

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

**APORTE E DECOMPOSIÇÃO DA SERAPILHEIRA E ATRIBUTOS DO
SOLO NO CONTEXTO SOCIOAMBIENTAL DA AMAZÔNIA**



MARIA CLÉCIA GOMES SALES

Humaitá – AM
2019

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

MARIA CLÉCIA GOMES SALES

APORTE E DECOMPOSIÇÃO DA SERAPILHEIRA E ATRIBUTOS DO SOLO NO CONTEXTO SOCIOAMBIENTAL DA AMAZÔNIA

Dissertação de Mestrado submetido ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais; do Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente da Universidade Federal do Amazonas como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais. Linha de Pesquisa: Componentes e dinâmicas dos ecossistemas com ênfase no bioma amazônico.

Orientador: Prof. Dr. Milton César Costa Campos

Humaitá – AM
2019

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

S163a Sales, Maria Clécia Gomes
Aporte e decomposição da serapilheira e atributos do solo no contexto socioambiental da Amazônia / Maria Clécia Gomes Sales. 2019
95 f.: il. color; 31 cm.

Orientador: Milton César Costa Campos
Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Universidade Federal do Amazonas.

1. matéria orgânica. 2. ciclagem de nutrientes. 3. resíduos vegetais. 4. atributos do solo. 5. campos naturais. I. Campos, Milton César Costa II. Universidade Federal do Amazonas III. Título

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

**APORTE E DECOMPOSIÇÃO DA SERAPILHEIRA E ATRIBUTOS DO
SOLO NO CONTEXTO SOCIOAMBIENTAL DA AMAZÔNIA**

Mestranda: Maria Clécia Gomes Sales

Dissertação defendida e aprovada em: 09 de Julho de 2019, com a banca
examinadora:

Prof. Dr. Milton César Costa Campos – Presidente
Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais (PPGCA) – UFAM

Prof. Dr. Luís Antônio Coutrim dos Santos– Membro 1
Universidade Federal do Amazonas – UFAM

Prof. Dr. Vânia da Silva Fraga – Membro 2
Universidade Federal da Paraíba – UFPB

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha família, que sempre esteve ao meu lado nessa caminhada acadêmica: ao meu marido Hugo, meu porto seguro; aos meus pais, Manoel e Maria Luzia, meus exemplos de vida; aos meus irmãos, sobrinhos e às demais pessoas que sempre estiveram ao meu lado nessa caminhada.

AGRADECIMENTOS

Início 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 querida Universidade Federal do Amazonas, que tão bem me acolheu em agosto de 2007, 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.

Ao professor Milton César Costa Campos, que considero um excelente professor e orientador. Obrigada pela orientação, competência, profissionalismo, dedicação e sobretudo, sua paciência em todos os momentos.

Aos professores Marcos Gervásio Pereira e José Maurício da Cunha Belo, pelas grandes contribuições dadas a este trabalho.

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

Ao meu marido Cleisson Hugo Barbosa, por estar presente nos melhores e piores momentos da minha vida, me pondo para cima e me fazendo acreditar que posso mais que imagino.

À minha Família, que esteve ao meu lado em todos os momentos, em especial ao meu pai, Manoel José Reis de Sales e minha mãe, Maria Luzia Pereira Gomes de Sales, pelo carinho, dedicação, compreensão e apoio durante todas as fases da minha vida.

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

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

Aos colegas do Curso de Pós-Graduação em Ciências Ambientais do Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente, pela amizade e companheirismo.

À Fundação de Amparo à pesquisa do Estado do Amazonas – FAPEAM- pela concessão da bolsa de estudos.

Aos membros da banca, Dr. Luís Antônio Coutrim dos Santos e Dra.Vânia da Silva Fraga, pela colaboração e engrandecimento desse trabalho.

Por fim, a todos aqueles que contribuíram, direta ou indiretamente, para a realização desta dissertação, o meu sincero agradecimento.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO II. APORTE E DECOMPOSIÇÃO DE SERAPILHEIRA EM AMBIENTES DE CERRADO, CERRADÃO E FLORESTA, NA AMAZÔNIA, BRASIL.

FIGURA 1. Localização das áreas de estudo. Mapa do Brasil, destacando o Estado do Amazonas e as áreas de estudo no mapa do município de Humaitá – AM.....54

FIGURA 2. Dados de precipitação total de abril de 2018 a março de 2019, obtidos na estação climatológica do município de Humaitá – AM56

FIGURA 3. Visão de coletores de serapilheira instalados nas áreas de estudo.....56

FIGURA 4. Aporte mensal da serapilheira em áreas de cerrado, cerradão e floresta no Sul do Amazonas no período de fevereiro/2018 a março/2019.....59

FIGURA 5. Área de cerrado atingida pelas queimadas no Sul do Amazonas61

FIGURA 6. Valores percentuais da deposição total das frações de serapilheira em áreas de cerrado, cerradão e floresta no Sul do Amazonas no período de Abril/2018 a Março/2019...61

FIGURA 7. Média da fração folha nas diferentes áreas de estudo no período de fevereiro/2018 a março/2019.....62

FIGURA 8. Média mensal da fração galho nas diferentes áreas de estudo no período de fevereiro/2018 a março/2019.....63

FIGURA 9. Média mensal da fração material reprodutivo nas diferentes áreas de estudo no período de fevereiro/2018 a março/2019.....64

FIGURA 10. Média mensal da fração casca nas diferentes áreas de estudo no período de fevereiro/2018 a março/2019.....65

FIGURA 11. Curva de decomposição da serapilheira em ambientes de cerrado, cerradão e floresta na Amazônia-Brasil.....69

CAPÍTULO III: EFEITO DA SAZONALIDADE E DINÂMICA DOS ATRIBUTOS FÍSICO-QUÍMICOS DO SOLO EM AMBIENTES DE CERRADO, CERRADÃO E FLORESTA NA AMAZÔNIA, BRASIL.

FIGURA 1. Localização das áreas de estudo. Mapa do Brasil, destacando o Estado do Amazonas e as áreas de estudo no mapa do município de Humaitá – AM.....80

FIGURA 2. Dados de precipitação total de abril de 2018 a março de 2019, obtidos na estação climatológica do município de Humaitá.....81

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO II. APORTE E DECOMPOSIÇÃO DE SERAPILHEIRA EM AMBIENTES DE CERRADO, CERRADÃO E FLORESTA, NA AMAZÔNIA, BRASIL.

Tabela 1. Valores de constante de decomposição (K) e tempo meia vida ($t^{1/2}$) da serapilheira nas diferentes áreas de estudo.....66

Tabela 2. Biomassa foliar remanescente das folhas (g) presentes nos litter bags aos 0, 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210, 240, 270, 300 dias no período de maio de 2018 a fevereiro de 2019 em áreas de cerrado, cerradão e floresta na Amazônia, Brasil.....67

CAPÍTULO III: EFEITO DA SAZONALIDADE E DINÂMICA DOS ATRIBUTOS FÍSICO-QUÍMICOS DO SOLO EM AMBIENTES DE CERRADO, CERRADÃO E FLORESTA NA AMAZÔNIA, BRASIL.

Tabela 1. Valores médios das frações areia, silte e argila de solos sob ambientes de cerrado, floresta e cerradão na Amazônia, nas camadas de 0-5, 5-15 e 15-30 m.....84

Tabela 2. Teste de média dos atributos físicos nas profundidades de 0-5, 5-15 e 15-30 cm, em áreas de cerrado, floresta e cerradão, em dois períodos do ano: seco e chuvoso.... 85

Tabela 3. Teste de média dos atributos químicos nas profundidades de 0-5, 5-15 e 15-30 cm, em áreas de cerrado, floresta e cerradão, em dois períodos do ano: seco e chuvoso.88

Tabela 4. Comparação das médias entre os períodos seco e chuvoso, dos atributos físicos do solo nas áreas de cerrado, floresta e cerradão, nas profundidades de 0-5, 5-15 e 15-30 cm.89

Tabela 5. Comparação das médias entre os períodos seco e chuvoso, dos atributos químicos do solo nas áreas de cerrado, floresta e cerradão, nas profundidades de 0-5, 5-15 e 15-30 cm91

SUMÁRIO

RESUMO GERAL	10
1. INTRODUÇÃO	12
2. OBJETIVOS	14
2.1 Geral.....	14
2.2 Específicos	14
3. REVISÃO DE LITERATURA	15
3.1 Produção de serapilheira	15
3.2 Decomposição de serapilheira	17
3.3 Carbono orgânico na serapilheira e no solo.....	19
3.4 Atributos físicos e químicos dos solos.....	21
4. REFERÊNCIAS	244
5. CAPÍTULO I. IMPACTO DO USO DA TERRA SOBRE A PRODUÇÃO DE SERAPILHEIRA NO CONTEXTO SOCIOAMBIENTAL DA AMAZÔNIA.	32
RESUMO	32
5.1 INTRODUÇÃO	33
5.2 MATERIAL E MÉTODOS	35
5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
5.3.1 Características gerais da Amazônia Legal	35
5.3.2 Interferência do desflorestamento na dinâmica de produção da serapilheira.....	37
5.3.3 Influência do arco do desflorestamento e da agropecuária na dinâmica de serapilheira.....	39
5.3.4 Os impactos da redução da serapilheira do solo como consequência do desflorestamento na Amazônia	41
5.4 CONCLUSÕES.....	43
5.5 REFERÊNCIAS	44
6. CAPÍTULO II: APORTE E DECOMPOSIÇÃO DE SERAPILHEIRA EM AMBIENTES DE CERRADO, CERRADÃO E FLORESTA NA AMAZÔNIA, BRASIL.	51
RESUMO	51
6.1 INTRODUÇÃO	52
6.2 MATERIAL E MÉTODOS	54
6.2.1 Localização e caracterização das áreas de estudo	54
6.2.2 Avaliação do aporte de serapilheira	56

6.2.3	Avaliação da decomposição da serapilheira	Erro! Indicador não definido.
6.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	58
6.3.1	Aporte de serapilheira	58
6.3.2	Decomposição de serapilheira foliar.....	655
6.4	CONCLUSÕES.....	70
6.5	REFERÊNCIAS.....	71
CAPÍTULO III: EFEITO DA SAZONALIDADE E DINÂMICA DOS ATRIBUTOS FÍSICO-QUÍMICOS DO SOLO EM AMBIENTES DE CERRADO, CERRADÃO E FLORESTA NA AMAZÔNIA, BRASIL.		77
RESUMO		77
7.1	INTRODUÇÃO	78
7.2	MATERIAL E MÉTODOS	80
7.2.1	Localização e caracterização da área de estudo	80
7.2.2	Análise física e química do solo.....	82
7.2.3	Análise dos dados	84
7.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	84
7.4	CONCLUSÕES.....	92
7.5	REFERÊNCIAS	93

RESUMO GERAL

O presente trabalho teve como objetivo, obter informações sobre o aporte de material formador da serapilheira, sua taxa de decomposição e os atributos do solo em ambientes de floresta, cerrado e cerradão na Amazônia. Para a avaliação do aporte da serapilheira em cada área estudada, foram instalados dez coletores cônicos. As coletas foram realizadas mensalmente no período de março de 2018 a março de 2019. Após cada coleta, foi feita a triagem das frações folhas, galhos, material reprodutivo e cascas e em seguida as amostras foram secas e pesadas para estimativa da percentagem de cada uma das frações da serapilheira. Para a avaliação da taxa de decomposição, foram instalados em cada área 40 litter bags. As coletas dos *litter bags*, foram realizadas em intervalos de 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210, 240, 270 e 300 dias, com quatro repetições. Com base nas massas obtidas, foram estimados o percentual de massa remanescente, as taxas de decomposição (k) e o tempo de meia-vida ($t_{1/2}$). Para a avaliação do efeito da sazonalidade na dinâmica dos atributos do solo, em cada área foram escolhidos quatro pontos de amostragem. A coletas foram realizadas em dois períodos do ano: seco e chuvoso. Os atributos avaliados foram: pH, acidez potência, alumínio trocável, carbono orgânico, estoque de carbono, macroporosidade, microporosidade, umidade gravimétrica, densidade do solo, volume total de poros, textura e estabilidade dos agregados. Os atributos MaP, MiP, Pt, UG, pH, CO, Ds, DMG, DMP e Al^{3+} não induziram diferenças significativas entre os ambientes e profundidades avaliadas no período seco do ano. Os atributos que apresentaram maiores valores no período chuvoso foram MiP, Pt, UG, pH e Est. C na área de floresta, sendo a maioria nas camadas de 0 – 5, 5 - 15 cm de profundidade. A variação sazonal da precipitação induziu mudanças em 15 dos 16 atributos avaliados, sendo que apenas o DMP não sofreu alteração entre os períodos seco e chuvoso. Porém, as modificações não ocorreram simultaneamente para todas as áreas e profundidades. Os atributos que mais sofreram alterações entre os períodos seco e chuvoso foram: MiP, Pt, Ds, MO e CO, os mesmos apresentaram valores reduzidos no período chuvoso. Os ambientes de floresta e cerradão não apresentaram diferença estatística na produção de serapilheira, porem apresentaram maior deposição quando comparados ao ambiente de cerrado. Os meses em que se verificaram baixos índices pluviométricos coincidem com o período de maior deposição de serapilheira. A fração folha foi a maior contribuinte na produção total da serapilheira, seguida pelas frações galhos, material reprodutivo e cascas. Dentre os ambientes avaliados, a floresta apresentou maior velocidade de decomposição e o cerrado a menor. Ficou evidenciado que o processo de decomposição para todos ambientes estudados ocorreu com maior intensidade no período chuvoso. Ao longo do período estudado, o ambiente de cerrado foi o que apresentou menor constante k ($0,0017 \text{ g g}^{-1} \text{ dia}^{-1}$) e consequentemente maior tempo de meia vida (407 dias), seguida pelo cerradão ($0,0023 \text{ g g}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ e 301 dias) e floresta ($0,0036 \text{ g g}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ e 192 dias). Dentre os ambientes avaliados, a floresta apresentou maior velocidade de decomposição e o cerrado a menor, o que evidencia que o cerrado demandará mais tempo para que os nutrientes sejam disponibilizados para o solo.

Palavras-chave: Matéria orgânica; ciclagem de nutrientes; atributos físicos e químicos.

1. INTRODUÇÃO

A serapilheira é composta por diversos tipos de matérias vegetais depositados sobre a superfície do solo (folhas, cascas, ramos, troncos, gravetos, flores, inflorescências, frutos, sementes e outros fragmentos vegetais) e sua produção representa o primeiro estágio de transferência de nutrientes para o solo, os quais são retirados pelas plantas (CALDEIRA et al., 2008).

A dinâmica de aporte, deposição sobre o solo florestal e disponibilização dos nutrientes contidos no material aportado através da decomposição são fundamentais para a autossustentabilidade dos ecossistemas florestais (FREITAS et al., 2013). Isso é evidenciado pelas florestas que se mantêm em áreas com solos de baixa fertilidade (SCHUMACHER et al., 2003).

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).

Caldeira et al. (2008) ressalta que a serapilheira é também a principal via de transferência de carbono orgânico para o solo, principalmente através da queda de componentes senescentes da parte aérea das copas, e por isso é muito importante a sua quantificação.

Trabalhos relacionados com a quantificação de serapilheira acumulada fornecem subsídios para um melhor entendimento da dinâmica dos nutrientes (CALDEIRA et al., 2008). Através da deposição de material orgânico e da sua decomposição, quantidades relativamente elevadas de nutrientes são disponibilizadas para o novo crescimento anual das árvores (FERREIRA et al., 2001). Dessa forma, a matéria orgânica do solo não é considerada somente uma reserva de carbono, mas também, é a principal responsável pelos níveis de fertilidade da maioria dos solos tropicais (NOVAIS et al., 2007; MUÑOZ et al., 2007). Além disso, o material acumulado permite a existência de uma grande variedade de nichos para a mesofauna e microrganismo, bem como fonte de colóides para o solo (SANTOS, 1989).

Os solos amazônicos são caracterizados por serem pobres em nutrientes, sendo a serapilheira, associada a temperatura elevada e a grande umidade atmosférica, responsável pela liberação de nutrientes que sustentam a vegetação presente, possibilitando o

desenvolvimento de uma vegetação sem sintomas de deficiências nutricionais, em solos com baixa fertilidade natural. Além disso, a serapilheira atua no aumento da matéria orgânica, contribuindo desta forma para a melhoria dos atributos do solo, os quais são fundamentais no entendimento da funcionalidade e sustentabilidade dos solos. Desta forma o presente trabalho tem como proposta analisar a produção de serapilheira, decomposição foliar e atributos físicos e químicos do solo na Amazônia.

2. OBJETIVOS

2.1 Geral

Determinar o aporte do material formador da serapilheira, sua taxa de decomposição foliar e os atributos físicos e químicos do solo.

2.2 Específicos

Quantificar o aporte do material formador da serapilheira acumulado em ambientes de cerrado, cerradão e floresta na Amazônia, Brasil.

Avaliar a taxa de decomposição da serapilheira em ambientes de cerrado, cerradão e floresta na Amazônia, Brasil.

Determinar a influência do período seco na dinâmica dos atributos físicos e químicos do solo em ambientes de cerrado, cerradão e floresta na Amazônia, Brasil.

Determinar a influência do período chuvoso na dinâmica dos atributos físicos e químicos do solo em ambientes de cerrado, cerradão e floresta na Amazônia, Brasil.

Determinar a influência das variações sazonais (período seco e chuvoso) nos atributos físicos e químicos do solo em ambientes de cerrado, cerradão e floresta, da Amazônia, Brasil.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Produção de serapilheira

A serapilheira é formada por uma camada de detritos vegetais que se encontram na superfície do solo (CARPI-JUNIOR, 2001). Esse importante componente do sistema florestal representa o material aportado pelas plantas, incluindo principalmente folhas, caules, frutos, sementes, flores e resíduos animais (COSTA et al., 2010). Sendo as folhas a fração da serapilheira mais representativa do processo de devolução de nutrientes ao solo, por terem um tecido fisiologicamente mais ativo e uma taxa de decomposição mais acelerada (GODINHO et al., 2013). Essa proporção cresce com a idade e depois é reduzida devido ao aumento da queda de outros componentes como galhos, cascas e frutos, porém, mesmo em idade mais avançada, as folhas continuam sendo a maior fonte de serapilheira (MELO, 2006). Figueiredo-Filho et al. (2003), consideram que as folhas são uma peça importante para analisar a capacidade de produção de serapilheira numa floresta. As espécies pioneiras, segundo Benvenuti-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 produção de serapilheira controla diretamente a quantidade de nutrientes que retornam ao solo e seu acúmulo se relaciona com a atividade decompositora dos microrganismos e com o grau de perturbação dos ecossistemas (BRUN et al., 2001; FIGUEIREDO-FILHO et al., 2003; FERNANDES et al., 2006). Segundo Didion et al. (2016), o crescimento das plantas, a senescência e a mortalidade resultam em um suprimento contínuo de serapilheira, que se acumula sobre o solo para ser decomposto por microrganismos. No entanto, a concentração dos nutrientes pode variar em função dos grupos florísticos, da espécie e das características das plantas, em que a quantidade de nutrientes devolvidos para o solo pode ser proporcional à produção de serapilheira, dependendo da quantidade de material (LONGHI et al., 2011). Do mesmo modo, Souto (2006) avaliou que diferentes coberturas vegetais presentes no solo formarão serapilheira em quantidade e qualidades diferentes, o que resultará em diferenças no solo. Assim, a produção de serapilheira, é o principal mecanismo de transferência de material orgânico e elementos minerais da vegetação para a superfície do solo.

As espécies florestais normalmente apresentam deposição de serapilheira, sendo que esta ocorre em ambientes tropicais principalmente nos períodos secos, como uma estratégia para minimizar os efeitos da menor disponibilidade de água (VILLA et al., 2016). Trabalhos realizados por Correia et al. (1999); Souto (2006), mostram que das variáveis climáticas, a precipitação é a que exerce maior influência na deposição do material, principalmente nos períodos em que há a ausência dela, porém, logo que chegam as primeiras chuvas, a vegetação começa a readquirir suas folhas e o material proveniente da deposição é degradado pelos microrganismos decompositores, não havendo grande acúmulo de material orgânico na superfície do solo.

De acordo com Moreira; Siqueira (2002), os fatores que mais influem na quantidade e qualidade do material que é depositado sobre o solo são o tipo de vegetação e as condições ambientais (latitude, altitude, relevo, temperatura, precipitação pluviométrica e disponibilidade de luz), além de fotoperíodo, evapotranspiração, deciduidade, estágio sucessional, herbivoria, disponibilidade hídrica e estoque de nutrientes no solo (PORTES et al., 1996). Dependendo das características de cada ecossistema, um determinado fator pode prevalecer sobre os demais (FIGUEIREDO-FILHO et al., 2003). Os estudos deste compartimento, conforme Moraes et al. (1995), permitem que se conheçam vários aspectos das relações solo - planta, subsidiando propostas de manejo nas formações florestais.

Para os autores Figueiredo-Filho et al. (2003); Caldeira et al. (2008), a serapilheira é um componente de suma importância dentro de um ecossistema florestal, respondendo pela ciclagem de nutrientes, além de indicar a capacidade produtiva da floresta ao relacionar os nutrientes disponíveis com as necessidades nutricionais de uma dada espécie. Maia (2004), mostrou a importância da serapilheira no que diz respeito não só à proteção e fertilização do solo, mas também para conservar a biodiversidade que ali se encontra.

Outro fator relevante é que a camada de serapilheira que se acumula sob o solo, funciona como uma esponja, com capacidade de reter a água da chuva, reduzir a evaporação e as variações bruscas de temperatura do solo, maior quantidade de matéria orgânica, evitando a erosão, melhorando a estrutura do solo, e promovendo a ciclagem de nutrientes no ecossistema (SCHUMACHER et al., 2004).

Estudos ainda destacam que os ecossistemas de florestas tropicais em geral apresentam produção contínua de serapilheira no decorrer do ano, (LEITÃO-FILHO et al., 1993; RODRIGUES et al., 2001). De acordo com Caldeira et al. (2008), uma das causas do

manejo inadequado de formação florestal é o desconhecimento dos fatores que sustentam a alta produção de biomassa e, ainda, concomitantemente, que conservam a fertilidade do solo.

Sendo assim, a geração de informações sobre a deposição de serapilheira e análise do seu conteúdo são importantes ferramentas para a compreensão e conservação dessas áreas, bem como suas inter-relações com o meio. Na pesquisa sobre produção de serapilheira, destaca-se a importância desse material na conservação e manutenção natural dos ecossistemas (COSTA et al., 2010). Como as plantas periodicamente substituem suas estruturas vegetativas e reprodutivas em resposta às tensões ambientais, a coleta e a quantificação desses materiais depositados no solo representa uma forma não destrutiva para estimar a produção de serapilheira em diferentes ecossistemas (CLARK et al., 2001).

3.2 Decomposição de serapilheira

A decomposição é o processo de transferência pelo qual a serapilheira transfere 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 tem como consequência o acúmulo da matéria orgânica do solo, a liberação de nutrientes para os microrganismos e a evaporação de parte do CO², consistindo em um processo que conserva a fertilidade e a produtividade da área (SCHEER, 2008). Sendo que o aumento das taxas de decomposição implica em uma transferência mais rápida dos nutrientes provenientes da parte aérea das plantas para o solo, promovendo uma ciclagem de nutrientes mais eficiente (VITAL et al., 2004; WARD et al., 2015), 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; CARDELUS, 2010; GAVAZOV, 2010).

Dado que a maior parte do material resultante da produção primária das plantas retorna ao próprio ecossistema, a compreensão de como a diversidade afeta o processo de decomposição é de grande importância para compreender o funcionamento dos ecossistemas terrestres (GARTNER; CARDON, 2004; HÄTTENSCHWILER et al., 2005; GESSNER et al., 2010).

Hättenschwiler et al. (2005) e Gartner; Cardon (2004), em suas revisões sobre os efeitos da biodiversidade de folhas sobre a decomposição da serapilheira, relatam que os experimentos realizados com diferentes espécies decompondo-se juntas em vários níveis de

riqueza apresentam três diferentes resultados: (I) efeito sinérgico, quando há um aumento nas taxas de decomposição; (II) efeito antagônico, quando há uma diminuição das taxas de decomposição e (III) efeito nulo, quando as taxas de decomposição permanecem praticamente as mesmas independente do número de espécies. Esses efeitos variados estão relacionados à diversidade funcional de cada espécie, principalmente às características físico-químicas das folhas (GESSNER et al., 2010; TARDIF; SHIPLEY, 2013; TARDIF; SHIPLEY, 2014; RAI et al., 2016).

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, CALDEIRA, 2003, 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 Hattenschwiler et al. (2011), 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. (1979), 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).

O efeito da qualidade da serapilheira é evidente na taxa de decomposição, principalmente a quantidade de substâncias lixiviáveis e solúveis em água (HOBBIE; VITOUSEK, 2000). Os três principais índices que têm sido usados para estimar a decomposição da serapilheira são: a respiração do solo, o valor K, que é a relação entre a quantidade de material que cai do dossel e a que está depositada sobre o solo, e avaliações diretas mediante medidas de perda de massa (*litter bags* e *cover litter*) (CORREIA; ANDRADE, 1999). Dentre os métodos empregados, apesar das críticas apontadas por alguns autores como Anderson; Ingram (1996) e Rezende et al. (1999), o método do *litter bags* é o que parece melhor representar com fidelidade a dinâmica de desaparecimento da manta orgânica.

3.3 Carbono orgânico na serapilheira e no solo

Estima-se que a Terra possua um estoque total de carbono, superior a 26.1015 Mg. A maior parte desse, encontra-se na forma de compostos inorgânicos e somente cerca de 0,05% na forma orgânica. Os compostos orgânicos são encontrados na biomassa marinha e terrestre, detritos orgânicos e no solo (terrestre), assim como, nos sedimentos e detritos orgânicos dos oceanos (LARCHER, 2000). De acordo com Wink (2009), em um ciclo dinâmico entre os compartimentos terrestres, marítimos e atmosféricos, o carbono pode ser considerado um indicador da qualidade do solo. Porém, apesar do menor estoque de carbono na biomassa das florestas, quando comparado com os compartimentos atmosfera, solo, combustíveis fósseis e oceano, este é o único facilmente manejável com fins de sequestro de carbono (OLIVEIRA, 2010).

De acordo com Watson (2001), o CO² fixado pela vegetação é parcialmente consumido pela respiração dos seres autotróficos e entra como a fonte básica de energia para os demais sistemas heterotróficos, sendo consumido pela respiração dos mesmos níveis tróficos e também pela decomposição. Parte desse carbono se acumula no solo na forma de matéria orgânica, que é também decomposta, em taxas mais lentas, sendo um importante reservatório de carbono nos sistemas terrestres. Desta forma, o conhecimento científico comprova que os vegetais possuem a capacidade de capturar e fixar carbono, o qual,

associado a outros elementos, resulta em substâncias complexas, dentre as quais, compostos celulósicos (VIEIRA, 2011).

Segundo Souza (2012), as florestas ocupam um papel significativo para o equilíbrio do balanço do ciclo global do carbono, devido a sua capacidade de armazenar por longo prazo grandes quantidades desse elemento na sua biomassa e em outros compartimentos florestais, como na serapilheira e no solo.

No solo, o carbono encontra-se dividido em duas frações: inorgânica e orgânica. O termo orgânico refere-se a matérias ou substâncias que possuem elementos de carbono e hidrogênio em suas moléculas, podendo conter também nitrogênio, enxofre, fósforo e outros elementos que constitui sua estrutura, esse carbono depende do processo de fotossíntese visto que a incorporação no solo acontece através do processo de decomposição da serapilheira depositado e posteriormente incorporada ao solo, já a fração inorgânica se encontra principalmente no material de origem, como as rochas calcárias (MELO, 2007). Incorporados pela serapilheira e raízes, o carbono estocado no solo é resultado de milhares de anos de formação (ADUAN; VILELA; KLINK, 2003).

A produção de serapilheira é considerada como o mais importante fluxo do ciclo do carbono no solo, movimentando nutrientes da vegetação para o solo, onde podem se acumular nos horizontes orgânicos ou serem incorporados ao solo mineral e, assim, podem ser reaproveitados pela vegetação (DELITTI, 1984; KÖNIG et al., 2002). Conforme Monteiro (2011), nos ecossistemas florestais a devolução de nutrientes e carbono orgânico para o solo é feita, principalmente pela queda de serapilheira. Assim, a fertilidade do solo em ambientes naturais depende da transferência dos nutrientes da serapilheira para o solo, sendo que a cobertura vegetal e os atributos físicos, químicos e biológicos do solo, estão diretamente relacionados com a manutenção da fertilidade do solo e a produtividade vegetal. Por isso é muito importante a sua quantificação (CALDEIRA et al., 2008).

De acordo com Wink (2009), parte do carbono presente no material que atinge o solo passa a fazer parte dos constituintes no solo, principalmente na formação de compostos orgânicos e tecidos da comunidade biológica servindo como “moeda energética” para seus processos vitais essenciais ao ciclo de vida. Outra parte deste, retorna à atmosfera pela respiração dos vegetais e dos organismos do solo.

Diferentes tipos de florestas armazenam diferentes quantidades de carbono na biomassa, em função dos diferentes estágios de sucessão, idade, regime de manejo, composição de espécies e teor de carbono nos componentes de cada espécie (SANDI, 2009).

Por isso, cresce a cada dia o interesse pela pesquisa em biomassa e conteúdo de carbono das florestas, motivando muitos cientistas e instituições a ampliar análises sobre o tema (SANQUETTA, 2002). Em estudo realizado por Watzlawick et al. (2012) em uma Floresta Ombrófila Mista Montana no Paraná, os autores relatam que mais de 85% da biomassa total e do carbono orgânico total estão estocados na estrutura vegetal acima do solo, sendo o estoque total de carbono orgânico de 104,7 Mg ha⁻¹, demonstrando a importância da manutenção e preservação desses ecossistemas naturais como forma de manutenção desse estoque de carbono orgânico fixado na biomassa vegetal.

Alguns autores afirmam que em florestas tropicais, a biomassa seca pode variar entre 150 e 382 Mg ha⁻¹; sendo assim, o carbono armazenado varia de 67,5 a 171 Mg ha⁻¹ (ALEGRE et al., 2000). No solo, os estoques de carbono tendem a apresentar uma distribuição exponencial, sendo maior na superfície e decrescendo com o aumento da profundidade (ARROUAYS; PELISSIER, 1994; BAYER et al., 2006; CORAZZA et al., 1999; FREIXO et al., 2002; JOBBÁGY; JACKSON, 2000; LAL, 2005, 2008; MORAIS et al., 2013; PAIVA, et al., 2011; SALTON et al., 2011; ZINN et al., 2005). Nesse contexto, a avaliação do estoque de carbono orgânico em ambientes naturais é de extrema importância devido à sua sensibilidade destes atributos na qualidade do solo, uma vez que pode fornecer subsídios para o estabelecimento de sistemas de manejo e contribuir para a manutenção de ecossistemas sustentáveis (CARNEIRO et al., 2009).

3.4 Atributos físicos e químicos dos solos

Solo, pelo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos é definido como uma coleção de corpos naturais, constituídos por partes sólidas, líquidas e gasosas, tridimensionais, dinâmicos, formados por materiais minerais e orgânicos que ocupam a maior parte do manto superficial das extensões continentais do nosso planeta, contém matéria viva e pode ser vegetado na natureza onde ocorrem e, eventualmente terem sido modificados por interferências antrópicas (SANTOS et al., 2013). É constituído de camadas e/ou horizontes que diferem pela natureza física, química e biológica e que se desenvolvem com o tempo sob influência do clima e da atividade dos organismos (GALETI, 1989). De acordo com Coelho et al. (2013), as características dos solos podem determinar os tipos de vegetação ou de plantas que neles se desenvolvem, sua produtividade e, de maneira indireta, determinam o número e tipos de animais (incluindo pessoas) que podem ser sustentados por essa vegetação.

Os solos das regiões tropicais, normalmente, apresentam baixa fertilidade natural devido, sobretudo, à ação do intemperismo e o material de origem. Porém, em áreas localizadas sob florestas, há uma tendência de ocorrer maior deposição de matéria orgânica no solo, contribuindo, desse modo, para melhoria dos atributos químicos e físicos do solo, melhorando ainda a ciclagem de nutriente (MACHADO, 2001).

De acordo com Bognola et al. (2010), os atributos físicos são importantes componentes na avaliação das condições da qualidade do solo, ou seja, de sua capacidade produtiva, uma vez que influenciam a aeração, a capacidade de armazenamento e a disponibilidade de água para as plantas. As propriedades físicas do solo atuam direta ou indiretamente no crescimento das plantas. À medida que o solo é submetido ao uso agrícola, as propriedades físicas sofrem alterações, geralmente desfavoráveis ao desenvolvimento vegetal. Assim, as propriedades físicas do solo como, densidade, porosidade total, macroporosidade e microporosidade têm sido usadas para indicar restrições ao desenvolvimento de plantas (SPERA et al., 2004).

O solo quando mantido em estado natural, sob vegetação nativa, geralmente apresenta características físicas, como densidade do solo, porosidade, permeabilidade e estrutura, adequadas ao desenvolvimento normal das plantas (ANDREOLA et al., 2000). Por outro lado, a conversão de florestas em áreas agrícola altera o equilíbrio natural existente, modificando as propriedades do solo (MULLER et al., 2001). De acordo com Cavalcante et al. (2007), o uso do solo conduz ao aumento de sua heterogeneidade por meio dos processos de desmatamento, preparo, rotações de culturas e aplicação de fertilizantes, fazendo com que o sistema de amostragem de atributos químicos e físicos seja consideravelmente alterado.

Os atributos químicos do solo refletem de forma mais imediata ao efeito causado pelo manejo que é adotado. Além disso, permitem uma melhor compreensão da dinâmica dos elementos considerados nutrientes para as plantas e organismos do solo (BARROS, 2013).

Dentre os atributos químicos, a matéria orgânica merece destaque devido a sua importância para o ciclo de C, pois ela representa cerca de duas vezes os estoques de C da biomassa vegetal e da atmosfera (SWIFT, 2001). A sua ação cimentante promove a agregação do solo, proporcionando aumento na estabilidade de agregados (COSTA et al., 2004). Além disso, a matéria orgânica é o componente que está mais diretamente relacionado com a qualidade do solo, em virtude da sua sensibilidade ao sistema de manejo adotado e por se correlacionar com a maioria dos atributos físicos e químicos do solo. O estoque de carbono de

um solo é representado pelo balanço dinâmico entre a adição de material vegetal e a perda pela decomposição ou mineralização (MACHADO, 2005).

Quanto ao pH, apesar de muitas literaturas estabelecer o pH adequado entre 5,5 – 6,5, não existe um valor considerado ideal para o desenvolvimento de todas as culturas, sendo que este varia em função das necessidades nutricionais de cada espécie. Segundo Franchini et al. (2001), já foram observadas algumas elevações com a adição de resíduos vegetais. Esse resultado seria decorrente da complexação dos H^+ e Al^{3+} livres com compostos orgânicos aniônicos dos resíduos e do aumento da saturação da CTC do solo pelos Ca, Mg e K adicionados via resíduo vegetal, o que reduziria a acidez potencial Franchini et al. (2001).

A maior parte do território da América Tropical possui solos naturalmente ácidos (FAO, 2015). A acidez do solo é dividida em três componentes: a) acidez ativa que corresponde à atividade dos íons hidrogênio em solução e determinada através de potenciômetro ou medidor de pH; b) acidez trocável que corresponde, normalmente, à quantidade de Al^{3+} adsorvido aos colóides do solo; e c) acidez potencial que corresponde à soma da acidez trocável com os íons hidrogênio adsorvidos na superfície dos colóides, utilizando uma solução-tampão.

Com base neste contexto, o conhecimento dos atributos físicos e químicos do solo pode contribuir para a definição de melhores estratégias para o manejo sustentável do solo.

4 REFERÊNCIAS

- ADUAN, R. E.; VILELA, M.; KLINK, C. A. Ciclagem de carbono em ecossistemas terrestres. O caso do cerrado brasileiro. Documentos. **Embrapa Cerrados**, v.105, p.1-28. 2003.
- ALEGRE, J.; ARÉVALO, L.; RICSE, A.; BARBARAN, J. & PALM C. 2000. Reservas de carbono y emisión de gases con diferentes sistemas de uso de la tierra en dos sitios de la amazonía peruana. In: SYMPOSIUM INTERNACIONAL DE AGROFORESTERIA, Manaus. **Anais...** Manaus: EMBRAPA, 2000 p. 21-24.
- ANDERSON, J. D.; INGRAM, J. S. I. Tropical soil biology and fertility: A handbook of methods. **Wallingford**, 2nd ed. UK CAB International, 171p. 1996.
- ANDREOLA, F.; COSTA, L. M.; OLSZEWSKI, N. Influência da cobertura vegetal de inverno e da adubação orgânica e, ou, mineral sobre as propriedades físicas de uma Terra Roxa Estruturada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.24, p.857-865, 2000.
- ARROUAYS, D.; PELISSIER, P. Modeling carbon storage profiles in temperate forest humic loamy soils of France. **Soil Science**, v.157, n.157, p.185-192, 1994.
- BARROS, J. D. S. Contribuições da matéria orgânica do solo para mitigar as emissões agrícolas de gases de efeito estufa. *Polêmica*, v. 12, p. 341-351, 2013.
- BAYER, C. NETO-MARTIN, J.; MIELNICZUK, A.; DIECKOW, P. J. Carbon sequestration in two Brazilian Cerrado soils under no-till. **Soil & Tillage Research**, v.86, p. 237-245, 2006.
- 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.
- BENVENUTTI-FERREIRA, G.; COELHO, G. C.; SCHIRMER, J.; LUCCHESI, 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.
- BOGNOLA, I. A.; DEDECEK, R. A.; LAVORANTI, O. J.; HIGA, A. R. Influência de propriedades físico-hídricas do solo no crescimento de *Pinus taeda*. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 30, n. 61, p. 37-49, 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.277-285, 2001.
- CALDEIRA, M. V. W. **Determinação de biomassa e nutrientes em uma floresta ombrófila mista montana em General Carneiro, Paraná**. 2003. 176f. Tese (Doutorado em

Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2003.

CALDEIRA, M. V. W.; MARQUES, R.; SOARES, R. V.; BALBINOT, R. Quantificação de serapilheira e de nutrientes – Floresta ombrófila mista montana. **Revista Acadêmica**. Curitiba, v. 5, n. 2, p. 101-116, 2007.

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

CARDELUS, C. L. Litter decomposition within the canopy and forest floor of tree species in a tropical lowland rain forest, Costa Rica. **Biotropica** 42(3): 300-308, 2010.

CARNEIRO, M. A. C.; SOUZA, E. D.; PEREIRA, H. S.; AZEVEDO, W. R. Atributos físicos, químicos e biológicos de solo de cerrado sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.33, n.1, p.147-157, 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.

CAVALCANTE, E. G. S.; ALVES, M. C.; SOUZA, Z. M.; PEREIRA, G. T. Variabilidade espacial de atributos químicos do solo sob diferentes usos e manejos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 31, n. 2, p. 1329-1339, 2007.

CLARK, A. D.; BROWN, S.; KICLIGHTER, D. W.; CHAMBERS, J. Q.; THOMLINSON, J. R.; NI, J; HOLLAND, E. A. Net primary production in tropical forests: an evaluation and synthesis of existing field data. **Ecological Applications**, v.11, n.2, p.371-384, 2001.

COELHO M. R.; FIDALGO, E. C., DOS SANTOS, H. G.; BREFIN, M. D. L. M. S. Solos: Tipos, suas funções no ambiente, como se formam e sua relação com o crescimento das plantas. In: **O Ecossistema Solo** Ed.: MOREIRA F. M. S.; et al.; Lavras: Ed. UFLA, p.49, 2013.

CORAZZA, E. J.; SILVA, J. E.; RESCK, D. V. S.; GOMES, A. C. Comportamento de diferentes sistemas de manejo como fonte ou depósito de carbono em relação à vegetação de cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, n. 23, p. 425-432, 1999.

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.

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

COSTA, F. S.; BAYER, C.; ALBUQUERQUE, J. A.; FONTOURA, S. M. V. Aumento de matéria orgânica num latossolo bruno em plantio direto. **Ciência Rural**, v. 34, n. 2, p. 587-589, 2004.

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.

DELITTI, W. B. C. Estudos de ciclagem de nutrientes: instrumentos para a análise funcional de ecossistemas terrestres. **Oecologia Brasiliensis**, v.1, p.469-486. 1984.

DIDION, M.; REPO, A.; LISKI, J.; FORSIUS, M.; BIERBAUMER, M.; DJUKI, I. Towards harmonizing leaf litter decomposition studies using standard tea bags - a field study and model application. **Forests**, v.7, n.8, p.2 - 12, 2016.

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.

FERNANDES, M. M.; PEREIRA, M. G.; MAGALHÃES, L. M. S.; CRUZ, A. R.; GIÁCOMO, R. G. Aporte e decomposição da serrapilheira em área de floresta secundária, plantio de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth). e andiroba (*Carapa guianensis* Aubl.) na Flona Mario Xavier, RJ. **Ciência Florestal**, v.16, n.2, p.163-175, 2006.

FERREIRA. C. A.; SILVA, H. D. DA.; ANDRADE, G. DE C.; BELLOTE, A. F. J.; MORO, L. Deposição de material orgânico e nutrientes em Plantios de *Eucalyptus grandis* em diferentes regimes de adubação. Bol. Pesq. Fl., **Colombo**, n.43, p. 75-86, 2001.

FIGUEIREDO-FILHO, A.; MORAES, G. F.; SCHAAF, L. B.; FIGUEIREDO, D. J. Avaliação estacional da deposição de serapilheira em uma floresta Ombrófila Mista localizada no sul do estado do Paraná. **Ciência Florestal** 13: 11-18, 2003.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO. **Status of the World's Soil Resources (SWSR): Main Report**. Food and Agriculture Organization of the United Nations and Intergovernmental Technical Panel on Soils. Roma (ITA): FAO, 2015. 650p.

FRANCHINI, J. C.; GONZALEZ-VILA, F. J.; CABRERA, F.; MIYAZAWA, M.; PAVAN, M. A. Rapid transformations of plant water-soluble organic compounds in relation to cation mobilization in an acid Oxisol. *Plant Soil*, 231:55-63, 2001.

FREITAS, E. C. S.; OLIVEIRA-NETO, S. N.; FONSECA, D. M.; SANTOS, M. V.; LEITE, H. G.; MACHADO, V. D. Deposição de serapilheira e de nutrientes no solo em sistema agrossilvipastoril com Eucalipto e Acácia. **Revista Árvore**, v.37, n.3, p.409-417, 2013.

FREIXO, A. A.; MACHADO, P. L. O.; GUIMARÃES, C. M.; SILVA, C. A.; FADIGAS, F. S. Estoque de carbono e nitrogênio e distribuição de frações orgânicas de latossolo de cerrado sob diferentes sistemas de cultivo. **Revista Brasileira de Ciência do Solos**, n.26, p. 424-434, 2002.

GALETI, P. A. Guia Técnico Agropecuário: Solos. Instituto Campineiro de Ensino Agrícola. Campinas, 1989. 142p.

GARTNER, T. B.; CARDON, Z. G. Decomposition dynamics in mixed - species leaf litter. *Oikos*, v.104, p. 230 – 246, 2004.

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

GESSNER, M. O.; SWAN, C. M.; DANG, C. K.; MCKIE, B. G.; BARDGETT, R. D.; WALL, D. H.; HÄTTENSCHWILER, S. **Diversity meets decomposition**. Trends in Ecology & Evolution, 25(6), 372-380, 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.

HÄTTENSCHWILER, S.; COQ, S.; BARANTAL, S.; HANDA, I.T. Leaf traits and decomposition in tropical rainforests: revisiting some commonly held views and towards a new hypothesis. **New Phytologist**, 189(4), 950-965, 2011.

HÄTTENSCHWILER, S.; TIUNOV, A.V. E.; SCHEU, S. Biodiversity and litter decomposition in terrestrial ecosystems. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, v.36, p. 191 – 218, 2005.

HOBBIE, S. E.; VITOUSEK, P. M., 2000. Nutrient Limitation of Decomposition in Hawaiian Forests. **Ecology** 81 (7): 1867-1877.

JOBBÁGY, E. G.; JACKSON, R. B. The vertical distribution of soil organic carbon and its relation to climate and vegetation. **Ecological Applications**, n. 10, p. 423-436, 2000.

KÖNIG, F. G.; SCHUMACHER, M. V.; BRUN, E. J.; SELING, 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.

LAL, R. Carbon sequestration. Philosophical Transactions of the Royal Society B, **London**, v. 363, p. 815-830, 2008.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: RiMa Artes e Textos. 2000. 531p.

LEITÃO-FILHO, H. F. **Ecologia da Mata Atlântica em Cubatão**. Campinas: Ed. UNESP: UNICAMP. 92 p, 1993.

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.

LONGHI, S. J.; CHAMI, L. B.; WATZLAWICK, L. F.; EBLING, A. A. Produção de serapilheira e retorno de macronutrientes em três grupos florísticos de uma floresta ombrófila mista, RS. **Ciência Florestal**, v.21, n.4, p.699 -710, 2011.

MACHADO, P. L. O. A. Manejo da matéria orgânica de solos tropicais: abrangência e limitações. In: CRASWELL, E.T.; LEFROY, R.D.B. **A função da matéria orgânica nos solos tropicais**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2001. p. 3-4.

MACHADO, P. L. O. A. Carbono do solo e a mitigação da mudança climática global. **Química Nova**, São Paulo, v. 28, n. 2, p. 239-334, 2005.

MAIA, G. N. **Caatinga arvores e arbustos e suas utilidades**. São Paulo: D&Z Computação 2004.

MELO, F. F. C. **Estimativa dos estoques de carbono dos solos nos estados de Rondônia e Mato Grosso anteriores às intervenções antrópicas**. 2007. 88f. Dissertação (Mestrado em agronomia), Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Universidade de São Paulo. 2007.

MELO, J. T. Reflorestamento e retorno de nutrientes para o solo em área de cerrado. **Jornal Agrosoft**. v.3, n.1, p.203-222, 2006.

MONTEIRO, J. **Fertilidade do solo em uma floresta estacional semidecidual submontana no sul do Espírito Santo**. 2011. 44f. Monografia (graduação em engenharia florestal). Departamento de engenharia Florestal da Universidade Federal do Espírito Santo, 2011.

MORAES, R. M.; VUONO, Y. S.; DOMINGOS, M. Aspectos da decomposição da serapilheira em florestas preservadas e sujeitas à poluição atmosférica, no Estado de São Paulo, Brasil. **Hoehnea**, 22: 91-100. 1995.

MORAIS, V. A.; SILVA, C. A.; SCOLFORO, J. R. S.; MELLO, J. M.; ARAUJO, E. J. G. ASSIS, E.A. Modelagem do teor de carbono orgânico de fragmentos de cerrado de Januária e Bonito de Minas, **Pesquisa Florestal Brasileira**, v.33, n.76, p.343-354, 2013.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. Lavras: Ed. UFLA, 2002. 626p.

MULLER, M. M. L.; GUIMARÃES, T. D.; MARTINS, P. F. S. Degradação de pastagens na região Amazônica: propriedades físicas do solo e crescimento de raízes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 36:1409-1418, 2001.

MUÑOZ, A.; LÓPEZ, P. A.; RAMÍREZ, M. Soil quality attributes of conservation management regimes in a semi-arid region of south western Spain. **Soil & Tillage Research**, v.95, n.1-2, p.23-28, 2007.

NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. eds. **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p.275-374.

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.

OLIVEIRA, L. P. **Carbono e nutrientes no solo e na serapilheira em floresta ombrófila mista montana e plantio de *Pinus elliottii* engelm.** 2010. 64f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais. Universidade Estadual do Centro-Oeste, PR, 2010.

PAIVA, A. O.; REZENDE, A. V.; PEREIRA, R. S.; Estoque de carbono em cerrado Sensu Stricto do Distrito Federal. **Revista Árvore**, v.35, n.3, p.527-538, 2011.

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.

PORTES, M. C. G. O.; KOEHLER, A.; GALVÃO, F. Variação sazonal de deposição de serapilheira em uma Floresta Ombrófila Densa Altomontana no morro do Anhagava- PR. **Floresta**, v.26, n.1/2, p.3-10, 1996.

RAI, A.; SINGH, A. K.; GHOSAL, N. E.; SINGH, N. Understanding the effectieness of litter from tropical dry forests for the restoration of degraded lands. **Ecological Engineering**, v.93, p.76 – 81, 2016.

REZENDE, C. P. CANTARUTTI, R. B.; BRAGA, J. M.; GOMIDE, J. A.; PEREIRA, J. M.; FERREIRA, F.; TARRÉ, R.; MACEDO, R.; ALVES, B. J .R.; URQUIAGA, S.; CADISCH, S.; CADISCH, G.; GILLER, K. E.; BODDE, R. M. Litter deposition and disapperance in Brachiaria pastures in Atlantic forest region of South Bahia, Brazil. Nutrient cycling in Agroecosystems, **Netherlands**, v.54, n.2, p.99-112, 1999.

RODRIGUES, R. R.; LEITÃO - FILHO, H. F. Matas Ciliares: Conservação e Recuperação. São Paulo: **Fapesp**, 2001. 320p.

SALTON, J. C.; MIELNIICZUK, J.; BAYERM, C.; FABRÍCIO, A. C; MACEDO, M. C. M.; BROCH, D. L. Teor e dinâmica do carbono no solo em sistemas de integração lavoura-pecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, p.1349-1356, 2011.

SANDI, J. T. T. **Estoque de carbono no solo sob diferentes coberturas vegetais**, 2009. 97f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) -Universidade Comunitária Regional de Chapecó, 2009.

SANQUETTA, C. R. Métodos de Determinação de Biomassa Florestal. In: SANQUETTA, C. R. WATZLAWICK, L. F.; BALBINOT, R.; ZILLOTTO, M. A. B.; GOMES, F. dos S. (Ed.). **As florestas e o carbono**. Curitiba: UFPR, 2002. p.253.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. de. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2013, 53 p. il.

SANTOS, V. D. **Ciclagem de nutrientes minerais em mata tropical subcaducifolia dos planaltos do Paraná (Parque Estadual Vila Rica do Espírito Santo – Fênix/PR)**. 1989. 387f. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) – Universidade Federal de São Carlos, 1989.

SCHEER, M. B. Decomposição e liberação de nutrientes da Serapilheira foliar em um trecho de floresta Ombrófila densa aluvial em regeneração, Guaraqueçaba (PR). **Revista Floresta** Curitiba, PR, 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.

SCHUMACHER, M. V. BRUN, E. J.; RODRIGUES, L. M.; SANTOS, E. M. Retorno de nutrientes via deposição de serapilheira 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.

SCOTT, E. E.; ROTHSTEIN, D.E. The dynamic exchange of dissolved organic matter percolating through six diverse soils. **Soil & Biochemistry**, 69, 83 – 92, 2014.

SILVA, S. R.; BRITTEZ, 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) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, 2006.

SOUZA, B. V. **Estoque de carbono em diferentes fisionomias de Caatinga do Seridó da Paraíba, Brasil**. 2012. 55f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Universidade Federal de Campina Grande. 2012.

SPERA, S. T.; SANTOS, H. P.; FONTANELI, R. S.; TOMM, G. O. Efeitos de sistemas de produção de grãos envolvendo pastagens sob plantio direto nos atributos físicos de solo e na produtividade. **Revista Brasileira de Ciência Solo**, 28:533-542, 2004.

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.

TARDIF, A. E SHIPLEY, B. Using the biomass - ratio and idiosyncratic hypotheses to predict mixed - species litter decomposition. **Annals of Botany**, v.111, p.135-141, 2013.

TARDIF, A. E SHIPLEY, B. The relationship between functional dispersion of mixed - species leaf litter mixtures and species' interactions during decomposition. **Oikos**, v.124, p.1050-1057, 2014.

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.

VIEIRA, G. **Modelagem da biomassa viva e do estoque de carbono de *Nectandra grandiflora* Nees em São João do triunfo-PR. Brasil**, 2011. Dissertação (Mestre em engenharia florestal) – Departamento de ciências florestais, Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PR, 2011.

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.

WARD S. E.; ORWIN K.H.; OSTLE N. J.; BRIONES, M. J. I.; THOMSON, B. C.; GRIFFITHS R. I.; OAKLEY, S.; QUIRK, H.; BARDGETT, R. D. Vegetation exerts a greater control on litter decomposition than climate warming in peatlands. **Ecology**, v. 96, p. 113 – 123, 2015.

WATSON, R. T. Climate change 2001: synthesis report: third assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Cambridge: **Cambridge University Press**, 2001. 397p.

WATZLAWICK, L. F.; CALDEIRA, M. V. W.; VIERA, M.; SCHUMACHER, M. V.; GODINHO, T. O.; BALBINOT, R. Estoque de biomassa e carbono na Floresta Ombrófila Mista Montana Paraná. **Scientia Forestalis**, v.40, n.95, p. 353-362, 2012.

WINK, C. **Estoque de carbono em plantações de Eucalyptus sp. implantados em campo nativo**, 2009. 130f. Dissertação. (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Santa Maria, RS. 2009.

ZINN, Y. L.; LAL, R.; RESCK, D. V. S. Texture and organic carbon relations described by a profile pedotransfer function for Brazilian Cerrado soils. **Geoderma**, v.127, p.168-173, 2005.

5 CAPÍTULO I. IMPACTO DO USO DA TERRA SOBRE A PRODUÇÃO DE SERAPILHEIRA NO CONTEXTO SOCIOAMBIENTAL DA AMAZÔNIA.

RESUMO

O presente 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. A Floresta Amazônica é caracterizada por uma enorme diversidade de ambientes, com mais de 600 tipos diferentes de habitats terrestres e de água doce, que abriga vida selvagem diversificada, apontada como a área de maior biodiversidade do planeta, o maior banco genético do mundo e detentora de 1/5 da reserva de água potável mundial. No entanto, com o desflorestamento a cobertura do solo tende a diminuir, deixando os mesmos vulneráveis a fenômeno da erosão, este considerado bastante complexo, uma vez que a cobertura vegetal ou a serapilheira é fundamental na manutenção dos recursos naturais. Dentre as causas do desflorestamento na Amazônia estão as atividades pecuárias e agrícolas, os quais têm avançado do norte do Mato Grosso e nordeste de Rondônia, chegando ao sul do Amazonas na sub-região do Purus, sendo que em Humaitá já ocupa 19º lugar quanto ao desflorestamento no Amazonas, pois possui 668 km² alterados. Se medidas preventivas não forem tomadas, a perda da serapilheira devido a exploração dessas áreas pode levar a sérios problemas ambientais futuros. Portanto, conclui-se que as causas das motivações que impulsionaram o desflorestamento na Amazônia são múltiplas, sendo que a agropecuária exerce maior influência, sendo as principais responsáveis pela alteração na dinâmica da serapilheira, modificando desta forma o equilíbrio desse ecossistema.

Palavras chave: Matéria orgânica, desflorestamento, agropecuária.

5.1 INTRODUÇÃO

No final do século XX, a humanidade percebe que suas reservas naturais estão se esgotando. Vários países consumiram, ou ainda estão consumindo, o que resta das suas florestas e alguns nem tem mais o que consumir. Países que poluíram, exploraram, desflorestaram e devastaram suas florestas, agora voltam a atenção para uma das maiores reservas naturais que ainda resta no mundo, a Amazônia (RIBEIRO, 2008). Dotada de riquezas ainda inexploradas, essa região acumula alguns superlativos em escala mundial: maior bacia hidrográfica do mundo, com 20% da água doce e oito dos dez maiores rios do planeta, quase a metade da floresta tropical, maior reserva de biodiversidade, maior quantidade de matéria viva por unidade de superfície entre outros (DANTAS; FONTELES, 2007).

A Amazônia brasileira (Amazônia Legal) se estende do extremo oeste do Estado do Amazonas até o extremo leste do Estado do Maranhão; extremo norte do Estado de Roraima ao sul do Estado do Mato Grosso, na região central do Brasil. Entretanto, ela não está mais intacta (PONTES et al., 2016). Vários autores relatam que a cobertura florestal da Amazônia brasileira, vem sofrendo alterações devido ao desflorestamento. Esse, por sua vez, é causado principalmente pela ocupação humana, exploração madeireira e expansão agropecuária. Aliadas a fatores macroeconômicos, as obras de infraestrutura são umas das principais causas impulsionadoras de desflorestamentos (FEARNSIDE, 1989; ESCADA; ALVES, 2001; SOUZA Jr. et al., 2005).

De acordo com Becker (2005), as áreas de maior concentração de desflorestamento na Amazônia brasileira formam um “arco” que se estende em porções dos estados do Maranhão, Tocantins, Pará, Mato Grosso, Rondônia, Amazonas e Acre, denominada de “arco de desflorestamento”. Estudos comprovam que os estados que mais desmataram a Amazônia brasileira entre 2001 e 2003 foram os do Pará, Rondônia, Mato Grosso e Maranhão, que, juntos, corresponderam por mais de 90% do desflorestamento observado nesse período (FERREIRA et al., 2005).

Porém, atividades antrópicas podem contribuir para a variação na produção de serapilheira, pois alteram a estrutura e composição florística local (SILVA et al., 1995; OLIVEIRA, 2005), afetando o volume e a qualidade da serapilheira produzida. Tornando-se um grave problema ambiental, uma vez que a capacidade de reaproveitamento de nutrientes pela floresta está ligada à produção e decomposição da serapilheira (BRAY; GORHAM, 1964; LUIZÃO, 2007; SANCHES et al., 2008). Sendo que estes processos são especialmente

importantes em florestas que se desenvolvem em solos de baixa fertilidade química natural, como é o caso de grande parte dos solos amazônicos (QUESADA, et al. 2011).

Além disso, segundo Mendes (1994), a excessiva retirada da cobertura vegetal extingue quase que totalmente, a diversidade vegetal e reduz a animal pela alteração do habitat, deixando o ambiente desprotegido, permitindo que o solo seja afetado pelos agentes erosivos (ventos e chuvas) e aumenta o albedo da área e a temperatura do solo, o que proporciona a oxidação da sua matéria orgânica. Segundo o autor, a remoção da serapilheira torna o solo mais exposto às erosões eólica e hídrica, e arrastam as pequenas partículas (argila, silte e grânulos orgânicos), tornando-o menos fértil e com menor capacidade de armazenamento de água, assim, qualquer que seja a situação, não se pode tratar os problemas do desgaste do solo independentemente da sua vinculação com a cobertura vegetal

Portanto, defende-se a importância de desenvolver uma agropecuária mais respeitosa ao ambiente para garantir a segurança alimentar e gerar renda e emprego para a região amazônica. Entende-se que a reduzida oferta de tecnologias agrícolas e ambientais, associada ao baixo nível de capital social, tem sido a causa e o efeito das atividades altamente dependentes da depredação dos recursos naturais na região (HOMMA, 2010; HOMMA, 2014; BECKER, 2010).

Neste contexto e em vista da importância dos benefícios proporcionados pela serapilheira, o presente 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.

5.2 MATERIAL E MÉTODOS

Foi realizado o levantamento de dados junto as seguintes bases de dados: Pubmed, Scielo, Lilacs, Science Direct e Google Scholar, tendo como temas: “impacto do desflorestamento” “atividades agropecuárias”, “produção de serapilheira”, “Amazônia”, “desflorestamento na Amazônia” “contexto socioambiental na Amazônia”. Nesse levantamento buscou-se cruzar as informações da redução na produção da serapilheira e suas consequências com o desflorestamento e atividades agropecuárias, visto que são práticas que vem crescendo aceleradamente em ambientes amazônicos, considerando especialmente no chamado “arco do desflorestamento”.

5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.3.1 Características gerais da Amazônia Legal

Instituída em 1959, pela lei número 1.806 de 06/01/1953, com o intuito de melhor planejar o desenvolvimento social e econômico da região amazônica, a Amazônia legal, também conhecida como Amazônia brasileira, possui área total de 5 milhões de km² e ocupa 59% do território brasileiro. Cobre 772 municípios de nove estados: Acre, Amapá, Amazonas, Mato Grosso, Pará, Rondônia, Roraima, Tocantins e parte do estado do Maranhão (IPEA, 2008; IBGE, 2015).

A Floresta Amazônica é caracterizada por uma enorme diversidade de ambientes, com mais de 600 tipos diferentes de habitats terrestres e de água doce (MMA/SBF, 2013), que abriga vida selvagem diversificada, apontada como a área de maior biodiversidade do planeta, o maior banco genético do mundo e detentora de 1/5 da reserva de água potável mundial (IBGE, 2010). De acordo com o IBGE, (2014), apresenta a maior bacia hidrográfica do planeta, o que corresponde a 5% da superfície terrestre.

A umidade relativa do ar é superior a 80% durante a maior parte do ano. O clima não é uniforme, pois há regiões onde se encontra estação seca, longa e bem definida, com baixa umidade relativa do ar (típico de cerrado), e outras bem úmidas, praticamente não existindo estação seca (MEIRELLES-FILHO, 2004). A amplitude térmica sazonal é da ordem de 1-2⁰ C, sendo que os valores médios situam-se entre 24 e 26⁰ C. Especificamente, Belém (PA) apresenta a temperatura média mensal máxima de 26,5⁰ C em Novembro e a mínima temperatura de 25,4⁰ C em Março (FISCH, 1996). Manaus (AM), por outro lado, possui seus extremos de temperatura nos meses de setembro (27,9⁰ C) e abril (25,8⁰ C) (AMORIM-

NETO, 2013). De acordo com Salati e Marques (1984), a Amazônia legal apresenta as médias mensais de 48 estações meteorológicas espalhadas pela Amazônia.

As fitofisionomias da Amazônia são bastante diversificadas. Atualmente, a Amazônia apresenta fitofisionomias variando desde savanas, cerrados, com domínio das florestas nas suas mais variadas fitofisionomias e intimamente associadas ao clima e ao solo (VALE JÚNIOR et al., 2011).

A Amazônia é ocupada por uma diversidade de grupos étnicos e por populações tradicionais constituídas a partir dos vários processos de colonização e miscigenação por qual passou a região. Dessa forma, pode-se afirmar que o homem amazônico é hoje resultado de muitas misturas, com povos e etnias, ou seja, é resultado de todo este processo de colonização por que tem passado a Amazônia (LIRA; CHAVES, 2016).

Historicamente, a Amazônia legal é a região mais carente do País em termos de infraestrutura, tratando-se do escoamento de bens consumidos internamente ou exportados (OLIVEIRA et al., 2015). As condições das estradas são precárias e, embora haja longos trechos de rios com potencial para a navegação, apenas a hidrovia formada pelos Rios Madeira e Amazonas possibilitam condições de navegar (O ESTADO DE S. PAULO, 2013). No entanto, o principal problema da Amazônia é o desflorestamento, decorrente do modo de ocupação e do uso da terra (IBGE, 2014). Com o desflorestamento, a cobertura vegetal do solo tende a diminuir, deixando os mesmos vulneráveis fenômeno este considerado bastante complexo, uma vez que a cobertura vegetal ou a serapilheira é um fator importante na manutenção dos recursos naturais renováveis, sendo que exerce função essencial na manutenção do ciclo da água, protegendo o solo contra o impacto das gotas de chuva aumentando a porosidade e a permeabilidade pela ação das raízes, proporcionando a manutenção da umidade e a fertilidade do solo (BERTONI; LOMBARDI NETO, 1985). Este último devido a própria ciclagem interna da floresta, visto que no passado Sombroek (1966), concluiu que a exuberância da vegetação não era devido a solos ricos em nutrientes, mas sim a própria ciclagem interna da floresta. Tanto que, alguns estudos comparam os solos da Amazônia com solos de regiões de desertos e savanas, prevendo que caso ocorra a conversão da floresta em áreas de pastagem ou agricultura um desastre ambiental por deficiência do solo em sustentar tais estruturas (ANADON et al., 2014; BROADBENT et al., 2008).

5.3.2 Interferência do desflorestamento na dinâmica de produção da serapilheira

Em sistemas florestais, o desflorestamento é o principal fator responsável por alterar a dinâmica da matéria orgânica do solo (MOS), potencialmente reduzindo o seu estoque, pois promove um rompimento do equilíbrio no ecossistema, ao diminuir a entrada de resíduos (SILVER et al., 2001; LAL, 2005). Em consequência disso, podem ocorrer alterações na estabilização dos agregados do solo, na capacidade do solo de reter água e no desenvolvimento de organismos e microrganismos do solo (GUARIGUATA; OSTERTAG, 2001).

Ao longo das últimas décadas, houve uma modificação contínua da floresta amazônica, o que levou a uma perda importante de cobertura florestal, dada a extensão das terras atingidas. Estados como Maranhão, Mato Grosso, Pará e Rondônia tiveram seu uso do solo enormemente alterado, com redução de biodiversidade (florestal e animal) e de técnicas de cultivos agroflorestais desenvolvidas por diversos grupos sociais em unidades produtivas familiares (CASTRO, 2005).

Na atualidade, o desflorestamento da floresta amazônica brasileira consiste em um dos principais problemas ambientais enfrentados pelo Brasil (PRATES et al., 2009). De acordo com Rivero et al. (2009), apresenta como principais causas diretas a pecuária, a agricultura de larga escala e a agricultura de corte e queima.

Segundo Fearnside (2007), existe um elenco muito grande de fatores e agentes que promovem o desflorestamento da Amazônia; e conseqüentemente a redução na produção de serapilheira. Para Hogan (2001), a utilização indevida do solo é responsável pelo aumento nos níveis de desflorestamento, a exemplo da construção de estradas, formação de núcleos populacionais, hidrelétricas e as atividades econômicas. Dessas causas, a expansão da pecuária bovina é a mais importante. A remoção temporária ou parcial da floresta para a sua conversão em áreas de pastagens e agrícolas associadas com a extração seletiva de madeira emite uma entre 0,6 e 0,9 (+/- 0,5) PgC.ano⁻¹ (RIVERO et al., 2009).

Além disso, campos de pastagem produzem menos serapilheira que a vegetação original, o que reduz a capacidade de retenção da superfície, aumentando a proporção de chuva que escoar como fluxo superficial. Da mesma forma que a retirada da cobertura florestal leva a um declínio nos valores de matéria orgânica do solo (SILVER et al., 2001; LAL, 2005).

Sobre o impacto das rodovias sobre o desflorestamento, existe certo consenso na literatura de que a abertura ou a pavimentação não gera o desflorestamento, mas sim facilita o acesso dos agentes a áreas até então isoladas (PFAFF, 1996; LAURENCE et al., 2004;

FEARNSIDE, 2006; FERANSIDE; GRAÇA, 2006; SOARES-FILHO et al., 2005). Porém, resultados encontrados por Pfaff et al. (2007), que analisaram o impacto da ampliação das rodovias sobre o desflorestamento na Amazônia, concluíram que o aumento das rodovias na região, pavimentadas ou não, contribuiu para o aumento do desflorestamento. Alves (2002) afirma que o desflorestamento se expande em torno das estradas e nas bordas das áreas já desmatadas. Além disso, as estradas estão diretamente ligadas à exploração madeireira e à grilagem de terras (VERÍSSIMO et al., 1998). Segundo um levantamento inédito do Imazon (Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia), pelo menos 15% da perda de cobertura florestal de 2001 a 2003 ocorreu numa faixa de 3.000 km que vai da Terra do Meio, no Pará, a Lábrea, sudoeste do Amazonas. Nessas áreas, o desflorestamento está fortemente associado à grilagem de terras públicas e à expansão de estradas clandestinas, estas, resultado da ação de madeireiros e garimpeiros ilegais. Consequentemente, ao ficarem desprotegidas da sua cobertura vegetal, essas terras empobrecem rapidamente, gerando ainda grandes prejuízos ao meio ambiente.

Quanto a atividade madeireira, a Amazônia brasileira tem se configurado como uma das principais regiões produtoras de madeira tropical no mundo (OIMT, 2007, 2009, 2013). A exploração seletiva de madeira, segundo Asner et al. (2005), representa uma importante atividade econômica para a Amazônia Brasileira. De acordo com Lentine et al. (2005), em 2004 este setor gerou quase 400 mil empregos, isso equivale a 5% da população economicamente ativa da região, e sua receita bruta foi de US\$ 2,3 bilhões. No entanto, embora o desflorestamento possibilite ganhos econômicos decorrentes da extração madeireira e do uso alternativo do solo, suas consequências são significativas, tanto em níveis locais, regionais ou globais (PRATES, 2008). A remoção da serapilheira devido essa prática pode ocasionar graves consequências, como a perda da biodiversidade, extinção de animais silvestres e perda dos serviços ecológicos prestados pela floresta, como a manutenção do clima e do ciclo hidrológico.

Vale ressaltar que a floresta, muitas vezes, não é diretamente derrubada, mas degradada, e esta ação na Amazônia responde por aproximadamente 25% das emissões de gases atribuídas à perda florestal no Brasil, ocasionada pelo tipo da técnica de extração madeireira empregada nessa região (RIBEIRO, 2014).

Outros fatores que devem ser destacados são os conflitos e tensões, pois estes definiram de certa forma, a imagem da Amazônia perante o mundo: um lugar de pistolagem, de trabalho escravo, de mortes políticas anunciadas e de chacinas. Todos esses fatos

relacionados à violência têm a ver com o território, pois resultam da disputa pela terra e por recursos, da pressão para desalojar os que ali já se encontravam ou ainda da cobiça, com a grilagem de novas terras, e conseqüentemente das práticas ilegais de derrubada da mata e de espécies madeireiras sob o controle do Ibama, da depredação e erosão dos cursos d'água nos garimpos de rios (CASTRO, 2005). Todos esses fatores estão intrinsicamente ligados a redução da camada vegetal, uma vez quanto menos cobertura tiver a superfície do solo, maior será a desagregação superficial do mesmo, (COSTA et al., 2015). Problemas dessa natureza podem afetar diretamente o equilíbrio de ecossistemas naturais e, conseqüentemente, a relação homem *versus* meio ambiente (VALENTINI et al., 2012).

5.3.3 Influência do arco do desflorestamento e da agropecuária na dinâmica de serapilheira

As áreas de maior concentração de desflorestamento na Amazônia brasileira formam um “arco” que se estende em porções dos estados do Maranhão, Tocantins, Pará, Mato Grosso, Rondônia, Amazonas e Acre, sendo denominado “arco do desflorestamento” (BECK, 2005). Segundo MIRAGAYA (2013):

O desflorestamento não tem ocorrido de uma forma generalizada na Amazônia. Os números revelam que ele tem se concentrado numa espécie de arco ao longo das fronteiras oriental e meridional do bioma amazônico, ocupando também áreas de cerrado e da chamada floresta de transição, mais conhecido como “Arco do Desflorestamento” e que teve a ocupação viabilizada por uma ampla malha de transportes, mesmo que em precária condição de trafegabilidade, que permitiu a vinculação dessas áreas com os principais mercados do Centro-Sul do País e com o mercado internacional.

De acordo com Rivero et al. (2009), dentre as causas do desflorestamento na Amazônia estão a pecuária e a produção de soja. Em 2011, aproximadamente 15% da Amazônia Legal havia sido convertida em áreas de pastagem ou de agricultura (MAY; MILLIKAN; GEBARA, 2011).

A produção pecuária e o cultivo da soja têm avançado do norte do Mato Grosso e nordeste de Rondônia, chegando ao sul do Amazonas na sub-região do Purus. Áreas de floresta natural têm sido substituídas por pastagens e produção agrícola, gerando conseqüências das mais diversas possíveis, causando vários distúrbios ambientais, em níveis local, regional e global (PIMENTEL et al., 2010). Além disso, a região sul do Amazonas é vista como uma região de fronteira da exploração agrícola devido ao seu acesso com os

demais estados vizinhos, destacando-se as cidades de Humaitá e Lábrea como as mais vulneráveis ao aumento da degradação ambiental gerado pelas intensas pressões para a liberação da expansão agropecuária nestes locais (ABADIAS, 2018).

De acordo com o INPE (2004), no estado do Amazonas, os municípios de Lábrea e Boca do Acre em 2009 apresentaram as maiores áreas desmatadas, 3.151 km² e 1.903,8 km², respectivamente. Enquanto que os municípios de Canutama e Humaitá serão diretamente atingidos pelo asfaltamento da rodovia BR-319 (trecho Manaus/AM Porto Velho/RO), o que pode desencadear o aumento do desflorestamento nessa região, pois a pavimentação de estradas e/ou a construção de vicinais (ramais) representa um dos principais vetores de desflorestamento na Amazônia (LAURANCE et al., 2002; ALVES, 2002)

Humaitá está em 19º lugar quanto ao desflorestamento no Amazonas, pois possui 668.0 km² alterados (INPE, 2004). De acordo com Macedo; Texeira (2009), o desflorestamento no município caracteriza-se pela sua concentração no entorno das rodovias BR-319 (Manaus-Porto Velho) e BR-230 (Transamazônica). Ainda segundo este autor, estes trechos viários concentram espacialmente as principais atividades econômicas como a agricultura, a pecuária e a exploração madeireira que apesar de não ter tanta intensidade na região, se desenvolveu em torno do rio Madeira e seus afluentes.

Quanto à soja, a sua expansão também passou a ser vista como um grande risco. O crescimento da produção de soja tem sido apontado como um dos motivos para o aumento das taxas de desflorestamento a partir do fim da década de 1990. Sendo que a influência desta cultura sobre o desflorestamento é predominantemente indireta. Sua expansão tem acontecido fundamentalmente em pastagens já formadas, onde o custo de implantação da atividade é menor. No entanto, ao ocupar as pastagens existentes, a soja acaba pressionando a expansão da pecuária para outras áreas de florestas (ALENCAR et al., 2004). Por exemplo, em Paragominas, Pará, a soja é plantada em áreas de pastagem velha. Entretanto, para substituir pastagens perdidas, os fazendeiros podem desmatar mais áreas de florestas dentro das suas propriedades (FEARNSIDE, 2006).

Em Humaitá a pressão maior está sobre a área de campos naturais. Porém, a expansão da soja deverá continuar gerando, indiretamente, novos desflorestamentos e afetando a dinâmica da serapilheira, pois, além da área de cerrado, que há muito tem ocupado, passa agora a utilizar áreas de pastagem que também estão em expansão (ALENCAR et al., (2004). Portanto, há necessidade de instrumentos de regulação ambiental para esta região, devido à forte pressão e tensão da atividade graneleira sobre a floresta (FLEXOR et al. 2006).

Se medidas preventivas não forem tomadas, a escassez da serapilheira devido a exploração dessas áreas pode levar a sérios problemas ambientais, afetando não só a questão ambiental, mas a sociedade como um todo. O assoreamento dos lagos, o rebaixamento do aquífero, causado pela redução de infiltração de água das chuvas no subsolo, a diminuição dos índices pluviométricos, em consequência do fim da transpiração das plantas, e elevação das temperaturas locais e regionais, devido a maior irradiação de calor para a atmosfera a partir do solo exposto, são apenas alguns agravantes que podem ser inseridos no contexto socioambiental.

5.3.4 Os impactos da redução da serapilheira do solo como consequência do desflorestamento na Amazônia

Como já fora dito antes, o principal problema ambiental na Amazônia é o desflorestamento de suas florestas. Este processo tem impactos ambientais severos, devido a retirada da cobertura protetora do solo, inclusive perda de biodiversidade (MYERS, 1992), exposição do solo à erosão (FEARNSIDE, 2003), perda das funções da floresta na ciclagem da água (LEAN et al., 1996) e no armazenamento de carbono (FEARNSIDE, 2000).

A diminuição das áreas de floresta, associada à prática das queimadas, causam efeitos danosos em vários âmbitos, tanto em escala global, como regional ou local (PRATES, 2008). Mello et al. (2011) ressaltam que a prática de corte e queima da vegetação é muito utilizada para o preparo da terra e instalação da produção de culturas anuais ou instalação de capim, no entanto tem como consequências impactos elevados para a sociobiodiversidade. Desta forma, a agricultura de pequenas propriedades, ou familiar, também exercem grande impacto sobre o desflorestamento, pois, de forma geral, ela está baseada no desmatamento e na queima para o preparo do solo (PRATES; BACHA, 2011). Quando o solo perde a sua capacidade de produção, e isso ocorre em média a cada três anos de uso, os agricultores partem para uma nova área de mata densa (HOMMA, 2006), esse processo afeta diretamente a dinâmica da serapilheira, além de provocar alterações no clima (aumento da temperatura e desequilíbrio do regime de pluviosidade), na composição química da atmosfera (aumento da concentração de CO₂ e outros gases) e no ciclo hidrológico. Além disso, deterioram o solo e geram a extinção da flora e fauna (PRATES, 2008).

Cada hectare a mais de desflorestamento, eleva a probabilidade de que ocorram certos impactos alguns deles catastróficos. É preciso que haja não só uma avaliação de tal efeito sobre a probabilidade de ocorrência destas consequências, mas também uma decisão social

sobre o valor a ser atribuído aos diferentes níveis de risco de cada tipo de resultado possível (FEARNSIDE, 1993).

Portanto, o impacto do desflorestamento traz como consequência a perda de oportunidades para o uso sustentável da floresta, incluindo a produção de mercadorias tradicionais tanto por manejo florestal para madeira como por extração de produtos não madeireiros. O desflorestamento, também, sacrifica a oportunidade de capturar o valor dos serviços ambientais da floresta (FEARNSIDE, 2006). A natureza não sustentável de praticamente todos os usos de terra implantados, numa escala significativa em áreas desmatadas, faz com que as oportunidades perdidas de manter a floresta de pé sejam significativas a longo prazo (FEARNSIDE, 2006). Por isso, é fundamental uma fiscalização comprometida com a sociedade e que tenha por objetivo cuidar da Amazônia para as futuras gerações (JESUS-NETO, 2011).

5.4 CONCLUSÕES

Este artigo procurou tratar da importância da serapilheira na Amazônia legal, mostrando dentro de um contexto socioambiental como esse ecossistema vem sendo afetado pela ocorrência de desflorestamentos e pela agropecuária, que já é uma realidade no Sul do Amazonas. Abordou-se inicialmente a descrição da Amazônia, sua localização, características, biodiversidades, clima e tipologias vegetais predominante, afim de mobilizar o leitor para a importância desse bioma para o mundo, visto que é o único que ainda está conservado em termos de tamanho e diversidade. No entanto, devido ao ritmo acelerado do desflorestamento, esse bioma vem sendo ameaçado.

Posteriormente, conforme mostrado no estudo, analisou-se como a dinâmica da serapilheira vem sendo afetada devido o crescente desflorestamento. Mostrando a importância desta para o ecossistema. Foi observado que dessas causas, a expansão da pecuária bovina é a mais importante, seguido do cultivo da soja, pois são atividades econômicas que requerem extensas áreas para produção e possuem presença muito forte nessa região. Porém não são as únicas, uma vez que, são vários os fatores que promovem o desflorestamento da Amazônia. Dessa forma, também foi relatado o impacto causado devido a construção de rodovias, hidrelétricas, atividades madeireiras e assentamentos.

Desta forma, a ocupação da Amazônia apresenta um caráter social, pois advém das mudanças provocadas pelo uso da terra para fins privados. Essa ocupação se inicia com a extração de madeiras e segue com a pecuária e a produção de soja. Na maioria das vezes, o que antecede essas atividades é a grilagem das terras públicas, através de mecanismos ilícitos de apropriação dessas terras, como a utilização de documentos falsos e o uso da violência.

Portanto, conclui-se com este estudo que as causas das motivações que impulsionaram o desflorestamento na Amazônia são múltiplas, sendo que a agropecuária exerce maior influência, sendo as principais responsáveis pela alteração na dinâmica da serapilheira, modificando desta forma o equilíbrio desse ecossistema, uma vez que serapilheira promove a ciclagem de nutrientes do solo além de proteger o mesmo de forças erosivas.

5.5 REFERÊNCIAS

- ABADIAS, I. M. Manejo da pecuária no Sul do Amazonas: uma análise dos principais impactos ambientais. 57 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais). Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais. Universidade Federal do Amazonas, 2018.
- ALENCAR, A.; NEPSTAD, D.; MCGRATH, D.; MOUTINHO, P.; PACHECO, P.; DIAZ, M. de L. C.; SOARES FILHO, B. **Desmatamento na Amazônia: indo além da emergência crônica**. Manaus, Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia (Ipam), p.89, 2004.
- ALVES, D. S. Space-time dynamics of deforestation in Brazilian Amazon. **International Journal of Remote Sensing**, v. 23 n. 14, p. 2903-2908, 2002.
- AMORIM NETO, A. C. 2013. 128 f. **Estrutura e evolução de frentes frias intensas na região amazônica brasileira**. Tese (Doutorado em Clima e Ambiente). Universidade Estadual do Amazonas-UEA. Instituto Nacional de Pesquisas Amazônicas-INPA. Manaus, 2013.
- ANADON, J. D., SALA, O. E.; MAESTRE, F. T. Climate change will increase savannas at the expense of forests and treeless vegetation in tropical and subtropical Americas. **Journal of Ecology**, v. 102, p. 1363–1373, 2014.
- ASNER, G. P.; KNAPP, D. E.; BROADBENT, E. N.; OLIVEIRA, P. J. C.; KELLER, M.; SILVA, J. N. Selective Logging in the Brazilian Amazon. **Science**, v. 310, n. 5747, p. 480-482, 2005.
- BECKER, B. K. Geopolítica da Amazônia. **Estudos Avançados**, v.19, n.53, p.71-86, 2005.
- BECKER, B. K. Ciência, tecnologia e inovação: condição do desenvolvimento sustentável da Amazônia, **in: Anais da Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação**, 4. Sessão Plenária 1: Desenvolvimento Sustentável. Brasília, Ministério de Ciência e Tecnologia, 2010, p. 91-106.
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. Conservação do solo. Piracicaba: Livroceres, 1985. 392p.
- BRAY, J. R.; GORHAM, E. Litter production in forests of the world. **Advances in Ecological Research**, v. 2, p. 101-157, 1964.
- BROADBENT, E.; ASNER, G.P.; KELLER, M.; KNAPP, D.; OLIVEIRA, P.; SILVA, J. Forest fragmentation and edge effects from deforestation and selective logging in the Brazilian Amazon. **Biological Conservation**, v. 140, p. 142–155, 2008.
- CASTRO, E. **Dinâmica socioeconômica e desmatamento na Amazônia**. v. 8, n. 2, p. 5-39, 2005.
- COSTA, C. D. De O.; ALVES, M. C.; SOUSA, A. De P. Atributos químicos dos solos sob diferentes usos e manejos em uma sub-bacia no Nordeste do estado de São Paulo. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 14, n. 2, p. 119-126, 2015.

DANTAS, T. M.; FONTELES, L. V. Avanço da Fronteira Agrícola na Amazônia. 2007. Disponível em:
<http://bvs.panaftosa.org.br/textoc/avancos_frenteira_agricola_amazonia.pdf> Acesso em: 06-2019.

ESCADADA, M. I. S.; ALVES, D. S. 2001. **Mudanças de uso e cobertura do solo na Amazônia: Impactos sócio-ambientais na ocupação de regiões de fronteira agrícola.** Relatório Técnico Parcial/Programa de Ciência e Tecnologia para Gestão de Ecossistemas/Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São Paulo, SP. 45p.

FEARNSIDE, P. M. **Ocupação Humana de Rondônia: Impactos, Limites e Planejamento.** Relatórios de Pesquisa No. 5, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Brasília, DF, Brasil. 76 p, 1989.

FEARNSIDE, P. M. Migração, colonização e meio ambiente: o potencial dos ecossistemas amazônicos. **Cadernos de Saúde Pública.** v.9, n.4, p. 448-457, 1993.

FEARNSIDE, P. M. Greenhouse gas emissions from land use change in Brazil's Amazon region. In: LAL, R.; DIMBLE, J. M.; STEWART. (Eds.). **Global Climates Change and Tropical Ecosystems.** Advances in Soil Science. Boca Raton, Flórida, E.U.A.: CRC Press. 2000. p. 231-249.

FEARNSIDE, P. M. **A Floresta Amazônica nas Mudanças Globais.** Manaus: INPA, 2003. 134 p.

FEARNSIDE, P. M. Desmatamento na Amazônia: dinâmica, impactos e controle. **Acta Amaz.** v. 36 n. 3, 2006.

FEARNSIDE, P. M. **O cultivo da soja como ameaça para o meio ambiente na Amazônia brasileira,** 2006, p. 284 In: L.C, R.S.S. MURRIETA and I.C.G. VIEIRA (eds.) *Amazônia além dos 500 Anos.* Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém, Pará, Brasil.

FEARNSIDE, P. M. Amazon forest maintenance as a source of environmental services, *Annals of the Brazilian Academy of Sciences*, v. 80, p. 101-114, 2007.

FEARNSIDE, P. M.; GRAÇA, P. M. L. A. BR-319: Brazil's Manaus-Porto Velho Highway and the potential impact of linking the arc of deforestation to central Amazonia. **Environmental Management**, v. 38, n. 5, p. 705-716, 2006.

FERREIRA, L. V.; VENTICINQUE, E.; ALMEID, S. O desmatamento da Amazônia e a importância das áreas protegidas. **Estudos avançados.** v.19, n. 53, 2005.

FISCH G. et al. Clima da Amazônia. **Climanálise Especial** – Edição comemorativa de 10 anos. Vol. 11, n. 10, p. 24-41, 1996.

FLEXOR, G. G.; LEAO, S. A. V.; LIMA, M. S. A expansão da cadeia de soja na Amazônia: os casos do Pará e Amazonas. In: **Anais XLIV congresso da sober: Questões Agrárias, Educação no Campo e Desenvolvimento.** Fortaleza, 23 a 27 de julho de 2006.

GUARIGUATA, M. R.; OSTERTAG, R. Neotropical secondary succession: changes in structural and functional characteristics. **Forest Ecology and Management**, v. 148, p. 85-206, 2001.

HOGAN, D. J. Demographic dynamics and environmental change in Brazil. **Ambiente e Sociedade**, v. 4, n. 9, p. 43-73, 2001.

HOMMA, A. K. O. Agricultura familiar na Amazônia: a modernização da agricultura itinerante. In: SOUZA, I. S. F. (Ed). **Agricultura familiar na dinâmica da pesquisa agropecuária**. Brasília: Embrapa informação tecnológica, 2006. P. 33-60.

HOMMA, A. K. O. Política agrícola ou ambiental para resolver os problemas da Amazônia? **Revista de Política Agrícola**, v. 19, n. 1, p. 99-102, 2010.

HOMMA, A. K. O. **Extratativismo vegetal na Amazônia: história, ecologia, economia e domesticação**. Brasília/DF: Embrapa, 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Cadastrros de municípios localizados na Amazônia Legal**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geografia/amazonialegal.shtm?c=2>>. Acesso em: 14/09/2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Indicadores de Desenvolvimento Sustentável: Brasil 2010**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/recursosnaturais/ids/ids2010.pdf>>. Acesso em 12 jun. 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRÁFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Amazônia Legal**. Disponível em: <ftp://geofp.ibge.gov.br/mapas_tematicos/integrado_zee_amazonia_legal/amazonia_administrativo.pdf>. Acesso em: 6 jun. 2014.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). **Programa de ciência e tecnologia para gestão de ecossistemas ação “métodos, modelos e geoinformação para a gestão ambiental”**. **Configurações espaciais do processo de desflorestamento da Amazônia, 2004**. Disponível em <http://www.dpi.inpe.br/geopro/modelagem/relatorio_configuracoes_desflorestamento.pdf>. Acesso em jun. 2019.

IPEA. O QUE É? AMAZÔNIA LEGAL. **Desafios do desenvolvimento**, ANO 5, ED. 44, P. 64. 2008.

JESUS-NETO, M. R. 2011. 35 f. **A ação humana sobre o meio ambiente e o desmatamento na Amazônia**. Monografia. Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras “Mater Divina Gratiae”. Universidade “Presidente Antônio Carlos” e Lavras. Barbacena, 2011.

LAURANCE, W. F.; ALBERNAZ, A. K. M.; FEARNSIDE, P. M.; VASCONCELOS, H. L.; FERREIRA, L. V. Deforestation in Amazonia. **Science**, n. 304, p. 1109-1111, 2004.

LAURANCE, W. F.; ALBERNAZ, A. K. M.; SCHROTH, G.; FEARNSIDE, P. M.; BERGEN, S.; VENTINCINQUE, E. M.; COSTA, C. Da. Predictors of Deforestation in the Brazilian Amazon. **Journal of Biogeography**, v. 29, p. 737-748, 2002.

- LAL, R. Forest soils and carbon sequestration. **Forest Ecology and Management**. v. 220, p. 242-258, 2005.
- LEAN, J.; BUNTON, C. B.; NOBRE, C. A.; ROWNTREE. The simulated impact of Amazonian deforestation on climate using measured ABRACOS vegetation characteristics. In: GASH, J. H. C.; NOBRE, C. A.; ROBERTS, J. M.; VICTORIA, R. L. (Eds.). **Amazonian deforestation and climate**. Wiley, Chichester, Reino Unido, 1996. p. 549-576.
- LENTINI, M.; PEREIRA, D.; CELENTANO, D.; PEREIRA, R. 2005. **Fatos florestais da Amazônia**. 2005. Belém: Imazon. 141 p.
- LIRA, T. De M.; CHAVES, M. Do P. S. R. Comunidades ribeirinhas na Amazônia: organização sociocultural e política. **Interações (Campo Grande)**, v. 17, n. 1, 2016.
- LUIZÃO, F. J. Ciclos de nutrientes na Amazônia: respostas às mudanças ambientais e climáticas. **Ciência e Cultura**. v. 59, p. 31-35, 2007.
- MACEDO, M. A.; TEIXEIRA, W. Sul do Amazonas. Nova fronteira agropecuária? O caso do município de Humaitá. **Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**. Natal. Brasil. 25-30 abril 2009. INPE. p. 5933-5940.
- MAY, P. H.; MILLIKAN, B.; GEBARA, M. F. O contexto de redd+ no brasil: determinantes, atores e instituições. Bogor, indonésia: center for international forestry research, publicação ocasional, v. 62, 2011.
- MEIRELLES FILHO, J. C. **O livro de ouro da Amazônia: mitos e verdades sobre a região mais cobiçada do planeta**. Rio de Janeiro: Ediouro, 2004.
- MELLO, A. H. de; COSTA, K. C. G.; ARAÚJO JR., L. M. de; PEREIRA, F. D. Qualidade dos solos e sustentabilidade dos sistemas agrícolas: estudo de caso em estabelecimentos familiares da região Sudeste do Pará. In: HENTZ, A.; MANESCHY, R. **Práticas Agroecológicas- Soluções sustentáveis para a agricultura familiar na região sudeste do Pará**. Jundiaí: Paco Editorial, 2011. p.147-160.
- MENDES, B. V. Uso e conservação da biodiversidade no Sem i-árido: GTI Recursos naturais e meio ambiente - Projeto Áridas. Fortaleza: [Sin], 1994.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE E SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO. **Florestas do Brasil em Resumo (Relatório)**. Brasília, DF, 2013.
- MIRAGAYA, J. F. G. **Transformações no Arco do Desmatamento: a expansão da pecuária bovina na Amazônia, pressões sobre o ambiente e o papel das políticas públicas na contenção do desmatamento, 1990-2010**. 2013. 253 f. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Sustentável) – Centro de desenvolvimento sustentável. Universidade de Brasília, 2013.
- MYERS, N. **The primary source: Tropical Forests and our Future**. 2. ed. New York: W.W. Norton. 1992. 416 p.

O ESTADO DE S. PAULO. **Logística deficiente agrava a posição relativa do País.**

Disponível em: <<http://www.estadao.com.br/noticias/impresso,logistica-deficiente-agrava-a-posicao-relativa-do-pais,1144075,0.htm>>. Acesso em: 06 de jun. 2013.

OIMT. Reseña anual y evaluación de la situación mundial de las maderas. Organización Internacional de las Maderas Tropicales 2006. Yokohama, Japón. **OIMT**. 2007. 222 p.

OIMT. Reseña anual y evaluación de la situación mundial de las maderas. Organización Internacional de las Maderas Tropicales 2008. Yokohama, Japón. **OIMT**. 2009. 229 p.

OIMT. Reseña anual y evaluación de la situación mundial de las maderas. Organización Internacional de las Maderas Tropicales 2012. Yokohama, Japón. **OIMT**. 2013. 205 p.

OLIVEIRA, L. C. 2005. 183 p. Efeito da exploração da madeira e de diferentes intensidades de desbastes sobre a dinâmica da vegetação de uma área de 136 ha na Floresta Nacional do Tapajós. Tese (doutorado em recursos florestais), Universidade de São Paulo, Piracicaba, São Paulo. 2005.

OLIVEIRA, R. R. De O.; ZATTA, F. N.; BOTH, L. P.; CASTRO, D. S. P. De.; ALMEIDA, D. A. De. Desafios logísticos na Amazônia Legal: Estudo de caso em uma agroindústria. **Espacios**. v. 36, n. 5, p. 8, 2015.

PFAFF, A. S. P. **What drives deforestation in the Brazilian Amazon? MIT Joint Program on the Science and Policy of Global Change**. Cambridge, 1996. 32 p.

PFAFF, A. S. P. ROBALINO, J.; KIRBY, K. R. Road investments, spatial spillovers, and deforestation in the Brazilian Amazon. **Journal of Regional Science**, v. 47, n. 1, p. 109-123, 2007.

PIMENTEL, E. T.; ARAUJO, R.C.L. . Estudo de geotermia rasa na cidade de Humaitá-AM. *Revista Brasileira de Geofísica (Impresso)*, v. 28, p. 563-578, 2010.

PONTES, R. V. R.; NORONHA, M. C.; PONTES, K. R. M. Desflorestamento no sul do Amazonas: embate entre o desenvolvimento econômico e a conservação ambiental. **Parcerias Estratégicas (Impresso)**, v. 21, p. 61-87, 2016.

PRATES, R. C. 2008. 180 f. **O desmatamento desigual na Amazônia brasileira: sua evolução, suas causas e consequências sobre o bem estar**. Tese (Doutorado em Economia aplicada). Universidade de São Paulo. Escola Superior de Agricultura “Luís de Queiroz”. Piracicaba, 2008.

PRATES, R. C.; BACHA, C. J. C. Os processos de desenvolvimento e desmatamento da Amazônia. **Economia e Sociedade**, v. 20, n. 3, p. 601-636, 2011.

PRATES, R. C.; SERRA, M. A. O impacto dos gastos do Governo Federal no desmatamento no Estado do Pará. **Nova Economia (UFMG. Impresso)**, v. 19, p. 95-116, 2009.

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.

RIBEIRO, G. Dos R. 2014. 177 f. **Desmatamento na amazônia – causas e Consequências: uma análise da construção do Discurso ambiental nos jornais o liberal e a Crítica**. Dissertação (Mestrado em Magister Scientiae). Programa de Pós-Graduação em Letras. Universidade Federal de Viçosa. Minas Gerais, 2014.

RIVERO, S.; ALMEIDA, O.; ÁVILA, S.; OLIVEIRA, W. Pecuária e desmatamento: uma análise das principais causas diretas do desmatamento na Amazônia. **Nova Economia** (UFMG. Impresso), v. 19, p. 41-66, 2009.

SALATI, E.; MARQUES, J. Climatology of the Amazon region. In **The Amazon - Limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin**. Sioli, H. (ed.). Dr. W. Junk Publishers, 763 p. 1984.

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.

SILVA, J. N. M.; CARVALHO, J. O. P.; LOPES, J. C. A.; ALMEIDA, B. F.; COSTA, D. H. M.; OLIVEIRA, L. K.; VANCLAY, J. P.; SKOVSGAARD. Growth and yield of a tropical rain forest in the Brazilian Amazon years after logging. **Forest Ecology and Management**, v. 71, p.267-274, 1995.

SILVER, W. L.; OSTERTAG, R.; LUGO, A. E. The potential for carbon sequestration through reforestation of abandoned tropical agricultural and pasture lands. **Restoration Ecology**, v.8, p.394-407, 2001.

SOARES-FILHO, B. S.; NEPSTAD, D. C.; CURRAN, L. Cenários de desmatamento para a Amazônia. **Estudos Avançados**, v. 19, n. 54, p. 137-152, 2005.

SOMBROEK, W. G. 1966. **A reconnaissance of Amazonian Soils**. 293 p. Utrecht University Press.

SOUZA JR. C.; BRANDÃO JR. A.; ANDERSON, A.; VERÍSSIMO, A. 2005. The Expansion of Unofficial Roads in the Brazilian Amazon. **O Estado da Amazônia** (Instituto do Homem e Meio Ambiente na Amazônia), Belém, Pará. v. 1. p. 1-2.

VALE-JÚNIOR, J. F.; SOUZA, M. I. L. De; NASCIMENTO, P. P. R. R.; CRUZ, D. L. De S. Solos da Amazônia: etnopedologia e desenvolvimento sustentável. **Revista Agro@mbiente On-line**, v. 5, n. 2, p.158-165, 2011.

VALENTINI, I. A.; LAMANO-FERREIRA, A. P. N.; GOZZI, M. P.; FERREIRA, M. L. Impacto ambiental por desmatamento e soterramento na Mata Atlântica: um estudo de caso no entorno da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP). **Exacta**, v. 10, n. 1, p. 115-121, 2012.

VERÍSSIMO, A. SOUZA, J. R.; C.; STONE, S.; UHL, C. Zoning of timber extraction in the Brazilian Amazon. **Conservation Biology**, n. 12, v. 1, p. 1-10, 1998.

6 CAPÍTULO II: APORTE E DECOMPOSIÇÃO DE SERAPILHEIRA EM AMBIENTES DE CERRADO, CERRADÃO E FLORESTA NA AMAZÔNIA, BRASIL.

RESUMO

A produção de serapilheira constitui uma das vias de entrada mais importantes de material orgânico nas camadas do solo. Assim, de posse de informações relativas ao aporte e decomposição da serapilheira, é possível definir estratégias para o manejo sustentável de determinado ecossistema. O presente trabalho teve como objetivo, obter informações sobre o aporte de material formador da serapilheira, sua taxa de decomposição em ambientes de floresta, cerrado e cerradão na Amazônia. Para a avaliação do aporte da serapilheira em cada área a ser estudada, foram instalados dez coletores cônicos. As coletas foram realizadas mensalmente no período de março de 2018 a março de 2019. Após cada coleta, foi feita a triagem das frações folhas, galhos, material reprodutivo e cascas e em seguida as amostras foram secas e pesadas para estimativa da percentagem de cada uma das frações da serapilheira produzida nos diferentes ambientes, estimando-se a produção de serapilheira. Para a avaliação da taxa de decomposição, foram instalados em cada área 40 litter bags. As coletas dos *litter bags*, foram realizadas em intervalos de 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210, 240, 270 e 300 dias após sua instalação, com quatro repetições para cada coleta. Com base nas massas obtidas, foram estimados o percentual de massa remanescente, as taxas de decomposição (k) e o tempo de meia-vida ($t_{1/2}$). Ao longo do período estudado, o ambiente de cerrado foi o que apresentou menor constante k ($0,0017 \text{ g g}^{-1} \text{ dia}^{-1}$) e consequentemente maior tempo de meia vida (407 dias), seguida pelo cerradão ($0,0023 \text{ g g}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ e 301 dias) e floresta ($0,0036 \text{ g g}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ e 192 dias). Dentre os ambientes avaliados, a floresta apresentou maior velocidade de decomposição e o cerrado a menor, o que evidencia que o cerrado demandará mais tempo para que os nutrientes sejam disponibilizados para o solo. Os ambientes de floresta e cerradão não apresentaram diferença estatística na produção de serapilheira, porém apresentaram maior deposição quando comparados ao ambiente de cerrado. Os meses em que se verificaram baixos índices pluviométricos coincidem com o período de maior deposição de serapilheira. A fração folha foi a maior contribuinte na produção total da serapilheira, seguida pelas frações galhos, material reprodutivo e cascas. Dentre os ambientes avaliados, a floresta apresentou maior velocidade de decomposição e o cerrado a menor. Ficou evidenciado que o processo de decomposição para todos ambientes estudados ocorreu com maior intensidade no período chuvoso.

Palavras chave: Matéria orgânica do solo, ciclagem de nutrientes, resíduos vegetais.

6.1 INTRODUÇÃO

A produção de serapilheira constitui uma das vias de entrada mais importantes de material orgânico nas camadas do solo, representando a produção de material decíduo a partir da cobertura vegetal e deposição de resíduos animais (SCORIZAR et al., 2012). Esse processo possibilita que as plantas sintetizem a matéria orgânica através da fotossíntese, reciclando os nutrientes, que tem papel de grande relevância em solos altamente intemperizados, onde a biomassa vegetal passa a atuar como principal reservatório (SCHUMACHER et al., 2003; GOMES et al., 2010).

Estudos destacam que a serapilheira desempenha dois grandes papéis nos ecossistemas florestais: a ciclagem de nutrientes e proteção das camadas superficiais do solo quanto aos processos erosivos (EWELL, 1976; MORAES, 2002) e frente as modificações microclimáticas (SAYER, 2005; CALDEIRA et al., 2010; CALDEIRA et al., 2008).

Adicionalmente, a dinâmica de aporte, deposição sobre o solo e disponibilização dos nutrientes contidos no material aportado através da decomposição são fundamentais para a autosustentabilidade dos ecossistemas florestais (FREITAS et al., 2013). Esse padrão é evidenciado especialmente nas florestas que se desenvolvem em áreas com solos de baixa fertilidade (SCHUMACHER et al., 2003). Assim, várias pesquisas destacam a importância do estudo do aporte e decomposição da serapilheira na conservação das florestas, os quais podem ser utilizados para detecção de distúrbios de origens natural e antrópica (ANDRADE et al., 2008).

Deste modo, o processo de produção de serapilheira, incluindo as taxas anuais de aporte do material decíduo e decomposição do mesmo, deve ser mais amplamente estudado, principalmente na região amazônica, em que há ocorrência de solos com baixíssima fertilidade natural, mas com elevada capacidade de fixação de nutrientes devido a presença da serapilheira.

Porém a região amazônica apresenta grande extensão, sendo constituída por diferentes tipos de vegetação (OLIVEIRA; AMARAL, 2004), dificultando a caracterização do processo de ciclagem de nutrientes via decomposição da serapilheira. Nesse bioma a matéria orgânica do solo é um dos principais responsáveis pelo fornecimento de nutrientes para as comunidades vegetais, e dessa forma, estudos sobre decomposição da serapilheira são de grande importância para a compreensão do processo de fertilização em ambientes naturais (SANTOS; CRISE, 1981).

Na parte mais ocidental da Amazônia, verifica-se diferentes fitofisionomias, desde florestas densas e até campos naturais na região sul do Amazonas e norte do estado de Rondônia. E nestes ambientes é necessário um olhar mais detalhado, pois apesar da contribuição da fertilização natural (ciclagem de nutrientes) desses solos, há poucos estudos relacionados a decomposição da serapilheira nesses ambientes. Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o aporte, as frações e a decomposição da serapilheira em ambientes de floresta, cerrado e cerradão na Amazônia.

6.2 MATERIAL E MÉTODOS

6.2.1 Localização e caracterização das áreas de estudo

O estudo foi desenvolvido em três áreas: floresta, cerrado e cerradão, que estão localizadas no município de Humaitá, Sul do Amazonas, as margens da Br 319, em área pertencente ao 54º Batalhão de Infantaria de Selva do Exército Brasileiro (Figura 1).

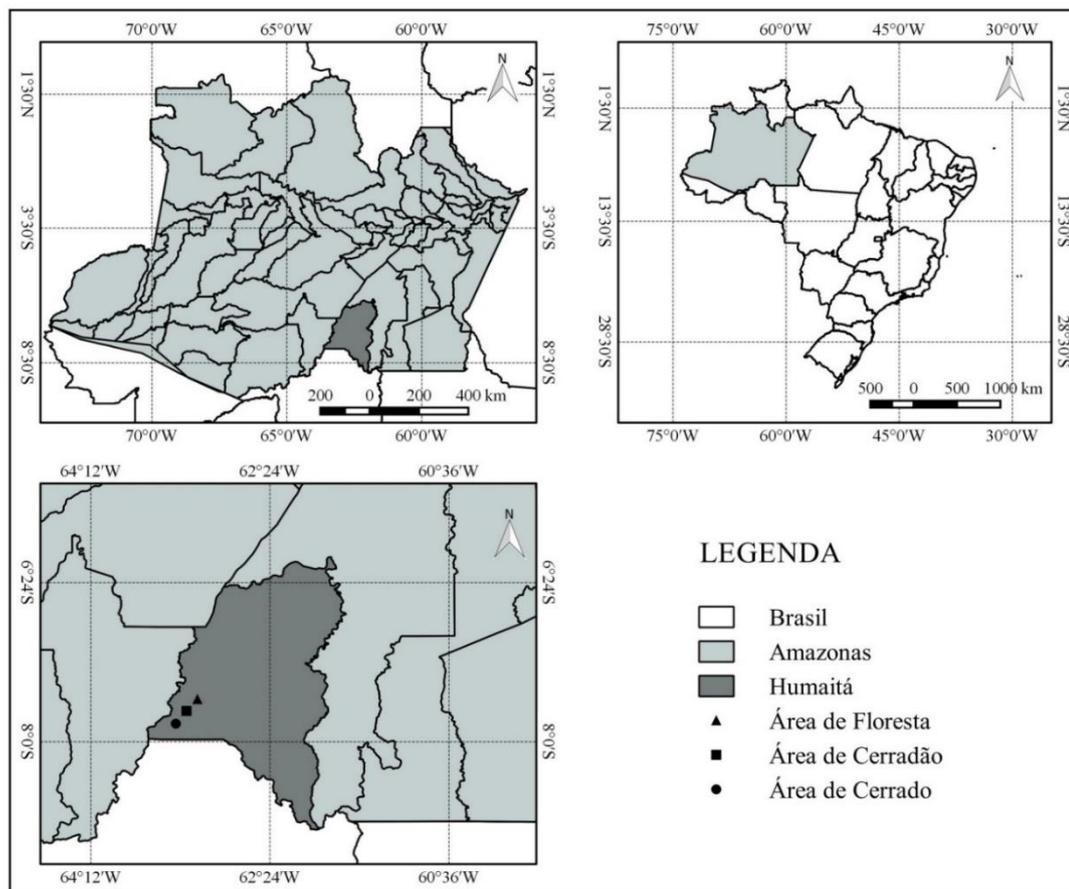


Figura 1. Localização das áreas de estudo. Mapa do Brasil, destacando o Estado do Amazonas e as áreas de estudo no mapa do município de Humaitá – AM.

A floresta é localizada nos pontos mais elevados da paisagem e de melhor drenagem, funcionando com um divisor de águas, e apresentando uma fisiografia de floresta densa (CAMPOS et al., 2012).

O cerrado exibe formação de aspecto mais uniforme, composta de árvores mais baixas (CAMPOS et al., 2012), e que são submetidas a pressão do fogo no período seco, o qual é um evento frequente que influencia na dinâmica da vegetação. A origem do fogo pode ser natural, fortuita (devido ao grau de ignição) ou acidental, quando utilizado na agricultura para limpeza de pastos, de áreas de culturas ou mesmo fogo induzido ou intencional (RAW; HAY, 1985).

De acordo com Miranda, et al. (2006), o grau de ignição ou o potencial de flamabilidade, é dependente de diversos fatores locais, físicos e mesmo históricos, tais como: déficit hídrico, duração do período seco, estrutura da vegetação e grau de intermitência do evento. Segundo os autores, a combinação desses fatores faz com que cada área ou zona apresente susceptibilidade diferenciada ao fogo.

O cerradão apresenta como fisionomia predominante, o componente arbóreo-arbustivo (COUTINHO, 1978). Para Campos (1943) o cerradão é mata mais rala e fraca, caracterizado pela presença de espécies que ocorrem no Cerrado sentido restrito e também por espécies de mata, sendo que do ponto de vista fisionômico é uma floresta, mas floristicamente é mais similar a um Cerrado.

O material de origem dos solos dessas regiões é proveniente dos sedimentos aluviais, que são cronologicamente oriundos do Holoceno. Os solos possuem baixa fertilidade natural e se situam em áreas de relevo plano e suave ondulado. Caracterizam-se pela presença de plintita e/ou concreções, são imperfeitamente drenados e apresentam excesso de água durante um período do ano, o que ocorre em geral, na época de maior precipitação pluviométrica na região (BRASIL, 1978).

No que se refere à caracterização climática, o clima da região segundo a classificação de Köppen, pertence ao grupo A (Clima Tropical Chuvoso) e tipo climático Am (chuvas do tipo monção), apresentando um período seco de pequena duração, com precipitação média anual variando entre 2.200 e 2.800 mm (BRASIL, 1978). Esses totais elevados são resultantes da circulação atmosférica e da dinâmica dos sistemas que atuam sobre a região que, por consequência, geram as chuvas convectivas que são comuns na Amazônia (SOUZA et al., 2005; MARENGO, 2003; MARENGO e NOBRE, 2009; ROCHA, 2010).

As médias anuais de temperatura variam em torno de 25 °C e 27 °C e, a umidade relativa do ar entre 85% e 90% (BRASIL, 1978). O período chuvoso ocorre entre Outubro e Março e o período seco ocorre entre Junho a Agosto, considerando o restante dos meses como período de transição (VIDOTTO et al., 2007). Na Figura 2 é apresentada a precipitação média mensal obtida do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) nos meses de Abril de 2018 a Março de 2019, período em que foram realizadas as coletas.

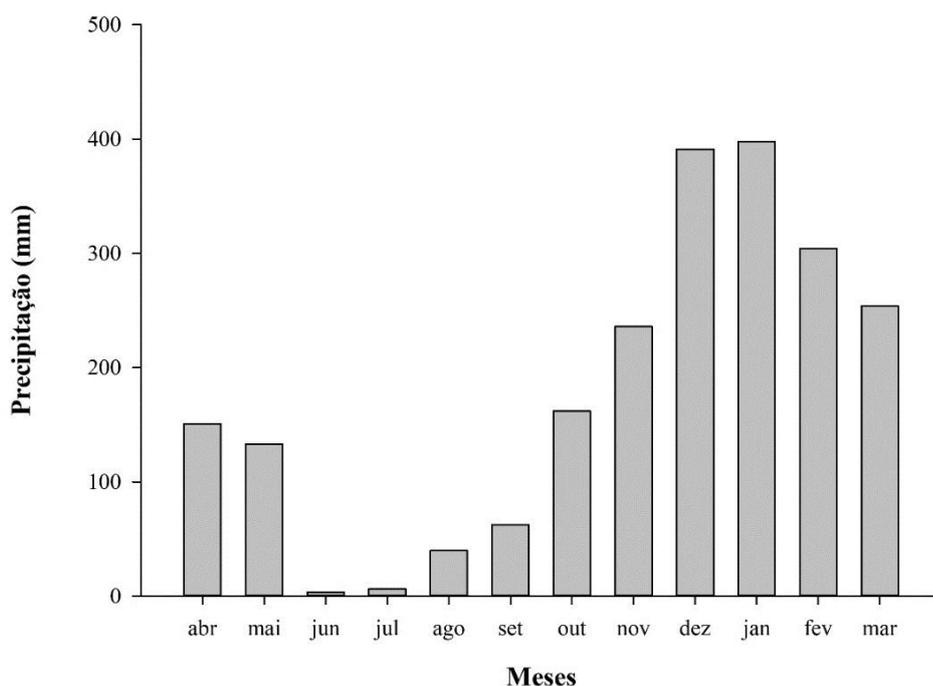


Figura 2. Dados de precipitação total de abril de 2018 a março de 2019, obtidos na estação climatológica do município de Humaitá – AM. Fonte: INMET. Instituto Nacional de Meteorologia.

6.2.2 Avaliação do aporte de serapilheira

Para a avaliação do aporte da serapilheira foram instalados em cada área do estudo 10 coletores cônicos com área de $0,21 \text{ m}^2$ (perímetro igual a $1,62 \text{ m}$), construídos com tubo de $\frac{3}{4}$ ", em material plástico de polietileno, com fundo de tela de nylon com malha de 1 mm , com a finalidade de impedir a perda de material de menor dimensão e possibilitar a saída de água. Os coletores foram instalados a 30 cm acima do solo para evitar 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 (Figura 3).



Figura 3. Visão de coletores de serapilheira instalados nas áreas de estudo. A- cerrado; B- cerradão; C- floresta.

As coletas foram realizadas mensalmente no período de Abril de 2018 a Março de 2019. O procedimento de coleta do material retido dentro do coletor consistiu em seleção manual. Após cada coleta, foi feita a triagem das frações folhas, galhos, material reprodutivo (flores e frutos) e cascas; e em seguida as amostras foram secas em estufa de circulação de ar forçada a 45 °C, até que atingissem massa constante e posteriormente pesadas em balança de precisão para estimativa da percentagem de cada uma das frações da serapilheira produzida nos diferentes ambientes deste estudo.

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 (m²)

Após esse procedimento, os resultados foram analisados estaticamente pelo teste Tukey ao nível de 5% para comparações das médias, que foram feitas pelo uso do programa computacional Statistical Package for Social Sciences (SPSS), versão 12.5.

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 e em cada área de estudo, 40 *litter bags*, próximos aos locais em que foram instalados coletores cônicos, simulando a queda natural do material formador da serapilheira. Os *litter bags* foram constituídos de tela de sombreamento (sombrite 50%) com 4 mm de malha e dimensões de 25 x 25 cm e 1,5 cm de altura.

Em cada *litter bag* foram inseridos 10 gramas do material aportado nos coletores cônicos após esse material ter sido secado em estufa a 45 °C por 48h. As coletas dos *litter bags*, foram realizadas mensalmente nos intervalos de 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210, 240, 270 e 300 dias após sua instalação, com quatro repetições para cada coleta.

Após coletado, o material contido em cada *litter bag* foi limpo com pincel (para retirada de partículas de solo e de possíveis organismos aderidos às folhas) e colocado para

secar em estufa de circulação de ar a 45 °C 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 fórmula:

$$\text{Massa remanescente (\%)} = (\text{massa final/massa inicial}) \times 100$$

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:

$$X_t = X_0 \cdot e^{-kt}$$

Em que:

X_t 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 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 confeccionado com o auxílio do programa SIGMAPLOT. Já o tempo de meia-vida (T_{1/2}) desse material foi calculado segundo Rezende et al. (1999), pela equação:

$$T_{1/2} = \ln(2) / k$$

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

Posteriormente, os resultados da massa remanescente dos ambientes estudados foram analisados estaticamente pelo teste Tukey ao nível de 5% para comparações das médias, que foram feitas pelo uso do programa computacional Statistical Package for Social Sciences (SPSS), versão 12.5.

6.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.3.1 Aporte de serapilheira

A quantidade total de serapilheira produzida foi de 4,24; 11,48 e 12,58 Mg ha⁻¹ ano⁻¹ para as áreas de cerrado, cerradão e floresta, respectivamente. O estoque médio total anual na

área de cerradão foi estatisticamente igual ao quantificado na floresta, cujos valores foram maiores aos verificados no cerrado.

Quanto a deposição mensal, verifica-se que no cerrado o aporte variou de 0,13 Mg ha⁻¹ no mês de junho a 0,75 Mg ha⁻¹ em Setembro. No cerradão os valores encontrados foram de 0,52 e 2,18 Mg ha⁻¹ nos meses de Janeiro e Setembro, respectivamente. Enquanto na floresta, o menor valor encontrado foi de 0,70 Mg ha⁻¹ no mês de Janeiro e 1,97 Mg ha⁻¹ no mês de Agosto (Figura 4).

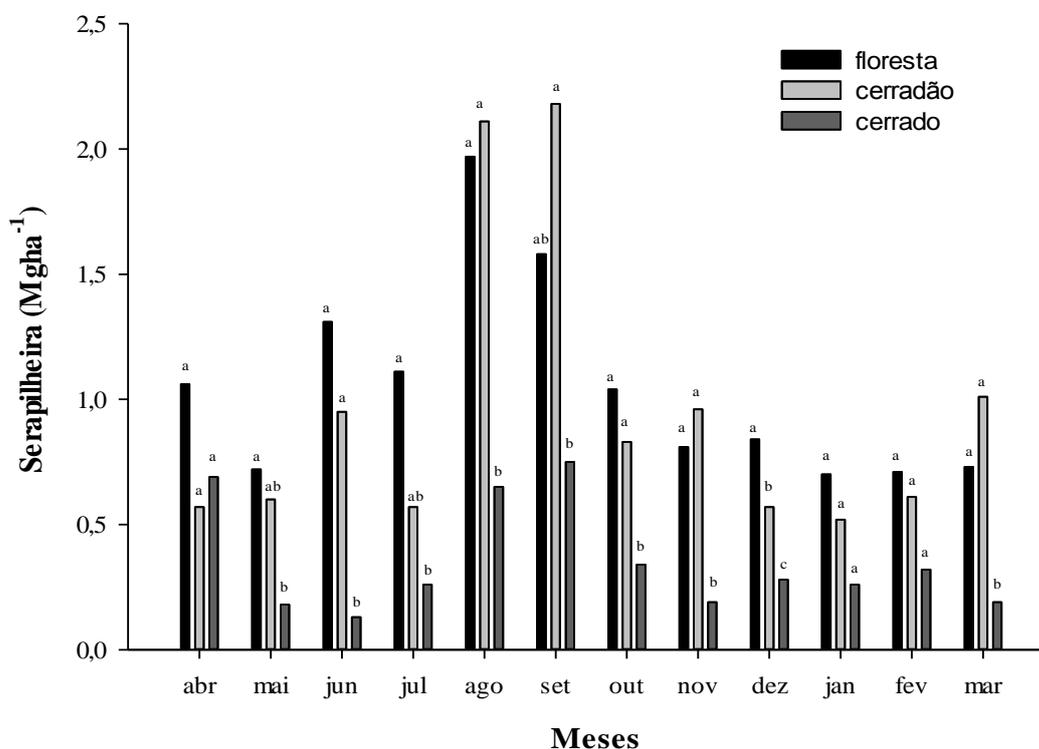


Figura 4. Aporte mensal da serapilheira em áreas de cerrado, cerradão e floresta na Amazônia ocidental no período de fevereiro/2018 a março/2019. Letras iguais na coluna não diferem pelo teste de Tukey ao nível 5%.

Ao longo do ano, a quantidade de material aportado foi superior na área de floresta, com exceção dos meses de Agosto, Setembro, Novembro e Março, nos quais os maiores valores foram quantificados no cerradão. No entanto, a quantidade aportada na área de floresta somente apresentou diferença estatística ao cerrado, com exceção de Dezembro, mês em que todas as áreas se diferenciaram estatisticamente, sendo observada a maior produção na floresta e a menor no cerrado (Figura 4). Contudo, levando em consideração o fato que cerrado e floresta apresentam grande diferença estrutural, 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).

Autores como Cianciaruso et al. (2006) e Giácomo et al. (2012), observaram padrão da produção de serapilheira igual ao verificado neste estudo na área de floresta, com maiores aportes nos meses de Julho a Setembro e uma considerável diminuição a partir de Outubro. Os autores concluíram que este padrão se deve à influência da sazonalidade neste tipo de vegetação.

O efeito da sazonalidade na produção de serrapilheira é bem discutido por autores como Cattanio et al. (2004); Cianciaruso et al. (2006) e Araújo et al. (2006). Segundo esses autores, existem dois padrões para a produção anual de serapilheira nos ecossistemas brasileiros: o primeiro ocorre devido a maior deposição no período seco do ano, fenômeno característico de ecossistemas amazônicos, nas florestas mesófilas e cerrados; o segundo consiste na maior deposição na época úmida, comum em restingas e florestas atlânticas.

Ao analisar o aporte na área de cerradão, foi possível observar que embora nessa área sejam quantificados mensais superiores ao cerrado, não houve diferença estatística nos meses de Abril, Maio, Julho, Janeiro, Fevereiro e Março (Figura 4). Nestes ambientes a maior produção de serapilheira foi registrada no final do período seco, uma vez que Setembro é considerado mês de transição na região e a máxima pluviométrica registrada ainda se encontrava relativamente baixa (Figura 2). Silva et al. (2007) também encontraram em seu trabalho que o maior aporte de serapilheira nas áreas de cerrado *sensu stricto*, cerradão e floresta de transição ocorreu no período de seca. Estes resultados sugerem o conceito de que a maior queda de material vegetal ocorre regulada pela menor oferta de água para a vegetação (BARBOSA; FARIA, 2006).

Contudo, a pouca quantidade de material aportado nas áreas de cerrado e cerradão nos meses de Junho e Julho pode estar relacionada às queimadas que ocorreram na região nesse período, fenômeno este comum em ambientes de cerrado e cerradão no período de seca (Figura 5). Aparentemente essa é a estratégia ecológica comum entre as espécies savânicas (BOND; MIDGLEY, 2001). Além disso, um acúmulo ótimo de serapilheira é necessário para que ocorram tais queimadas (ODUM; BARRETT, 2007).



Figura 5. Área de cerrado atingida pelas queimadas na Amazônia ocidental. A- Área de cerrado atingida pelas queimadas em junho de 2018. B- Coletor de serapilheira atingido pelas queimadas em junho/2018.

Os valores percentuais totais do aporte das frações de serapilheira são apresentados na figura 6. As porcentagens das frações folhas e material reprodutivo tenderam a aumentar nas áreas de cerradão e floresta, enquanto as frações galhos e cascas apresentaram maior porcentagem na área de cerrado. Esse padrão pode estar relacionado à grande quantidade de ramos e cascas secas que expiram no período da seca, fenômeno característico do cerrado, sendo facilmente desprendidos pela ação da água da chuva e do vento (CAMPOS et al., 2008).

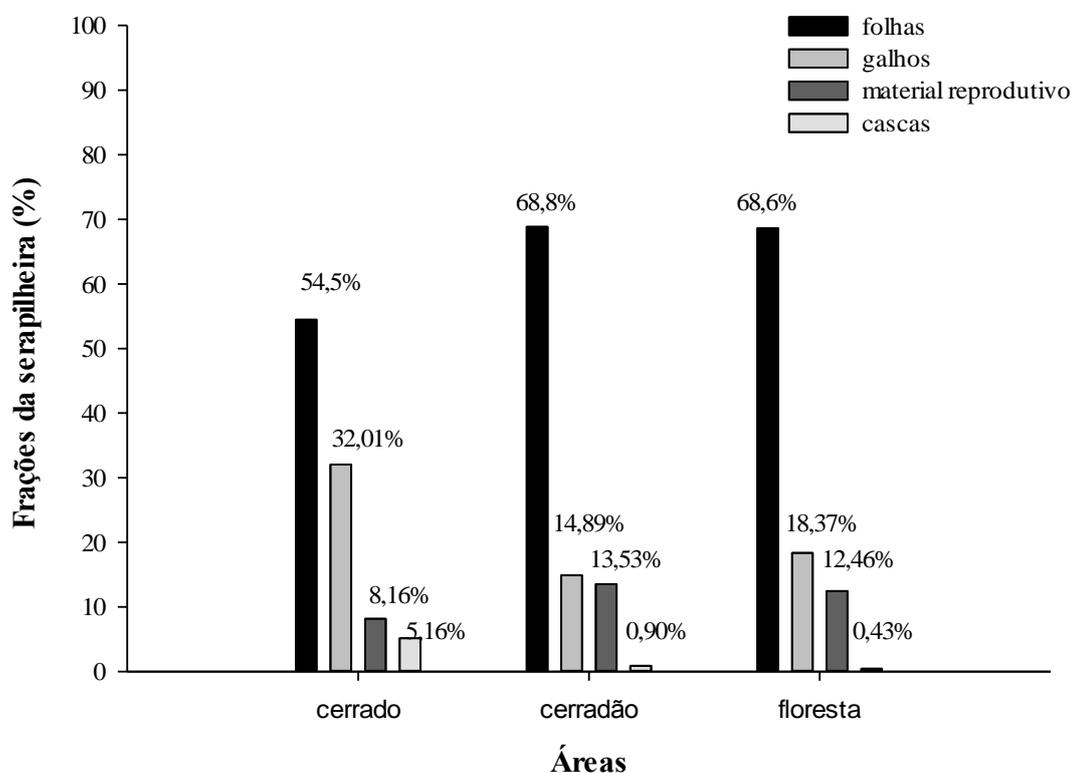


Figura 6. Valores percentuais da deposição total das frações da serapilheira em áreas de cerrado, cerradão e floresta na Amazônia ocidental no período de abril/2018 a março/2019.

Observa-se que as folhas representaram maior proporção em todos os ambientes, contribuindo em média com 54,5%, 68,8% e 68,6% nas áreas de cerrado, cerradão e floresta, respectivamente (Figura 6). Segundo Calvi et al. (2009), a fração folha geralmente participa em maior proporção na biomassa de serapilheira. No entanto, a magnitude dessa contribuição depende principalmente das espécies, estrutura do local e idade das árvores (ZIMMERMANN et al., 2002). Songwe et al. (1988) verificaram que existe relação direta entre o aporte de serapilheira e o desenvolvimento do dossel. Com base nesses dados pode-se inferir que a maior deposição de serapilheira nas áreas de cerradão e de floresta ocorre em função da maior quantidade de indivíduos, proximidade entre eles e conseqüentemente maior cobertura da área quando comparado ao ambiente de cerrado (CAMPOS et al., 2008).

Quanto à variação temporal das frações de serapilheira houve maior deposição do material foliar no período seco. O mês de maior deposição dessa fração foi Agosto (Figura 7). O maior valor de deposição de folhas em Agosto é compatível com o observado por Campos et al. (2008) em estudo realizado em fragmento de Cerrado *stricto sensu*.

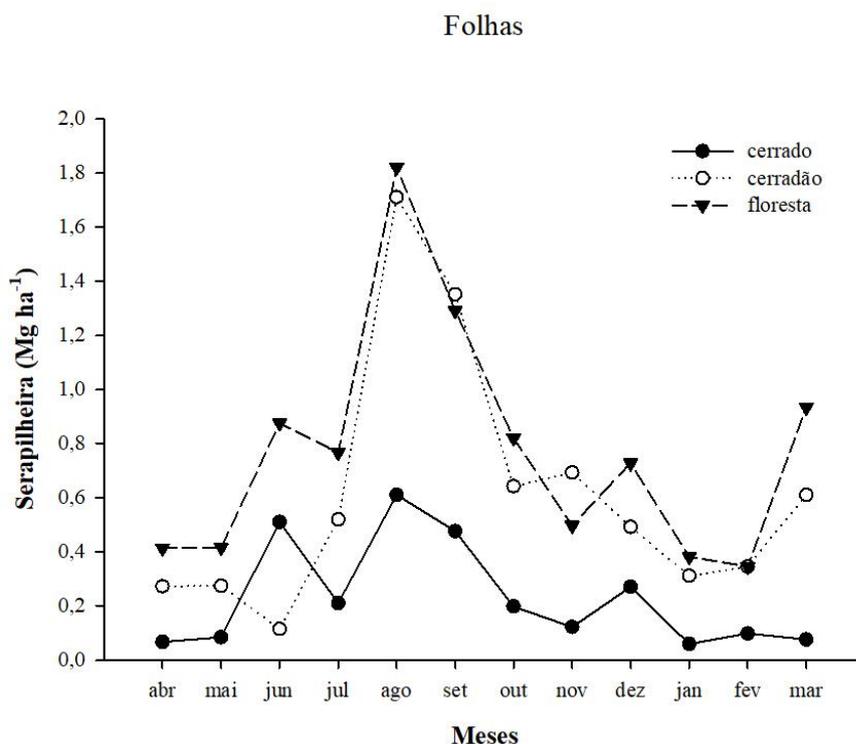


Figura 7. Média mensal da fração folha nas diferentes áreas de estudo na Amazônia ocidental no período de fevereiro/2018 a março/2019.

Um dos fatores para a ocorrência deste fenômeno pode estar relacionada ao mecanismo de resistência de algumas plantas ao estresse hídrico que, para evitar a perda de água por transpiração, depositam uma grande quantidade de folhas neste período, reduzindo a

necessidade de água (BARBOSA; FARIA, 2006). Estudos de produção de serapilheira realizados por Aquino (2013); Nascimento et al. (2015); Ourique et al. (2016); Moura et al. (2016); Conceição (2017); Brasil et al. (2017) e Marques et al. (2017) também observaram a máxima produção de serapilheira no período seco.

Além disso, é de conhecimento que diversas espécies do cerrado são caducifólias, sendo que o maior aporte ocorre no período seco do ano (VALENTINI, et al. 2014). Espécies caducifólias também são comuns no cerradão. De acordo com Ribeiro; Walter (1998), embora possam ser perenifólias, muitas espécies comuns ao Cerradão apresentam caducifólia em determinados períodos da estação seca. As florestas tropicais apresentam grande variação entre as espécies, tornando-se difícil estabelecer se estas são perenifólias ou caducifólias (RICHARD, 1964).

Uma hipótese para o maior valor de aporte de galhos no cerrado e floresta no mês de Abril (Figura 8) pode estar relacionado com danos causados à vegetação devido a ocorrência de chuvas neste mês (Figura 2), provocando o desprendimento desta estrutura das árvores. König et al. (2002) também afirmaram que o aporte de quantidades variáveis de galhos pode ser atribuído à ocorrência de fenômenos climáticos adversos, como tempestades com ventos anormais.

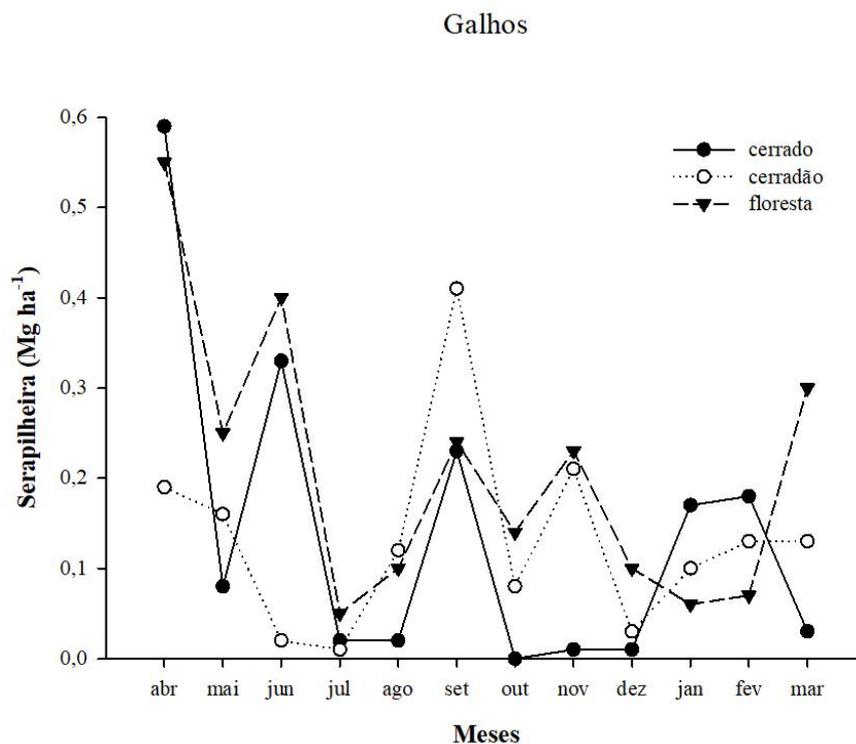


Figura 8. Média mensal da fração galho nas diferentes áreas de estudo na Amazônia ocidental no período de fevereiro/2018 a março/2019.

Em relação ao aporte de material reprodutivo, observa-se que esse foi intenso na floresta. Os maiores aportes ocorreram no período de chuva, nos meses de Janeiro e Fevereiro, atingindo o valor máximo de produção em Março. Enquanto no cerradão e cerrado, o maior aporte dessa fração foi observado em Setembro e Outubro respectivamente, período seco na região do estudo. No entanto, observa-se que para todas as áreas, que a produção ocorreu ao longo do ano, porém, as quantidades foram variáveis (Figura 9), sugerindo a hipótese de que a deposição de material reprodutivo esteja ligada a estratégia de dispersão adotada pelas espécies para sua reprodução e não esteja em função somente das variações do microclima (HOLANDA et al., 2017).

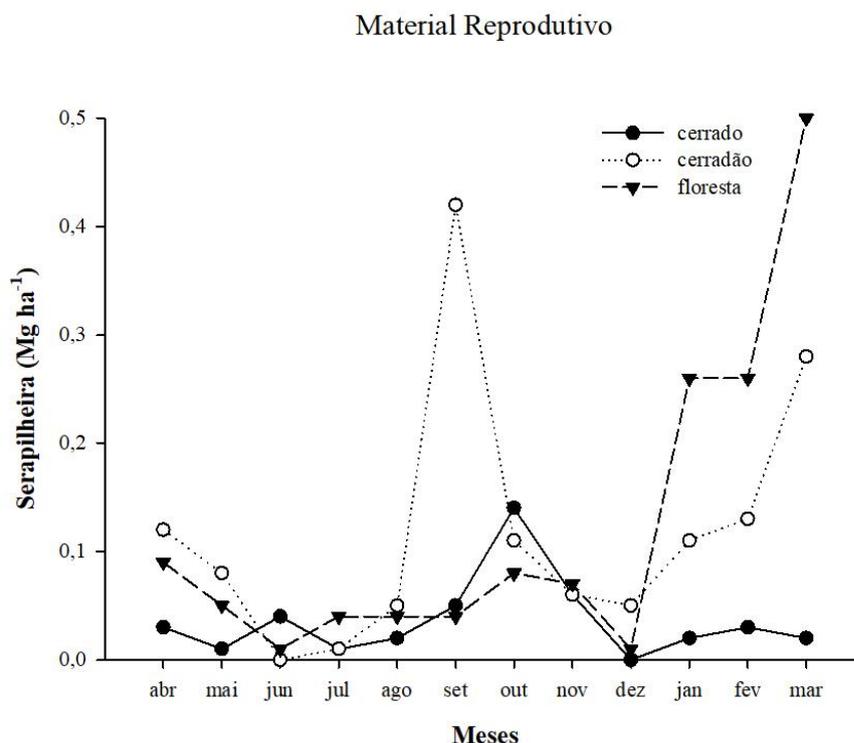


Figura 9. Média mensal da fração material reprodutivo nas diferentes áreas de estudo na Amazônia ocidental no período de fevereiro/2018 a março/2019.

De acordo com Giácomo et al. (2012), a proporção de cada fração na serapilheira, possivelmente, está relacionada com a fenologia do conjunto de espécies presente em cada área o que acarretaria uma distribuição variada na proporção de cada fração.

Ao analisar a fração cascas, foi observada maior aporte no mês de Maio no cerradão, enquanto no cerrado e na floresta a maior produção foi estimada em Junho (Figura 10). Todavia, 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). Neste sentido, para realização de trabalhos com o mesmo enfoque deste, propõe-se um prévio levantamento florístico das áreas em estudo.

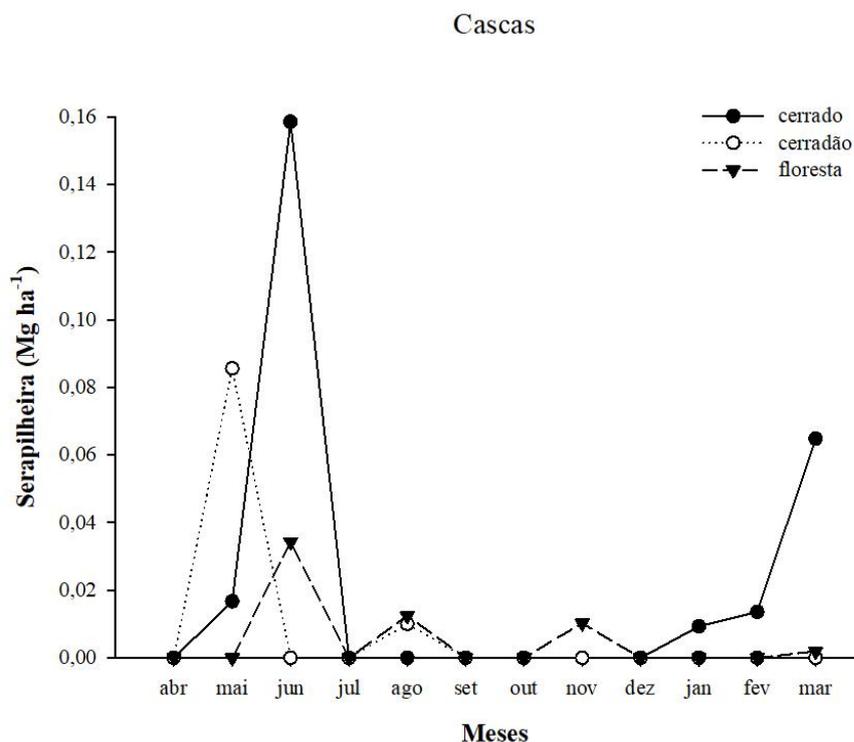


Figura 10. Média mensal da fração casca nas diferentes áreas de estudo na Amazônia ocidental no período de fevereiro/2018 a março/2019.

6.3.2 Decomposição de serapilheira foliar

Os valores da constante de decomposição (k) e tempo meia vida da serapilheira de cada uma das áreas de estudo são apresentados na Tabela 1. Ao longo do período estudado, no ambiente de cerrado foi observado menor valor da constante k ($0,0017 \text{ g g}^{-1} \text{ dia}^{-1}$) e consequentemente maior tempo de meia vida (407 dias), apresentando, portanto, menor velocidade de decomposição, seguido pelas áreas de cerradão ($0,0023 \text{ g g}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ e 301 dias) e pela área de floresta ($0,0036 \text{ g g}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ e 192 dias). Com isso, é possível inferir que o cerrado demandará mais tempo para que os nutrientes sejam disponibilizados para o solo, sendo necessário 407 dias para decompor metade do material foliar. De acordo com Batista (2017), quanto maior o tempo meia vida, maior será o tempo gasto para que ocorra o processo de decomposição do material foliar.

Tabela 1. Valores¹ de constante de decomposição (K) e tempo meia vida ($t^{1/2}$) da serapilheira nas diferentes áreas de estudo.

Áreas	Constante K ($g\ g^{-1}\ dia^{-1}$)	Meia vida (dias)	R ²
Cerrado	0,0017	407	0,8712
Cerradão	0,0023	301	0,8998
Floresta	0,0036	192	0,8372

Em que: ¹média de quatro repetições.

Os valores de K observado neste estudo podem ser considerados baixos pois segundo Waring; Schlesinger (1985), as taxas de decomposição da serapilheira são consideradas rápidas se os coeficientes de decomposição na condição de equilíbrio dinâmico (K) forem maiores que 1,0. Para Pagano (1989), valor para constante K acima de 1,15 sugere um rápido reaproveitamento de nutrientes por parte da vegetação.

No entanto, nota-se que na literatura existe uma grande quantidade de trabalhos que apontem valores menores que 1. Tal fato reflete a grande variabilidade de estratégias de ciclagem de nutrientes em sistemas tropicais, e a impossibilidade de se definir padrões para os mesmos (PIRES, 2001).

Giácomo et al. (2012) estudando o aporte e a decomposição de serapilheira em cerradão, encontraram valores de 0,040 para K. Pereira et al. (2008), ao avaliarem a decomposição da serapilheira na floresta atlântica encontraram valor de 0,0023. Enquanto que Pedro (2017), estudando um fragmento de cerrado, encontrou valor de K de 0,0030. Sendo esses valores diferentes do encontrado no presente estudo (Tabela 1). De acordo com César, (1993), diferenças na taxa de decomposição da serapilheira entre diferentes fisionomias podem ser atribuídas ao tipo de cobertura vegetal, à qualidade do material, à atividade da fauna do solo e às condições ambientais, especialmente temperatura e umidade.

Em relação a massa remanescente, observa-se na Tabela 2, que as áreas de cerrado e floresta diferiram significativamente entre si nos primeiros 30 dias após a instalação dos *litter bags*, sendo que a decomposição ocorreu com maior intensidade na área de floresta, na qual foram quantificados menores valores percentuais de massa remanescente (89,4%), enquanto na área de cerrado e cerradão o material remanescente foi de 97,7 e 95,6% respectivamente. A rápida decomposição nos primeiros 30 dias na floresta pode estar relacionada a maior perda de nutrientes e melhor palatibilidade dos detritos, que segundo Swift et al. (1979), tendem a ser maior no primeiro mês. Visto que ao longo do tempo a composição e a qualidade do material se modificam (CIANCIARUSO et al., 2006). Desta forma, quanto mais atrativa e palatável

for o substrato, maior e mais eficiente é a atuação da comunidade decompositora sobre ele (SMITH; BRADFORD, 2003; BARDGETT, 2005).

Tal fato reflete a grande variabilidade de estratégias de ciclagem de nutrientes em sistemas tropicais, e a impossibilidade de se definir padrões para os mesmos (PIRES, 2001).

Tabela 2. Biomassa foliar remanescente das folhas (g) presentes nos *litter bags* aos 0, 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210, 240, 270, 300 dias no período de maio de 2018 a fevereiro de 2019 em áreas de cerrado, cerradão e floresta na Amazônia, Brasil

Período (dias)	Decomposição cerrado	Decomposição cerradão	Decomposição floresta
0	100,00% a	100,00% a	100,00% a
30	97,70% a	95,60% ab	89,40% b
60	96,70% a	95,20% a	85,20% b
90	97,20% a	95,00% a	86,90% a
120	93,90% a	90,00% a	85,20% a
150	90,60% a	85,30% ab	79,80% b
180	84,50% a	79,50% a	74,30% a
210	82,20% a	74,10% a	62,50% b
240	70,70% a	66,10% a	49,00% a
270	60,70% a	55,00% a	35,70% b
300	65,50% a	49,70% b	30,10% c

Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Entre 30 e 120 dias de avaliação da estimativa de decomposição da serapilheira, foi observado baixa redução de matéria seca (Tabela 2), este fato pode estar relacionado à permanência dos compostos mais resistentes ao ataque microbiano, após à rápida decomposição inicial da fração mais facilmente decomposta (SILVA et al., 2014).

Além disso, esse intervalo corresponde ao período de seca nas regiões do estudo. De acordo com BATISTA (2017), no período seco a decomposição é mais lenta devido a diminuição da umidade do solo (déficit hídrico) e consequentemente redução na quantidade dos organismos do solo, que por sua vez são essenciais na ciclagem de nutrientes.

O processo de decomposição ocorreu com maior intensidade a partir de 150 dias após a instalação dos *litter bags* (Tabela 2), ou seja, épocas em que as precipitações foram maiores (Figura 2). Segundo Backes et al. (1998) o período chuvoso proporciona condições de umidade muito favoráveis a uma intensa atividade de organismos decompositores, tanto de micro decompositores como de macro-artrópodos, que removem a serapilheira e que parecem ser mais afetados pelas condições adversas de umidade durante a estação seca ou parte dela. Cornu et al. (1997), também relatam que variações sazonais podem ocasionar modificações nas taxas de decomposição do material, o que justifica os resultados observados no presente

estudo. Portanto, o período de menor ocorrência de precipitação pluviométrica influenciou negativamente a atividade microbológica do solo, diminuindo a taxa de decomposição do material vegetal.

Nota-se ainda que no decorrer dos meses na área de floresta verificou-se os menores percentuais de massa remanescente, diferindo-se significativamente das demais áreas aos 60, 210, 270 e 300 dias. Porém, as áreas de cerrado e cerradão não diferiram significativamente entre si, exceto aos 300 dias de avaliação (Tabela 2).

Na floresta, o processo de decomposição do material foliar ocorreu com maior intensidade aos 240 dias de estudo (janeiro), com perda de 14%. Enquanto para o cerrado e cerradão, as maiores perdas foram registradas aos 270 dias de estudo (fevereiro), com perdas de 10 e 11% respectivamente. Nesse período, foram registradas as maiores precipitações na região (Figura 2). Ao final do período de avaliação nas áreas de floresta foi verificada redução de 70% da massa inicial (10 g), enquanto nas áreas de cerrado e cerradão valores de 35 e 50% respectivamente (Tabela 2).

A decomposição no cerrado e cerradão foi mais intensa neste estudo do que a registrada por Batista (2017) num cerrado sentido restrito no Distrito Federal (32% da massa inicial) e Cianciaruso et al. (2006) num Cerradão em São Paulo (43% da massa inicial).

Na Figura 3, são apresentadas as curvas que demonstram a decomposição da serapilheira foliar dos diferentes ambiente estudados, obtidas por meio do ajuste do modelo exponencial negativo, sendo observados valores de regressão entre 0,8372 e 0,8998 (Tabela 2). O modelo exponencial mostrou-se adequado para explicar o padrão de perda de massa da fração foliar da serapilheira para os três ambientes. As curvas de decomposição, obtidas através do ajuste do modelo (Figura 11), evidenciam um padrão de perda de massa mais acentuado para floresta, em relação ao cerrado e cerradão, sendo possível identificar uma pequena inclinação da sua curva, o que indica que o processo de decomposição da floresta é mais acelerado em relação às demais áreas estudadas.

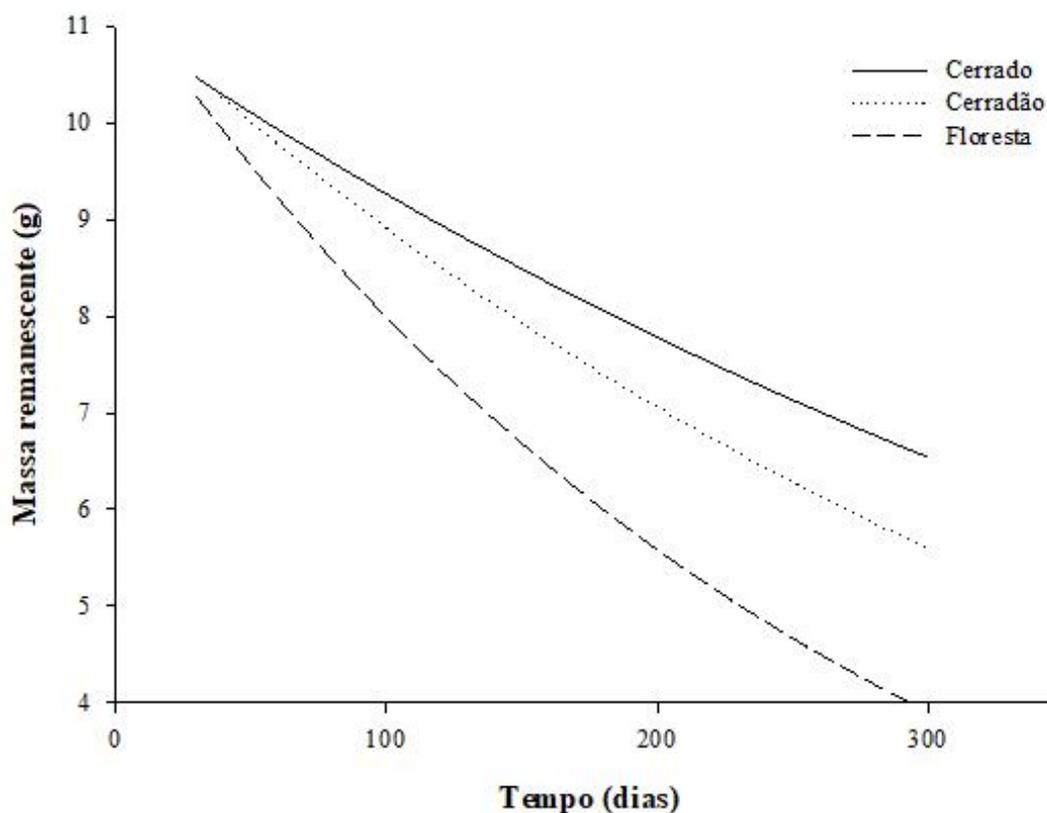


Figura 11. Curva de decomposição da serapilheira em ambientes de cerrado, cerradão e floresta na Amazônia-Brasil.

O fato do processo de decomposição ao longo do tempo seguir o modelo de decaimento exponencial indica que a decomposição não é constante ao longo do tempo, desde que está ligada a diversos fatores ambientais e físicos e químicos do próprio material (CIANCIARUSO, et al., 2006) Tais como: tipo de vegetação, latitude, altitude, temperatura, precipitação, disponibilidade de luz, comprimento do dia, evapotranspiração, relevo, estágio geral, disponibilidade hídrica, estoque de nutrientes no solo, diversidade da biota (macro e micro), diversidade do material vegetal, 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 CO₂ atmosférico e deposição de nitrogênio (HÄTTENSCHWILER et al., 2005).

Como as condições de clima das três áreas estudadas são semelhantes, infere-se que a maior perda de matéria seca verificada na área de floresta esteja relacionada à quantidade e à qualidade do material foliar depositado no solo, ou, ainda, às características da população decompositora (BARBOSA, et al., 2017).

6.4 CONCLUSÕES

Os ambientes de floresta e cerrado apresentaram o mesmo padrão de produção de serapilheira (com exceção do mês de dezembro), e maior deposição quando comparados ao ambiente de cerrado;

Os meses com mais baixos índices pluviométricos coincidem com o período de maior deposição de serapilheira nos ambientes de cerrado, cerrado e floresta;

A fração folha teve a maior participação na produção total da serapilheira para os ambientes de cerrado, cerrado e floresta, seguido das frações galhos, material reprodutivo e cascas;

Dentre os ambientes avaliados, na área de floresta foi observada a maior velocidade de decomposição e na de cerrado a menor, o que evidencia que o cerrado demandará mais tempo para que os nutrientes sejam disponibilizados para o solo;

O processo de decomposição para todos ambientes estudados ocorreu com maior intensidade no período chuvoso, ou seja, a partir de 150 dias após a instalação dos *litter bags*.

6.5 REFERÊNCIAS

- ALENCAR, A.; NEPSTAD, D.; MCGRATH, D.; MOUTINHO, P.; PACHECO, P.; DIAZ, M. D. C. V.; SOARES FILHO, B. Desmatamento na Amazônia: indo além da emergência crônica. Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia – IPAM, Belém, Brasil, 2004. 89p.
- ALHO, C. J. R. **A teia da vida**: uma introdução à ecologia brasileira. Rio de Janeiro, Editora Objetiva, 160p. 1992.
- ANDRADE, R. L.; SOUTO, J. S.; SOUTO, P. C.; BEZERRA, D. M. Deposição de serrapilheira em área de Caatinga na RPPN “Fazenda Tamanduá”, Santa Terezinha - PB. **Caatinga**, v. 21, n. 2, p. 223-230, 2008.
- AQUINO, P. S. R. **Análise espacial da produtividade e acúmulo de serrapilheira em mata de galeria**. 2013. 89 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais). Pós graduação em Ciências florestais. Universidade de Brasília, Brasília, 2013.
- ARAÚJO, R. S.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; MACHADO, M. R.; PEREIRA, M. G.; FRAZÃO, F. J. Aporte de serrapilheira 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.
- BACKES, A.; FERNANDES, A. V.; ZENI, D. J. Produção de serrapilheira em uma floresta com Araucária angustifolia no Sul do Brasil. **Revista Árvore**, v.28, n.1, p.247-259, 1998.
- 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.
- BARBOSA, V.; GARCIA, P. B.; RODRIGUES, E. G.; PAULA, A. De. Biomassa, Carbono e Nitrogênio na Serrapilheira Acumulada de Florestas Plantadas e Nativa. **Floresta e Ambiente**, v.24 e20150243, 2017.
- BARDGETT, R. D. The biology of soil: A community and ecosystem approach, **Oxford university Press**, Oxford e New, 2005.
- BATISTA, F. R. Decomposição de Serrapilheira em área do cerrado sentido restrito e plantio de eucalipto no Distrito Federal. 2017. 40 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal). Programa de Pós graduação em Engenharia Florestal. Universidade de Brasília, Brasília, 2017.
- BOND, W.J.; MIDGLEY, J.J. Ecology of sprouting in woody plants: the persistence niche. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 16, n. 1, p. 45-51, 2001.
- BRASIL. **MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA**. Projeto Radam Brasil, folha SB. 21, Tapajós. Rio de Janeiro. 561 p. 1978.
- BRASIL, J. B.; ANDRADE, E. M. De; AQUINO, D. Do N.; RESENDE, L.; PEREIRA JÚNIOR, L. R. Sazonalidade na produção de serrapilheira em dois manejos no semiárido Tropical. **Journal of Environmental Analysis and Progress**, v. 2, n. 3, p. 167-176, 2017.

BRAUN, E. H. G.; RAMOS, J. R. A. 1959. Estudo agroecológico dos campos Puciarí-Humaitá (Estado do Amazonas e Território Federal de Rondônia). **Revista Brasileira de Geografia**, v. 21, n 4, p. 443-497, 1959.

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

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.

CALDEIRA, M.V.W. (Eds.). **Tópicos em ciências florestais**. Visconde do Rio Branco: Suprema. 2010. p.57-82.

CALDEIRA, M. V. W.; SCHUMACHER, M. V.; VIEIRA, M.; GONÇALVES, E. O.; GODINHO, T. O. Ciclagem de nutrientes, via deposição e acúmulo de serapilheira, em ecossistemas florestais. In: CHICHORRO, J. F.; GARCIA, G. O.; BAUER, M. O.;

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.

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, L. F. G. Mapa florestal do Brasil. Boletim Geográfico, v. 1, n. 9, p. 9-27, 1943.

CAMPOS, M. C. C.; RIBEIRO, M. R.; JÚNIOR, V. S. De S.; FILHO, M. R. R.; ALMEIDA, M. C. Toposequência de solos na transição campos naturais-floresta na região de Humaitá, Amazonas. **Acta Amazônia**. v. 42, n.3, p. 387-398, 2012.

CASTRO, D. M.; PIVELLO, V. R. Efeitos de borda sobre a serapilheira em fragmentos de Cerradão, na região nordeste do estado de São Paulo, derivados do manejo agrícola. **Anais**. In: IX Simpósio Nacional Cerrado. Brasília-DF. 2008.

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.

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.

COHEN, J. C. P., BELTRÃO, J. C., GANDU, A.W., SILVA, R.R. Influência do desmatamento sobre o ciclo hidrológico na Amazônia. **Ciência e Cultura**, v. 59, n.3, p. 36-39, 2007.

CONCEIÇÃO, A. C. Da. Análise multi-anual da dinâmica de produção de serapilheira fina em uma floresta da amazônia central. 2017. 88 f. Dissertação (Mestrado em Clima e Ambiente). Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, 2017.

CORNU, S.; LUIZÃO, F.; ROUILLER, J.; LUCAS, Y. Comparative study of litter decomposition and mineral element release in two Amazonian Forest ecosystems: Litter bag experiments. **Pedobiologia**, v.41, n. 5, p.456-471, 1997.

COUTINHO, L. M. O conceito de cerrado. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 1, n. 1, p. 17-23, 1978.

DALMOLIN, Â. C.; LOBO, F. De A.; REZENDE, S. D. P. 2009. Aporte de material vegetal sobre o solo em uma floresta semidecídua ao norte do estado de Mato Grosso. In: Anais do I Seminário Internacional de Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia. **Anais eletrônicos**, 6p.

EWELL, J. J. Litter fall and leaf decomposition in a tropical forest succession in eastern Guatemala. **Journal of Ecology**, v. 64, n. 1, p. 293-308, 1976.

FREITAS, E. C. S.; OLIVEIRA-NETO, S. N.; FONSECA, D. M.; SANTOS, M. V.; LEITE, H. G.; MACHADO, V. D. Deposição de serapilheira e de nutrientes no solo em sistema agrossilvipastoril com Eucalipto e Acácia. **Revista Árvore**, v.37, n.3, p.409-417, 2013.

GIÁCOMO, R. G.; PEREIRA, M. G.; MACHADO, D. L. Aporte e decomposição de serapilheira em áreas de cerradão e mata mesofítica na estação ecológica de pirapitinga – MG. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 22, n. 4, p. 669-680, 2012.

GOMES, J. M.; PEREIRA, M. G.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; PEREIRA, G. H. A.; GONDIM, F. R.; SILVA, E. M. R. Aporte de serapilheira e de nutrientes em fragmentos florestais da Mata Atlântica, RJ. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. v. 5, n. 3, p. 383-391, 2010.

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

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.

LOPES, M. I. S.; DOMINGOS, M.; STRUFFALDI, D. Y. Ciclagem de nutrientes minerais. In: SYSLVESTRE, L. S.; ROSA, M. M. T. Manual metodológico para estudos botânicos na mata atlântica. Seropédica: **Ed. da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro**. p.72-102, 2002.

- MARENGO, J. A. Condições climáticas e os recursos hídricos no norte brasileiro. In: TUCCI, C. E. M.; BRAGA, B. (Org.). **Clima e Recursos Hídricos no Brasil**. Coleção ABRH, 2003.
- MARENGO, J. A.; NOBRE, C. Clima da região Amazônica. In: CAVALCANTI, I. F. A. et al. **Tempo e clima no Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, p. 197-212, 2009.
- MARQUES, A. C. A.; JUNIOR, O. B. P.; VOURLITIS, G. L. Avaliação de Produção de Serapilheira em Planície Inundável no Pantanal Mato-Grossense. **Ensaio e Ciência: Biológicas, Agrárias e da Saúde**, v.21, n.3, p. 148-151, 2017.
- MIRANDO, I. S.; ALMEIDA, S. S.; DANTAS, P. J. Florística e estrutura de comunidades arbóreas em cerrados de Rondônia, Brasil. **Acta Amazônica**, v. 36, n.4, p. 419 - 430, 2006.
- MORAES, R. M. Ciclagem de nutrientes na floresta do PEFI: produção e decomposição da serapilheira. In: BICUDO, D.; FORTI, M.; BICUDO, C. **Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, unidade de conservação que resiste à urbanização de São Paulo**. São Paulo: Secretaria de Estado do Meio Ambiente, 2002. p.142.
- MOURA, M. M. S.; COSTA, G. B. R.; PALÁCIO, H. A. De Q.; ARAUJO NETO, J. R. De; BRASIL, J. B. Produção de serapilheira e suas frações em área da Caatinga no Semiárido Tropical. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**. v. 3, n. 5, p. 199-208, 2016.
- 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.
- NASCIMENTO, L. S.; CERQUEIRA, R. M.; HENDERSON, B. L. R. Produção de serapilheira em um fragmento adjacente a uma cava de mineração, Ribeirão Grande, SP. **Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental**. v. 19, n. 9, p. 892-897, 2015.
- ODUM, E. P.; BARRETT, G. W. **Fundamentos de Ecologia**. 5. ed. São Paulo: Thomson Learning, 2007.
- OLIVEIRA, A. N.; AMARAL, I. L. Florística e fitossociologia de uma floresta de vertente na Amazônia Central, Amazonas, Brasil. **Acta amazônica**, v. 34, n. 1, 2004.
- OURIQUE, L. K. De.; SILVA, R. O.; SOUZA, C. A. S. De.; NOGUCHI, H.; SANTOS, J. Dos.; HIGUCHI, N. Relação da produção de serapilheira com incremento em diâmetro de uma floresta madura na Amazônia Central. **Scientia Forstestalis**, v. 44, n. 112, p. 875-886, 2016.
- PAGANO, S. N. Produção de folheto em mata mesófila semidecídua no município de Rio Claro, SP. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 49, n. 3, p. 633-639, 1989.
- PEDRO, C. M. Aporte e decomposição de serapilheira em um fragmento de cerrado sensu stricto. 2017.40 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais), Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais e Ambientais, Universidade Federal do Tocantins, Gurupi, 2017.

- PEREIRA, M. G.; MENEZES, T. De.; SCHULTZ, N. Aporte e decomposição da serapilheira na floresta atlântica, ilha da Marambaia, Mangaratiba, RJ. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 18, n. 4, p. 443-454, 2008.
- 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.
- 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.
- RAW, A.; HAY, J. D. Fire and other factors affecting a population of *Simaruba amara* in a “cerradão” near Brasília, Brasil. **Revta. Brazilian journal of botany.**, v. 9, p. 101 – 107, 1985.
- REZENDE, C. P.; CANTARUTTI, R. B.; BRAGA, J. M.; GOMIDE, J. A.; PEREIRA, J. M.; FERREIRA, E.; TARRÉ, R.; MACEDO, R.; ALVES, B. J. R.; URQUIAGA, S.N.; CADISCH, G.; GILLER, K.E.; BODDEY, R.M. Litter deposition and disappearance in *Brachiaria* pastures in Atlantic forest region of South Bahia, Brazil. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v. 54, n. 2, p. 99-112, 1999.
- RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. Fitofisionomias do bioma Cerrado. In: SANO, S.M.; ALMEIDA, S.P. (eds) **Cerrado: ambiente e flora**. Planaltina: Embrapa Cerrados, Distrito Federal, 1998. p.89-154.
- RICHARDS, P.W. The tropical rain forest. London: Cambridge Univ. Press. 1964. 450p.
- ROCHA, A. A. A. A relação do perfil vertical do vapor d’ água com a convecção profunda na Amazônia. 2010. 86 f. Dissertação (Mestrado em Clima e Ambiente), Pós-graduação em Clima e Ambiente. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA, Manaus, 2010.
- SANCHES, L.; VALENTINI, C. M. A.; PINTO JÚNIOR, O. B.; NOGUEIRA, J. S.; VOURLITIS, G. L.; BIUDES, M.S; SILVA, C. J. Da; BAMBI, P.; LOBO, F. De A. 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, 2008.
- SANTOS, O. M.; CRISI, B. M. Efeito do desmatamento na atividade dos microorganismos de solo de terra firme na Amazônia. **Acta Amazônica**, v.11, n.1, p.97-102, 1981
- SAYER, E. J. Using experimental manipulation to access the role of leaf litter in functioning of Forest ecosystems. **Biological Reviews**, v. 81, n. 1, p. 1-31, 2005.
- SCHUMACHER, M.V. BRUN, E. J.; RODRIGUES, L. M.; SANTOS, E. M. Retorno de nutrientes via deposição de serapilheira 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.
- 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.

- SILVA, C. J.; SANCHES, L.; BLEICH.; LOBO, F. A.; NOGUEIRA, J. S.; Produção de serrapilheira no Cerrado e floresta de transição amazônica-Cerrado do centro-oeste brasileiro. **Acta amazônica**, v. 37, n. 4, p. 543-548, 2007.
- SILVA, H. F. BARRETO, P. A. B.; SOUSA, G. T. O.; AZEVEDO, G. B.; GAMARODRIGUES, E. F.; OLIVEIRA, F. G. R. B. Decomposição de serrapilheira foliar em três sistemas florestais no Sudoeste da Bahia. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 12, n. 3, p. 164-172, 2014.
- SILVA, L. B. Da S.; NOVAIS, J. W. Z.; SANCHES, L.; MACHADO, N. G.; AQUINO, A. M. SALLO, F. Da S. Serrapilheira e fluxo de Co₂ do solo em floresta sazonalmente alagável no Pantanal Brasileiro. **Ensaio e Ciência: Ciências biológica, agrária e da saúde**, v.21, n.3, p. 178-182, 2017.
- SMITH, V. C.; BRADFORD, M. A. Litter quality impacts on grassland litter decomposition are differently dependent on soil fauna across time. **Applied Soil Ecology**, v.24, n. 2, p.197-203, 2003.
- SONGWE, N. C.; FASEHUN, F. E.; OKALI, D. U. U. Litterfall and productivity in a tropical rain forest, Southern Bankundu Forest, Cameroon. **Journal of Tropical Ecology**, v. 4, p. 25-37, 1988.
- SOUZA, E. B.; KAYANO, M. T. De; AMBRIZZI, T. Intrasesonal and submonthly variability over the eastern Amazon and northeast Brazil during the autumn rainy season. **Theoretical and Applied Climatology**, v. 81, n. 3, p. 177-191, 2005.
- SWIFT, M. J.; HEAL, O. W.; ANDERSON, J. M. Decomposition in terrestrial ecosystems. Oxford: Blackwell; 1979. 372 p.
- THOMAS, R.J. & ASAKAWA, N.M. Decomposition of leaf litter from tropical forage grasses and legumes. **Soil Biology & Biochemistry**, v. 25, p. 1351-1361, 1993.
- VALENTINI, C. M. A.; SOARES, G. S.; SANTANA R. A.; GUIMARÃES, A. F. S.; SILVA, A. H. B. Produção, acúmulo e decomposição de serrapilheira em uma área revegetada do parque estadual massairo okamura em mato grosso. **Holos**, v. 30, n. 5, 2014.
- VIDOTTO, E.; PESSENDA, L. C. R.; RIBEIRO, A. S.; FREITAS, H. A.; BENDASSOLLI, J. A. Dinâmica do ecótono floresta-campo no sul do estado do Amazonas no Holoceno, através de estudos isotópicos e fitossociológicos. **Acta Amazônica**, v. 37, n. 3, p. 385-400, 2007.
- 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.

CAPÍTULO III: EFEITO DA SAZONALIDADE E DINÂMICA DOS ATRIBUTOS FÍSICO-QUÍMICOS DO SOLO EM AMBIENTES DE CERRADO, CERRADÃO E FLORESTA NA AMAZÔNIA, BRASIL.

RESUMO

Amazônia apresenta fitofisionomias variando desde savanas, cerrados, com domínio das florestas nas suas mais variadas fitofisionomias e intimamente associadas ao clima e ao solo. O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da sazonalidade e a dinâmica dos atributos físicos e químicos do solo, em ambientes de cerrado, cerradão e floresta na Amazônia. Em cada área foram escolhidos aleatoriamente quatro pontos de amostragem, onde foram coletados anéis volumétricos e amostras com estrutura preservada em forma de torrão nas três profundidades avaliadas. As coletas foram realizadas em dois períodos do ano: seco (junho/2018) e chuvoso (dezembro/2018). Os atributos avaliados foram: pH, acidez potência ($H + Al$), alumínio trocável (Al^{3+}), carbono orgânico (CO), estoque de carbono (Est. C), macroporosidade (MaP), microporosidade (MiP), umidade gravimétrica (UG), densidade do solo (Ds), volume total de poros (PT), textura e estabilidade dos agregados (DMG e DMP). Os atributos MaP, MiP, Pt, UG, pH, CO, Ds, DMG, DMP e Al^{3+} não induziram diferenças significativas entre os ambientes e profundidades avaliadas no período seco do ano. Os atributos que apresentaram maiores valores no período chuvoso foram MiP, Pt, UG, pH e Est. C na área de floresta, sendo a maioria nas camadas de 0 – 5, 5 - 15 cm de profundidade. A variação sazonal da precipitação induziu mudanças em 15 dos 16 atributos avaliados, sendo que apenas o DMP não sofreu alteração entre os períodos seco e chuvoso. Porém, as modificações não ocorreram simultaneamente para todas as áreas e profundidades. Os atributos que mais sofreram alterações entre os períodos seco e chuvoso foram: MiP, Pt, Ds, MO e CO, os mesmos apresentaram valores reduzidos no período chuvoso.

Palavras chave: Ambiente amazônico; Sul do Amazonas; campos naturais; floresta nativa.

7.1 INTRODUÇÃO

Os solos da Amazônia tropical úmida, onde se localiza o Estado do Amazonas, são caracterizados, na sua maioria, pela baixa disponibilidade de nutrientes, sendo sua fertilidade mantida, principalmente, devido aos processos geoquímicos, bioquímicos e biogeoquímicos (JUNIOR, 2007). Uma vez interrompido o processo de ciclagem de nutrientes pela retirada da vegetação nativa, a reserva de nutrientes desses solos se exaure rapidamente (Cunha et al., 2009). Nesse processo, a quantificação de alterações nos atributos químicos e físicos do solo é um fator de destaque que tem sido utilizado para monitorar a qualidade dos solos (ZANINETTI et al., 2016).

De acordo com Corrêa et al. (2009), a variação dos atributos do solo na vegetação nativa é muito menor quando se compara com solos de uso agrícola, razão pela qual a vegetação nativa é um referencial para avaliação de solos incorporados a sistemas agrícolas. Segundo Doran; Parkin (1994), a qualidade desses atributos propicia condições adequadas para o crescimento e o desenvolvimento das plantas e para a manutenção da diversidade de organismos que habitam o solo. Assim, o conhecimento sobre os atributos edáficos em uma dada área pode permitir o manejo mais racional e sustentável da produtividade, bem como prever algumas características da floresta uma vez que a vegetação e o solo estão conectados (WOJCIECHOWSKI et al., 2009).

Os atributos do solo são importantes componentes de sua produtividade, visto que as plantas necessitam de solos bem estruturados, sendo por isso a seleção e a utilização adequada de cada tipo de solo, de fundamental importância para a manutenção da qualidade e da produtividade do sistema (PIGNATARO-NETTO et al., 2009; BOGNOLA et al., 2010). Desta forma, a avaliação das propriedades do solo que estimam a sua qualidade assume importante papel no monitoramento de sua conservação, sob pena de a degradação do solo comprometer irreversivelmente a sustentabilidade dos agroecossistemas (CARDOSO et al., 2011).

A precipitação na Amazônia é definida como um atributo meteorológico de grande variabilidade (ROCHA, 2001). De acordo com Teixeira et al. (2012), precipitações após longo período de seca favorecem a atividade microbiana, enquanto em períodos mais úmidos podem provocar a expulsão total do oxigênio presente no interior do solo, (TEIXEIRA et al., 2012). Assim, qualquer modificação no solo pode alterar diretamente sua estrutura e sua atividade biológica e, conseqüentemente, sua fertilidade, com reflexos na qualidade ambiental e produtividade das culturas (BROOKES, 1995). Desta forma, se faz necessário o manejo

adequado do solo para melhorar sua fertilidade e mitigar possíveis efeitos da elevação da precipitação (CLAIR; LYNCH, 2010).

Atualmente, a Amazônia apresenta fitofisionomias variando desde savanas, cerrados, com domínio das florestas nas suas mais variadas fitofisionomias e intimamente associadas ao clima e ao solo. Yimer et al. (2006) destacam que a diversidade fitofisionômica relaciona-se a variação de características edáficas. Para Rezende et al. (1988), existe uma estreita relação entre o tipo de vegetação e as propriedades do solo sobre o qual essa vegetação ocorre. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar os atributos físicos e químicos do solo em ambientes de cerrado, cerradão e floresta, no período seco e chuvoso, na Amazônia, Brasil.

7.2 MATERIAL E MÉTODOS

7.2.1 Localização e caracterização da área de estudo

O estudo foi desenvolvido em três áreas: floresta, cerrado e cerradão, que estão localizadas no município de Humaitá, Sul do Amazonas, as margens da BR - 319, em área pertencente ao 54º Batalhão de Infantaria de Selva do Exército Brasileiro (Figura 1).

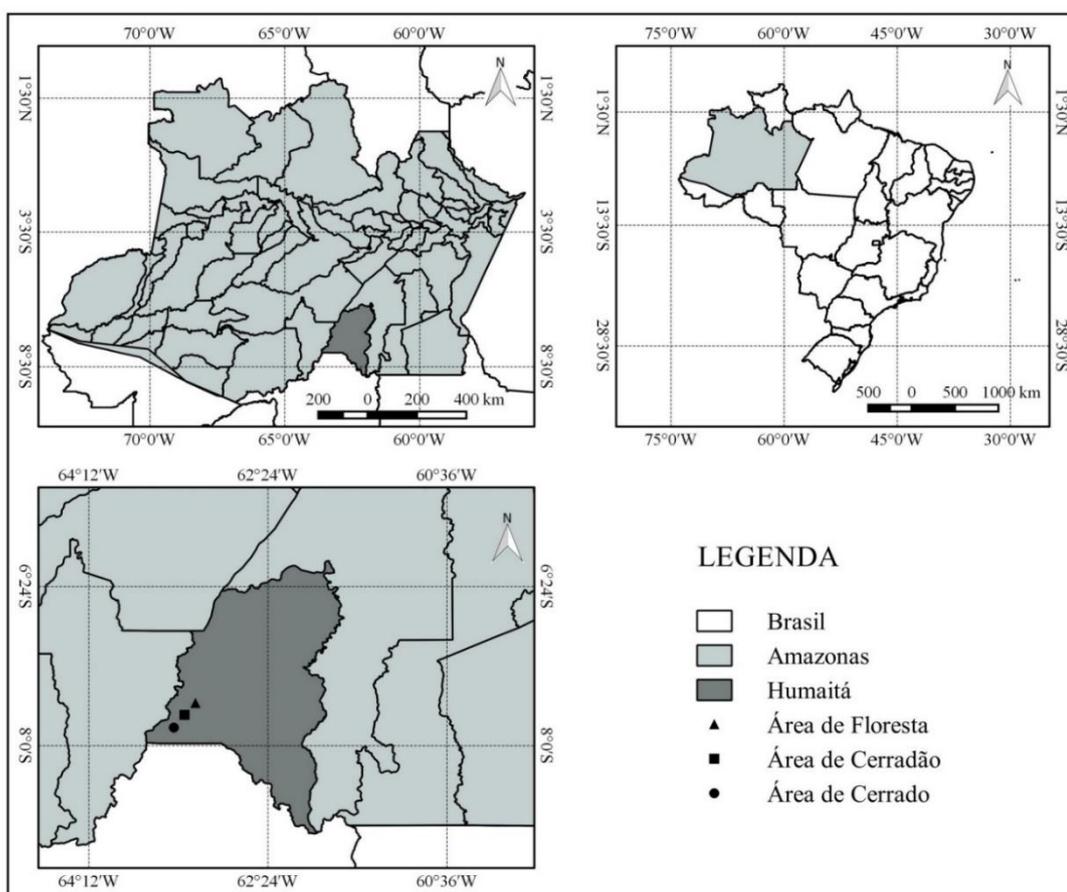


Figura 1. Localização das áreas de estudo. Mapa do Brasil, destacando o Estado do Amazonas e as áreas de estudo no mapa do município de Humaitá – AM.

A floresta está localizada nas áreas mais elevadas e de melhor drenagem da paisagem, funcionando com um divisor de águas, e apresentando uma fisiografia de floresta densa (CAMPOS et al., 2012). O cerrado exibe formação de aspecto mais uniforme, composta de árvores mais baixas (CAMPOS et al., 2012), e sofrem muito com a pressão do fogo no período seco. Já o cerradão apresenta como fisionomia predominante, o componente arbóreo-arbustivo (COUTINHO, 1978). Trata-se de uma mata mais rala e fraca, caracterizado pela presença de espécies que ocorrem no Cerrado sentido restrito e também por espécies de mata,

sendo que do ponto de vista fisionômico é uma floresta, mas floristicamente é mais similar a um Cerrado (CAMPOS, 1943).

O material de origem dos solos dessas regiões é proveniente dos sedimentos aluviais, que são cronologicamente oriundos do Holoceno. Os solos possuem baixa fertilidade natural e se situam em áreas de relevo plano e suave ondulado. Caracterizam-se pela presença de plintita e/ou concreções, são imperfeitamente drenados e apresentam excesso de água durante um período do ano, o que ocorre em geral, na época de maior precipitação pluviométrica na região (BRASIL, 1978).

No que se refere à caracterização climática, o clima da região segundo a classificação de Köppen, pertence ao grupo A (Clima Tropical Chuvoso) e tipo climático Am (chuvas do tipo monção), apresentando um período seco de pequena duração, com precipitação média anual variando entre 2.200 e 2.800 mm (Brasil, 1978). Esses totais elevados são resultantes da circulação atmosférica e da dinâmica dos sistemas que atuam sobre a região que, por consequência, geram as chuvas convectivas que são comuns na Amazônia (de SOUZA et al., 2005; MARENGO, 2003; MARENGO; NOBRE, 2009; ROCHA, 2010).

As médias anuais de temperatura variam em torno de 25 °C e 27 °C e, a umidade relativa do ar varia entre 85% e 90% (BRASIL, 1978). O período chuvoso ocorre entre outubro e março e o período seco ocorre entre junho a agosto, considerando o restante dos meses como período de transição (VIDOTTO et al., 2007) (Figura 2).

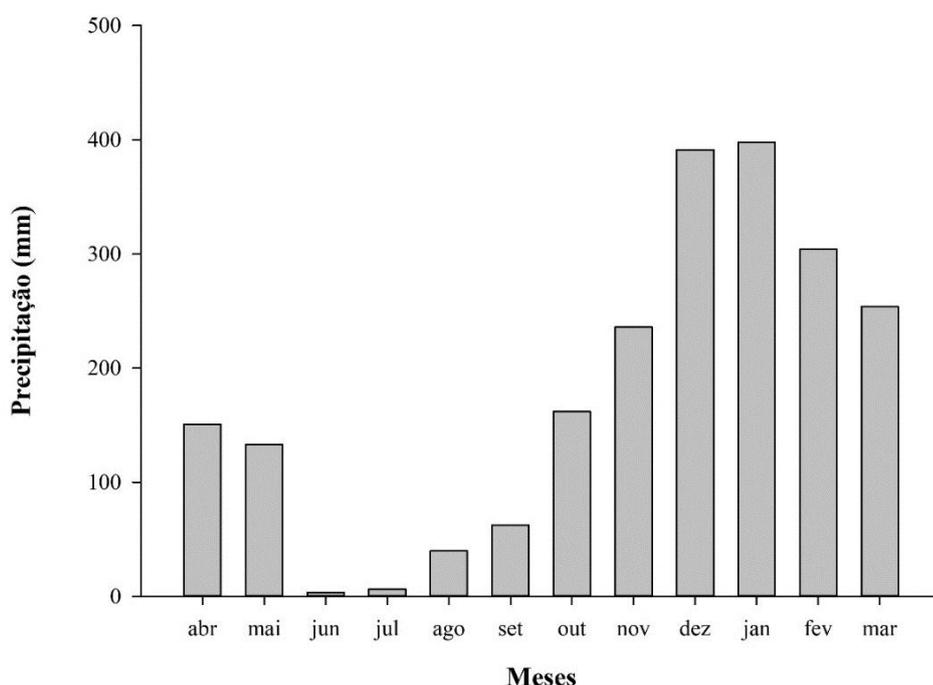


Figura 2. Dados de precipitação total de abril de 2018 a março de 2019, obtidos na estação climatológica do município de Humaitá – AM. **Fonte:** INMET. Instituto Nacional de Meteorologia.

7.2.2 Análise física e química do solo

Realizou-se a coleta de amostras compostas de solo em dois períodos do ano: seco (junho/2018) e chuvoso (dezembro/2018), na profundidade de 0,00 – 0,05, 0,05 – 0,15 e 0,15 – 0,30 cm. Em cada área foram escolhidos aleatoriamente quatro pontos de amostragem, onde foram coletados anéis volumétricos de 4,0 cm de altura e 5,1 cm de diâmetro interno e amostras com estrutura preservada em forma de torrão. As amostras foram secas à sombra e levemente destorroadas, de forma manual, passado as mesmas em peneira de 9,51 mm de diâmetro de malha, separando-se o material retido na peneira de 4,76 mm para as análises relativas à estabilidade de agregados. Também foi separado amostras para a determinação das análises físicas e químicas, as quais foram retidas na peneira de 2,00 mm.

Os atributos químicos avaliados foram pH, determinado potenciométricamente utilizando-se relação 1:2,5 de solo: em água e KCl (Embrapa, 1997); acidez potencial (H+Al), realizada por meio da extração com solução tamponada a pH 7,0 de acetato de cálcio, utilizando-se a metodologia proposta pela EMBRAPA (2017); alumínio trocável (Al³⁺), extraído por solução de KCl 1 mol L⁻¹, com teores determinados por titulometria, utilizando NaOH a 0,025 mol L⁻¹ e azul de bromotimol como indicador colorimétrico e; carbono orgânico (CO) determinado pelo método de Walkley-Black, modificado por Yeomans; Bremner (1988), utilizando fórmula (1) proposta pela EMBRAPA (2017).

$$Corg = \frac{0,003 \times Vd \times (40 - Va) \times \frac{40}{Vb} \times 10}{m}$$

Em que:

Corg - concentração de carbono orgânico no solo, em g kg⁻¹.

Vd - volume total da solução de dicromato de potássio adicionado na digestão da amostra, em mL.

Va - volume da solução de sulfato ferroso amoniacal gasto na titulação da amostra, em mL.

Vb - volume da solução de sulfato ferroso amoniacal gasto na titulação do branco aquecido, em mL.

Valor 0,003 - miliequivalente da massa de carbono (peso atômico/valência – 12/4, dividido por 1.000).

Valor 10 - transformação de % para g kg⁻¹.

m - massa da amostra de solo, em g.

Já o estoque de carbono (EC) foi definido pela equação:

$$EC = (Ds \times h \times CO)/10$$

Em que,

EC = estoque de carbono (Mg ha^{-1});

Ds = densidade do solo (g cm^{-3});

h é a espessura da camada de solo amostrada (cm);

CO = teor de C orgânico total g. Kg^{-1} .

Para a determinação dos atributos físicos macroporosidade (MaP), microporosidade (MiP), umidade gravimétrica (Ug), densidade do solo (Ds) e volume total de poros (Pt), as amostras de solo com estrutura preservada coletadas em anel volumétrico foram saturadas por meio da elevação gradual de uma lâmina de água numa bandeja plástica, até atingir cerca de 2/3 da altura do anel (Embrapa, 1997). Para a obtenção da MiP do solo, as amostras foram pesadas e levadas à mesa de tensão, sendo submetidas a uma tensão de -0,006 Mpa. Após atingirem o equilíbrio em um potencial matricial de -0,006 MPa, as amostras foram novamente pesadas. Posteriormente, as amostras foram levadas à estufa a 105 °C para a determinação da Ug, Ds e Pt, pelo método do anel volumétrico, já a MaP foi determinada pela diferença entre Pt e MiP (EMBRAPA, 2011).

A análise granulométrica foi realizada pelo método da pipeta, utilizando-se como dispersante químico a solução de hidróxido de sódio (NaOH) a 0,1 mol L⁻¹ e agitação mecânica em aparato de alta rotação por 15 min, conforme a metodologia proposta pela EMBRAPA (2011). A fração argila foi separada por sedimentação, a areia por tamisação e o silte, calculado pela diferença.

A determinação da estabilidade dos agregados do solo foi realizada pelo método de peneiramento úmido. A separação e estabilidade dos agregados foi estabelecida conforme Kemper; Chepil (1965), com modificações nas seguintes classes de diâmetro: 4,76-2,0 mm; 2,0-1,0 mm; 1,0-0,50 mm; 0,50-0,25 mm; 0,25-0,125; 0,125-0,063 mm.

Os agregados provenientes da peneira de 4,76 mm foram colocados em contato com a água sobre a peneira de 2,0 mm e submetidos à agitação vertical das três séries de peneiras em aparelho Yoder (modelo SOLOTEST) com 32 oscilações por minuto, durante um período de 15 minutos, após pré-umedecimento lento dos agregados por capilaridade. Posteriormente, o material retido em cada classe das peneiras foi acomodado em estufa a 105 °C, durante 24 horas, e em seguida foi mensurada as respectivas massas em balança digital.

Os resultados foram expressos em porcentagem dos agregados retidos em cada uma das classes das peneiras para > 2 mm, 2-1 mm e < 1 mm. Os valores de diâmetro médio ponderado (DMP) foram calculados por meio da fórmula proposta por CASTRO FILHO et al.

(1998). Enquanto que o diâmetro médio geométrico (DMG) foi calculado segundo Schaller; Stockinger (1953), citados por Alvarenga et al. (1986), de acordo com as equações:

$$DMP = \frac{\sum_{i=1}^N niDi}{\sum ni}$$

$$DMG = 10^{\frac{\sum_{i=1}^N ni \log Di}{\sum ni}}$$

Em que:

ni é a porcentagem de agregados retidos em uma determinada peneira, Di é o diâmetro médio de uma determinada peneira e N é o número de classes de peneiras.

7.2.3 Análise dos dados

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F e quando significativos aplicados o teste de Tukey para comparação das médias das áreas nas diferentes profundidades, e teste T de Student, para a comparação das médias entre os períodos (seco e chuvoso), ambos no nível de 5 % de significância. As análises foram feitas pelo uso do programa computacional Statistical Package for Social Sciences (SPSS), versão 12.5.

7.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente, foi realizada uma análise granulométrica das áreas estudadas, afim de caracterizar a textura dos solos (Tabela 1).

Tabela 1. Valores médios das frações areia, silte e argila de solos sob ambientes de cerrado, floresta e cerradão na Amazônia, nas camadas de 0,00-0,05, 0,05-0,15 e 0,15-0,30 m.

Prof	Área	Areia	Silte	Argila
		-----g/kg-----		
0-5 cm	Cerrado	417.00b	467.87a	272.50a
	Floresta	483.38a	344.13b	172.50a
	Cerradão	332.50b	505.00a	162.50a
5-15cm	Cerrado	385.38a	440.50a	252.50a
	Floresta	380.88a	384.25b	235.00a
	Cerradão	337.5b	605.00a	162.13a
15-30cm	Cerrado	349.13ab	430.87a	220.00a
	Floresta	419.50a	418.00a	162.50a
	Cerradão	362.88b	472.12a	165.00a

Letras iguais na coluna não diferem pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Observa-se na análise granulométrica que a fração silte foi dominante nas áreas de cerrado e cerradão com teores mais elevados no cerradão. Segundo Rosolen e Herpin, (2008), esse comportamento se deve, principalmente, a posição rebaixada, e ocorrência em depressões topográficas que favorecem o carreamento e deposição de sedimentos mais finos. Na floresta houve predominância da fração areia.

Na Tabela 2, são apresentados os valores médios dos atributos físicos do solo no período seco e chuvoso das áreas de cerrado, floresta e cerradão nas camadas 0 – 5, 5 – 15 e 15 – 30 cm de profundidade.

Tabela 2. Teste de média dos atributos físicos nas profundidades de 0 – 5, 5 – 15 e 15 – 30 cm, em áreas de cerrado, floresta e cerradão, em dois períodos do ano: seco e chuvoso.

Prof.	Área	Map	Mip	PT	DS	DMG	DMP	UG
		-----%-----			g/cm ³	-----mm-----		%
Período seco								
0-5 cm	Cerrado	18.26a	38.34a	56.60a	1.06a	3.25a	3.33a	28.83a
	Floresta	20.70a	39.65a	60.35a	0.99a	2.08a	2.43a	32.58a
	Cerradão	22.43a	41.62a	64.06a	0.81b	2.83a	3.20a	42.88a
5-15cm	Cerrado	19.53a	38.59a	58.12a	1.12a	3.10a	3.29a	35.54a
	Floresta	16.14a	41.23a	57.37a	1.10a	3.00a	3.20a	30.79a
	Cerradão	14.53a	48.10a	62.63a	1.07a	2.68a	3.23a	36.81a
15-30cm	Cerrado	17.73a	41.30a	59.03a	1.16a	3.00a	3.25a	29.21a
	Floresta	17.86a	36.02a	53.88a	1.21a	2.45a	2.80b	24.17a
	Cerradão	12.07a	42.28a	54.35a	1.22a	1.68a	1.78b	28.60a
Período chuvoso								
0-5 cm	Cerrado	26.77a	24.18a	50.95ab	0.83ab	2.79a	3.27a	30.16b
	Floresta	22.39a	32.06a	54.44b	0.59b	3.03a	2.79b	58.08a
	Cerradão	10.32a	34.05a	44.37a	1.00a	2.68a	2.75b	34.06ab
5-15cm	Cerrado	16.64a	30.84a	47.48a	0.94a	3.12b	3.22a	33.00a
	Floresta	14.77a	36.66b	51.42a	0.88a	2.76a	2.95a	43.97a
	Cerradão	12.42a	32.45a	44.87a	1.04a	3.12b	2.84a	31.01a
15-30cm	Cerrado	7.70a	32.28a	39.98a	1.04a	2.88b	3.21a	30.96a
	Floresta	10.53a	35.87a	46.40a	1.03a	2.65ab	2.65a	34.85a
	Cerradão	7.30a	32.41a	39.71a	1.21a	2.99b	2.70a	26.72a

Map: macroporosidade; Mip: microporosidade; PT: porosidade total; Ds: densidade do solo; DMG: diâmetro médio gravimétrico; DMP: diâmetro médio ponderado; UG: umidade gravimétrica. Médias no mesmo período, seco ou chuvoso, com letras iguais não se diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Verifica-se que as variáveis MaP, MiP, Pt e UG não diferiram significativamente ($p < 0,05$) entre os ambientes no período seco. Enquanto que no período chuvoso foi observado diferença estatística para MiP na profundidade de 5 – 15 cm, Pt e UG na profundidade de 0 – 5 cm.

É importante ressaltar que todas as áreas analisadas no período seco e chuvoso apresentaram condições favoráveis ao desenvolvimento das plantas, uma vez que todos os valores de MaP estão acima de $10 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$, o qual é definido como limitante ao crescimento radicular (DEXTER, 1988). As únicas exceções ocorreram no período chuvoso para as áreas de cerrado e cerradão na profundidade de 15 - 30 cm. De acordo com Bevan (1980), a redução dos macroporos abaixo de $10 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ são, geralmente, adotados como restritivos para o crescimento e produtividade da maioria das culturas, pois pode restringir a transmissão de água e nutrientes através da zona radicular (BEVAN, 1980).

Com relação a variável Pt, houve diferença significativa para o cerrado nas profundidades de 5 - 15 e 15 - 30 cm e para o cerradão nas profundidades de 0 - 5 e 5 - 15 cm, sendo os maiores valores observados no período seco. Nota-se ainda que para a variável Pt, no período seco, todas as médias estão acima de 50%. Segundo Pauletto et al., (2005) e Camargo; Alleoni (1997) um solo deve apresentar 50% de volume de poros totais, que na capacidade de campo teria 33,5% ocupado pela água e 16,5% ocupado pelo ar.

Em relação a densidade do solo (Ds) no período seco, verificou-se que os maiores valores deste atributo, na camada de 0 - 5 e 5 - 15 cm seguiram a sequência cerrado > floresta > cerradão. Enquanto que na camada de 15 - 30 cm, os maiores valores seguiram a sequência cerrado>cerradão>floresta. Porém, somente o cerrado se diferiu significativamente das demais áreas (0,00 - 0,05 m), apresentando menor valor para Ds.

No período chuvoso, os maiores valores de Ds seguiram a sequência cerradão>cerrado>floresta para todas as profundidades. Contudo, somente a floresta e o cerradão diferiram entre si (0 - 5 cm). No geral, nota-se que todas as áreas apresentam aumento da Ds em profundidade, fato que pode ser atribuído a condição menos estruturante das partículas do solo nas profundidades subsuperficiais (SOUZA, 2018).

Na literatura existe uma grande quantidade de trabalhos que apontam que o aumento da Ds está intimamente relacionada com outras propriedades, podendo provocar reduções na Pt, da MaP, na condutividade hidráulica, na absorção de íons, na MiP e na resistência do solo à penetração mecânica. Esse cenário geral resulta em diminuição da produtividade agrícola (SECCO et al., 2005; MELLO-FILHO et al., 2006; SANTOS et al., 2006).

Porém, percebe-se que os valores de Ds, na profundidade estabelecida para as áreas de estudo, estão dentro dos valores médios considerados ideais para Ds, os quais, segundo Camargo; Alleoni (1997), estão compreendidos na faixa de 1,0 e 1,2 g cm^{-3} , sendo que valores superiores a estes podem resultar numa maior degradação do solo. Esse

comportamento era esperado, pois em ambientes naturais, que não sofrem revolvimento do solo, tendem a ocorrer elevada deposição de material orgânico em superfície, proporcionado pelo acúmulo de resíduos vegetais da própria cultura (HERNANI; SALTON, 2009; GUARESCHI et al., 2012; TORRES et al., 2015). De acordo com Stoni; Silveira, (2001) maiores teores de matéria orgânica na camada superficial implicam em menores valores para densidade do solo.

Analisando os valores médios dos índices de agregação DMG e DMP observa-se altos valores tanto no período seco, como no chuvoso, provavelmente em razão das áreas deste estudo serem ambientes naturais, os quais ainda não sofreram ação antrópica. Os respectivos resultados corroboram com o trabalho realizado por Luciano et al. (2010), que observaram melhor agregação do solo em mata natural, sugerindo que tal resultado pode ter sido influenciado pela maior atividade biológica.

Quando analisados os mesmos atributos apenas no período seco, nota-se que não houve diferença significativa entre os ambientes para a variável DMG. Em relação a variável DMP, foi observado diferença significativa para o cerrado na camada 15 – 30 cm. Observa-se ainda no período seco, diminuição das médias de DMG em relação as profundidades do solo. Estes resultados corroboram com Vasconcelos et al. (2010) e Wendling et al. (2012), que observaram decréscimo da agregação do solo com o aumento da profundidade, em solo sob mata nativa.

No período chuvoso, a floresta diferiu-se das demais áreas na camada 5 –15 cm para a variável DMG. Enquanto que o cerrado apresentou o maior valor para a variável DMP na camada 00 – 5 cm.

Na Tabela 3, são apresentados os valores médios dos atributos químicos do solo no período seco e chuvoso das áreas de cerrado, floresta e cerradão nas camadas 0 – 5, 5 – 15 e 15 – 30 cm de profundidade.

Tabela 3. Teste de média dos atributos químicos nas profundidades de 0 – 5, 5 – 15 e 15 – 30 cm, em áreas de cerrado, floresta e cerradão, em dois períodos do ano: seco e chuvoso.

Prof	Área	pH	CO	Est.C	Al ³⁺	H+Al
			-g/kg-	Mg.ha ⁻¹	-----cmol _c /dm ³ -----	
0-5 cm	Cerrado	4.29a	26.82a	14.21a	6.30a	10,93 a
	Floresta	4.32a	30.91a	15.40a	4.85a	13,38 a
	Cerradão	4.43a	34.04a	13.53a	5.28a	11,18 a
5-15 cm	Cerrado	4.50ab	22.10a	12.37ab	4.50a	11,08 a
	Floresta	4.51b	24.92a	13.59a	4.83a	10,30 a
	Cerradão	4.84a	20.35a	10.82b	4.23a	11,08 a
15-30 cm	Cerrado	4.58a	18.76ab	10.82ab	5.93a	8,90 a
	Floresta	4.60a	22.07a	13.32a	4.95a	9,55 a
	Cerradão	4.86a	15.46b	9.28b	5.28a	8,68 a
0-5 cm	Cerrado	4.32a	16.26a	6.65a	6.15a	8,55 a
	Floresta	4.43a	25.53a	6.63a	4.74a	11,45 a
	Cerradão	4.29a	16.46a	8.20a	5.52a	9,43 a
5-15 cm	Cerrado	4.51b	14.01a	12.37ab	4.86a	7,45 a
	Floresta	4.84a	16.52a	13.59a	4.46a	8,40 a
	Cerradão	4.50b	12.40a	10.82b	6.35a	8,25 a
15-30 cm	Cerrado	4.74a	16.58a	11.03ab	4.29a	6,55 a
	Floresta	4.58a	17.50a	12.44a	3.13a	6,50 a
	Cerradão	4.35a	10.13a	10.74b	6.77a	7,25 a

CO: carbono orgânico; Est. C; estoque de carbono; Al³⁺: alumínio trocável; H+ Al³⁺: acidez potencial. Médias no mesmo período, seco ou chuvoso, com letras iguais na coluna, não se diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância;

No que diz respeito ao pH, foi possível observar condição de extrema acidez em todas as áreas e profundidades avaliadas no período seco e chuvoso. (Tabela 2). Tais resultados já eram esperados uma vez que estudos recentes demonstraram que valores baixos de pH são comuns em solos da região sul do Amazonas (CAMPOS et al., 2012; MANTOVANELLI et al., 2015 e AQUINO et al., 2016). Os presentes autores encontraram valores de pH abaixo de 5,00 o que caracteriza alta acidez aos solos desta região, corroborando com os valores de pH encontrados neste estudo. Segundo Reis et al. (2009), a principal causa dos baixos valores de pH nos solos da região amazônica é a elevada perda de bases trocáveis e consequente concentração de íons H⁺ ao solo provocada pelo processo de intemperismo influenciado pelas altas temperaturas e longos períodos de precipitação.

As áreas de floresta e cerradão diferiram estatisticamente entre si, na profundidade de 15 – 30 cm para a variável CO no período seco. Observa-se também que as áreas apresentaram valores decrescentes desta variável em profundidade, concordando com os resultados de Cunha et al. (2007). As únicas exceções ocorreram no período chuvoso, para as áreas de cerrado e floresta, na profundidade de 15 – 30 cm.

O Est. C. também apresentou padrão decrescente no período seco, sendo observado ainda neste período, diferença significativa entre a floresta e o cerrado nas profundidades de 5- 15 e 15 – 30 cm. Os altos valores observados para o CO e Est. C nas profundidades de 0 – 5 e 5 – 15 cm devem estar associados à elevada produção de serapilheira. Mantovanelli et al. (2015), atribuem este padrão em função da maior deposição de matéria orgânica em superfície, que é intensificada devido ao aporte de resíduos vegetais mais lignificados.

O Al³⁺ e o H+Al apresentaram valores elevados no período seco e no período chuvoso, para todos os ambientes e nas três profundidades estudadas. De acordo com o guia prático para interpretação de resultados de análise de solos (SOBRAL et al., 2015), isto não é desejável para o bom desenvolvimento das culturas. Embora os valores encontrados tenham sido altos, não foi observada diferença significativa entre os ambientes.

Na Tabela 4, são apresentados a comparação das médias entre os períodos seco e chuvoso dos atributos físicos do solo nas áreas de cerrado, floresta e cerrado nas camadas 0 – 5, 5 – 15 e 15 – 30 cm de profundidade.

Tabela 4. Comparação das médias entre os períodos seco e chuvoso, dos atributos físicos do solo nas áreas de cerrado, floresta e cerrado, nas profundidades de 0 – 5, 5 – 15 e 15 – 30 cm.

Prof	Área	Map	Mip	PT	DS	DMG	DMP	UG
		-----%-----			g/cm ³	-----mm-----		%
Período seco								
0-5 cm	Cerrado	18.26	38.34	56.60	1.06*	3.25	3.33	28.83
	Floresta	20.70	39.65	60.35	0.99*	2.08	2.43	32.58*
	Cerradão	22.43*	41.62	64.06*	0.81*	2.83*	3.20	42.88
5-15 cm	Cerrado	19.53	38.59	58.12*	1.12*	3.10	3.29	35.54
	Floresta	16.14	41.23*	57.37	1.10	3.00	3.20	30.79
	Cerradão	14.53	48.10*	62.63*	1.07	2.68	3.23	36.81
15-30 cm	Cerrado	17.73	41.30*	59.03*	1.16*	3.00*	3.25	29.21
	Floresta	17.86	36.02	53.88	1.21	2.45	2.80	24.17
	Cerradão	12.07	42.28*	54.35	1.22	1.68*	1.78	28.60
Período chuvoso								
0-5 cm	Cerrado	26.77	24.18	50.95	0.83*	2.79	3.27	30.16
	Floresta	22.39	32.06	54.44	0.59*	3.03	2.79	58.08*
	Cerradão	10.32*	34.05	44.37*	1.00*	2.68*	2.75	34.06
5-15 cm	Cerrado	16.64	30.84	47.48*	0.94*	3.12	3.22	33.00
	Floresta	14.77	36.66*	51.42	0.88	2.76	2.95	43.97
	Cerradão	12.42	32.45*	44.87*	1.04	3.12	2.84	31.01
15-30 cm	Cerrado	7.70	32.28*	39.98*	1.04*	2.88*	3.21	30.96
	Floresta	10.53	35.87	46.40	1.03	2.65	2.65	34.85
	Cerradão	7.30	32.41*	39.71	1.21	2.99*	2.70	26.72

Map: macroporosidade; Mip: microporosidade; PT: porosidade total; Ds: densidade do solo; DMG: diâmetro médio gravimétrico; DMP: diâmetro médio ponderado; UG: umidade gravimétrica. *: as medias entre o período chuvoso e seco se diferem estatisticamente a 5% de significância pelo teste t.

Quanto a sazonalidade, verifica-se que para a variável MaP, somente houve diferença significativa entre os períodos seco e chuvoso na área de cerradão, na profundidade de 0 – 5 cm, sendo observado maior valor no período seco do ano. Fato que também se atribui a redução da densidade do solo na respectiva profundidade avaliada. Enquanto que para a variável MiP, houve diferença significativa entre os períodos na floresta, na profundidade 5 – 15 cm; no cerradão, nas profundidades de 5 -15 e 15 -30 cm e no cerrado, na profundidade de 15 – 30 cm, sendo observado os menores valores no período chuvoso do ano.

Em relação a Ds, nota-se maior interferência da sazonalidade no cerrado, no qual observa-se diferença significativa entre os períodos em todas as profundidades avaliadas. Enquanto que na floresta e no cerradão, houve efeito significativo entre os períodos apenas na camada superficial do solo (0 – 5 cm). Observa-se ainda que quando significativos pelo teste de Student, os maiores valores para esta variável foram no período seco do ano, o que se deve, segundo Voorhees (1983) devido a ineficiência das forças naturais (ciclos de secagem e umedecimento) em reduzir a densidade do solo.

É possível observar que os valores de DMP não sofreram alteração significativa quando comparados os períodos do ano. Enquanto que para a variável DMG, houve diferença significativa no cerrado, na profundidade de 15 – 30 cm, com maior valor no período seco e no cerradão nas profundidades de 0 – 5, com maior valor no período seco e 15 – 30 cm com maior valor no período chuvoso do ano. A maioria dos valores de DMG observados nas diferentes profundidades deste estudo no período chuvoso foram superiores aos observados no período seco, demonstrando que neste período os agregados de maior classe (> 2 mm) estão presentes em maior quantidade.

Para a variável UG, observa-se efeito significativo entre os períodos na floresta, na profundidade de 0 – 5 cm, sendo o maior valor apresentado no período chuvoso. Esta questão pode ser atribuída ao maior índice de precipitação e a maior radiação solar que pode contribuir com a evaporação da água no solo (CARNEIRO et al., 2013). Sendo a capacidade dos solos em conservar a umidade, um importante fator para a manutenção das plantas.

Na Tabela 5, são apresentados a comparação das médias entre os períodos seco e chuvoso dos atributos químicos do solo nas áreas de cerrado, floresta e cerradão nas camadas 0 – 5, 5 – 15 e 15 – 30 cm de profundidade.

Tabela 5. Comparação das médias entre os períodos seco e chuvoso, dos atributos químicos do solo nas áreas de cerrado, floresta e cerradão, nas profundidades de 0-5, 5-15 e 15-30 cm.

Prof.	Área	pH	CO	Est.C	Al ³⁺	H+Al
			-g/kg-	Mg.ha ⁻¹	-----cmol _c /dm ³ -----	
0-5 cm	Cerrado	4.29	26.82*	14.21*	6.30	10,93
	Floresta	4.32	30.91	15.40*	4.85	13,38
	Cerradão	4.43	34.04*	13.53*	5.28	11,18
5-15 cm	Cerrado	4.50	22.10*	12.37	4.50	11,08
	Floresta	4.51*	24.92*	13.59	4.83*	10,30
	Cerradão	4.84	20.35	10.82	4.23	11,08
15-30 cm	Cerrado	4.58	18.76	10.82	5.93	8,90
	Floresta	4.60	22.07	13.32	4.95	9,55
	Cerradão	4.86	15.46*	9.28	5.28	8,68
0-5 cm	Cerrado	4.32	16.26*	6.65*	6.15	8,55
	Floresta	4.43	25.53	6.63*	4.74	11,45
	Cerradão	4.29	16.46*	8.20*	5.52	9,43
5-15 cm	Cerrado	4.51	14.01*	12.37	4.86	7,45
	Floresta	4.84*	16.52*	13.59	4.46*	8,40
	Cerradão	4.50	12.40	10.82	6.35	8,25
15-30 cm	Cerrado	4.74	16.58	11.03	4.29	6,55
	Floresta	4.58	17.50	12.44	3.13	6,50
	Cerradão	4.35	10.13*	10.74	6.77	7,25

CO: carbono orgânico; Est. C; estoque de carbono; Al³⁺: alumínio trocável; H+ Al³⁺: acidez potencial. *: as medias entre o período chuvoso e seco se diferem estatisticamente a 5% de significância pelo teste t.

É possível observar que o pH não demonstrou diferença significativa entre os períodos avaliados, com exceção da floresta na profundidade de 5 – 15 cm, sendo também observada pouca variação dos valores de pH em profundidade do solo. De acordo com Cravo et al. (2012), isso se deve à alta precipitação da região amazônica que causa lixiviação de nutrientes da camada superficial para o restante do perfil do solo.

No que se refere ao CO, observa-se elevados valores no período seco, sendo observado diferença significativa no cerrado, nas profundidades de 0 – 5 e 5 – 15 cm; no cerradão, nas profundidades de 0 – 5 e 15 – 30 cm e; na floresta na profundidade de 5 -15 cm. Quanto ao Est.C, observa-se que os valores deste no período seco diferiram-se significativamente do período chuvoso no cerrado, floresta e cerradão, na profundidade de 0 – 5 cm. As demais profundidades não sofreram influência da sazonalidade. De acordo com Cianciaruso et al. (2006), em ecossistemas amazônicos e cerrados, é comum ocorrer elevada deposição de MO em superfície no período seco devido a maior deposição de material orgânico proporcionada pela queda de serapilheira no solo. Em relação ao Al³⁺, nota-se que apenas a floresta na profundidade de 5 – 15 cm sofreu influência da sazonalidade, apresentando valor mais acentuado no período seco.

7.4 CONCLUSÕES

Os atributos MaP, MiP, Pt, UG, pH, CO, Ds, DMG, DMP e Al^{3+} não induziram diferenças significativas entre os ambientes e profundidades avaliadas no período seco do ano. Os atributos que apresentaram maiores valores no período chuvoso foram MiP, Pt, UG, pH e Est. C na área de floresta, sendo a maioria nas camadas de 0 – 5, 5 - 15 cm de profundidade.

A variação sazonal da precipitação induziu mudanças em 15 dos 16 atributos avaliados, sendo que apenas o DMP não sofreu alteração entre os períodos seco e chuvoso. Porém, as modificações não ocorreram simultaneamente para todas as áreas e profundidades.

Os atributos que mais sofreram alterações entre os períodos seco e chuvoso foram: MiP, Pt, Ds, MO e CO, os mesmos apresentaram valores reduzidos no período chuvoso.

7.5 REFERÊNCIAS

AQUINO, R. E. De; CAMPOS, M. C. C.; SOARES, M. D. R.; OLIVEIRA, I. A. De; FRANCISCON, U.; SILVA, D. M. P. Da; CUNHA, J. M. Da. Chemical soil attributes evaluated by multivariate techniques and geostatistics in the area with agroforestry and sugarcane in Humaitá, AM, Brazil. **Bioscience Journal**, v. 32, n. 1, p. 61-72, 2016.

ARCOVERDE, S. N. S.; SALVIANO, A. M.; OLSZEWSKI, N.; MELO, S. B. DE.; CUNHA, T. J. F.; GIONGO, V.; PEREIRA, J. DE S. Qualidade Física de Solos em Uso Agrícola na Região Semiárida do Estado da Bahia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 39, p. 1473-1482, 2015.

ASHER, C. J. Revisão sobre a natureza geral dos problemas de fertilidade dos solos ácidos. In: Seminário sobre nutrição de plantas forrageiras em solos tropicais ácidos. 1982, Campo Grande. Anais... Campo Grande: Embrapa- DID, 1982. p. 11-26.

BEVAN, K. The grandon underwood field drainage experiment. Institute of Hidrology Report 1980; 65: 30.

CAMARGO, O. A.; ALLEONI, L. R. F. **Compactação do solo e o desenvolvimento das plantas**. Piracicaba: USP/ESALQ, 1997.132p.

CAMPOS, M. C. C.; RIBEIRO, M. R.; SOUZA JUNIOR, V. S.; RIBEIRO FILHO, M. R.; OLIVEIRA, I. A. Interferências dos pedoambientes nos atributos do solo em uma topossequência de transição Campos/Floresta. **Revista ciência agrônômica (UFC)**, v. 41, p. 527-535, 2010.

CAMPOS, M. C. C.; SANTOS, L. A. C. dos; SILVA, D. M. P. da; MANTOVANELLI, B. C.; SOARES, M. D. R. Caracterização física e química de terras pretas arqueológicas e de solos não antropogênicos na região de Manicoré, Amazonas. **Revista Agro@mbiente**, v. 6, n. 2, p. 102-109, 2012.

CARNEIRO, R. G.; MOURO, M. A. L.; SILVA, V. De P. R. Da. Variabilidade da temperatura do solo em função da liteira em fragmento remanescente de mata atlântica. **Revista Brasileira de Engenharia e Ambiental**. v.18, n.1, p.99-108, 2014.

CIANCIARUSO, M. V.; PIRES, J. S. R.; DELITTI, W. B.C.; SILVA, E. F. L. P. 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**, v. 20, p. 49-59, 2006.

CORINGA, E. De A. O.; COUTO, E. G.; PEREZ, X. L. O.; TORRADO, P. V. 2012. Atributos de solos hidromórficos no Pantanal Norte Matogrossense. *Acta Amazônica*, v. 42, n. 1, p. 19-28.

CORTEZ, J. W.; ALVES, A. D. S.; MOURA, M. R. D.; OLSZEWSKI, N.; NAGAHAMA, H. J. (2011). Atributos físicos do Argissolo amarelo do semiárido nordestino sob sistemas de preparo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 35 (4), pp. 1207-1216.

CRAVO, M. S.; SMYTH, T. J.; BRASIL, E. C. Calagem em latossolo amarelo distrófico da Amazônia e sua influência em atributos químicos do solo e na produtividade de culturas anuais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 36, n. 3, p. 895-908, 2012.

DEXTER, A. R. Advances in characterization of soil structure. **Soil Tillage Research**, 11:199-238, 1988.

GUARESCHI, R. F.; PEREIRA, M. G.; PERIN A. Deposição de resíduos vegetais, matéria orgânica leve, estoques de carbono e nitrogênio e fósforo remanescente sob diferentes sistemas de manejo no Cerrado goiano. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 36, n. 3, p. 909-920, 2012.

HERNANI, L. C.; SALTON, J. C.; Atributos de solo e produtividade de culturas em sistemas de manejo conduzidos por dezesseis anos. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, v. 54, p. 1-63, 2009.

LEPSCH, I. F. Formação e conservação dos solos. São Paulo, Oficina de Textos, 2002. 178p.

LUCIANO, R. V.; BERTOL, I.; BARBOSA, F. T.; KURTZ, C.; FAYAD, J. A. Propriedades físicas e carbono orgânico do solo sob plantio direto comparados à mata natural, num Cambissolo Háplico. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 9, n. 1, p. 09-19, 2010.

MANTOVANELLI, B. C.; CAMPOS, M. C. C.; ALHO, L. C.; FRANCISCON, U. NASCIMENTO, M. F.; SANTOS, L. A. C. dos. Distribuição espacial dos componentes da acidez do solo em área de campo natural na região de Humaitá, Amazonas. **Revista de Ciências Agroambientais**, v. 14, n. 1, p. 01-09, 2016.

MANTOVANELLI, B. C.; SILVA, D. A. P. da; CAMPO, M. C. C.; GOMES, R. P. G.; SOARES, M. D. R.; SANTOS, L. A. C. dos. Avaliação dos atributos do solo sob diferentes usos na região de Humaitá, Amazonas. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 58, n. 2, p. 122-130, 2015.

MATOS, F. O.; CASTRO, R. M. S.; RUIVO, M. L. P.; MOURA, Q. L. Teores de nutrientes do solo sob sistema agroflorestal manejado com e sem queima no Estado do Pará. **Floresta e Ambiente**, v. 19, n. 3, p. 257-266, 2012.

MELO-FILHO, J. F.; OLIVEIRA, A. S.; LOPES, L. C. & VELLAME, L. M. Análise estatística exploratória e variabilidade da densidade do solo em um perfil de Latossolo Amarelo coeso dos tabuleiros costeiros da Bahia. *Ci. Agrotec.*, 30:199-205, 2006.

MERCANTE, E.; URIBE-OPAZO, M. A.; SOUZA, E. G. Variabilidade espacial e temporal da resistência mecânica do solo à penetração em áreas com e sem manejo químico localizado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 27:1149-1159, 2003.

PAULETTO, E. A.; BORGES, J. R.; SOUSA, R. O.; PINTO, L. F. S.; SILVA, J. B.; LEITZKE, V. W. Avaliação da densidade e da porosidade de um gleissolo submetido a diferentes sistemas de cultivo e diferentes culturas. *Revista Brasileira de Agrociências*. V.11, n.2, p. 207-210, 2005.

PONNAMPERUMA, F. N. 1977. Comportamiento de elementos menores em suelos

arroceros. In: IRRI. Los Banos.

REIS, M. S.; FERNANDES, A. R.; GRIMALDI, C.; DESJARDINS, T.; GRIMALDI, M. Características químicas dos solos de uma topossequência sob pastagem em uma frente pioneira da Amazônia Oriental. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 52, n. 1, p. 37-47, 2009.

ROSOLEN, V.; HERPIN, U. Expansão dos solos hidromórficos e mudanças na paisagem: um estudo de caso na região Sudeste da Amazônia Brasileira. **Acta Amazônica**, v. 38, n. 03, p. 483-490, 2008.

SANTOS, L. A. C.; CAMPO, M. C. C.; COSTA, H. S.; PEREIRA, A. R. Caracterização de solos em uma topossequência sob terraços aluviais na região do médio rio Madeira (AM). **Ambiência - Revista do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais**, v. 8, n. 2, p. 319-331, 2012.

SANTOS, M. L.; CARVALHO, M. P.; RAPASSI, R. M. A.; MURAIISHI, C. T.; MALLER, A. & MATOS, F. A. Correlação linear e espacial entre produtividade de milho (*Zea mays* L.) e atributos físicos de um Latossolo Vermelho distroférrico sob plantio direto do Cerrado Brasileiro. *Acta Sci.*, 28:313-321, 2006.

SECCO, D.; DAROS, C. O.; SECCO, J. K. & FIORIN, J. E. Atributos físicos e produtividade de culturas em um Latossolo Vermelho argiloso sob diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 29:407-414, 2005.

SOBRAL, L. F.; BARRETO, M. C. de V.; SILVA, A. J. da; ANJOS, J. L. dos. **Guia prático para interpretação de resultados de análises de solo**. Embrapa Tabuleiros Costeiros: Aracaju, 2015, 13 p. (Documentos, 206).

SOUZA, F. G. DE. **Atributos do solo, estoque de carbono e erodibilidade em áreas sob diferentes usos no assentamento São Francisco, Canutama, Amazonas**. 2018. 175p. (Doutorado) – Universidade Federal do Amazonas – UFAM, Manaus, 2018.

SPOSITO, G. *The chemistry of soils*. New York, Oxford University Press, 1989. 277p.

STONE, L.F.; SILVEIRA, P.M. Efeitos do sistema de preparo e da rotação de culturas na porosidade e densidade do solo. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Campinas, v.25, n.2, p.395- 401, 2001.

TORRES, J. L. R.; PEREIRA, M. G. P.; ASSIS, R. L.; SOUZA, Z. M. Atributos físicos de um latossolo vermelho cultivado com plantas de cobertura, em semeadura direta. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 39, n. 2, p.428-437, 2015.

VASCONCELOS, R. F. B.; CANTALICE, J. R. B.; OLIVEIRA, V. S.; COSTA, Y. D. J.; CAVALCANTE, D. M. Estabilidade de agregados de um Latossolo Amarelo distrocoeso de tabuleiro costeiro sob diferentes aportes de resíduos orgânicos da cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.34, p.309-316, 2010.

WENDLING, B.; FREITAS, I. C. V.; OLIVEIRA, R. C.; BABATA, M. M.; BORGES, E. N. Densidade, agregação e porosidade do solo em áreas de Conversão do cerrado em floresta de pinus, pastagem e Plantio direto. *Bioscience Journal*, v.28, p.256-265, 2012.