



UNIVERSIDADE FEDERAL DE RORAIMA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS NATURAIS

WILLIAMAR RODRIGUES SILVA

PRODUÇÃO DE LITEIRA FINA EM UMA ÁREA DE CONTATO
CAMPINARANA-FLORESTA OMBRÓFILA NA AMAZÔNIA SETENTRIONAL

Boa Vista, RR

2013

WILLIAMAR RODRIGUES SILVA

**PRODUÇÃO DE LITEIRA FINA EM UMA ÁREA DE CONTATO
CAMPINARANA-FLORESTA OMBRÓFILA NA AMAZÔNIA
SETENTRIONAL**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-graduação em Recursos Naturais - PRONAT da Universidade Federal de Roraima, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Recursos Naturais. Área de concentração: Manejo e Conservação de Bacias Hidrográficas

Orientadora: Prof. Dra. Carolina Volkmer de Castilho

Boa Vista RR

2013

WILLIAMAR RODRIGUES SILVA

PRODUÇÃO DE LITEIRA FINA EM UMA ÁREA DE CONTATO
CAMPINARANA-FLORESTA OMBRÓFILA NA AMAZÔNIA SETENTRIONAL

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-graduação em Recursos Naturais - PRONAT da Universidade Federal de Roraima, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Recursos Naturais. Área de concentração: Manejo e Conservação de Bacias Hidrográficas

Orientadora: Prof. Dra. Carolina Volkmer de Castilho

Dra. Carolina Volkmer de Castilho
Orientadora/ Embrapa Roraima

Dr. Reinaldo Imbrozio Barbosa
Membro titular da banca/ INPA

Dr. José Júlio Toledo
Membro titular da banca /UERR

Dr. Edmilson Evangelista da Silva
Membro titular da banca/Embrapa Roraima

A Deus,
a minha mãe Zilda,
a minha filha Dara Hadassa,
a minha mulher Maria Aparecida,
a minha irmã e filhas e
aos meus irmãos e cunhadas.

AGRADECIMENTOS

A Deus por tudo o que tem feito na minha vida (saúde, paz, força de vontade, dedicação, etc.) sem ele a minha vida não teria sentido.

A minha mãe Zilda Rodrigues Silva pelo amor, carinho, conselhos e incentivos para vencer os obstáculos da vida. A minha mãe é uma fonte de inspiração para mim, e tenho o maior orgulho de dizer para o mundo todo que tenho uma mãe maravilhosa.

A minha filha Dara Hadassa por me incentivar nessa trajetória com o seu amor e carinho. Também por tornar a minha vida melhor a cada dia com seus sorrisos, abraços e beijos os quais me enchem de felicidade em todos os momentos da minha vida.

A minha mulher Maria Aparecida pelo amor, carinho, compreensão, paciência e por estar ao meu lado nas horas em que mais precisei. Maria sempre me incentivou e buscou compreender os esforços que tinha que fazer em todos os momentos deste estudo. Sou muito grato a ela por estar torcendo por mim e por fazer de tudo para que esse trabalho seja realizado com sucesso.

Aos meus irmãos e cunhadas e a minha irmã e filhas por se preocuparem com a minha segurança.

A minha orientadora Prof. Dra. Carolina Volkmer de Castilho a qual é digna de respeito e admiração. A professora Carolina me ajudou a encontrar a minha área de estudo quando eu não sabia o que fazer. Além disso, me orientou, ensinou e acreditou na minha capacidade de realizar um bom trabalho. Aprendi muito com ela e posso dizer que hoje sou outra pessoa por ter ouvido os seus conselhos e sugestões. Serei grato por toda a minha vida, mas por mais que eu expresse os meus agradecimentos será pouco diante do que ela fez por mim nesta conquista.

Ao Prof. Dr. Reinaldo Imbrozio Barbosa o qual tenho admiração pela amizade sincera, incentivos e ensinamentos. O professor Reinaldo foi a pessoa que me incentivou a entrar no mestrado e sempre esteve torcendo por minhas vitórias. Mais que um amigo, é ponto de referência que sempre depositarei minha confiança e serei grato por toda a minha vida.

Ao Prof. Dr. José Julio de Toledo pelos incentivos e ensinamentos e por me orientar no Estágio Docente Orientado o qual adquiri muita experiência. Julio é uma pessoa admirável e simples e teve sempre a disposição de me ajudar no que precisei. Em cada exercício realizado em sala ou no campo, o Julio sempre permitia minha participação, o que me deixava mais motivado em buscar novos conhecimentos.

Aos amigos Edmar da Silva Prado e Ricardo de Oliveira Perdiz pela amizade, apoio moral e pelo auxílio das atividades realizadas em campo. Andréia pela colaboração com a informática e a Lisandra e Juci pelo apoio moral e por estar sempre torcendo por mim.

Aos meus amigos e colegas de mestrado, Leandro Oliveira, Alice, Adriana, Edinarde, Mayara, pelos incentivos e apoio moral.

Aos professores que contribuíram com a aplicação das disciplinas.

Aos auxiliares de campo, Agnaldo Nogueira de Souza “Caçula”, Wicles Santos Batista, Antonio Magalhães da Silva “Madruga”, Iran das Chagas Almeida, Elisandro Oliveira Pereira “Camarão”.

Dentre os auxiliares de campo, o Agnaldo Nogueira de Souza “Caçula” esteve presente em todos os momentos das coletas realizadas em campo. Aprendi muito com ele e sou grato por tudo que ele fez por mim nesta pesquisa, também levarei a sua amizade por toda a minha vida

A Natalia Silva Ferreira (aluna de graduação da Faculdade Cathedral e bolsista do PIBIC) e Hildenir de Assis da Costa (aluna de graduação da Faculdade Cathedral) por colaborar incansavelmente na execução da pesquisa.

Ao Programa de Pós-graduação em Recursos Naturais - PRONAT da Universidade Federal de Roraima, representado pelos funcionários de forma geral.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES pela concessão da bolsa de estudo.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico CNPq pelo financiamento do estudo.

A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA pela disponibilização do espaço físico para realização do estudo.

Ao Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia por me dar a oportunidade de cursar a disciplina Ecologia de Ecossistemas.

Ao Programa de Pesquisa em Biodiversidade – PPBio pela disponibilização do sitio de pesquisa para realização do estudo.

Ao Parque Nacional do Viruá por permitir a realização do estudo nas suas dependências.

Enfim, a todos que direta ou indiretamente buscaram ajudar ou contribuir com as atividades desta pesquisa, muito obrigado.

RESUMO

A produção de liteira fina foi monitorada em 15 parcelas permanentes da grade do Programa de Pesquisas em Biodiversidade (PPBio) localizada no Parque Nacional do Viruá, Roraima. Foram instalados 5 coletores de 0, 25 m² por parcela, monitorados em intervalos quinzenais de fevereiro de 2012 a fevereiro de 2013. Após a coleta, as amostras foram secas em estufa a 60° C até o peso constante, separadas e pesadas em diferentes frações: folhas, galhos menores do que 2 cm de diâmetro, flores, frutos/sementes e material não-identificado. O estudo investigou (i) a relação entre a produção mensal de liteira fina e a precipitação mensal e (ii) o efeito da variação espacial na textura e fertilidade do solo na produção de liteira fina. A produção total de liteira fina variou de 5, 86 t ha⁻¹ ano⁻¹ a 12, 10 t ha⁻¹ ano⁻¹ com média de 8, 83 t ha⁻¹ ano⁻¹. A fração foliar contribuiu com 66, 55% da produção total, seguida por galhos (21, 94%), frutos (6, 32%), flores (2, 96%) e material não identificado (2, 23%). A produção mensal de liteira fina não foi correlacionada com a precipitação mensal ($r_s = 0, 27$; $p = 0, 33$). Somente a produção de frutos/sementes ($r_s = 0, 13$; $p = 0, 05$) e galhos ($r_s = 0, 20$; $p < 0, 01$) foi correlacionada com a precipitação. A variação espacial na produção de liteira fina não foi relacionada com a textura ou fertilidade do solo na Campinarana. Da mesma forma, não houve relação entre a produção de liteira fina e a textura do solo na Floresta ombrófila. Entretanto, houve uma relação positiva entre a produção e a fertilidade do solo na floresta ($r^2 = 0, 39$; $p = 0, 05$). A abertura do dossel afetou a produção de liteira fina, mas seu efeito foi dependente da fitofisionomia. Em áreas de floresta ombrófila, a produção não foi relacionada a abertura do dossel. Por outro lado, em áreas de campinarana, a produção da liteira fina foi diretamente relacionada a abertura do dossel ($r^2 = 0, 93$; $p = 0, 01$).

Palavras chave: PPBio. Parque Nacional do Viruá. Roraima. Precipitação. Solo. Variação espacial.

ABSTRACT

Annual production of fine litter was measured between February 2012 and February 2013 in a *campinarana-terra-firme* forest ecotone in Viruá National Park, Roraima. This study investigated the relationship between the monthly production of fine litter and monthly precipitation, and evaluated the effect of spatial variation in texture and soil fertility in the production of fine litter. The production of fine litter was monitored in 15 1-hectare permanent plots located in the grid of Brazilian Biodiversity Research Program (PPBio). Five 0.25m² litter collectors were installed in each plot and were monitored bimonthly. After collection, samples were dried at 60° C for 48 hours, separated into different fractions (leaves, branches thinner than 2 cm in diameter, flowers, fruits/seeds and materials not identified) and weighed. The total production of fine litter ranged from 5.86 t/ha/year to 12.10 t/ha/year with an average of 8.83 t/ha/year. There were no significant differences between the annual production of fine litter in areas of terra-firme forest and campinarana. Most of the litter was composed of leaves which represented 66.55% of the total, followed by twigs (21.94%), fruits (6.32%), flowers (2.96%) and unidentified materials (2.23%). Monthly production of fine litter was not correlated with monthly rainfall ($r_s = 0.27$, $p = 0.33$). Only the production of fruits / seeds ($r_s = 0.13$, $p = 0.05$), and branches ($r_s = 0.20$, $p < 0.01$) was correlated with precipitation. The spatial variation in litter production was not related to texture or soil fertility in the *campinarana*. Likewise, there was no relationship between the production of fine litter and texture in the terra-firme forest. However, there was a relationship between production and soil fertility ($r^2 = 0.39$; $p = 0.05$). Canopy openness affected the production of fine litter, but its effect was dependent on the vegetation type. In areas of terra-firme forest, the production was not related to canopy openness. On the other hand, in the campinarana production was directly related to canopy openness ($r^2 = 0.93$; $p = 0.01$).

Key Words: PPBio. Parque Nacional do Viruá. Roraima. Precipitation. Soil. Spatial variation.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Sistema de trilhas e parcelas permanentes do PPBio no Parque Nacional do Viruá, Roraima. | 23 |
| Figura 2. Disposição dos coletores de liteira fina e dos pontos de coleta de solo nas parcelas permanentes do PPBio no Parque Nacional do Viruá, Roraima. | 24 |
| Figura 3. Precipitação mensal no Parque Nacional do Viruá, Caracaraí (Roraima), no período de janeiro de 2012 a fevereiro de 2013. | 25 |
| Figura 4. Variação mensal na produção de liteira fina (t/ha/mes) no intervalo de fevereiro de 2012 a fevereiro de 2013 em uma área de contato campinarana-floresta ombrófila (Parque Nacional do Viruá, RR) | 27 |
| Figura 5. Relação entre a produção mensal das frações de liteira fina e a precipitação mensal em uma área de contato campinarana-floresta ombrófila (Parque Nacional do Viruá, RR) | 28 |
| Figura 6. Relação entre a produção total de liteira fina (t ha/ano), a textura do solo (% de argila) e a fertilidade do solo (soma de base) | 29 |
| Figura 7. Relação entre a produção total de liteira fina (t/ha/ano) e a abertura do dossel (%) em áreas de campinarana e floresta ombrófila | 30 |

LISTA DE TABELA

| | |
|--|----|
| TABELA 1 - Estudos de produção de liteira fina realizados na Amazônia | 26 |
| TABELA 2 - Resultados da análise de regressão simples relacionando as diferentes frações da liteira fina com a textura (% de argila) e a fertilidade do solo (soma de bases) | 29 |
| TABELA 3 - Estudos de produção de liteira fina realizados no estado de Roraima | 31 |
| APÊNDICE A - Produção mensal e total de liteira fina no Parque Nacional do Viruá, Roraima..... | 13 |
| APÊNDICE B - Produção das frações de liteira fina no Parque Nacional do Viruá, Roraima..... | 14 |
| APÊNDICE C - Caracterização da fitofisionomia e do solo das parcelas permanentes utilizadas para o monitoramento da produção de liteira fina no Parque Nacional do Viruá, Roraima..... | 15 |

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| 1 INTRODUÇÃO..... | 13 |
| 1.1 Liteira fina..... | 13 |
| 1.2 Fatores que afetam a produção de liteira fina | 14 |
| 2 OBJETIVOS..... | 20 |
| 2.1 Objetivo geral | 20 |
| 2.2 Objetivos específicos | 20 |
| 3 MATERIAL E MÉTODOS..... | 21 |
| 3.1 Área de estudo | 21 |
| 3.2 Produção de liteira fina | 22 |
| 3.3 Precipitação..... | 23 |
| 3.4 Classificação das fitofisionomias..... | 24 |
| 3.5 Abertura do dossel | 25 |
| 3.6 Coleta e análise de solo..... | 25 |
| 3.7 Análises de dados..... | 26 |
| 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO | 27 |
| 4.1 Variação temporal na produção de liteira fina..... | 28 |
| 4.2 Variação espacial na produção de liteira fina | 30 |
| 4.3 Efeito da fitofisionomia na produção de liteira fina | 32 |
| REFERÊNCIAS | 35 |

1 INTRODUÇÃO

A floresta amazônica é representada a maior área de floresta tropical contínua do mundo, possuindo uma imensa diversidade biológica, onde a vegetação interage intensamente com o clima, hidrografia e solo. Como a maior parte das florestas tropicais, a floresta amazônica localiza-se predominantemente em solos de baixa fertilidade natural, exigindo que as espécies estejam adaptadas às condições nutricionais do solo. Em geral, as espécies de plantas tropicais têm uma baixa demanda por nutrientes minerais e dependem de uma eficiente reciclagem da matéria orgânica produzida pela própria floresta (LUIZÃO, 2007; LUIZÃO; LUIZÃO; PROCTOR, 2007). Desse modo, os nutrientes no processo de ciclagem passam do meio biótico (vegetação) para o abiótico (solo) e vice-versa, sendo esse processo denominado de equilíbrio dinâmico (SELLE, 2007).

A produção da liteira fina constitui processo fundamental da ciclagem de nutrientes e é influenciada por fatores ambientais, biológicos e físico-químicos da própria liteira fina.

1.1 Liteira fina

A liteira é definida como uma camada orgânica formada por material vegetal morto que caiu ou foi removido das plantas (IPCC, 2006). A produção de liteira é um processo natural no qual partes lenhosas (galhos) e não-lenhosas (folhas, frutos e flores) secam e caem no chão. A liteira pode ser classificada em fina ou grossa, dependendo do diâmetro das partes lenhosas. A liteira fina compreende principalmente as folhas, os galhos com o diâmetro até 2 cm, frutos, flores, raízes, sementes e resíduos de animais.

A liteira fina é componente de grande importância para a maioria dos processos funcionais que ocorre sobre o solo de ecossistemas florestais (LUIZÃO; SCHUBART, 1986, 1987). A liteira acumulada no chão da floresta desempenha funções de grandes reservatórios de nutrientes, sendo responsável pela transferência dos nutrientes dentro do ecossistema (LUIZÃO; SCHUBART, 1986, 1987). Por meio do processo de decomposição, a liteira fina libera para o solo elementos minerais que serão assimilados pelas plantas (VITOUSEK, 1984). A liteira pode influenciar o ambiente físico através de alterações na disponibilidade de nutrientes, na temperatura do solo e na disponibilidade de luz, além de ser um importante fator no entendimento da ciclagem de nutrientes em ecossistemas florestais (VASCONCELOS; LUIZÃO, 2004). Portanto, o

conjunto liteira fina-solo não representa somente fonte de carbono e energia para os organismos do solo, mas também o habitat onde todas as ações dos organismos ocorrem, garantindo a sua sobrevivência e reprodução (SELLE, 2007).

1.2 Fatores que afetam a produção de liteira fina

O padrão anual de produção de liteira fina nas florestas tropicais é bastante variável, caracterizado pela queda total do material em curto período, em florestas decíduas típicas, até o fluxo contínuo em florestas sempre verdes (CIANCIARUSO et al., 2006). Assim sendo, os principais fatores responsáveis por controlar a produção de liteira fina são: os fatores climáticos e os fatores edáficos (MEENTEMEYER; BOX; THOMPSON, 1982).

De modo geral, nas regiões tropicais, a produção de liteira varia ao longo do ano e entre os anos. A variação temporal na produção de liteira é determinada pela fenologia das espécies arbóreas e, principalmente, pelo padrão de precipitação pluviométrico (LUIZÃO, 1989; PORTELA; SANTOS, 2007). Em geral, a maior produção de liteira fina é observada nos períodos mais secos do ano (LUIZÃO, 2007). O pico máximo da produção de liteira durante o período seco foi verificado por diversos autores (p. ex. ABUGRE et al., 2011; JOHN, 1973; NYE, 1961; PERES, 1983; SPAIN, 1984; TRIADIATI et al., 2011). A menor produção de liteira fina durante o período chuvoso poderia ser explicada pelo processo de renovação das folhas, permitindo assim, um período de fotossíntese mais ativo das novas folhas que irão produzir e acumular reservas nutritivas (LAGOS et al., 2009). Por outro lado, a maior produção de liteira na estação seca é atribuída como sendo uma característica de florestas estacionais semidecíduais, as quais apresentam maior deposição de folhas durante a estação seca em resposta à estacionalidade climática (ARATO et al., 2003).

Arato et al., (2003) em estudo de produção e decomposição de liteira fina em um sistema agroflorestal implantado para recuperação de áreas degradadas, verificaram um padrão sazonal de deposição de liteira fina, com produção máxima no final da estação seca. Por outro lado, em um trecho da mata atlântica situado em uma encosta de morro no litoral do Estado de São Paulo, a produção de liteira fina foi mais elevada durante a estação chuvosa, ou seja, ocorrendo no sentido contrário de diversos estudos realizados em florestas tropicais com pico máximo de produção durante ou no fim da estação seca (VARJABEDIAN; PAGANO, 1988). O pico de produção da liteira fina durante o

período com maior pluviosidade foi citado também por Meguro et al., (1979), Mazurec e Villela (1998) e Vendrami et al., (2012). Entretanto, em outra região da Mata Atlântica, a produção de liteira fina não esteve relacionada com a precipitação, apresentando um pico máximo de produção durante a estação seca (PORTELA; SANTOS, 2007; VILLELA et al., 1998). Esta sazonalidade na produção da liteira fina foi determinada pela queda de folhas de espécies decíduas (VILLELA et al., 1998). Na Amazônia, diversos estudos também têm indicado maior produção de liteira fina durante a estação seca (p. ex. KLINGE, 1977; KLINGE; RODRIGUES, 1968; MARTIUS et al., 2004.)

A produção de liteira também varia em função do estágio sucessional da floresta. Pinto et al. (2009) verificaram que a produção anual de liteira fina em florestas inicial e madura foi variável durante o ano, indicando menores produções de liteira fina durante a estação seca e as maiores no final dessa estação, entre os meses de setembro e dezembro. O período de maior produção de liteira foi registrado no mês de setembro, tanto na floresta inicial quanto na madura. No entanto, a produção de liteira fina foi maior na floresta madura do que na floresta inicial, devido à maior área basal e densidade na floresta madura do que a da floresta inicial, contribuindo para maior produção de biomassa, que retorna à superfície do solo na forma de liteira fina. Outros fatores que podem explicar a menor produção de liteira fina em florestas iniciais de sucessão são as características químicas dos solos das florestas durante a sucessão ecológica.

Em locais extremamente secos, as plantas apresentam estruturas eficientes para diminuir a perda de nutrientes, produzindo menor quantidade de liteira fina foliar, que é a fração mais rica em nutrientes, e que seriam removidos pela água da chuva, levando a uma pobreza nutricional do ecossistema (MAMAM et al., 2007). Por outro lado, em áreas de brejos, a produção de liteira fina não parece estar intimamente relacionada com as condições de saturação hídrica do solo, uma variável ambiental importante que contribui com a redução da senescência foliar, ocasionada pela abundância de água no solo (SOUZA et al., 2012; TERROR et al., 2011), a qual pode ser um fator que determina a pouca produção e decomposição de liteira fina foliar nestas áreas quando comparadas a valores encontrados em outros sistemas de florestas tropicais.

A composição de espécies arbóreas influencia a queda de materiais orgânicos por causa da fenologia diferenciada, de modo que ao longo do ano, diferentes espécies estão contribuindo para o estoque de liteira fina sobre o solo (MAMAM et al., 2007;

VALENTI et al., 2008). Villela e Proctor (1999) compararam a liteira fina em três tipos de florestas localizadas na Ilha de Maracá, Roraima. Relataram que a floresta rica em *Peltogyne*, a floresta pobre em *Peltogyne* e a floresta sem *Peltogyne* não apresentaram diferenças significativa em relação à quantidade de liteira fina total. No entanto, os tipos de floresta diferiram quanto ao pico de produção de liteira fina. A floresta rica em *Peltogyne* apresentou a maior concentração de liteira fina no meio da estação seca e no início da estação chuvosa, enquanto que floresta sem *Peltogyne* teve a maior quantidade de liteira fina no início da estação seca. O fato da floresta rica em *Peltogyne* apresentar maior produção no período de estiagem reflete o comportamento decíduo de *Peltogyne*. Estes resultados indicam que a composição florística pode afetar a ciclagem de nutrientes, sugerindo que diferenças nos padrões de produção e decomposição de liteira podem estar relacionadas às fitofisionomias (VILLELA; PROCTOR, 1999).

Luizão e Schubart (1986, 1987) analisaram a produção de liteira fina em três distintas áreas de florestas na Amazônia Central, e relataram que a maior produção de liteira fina foi obtida na floresta de platô e a menor ocorreu na floresta de capoeira jovem. Os autores observaram que as folhas representaram a maior parte da liteira fina produzida, principalmente na capoeira jovem em função da alta taxa fotossintética, seguida de grande biomassa de folhas que são rapidamente substituídas. No que se refere a variação temporal na produção de liteira, todas as áreas, incluindo a floresta de baixio, apresentaram maior produção no período mais seco do ano, também apresentaram um pico secundário de produção de materiais orgânicos nos meses bastante chuvosos, sendo sucessivo de outros relativamente secos.

Barlow et al., (2007) estudaram três diferentes áreas no norte da Amazônia central e observaram que em floresta primária e secundária o pico de produção da liteira fina ocorreu durante a estação seca, enquanto que na plantação de eucaliptos o pico de produção foi observado no período de chuva.

Klinge (1977) quantificou a produção de liteira fina em três áreas de floresta natural da Amazônia Oriental, sendo elas, floresta de terra firme, floresta de várzea e floresta de igapó. O autor relatou que a produção de liteira variou de 8 a 10 toneladas ao ano durante três anos de estudo, estando dentro de valores de produção de liteira fina relatada para as florestas tropicais úmidas. Com relação à variação temporal na produção de liteira fina, a floresta de terra firme e a floresta de várzea apresentaram maior produção durante a estação chuvosa, enquanto que na floresta de igapó a maior produção ocorreu no período em que a precipitação diminuiu (KLINGE, 1977). Silva e

Lobo (1982) também estudaram a produção de liteira em florestas de terra-firme, várzea e igapó e não observaram diferenças significativas na produção de liteira foliar entre os três tipos de florestas.

Silva (1984), corroborando com Klinge e Rodrigues (1968), relata que a produção de liteira fina em floresta de terra firme na Amazônia oriental foi inferior a média de produção de liteira encontrada em outras florestas tropicais. As baixas taxas de produção de detritos orgânicos nas matas amazônicas têm sido atribuídas a sua baixa produtividade primária e a baixa fertilidade dos solos da região. Com relação à variação temporal na produção de liteira, a fração foliar não esteve relacionada com a precipitação pluviométrica, demonstrando uma tendência a estacionalidade com pico máximo de produção durante a estação seca e diferenciando-se das demais frações (galhos, flores e frutos) que não apresentaram a mesma tendência (SILVA, 1984).

Scott, Proctor e Thompson (1992) quantificaram a produção de liteira em uma área de floresta na Ilha de Maracá (Roraima), observando maior produção no fim da estação seca. A produção observada pelos autores representou um dos maiores valores registrados para a floresta de terra firme na Amazônia e um dos mais altos valores para as florestas tropicais do mundo. A decomposição da liteira nesta mesma floresta foi relativamente alta indicando uma rápida ciclagem de nutrientes.

Silva et al., (2007) estudaram a produção de liteira fina em áreas de cerradão e floresta de transição Amazônia-Cerrado. Nas áreas de cerradão e de floresta de transição, a produção de liteira fina não foi influenciada pela temperatura e pela precipitação, no entanto, a produção de liteira fina durante o estudo, foi mais elevada na floresta de transição do que no cerradão. Silva et al., (2009) relataram que a produção total de liteira fina na área de transição Amazônia-Cerrado foi maior durante a estação seca, no entanto, não houve diferença significativa na quantidade de liteira fina acumulada no solo entre a estação seca e a estação chuvosa.

Barbosa e Fearnside (1996), estudando uma floresta na região central de Roraima, não observaram diferenças na média diária de produção de liteira fina entre a estação seca e chuvosa, embora a maior produção de liteira fina tenha sido observada entre o período chuvoso e o período de seca. Por outro lado, a menor produção de liteira fina ocorreu no início do período mais seco do ano (janeiro), estando relacionada com a alta taxa de insolação.

A ciclagem de nutrientes em áreas de florestas tem sido estudada em boa parte do mundo para entender o que limita a produtividade primária nestes ecossistemas.

Atualmente, atenção especial tem sido dada ao entendimento do ciclo do carbono, devido às suas implicações para as mudanças climáticas globais. O monitoramento da produção de liteira permite, por exemplo, avaliar a quantidade de carbono estocado nas folhas e galhos finos.

Com relação às florestas do extremo norte da Amazônia, existem poucas informações disponíveis sobre o estoque de carbono acumulado tanto no solo como na biomassa arbórea viva. Também há falta de informação sobre a produção de liteira fina para determinar a quantidade de carbono que é ciclado no solo e na vegetação através do processo de decomposição. Assim como não existe nenhuma informação sobre o efeito de um gradiente de textura e fertilidade do solo na produção de liteira fina. Por estas razões este estudo foi desenvolvido em uma área de contato campinarana-floresta ombrófila localizada no Parque Nacional do Viruá (Caracaraí, Roraima). A área de estudo possui elevada heterogeneidade ambiental, o que permitiu avaliar o efeito de um gradiente de textura e fertilidade do solo na produção da liteira fina em uma escala de 12,5 km², em um período de 12 meses. Assim sendo, este estudo buscou responder os seguintes questionamentos: (i) A produção mensal de liteira fina está correlacionada com a precipitação pluviométrica mensal? (ii) A variação espacial na textura e fertilidade do solo afeta a produção de liteira fina? A hipótese deste trabalho (H₁) é que a produção da liteira fina está correlacionada com a precipitação e que o gradiente de textura e fertilidade do solo explica a variação espacial na produção da liteira fina. Espera-se uma menor produção de liteira em áreas de solos mais pobres em nutrientes devido à menor produtividade primária nestas áreas. Espera-se maior produção de liteira em áreas sujeitas a maior stress hídrico, nas quais as plantas tendem a perder grande quantidade de folhas para evitar perda de água por transpiração.

A ciclagem de nutrientes dentro de ecossistemas florestais é um importante processo para transferência de energia, na qual a liteira fina é o principal caminho para passagem do fluxo de nutrientes, pois permite ao solo o retorno dos nutrientes que foram absorvidos pelas plantas (CUEVAS; MEDINA, 1988; CUNHA et al., 1993; EWEL, 1976; LUIZÃO, 1989; MEENTEMEYER; BOX; THOMPSON, 1982; NYE, 1961; PALMA, 1998; PERES, 1983; SPAIN, 1984). Deste modo, o estudo dos fatores que afetam a produção da liteira fina é importantes para determinar o efeito de alterações na estrutura e funcionamento da floresta decorrentes de atividades antrópicas ou naturais. A compreensão dos fatores que regulam a produção da liteira fina pode

assumir um importante papel no manejo de plantios florestais e no entendimento dos processos de ciclagem de nutrientes nas florestas naturais e/ou plantadas.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Quantificar a variação temporal e espacial da produção de liteira fina em uma área de contato campinarana-floresta ombrófila na Amazônia Setentrional.

2.2 Objetivos específicos

- Relacionar a produção mensal de liteira fina, em um período de 13 meses, com a precipitação mensal.
- Avaliar o efeito de um gradiente de textura e fertilidade do solo na produção total das diferentes frações (folhas, galhos, flores, frutos/sementes) da liteira fina.
- Avaliar a variação mensal da produção das diferentes frações da liteira fina.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área de estudo

Este estudo foi realizado no Parque Nacional do Viruá, localizado a 190 km da capital Boa Vista, Roraima. O Parque possui 227.011 ha e está localizado no município de Caracarái. Na sua parte sul, compreende uma vasta superfície praticamente plana, com predomínio de solos arenosos e mal drenados, com grande quantidade de lagos. Na sua parte norte ocorrem morros residuais com altitudes modestas. Ao longo da extensão oeste, delimitada pelo Rio Branco, há ocorrência de planícies aluvionares inundáveis, situação observada também na porção sul, ao longo do Rio Anauá, e a leste é delimitada pela Rodovia BR-174 e de seu trecho abandonado, conhecido como “estrada perdida” (GRIBEL et al., 2009; MENDONÇA et al., 2013).

O clima, segundo a classificação de Köppen, é do tipo climático Am, caracterizado como tropical chuvoso, quente e úmido, apresentando uma estação seca definida (BRASIL, 1975). A temperatura média anual é de 26°C e a precipitação anual varia de 1300 a 2350 mm, com média de 1794 mm, sendo de abril a julho os meses mais chuvosos de acordo com uma série histórica de 30 anos (MENDONÇA et al., 2013).

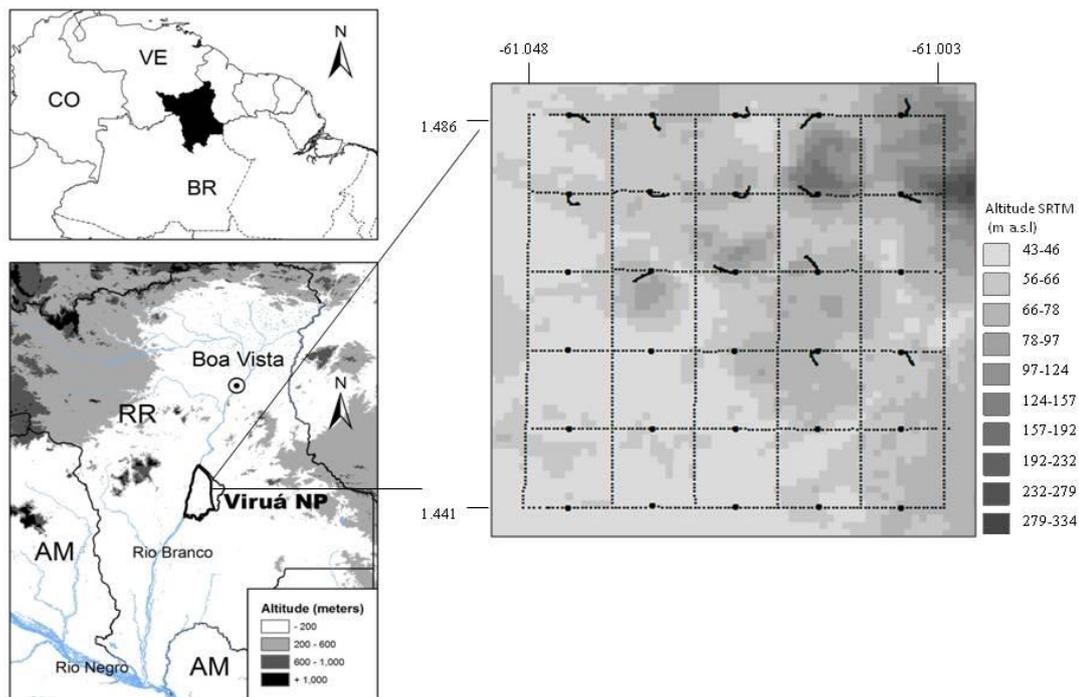
O Parque Nacional do Viruá abrange diferentes fisionomias florestais e não florestais. Dentre elas, estão as florestas ombrófila densas e abertas das terras baixas (florestas de terra firme), as florestas aluviais (de várzea e de igapó), as campinaranas, as florestas submontanas nos morros residuais e as formações pioneiras ou sistemas edáficos de primeira ocupação (GRIBEL et al., 2009).

O Parque Nacional do Viruá possui um padrão geológico que é caracterizado pela presença de rochas ígneas vulcânicas e metamórficas nas serras e extensas coberturas arenosas de origem sedimentar nas áreas planas (MENDOÇA et al., 2013). Uma grande variedade de tipos de solos é encontrada no parque, incluindo Espodossolo Humilúvico, Neossolo Quartzarênico, Neossolo Flúvico, Neossolo Litólicos, Latossolo Vermelho-Amarelo, Latossolo Vermelho, Cambissolo Háplico, Cambissolo Flúvico, Gleissolo Háplico e Plintossolo Háplico.

O estudo foi realizado na área de pesquisa do Programa de Pesquisa em Biodiversidade (PPBio), localizado próximo a sede do Parque. O PPBio adota um protocolo padronizado denominado RAPELD, o qual foi desenvolvido para levantamentos rápidos de biodiversidade (RAP) e Pesquisas Ecológicas de Longa

Duração (PELD) (MAGNUSSON et al., 2005). A unidade básica para levantamentos RAPELD é um sistema de trilhas, que cobre uma área de 25 km², nas quais 30 parcelas permanentes são distribuídas sistematicamente (figura 1).

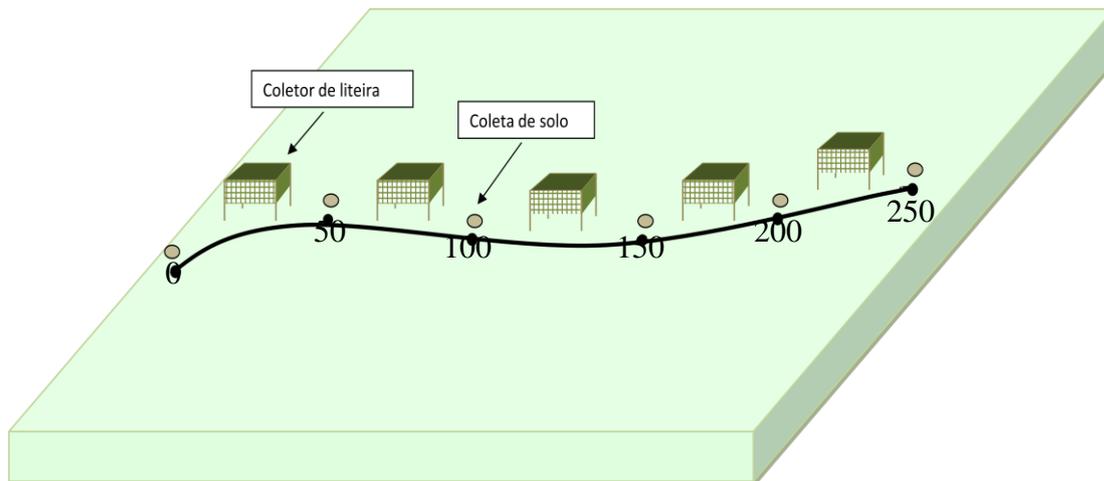
Figura 1. Sistema de trilhas e parcelas permanentes do Programa de Pesquisas em Biodiversidade (PPBio) no Parque Nacional do Viruá, Roraima. Em destaque, as 15 parcelas permanentes utilizadas neste estudo.



3.2 Produção de liteira fina

A produção de liteira fina foi monitorada em 15 parcelas permanentes localizadas na grade do PPBio (figura 1). Foram instalados 5 coletores por parcela, distantes entre si 50 m, do lado esquerdo da linha central de cada parcela (figura 2). A linha central da parcela possui 250 m de comprimento e os coletores foram instalados a 25, 75, 125, 175 e 225 m do início da parcela, com exceção das parcelas que possuem transposição. O coletor tem área de 0,25 m² (0,5 m x 0,5 m) e foi feito com tela de nylon (malha 1 mm) preso a uma estrutura de PVC e instalado a 80 cm acima da superfície do solo. O modelo do coletor foi adaptado dos protocolos de coleta de liteira elaborados por Team Network (2008) e Muller-Landau e Wright (2010).

Figura 2. Disposição espacial dos coletores de liteira fina e dos pontos de coleta de solo ao longo da linha central de cada parcela permanente.



Cada coletor foi visitado em intervalos quinzenais, durante um ano (fevereiro de 2012 a fevereiro de 2013). Em cada coleta, toda a liteira fina presente no coletor foi retirada e armazenada em sacos plásticos contendo identificação da parcela, código do coletor e data da coleta. Posteriormente, o material foi encaminhado ao Laboratório de Floresta e Agrofloresta da Embrapa Roraima onde foi seco em estufa de ventilação a 60°C até o peso constante. Depois de seco, o material foi separado em folhas, galhos, frutos/sementes, flores e material não identificado. Cada fração foi pesada em balança digital (Modelo Ohaus) e as amostras foram armazenadas individualmente por parcela, coletor, data e fração da liteira.

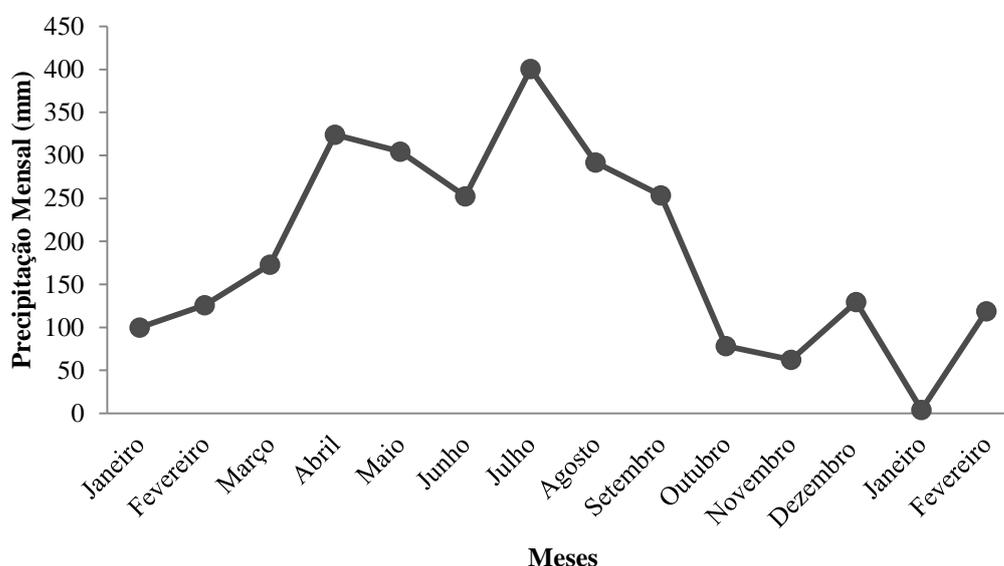
3.3 Precipitação

Para determinar a precipitação acumulada mensal na área de estudo foram utilizados dados do satélite TRMM (Tropical Rainfall Measuring Mission), disponíveis no endereço <http://www.dsr.inpe.br/laf/series>. O produto TRMM utilizado neste estudo foi o 3B43 V6, que se trata de um produto mensal, de resolução espacial mínima de 0.25° x 0.25° (aproximadamente 30 x 30 km). O gráfico da série temporal de precipitação é formado por 1 pixel TRMM cuja posição é a mais próxima da coordenada geográfica do polígono selecionado. Para o estudo foram consultados dados de precipitação mensal de janeiro de 2012 a fevereiro de 2013 para as coordenadas (1.5000,-61.0000 N), (1.2500,-61.2500 O)

Os dados do TRMM (3B43V6) usados neste estudo foram adquiridos usando o GES DISC DAAC (Distributed Active Archive System) que é parte da NASA's Goddard Earth Sciences (GES) Data and Information Services Center (DISC). Informações adicionais podem ser obtidas no site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

As estimativas de precipitação obtidas do satélite TRMM têm mostrado boa acurácia com o regime pluviométrico registrado em superfície sendo consideradas uma alternativa para obtenção de dados de superfície (LEIVAS et al., 2009).

Figura 3. Precipitação mensal no Parque Nacional do Viruá, Caracarái (Roraima), no período de janeiro de 2012 a fevereiro de 2013.



Fonte: INPE (<http://www.dsr.inpe.br/laf/series>).

3.4 Classificação das fitofisionomias

A fitofisionomia presente em cada parcela permanente foi baseada na classificação realizada por Barbosa et al. (2010). Os parâmetros utilizados para definição das formações seguem o sistema de classificação brasileiro adotado pelo IBGE e incluem classe de formação (floresta e campinarana) e subclasse de formação (ombrófila). Os dados estão disponíveis no repositório de dados do PPBio (<http://ppbio.inpa.gov.br/knb/metacat/menger.226.8/ppbio> > acesso em 13 de julho 2013).

As principais fitofisionomias encontradas na grade do PPBio são Floresta ombrófila e campinarana. A floresta ombrófila ocorre predominantemente em solos não alagáveis, apresentando composição florística típica da floresta amazônica, com árvores de grande porte (altura 35-45 m) estratificadas e com alta diversidade de espécies arbóreas. A campinarana é um tipo de formação vegetal que localiza-se em solos arenosos. É constituída por uma floresta densa, com árvores relativamente finas, com até 18 m de altura e com copa mais estreitas do que as da floresta ombrófila (GRIBEL et al. 2009). As árvores da campinarana formam um dossel relativamente contínuo com as copas se tocando umas as outras (GRIBEL et al. 2009).

3.5 Abertura do dossel

A abertura do dossel em cada parcela permanente da grade do PARNA Viruá foi estimada através de fotografias hemisféricas as quais fornecem uma medida indireta da quantidade de luz que atinge o subosque da floresta. As estimativas foram realizadas por R. Braga-Neto e G. Zuquim e os dados estão disponíveis no repositório de dados do PPBio (<http://ppbio.inpa.gov.br/knb/metacat/menger.238.2/ppbio> > acesso em 29 de julho 2013).

3.6 Coleta e análise de solo

As amostras de solo foram coletadas em seis pontos em cada uma das parcelas permanentes na grade do Parque Nacional do Viruá. Em cada ponto de amostragem, foi coletada uma amostra na profundidade 0-15 cm, após a remoção da camada da liteira. As análises físicas e químicas do solo (pH em água, macro e micro nutrientes, umidade gravimétrica e granulométrica), foram obtidas de forma composta, unindo as seis sub-amostras para a profundidade de 15 cm. Os dados foram coletados por T. P. Pimentel (2006) e estão disponíveis no repositório de dados do PPBio (<http://ppbio.inpa.gov.br/knb/metacat/menger.233.2/ppbio> > acesso em 15 de fevereiro 2012).

3.7 Análises de dados

A produção mensal de liteira fina nas 15 parcelas permanentes da grade do PPBio foi representada pelo somatório da produção dos cinco coletores de cada parcela selecionada. Os dados coletados foram extrapolados para tonelada por hectare para permitir a comparação com outros estudos.

A relação entre a produção mensal de liteira fina e a precipitação mensal foi avaliada através do cálculo de um coeficiente de correlação. O coeficiente adotado foi o de Spearman porque ele pode ser utilizado em situações nas quais a relação entre os pares não é linear e não exige nenhum pressuposto de distribuição normal das variáveis.

Para avaliar o efeito da textura e fertilidade do solo na produção de liteira fina foram utilizadas análises de regressão simples. A textura do solo foi representada pela porcentagem de argila e a fertilidade, pela soma de bases (Ca+K+Mg+Na).

Para avaliar o efeito da abertura do dossel das diferentes fitofisionomias (campinarana e floresta ombrófila) na produção de liteira fina foi realizada uma análise de regressão simples.

Todas as análises estatísticas foram realizadas no programa R, versão R-2.15.1 win (<http://www.R-project.org/>).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A produção total de liteira fina na área de contato campinarana-floresta ombrófila no Parque Nacional do Viruá variou de 5,86 t ha⁻¹ ano⁻¹ a 12,10 t ha⁻¹ ano⁻¹ com média de 8,83 ± 1,64 t ha⁻¹ ano⁻¹. Dentre as frações analisadas, a fração foliar contribuiu com a maior parte da produção (66,55%), seguida por galhos (21,94%), frutos (6,32%), flores (2,96%) e material não identificado (2,23%).

A produção total anual de liteira fina encontrada na área estudada situa-se dentro da faixa de variação estimada para diferentes fitofisionomias florestais na Amazônia (tabela 1).

Tabela 1. Estimativas de produção de liteira fina em diferentes fitofisionomias florestais na Amazônia brasileira.

| Local | Fitofisionomia | Produção (t/ha/ano) | Referência |
|-----------------------|--|---------------------|----------------------------------|
| Amazônia Setentrional | Terra firme | 9.17 | Barbosa e Fearnside (1996) |
| Amazônia Setentrional | Floresta Estacional (Terra firme) | 9.28 | Scott, Proctor e Thompson (1992) |
| Amazônia Central | Floresta secundária (capoeira) | 6.07 | Luizão e Schubart (1986, 1987) |
| Amazônia Central | Floresta ombrófila (terra-firme, platô) | 7.42 | Luizão e Schubart (1986, 1987) |
| Amazônia Central | Floresta ombrófila (terra-firme, baixio) | 6.48 | Luizão e Schubart (1986, 1987) |
| Amazônia Oriental | Floresta ombrófila (terra-firme) | 6.65 | Silva (1984) |
| Amazônia Central | Floresta ombrófila | 7.8 | Luizão (1995) |
| Amazônia Setentrional | Floresta ombrófila | 8.94 | Este estudo |
| Amazônia Central | Campinarana | 6.3 | Luizão (1995) |
| Amazônia Setentrional | Campinarana | 8.59 | Este estudo |
| Amazônia Central | Campina | 3.8 | Luizão (1995) |

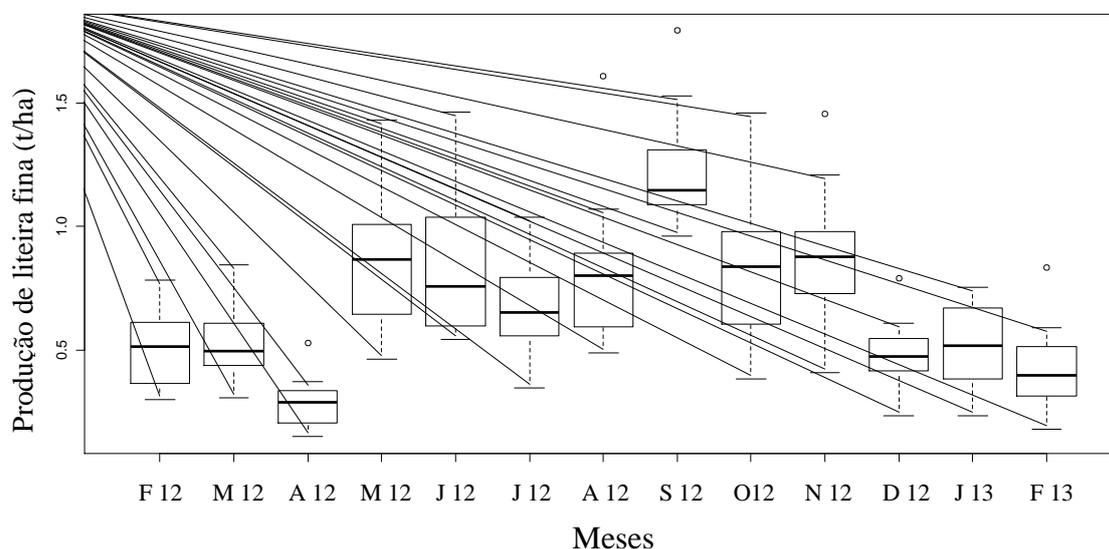
Esse estudo mostrou que a fração foliar representa a maior parte da liteira fina produzida pela vegetação, semelhante a todos os estudos realizados nas florestas tropicais na Amazônia e no mundo (BARBOSA; FEARNSIDE, 1996; SCOTT; PROCTOR; THOMPSON, 1992; FRANKEN; IRMLER; KLINGE, 1979; KLINGE; RODRIGUES, 1968; LUIZÃO; SCHUBART, 1986, 1987; MEENTEMEYER; BOX;

THOMPSON, 1982; MEGURO, 1979; SILVA, 1984). Dentre os autores supracitados, Meentemeyer, Box e Thompson (1982) através de uma análise de regressão linear simples verificaram uma relação significativa entre a produção total de liteira fina e a produção de folhas, ou seja, quanto maior à produção de folhas maior é a produção de liteira fina. Posteriormente, os autores observaram que a produção de folhas foi influenciada pela evapotranspiração, assim como em alguns casos, pelos ventos e doenças que afetavam a deposição de folhas acima de uma média no longo prazo. Esta evidência de que a liteira fina produzida é dominada pela produção da fração foliar, foi confirmada por Luizão (1995) em um estudo de 3 tipos de vegetação (campina, campinarana e floresta sempre verde) na Amazônia Central.

4.1 Variação temporal na produção de liteira fina

A produção de liteira fina variou ao longo do ano, sendo a maior produção observada no mês de setembro com média de $1,22 \pm 0,22 \text{ t ha}^{-1}$ e a menor, no mês de abril com média de $0,29 \pm 0,10 \text{ t ha}^{-1}$ (figura 4, apêndice A).

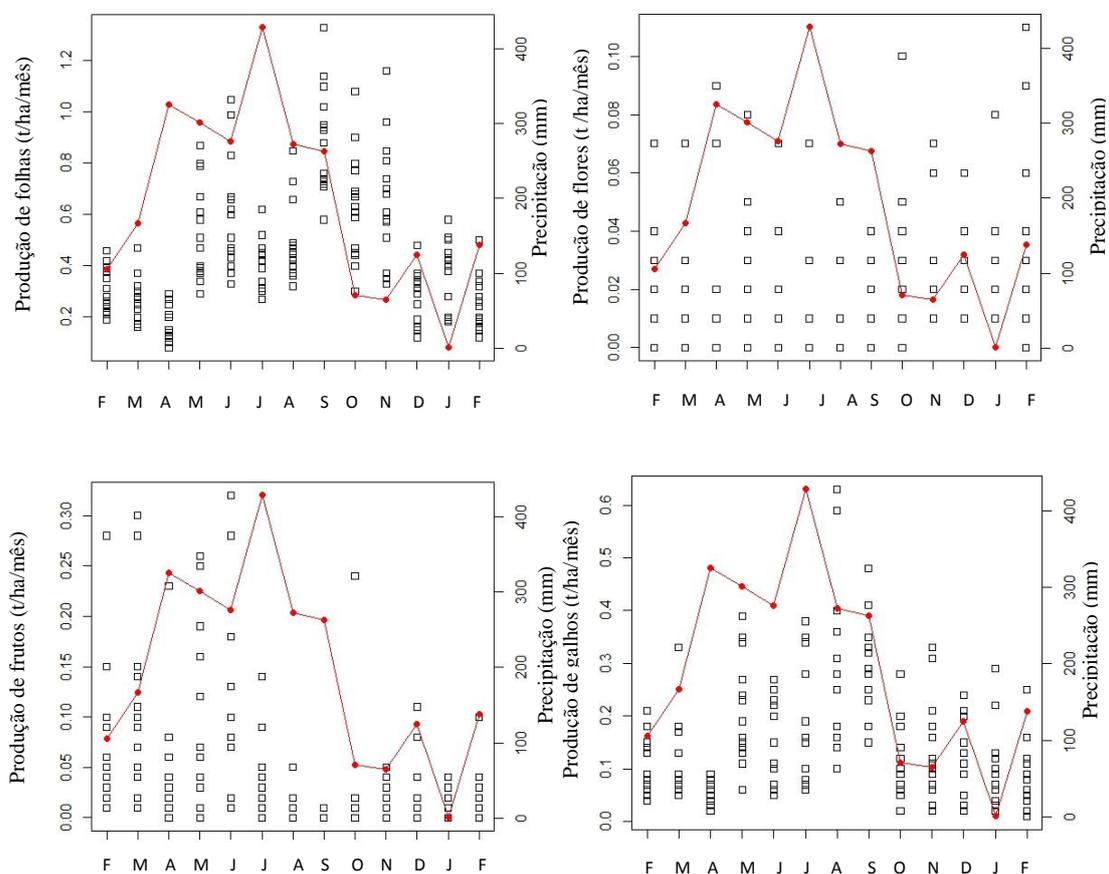
Fig. 4 - Variação na produção de liteira fina (t/ha/mes) no intervalo de fevereiro de 2012 a fevereiro de 2013 em uma área de contato campinarana-floresta ombrófila (Parque Nacional do Viruá, RR).



Não houve correlação entre a produção mensal de liteira fina e a precipitação mensal ($r_s = 0,27$; $p = 0,33$) (Fig. 5). Quando analisadas separadamente, a produção de folhas ($r_s = - 0,05$; $p = 0,47$), de flores ($r_s = - 0,33$, $p = 2,31$) e de material não identificado ($r_s = - 0,03$; $p = 0,66$) também não foram correlacionadas com a precipitação. Por outro lado, foi observada correlação entre a produção da fração

frutos/sementes ($r_s = 0.13$; $p = 0.05$), e galhos ($r_s = 0.20$; $p = 0.00$), com a precipitação observando-se um aumento da produção nos meses de maior precipitação.

Figura 5. Relação entre a produção mensal das frações de liteira fina e a precipitação mensal em uma área de contato campinarana-floresta ombrófila (Parque Nacional do Viruá, RR).



O pico de produção foi registrado em setembro 2012, mês que representa uma fase de transição do período chuvoso para o período seco. Barbosa e Fearnside (1996) também observaram maior produção de liteira fina na fase de transição do período chuvoso para o período seco e associaram a alta produção diária de liteira com início do período de altas temperaturas acompanhadas por chuvas torrenciais e ventos fortes intercalados por longos períodos sem chuvas, quando o pico da estação seca está próximo, e também pela alta insolação. A associação desses fatores climáticos pode ocasionar uma grande produção de liteira fina por causa da estimulação fisiológica (estímulo do crescimento vegetativo), dispersão do material velho ou quebra natural de partes das plantas. Além disso, fatores edáficos e as baixas concentrações de chuva também podem explicar a alta produção de liteira fina no início da estação seca nessa

região da Amazônia. Estudos desenvolvidos por diversos autores têm indicado maior produção de liteira fina durante o período de estiagem ou no período de pluviosidade (p. ex. ABUGRE et al., 2011; CHAVE et al., 2010; FRANKEN; IRMLER; KLINGE, 1979; JOHN, 1973; LUIZÃO; SCHUBART, 1986, 1987; LUIZÃO, 1989; LUIZÃO, 1995; LUIZÃO, 2007; MEGURO et al., 1979; NYE, 1961; PERES, 1983; PROCTOR et al., 1983; TRIADIATI et al., 2011; VARJABEDIAN; PAGANO, 1988; VENDRAMI et al., 2012).

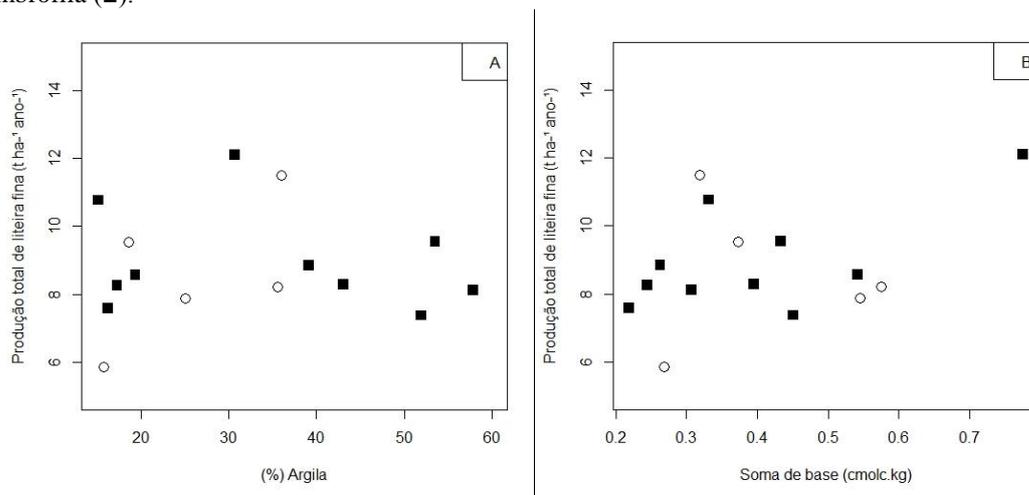
A produção dos componentes que compõe a liteira fina (folhas, flores e material não identificado) apresentou variação ao longo do ano, não estando relacionada com a precipitação. No entanto, produção de frutos/sementes e galhos foi correlacionada com a precipitação. Desta forma, com exceção dos frutos/sementes e galhos, estes resultados são semelhantes aos resultados obtidos por Varjabedian e Pagano (1988) que observaram a produção de cada fração analisada variando o ano todo, embora tenham encontrado uma leve tendência de aumento da produção total de liteira fina durante a estação chuvosa. Luizão (1995), por exemplo, observou nas campinas, campinaranas e na florestas sempre verde, maior produção de todas as frações durante a estação seca. Silva (1984) em estudo de produção de liteira fina em uma floresta de terra firme na Amazônia Oriental relata que a deposição de folhas demonstrou uma tendência a estacionalidade com pico máximo de deposição durante o período mais seco na região. Por outro lado, a produção de galhos e de flores e frutos não ficou tão evidente a esta estação, produzindo continuamente o ano todo.

O entendimento das relações entre a produção de liteira fina e a precipitação requerem estudos de longo prazo (NEWBOULD, 1967).

4.2 Variação espacial na produção de liteira fina

Não houve relação significativa entre a produção de liteira fina e a textura do solo na campinarana ($r^2 = -0,36$; $p = 0,28$) e na floresta ombrófila ($r^2 = 0,04$; $p = 0,57$). Da mesma forma, não houve relação significativa entre produção de liteira fina e a fertilidade do solo na campinarana ($r^2 = 0,00$; $p = 0,92$). Por outro lado, houve uma fraca relação entre a produção de liteira fina e a fertilidade do solo na floresta ombrófila ($r^2 = 0,39$; $p = 0,05$ de acordo com a figura 6).

Figura 6. Relação entre a produção total de liteira fina ($t\ ha^{-1}\ ano^{-1}$), a textura do solo (% de argila) (Figura. A) e a fertilidade do solo (soma de base) (Fig. B) em áreas de campinarana (\circ) e floresta ombrófila (\blacksquare).



O efeito da textura (% argila) e fertilidade do solo ($Ca+K+Mg$) também foi analisado na produção de cada fração da liteira separadamente (folhas, flores, frutos/sementes, galhos e material não identificado). A fertilidade do solo explicou cerca de 40% da variação espacial na produção de galhos em áreas de floresta ombrófila (tabela. 2). A produção de galhos aumentou com o aumento da disponibilidade de nutrientes no solo.

Tabela 2. - Resultados das análises de regressão simples relacionando as diferentes frações da liteira fina com a textura (% de argila) e a fertilidade do solo (soma de bases).

| Frações da liteira fina | Campinarana | | | | Floresta ombrófila | | | |
|----------------------------|-------------|------|---------------|------|--------------------|------|---------------|-------------|
| | % Argila | | Soma de Bases | | % Argila | | Soma de Bases | |
| | r^2 | p | r^2 | p | r^2 | p | r^2 | P |
| Folhas | 0,28 | 0,36 | 0,12 | 0,57 | 0,02 | 0,71 | 0,38 | 0,06 |
| Flores | 0,28 | 0,36 | 0,52 | 0,17 | 0,09 | 0,40 | 0,17 | 0,23 |
| Frutos | 0,10 | 0,60 | 0,67 | 0,09 | 0,00 | 0,89 | 0,09 | 0,40 |
| Galhos | 0,09 | 0,63 | 0,00 | 0,89 | 0,05 | 0,52 | 0,43 | 0,04 |

Dent et al. (2006) observaram maior produção e decomposição da liteira fina em áreas situadas em solos ricos em nutrientes, os quais apresentam um substrato de melhor estrutura e composição química que influencia na distribuição de espécies arbóreas diferenciadas entre os habitat. Vitousek (1984) relatou que a quantidade de liteira fina em florestas tropicais de terras baixas foi significativamente relacionada com a concentração de fósforo. Paoli e Curran (2007) também observaram uma relação

positiva entre a liteira fina produzida e a fertilidade do solo (soma de base) e principalmente com a concentração de fósforo extraível, em florestas de Bornéu, Indonésia. Os autores relataram ainda que a biomassa, crescimento basal e a produtividade primária líquida (PPL) da floresta mostraram uma forte relação positiva com os nutrientes do solo, principalmente com P extraível. Eles concluíram que o suprimento de fósforo no solo foi o principal fator da variação espacial na produtividade primária líquida em sua área de estudo. Este estudo foi corroborado por Quesada (2008) que relata que na maioria das florestas tropicais de terras baixas estudadas, o P do solo tem sido considerado o nutriente limitante para a produção primária. Aragão et al. (2009), analisando a produtividade primária líquida de 10 florestas na Amazônia, descreveram que a produção de liteira fina está relacionada com a fertilidade do solo, sendo a produção de liteira fina uma boa variável para prever a produtividade primária líquida. O que corrobora com a teoria de Silva (1984) que atribuiu o baixo valor de produção de liteira fina em sua área de estudo a baixa produtividade primária e consequentemente, a baixa fertilidade do solo. Por outro lado, Chave et al. (2010) em estudo na América do Sul, incluindo a região Central do Panamá, descreveram que a variação na produção de liteira fina não está relacionada ao tipo de solo, exceto em solos mais pobres (solos de areia branca) onde a deposição de liteira fina foi inferior. Vasconcelos e Luizão (2004) observaram que a produção total de liteira fina não diferiu significativamente entre solos argilosos e arenosos, embora tenham encontrado maior quantidade de matéria orgânica, nitrogênio e outros nutrientes importantes em solos argilosos do que em solo arenosos. Estes autores constataram também que, no geral, a textura do solo não influenciou a produção de folhas, galhos e resíduos finos, entretanto, a produção de flores e frutos foi fortemente afetada pela textura do solo, sendo maior em solos arenosos do que em solos argilosos.

4.3 Efeito da fitofisionomia na produção de liteira fina

Não foi observada diferença significativa entre a produção de liteira fina em áreas de campinarana e floresta ombrófila ($t = -0,72$; $p = 0,49$). A produção de liteira fina na campinarana variou de $5,86 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ a $11,50 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ com média de $8,59 \pm 2,09 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ e na floresta ombrófila, a produção variou de $7,37 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ a $12,10 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ com média de $8,94 \pm 1,48 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$.

5 CONCLUSÃO

1. A produção mensal das frações folhas, flores e material não identificado variou ao longo do ano, mas esta variação não foi correlacionada com a precipitação mensal.
2. A produção mensal da fração frutos/sementes e galhos finos foi correlacionada significativamente com a precipitação. A produção de frutos/sementes e galhos finos aumentou com o aumento da precipitação.
3. A textura (% de argila) e a fertilidade do solo (soma de bases) não afetaram a produção total de liteira fina em áreas de campinarana. Em áreas de floresta ombrófila, a produção de liteira foi diretamente relacionada a fertilidade do solo.
4. Não houve diferença significativa na produção total anual de liteira fina entre áreas de campinarana e áreas de floresta ombrófila.
5. A relação entre a produção de liteira fina e a abertura de dossel diferiu entre as fitofisionomias. A abertura de dossel foi negativamente relacionada com a produção de liteira nas áreas de campinarana.

REFERÊNCIAS

- ABUGRE, S. C. et al. Litter fall and decomposition trend of *Jatropha curcas* L. leaves mulches under two environmental conditions. **Agric. Biol. J. N. Am.**, [s/l], v. 2, n. 3, p. 462-470, 2011.
- ARAGÃO, L. E. O. C. et al. Above-and below-ground net primary productivity across ten Amazonian forests on contrasting soils. **Biogeosciences**, [s/l], v. 6, s/n, p. 2759-2778, 2009.
- ARATO, H. D. et al. Produção e decomposição de serapilheira em um sistema agroflorestal implantado para recuperação de área degradada em Viçosa-MG. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 27, n. 5, p. 715-721, set, 2003.
- BARBOSA, R. I. **Classificação e distribuição espacial das principais unidades fitofisionômicas da grade do PARNA Viruá**. Disponível em: < <http://ppbioimpa.gov.br/knb/metacat/menger.226.8/ppbio> > Acesso em 13 de jul. 2013.
- BARBOSA, R. I.; FEARNSTIDE, P. M. Carbon and nutrient flows in an Amazonian forest: Fine litter production and composition at Apiaú, Roraima, Brasil. **Tropical Ecology**, [s/l], v. 37, n. 1, p. 115-125, 1996.
- BARLOW, J. et al. Litter fall and decomposition in primary, secondary and plantation forests in the Brazilian Amazon. **Forest Ecology and Management**, [s/l], v. 247, p. 91-97, 2007.
- BRAGA-NETO, R; ZUQUIM, G. **Fotos hemisféricas do dossel em 30 parcelas permanentes do PPBio no Parque Nacional do Viruá, RR**. Disponível em: < <http://ppbio.inpa.gov.br/knb/metacat/menger.238.2/ppbio> > acesso em 29 de jul. de 2013.
- BRASIL. **Projeto RADAMBRASIL. Folha NA. 20 Boa Vista e parte das Folhas NA. 21. Tumucumaque, NA. 20 Roraima e NA. 21**. Rio de Janeiro: Ministério das Minas e Energia, v. 8, 1975.
- CHAVE, J. et al. Regional and seasonal patterns of litterfall in tropical South America. **Biogeosciences**, [s/l], v. 7, s/n, p. 43-55, 2010.
- CIANCIARUSO, M. V. et al. Produção de serapilheira e decomposição do material foliar em um cerradão na Estação Ecológica de Jataí, município de Luiz Antônio, SP, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, SP, v. 20, n. 1, p. 49-59, 2006.
- CUEVAS, E.; MEDINA, E. Nutrient dynamics within Amazonian Forests II. Fine root growth, nutrient availability and leaf litter decomposition. **Oecologia**, [s/l] v. 76, p. 222-235, 1988.

CUNHA, G. C. et al. Dinâmica nutricional em floresta estacional decidual com ênfase aos minerais provenientes da deposição da serapilheira. **Ci. Flor**, Santa Maria, v. 3, n. 1, p. 35-64, 1993

DANTAS, M.; PHILLIPSON, J. Litterfall and litter nutrient content in primary and secondary Amazonian “terra firme” rain forest. **Journal of Tropical Ecology**, Inglaterra, v. 5, s/n, p. 27-36, 1989.

DENT, D. H. et al. Nutrient fluxes via litterfall and leaf litter decomposition vary across a gradient of soil nutrient supply in a lowland tropical rain forest. **Plant and Soil**, [s/l], v.288, n.1-2, p.197-215, 2006.

EWEL, J. J. Litter fall and leaf decomposition in a tropical forest succession in eastern Guatemala. **Journal of Ecology**, [s/l], v. 64, s/n, p. 293-306, 1976.

FRANKEN, M; IRMLER, U.; KLINGE, H. Litterfall in inundation, riverine and terra firme forests of central Amazonia. **Tropical Ecology**, [s/l], v. 20 n. 2, p. 225-235 1979.

GUILLAUMET, J. L; KAHN, F. Structure et dynamisme de la forêt. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 12, n 3, p. 61-77, 1982.

GRIBEL, R. et al. **Relatório preliminar da vegetação do Parque Nacional do Viruá-RR**. 2009

INPE – **Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Seres Temporais**. Condições registradas (janeiro de 2012 a fevereiro de 2013). Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/laf/series>. Acesso em setembro de 2013.

IPCC 2006 **Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories**. National greenhouse gas inventories programme, H. S. Eggleston, L.Buendia, K. Miwa, T. Ngara and K.Tanabe (eds). Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), Institute for Global Environmental Strategies (IGES), JAPAN, 2006.

JOHN, D. M. Accumulation and decay of litter and net production of forest in tropical West Africa. **Oikos**, [s/l], n. 24, n. 3, p. 430-435, 1973.

KLINGE, H. Fine litter production and nutrient return to the soil in three natural forest stands of eastern Amazonia. **Geo-Eco-Trop**, [s/l], n. 1, v. 2, p. 159-167, 1977.

KLINGE, H. Preliminary data on nutrient release from decomposing leaf litter in a neotropical rain forest. **Amazoniana**, AM, n. 6, v. 2, p. 193-202, 1977.

KLINGE, H.; RODRIGUES W.A. Litter production in an area of Amazonian terra firme forest. Part I. Litter-fall, organic carbon and total nitrogen contents of litter. **Amazoniana**, AM, n. 1, v. 4, p. 287-302, 1968.

LAGOS, M. C. C. **Produção de serapilheira e chuva de sementes em uma floresta de galeria em Nova Xavantina – MT**. 2009. 76 p (Dissertação Mestrado em Ciências Ambientais) Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais Universidade do Estado de Mato Grosso, 2009.

LEIVAS, J. F. et al. Análise comparativa entre os dados de precipitação estimados via satélite TRMM e dados observados de superfície em Manaus. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 14, 2009. Natal. **Anais...** Natal: INPE, 2009. p.1611-1616.

LUIZÃO, F. J. Litter production and mineral element input to the forest floor in a central Amazonian forest. **Geojournal**, [s/l] v. 19, n. 4, p. 407-417, 1989.

LUIZÃO, F. J. **Ecological studies in contrasting forest types in central Amazonia**. 1995. 1-298 p. (Tese Doutorado em Ciências Biológicas e Molecular) Department of Biological and Molecular Sciences, University of Stirling. Stirling, 1995.

LUIZÃO, F. J. Litter production and mineral element input to the forest floor in a central Amazonian forest. **Geojournal**, [s/l] v. 19, n. 4, p. 407-417, 1989.

LUIZÃO, F. J. Ciclo de nutrientes na Amazônia: respostas as mudanças ambientais e climáticas. **Ciência e Cultura**, [s/l], v. 59, n. 3, p. 31-36, 2007.

LUIZÃO, F. J.; LUIZÃO, R. C. C.; PROCTOR, J. Soil acidity and nutrient deficiency in central Amazonian heath forest soils. **Plant Ecol**, [s/l], v. 192, p. 209-224, 2007

LUIZÃO, F. J.; SCHUBART H. O. R. Produção e decomposição de liteira em floresta de terra firme da Amazônia central. **Acta Limnol Brasil**, [s/l], v. 1, p. 575-600, 1986.

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

MAGNUSSON, W. E. et al. RAPELD: a modification of the Gentry method for biodiversity surveys in long-term ecological research sites. **Biota Neotropica**, [s/l], v. 5, n. 2, p. 1-6, 2005.

MAMAN, A. et al. Produção e acúmulo de serapilheira e decomposição foliar em mata de galeria e cerradão no sudoeste de Mato Grosso. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, Alta Floresta, MT, v. 5, n. 1, p. 71-84, 2007.

MARTIUS, C. et al. Litter fall, litter stocks and decomposition rates in rainforest and agroforestry sites in central Amazonia. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, [s/l], v. 68, p. 137-154, 2004.

MEENTEMEYER, V.; BOX, E. O.; THOMPSON, R. World patterns and amounts of terrestrial plant litter production. **BioScience**, [s/l], v. 32, n. 22, p. 125-128, 1982.

MEGURO, M. et al. Ciclagem de nutrientes minerais na mata mesófila secundária – São Paulo.1 – Produção e conteúdo de nutrientes minerais no folheto. **Bol. Botânica, Univ. S. Paulo**, SP, v. 7, p. 11-31, 1979.

MENDONÇA, B. A. F. et al. Solos e geoambientes do Parque Nacional do Viruá e entorno, Roraima: visão integrada da paisagem e serviço ambiental. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 23, n. 2, p. 429-444, abr.-jun, 2013.

MULLER-LANDAU, H.; WRIGHT, S. J. **Litter fall Monitoring Protocol**. CTFS Global Forest Carbon Research Initiative, Panama, Março, 2010.

NEWBOULD, P. J. Methods of Estimating the Primary Production of Forests. **IBP Handbook**. Blackwell Scientific Publications, Oxford, Londres, s/v, n. 2, s/p, 1967.

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

PAOLI, G. D.; CURRAN, L. M. Soil Nutrients Limit Fine Litter Production and Tree Growth in Mature Lowland Forest of Southwestern Borneo. **Ecosystems**, [s/l], v. 10 s/l, p. 503–518, 2007.

PALMA, R. M. et al. Litter fall and litter decomposition in a forest of the Parque Chaqueño Argentino. **Forest Ecology and Management**, [s/l], v. 106, p. 205-210, 1998.

PERES, J. R. R. et al. Litter production in areas of Brazilian “cerrados”¹. **Pesq. Agropec. Bras., Brasília**, v. 18, n. 9, p. 1037-1043, set. 1983.

PIMENTEL, T. P. **Coletas e análises físico-químicas do solo de 30 parcelas permanentes instaladas no Parque Nacional do Viruá – RR (PARNA Viruá ICMBio)**. Disponível em: < (<http://ppbio.inpa.gov.br/knb/metacat/menger.233.2/ppbio>) > acesso em 15 de fevereiro 2012).

PORTELA, R. C. Q. et al. Produção e espessura da serapilheira na borda e interior de fragmentos florestais de Mata Atlântica de diferentes tamanhos. **Revista Brasil. Bot**, Campinas, SP, v. 30, n. 2, p. 271-280, 2007.

PROCTOR, J. et al. II. Litterfall, litter standing crop and preliminary observations on herbivory. **Journal of Ecology**, [s/l], v. 71, s/n, p. 261-283, 1983.

QUESADA, C. A. Soil vegetation interactions across Amazonia. 2008. 241 p. PhD (Thesis Doutorado)- School of Geography, The University of Leeds, Leeds, 2008.

R Development Core Team. R. A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em: < <http://www.R-project.org/>. 2011

SÁVIO, J. et al. Nutrientes na solução do solo em floresta de terra firme na Amazônia Central submetida à extração seletiva de madeira **Acta Amazonica**, Manaus, v. 36, n. 1, p. 59-68, 2006.

SCOTT, D. A.; PROCTOR, J.; THOMPSON, J. Ecological studies on a lowland evergreen rain forest on Maraca Island, Roraima, Brazil. II. Litter and nutrient cycling. **Journal of Ecology**, [s/l], v. 80, p. 705-717 1992.

SELLE, G. L. Ciclagem de nutrientes em ecossistemas florestais. **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 23, n. 4, p. 29-39, 2007.

SILVA, M. F. F; LOBO, M.G.A. Nota sobre deposição de matéria orgânica em floresta de terra firme, várzea e igapó. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, PA, n. 56, p. 1-13, 1982.

SILVA, M. F. F. Produção anual de serrapilheira e seu conteúdo mineralógico em mata tropical de terra firme. Tucuruí-PA. **Boletim do Museu Paraense Emilio Goeldi Botânica**, PA, v. 11 n. 2, p. 111-158, agosto, 1984.

SILVA, C. J. et al. Produção de serrapilheira no Cerrado e Floresta de Transição Amazônia-Cerrado do Centro-Oeste Brasileiro **Acta Amazonica**, Manaus, AM, v. 37, n. 4, p. 543-548, 2007.

SILVA, C. J. et al. Contribuição de folhas na formação da serrapilheira e no retorno de nutrientes em floresta de transição no norte de Mato Grosso. **Acta Amazonica**, Manaus, AM, v. 39, n. 3 p. 591-600, 2009.

SOUZA, W. P. et al. Produção de necromassa e de serrapilheira em Área de Preservação Permanente pertencente ao Rio São Lourenço, Campo Verde – MT **Engenharia Ambiental - Espírito Santo do Pinhal**, v. 9, n. 1, p. 047-066, jan. /mar, 2012

SPAIN, A. V. Litterfall and the standing crop of litter in three tropical Australian rainforests. **Journal of Ecology**, [s/l], n. 72, p. 947-961, 1984.

TEAM NETWORK. **Vegetation protocol implementation manual, 1.4.** Ecology, Assessment and Monitoring Network, Center for Applied Biodiversity Science, Conservation International, Arlington, VA, USA, 2008.

TERROR, V. L. et al. Produção, decomposição e qualidade nutricional da serapilheira foliar em uma floresta paludosa de altitude. **Acta Botanica Brasilica**, MG, v. 25, n. 1, p. 113-121, 2011.

TRIADIATI, S. et al. Litterfall production and leaf-litter decomposition at natural forest and cacao agroforestry in central Sulawesi, Indonesia. **Asian Journal of Biological Sciences**, [s/l] v. 4, n. 3, p. 221-234, 2011.

VALENTI, M. W. et al. Seasonality of litterfall and leaf decomposition in a cerrado site. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 68, n. 3, 459-465, 2008.

VARJABEDIAN, R; PAGANO, S. N. Produção e decomposição de folheto em um trecho de Mata Atlântica de encosta no Município do Guarujá, SP **Acta Bot. Bras**, SP, v. 1, n. 2, p. 243-256, 1988.

VASCONCELOS, H. L; LUIZÃO, F. J. Litter production and litter nutrient concentrations in a fragmented Amazonian landscape. **Ecological Application**, [s/l], v. 14, p. 884-892, 2004.

VENDRAMI, J. L. et al. Litterfall and leaf decomposition in forest fragments under different successional phases on the Atlantic Plateau of the state of Sao Paulo, Brazil. **Biota Neotropica**, v. 12, n. 3, p. 133-141, 2012.

VILLELA, D. M. et al. Effect of selective logging on litter production and decomposition in an Atlantic Forest, RJ, Brazil. IV SIMPÓSIO DE ECOSISTEMAS BRASILEIROS, 1998 Academia de Ciências de São Paulo. **Anais...** Águas de Lindóia, SP, Brasil, v. 3, p. 253–263, 1998.

VILLELA, D. M.; PROCTOR, J. Litterfall Mass, Chemistry, and Nutrient Retranslocation in a Monodominant Forest on Maraca Island, Roraima, Brazil. **Biotropica**, s/l, v. 31, n. 2, p. 198-211, 1999.

VITOUSEK, P. M. Litterfall, nutrient cycling, and nutrient limitation in tropical forest. **Ecology**, s/l, v. 65, n. 1, p. 285-298, 1984.

Apêndice A – Produção mensal e total de liteira fina em 15 parcelas permanentes monitoradas entre fevereiro de 2012 e fevereiro de 2013 no Parque Nacional do Viruá, Roraima.

| Parcela | 2012 | | | | | | | | | | | | 2013 | | Produção total | Fitofisionomia |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|--------------------|----------------|
| | Fev | Mar | Abr | Mai | Jun | Jul | Agos | Set | Out | Nov | Dez | Jan | Fev | | | |
| LO1_ 0500 | 0,71 | 0,59 | 0,29 | 0,65 | 0,57 | 0,65 | 0,49 | 1,15 | 0,84 | 1,21 | 0,47 | 0,43 | 0,25 | 8,29 | Floresta ombrófila | |
| LO1_ 1500 | 0,78 | 0,76 | 0,35 | 0,98 | 0,63 | 1,04 | 1,03 | 1,43 | 0,84 | 1,03 | 0,58 | 0,73 | 0,59 | 10,77 | Floresta ombrófila | |
| LO1_ 2500 | 0,34 | 0,31 | 0,17 | 0,71 | 0,69 | 0,53 | 0,49 | 0,96 | 0,38 | 0,41 | 0,43 | 0,24 | 0,18 | 5,86 | Campinarana | |
| LO1_ 3500 | 0,30 | 0,45 | 0,15 | 0,87 | 0,56 | 0,79 | 0,86 | 1,53 | 0,86 | 0,92 | 0,40 | 0,54 | 0,33 | 8,56 | Floresta ombrófila | |
| LO1_ 4500 | 0,33 | 0,58 | 0,30 | 1,22 | 1,38 | 0,74 | 0,61 | 1,09 | 0,44 | 0,47 | 0,26 | 0,24 | 0,20 | 7,87 | Campinarana | |
| LO2_ 0500 | 0,60 | 0,84 | 0,35 | 1,32 | 0,93 | 0,85 | 0,82 | 1,08 | 1,46 | 1,46 | 0,79 | 0,76 | 0,84 | 12,10 | Floresta ombrófila | |
| LO2_ 1500 | 0,52 | 0,45 | 0,32 | 0,87 | 0,88 | 0,62 | 0,81 | 1,17 | 0,70 | 1,01 | 0,45 | 0,55 | 0,49 | 8,85 | Floresta ombrófila | |
| LO2_ 2500 | 0,60 | 0,49 | 0,53 | 0,97 | 0,76 | 0,63 | 0,93 | 1,13 | 0,96 | 0,88 | 0,53 | 0,71 | 0,44 | 9,54 | Floresta ombrófila | |
| LO2_ 3500 | 0,57 | 0,50 | 0,29 | 1,43 | 1,46 | 0,86 | 1,07 | 1,04 | 0,60 | 0,88 | 0,27 | 0,27 | 0,30 | 9,53 | Campinarana | |
| LO2_ 4500 | 0,33 | 0,63 | 0,27 | 0,78 | 1,31 | 0,71 | 0,80 | 1,30 | 0,61 | 0,56 | 0,24 | 0,34 | 0,35 | 8,21 | Campinarana | |
| LO3_ 1500 | 0,42 | 0,43 | 0,21 | 0,65 | 0,80 | 0,46 | 0,58 | 1,33 | 1,00 | 0,75 | 0,48 | 0,72 | 0,43 | 8,26 | Floresta ombrófila | |
| LO3_ 2500 | 0,41 | 0,42 | 0,20 | 0,47 | 0,54 | 0,58 | 0,79 | 1,06 | 0,58 | 0,78 | 0,50 | 0,50 | 0,54 | 7,37 | Floresta ombrófila | |
| LO3_ 3500 | 0,63 | 0,56 | 0,33 | 0,63 | 0,56 | 0,46 | 0,63 | 1,15 | 0,71 | 0,82 | 0,61 | 0,63 | 0,40 | 8,12 | Floresta ombrófila | |
| LO4_ 0500 | 0,71 | 0,64 | 0,37 | 1,04 | 1,14 | 0,80 | 1,61 | 1,79 | 1,07 | 0,71 | 0,57 | 0,51 | 0,55 | 11,50 | Campinarana | |
| LO4_ 1500 | 0,39 | 0,35 | 0,20 | 0,63 | 0,66 | 0,35 | 0,56 | 1,11 | 1,02 | 0,95 | 0,52 | 0,52 | 0,35 | 7,59 | Floresta ombrófila | |

Apêndice B –Produção anual das diferentes frações de liteira fina em 15 parcelas permanentes monitoradas no Parque Nacional do Viruá, Roraima.

| Parcela | Folhas | | Flores | | Frutos/Sementes | | Galhos | | Material não identificado | | Produção total |
|----------|--------|-------|--------|------|-----------------|------|--------|-------|---------------------------|------|----------------|
| | t/há | % | t/ha | % | t/ha | % | t/ha | % | t/ha | % | t/ha |
| LO1_0500 | 5,40 | 4,08 | 0,14 | 0,11 | 0,85 | 0,64 | 1,82 | 1,38 | 0,08 | 0,06 | 8,29 |
| LO1_1500 | 6,86 | 5,18 | 0,18 | 0,13 | 0,59 | 0,45 | 2,80 | 2,11 | 0,34 | 0,26 | 10,77 |
| LO1_2500 | 4,10 | 3,10 | 0,18 | 0,14 | 0,34 | 0,25 | 1,16 | 0,88 | 0,08 | 0,06 | 5,86 |
| LO1_3500 | 5,97 | 4,51 | 0,20 | 0,15 | 0,41 | 0,31 | 1,82 | 1,37 | 0,16 | 0,12 | 8,56 |
| LO1_4500 | 4,67 | 3,53 | 0,34 | 0,26 | 1,30 | 0,98 | 1,49 | 1,12 | 0,07 | 0,06 | 7,87 |
| LO2_0500 | 8,08 | 6,10 | 0,13 | 0,10 | 0,14 | 0,10 | 3,33 | 2,51 | 0,43 | 0,32 | 12,10 |
| LO2_1500 | 6,34 | 4,79 | 0,07 | 0,05 | 0,32 | 0,24 | 1,83 | 1,38 | 0,29 | 0,22 | 8,85 |
| LO2_2500 | 6,92 | 5,22 | 0,19 | 0,14 | 0,75 | 0,57 | 1,55 | 1,17 | 0,14 | 0,11 | 9,54 |
| LO2_3500 | 5,55 | 4,19 | 0,42 | 0,32 | 0,69 | 0,52 | 2,74 | 2,07 | 0,13 | 0,10 | 9,53 |
| LO2_4500 | 4,59 | 3,46 | 0,50 | 0,38 | 0,84 | 0,64 | 2,14 | 1,61 | 0,14 | 0,11 | 8,21 |
| LO3_1500 | 5,54 | 4,19 | 0,51 | 0,39 | 0,49 | 0,37 | 1,55 | 1,17 | 0,16 | 0,12 | 8,26 |
| LO3_2500 | 5,08 | 3,84 | 0,18 | 0,13 | 0,27 | 0,21 | 1,61 | 1,22 | 0,23 | 0,18 | 7,37 |
| LO3_3500 | 5,57 | 4,20 | 0,29 | 0,22 | 0,32 | 0,24 | 1,71 | 1,29 | 0,23 | 0,17 | 8,12 |
| LO4_0500 | 7,98 | 6,03 | 0,32 | 0,24 | 0,67 | 0,51 | 2,20 | 1,66 | 0,33 | 0,25 | 11,50 |
| LO4_1500 | 5,48 | 4,14 | 0,27 | 0,20 | 0,40 | 0,30 | 1,32 | 1,00 | 0,13 | 0,10 | 7,59 |
| Total | 88,12 | 66,55 | 3,92 | 2,96 | 8,37 | 6,32 | 29,05 | 21,94 | 2,95 | 2,23 | 132,42 |

Apêndice C – Caracterização da fitofisionomia e do solo das parcelas permanentes utilizadas para o monitoramento da produção de liteira fina (Parque Nacional do Viruá, Roraima).

| Parcela | Textura (% argila) | Soma de Bases (cmolc.kg) | Abertura de dossel (%) | Fitofisionomia |
|----------|-----------------------|-----------------------------|---------------------------|--------------------|
| LO1_0500 | 43.04 | 0,395 | 8,20 | Floresta ombrófila |
| LO1_1500 | 15.7 | 0,332 | 6,57 | Floresta ombrófila |
| LO1_2500 | 15.72 | 0,269 | 5,33 | Campinarana |
| LO1_3500 | 19.31 | 0,542 | 6,14 | Floresta ombrófila |
| LO1_4500 | 25.07 | 0,546 | 4,84 | Campinarana |
| LO2_0500 | 30.67 | 0,776 | 5,23 | Floresta ombrófila |
| LO2_1500 | 39.12 | 0,263 | 4,92 | Floresta ombrófila |
| LO2_2500 | 53.56 | 0,433 | 4,75 | Floresta ombrófila |
| LO2_3500 | 18.53 | 0,373 | 5,99 | Campinarana |
| LO2_4500 | 35.57 | 0,575 | 5,96 | Campinarana |
| LO3_1500 | 17.23 | 0,245 | 5,11 | Floresta ombrófila |
| LO3_2500 | 51.93 | 0,451 | 4,37 | Floresta ombrófila |
| LO3_3500 | 57.85 | 0,307 | 4,44 | Floresta ombrófila |
| LO4_0500 | 35.99 | 0,319 | 5,25 | Campinarana |
| LO4_1500 | 16.16 | 0,219 | 5,15 | Campinarana |