída de água e evitar a perda de material de menor tamanho. Os coletores foram instalados nas quatros áreas estudadas respectivamente, inseridos a 30 cm

acima do solo para impedir perdas de serapilheira pela ação de microrganismos. Cada coletor foi identificado com um número e, a produção de serapilheira foi avaliada pelo material depositado nos coletores suspensos.

As coletas foram realizadas mensalmente no período de março de 2020 a fevereiro de 2021. Nos coletores, a serapilheira foi retirada manualmente e acondicionada em sacos plásticos identificados. Em laboratório, o conteúdo foi submetido a secagem por três dias e separado nas frações de folhas, cascas e material reprodutivo. Cada fração foi secada em estufa a 45 ºC até atingir massa constante e pesada em balança de precisão. A partir desses dados, puderam-se estimar as médias mensal da serapilheira produzida.

A produção de serapilheira foi estimada segundo Lopes et al. (2002), partindo-se da seguinte equação matemática:

$PS = PMS \times 10000/Ac$

Em que:

PS= produção de serapilheira (Mg ha $^{-1}$ ano^{-1}).

PMS= produção mensal de serapilheira (Mg ha^{-1} mês^{-1}).

Ac= área do coletor (m^2)

6.2.3 Avaliação da decomposição da serapilheira

A estimativa da taxa de decomposição da serapilheira foi realizada pela quantificação da perda de massa, utilizando-se *litter bags*, os quais permitem analisar de forma direta a taxa de decaimento ao longo do tempo (SCORIZA et al., 2012).

Foram distribuídos aleatoriamente 52 *"litter bags"* em cada área de estudo, totalizando 208, de forma a simular a queda natural do material formador da serapilheira. Os ''*litter bags''* foram constituídos de tela de sombreamento com 4 mm de malha e dimensões de 25 x 25 cm e 1,5 cm de altura. Os "*litter bags*" foram distribuídos próximos dos coletores cônicos, facilitando a localização dos mesmos e, simulando a queda natural do material formador da serapilheira.

Em cada ''*litter bags''* foram inseridos 10 gramas do material aportado nos coletores cônicos, que foi secado em estufa a 45 ºC por 48h. As coletas dos *litter bags*, foram realizadas nos intervalos de 07, 15, 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210, 240, 270 e 300, 330 dias após sua instalação, com quatro repetições para cada coleta.

Após a coleta, o material contido em cada *litter bags* foram limpos com pincel (para retirada de partículas de solo e de possíveis organismos aderidos às folhas) e colocados

para secar em estufa de circulação de ar a 45 ºC para a obtenção da massa seca. Na sequência, o material foi pesado para obtenção da massa remanescente.

O percentual de massa remanescente (%R) foi obtido pela relação entre a massa final e massa inicial, com a seguinte formula:

Massa remanescente (%) = (massa final/massa inicial) x 100

Após o cálculo da massa remanescente ao longo do período, foi estimado a constante de decomposição K conforme Thomas; Asakawa (1993), usando o seguinte modelo exponencial:

$$Xt = X0.e^{-kt}$$

Em que:
Xt é o peso do material remanescente após t dias.
X0 o peso do material seco originalmente colocado nos sacos no tempo zero (PI=10g).
K é a constante de decomposição estimada pela equação.

Através desse modelo exponencial, foi determinado o valor da constante k para cada uma das áreas de estudo, que indica a maior ou menor a velocidade de decomposição da camada de serapilheira acumulada sobre o solo. Esse modelo exponencial, bem como as curvas que caracterizam a perda de peso (decomposição) da serapilheira foliar, foi elaborado com o auxílio do programa SIGMAPLOT. Já o tempo de meia-vida (T1/2) desse material será calculado segundo Rezende et al. (1999), pela equação:

$$T1/2 = \ln(2)\ k$$

Em que k é a constante de decomposição estimada pelo programa citado anteriormente.

6.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.3.1 Aporte de serapilheira

A quantidade total de serapilheira produzida foi respectivamente 8,38; 5,63; 4,44 e 3,95 Mg ha-¹ ano-¹ para as áreas floresta, guaraná, cupuaçu e urucum, respectivamente. Quanto a deposição mensal, verifica-se que na floresta o aporte variou de 0,33 Mg ha-¹ no mês de janeiro a 1,21 Mg ha-¹ em outubro. No guaraná os valores encontrados foram de 0,30 e 0,98 Mg ha-¹ nos meses de abril e agosto. Enquanto no cupuaçu, o menor valor encontrado foi de 0,08 Mg ha-1 no mês de janeiro e 0,87 Mg ha-¹ no mês de agosto. Para o urucum os valores encontrados foram de 0,09 e 0,63 Mg ha-¹ nos meses de outubro e agosto (Figura 2).

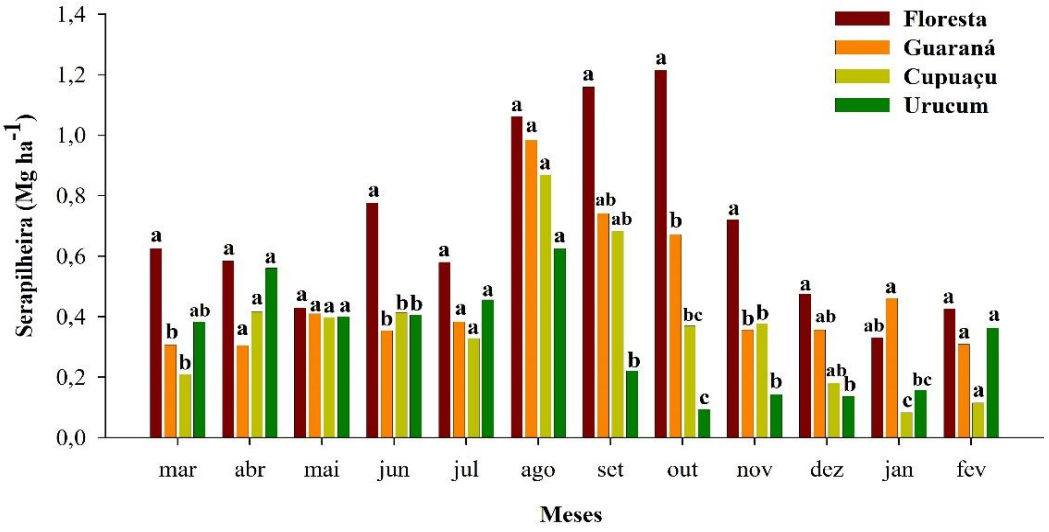


Figura 2. Aporte mensal da serapilheira em áreas de floresta, guaraná, cupuaçu e urucum no sul do Amazonas, no período de março/2020 a fevereiro/2021. Letras iguais na coluna não diferem pelo teste de Tukey ao nível 5% de probabilidade.

Ao decorrer do ano, a elevada quantidade de material aportado foi observada na área de floresta, com exceção no mês janeiro, na qual o maior valor foi quantificado no guaraná. A que pode se atribuir, no Amazonas o florescimento do guaranazeiro ocorre no período da seca, sendo aparentemente induzido pela deficiência de água no período de julho a outubro. Os frutos apresentam-se maduros com dois ou três meses após a floração, ocorrendo no período de novembro a fevereiro.

Entretanto, a quantidade aportada na área de floresta somente apresentou diferença estatística no urucum, com exceção de outubro, mês em que todas as áreas se diferenciaram estatisticamente, sendo observada a maior produção na floresta e a menor

no urucum (Figura 2). Contudo, levando em consideração o fato que cerrado e floresta apresentam grande diferença estrutural quanto a cobertura vegetativa, valores de aportes maiores na floresta são aceitos, visto que o cerrado apresenta vegetação semi-aberta com árvores espaçadas, pequenas e com pouca biomassa por unidade de área quando comparado à floresta (ALHO, 1992).

A decorrência da sazonalidade na produção de serrapilheira é bem tratado por autores como Cattanio et al. (2004); Cianciaruso et al. (2006) e Araújo et al. *(*2006). Segundo esses autores, a produção de serapilheira consiste em dois padrões para a produção anual nos ecossistemas brasileiros: o de máxima deposição e primeiro se destaca no período seco do ano.

Ao analisar o aporte na área de guaraná, foi possível observar que embora nessa área sejam quantificados mensais superiores as outras culturas de cultivo estudadas, houve somente diferença estatísticas nos meses de outubro e janeiro (Figura 2). Nestes ambientes a maior produção de serapilheira foi registrada no período seco na região. Silva et al. (2007) também encontraram em seu trabalho que o maior aporte de serapilheira nas áreas de floresta ocorreu no mês de setembro período de transição. Esses resultados indicam o conceito de que a queda maior do material vegetal acontece pela menor oferta de água para a vegetação (BARBOSA; FARIA, 2006).

Os valores percentuais totais do aporte das frações de serapilheira são apresentados na figura 3. As porcentagens das frações folhas tenderam aumentar em todas áreas respectivamente, enquanto as frações galho apresentaram maior porcentagem nas áreas de floresta e urucum. Na fração material reprodutivo a maior porcentagem se dá nas áreas guaraná e cupuaçu. Segundo Martins e Rodrigues (1999), essa medida de máxima produção de serapilheira (fração folha) pode estar relacionado a estação seca, que pode ser um resultado da vegetação a escassez hídrica, uma vez que a queda das folhas reduziria a perda de água por transpiração.

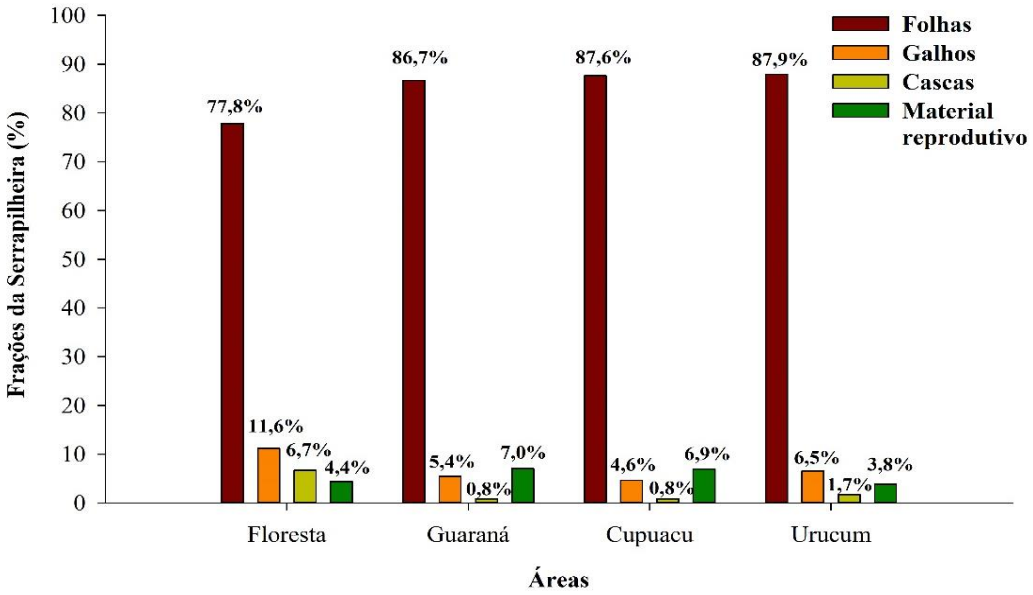


FIGURA 3. Valores percentuais da deposição total das frações da serapilheira em áreas de floresta, guaraná, cupuaçu e urucum no sul do Amazonas, no período de março/2020 a fevereiro/2021

Nota-se que a fração folha apresentou máxima proporção em todas as áreas estudadas, sendo em média com 77,8%, 86,7, 87,6% e 87,9% respectivamente (Figura 3). Segundo Calvi et al. (2009), a fração folha geralmente participa em maior proporção na biomassa de serapilheira. Porém, depende do local, estrutura e idade das espécies das árvores e, de que forma como elas estão distribuídas (ZIMMERMANN et al., 2002). Nesse contexto Marinis e César (1993) verificaram que existe relação direta entre o aporte de serapilheira e o desenvolvimento do dossel.

Quanto à variação temporal das frações de serapilheira houve maior deposição do material foliar no período seco para o mês de agosto nas áreas de urucum, cupuaçu e guaraná, na área de floresta o período de maior deposição foi no mês de outubro. (Figura 4). O maior valor de deposição de foliar no mês de agosto é compatível com o observado por Campos et al. (2008) em estudo realizado em fragmento de Cerrado s*tricto sensu*.

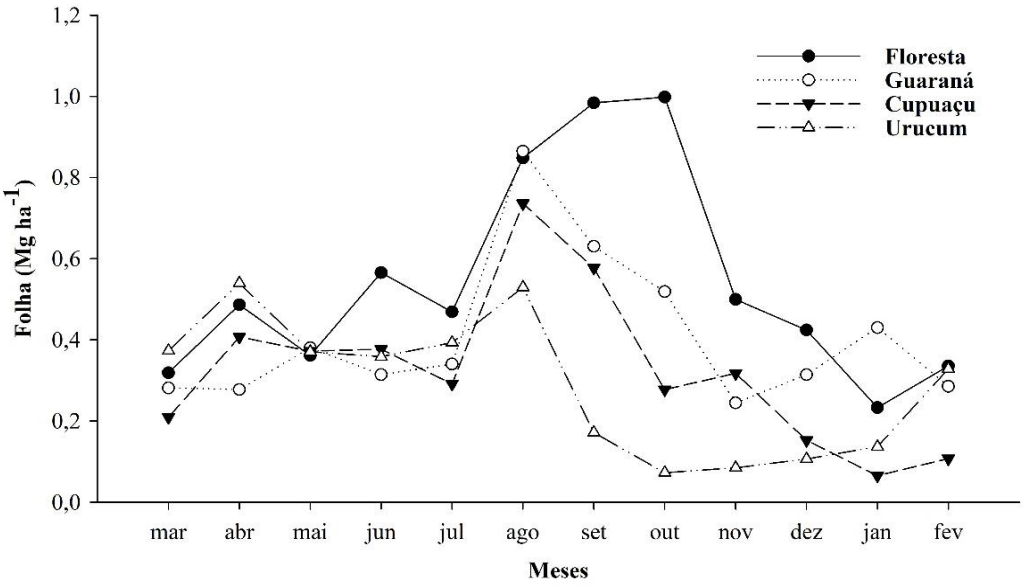


FIGURA 4. Média mensal da fração folha nas diferentes áreas de estudo no sul do Amazonas, no período de março/2020 a fevereiro/2021.

Um dos fatores para a ocorrência deste fenômeno pode estar relacionado ao mecanismo de resistência de algumas plantas, segundo (MARTINS et al., 2018) a maior produção de folhas na região amazônica acontece pela renovação no período seco devido o estresse hídrico que também se associa a renovação foliar para o aproveitamento da radiação fotossinteticamente ativa (KIM et al., 2012). Isto é possível de explicar pela senescência característica das espécies arbóreas amazônicas, em resposta a processos metabólicos e ou estímulos do ambiente, como umidade relativa do ar.

No entanto, a elevada produção de galhos no período de inverno intenso, provavelmente ocorreu devido a maior presença de ventanias e superior quantidade de água absorvida pelos vegetais nesse período, fazendo com que as galhadas tenham maior peso e atrito, resultando em sua quebra. Uma pressuposição para o maior valor de aporte de galhos na área de floresta no mês de abril (Figura 5) pode estar pertinente com danos causados pela presença de ventanias elevadas a quantidade de água absorvida pelos vegetais nesse período, fazendo com que as galhadas tenham maior peso e atrito, resultando em sua quebra. Konig et al. (2002) também afirmaram, que o aporte de acúmulo variáveis de galhos pode ser atribuído à caso de acontecimentos climáticos adversos, como tempestades com ventos anormais.

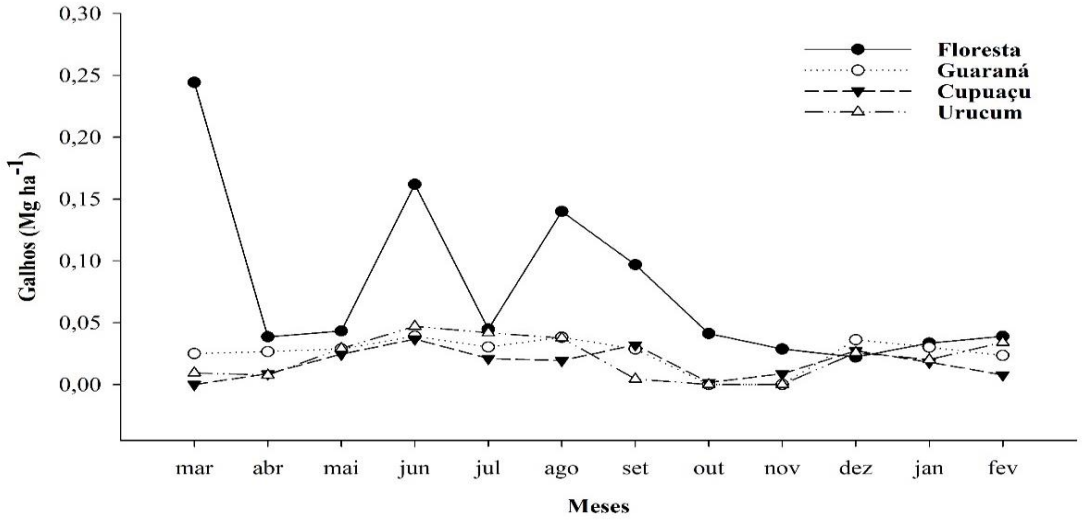


FIGURA 5. Média mensal da fração galhos nas diferentes áreas de estudo no sul do Amazonas, no período de março/2020 a fevereiro/2021.

Em relação ao aporte de material reprodutivo, observa-se que esse foi intenso no guaraná. Os maiores aportes ocorreram no período seco, atingindo o valor máximo de produção em outubro. Enquanto no cupuaçu e urucum, o maior aporte dessa fração foi observado em agosto respectivamente, período seco na região do estudo. Ainda assim, observa-se para todas as áreas, que a produção ocorreu ao longo do ano, porém, as quantidades foram variáveis (Figura 6), destaca-se que estar atrelada a época de floração das espécies de culturas cultivadas. Segundo (HOLANDA et al., 2017) a deposição de material esteja ligada ao tempo do ciclo reprodutivo adotada pelas espécies para sua reprodução e somente em função das variações do microclima.

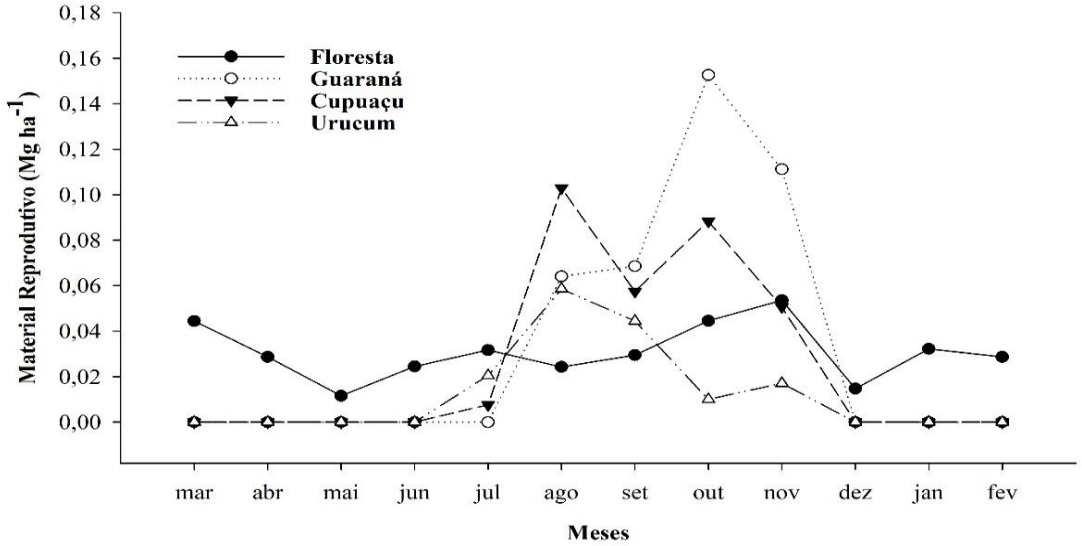


FIGURA 6. Média mensal da fração galhos nas diferentes áreas de estudo no sul do Amazonas, no período de março/2020 a fevereiro/2021.

Ao analisar a fração cascas, foi observada maior aporte no mês de novembro nas áreas de floresta e urucum, enquanto no cupuaçu apresentou maior produção em setembro e, no guaraná a maior produção foi estimada em agosto (Figura 7). Porém, para melhores explicações é, necessário monitorar o comportamento fenológico das espécies durante a fase das coletas, visando coletar dados que possam ajudar a explicar os resultados obtidos, e mesmo determinar a influência isolada de cada espécie para determinado evento ocorrido no processo de produção (NASCIMENTO et al., 2013).

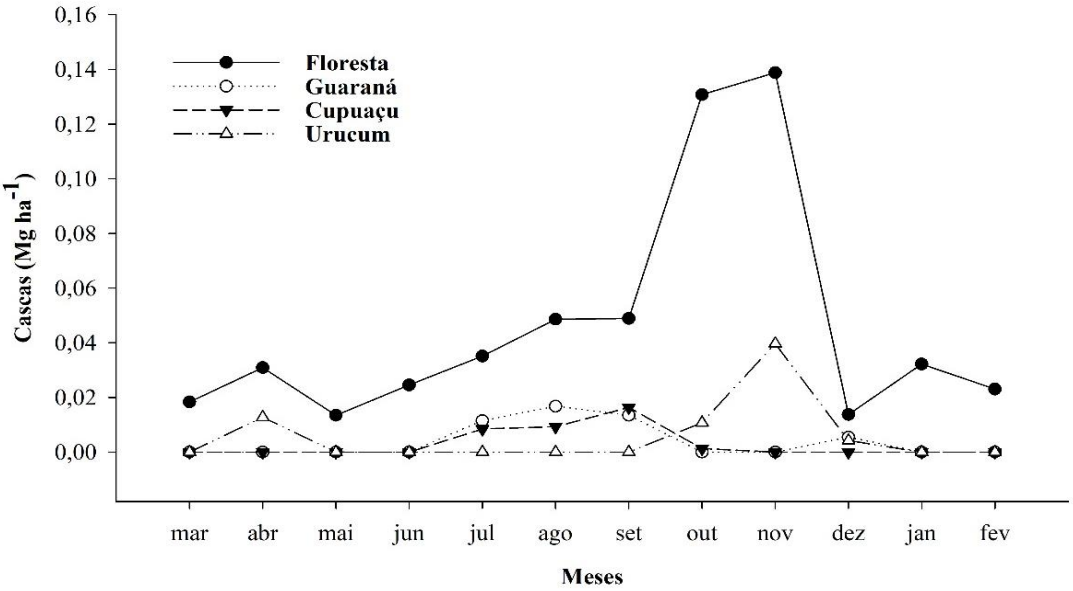


FIGURA 7. Média mensal da fração casca nas diferentes áreas de estudo na Amazônia ocidental no período de março/2020 a fevereiro/2021.

6.3.2 Decomposição de serapilheira foliar

Os valores da constante de decomposição (k) e tempo meia vida da serapilheira de cada um dos ambientes de estudo são apresentados na Tabela 1. Ao longo do período estudado, na área de cupuaçu foi observado menor valor da constante k (0,00099 g g-1 dia-1) e consequentemente maior tempo de meia vida (700 dias), apresentando, portanto, menor velocidade de decomposição, seguido pelas áreas de guaraná (0,0023 g g^{-1} dia^{-1} e 666 dias) e pela área de urucum (0,00345 g g^{-1} dia^{-1} e 200 dias) seguido da área de floresta (0,00392 g g^{-1} dia^{-1} e 176 dias). Com isso, é possível entender que o cupuaçu exigirá mais tempo para que os nutrientes sejam disponibilizados para o solo, sendo necessário 700 dias para decompor metade do material foliar. Segundo Batista (2017), quanto maior o tempo meia vida, maior será o tempo gasto para que ocorra o processo de decomposição das folhas.

TABELA 1. Constante de decomposição (k), tempo de meia-vida (T1/2) em dias, análise de regressão e coeficiente de determinação da massa seca da serapilheira em ambientes de Floresta, Guaraná, Cupuaçu e Urucum, Canutama, Amazonas, 2020.

Ambientes	Decomposição da massa remanescente			
	k (g g^{-1} dia-^{1})	$T^{1/2}$ (Dias)	Equação	R^2
Floresta	0,00392	176	$Y=104,86e^{-0,0026X}$	0,80
Guaraná	0,00104	666	$Y=99,52e^{-0,0009X}$	0,96
Cupuaçu	0,00099	700	$Y=99,16e^{-0,0009X}$	0,96
Urucum	0,00345	200	$Y=100,09e^{-0,0027X}$	0,96

Observado os dados da tabela 1, os valores de K notado neste estudo são considerados baixos, pois segundo Waring; Schlesinger (1985), as taxas de decomposição da serapilheira são consideradas aceleradas, em ecossistemas de florestas tropicais, os valores de K são, geralmente maiores do que 1.0. Para Pagano (1989), valor para constante K acima de 1,15 sugere um rápido reaproveitamento de nutrientes por parte da vegetação.

Todavia, constata-se que na literatura há uma variável quantidade de trabalhos que expressam valores menores que 1. Fato esse reflete a grande variedade de estratégias de ciclagem de nutrientes em sistemas em ambientes tropicais, e a improbabilidade de se determinar exemplos para os mesmos (PIRES, 2001).

De acordo com César, (1993), diferenças na taxa de decomposição da serapilheira entre diferentes estádios podem ser atribuídas ao tipo de condições de relevo, cobertura vegetal, qualidade do material, macrofauna edáfica e às condições ambientais, bem como temperatura e umidade.

O modelo exponencial mostrou-se adequado para explicar o padrão de perda de massa da fração foliar da serapilheira para as quatro áreas estudadas. As curvas de decomposição, adquiridas através da adequação do modelo (Figura 8), corroboram um padrão de perda de massa mais relevante para urucum, em relação a floresta, guaraná, e cupuaçu, sendo possível identificar uma pequena inclinação da sua curva, o que indica que o processo de decomposição do urucum é mais ativo em relação às demais ambientes estudados.

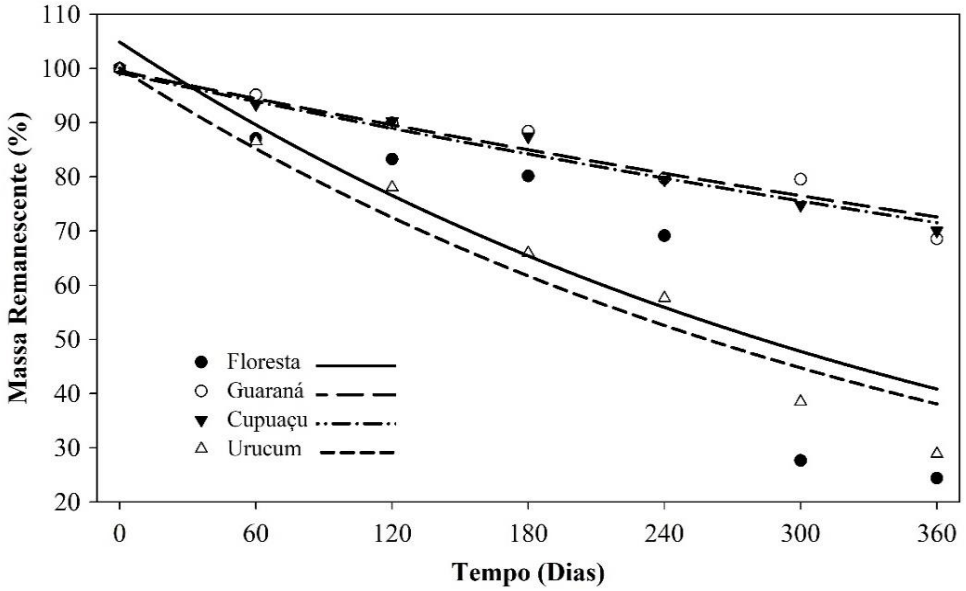


FIGURA 8. Curva de decomposição da serapilheira em ambientes de Floresta, Guaraná, Cupuaçu e Urucum, Canutama, Amazonas, 2020.

Entretanto, o processo de decomposição ao longo do tempo segui o modelo de decaimento exponencial, indica que a decomposição não é constante ao longo do tempo, desde que está ligada a diversos fatores, físicos, químicos e ambientais do próprio material (CIANCIARUSO, et al., 2006) Tais como: o tipo de vegetação, relevo, umidade, temperatura, assim como pela efetividade dos organismos decompositores, como bactérias, fungos, macro artrópodes e outros animais capazes de transformar a serapilheira em nutrientes no ecossistema (CASTRO et al., 2016). Segundo (HÄTTENSCHWILER et al., 2005) a qualidade química da serapilheira (conteúdo de ligninas e polifenóis, relação C/N, C/P, lignina/N, polifenóis/N e lignina + polifenóis/N), concentração de nutrientes e concentração de CO_2 atmosférico e deposição de nitrogênio.

6.4 CONCLUSÕES

Os ambientes de floresta e guaraná apresentaram os melhores padrões de produção de serapilheira, e maior deposição quando comparados aos ambientes cultivados com cupuaçu e urucum.

A fração folha teve a maior participação na produção total da serapilheira para os ambientes de floresta, guaraná, cupuaçu e urucum, seguido das frações galhos, nos ambientes de floresta e urucum, na fração material reprodutivo predominou nas áreas de guaraná e cupuaçu seguido da fração cascas.

A área de floresta apresentou maior velocidade de decomposição, já a situação inversa ocorreu sob o cultivo do cupuaçu.

6.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALHO, C. J. R. **A teia da vida:** uma introdução à ecologia brasileira. Rio de Janeiro, Editora Objetiva, 160p. 1992.

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, n. 2, p. 15 - 21, 2006.

BARBOSA, J. H. C.; FARIA, S. M. Aporte de serrapilheira ao solo em estágios sucessionais florestais na reserva biológica de poço das antas, Rio de Janeiro, Brasil. **Rodriguésia**, v. 57, n. 3, p. 461-476, 2006.

BATISTA, F. R. Decomposição de Serapilheira em área do cerrado sentido restrito e plantio de eucalipto no Distrito Federal. 2017. 40 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal). Progama de Pós graduação em Engenharia Florestal. Universidade de Brasília, Brasília, 2017.

BEARE, M. H.; PARMELEE, R. W.; HENDRIX, P. F.; GHENG, W. Microbial and faunal interactions and effects on litter nitrogen and decomposition agroecosystems. **Ecological Monographs,** 62(4): p.569-591, 1992.

BURAK, D. L.; PASSOS, R. R.; SARNAGLIA, S. A. Utilização da análise muitivariada na avaliação de parâmtros geomorfológicos e atributos físicos do solo. **Enciclopédia Biosfera**, v. 6, n. 9, p. 1-11, 2010.

BRUN, E. J.; SCHUMACHER, M. V.; SPATHELF, P. Relação entre a produção de serrapilheira e variáveis meteorológicas em três fases sucessionais de uma floresta estacional decidual no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia,** v.9, n.2, p.277285, 2001.

CAMPOS, E. H.; ALVES, R. R.; SERATO, D. S.; RODRIGUES, S. C. Acúmulo de serrapilheira em fragmentos de mata mesofítica e cerrado stricto sensu em Uberlândia MG. **Sociedade& natureza**, v.20, n 1, p. 189-203, 2008.

CAMPOS, M. C. C.; RIBEIRO, M. R.; SOUZA JÚNIOR, V. S.; RIBEIRO FILHO, M. R.; OLIVEIRA, I. A. de. Interferências dos pedoambientes nos atributos do solo em uma toposequência de transição Campo/Floresta. **Revista Ciência Agronômica**, v. 4, n. 4, p. 527-535, 2010.

CARMO, C. D. S., DE ARAUJO, W. S., BERNARDI, A. D. C., & SALDANHA, M. F. C. (2000). Métodos de análise de tecidos vegetais utilizados na Embrapa Solos. Embrapa Solos-Circular Técnica, Rio de Janeiro.

CASTRO, R. M. S.; RUIVO, M. L. P.; SANTOS, S. F.; RODRIGUES, P. G. Influência do estresse hídrico sobre a decomposição da serapilheira em floresta amazônica de terra firme. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém, v. 11, n. 3, p. 343-350, 2016.

CATTANIO, J. H.; ANDERSON, A. B.; ROMBOLD, J. S.; NEPSTAD, D. C. Phenology, litterfall, growth, and root biomass in a tidal floodplain forest in the Amazon estuary. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 27, n. 4, p. 703 - 712, 2004.

CÉSAR, O. Produção de serapilheira na mata mesófila semidecídua da Fazenda Barreiro Rico, município de Anhembi, SP. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 53, n. 4, p. 671-681, 1993.

CIANCIARUSO, M. V.; PIRES, J. S. R.; DELITTI, W, B, C.; SILVA, E. F. L. P. Da. Produção de serapilheira e decomposição do material foliar em um cerradão na Estação Ecológica de Jataí, município de Luiz Antônio, SP, Brasil. **Acta Botânica Brasílica**, São Paulo, v. 20, n. 2, p. 49-59, 2006.

CORREIA MEF, ANDRADE AG. Formação de serapilheira e ciclagem de nutrientes. In: Santos GA, Camargo FAO, editores. Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais. 2. ed. Porto Alegre: Metrópole; 2008.

HÄTTENSCHWILER, S.; TIUNOV, A.V.; SCHEU, S. Biodiversity and litter decomposition in terrestrial ecosysitems. Annu. Review of Ecology, Evolution and Systematics, v. 36, p.191-218, 2005.

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.

HOLANDA, A. C. De.; FELICIANO, A. L. P.; FREIRE, F. J.; SOUSA, F. Q. De.; FREIRE, S. R. De O.; ALVES, A. R. Aporte de serapilheira e nutrientes em uma área de caatinga. **Ciência Florestal**, v. 27, n. 2, p. 621-633, 2017.

KONIG, G. K.; SCHUMACHER, M. V.; BRUN, E. J.; DELING, I. Avaliação da sazonalidade da produção de serapilheira numa floresta estacional decidual no município de Santa Maria-RS. **Revista Árvore**, v. 26, n. 4, p. 429-435, 2002.

LACHER W. Ecofisiologia vegetal. São Carlos: RiMa Artes; Textos Editora; 2000.

LIMA, A. F. L.; Campos, M. C. C.; Martins, T. S.; Brito Filho, E. G. D.; Cunha, J. M. D.; Souza, F. G. D. & Santos, E. A. N. D. Soil attributes and root distribution in areas under forest conversion to cultivated environments in south Amazonas, Brazil. **Bragantia**, v. 80, 2021. https://doi.org/10.1590/1678-4499.20210106

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, n.3, p.405-412, 1999.

NASCIMENTO, A. F. De J.; SILVA, T. O. Da; SAMPAIO, E. V. De S. B; ARAÚJO-FILHO, R. N. De; DANTAS, T. V. P. Quantificação de serapilheira em diferentes áreas sob fragmentos do Parque Nacional Serra de Itabaiana, Sergipe. **Ciências Agrárias**, v. 34, n. 6, p. 3271-3284, 2013.

PAGANO, S. N. Produção de folhedo em mata mesófila semidecídua no município de Rio Claro, SP. Revista Brasileira de Biologia, v. 49, n. 3, p. 633-639, 1989.

PIRES, L. A. Aspectos Da Ciclagem De Nutrientes Em Uma Formação De Restinga Na Ilha Do Mel, Paranaguá, PR. Rio Claro. 2000. 187 p. Dissertação (mestrado em Ciências Biológicas). Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, São Paulo, 2001.

SÁ, C. P. de; SANTOS, J. C. dos; LUNZ, A. M. P.; FRANKE, I. L. Análise financeira e institucional de três principais sistemas agroflorestais adotados pelos produtores do Reca. **Circular Técnica**, Rio Branco, AC, n. 33, 12 p. 2000.

SANCHES, L.; VALENTINI, C. M. A.; BIUDES, M. S.; NOGUEIRA, J. S. Dinâmica sazonal da produção e decomposição de serrapilheira em floresta tropical de transição. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental,** v. 13, n. 2, p. 183–189, 2009.

SCHLITTLER, F. H. M.; MARINIS, G.; CÉSAR, O. Produção de serapilheira na floresta do Morro do Diabo, Pontal do Paranapanema – SP. Naturalia, São Paulo, v. 18, n. 1, p. 135-147, 1993.

SILVA, C. J.; SANCHES, L.; BLEICH.; LOBO, F. A.; NOGUEIRA, J. S.; Produção de serrapilheira no Cerrado e floresta detransição amazônica-Cerrado do centro-oeste brasileiro. **Acta amazônica**, v. 37, n. 4, p. 543-548, 2007.

SILVA, M. O.; FREIRE, M. B. G. S.; MENDES, A. M. S.; FREIRE, F. J.; CAMPOS, M. C. C.; AMORIM, L. B. Discriminação de diferentes classes de solos irrigados com águas salinas, na região de Mossoró, RN, com o uso de análise multivariada. **Ambiência,** v. 2, p. 261-270, 2010. Disponível em: https://revistas.unicentro.br/index.php/ambiencia/article/view/752

WARING, R. H.; SCHLESINGER, W. H. Decomposition and forest soil development. In: FOREST ecosystems: concept and management. New York: Academic Press, 1985. 340p.

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**, v.161, p.289-302, 2002.

7. CAPITULO III. COMPOSIÇÃO NURICIONAL DA SERAPILHEIRA EM ÁREA DE FLORESTA E AMBIENTES CULTIVADOS NO SUL DO AMAZONAS

RESUMO

Em ambientes florestais, a maior parte do fornecimento nutricional das plantas é, proveniente da remineralização dos elementos atuantes na matéria orgânica, sendo que a produção e a deposição da serapilheira devolvem nutrientes ao solo. Esse trabalho objetiva-se em analisar os teores de nutrientes nos componentes do aporte da serapilheira aérea das espécies floresta, cupuaçu, urucum, e guaraná no assentamento São Francisco na região sul do Amazonas. As amostras de serapilheira obtidas nos coletores em cada área para cada mês, foram secas na estufa de circulação forçada por 72 horas a 60ºC, em seguida foram moídos em moinho tipo Willey, peneirados a 30 mesh. Para determinar os teores dos macros e micronutrientes. Após obtenção dos dados foram realizadas análises de variância ANOVA, para verificar se há diferença estatistica entre as áreas. Após verificar a diferença, foi realizado o teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade para saber quais áreas são diferentes. Essa comparação foi realizada avaliando a média geral de um ano todo de formação de serapilheira e também para formação dentro de cada mês avaliado. O S foi o único macronutriente que não apresentou diferença entre os ambientes, com valores entre 0,1 a 0,2 g kg^{-1}. No geral, os teores médios de nutrientes das serapilheiras apresentam elevados teores de N e K e altas concentrações de micronutrientes como Fe, B e Mn, além de constituírem um potencial reserva catiônica para o solo.

Palavras chaves: macronutrientes, análises químicas.

7.1 INTRODUÇÃO

Em ambientes florestais, a maior parte do fornecimento nutricional das plantas é, proveniente da remineralização dos elementos atuantes na matéria orgânica, sendo que a produção e a deposição da serapilheira devolvem nutrientes ao solo (LUIZÃO et al., 2004; HERRERA et al, 1978). No ecossistema amazônico a taxa de decomposição é elevada devido ao alto teor de umidade e pela temperatura ideal que é gerada, ocasionando uma boa reciclagem de nutrientes (LUIZAO et al, 2004) e a conservação de uma grande floresta em maioria em solos pobres em nutrientes, solos profundos, muito, ácidos e com concentrações baixas em nutrientes (DEMATTE ,2000) onde a reserva maior de nutrientes é a própria floresta (CALDEIRA, 2008).

Pesquisa de ciclagem de nutrientes em florestas naturais são muito difíceis, por abranger ciclos, como o geoquímico e o biológico (ciclo bioquímico e biogeoquímico) (PRITCHETT, 1979). Para isto, analisar-se, normalmente, esse complexo por partes, conduzindo-o à porção que mais fornece para a absorção e transferência de nutrientes, que é a serapilheira (ciclo biogeoquímico) (CUNHA et al., 1993; SCHUMACHER et al., 2003; FERREIRA et al., 2007).

Considerando que boa parte da Amazônia central, região amazônica, é formada por solos de baixa fertilidade, (QUESADA, 2011), esse é um dos fatores de maior limitação na produtividade agrícola da região, pois está inteiramente condicionado a manutenção de uma eficiente ciclagem de nutrientes (DEMATTE, 2000).

Conforme Laskowski et al. (1995) e Sayer et al. (2012) confirmam que a matéria orgânica exposta na superfície do solo concebe a principal reserva de nitrogênio e uma extraordinária fonte de fósforo, cálcio, potássio e magnésio para as plantas. Sendo assim, o quão o máximo for o aporte de serapilheira e menor será a velocidade de decomposição e, maior será a quantidade de material no solo. Esta avaliação cogita a posição de estabilização do ambiente (POGGIANI & SCHUMACHER 2000), visto que, a diminuição da decomposição esses nutrientes ficam “armazenados” na serapilheira e não disponíveis às plantas.

A configuração nutricional do cúmulo de serapilheira representa o aspecto potencial da fertilidade para ser oferecida no solo. As ligações entre estoque nutricional de serapilheira e disponibilização dos nutrientes para o solo são realizadas a partir da decomposição da matéria orgânica (KRISHNA & MOHAN, 2017).

Este trabalho objetiva-se analisar os teores de nutrientes nos componentes do aporte da serapilheira em ambientes de floresta, cupuaçu, urucum, e guaraná no assentamento São Francisco na região sul do Amazonas.

7.2 MATERIAL E MÉTODOS

7.2.1 Análise nutricional da serrapilheira

As amostras de serrapilheira obtidas nos coletores em cada área para cada mês, foram secas na estufa de circulação forçada por 72 horas a 60ºC, em seguida foram moídos em moinho tipo Willey, peneirados a 30 mesh. Para determinar os teores dos macros e micronutrientes, foram realizadas as análises segundo a metodologia descrita por Carmo et al. (2000).

O nitrogênio foi extraído da massa seca através da solubilização sulfúrica e em seguida pelo método Kjeldahl, sendo determinado por tilulometria.

O cálcio, magnésio, fósforo, potássio, sódio, enxofre, cobre, ferro, manganês e zinco foram extraídos por solubilização nítrico perclórica. O fósforo foi determinado por colorimetria e o S por turbidimetria, as leituras foram realizadas por espectrofotometria de UV-Vis em 420 nm. O potássio e o sódio foram determinados pela técnica de fotometria de emissão de chama. O cálcio, magnésio, cobre, ferro, manganês e zinco, foram determinados por espectrometria de absorção atômica.

O boro foi extraído via seca, onde as amostras de tecido foram incineradas em mufla elétrica a uma temperatura entre 500 e 550ºC. As cinzas resultantes foram dissolvidas em solução diluída de ácido nítrico. Em seguida foi determinado por colorimetria em espectrofotometro de UV-Vis em 420 nm.

7.2.2 Análises estatísticas

Após obtenção dos dados foram realizadas análises de variância ANOVA, para verificar se há diferença estatistica entre as áreas. Após verificar a diferença, foi realizado o teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade para saber quais áreas são diferentes. Essa comparação foi realizada avaliando a média geral de um ano todo de formação de serrapilheira e também para formação dentro de cada mês avaliado. As análises estatísticas foram realizadas no programa computacional Statistical Package for Social Sciences (SPSS), *versão* 12.5.

Para melhor apresentação dos resultados foram confeccionados gráficos de barras e de dispersão em linha, para formação da serrapilheira. Além disso foram realizas análises de regressão, para a decomposição da fração folha em função do tempo, para cada ambiente. Os gráficos e a regressão foram confeccionados do programa estatístico SigmaPlot 12.0.

Realizou-se também análise multivariada, afim de verificar as interações entre os macros e micronutrientes presente na serrapilheira com os ambientes estudados. Para isso foi realizada a análise de componentes principais (ACP) com intuito de obter o conjunto de menores combinações lineares dos nutrientes presentes na serrapilheira, que preserve a maior parte das informações fornecidas pelos ambientes estudados (SILVA et al., 2010). Os valores dos atributos foram normalizados para média igual a zero e a variância igual a um. Na escolha do número de componentes, foi selecionado aqueles que apresentaram autovalores acima de 1,00 (critério de Kaiser) e que conseguiram sintetizar uma variância acumulada acima de 70%. A rotação ortogonal (varimax) foi feita e representada em um plano fatorial dos atributos e escores para os CP, com intuito de simplificar a análise fatorial (BURAK et al., 2010).

7.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

7.3.1 Composição nutricional da serapilheira

Ao longo do período de avaliação, os teores de macronutrientes apresentaram diferenças significativas entre os ambientes cultivados em relação à área floresta (Tabela 2). A partir do teste de Tukey observa-se que os teores de P foram superiores na floresta, não apresentando diferenças significativas quando comparadas a área de Urucm com valor de 0,88 g kg^{-1} e 0,70 g kg-¹ respectivamente. No mesmo sentido foi possível verificar a área cultivada com urucum apresentou maiores teores de N, K, e Mg, com 16,9, 9,92 e 1,08 g kg^{-1}. O S foi o único macronutriente que não apresentou diferença entre os ambientes, com valores entre 0,1 a 0,2 g kg^{-1}.

Como era esperado de uma serapilheira de floresta, o material a ser decomposto é pobre em Ca e Mg em comparação com uma floresta de mata atlântica, por exemplo, a qual pode conter até 9,0 e 2,3 g kg^{-1}, respectivamente, destes nutrientes (CREVELÁRIO JÚNIOR et al., 2021). No entanto, os cultivos com guaraná e urucum representam uma potencial reserva de K a ser devolvida para a ciclagem de nutrientes do solo, com valores duas vezes maiores que a serapilheira da floresta nativa sob estudo, ou ainda 10 vezes o encontrado para florestas secundárias (1,01 g kg^{-1}) da Amazônia Oriental (PEREIRA et al., 2017). Um fato interessante encontrado ao se comparar a pesquisa destes autores, é que o teor de P da floresta nativa é duas vezes maior que o fornecido por uma floresta secundária, e que a remoção da serapilheira não causa alteração significativa no teor de P e K em relação a um tratamento controle.

Quanto aos micronutrientes, nota-se que o teor de Fe no ambiente de floresta é equivalente ao dobro dos teores encontrados nos ambientes cultivados, com um valor médio de 2429,33 mg kg^{-1}, enquanto que o ambiente cultivado com maior teor de ferro deteve um valor médio de 1546,24 mg kg^{-1}. Assim como para os macronutrientes, foram encontrados os maiores teores de micronutrientes também dentro da área com urucum, a qual manifestou maiores teores de Cu (16 mg kg^{-1}), Zn (31,7 mg kg^{-1}), B (104,4 mg kg^{-1}) e Na^{+} (1330 mg kg^{-1}).

TABELA 2. Teor médio de nutrientes (macro e micro) da serapilheira em áreas de floresta, guaraná, cupuaçu e urucum no sul do Amazonas, no período de março/2020 a fevereiro/2021. Letras iguais na linha não diferem pelo teste de Tukey ao nível 5% de probabilidade.

Nutrientes	Unidade	Floresta	Guaraná	Cupuaçu	Urucum
N	g kg^{-1}	13,27 b	12,69 b	9,04 c	16,92 a
P	g kg^{-1}	0,88 a	0,66 b	0,51 b	0,70 ab
K	g kg^{-1}	5,58 b	11,10 a	0,28 c	9,92 a
Ca	g kg^{-1}	0,70 b	1,19 a	0,76 b	0,90 b
Mg	g kg^{-1}	0,49 b	0,63 b	0,44 b	1,08 a
S	g kg^{-1}	0,20 a	0,11 a	0,16 a	0,19 a
Cu	mg kg^{-1}	11,30 ab	9,80 b	7,54 b	16,09 a
Zn	mg kg^{-1}	11,82 b	19,26 b	13,77 b	31,77 a
Fe	mg kg^{-1}	2429,33 a	784,08 b	1805,60 ab	1546,24 ab
Mn	mg kg^{-1}	225,26 c	376,52 a	179,71 c	318,22 b
B	mg kg^{-1}	53,74 b	58,75 b	43,26 b	104,45 a
Na	mg kg^{-1}	1300 a	1320 a	920 b	1330 a

Comparando os teores de macronutrientes mensalmente, nota-se que o nitrogênio e o potássio são os principais macronutrientes encontrados no aporte da serapilheira (Figura 9). Dentre os ambientes, a serapilheira da floresta é a que mais varia sazonalmente, com teores baixos de N no mês de abril (10,5 g kg^{-1}), os quais são gradativamente elevados a cada mês, chegando a apresentar 21,0 g kg^{-1} no mês de março. Já os cultivos com cupuaçu e guaraná são os que menos apresentam variação seus teores de N, com uma média de 7,0 e 10,5 g kg^{-1}, respectivamente, nos primeiros meses do ano e a média mais elevada (10,5 e 14,0 g kg^{-1}) nos meses de junho a agosto.

Por outro lado, os teores de Ca e Mg foram superiores no mês de julho no ambiente de floresta, com respectivos valores de 0,78 e 0,61 g kg^{-1}, enquanto que no ambiente cultivado obteve-se picos mais elevados aos meses de janeiro a setembro, com valores médios mensais alcançando 1,38 e 1,42 g kg^{-1}, respectivamente (Figura 9). Quanto ao P e S, ambos apresentam médias mensais aleatórias que oscilam ao longo do ano sem diferenças quanto ao tipo de ambiente avaliado. Para o K, as médias mensais mostram que a área com floresta apresenta maior teor durante o início do período chuvoso (setembro a dezembro), com valores de até 12,9 g kg^{-1}. Entretanto, as áreas cultivadas manifestam maior média nos meses chuvosos (fevereiro a maio), com valores que podem alcançar até 18,1 g kg^{-1} de K.

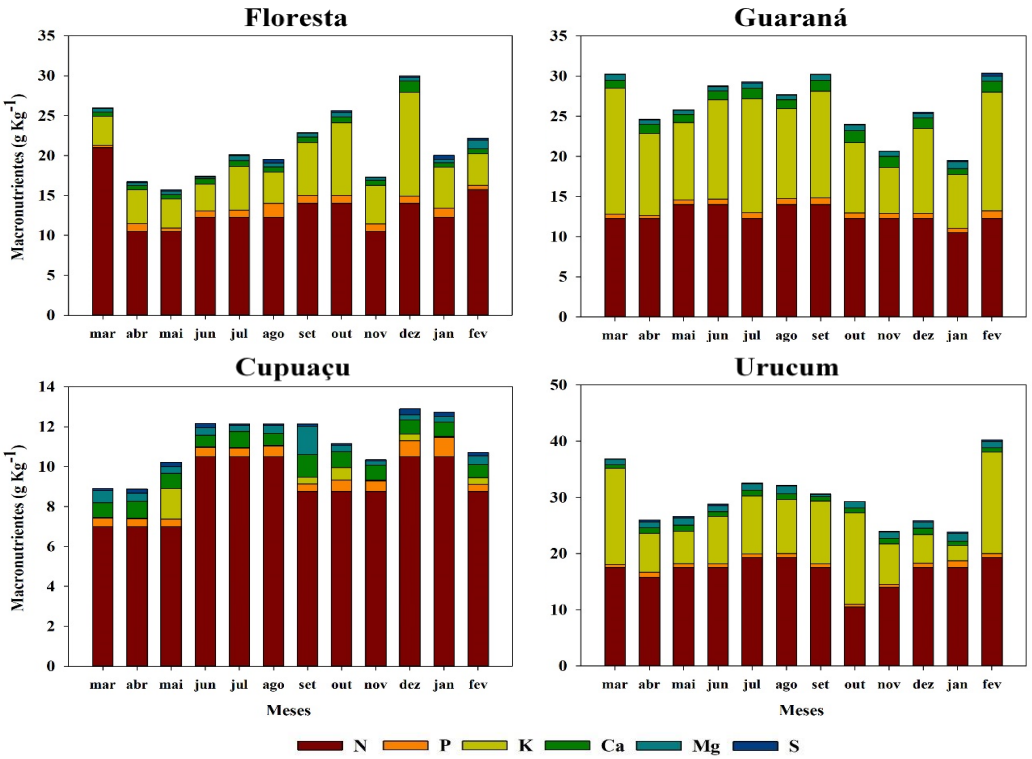


FIGURA 9. Média mensal dos macronutrientes presente na serrapilheira nas diferentes áreas de estudo no sul do Amazonas, no período de março/2020 a fevereiro/2021.

Para os micronutrientes, nota-se que a serapilheira da área de floresta apresenta maiores concentrações de Fe nos meses maio a setembro, e de novembro a janeiro, com médias que podem chegar a 2,9 g kg^{-1} (Figura 10). Para o ambiente com cupuaçu, a sazonalidade do cupuaçu mostra que a serapilheira contém altos teores de Fe principalmente nos meses março a junho, com médias alcançando também 2,9 g kg^{-1}. O ambiente com urucum se comporta de forma semelhante, porém, com maiores médias mensais nos meses de agosto a dezembro. A serapilheira de guaraná apresenta as menores médias mensais de Fe, no entanto, manifesta as maiores concentrações de Mn, principalmente no início do período chuvoso (outubro e novembro), com média 418 mg kg^{-1}. Ao avaliar uma área de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF), Abreu et al. (2020) obteve teores médios nas folhas de 1,8 g kg^{-1} de Fe, e até 352 mg kg^{-1} de Mn, indicando que os resultados obtidos corroboram com os encontrados nos ambientes cultivados deste estudo.

A sazonalidade da serapilheira mostra que as maiores concentrações de Na^{+} coincidem no mesmo período do ano para todas as áreas, com médias de 1053 a 1870 mg kg^{-1} no mês de fevereiro (Figura 10). Por outro lado, a serapilheira de urucum apresenta as maiores médias de Cu, Zn e B dentre os ambientes, com médias que podem chegar a 44; 49 e 158 mg kg^{-1}, respectivamente, nos meses de agosto a novembro. Inversamente

ao período encontrado para o urucum, as maiores médias mensais desses micronutrientes foram obtidas nos meses de janeiro e fevereiro para o ambiente natural (15; 19 e 78 g kg^{-1}). Os resultados do ambiente de floresta corroboram com a pesquisa de Abreu et al. (2020), os quais mencionam que Cu, Zn e B são encontrados em diferentes proporções na serapilheira de ILPF, indicando que os teores médios mensais desses micronutrientes são predominantemente maiores em comparação ao ambiente de floresta na maior parte do ano.

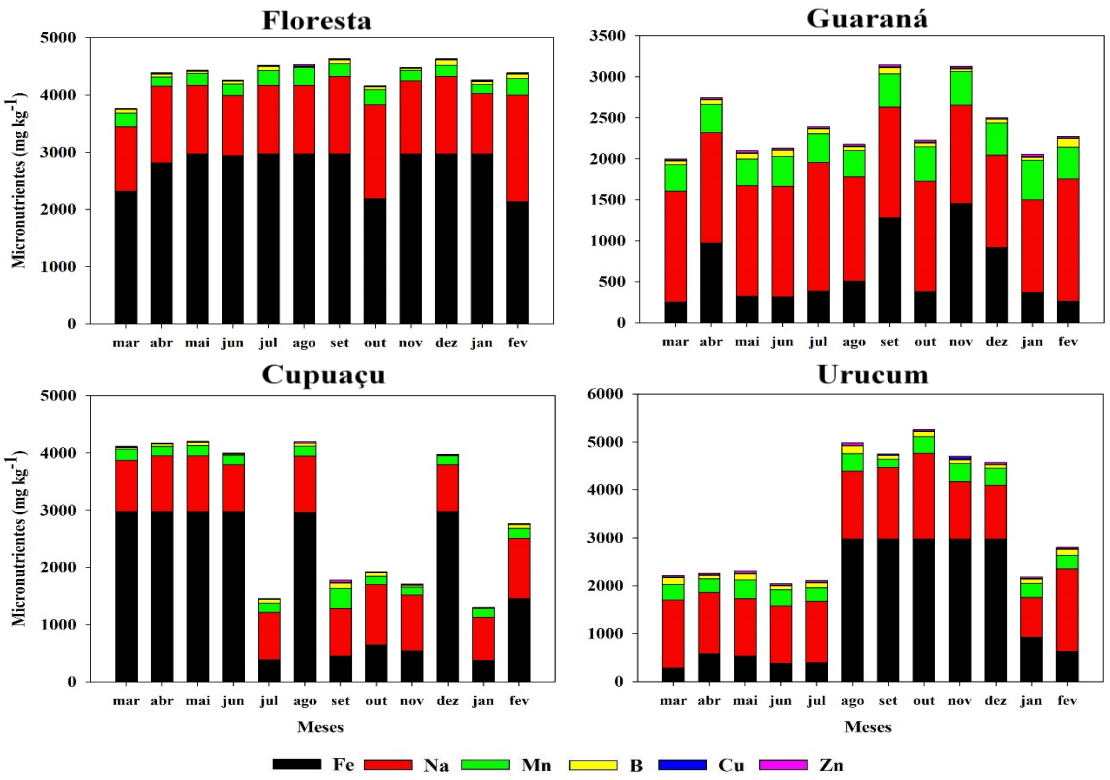


FIGURA 10. Média mensal dos micronutrientes presentes na serrapilheira nas diferentes áreas de estudo no sul do Amazonas, no período de março/2020 a fevereiro/2021.

A análise fatorial apresentou resultados significativos (KMO = 0,734 e $p < 0,05$ para o teste de esfericidade de Barlett) para os nutrientes presentes na serrapilheira nas áreas avaliadas, mostrando adequação à construção dos Componentes Principais (CPs), que possibilitou reduzir 7 variáveis originais em dois fatores (Figura 11) (Tabela 3).

TABELA 3. Componentes principais dos nutrientes da serrapilheira em áreas de floresta, guaraná, cupuaçu e urucum no sul do Amazonas.

Atributos	Variância Comum	Fatores	
		CP1	CP2
N	0,47	**0,70***	0,20
P	0,41	-0,02	**0,89***
Mg	0,79	**0,92***	0,04
S	0,37	0,09	**0,87***
Mn	0,45	**0,72***	-0,04
B	0,61	**0,83***	-0,10
Zn	0,75	**0,88***	0,10
Variância explicada (%)		48,41	22,67

Para as áreas estudadas os dois fatores foram responsáveis por explicar 71,08% da variância das variáveis com autovalores maiores que 1. O CP1 explica 48,41%, sendo responsável pelos nutrientes N, Mg, Mn, B e Zn, o CP2 explica 22,67% da variância, sendo responsável pelo P e S. No CP1, N, Mg, Mn, B e Zn, apresentaram valores positivos. No CP2, P e S apresentaram valores positivos (Tabela 3). Esses valores positivos observados em todas as variáveis nutricionais paras os dois componentes, indicam correlação direta entre eles, ou seja, que um nutriente favorece a absorção e acumulo do outro na serrapilheira.

Ao avaliarmos o plano fatorial, verifica-se que as quatro áreas se apresentam bem separadas, contudo a área de floresta se aproxima mais do cultivo de cupuaçu. O cultivo de urucum é caracterizado por apresentar uma serrapilheira rica em nutrientes (N, Mg, Mn, B e Zn), seguida pela floresta que apresenta uma serapilheira rica em P e S. Contudo observa-se baixos teores de nutrientes na serapilheira do cultivo de cupuaçu, contudo o cultivo de guaraná apresenta um teor intermediário de nutrientes entre os ambientes de cultivados (Figura 11). Podemos atribuir esses maiores teores nutricionais nas áreas cultivada com urucum a fertilidade do solo. Em seu estudo Lima et al. (2021), avaliando desenvolvimento radicular e química de solos em áreas de floresta, guaraná, cupuaçu e urucum, observaram que as áreas de cultivo apresentam níveis de fertilidade semelhante ao ambiente de floresta. Contudo, ressaltaram que é de suma importância manejos que visem a melhoraria da acidez, bases trocáveis, componentes orgânicos e compactação do solo. Becker et al. (2015) observaram que, a conversão de florestas em sistemas agroflorestais de uso sustentável ou intensivo leva ao enriquecimento na serapilheira de duas formas: direto através da mudança das espécies dominantes; e indireto através do aumento da absorção de nutrientes após a fertilização.

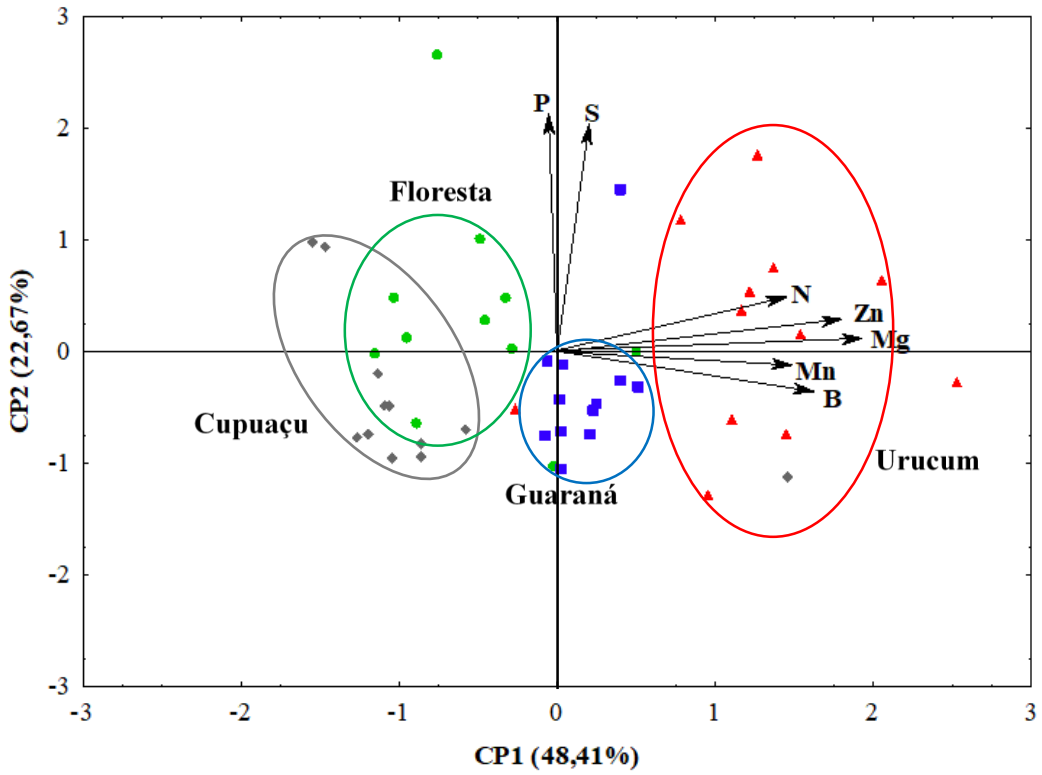


FIGURA 11. Plano fatorial dos nutrientes da serrapilheira em áreas de floresta, guaraná, cupuaçu e urucum no sul do Amazonas.

7.4 CONCLUSÕES

No geral, os teores médios de nutrientes das serapilheiras apresentam elevados teores de N e K e altas concentrações de micronutrientes como Fe, B e Mn, além de constituírem uma potencial reserva catiônica para o solo.

A serrapilheira proveniente do cultivo de urucum apresentou os maiores teores de macro e micronutrientes, porém, na floresta foram observados os maiores teores de P e Fe, e na serrapilheira do cultivo de guaraná K, Ca e Mn. A serrapilheira do cultivo de cupuaçu apresentou menores teores nutricionais.

Os macros e micronutrientes apresentaram elevada variação anual entre os meses do ano para todos ambientes, contudo, a área de floresta apresentou pouca variação para os micronutrientes, demonstrando resiliência a variação temporal.

7.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, K. M.; FERREIRA, J. L. S.; VASCONCELOS, W. A.; CALIL, F. N.; MELO, C. & NETO, S. Biomassa e nutrientes na serapilheira acumulada em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta em diferentes idades**. MAGISTRA**, v. 31, p. 736-748, 2021.

BECKER, J.; PABST, H.; MNYONGA, J.; & KUZYAKOV, Y. Dinâmica anual de queda de serapilheira e deposição de nutrientes dependendo da elevação e uso da terra no Monte Kilimanjaro. **Biogeosciences**, v. 12, n. 19, p. 5635-5646, 2015. https://doi.org/10.5194/bg-12-5635-2015

CALDEIRA, M. V. W.; VITORINO, M. D.; SCHAADT, S. S.; MORAES, E.; BALBINOT, R. 2008. Quantificação de serapilheira e de nutrientes em uma Floresta Ombrófila Densa. Semina: **Ciências Agrárias,** Londrina, v. 29, n. 1, p. 53-68.

CLEVELÁRIO JÚNIOR, J.; BARROS, N. F. D.; NOVAIS, R. F.; VILLANI, E. M. A. & SOUZA, A. L. Total organic carbon and nutrient contents in the soil and litter layer in Tijuca National Park, Rio de Janeiro, Brazil. **Ciência Florestal**, v. 31, p. 01-19, 2021.

CUNHA, G. C. et al. Dinâmica nutricional em floresta estacional decidual com ênfase aos minerais provenientes da deposição da serrapilheira. Ciência Florestal, v.3, n.1, p.19-39, 1993.

DEMATTE, J.L.I. Solos. In: Salati, E.; Absy, M.L; Victoria, R.L. (Ed). Amazônia: Um ecossistema em transformação. **INPA,** 2000. Manaus:. Cap 6, p. 119-162.

FERREIRA, R. L. C. et al. Deposição e acúmulo de matéria seca e nutrientes em serrapilheira em um bosque de sabiá (Mimosa caesalpiniifolia Bentth.). **Revista Árvore**, v.31, n.1, p.7-12, 2007.

HERRERA, R.; JORDAN, C.F.; KLINGE, H.; MEDINA, E. 1978. Amazon ecosystems: Their structure and functioning with particular emphasis on nutrients. **Interciência,** 3: 223-232.

KRISHNA, M. P., & Mohan, M. (2017). Litter decomposition in forest ecosystems: a review. **Energy, Ecology and Environment**, 2 , 236-249.

LASKOWSKI, R., NIKLINSKA, M. & MARYANSKI, M. 1995. The dynamics of chemical elements in forest litter. **Ecology** 76(5):1393-1406.

LIMA, A. F. L.; Campos, M. C. C.; Martins, T. S.; Brito Filho, E. G. D.; Cunha, J. M. D.; Souza, F. G. D. & Santos, E. A. N. D. Soil attributes and root distribution in areas under forest conversion to cultivated environments in south Amazonas, Brazil. **Bragantia**, v. 80, 2021. https://doi.org/10.1590/1678-4499.20210106

LUIZÃO, R.C.C., LUIZÃO, F.J., PAIVA, R.Q., MONTEIRO, T.F., SOUSA, L.S. & KRUIJ, B. 2004. Variation of carbon and nitrogen cycling processes along a topographic gradient in a central Amazonian forest. **Global Change Biology**, 10, 592-600

PEREIRA, D. N.; MARTINS, W. B. R.; ANDRADE, V. M. S. & OLIVEIRA, F. A. Influência da remoção de serapilheira no teor de fósforo e potássio na Amazônia Oriental. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias,** v. 12, n. 3, p. 380-385, 2017.

PRITCHETT, W. L. Properties and management of forest soils. New York: J. Wiley, 1979. 500p

POGGIANI, F. & SCHUMACHER, M.V. 2000. Ciclagem de nutrientes em florestas nativas. In: Gonçalves, J.L.M. & Benedeti, V. **Nutrição e fertilização florestal**. Piraciba: IPEF, pp.287-308.

QUESADA, C. A., Lloyd, J., Anderson, L. O., Fyllas, N. M., Schwarz, M., and Czimczik, C. I.: Soils of Amazonia with particular reference to the RAINFOR sites. **Biogeosciences,** 8, 1415-1440, doi:10.5194/bg-8-1415-2011, 2011.

SAYER, E.J., Wright, S.J., Tanner, E.V.J., Yavitt, J.B., Harms, M.N., Powers, J.S., Kaspari, M., Garcia, M.N. & Turner, B.L. 2012. Variable responses of lowland tropical forest nutrient status to fertilization and litter manipulation. **Ecosystems** 15:387-400.

SCHUMACHER, M. V. et al. Retorno de nutrients via deposição de serrapilheira em um povoamento de Acácia-Negra (Acacia mearnsii De Wild) no Estado do Rio Grande do Sul. Revista Árvore, v.27, n.6, p.791-798, 2003.