



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA-UFRA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS

NAYARA NAZARÉ ARRAES ARAÚJO

Capacidade de retenção hídrica, estoque e macronutrientes (N, P e K) da liteira em ecossistemas sucessionais nos tabuleiros costeiros da Amazônia Oriental.

BELÉM/PA

2017



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA-UFRA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS

Nayara Nazaré Arraes Araújo

Capacidade de retenção hídrica, estoque e macronutrientes (N, P e K) da liteira em ecossistemas sucessionais nos tabuleiros costeiros da Amazônia Oriental.

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências do Curso de pós-graduação em Ciências Florestais: área de concentração Manejo de Ecossistemas Florestais, para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Francisco de Assis Oliveira

Co-orientadora: Vanda M. S. de Andrade

BELÉM/PA

2017

NAYARA NAZARÉ ARRAES ARAÚJO

Capacidade de retenção hídrica, estoque e macronutrientes (N, P e K) da liteira em ecossistemas sucessionais nos tabuleiros costeiros da Amazônia Oriental.

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências do Curso de pós-graduação em Ciências Florestais: área de concentração Manejo de Ecossistemas Florestais, para obtenção do título de Mestre.

BANCA EXAMINADORA

Francisco de Assis Oliveira- Orientador
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA

Vanda Maria Sales de Andrade, DSc- Co-orientadora
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA

Cristine Bastos do Amarante, DSc.
MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI

Valéria Pereira Braz Homei, DSc.
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ

Denmora Gomes de Araújo, DSc.
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho e todo esforço nele empreendido à Deus e minha família.

AGRADECIMENTOS

Ao Meu Grande e Amado Mestre Jesus, que sempre foi um exemplo em minha vida, para manter a Fé e a resignação em todos os aprendizados que essa encarnação pode me proporcionar!

Aos meus pais Almir e Gorete Araújo pelo incentivo e amor incondicional, sem os quais eu nada seria.

Ao meu irmão Teodoro Araújo, por todo apoio afetivo e moral.

A minha amiga Jéssica Brilhante, pela amizade, por acreditar sempre na minha capacidade de realizar os meus sonhos.

Ao meu Orientador Professor Francisco de Assis Oliveira, por seu comprometimento com a ciência e ao conhecimento, mostrando- nos todos os dias que a Ciência nunca para e que todos nós somos capazes de chegar onde quisermos com dedicação e humildade.

À minha co-orientadora Dr^a Vanda de Andrade, pelo carinho, amizade, conhecimento e dedicação com que conduziu esse trabalho.

Aos colegas de turma, em especial a Fernanda Souza (Fernandinha), pelo companheirismo, parceria nas coletas, inventário e dia a dia.

À Universidade Federal Rural da Amazônia e ao apoio do Técnico Benedito Cabral e seu “Dico”.

Aos amigos do LABECOS sem os quais esse trabalho não teria saído (Walmer Martins, Ellen Ribeiro, Richard Rodrigues e aos estagiários, Beatriz, Iuri, Patrícia Mie, Joseane e Layse) e ao CNPQ.

Ao Museu Paraense Emílio Goeldi, em especial ao Professor Rafael Salomão (permitiu o estudo em uma de suas áreas de pesquisa “Reserva do Mocambo”) e a Coordenação de Ciências da Terra e Ecologia (CCTE) em especial a Dra. Cristine do Amarante, ao técnico Paulo Sarmiento por todo apoio e dedicação que me foi dado nas análises químicas.

Ao IdeFlor, principalmente ao André Ravetta, por permitir o estudo no Parque Estadual do Utinga (PEUt) e acreditar na pesquisa como colaboradora para o entendimento e melhorias do PEUt.

A Dra. Valéria Pereira B. Homci com as análises estatísticas e todo seu conhecimento com qual colaborou grandemente na dissertação.

A todos que de forma direta ou indireta contribuíram para a realização desse trabalho, obrigada!

“Queremos ter certezas e não dúvidas, resultados e não experiências, mas nem mesmo percebemos que as certezas só podem surgir através das dúvidas e os resultados somente através das experiências.”

Carl Jung

RESUMO

A liteira pode influir no balanço hídrico dos ecossistemas e em seus processos ecológicos. Neste estudo, foi avaliada a capacidade de retenção hídrica *ex situ*, pelo método de Blow, em três áreas distintas da Área de Proteção Ambiental da região metropolitana de Belém-PA, nos períodos, chuvoso e menos chuvoso, o estoque da liteira acumulada e a quantificação dos macronutrientes (N, P, K) que a mesma pode transferir ao solo nos seguintes ecossistemas: Reserva do Mocambo, área de estudos e pesquisas da EMBRAPA Amazônia Oriental; Trilha do Macaco- situado dentro do Parque Estadual do Utinga (PEUt); Floresta da UFRA situada no Campus UFRA- Belém. Para a coleta das amostras foi utilizado um coletor com medidas de 0,25 × 0,25 × 0,05 m, no qual o mesmo foi disposto aleatoriamente nas parcelas. Cada ecossistema foi esquematizado em cinco tratamentos, sendo que em cada tratamento foram coletadas sete amostras aleatórias, totalizando trinta e cinco amostras, a cada período do ano. No período chuvoso a maior capacidade de retenção hídrica, foi constatada na Trilha do Macaco com média de 258,45% e, no período menos chuvoso, a Reserva do Mocambo obteve, 157,9%. Na análise do estoque da liteira acumulada, a Trilha do Macaco também apresentou maior estoque (17,8 Mg.ha⁻¹) nos período chuvosos, porém no menos chuvosos a Floresta da UFRA apresentou maior estoque (10,09 Mg.ha⁻¹). Dentre os macronutrientes N, P, K comparando as três áreas, observou-se que a Reserva do Mocambo apresentou as menores quantidades médias de N, P, K. Entretanto, a Floresta da UFRA expôs maior quantidade de N e P, e a maior quantidade de K, na Trilha do Macaco.

Palavras Chave: Liteira. Capacidade de Retenção Hídrica. Estoque. Macronutrientes.

ABSTRACT

The litter can influence the water balance of the ecosystems and their ecological processes. In this study, the ex-situ water retention capacity was evaluated by the Blow method, in three distinct areas of the Environmental Protection Area of the metropolitan region of Belém-PA, during the periods, rainy and less rainy, accumulated litter stock and Quantification of the macronutrients (N, P, K) that it can transfer to the soil in the following ecosystems: Mocambo Reserve, area of studies and research of EMBRAPA Amazônia Oriental; Monkey Trail - located inside the Utinga State Park (PEUt); Forest of UFRA located in Campus UFRA-Belém. For the sample collection, a collector with measures of $0.25 \times 0.25 \times 0.05$ m was used, in which it was arranged randomly in the plots. Each ecosystem was schematized in five treatments, and in each treatment seven random samples were collected, totaling thirty - five samples, at each time of the year. In the rainy season, the highest water retention capacity was found in the Monkey Track with a mean of 258.45%, and in the less rainy period the Mocambo Reserve obtained 157.9%. In the analysis of the accumulated litter stock, the Monkey Track also presented higher stock (17.8 Mg.ha^{-1}) in the rainy season, but in the less rainy forest the UFRA Forest had a higher stock (10.09 Mg.ha^{-1}). Among the macronutrients N, P, K comparing the three areas, it was observed that the Mocambo Reserve had the lowest average amounts of N, P, K. However, the UFRA Forest exhibited a greater amount of N and P, and the highest Amount of K on the Monkey Track.

Keywords: Litter. Water retention capacity. Stock. Macronutrients.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Representação da precipitação e normais climatológicas durante o ano de 2016, em Belém – PA. Fonte: ANDRADE.	22
Figura 2 Representação da localização dos ecossistemas (E1- Reserva do Mocambo; E2- Parque do Utinga; E3- UFRA) em estudo em Belém – PA. Fonte: LABECOS	24
Figura 3 Coleta da liteira estocada com auxílio de gabarito vazado de 0,25 x 0,25 m. Fonte: Autora.	25
Figura 4 Desenho esquemático dos pontos de coleta em cada parcela por ecossistema. Fonte: Autora.	26
Figura 5 Processo de Análise de Armazenamento Hídrico, segundo o método de Blow. Fonte: Autora.	27
Figura 6 gráfico das médias marginais estimadas em cada ecossistema estudado de acordo com os períodos do ano e a interação dos ecossistemas de acordo com a capacidade de retenção hídrica. No qual a UFRA mostrou queda abrupta. Fonte: Autora.	32
Figura 7 Boxplot demonstra a variação entre as médias de capacidade de retenção hídrica de cada ecossistema nos dois períodos de ano. Fonte: Autora.	34
Figura 8 Boxplot demonstra a variação entre as médias do estoque de liteira em dois períodos do ano, nos ecossistemas, Reserva do Mocambo, Trilha do Macaco e UFRA. Fonte: Autora.	36
Figura 9 gráfico das médias marginais estimadas em cada ecossistema estudado de acordo com os períodos do ano e a interação dos ecossistemas de acordo com a liteira estocada. No qual a Reserva do Mocambo mostrou queda abrupta. Fonte: Autora.	37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Abundância relativa (AB rel), Frequência relativa (F rel), Dominância relativa (D rel) das 10 espécies com maior Índice de Valor de Importância (IVI) na Floresta primária.	29
Tabela 2	Abundância relativa (AB rel), Frequência relativa (F rel), Dominância relativa (D rel) das 10 espécies com maior Índice de Valor de Importância (IVI) na Floresta secundária inicial (E2).	29
Tabela 3	Abundância relativa (AB rel), Frequência relativa (F rel), Dominância relativa (D rel) das 10 espécies com maior Índice de Valor de Importância (IVI) na Floresta secundária tardia (E3).	30
Tabela 4	Médias calculadas para cada ecossistema estudado em dois períodos do ano (chuvoso e menos chuvoso), com o desvio padrão de cada média encontrada e coeficiente de variação. Dando destaque para as maiores médias em cada período.	31
Tabela 5	Análise de variância para comparação da capacidade de retenção hídrica dos ecossistemas Reserva do Mocambo, Trilha do Macaco e UFRA, no qual há diferença significativa entre os ecossistemas Trilha do Macaco e UFRA.	32
Tabela 6	Teste de Tukey para a comparação de médias de capacidade de retenção hídrica dos ecossistemas Reserva do Mocambo, Trilha do Macaco e UFRA, no qual há diferença significativa entre os ecossistemas Trilha do Macaco e UFRA.	33
Tabela 7	Médias do estoque (Mg.ha ¹) calculadas para cada ecossistema estudado em dois períodos do ano (chuvoso e menos chuvoso), com o desvio padrão de cada média encontrada e coeficiente de variação. Dando destaque para as maiores médias em cada período.	35
Tabela 8	Análise de variância para comparação do estoque da liteira acumulada dos ecossistemas Reserva do Mocambo, Trilha do Macaco e UFRA, no qual há diferença significativa entre os ecossistemas Trilha do Macaco e UFRA.	37
Tabela 9	Teste de Tukey da diferença honestamente significativa (HSD) para a comparação de médias de estoque de carbono dos ecossistemas Reserva do Mocambo, Trilha do Macaco e UFRA, no qual há diferença significativa entre os ecossistemas Trilha do Macaco e UFRA.	38
Tabela 10	Médias calculadas de macronutrientes (N, P e K) para cada ecossistema estudado, com o desvio padrão de cada média encontrada e coeficiente de variação (%).	39

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	12
2 OBJETIVO.....	14
2.1 Objetivos específicos.....	14
3 CONTEXTUALIZAÇÃO.....	14
3.1 Ciclagem Hidrológica.....	14
3.2 Ciclagem de nutrientes.....	16
3.3 Liteira.....	17
3.4 Impactos do desmatamento.....	18
3.5 Unidades de conservação urbana.....	19
4 ÁREA DE ESTUDO.....	21
5 ECOSSISTEMAS DE ESTUDO.....	22
6 MATERIAL E METÓDOS.....	24
6.1 Coleta de dados.....	24
6.2 Delineamento experimental.....	25
6.3 Processamento dos Dados.....	26
6.4 Procedimentos de laboratório.....	27
6.5 Análise Estatística dos Dados.....	27
6.6 Composição florística para análise estrutural da vegetação: Amostragem e obtenção de dados.....	28
7 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	28
7.1 Análise estrutural da vegetação.....	28
7.2 Capacidade de retenção hídrica da liteira.....	30
7.3 Estoque da liteira acumulada.....	34
7.4 Macronutrientes (N, P e K) da liteira acumulada.....	38
8 CONCLUSÃO.....	40
REFERÊNCIAS.....	41

1 INTRODUÇÃO

O rápido crescimento urbano verificado no Brasil fez com que a ocupação das cidades ocorresse de forma desordenada. Essa urbanização vem alterando significativamente o meio ambiente, o que tem levado às condições extremas a pressão da população sobre os recursos naturais, gerando profundas mudanças no equilíbrio ambiental, segundo Moura-Fujimoto, (2000 apud De Souza et. al, 2013).

De Souza (2013), afirma que os fragmentos florestais urbanos são resquícios de vegetação natural, circundados por uma matriz urbana, que correspondem aos parques, reservas e pequenas manchas de matas em propriedades privadas. Nos ecossistemas urbanos, onde as condições naturais se encontram quase completamente alteradas e, ou, degradadas, os fragmentos representam um recurso precioso para a melhoria da qualidade de vida nas cidades, pois o uso da vegetação ameniza os impactos causados pela ação antrópica (FEIBER, 2004).

Pesquisas em fragmentos florestais são de extrema importância para compreensão do comportamento das características intrínsecas ao ecossistema, nesse contexto, a liteira é um compartimento que apresenta implicações hidroecológicas nos processos de sucessão, pois o material vegetal depositado na superfície do solo, tais como folhas, cascas, ramos, material reprodutivo, flores, inflorescências, frutos, sementes e fragmento vegetal não identificável pode regular a administração das chuvas e o lavado de nutrientes para o interior do solo, atuando desde o recebimento dos propágulos até sua germinação e desenvolvimento (CIANCIARUSO et al., 2006).

A cobertura vegetal tem como uma de suas múltiplas funções o papel de interceptar parte da precipitação pelo armazenamento de água nas copas arbóreas ou arbustivas, de onde é perdida para a atmosfera por evapotranspiração durante e após as chuvas. Quando a chuva excede a demanda da vegetação, a água atinge o solo por meio das copas e do escoamento pelos troncos. Outra parte da chuva é armazenada na porção extrema superior do solo que comporta os detritos orgânicos que caem da vegetação e é denominada liteira.

A literatura mostra que a liteira, facilita a infiltração da água no solo, pois evita a selagem do mesmo ao impedir sua compactação superficial e a ruptura dos agregados (VALLEJO, 1982). Evitando assim, uma interação direta da gota de chuva com o solo. Na Floresta Tropical Úmida, a liteira é bem heterogênea na sua composição e apresenta espessura

variável, podendo incluir dois horizontes: o horizonte O1, constituído por material recém caído (folhas, galhos, material reprodutor), e a camada inferior, chamada de O2 , que já apresenta sinais de alteração física e bioquímica (VALLEJO, 1982).

Já Coelho Netto (1987) aponta a sua relação com a produção de escoamento superficial entre os compartimentos da liteira (intra-liteira) e o seu favorecimento na infiltração. Enquanto que Miranda (1992) e Santos (2009) argumentam que a liteira permite a manutenção de certo grau de umidade no solo e, ao reter a água da chuva, vai liberando gradualmente para dentro do solo. Trata-se, portanto de um compartimento de estocagem de água. A retenção da umidade nesse compartimento favorece o desenvolvimento da fauna endopodônica, a qual desempenha um papel fundamental na abertura de bioporos nos primeiros centímetros do solo, contribuindo para a infiltração da água (CASTRO JR, 1991; TIRELLI et. al, 2017).

Segundo Brun et al. (2001), a biomassa, em estágios de decomposição distintos, representa fonte de energia para as espécies vegetais, conferindo estabilidade ao sistema, também, juntamente com o solo, controla processos fundamentais na dinâmica dos ecossistemas, como o desenvolvimento de plântulas, a liberação de nutrientes e a retenção de umidade (VALLEJO; PIRES et al., 1982, 2006).

A liteira, além de ser fonte de energia e nutrientes para o solo, abriga fauna e microrganismos decompositores do ecossistema, pois para Facelli e Facelli (1993 apud MATEUS et. al, 2010) ela melhora as suas condições físicas e facilita a infiltração da água (MITCHELL e TELL; COELHO NETTO, 1977, 2003) reduz processos erosivos e atenua o impacto das gotas de chuva (FACELLI e PICKETT, 1991 apud SANTOS e VÁLIO, 2002), já Figueiredo-Filho et al. (2003) diz que este compartimento pode indicar a capacidade produtiva da floresta, ao relacionar os nutrientes disponíveis com as necessidades nutricionais de uma dada espécie.

Com a finalidade de maior entendimento das relações hidroecológicas nos ambientes florestais urbanos de Belém, segue a questão: Em que magnitude a capacidade de retenção hídrica (CRH), o estoque e os macronutrientes (N, P, K) da liteira acumulada contribuem para a manutenção de um ecossistema, nos períodos conhecidos como mais e menos chuvosos na Amazônia Oriental?

Em prévia explicação da questão abordada levantam-se as seguintes hipóteses:

- I. A biomassa da liteira colabora junto à composição florística e seus compartimentos, na interceptação da água da chuva, favorecendo seu armazenamento no solo e aumentando as taxas de infiltração.
- II. A liteira é composta pelo material depositado sobre o solo e que se encontra em diferentes estágios de decomposição, desempenhando uma função importante na ciclagem de nutrientes, auxiliando o incremento de fertilidade e a manutenção da produtividade de ecossistemas.

2 OBJETIVO

Este trabalho teve como objetivo analisar a capacidade de retenção hídrica e estoque da liteira de acordo com a sazonalidade na região, além de descrever os macronutrientes (N, P, K) da liteira depositada, nos de três ecossistemas da área de preservação ambiental, da região metropolitana de Belém/PA, visando assim, seu emprego como indicador de conservação de áreas antropizadas.

2.1 Objetivos Específicos

- i. Analisar a composição florística dos três ecossistemas;
- ii. Aferir e analisar a capacidade de retenção hídrica da liteira;
- iii. Analisar o estoque da liteira acumulada;
- iv. Descrever os macronutrientes (N, P, K) da liteira.

3 CONTEXTUALIZAÇÃO

3.1 Ciclagem Hidrológica

Um princípio básico em hidrologia florestal é o de que a produção de água e o regime fluviométrico de uma bacia hidrográfica são significativamente influenciados pela presença da cobertura florestal.

A presença de florestas nativas pode desempenhar diversas funções eco-hidrológicas, como a regulação da quantidade de água, o controle da erosão e aporte de sedimentos e, conseqüentemente, influenciando os parâmetros físico-químicos dos cursos d'água (LIMA et al., 2013). Ainda mais relevante é que o papel das florestas no desempenho dessas funções

depende da posição que elas ocupam no relevo, em particular se elas se encontram no topo de morro, nas encostas, ao longo dos cursos e reservatórios d'água, ou nos intervalos (FALKENMARK et al., 1999).

Não apenas a presença, mas também as condições das florestas são determinantes para que haja maior interceptação de chuva e infiltração efetiva de águas pluviais no solo (FERRAZ et al., 2014). A existência de um dossel denso, a presença de sub-bosque e o alto teor de matéria orgânica no solo são exemplos de características de florestas que aumentam a sua capacidade em promover a infiltração da água no solo (LIMA et al., 2013). Por outro lado, florestas degradadas, que não possuem dossel ou apresentam várias clareiras, e que tem pouca estratificação da vegetação e baixo conteúdo de liteira e matéria orgânica no solo, acabam tendo menor capacidade de interceptação de água da chuva e de infiltração, aumentando o escoamento superficial e o potencial erosivo das chuvas.

Nas bacias hidrográficas, a água que precipita nas áreas mais elevadas e transferidas para as regiões mais baixas da bacia, contribuindo para a disponibilidade hídrica a jusante, onde a demanda por água e as fontes potenciais de poluição são geralmente mais pronunciadas, em razão da maior densidade populacional e da presença de atividades agrícolas e industriais (FALKENMARK et al., 1999). Assim, as áreas mais baixas dependem muito da quantidade e da qualidade da água transferida das áreas mais elevadas da bacia hidrográfica, que podem ser consideradas como o reservatório natural do sistema (FALKENMARK et al., 1999).

As florestas localizadas nas regiões mais elevadas são particularmente importantes ao garantirem condições de infiltração da água no solo e conseqüente recarga dos aquíferos (LIMA et al., 2013). Essas florestas interceptam a água da chuva, ao mesmo tempo em que a presença de liteira protege o solo do impacto direto das gotas de água, impedindo a erosão, a lixiviação e a compactação do solo (GIAMBELLUCA, 2002; LIMA et al., 2013; SAYER, 2006). Assim, a presença de florestas nativas é importante para a recarga dos aquíferos, diminuindo o volume de escoamento superficial pelas encostas, o que significa maior estabilidade e menores riscos de deslizamentos ou escorregamentos de massa (SILVA et al., 2011).

3.2 Ciclagem De Nutrientes

Maior parte das florestas está estabelecida em solos pobres de nutrientes minerais, o que torna sua manutenção dependente dos ciclos geoquímico, bioquímico e biogeoquímico, desse modo, os nutrientes no processo de ciclagem passam do meio biótico para o abiótico e vice-versa, sendo esse processo denominado de equilíbrio dinâmico (SELLE, 2007).

Com a remoção da floresta o ciclo é quebrado, alterando a qualidade e a quantidade de matéria orgânica do solo. Com isso, ocorre uma diminuição da atividade da biomassa microbiana, principal responsável pela ciclagem de nutrientes e pelo fluxo de energia dentro do solo, e que exerce influência na transformação da matéria orgânica, na estocagem do carbono e minerais, ou seja, na liberação e na imobilização de nutrientes.

Em solos tropicais e subtropicais, a matéria orgânica apresenta uma estreita relação com as demais propriedades físicas, químicas e biológicas do solo. Por isso o manejo sustentável da matéria orgânica é fundamental à manutenção da capacidade produtiva do solo em longo prazo (SWITZER; NELSON, 1972). Em matas nativas, através da deposição de liteira há uma significativa contribuição da quantidade de nutrientes devolvidos ao solo que são disponibilizados para absorção pelas plantas, sendo considerado o primeiro estágio de transferência de nutrientes e energia da vegetação para o solo (CALDEIRA et al., 2008). O aporte de liteira e sua subsequente decomposição compreendem processos de grande relevância para a manutenção da fertilidade do solo, constituindo importantes etapas da ciclagem de nutrientes dentro dos ecossistemas (KRAMMER e KOZLOWKI, 1960.).

Pritchett (1986) afirma que as entradas no ecossistema são devidas aos nutrientes oriundos do ar, às precipitações, à intemperização das rochas, à fixação biológica do nitrogênio e também à fertilização artificial. As saídas, por outro lado, são representadas pelas perdas por erosão, lavagens, volatilização e pela remoção de nutrientes pela colheita florestal. A vegetação devolve nutrientes ao solo por meio da circulação de matéria, que é representada pela deposição de liteira, galhos grossos e troncos e pela morte de raízes, principalmente as finas (VOGT; GRIER; VOGT, 1986; BIZUTI, 2011). Outro modo de transferência de nutrientes da vegetação para o solo é pelas águas de precipitação interna da floresta e de escoamento pelos troncos (ARCOVA; CICCIO, 1987).

Estudos de ciclagem de nutrientes podem subsidiar o manejo de sistemas agrícolas, propondo técnicas economicamente mais apropriadas. No Brasil este tipo de pesquisa tem sido desenvolvida, por exemplo, em florestas implantadas de espécies exóticas, como as dos gêneros *Eucalyptus* e *Pinus*. Foi demonstrada a economia de nutrientes que adviria da

permanência no solo dessas plantações das folhas, galhos e cascas das árvores derrubadas, que não têm outro interesse comercial (POGGIANI et al. 1983 a e b.; DELITTI, 1984).

Na Amazônia, foi demonstrado que o estabelecimento de agro-ecossistemas implica na diminuição do estoque total de nutrientes, porque os reservatórios bióticos das florestas são transferidos para o solo e para as novas plantas introduzidas. Além disso ocorre a perda de importantes mecanismos de atenuação de forças erosivas e de exploração otimizada do solo (JORDAN, 1985).

3.3 Liteira

Ocorre nas florestas um intenso acúmulo de biomassa morta sobre o solo, constituindo a liteira, a mesma é composta por folhas, galhos e miscelânea (estruturas reprodutivas das plantas, tais como flores e frutos, ou ainda partes não facilmente identificáveis) que caem sobre o solo, oriunda da vegetação. Esta é lentamente alterada por fragmentação e degradação física ou química, processos em que participam os microorganismos e demais componentes da fauna edáfica (RUTHNER, 2010). No qual a biomassa da liteira contribui, juntamente com os demais compartimentos florestais, na interceptação da água da chuva, favorecendo seu armazenamento no solo e aumento das taxas de infiltração (OLSON, 1963).

Santos e Camargo (1999) já afirmavam que o conjunto liteira-solo além de ser fonte de carbono e energia para os organismos do solo, também é o habitat onde todas as ações do organismo ocorrem, garantindo a sua sobrevivência e reprodução, é ainda o meio mantedor de umidade, através da capacidade de armazenamento hídrico, na qual é fundamental para a germinação, o estabelecimento e crescimento das plantas, sendo a liteira a porção mais dinâmica desse conjunto e, possivelmente, a mais variável não só entre ecossistemas, mas também dentro de um mesmo ecossistema.

Para Cabianchi (2010) a manutenção da produtividade das florestas naturais está intimamente relacionada com a eficiência nos processos de ciclagem de nutrientes. E como parte da ciclagem de nutrientes, a deposição da liteira e a transferência de nutrientes são de crucial importância para manutenção desses ciclos, principalmente em solos altamente intemperizados onde a reserva de nutrientes é a própria floresta (SCHUMACHER et al., 2004).

Grande quantidade dos nutrientes absorvidos pelas plantas retorna ao solo através da deposição do material senescente (NETO et al. 2001; CALDEIRA et al., 2007; CALDEIRA et al., 2008, GODINHO, 2011). À medida que os materiais presentes na liteira começam a sofrer o processo de mineralização, os nutrientes vão aos poucos sendo incorporados ao solo e, conseqüentemente, ocorre à disponibilização para as plantas. Fernandes et al. (2006), observa que plantios de *Mimosa caesalpiniaefolia* (sabiá) e *Capara guianensis* (andiroba) com posterior regeneração, aportam mais nitrogênio e fósforo, que uma floresta secundária de regeneração espontânea.

De acordo com Cuevas e Medina (1986), a quantidade e qualidade de nutrientes fornecidos ao solo, pela deposição da liteira, são variáveis, sendo dependente, principalmente, das espécies que compõem a formação florestal e da disponibilidade de nutrientes no solo. Segundo estes autores, a vegetação que ocorre naturalmente em um local é adaptada aos suprimentos nutricionais existentes no solo, apresentando, dessa maneira, uma eficiência específica de uso, para cada nutriente. Conforme Vitousek (1982), a eficiência com que uma floresta utiliza nutrientes é definida como a quantidade de matéria orgânica perdida das plantas ou permanentemente estocada dentro das mesmas, por unidade de nutriente perdido ou permanentemente estocado.

3.4 Impactos do Desmatamento

As regiões Neotropicais concentram aproximadamente 57% de todas as florestas tropicais do mundo, as quais são reconhecidas como um importante repositório de diversidade biológica (AYRES et al. 2005; PINHEIRO et al 2010). Em nível global a região Amazônica representa o maior trecho de floresta tropical não perturbada (GASCON et al. 2002; PINHEIRO et al 2010). A cobertura florestal da Amazônia brasileira vem sofrendo alterações devido ao desflorestamento.

Levantamentos florísticos e fitossociológicos (CASTRO 1994; FELFILI et al. 1993; 1994; 1997; 2001) têm fornecido informações importantes para a compreensão dos padrões biogeográficos da Amazônia, e subsidiado a determinação de áreas prioritárias para a conservação.

A exploração madeireira e seus efeitos na vegetação remanescente, no solo e na regeneração natural devem ser levados em conta no manejo de florestas na Amazônia

(MARTINS et al., 1998; 2003). Segundo esses autores, tais impactos têm implicações diretas na autoecologia das espécies envolvidas na exploração madeireira, uma vez que a floresta é diretamente afetada. As atividades envolvidas na exploração podem inibir a regeneração natural por meio de alterações nas propriedades do solo como, por exemplo, a densidade, responsável pela diminuição do estabelecimento e crescimento da regeneração natural em florestas tropicais (FREDERICKSEN & PARIONA; 2002; BOMFIM, 2013).

As funções da bacia hidrográfica, também, são perdidas quando a floresta é manejada ou convertida para usos tais como, as pastagens. A precipitação nas áreas exploradas escoar rapidamente, formando as cheias, seguidas por períodos de grande redução ou interrupção do fluxo dos cursos d'água. Os padrões regulares das cheias são importantes para o funcionamento do ecossistema natural do rio e próximo a ele, assim como para a agricultura de várzea. Não só o desmatamento como a fragmentação do habitat, afeta muito mais que a biodiversidade e a interação entre as espécies, sendo as funções ecossistêmicas, como os ciclos hidrológicos e bioquímicos, a biomassa florestal e o estoque de carbono, também alterados (LAURANCE et al., 2011).

Fearnside (2005) afirma que a manutenção da biodiversidade é uma função para a qual muitos atribuem valor além da venda comercial dos produtos. A perda de partes importantes das florestas tropicais do Brasil empobrece a biodiversidade da Terra (CAPOBIANCO et al., 2001). O impacto sobre a biodiversidade causado pela exploração continuada é muito maior em áreas com pouca floresta remanescente e altos níveis de endemismo, como a Mata Atlântica.

Silveira (2012) avaliou a exportação de nutrientes pela exploração florestal em área de manejo florestal no Amazonas. A autora quantificou os nutrientes do solo, os exportados através da madeira e aqueles devolvidos ao solo através da liteira. Conclui-se que os estoques de nutrientes exportados pela exploração madeireira foram inferiores às quantidades de nutrientes ciclados anualmente via liteira, para as espécies florestais exploradas comercialmente estudadas pela autora.

3.5 Unidades de Conservação Urbana

As unidades de conservação (UC) são espaços territoriais, incluindo seus recursos ambientais, com características naturais relevantes, que têm a função de assegurar a representatividade de amostras significativas e ecologicamente viáveis das diferentes

populações, habitats e ecossistemas do território nacional e das águas jurisdicionais, preservando o patrimônio biológico existente (MMA, 2016).

Wetterberg (1976) afirma em suas análises das áreas prioritárias para a conservação na Amazônia, baseada nas regiões fitogeográficas identificadas por Ducke & Black (1953, modificada por Prance, 1973). Seguindo uma análise das unidades de conservação existentes, também foram considerados os refúgios do Pleistoceno (PRANCE, 1973), diferentes formações da vegetação (MURÇA-PIRES, 1974), propostas para a criação de áreas protegidas de outras agências governamentais (IBDF e SEMAS) e o projeto RADAM. O projeto RADAM – uma pesquisa então em andamento (1975-1983) sobre a geologia, geomorfologia, hidrologia, solos e vegetação realizada pelo Ministério das Minas e Energia – recomendou, ao final, a criação 35.200.000ha de unidades de conservação de proteção integral e mais 71.500.000 ha de uso sustentável, somente na Amazônia (CARVALHO, 1984). As áreas eram, geralmente, aquelas que não tiveram outra utilização identificada – uma estratégia claramente adversa à moderna ciência da conservação (PRESSEY, 1994). Sendo esse estudo o marco do início das tentativas brasileiras de criar um sistema coerente de parques.

No entanto a implementação das áreas protegidas (AP) nas cidades do Brasil tem se caracterizado, por problemas que em muitos casos se assemelham. Um desses pontos deve-se a histórica pressão urbana sobre Unidades de Conservação (UC) cujo crescimento demográfico sem o devido planejamento pelos órgãos públicos resulta na redução da qualidade de vida (CABRAL, 2014).

É muito comum encontrar nas Unidades de Conservações de centros urbanos brasileiros, graves problemas socioambientais, devido a forte concentração de pobreza nas metrópoles. Com a intensificação da expansão urbana de Belém e o surgimento de espaços insalubres, houve um aumento das preocupações dos órgãos públicos com mananciais do Utinga, que abastecem a Região Metropolitana de Belém (RMB) (CABRAL, 2014).

A APA Metropolitana de Belém assume importante função como zona de amortecimento para a PEUt (espaço que não permite presença humana para manejo). Isto se deve, ao fato, de encontrar-se em seu interior uma área de aproximadamente 1.206 hectares pertencente ao Parque Estadual do Utinga (PEUT). Neste PEUT estão localizados os mananciais Bolonha e Água Preta, os quais abastecem aproximadamente 70% da população que reside na região metropolitana de Belém (SECTAM, 1999).

A zona de amortecimento foi claramente conceituada, por meio do art. 2º, inciso XVIII, da lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000 como “o entorno de uma unidade de

conservação, onde as atividades humanas estão sujeitas a normas e restrições específicas, com o propósito de minimizar os impactos negativos sobre a unidade”. Conforme destacado por Gomes (2007), nesta área diversifica-se a concentração humana e a formação de uma rede de atores sociais com o objetivo de um projeto sustentável.

Para melhor conhecimento se as metas das zonas de amortecimento têm sido cumpridas são imprescindíveis estudos científicos de monitoramento. A partir de Gomes (2007), verifica-se que a sustentabilidade em atividades econômicas estabelecidas no entorno é fundamental para a manutenção das UC.

4 ÁREA DE ESTUDO

Localizada na região metropolitana de Belém (RMB) abrange os municípios de Belém, Ananindeua, Marituba, Benevides, Santa Bárbara do Pará e Santa Izabel do Pará, além dos distritos de Icoaraci e Mosqueiro (IBGE, 2010; BAHIA et al., 2011).

O Parque Estadual do Utinga (PEUt), a Floresta da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA) e a Reserva do Mocambo (EMBRAPA), são as áreas de estudo deste trabalho. Localizados dentro da Área de Proteção Ambiental (APA) na Região Metropolitana de Belém. Sendo que o PEUt é formado pelos Lagos Bolonha e Água Preta, os mananciais responsáveis pelo armazenamento de água que abastece a região (IDESP, 1991).

A área de proteção ambiental da região metropolitana de Belém tem aproximadamente 7.349 hectares, e abarca os bairros Curió-Utinga, Marco, Souza, Castanheira, Guanabara, Águas Lindas e Aurá (Figura 1). Apresentam em grande parte sedimentos areno-argilosos da unidade Pós-barreiras (FARIAS et al, 1992).

O Clima se enquadra no tipo quente e úmido com classificação Af_i segundo Köppen e Geiger, com duas estações pouco definidas, uma chuvosa e menos chuvosa. A precipitação média anual é de 2.834 mm e os maiores índices pluviométricos são concentrados entre os meses de janeiro a abril (figura 1). Temperaturas anuais médias de 22,3 °C para mínima e de 31,4 °C para máxima. A região é caracterizada por apresentar formação vegetal de florestal tropical pluvial. O solo é classificado como Latossolo Amarelo.

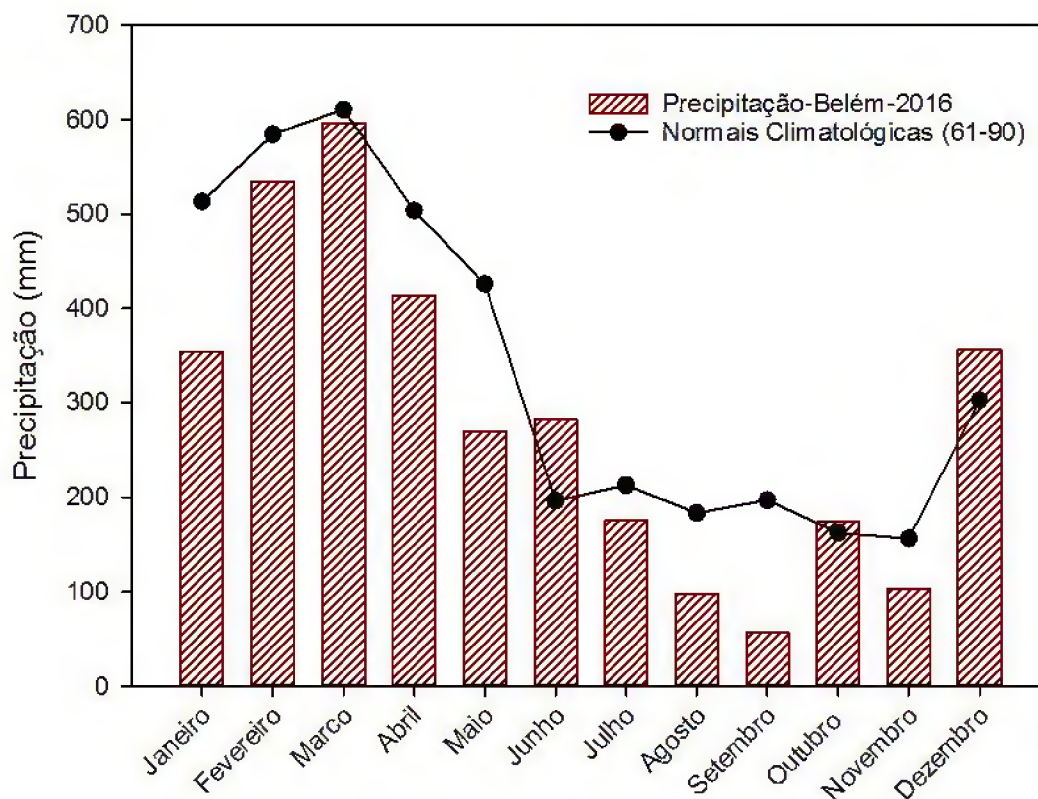


Figura 1- Representação da precipitação e normais climatológicas durante o ano de 2016, em Belém – PA. Fonte: ANDRADE.

5 ECOSISTEMAS DE ESTUDO

a. Pesquisa Ecológica do Guamá, Reserva do Mocambo (E1)

Floresta de Terra Firme a Reserva do Mocambo é anexa à área de Pesquisa Ecológica do Guamá (APEG) da Embrapa Amazônia Oriental, em Belém – PA (figura 2). A floresta ocupa uma área de aproximadamente 506 ha e localiza-se à margem do Rio Guamá (01°28'S e 48°29' W). A Reserva possui uma área de planalto de 5,7 ha, sendo a planície 500,3 ha.

A área de planalto não apresenta problemas com drenagem, com ausência de encharcamento, causado pelas marés do Guamá ou pelas chuvas do “inverno” amazônico. Pouca penetração de luz, mais limpa por baixo, sem incidência expressiva de cipós que

dificultem o trânsito de pessoas. Floresta de maior biomassa e sub-bosque com pouca vegetação. A porção de terra firme existente na área é circundada pelo igarapé do igarapé Catu.

b. Trilha do Macaco- Parque Estadual do Utinga (E2)

Localizado em uma área delimitada por um polígono irregular situado nos municípios de Belém e Ananindeua ($01^{\circ}25.9' S$ e $48^{\circ}29' W$) (figura 2). Ao norte está limitado pelo igarapé Água Cristal, afluente esquerdo da microbacia do igarapé São Joaquim pertencente à bacia do igarapé do Una; ao sul pelo rio Guamá; a leste pela bacia do rio Aurá e a oeste pela microbacia do igarapé Tucunduba, afluente do rio Guamá (BAHIA et al, 2009).

A área de estudos do Parque do Utinga possui influência antrópica, consiste em uma área próxima a trilha utilizada em passeios ecológicos pela população. Dentre as principais características estão à presença de floresta de sucessão secundária com mais de dez anos de idade em áreas previamente desmatadas e/ou a presença de dossel em estágio inicial.

c. Floresta da Universidade Federal Rural da Amazônia- UFRA (E3)

Situa-se em Belém, capital do estado do Pará, localizada nas seguintes coordenadas geográficas: $01^{\circ}27' S$ e $48^{\circ}26' W$ (figura 2).

O campus da Universidade, segundo Santos et al. (1983), tem como topografia o relevo plano, e em sua cobertura vegetal há predominância de latifólias secundárias e de gramíneas, os solos mapeados na área pelos autores variaram entre: Latossolo Amarelo Álico; Concrecionário Laterítico Álico, Plintossolos álico; Glei pouco húmicos eutróficos e distróficos; e os Hidromórficos Indiscriminados, esses dois últimos compõe os solos das várzeas do Rio Guamá.



Figura 2-Representação da localização dos ecossistemas (E1- Reserva do Mocambo; E2- Parque do Utinga; E3- UFRA) em estudo em Belém – PA. Fonte: LABECOS

6 MATERIAL E METÓDOS

6.1 Coleta de dados

As amostras foram coletadas no final dos dois períodos do ano (chuvoso e menos chuvoso), a primeira coleta no mês de abril de 2016 e a segunda no mês de outubro de 2016.

Foram alocadas 05 parcelas de 25 x 25 m onde se coletaram sete amostras aleatórias (Figura 3) em cada parcela totalizando trinta e cinco amostras por ecossistema a cada período, com auxílio de um gabarito vazado de 0,25 x 0,25 m (Figura 2), perfazendo um total de cento e cinco amostras em cada fase.



Figura 3-Coleta da liteira estocada com auxílio de gabarito vazado de 0,25 x 0,25 m. Fonte: Autora.

6.2 Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi blocos casualizados com trinta e cinco repetições para cada tratamento, sendo três tratamentos (ecossistemas) e em dois blocos correspondentes aos períodos do ano (chuvoso e menos chuvoso). Totalizando assim, um número de duzentas e dez (210) amostras.

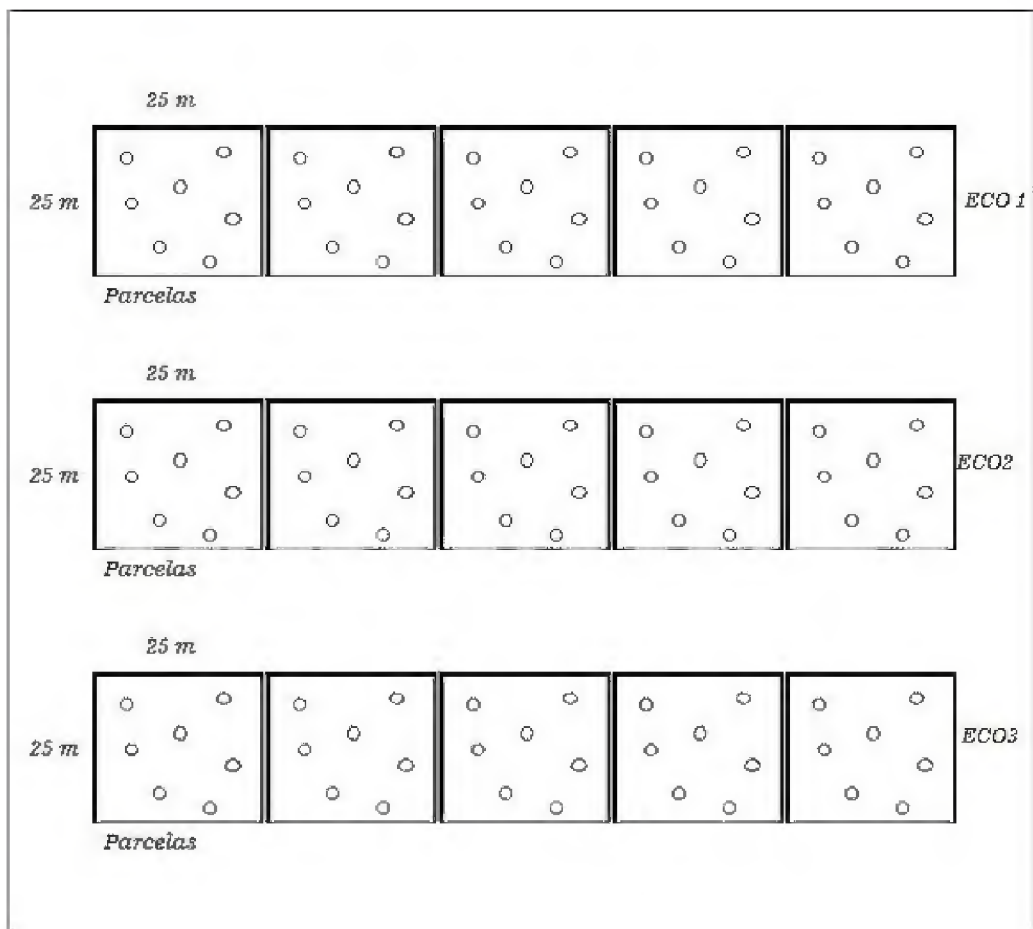


Figura 4-Desenho esquemático dos pontos de coleta em cada parcela por ecossistema. Fonte: Autora.

6.3 Processamento dos Dados

As coletas constituíram-se nas camadas holorgânicas com profundidades variáveis, devido às diferenças entre os ecossistemas e os períodos do ano.

Em seguida as amostras foram colocadas em sacos plásticos de 5 kg, identificadas e transportadas para o laboratório de Manejo de Ecossistemas de Bacias Hidrográficas-LABECOS no Instituto de Ciências Agrárias- ICA, para análises da capacidade de retenção hídrica, segundo o método de Blow (1955). Nesta análise, as amostras foram separadas de sedimentos, em seguida submersas em água por 90 minutos, colocadas para escorrer por 30 minutos (figura 5), postas em bandejas, pesadas e levadas à estufa a 60°C para secar até atingir peso constante. Para encontrar o valor de capacidade de retenção hídrica (CRH) foi utilizada a Equação 1 (Eq. 1).

$$CRH = \frac{MU - MS}{MS} \times 100 \quad (\text{Eq. 1})$$

Onde, CRH (%) é a capacidade de retenção hídrica em porcentagem, MU é massa úmida e MS é massa seca.

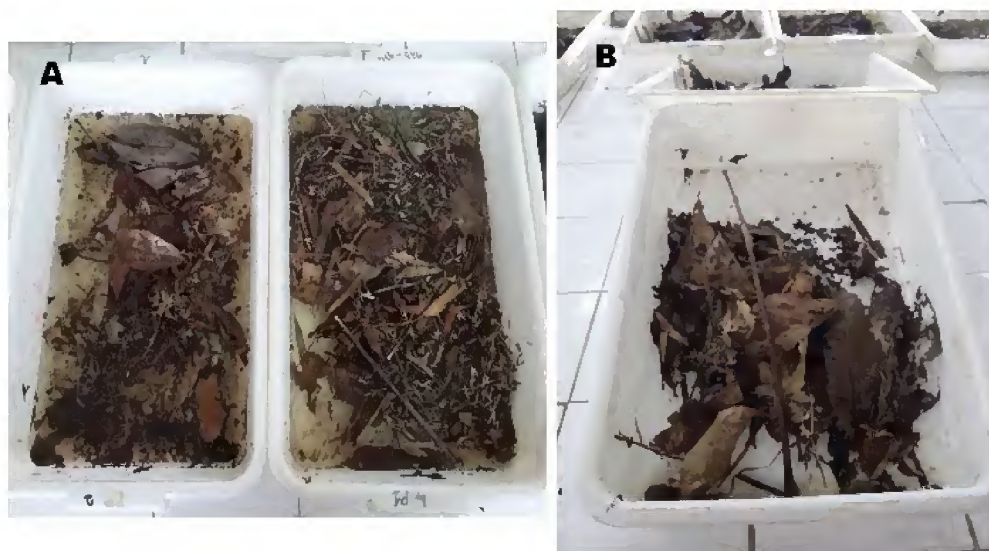


Figura 5-Processo de Análise de Armazenamento Hídrico, segundo o método de Blow. Fonte: Autora.

6.4 Procedimentos de laboratório

As amostras foram trituradas em moinho tipo Willey, passadas em peneiras de malha 1,0 mm (20 mesh) e armazenadas para subsequente análise química (TEDESCO et al., 1995).

No que se refere o tecido vegetal para a determinação dos macronutrientes, o N foi determinado no extrato de digestão sulfúrica pelo método Kjeldahl (destilação – titulação). Os outros elementos (P, K) foram determinados no extrato de digestão nítrico-perclórico, sendo P por espectrofotometria (UV-VIS) e o K por fotometria de chama.

6.5 Análise Estatística dos Dados

Foram realizadas Análises de Variância (ANOVA) e aplicado o teste de Tukey a 5%, pelo programa SPSS, para verificar as diferenças entre as médias das análises da capacidade de retenção hídrica e do estoque da liteira acumulada. A descrição química (N, P e K) da liteira foi realizada utilizando as medidas de tendências centrais e variabilidade e os gráficos boxplot.

6.6 Composição florística para análise estrutural da vegetação: Amostragem e obtenção de dados

Foram estabelecidas cinco parcelas de 25 x 25m equidistantes 30 metros para realizar o inventário florestal. A análise estrutural da vegetação dos ecossistemas ocorreu no seguinte esquema (Adaptado de VALE, 2014).

Nível I: 25x25: Indivíduos com DAP maior ou igual a 10 cm.

Nível II: 5x5: Indivíduos com altura maior ou igual a 3,14m e DAP menor que 10cm.

Nível III: 1x1: Indivíduos com altura menor a 3,14m tiveram sua altura mensurada.

A amostragem foi realizada de forma aleatória no sentido norte - sul. A identificação foi realizada por peritos e a confirmação feita através da base de dados do, “Trópicos e Flora Brasil”. Para consequente análise estrutural da vegetação (Abundância absoluta e relativa, Frequência absoluta e relativa e Dominância).

7 RESULTADOS E DISCUSSÃO

7.1 Análise estrutural da vegetação

A partir dos dados obtidos no inventário florestal e da análise dos mesmos pode se obter informações a respeito do desenvolvimento das florestas e verificar quais das espécies possuem maior valor de importância.

A Reserva do Mocambo apresentou 20 famílias e 40 espécies. A espécie que obteve maior índice de valor de importância (IVI) foi *Eschweilera coriacea*. A porcentagem das cinco espécies com maior índice de valor de importância em ordem decrescente foi: *Eschweilera coriacea* (DC.) S.A. Mori; *Protium giganteum* Engl; *Protium pallidum* Cuatrec; *Vochysia guianensis* Aubl; *Qualea paraensis* Ducke, consistindo em 67,30% do IVI o que reflete um alto índice de importância a poucas espécies (Tabela 1).

Em estudos realizados na Amazônia, também encontraram a espécie do gênero *Eschweilera* entre as espécies com maior valor de IVI (SILVA et al, 2005; CONDÉ &TONINI, 2013; VIEIRA et al, 2014).

Tabela 1-Abundância relativa (AB rel), Frequência relativa (F rel), Dominância relativa (D rel) das 10 espécies com maior Índice de Valor de Importância (IVI) na Floresta primária.

Nome científico	Família	AB rel	FR rel	D rel	IVI
Eschweilera coriacea	Lecythidaceae	13,78	13,27	16,28	43,34
Protium giganteum	Burseraceae	8,13	3,53	10,94	22,62
Protium pallidum	Burseraceae	9,46	10,61	1,63	21,72
Vochysia guianensis	Vochysiaceae	5,40	4,42	8,36	18,18
Qualea paraensis	Vochysiaceae	0,31	0,88	20,03	21,24
Lecythis idatimon	Lecythidaceae	6,73	6,19	2,08	15,01
Pseudopiptadenia psilostachya	Fabaceae	6,09	2,65	4,33	13,09
Tovomita choisyana	Clusiaceae	4,38	6,19	0,67	11,25
Pourouma guianensis	Urticaceae	5,08	5,30	0,98	11,37
Iryanthera paraensis	Myristicaceae	4,70	5,30	1,00	11,01

Fonte: Autora.

A Trilha do Macaco está representada por 27 famílias e 44 espécies. Nesse ecossistema as espécies que apresentaram maior importância foram *Cecropia pachystachya* Trécul; *Abarema jupunba* (Willd.) Britton & Killip; *Caryocar microcarpum* Ducke; *Sterculia speciosa* K. Schum e *Trattinnickia burseraefolia* Mart com 59,64% indicando que na floresta mais jovem o valor de IVI é acumulado a várias espécies, diferindo do encontrado na floresta primária onde o valor do IVI é alto para poucas espécies (Tabela 2).

Os valores deste estudo diferem dos encontrados por VALE et al. (2014) onde a maior porcentagem de IVI encontra-se na floresta inicial, enquanto que a menor porcentagem de IVI encontra-se nas florestas mais antigas.

Tabela 2-Abundância relativa (AB rel), Frequência relativa (F rel), Dominância relativa (D rel) das 10 espécies com maior Índice de Valor de Importância (IVI) na Floresta secundária inicial (E2).

Nome científico	Família	AB rel	FR rel	D rel	IVI
Cecropia pachystachya	Urticaceae	17,38	17,61	1,01	36,00
Trattinnickia burseraefolia	Burseraceae	10,88	10,69	0,01	21,59
Abarema jupunba	Mimosaceae	10,38	6,91	4,24	21,54
Caryocar microcarpum	Caryocaraceae	1,59	1,88	13,91	17,40
Sterculia speciosa	Malvaceae	6,39	10,06	0,91	17,36
Ormosia excelsa	Fabaceae	3,44	3,14	9,66	16,25
Laetia procera	Salicaceae	6,39	9,43	0,37	16,19
Micropholis egensis	Sapotaceae	3,14	5,03	3,51	11,69
Vochysia guianensis	Vochysiaceae	3,99	4,40	2,21	10,61
Andira retusa	Fabaceae	0,79	1,25	8,18	10,23

Fonte: Autora.

O ecossistema UFRA apresentou menor riqueza florística, com apenas 25 famílias e 31 espécies. As cinco espécies com maior valor de importância consistiu em 75,66% estas

foram: *Tapirira guianensis* Aubl ; *Jacaranda copaia* (Aubl) D. Don; *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F. Macbr; *Euterpe oleracea* Mart e *Ocotea fasciculada* (Nees) Mez (Tabela 3).

Mesmo apresentando- se como um ecossistema de floresta secundária tardia, foi o ecossistema que obteve maior porcentagem de IVI em relação ao total o que indica que esta floresta apresenta poucas espécies com alto índice de valor de importância, destacando assim, a grande quantidade de espécies raras.

Tabela 3-Abundância relativa (AB rel), Frequência relativa (F rel), Dominância relativa (D rel) das 10 espécies com maior Índice de Valor de Importância (IVI) na Floresta secundária tardia (E3).

Nome científico	Família	AB rel	F rel	D rel	IVI
Tapirira guianensis	Anacardiaceae	10,71	25	9,08	44,80
Jacaranda copaia	Bignoniaceae	4,76	11,67	24,63	41,06
Apuleia leiocarpa	Fabaceae	2,38	1,67	31,57	35,62
Euterpe oleracea	Arecaceae	10,71	16,67	1,83	29,21
Ocotea fasciculada	Lauraceae	5,95	11,11	2,25	19,32
Gustavia augusta	Lecythidaceae	5,95	8,33	0,52	14,80
Inga edulis	Fabaceae	7,142	3,33	0,87	11,35
Simarouba amara	Simaroubaceae	2,38	1,11	7,69	11,19
Amphilophium crucigerum	Bignoniaceae	3,57	2,78	3,17	9,521
Neea floribunda	Nyctaginaceae	2,38	1,11	4,33	7,82

Fonte: Autora.

Das 10 espécies com maior IVI nenhuma foi comum às três áreas, apenas *Vochysia guianensis* esteve presente no ecossistema E1 e E2, indicando assim que apesar dos três ecossistemas estarem localizados relativamente próximos, apresentam estrutura fitossociológica distintas.

De acordo com o estudo de inventário foi observado que nos três ecossistemas em estudo houve árvore caída em pelo menos uma parcela.

7.2 Capacidade de retenção hídrica da liteira

Foi analisada a capacidade de retenção hídrica dos três ecossistemas, em dois períodos do ano, no qual foi observado que a maior média de retenção hídrica deu-se no ecossistema Trilha do Macaco no período chuvoso (258,46%) e a Reserva do Mocambo nesse mesmo período apresentou menor média de retenção hídrica (208,54%). Já no período menos chuvoso destacou-se a Floresta da UFRA com a menor média de capacidade de retenção hídrica (80, 43%) e a maior média nesse mesmo período foi encontrada na Reserva do Mocambo (157,97%). No entanto foi observado que somente o ecossistema que ocorreu

menor variação foi à Trilha do Macaco no período menos chuvoso com média e desvio padrão de $(148 \pm 23; CV= 16\%)$ (tabela 4).

Tabela 4-Médias calculadas para cada ecossistema estudado em dois períodos do ano (chuvoso e menos chuvoso), com o desvio padrão de cada média encontrada e coeficiente de variação. Dando destaque para as maiores médias em cada período.

Tratamento		Média (%)	Desvio padrão	CV(%)
MOCAMBO	CHUVOSO	208,54	137,378	66
	MENOS CHUVOSO	157,97	69,573	44
MACACO	CHUVOSO	258,46	53,374	21
	MENOS CHUVOSO	148,51	23,929	16
UFRA	CHUVOSO	257,91	76,471	30
	MENOS CHUVOSO	80,43	47,447	59
Total	CHUVOSO	241,64	97,806	40
	MENOS CHUVOSO	128,97	60,911	47

Fonte: Autora.

De forma observacional e não comparativa, pois se trata de clima diferenciado assim como tipo de floresta também , em termo de retenção hídrica, tem-se que, Vallejo (1982) obteve valores superiores a 300%, em floresta latifoliada perene no Parque Nacional da Floresta da Tijuca, Rio de Janeiro. Já Mateus (2013) em estudo de áreas perturbadas na Mata Atlântica encontrou valores de até 343,87% de CRH. E Martins (2016) demonstra valores médios de 243% áreas de restauração florestal no nordeste paraense.

Apesar das médias no período chuvoso, dos ecossistemas Trilha do Macaco e Floresta da UFRA, serem próximas, foi observado através da análise de variância (tabela 5) é possível afirmar que há diferença entre os ecossistemas ($F_{(5\%; gl= 2)}= 3,546$; p- valor= 0,031) e que ocorre alteração da capacidade de retenção hídrica nos diferentes períodos do ano ($F_{(5\%; gl= 2)}= 12,017$; p- valor= 0,000), como pode-se observar na queda abrupta da retenção hídrica no ecossistema UFRA no período com menos chuva e nos demais ecossistemas em uma proporção menor (figura 6). Assim também o teste de Tukey (tabela 6) ratifica a diferença significativa entre esses dois ecossistemas.

Tabela 5-Análise de variância para comparação da capacidade de retenção hídrica dos ecossistemas Reserva do Mocambo, Trilha do Macaco e UFRA, no qual há diferença significativa entre os ecossistemas Trilha do Macaco e UFRA.

Fonte	Tipo III Soma dos Quadrados	df	Média dos Quadrados	F	Sig.
Modelo corrigido	849208,095	5	169841,619	28,923	,000
Interceptação	7210949,505	1	7210949,505	1227,969	,000
TRAT	41651,695	2	20825,848	3,546	,031
BLOCO	666423,333	1	666423,333	113,487	,000
TRAT * BLOCO	141133,067	2	70566,533	12,017	,000
Erro	1197940,400	204	5872,257		
Total	9258098,000	210			
Total corrigido	2047148,495	209			

Fonte: Autora.

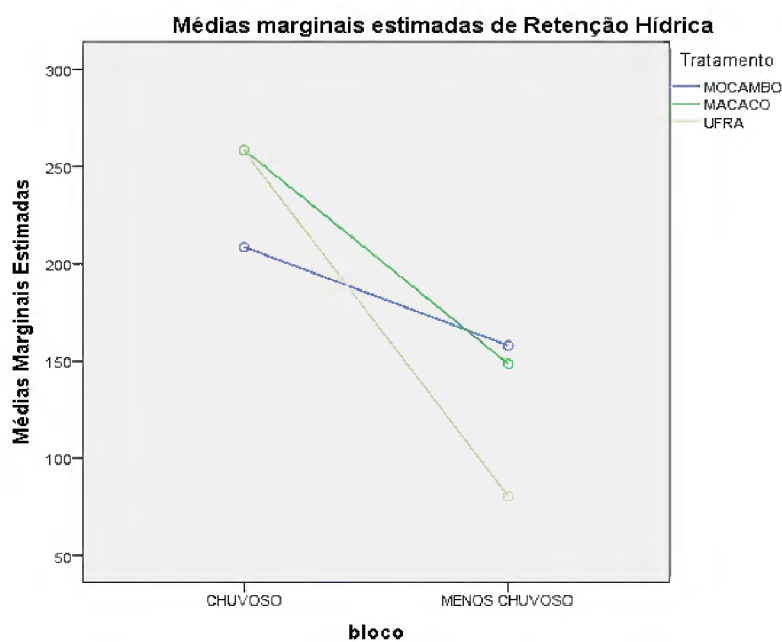


Figura 6-gráfico das médias marginais estimadas em cada ecossistema estudado de acordo com os períodos do ano e a interação dos ecossistemas de acordo com a capacidade de retenção hídrica. No qual a UFRA mostrou queda abrupta.

Fonte: Autora.

Tabela 6-Teste de Tukey para a comparação de médias de capacidade de retenção hídrica dos ecossistemas Reserva do Mocambo, Trilha do Macaco e UFRA, no qual há diferença significativa entre os ecossistemas Trilha do Macaco e UFRA.

Tratamento			Diferença média (I-J)	Erro padrão	Sig.	Intervalo de confiança 95%	
						Limite inferior	Limite superior
Tukey HSD	MOCAMBO	MACACO	-20,23	12,953	,265	-50,81	10,35
		UFRA	14,09	12,953	,523	-16,50	44,67
	MACACO	MOCAMBO	20,23	12,953	,265	-10,35	50,81
		UFRA	34,31	12,953	,024*	3,73	64,90
	UFRA	MOCAMBO	-14,09	12,953	,523	-44,67	16,50
		MACACO	-34,31	12,953	,024*	-64,90	-3,73

Fonte: Autora.

A alta capacidade de retenção hídrica do ecossistema Trilha do Macaco em relação à Reserva do Mocambo e a Floresta da UFRA podem estar relacionadas às características inerentes as próprias espécies encontradas no ambiente, como estruturas nas folhas, flores, etc, capazes de reter água mais facilmente.

A espécie de maior IVI na Trilha do Macaco (*Cecropia pachystachya*) é uma árvore de médio porte, pioneira, e de rápido crescimento, no qual prefere locais sombreados e úmidos. Por ser uma espécie higrófila ratifica os dados, de alta capacidade de retenção hídrica, existente na área.

Em relação aos períodos do ano, a capacidade de retenção hídrica diferiu (figura 7), o que pode estar relacionado pela intensidade da precipitação pluviométrica, pois a retenção de água é influenciada pela granulometria das partículas e pela ação de algumas populações de microrganismos e meso e macrofauna decompositora. Com isso, a presença de água torna-se fundamental para o desenvolvimento e multiplicação de microrganismos, favorecendo o processo de decomposição da liteira (KOZOVITS et al., 2007; HOLANDA et al., 2015) e, conseqüentemente, a capacidade de retenção hídrica (MARTINS, 2016).

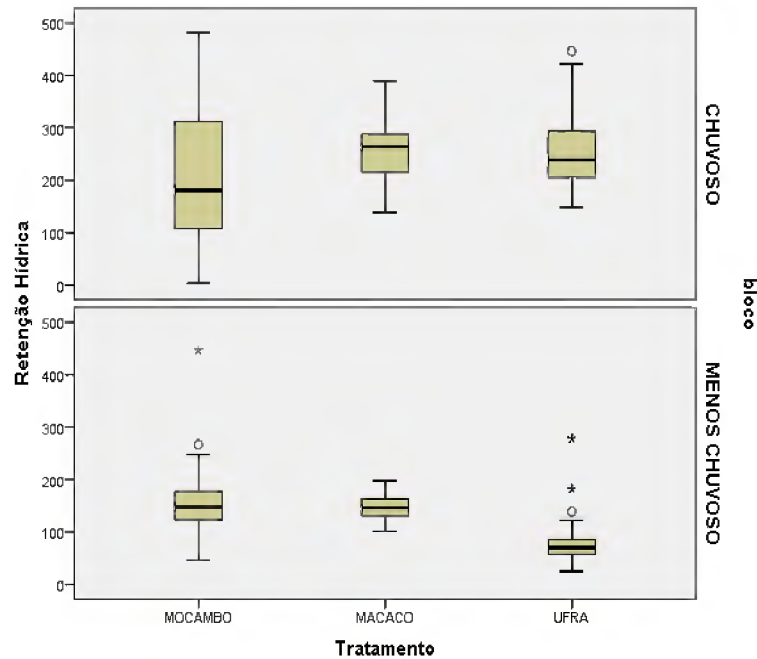


Figura 7-Boxplot demonstra a variação entre as médias de capacidade de retenção hídrica de cada ecossistema nos dois períodos de ano. Fonte: Autora.

Sato (2008) afirma que é possível que a liteira desempenhe um papel fundamental na regulação dos processos hidrológicos superficiais, melhorando a administração de água ao solo, via fluxos subsuperficiais, disponibilizando água e meios aos indivíduos que irão (re) construir os ecossistemas, e dando celeridade aos processos de restauração.

É evidente que a umidade encontrada na liteira é uma propriedade para formações emergentes nos ecossistemas perturbados e sinalizam sua importância para a evolução do processo de restauração ecológica, pois a umidade é fundamental para a germinação, o estabelecimento e o crescimento de plantas (Mateus, 2013).

7.3 Estoque da liteira acumulada

Os resultados médios de liteira estocada no solo ($\text{Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$) seguidas do desvio padrão, coeficiente de variação e mediana foram ($17,85 \pm 11,46$; 64%; 13,87), ($7,37 \pm 1,83$; 25%; 7,25), ($8,40 \pm 2,55$; 30%; 7,52) para os ecossistemas Reserva do Mocambo, Trilha do Macaco, Floresta da UFRA, respectivamente no período chuvoso. E no período seco os mesmos apresentaram resultados médios de ($8,02 \pm 2,60$; 32%; 7,97), ($7,99 \pm 1,82$; 23%; 7,73) e ($10,09 \pm 1,69$; 17%; 10,10) (tabela 7).

Tabela 7-Médias do estoque ($Mg.ha^{-1}$) calculadas para cada ecossistema estudado em dois períodos do ano (chuvoso e menos chuvoso), com o desvio padrão de cada média encontrada e coeficiente de variação. Dando destaque para as maiores médias em cada período.

Tratamento		Média ($Mg.ha^{-1}$)	Desvio padrão	CV (%)
Mocambo	Chuvoso	17,85	11,46	64
	Menos Chuvoso	8,02	2,60	32
Macaco	Chuvoso	7,37	1,83	25
	Menos Chuvoso	7,99	1,82	23
UFRA	Chuvoso	8,40	2,55	30
	Menos Chuvoso	10,09	1,69	17
Total	Chuvoso	11,21	8,28	74
	Menos Chuvoso	8,70	2,28	26

Fonte: Autora.

Esses valores são superiores aos encontrados por Matos & Costa (2012) na FLONA Caxiuanã-PA ($5,08 Mg.ha^{-1}$ ano). Os estudos de estoque de liteira na Amazônia normalmente variam entre $3,95$ e $5,54 Mg.ha^{-1}$ para reflorestamentos e $4,47$ e $9,40 Mg.ha^{-1}$ para florestas em estágios iniciais de sucessão (TAPIA-CORAL et al., 2014; MARTINS, 2016), estando este trabalho de acordo com pesquisas já estabelecidas.

A liteira estocada diferiu entre os dois períodos de estudo, com maior média na Reserva do Mocambo no período chuvoso. Esses resultados corroboram com os encontrados por Caldeira et al. (2013), Cunha Neto et al. (2013), Mateus et al. (2013), Silva et al. (2014b) e Martins (2016) que encontraram diferença no estoque de liteira em diferentes áreas florestais.

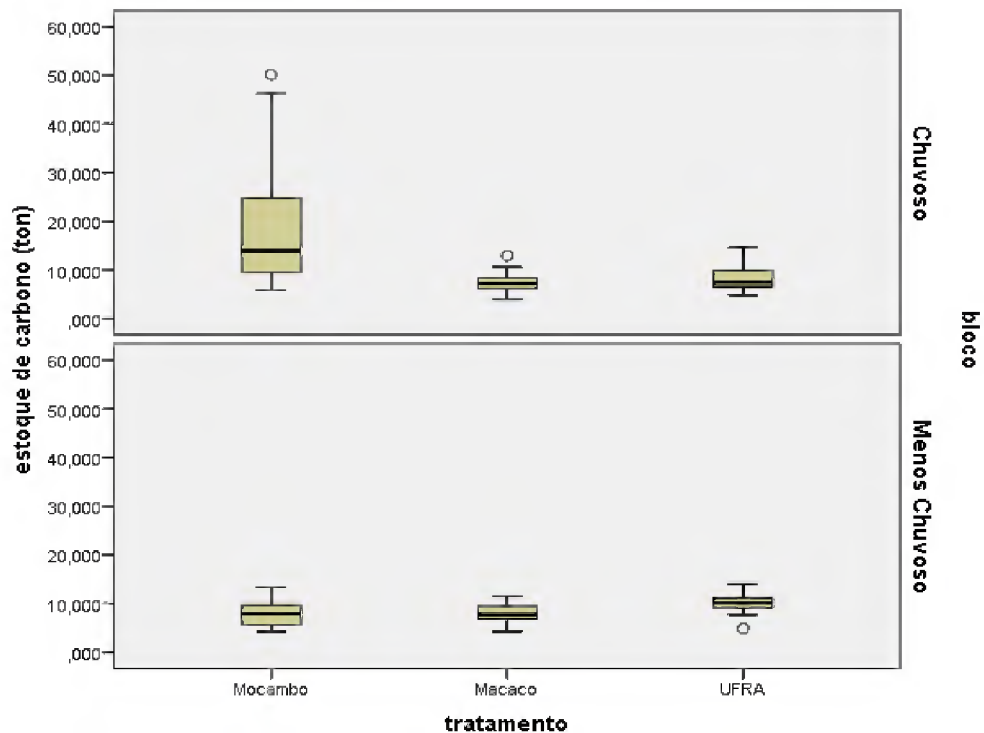


Figura 8-Boxplot demonstra a variação entre as médias do estoque de liteira em dois períodos do ano, nos ecossistemas, Reserva do Mocambo, Trilha do Macaco e UFRA. Fonte: Autora.

Houve diferença significativa entre os períodos chuvoso e menos chuvoso apenas no ecossistema Reserva do Mocambo (figura 8). Segundo Martins (2016), isso pode estar relacionado aos fatores mecânicos das gotas de água da chuva, raios e principalmente ventanias, frequentes nas proximidades das encostas do platô, gerando o desprendimento de ramos e folhas das árvores.

Através da análise de variância (tabela 8) é possível afirmar que ocorreu diferença significativa, no estoque da liteira entre os ecossistemas ($F_{(5\%; \text{gl}= 2)} = 19,782$; p- valor= 0,000) e nos diferentes períodos do ano ($F_{(5\%; \text{gl}= 2)} = 27,607$; p- valor= 0,000) como pode-se observar na queda abrupta do estoque de liteira na Reserva do Mocambo no período com menos chuva e nos demais ecossistemas em uma proporção menor (figura 9). Assim também o teste de Tukey (tabela 9) ratifica a diferença significativa entre os ecossistemas.

Tabela 8-Análise de variância para comparação do estoque da liteira acumulada dos ecossistemas Reserva do Mocambo, Trilha do Macaco e UFRA, no qual há diferença significativa entre os ecossistemas Trilha do Macaco e UFRA.

Fonte	Tipo III Soma dos Quadrados	df	Média dos Quadrados	F	Sig.
Modelo corrigido	2766,334	5	553,267	21,522	,000
Interceptação	20829,213	1	20829,213	810,264	,000
trat	1017,058	2	508,529	19,782	,000
bloco	329,901	1	329,901	12,833	,000
trat * bloco	1419,375	2	709,687	27,607	,000
Erro	5244,168	204	25,707		
Total	28839,715	210			
Total corrigido	8010,502	209			

Fonte: Autora.

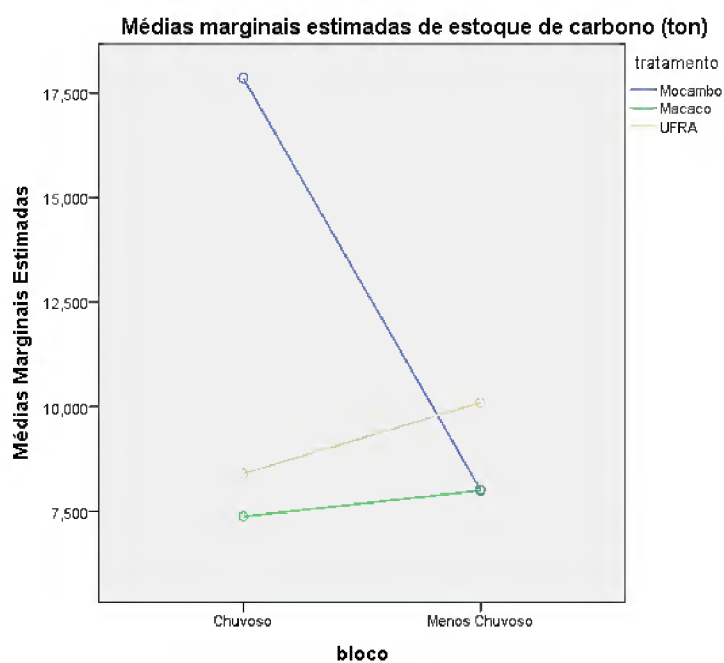


Figura 9- gráfico das médias marginais estimadas em cada ecossistema estudado de acordo com os períodos do ano e a interação dos ecossistemas de acordo com a liteira estocada. No qual a Reserva do Mocambo mostrou queda abrupta.

Fonte: Autora.

Tabela 9-Teste de Tukey da diferença honestamente significativa (HSD) para a comparação de médias de estoque de carbono dos ecossistemas Reserva do Mocambo, Trilha do Macaco e UFRA, no qual há diferença significativa entre os ecossistemas Trilha do Macaco e UFRA.

	Tratamento		Diferença média (I-J)	Erro padrão	Sig.	Intervalo de confiança 95%	
						Limite inferior	Limite superior
Tukey HSD	Mocambo	Macaco	5,24	,857	,000	3,22554	7,27229
		UFRA	3,68	,857	,000	1,66447	5,71121
	Macaco	Mocambo	-5,24	,857	,000	-7,27229	-3,22554
		UFRA	-1,56	,857	,165	-3,58445	,46230
	UFRA	Mocambo	-3,68	,857	,000	-5,71121	-1,66447
		Macaco	1,56	,857	,165	-,46230	3,58445

Fonte: Autora.

Melos (2010) afirma que a capacidade de retenção hídrica apresenta relação com a produção de liteira, diminuindo após épocas de grande produção de liteira, mas não apresenta relação direta com sua composição, sendo necessárias maiores investigações nesta direção.

Segundo Silveira et al. (2007), a camada de liteira acumulada é um fator condicionante para a manutenção da fertilidade do solo e a sustentação do ecossistema, por constituir parte do processo de transferência de água e nutrientes da fitomassa para o solo.

No presente estudo, os ambientes apresentam estruturas fitossociológicas diferentes, porém as espécies espontâneas são nativas, o que permite melhor vínculo entre as espécies dos diferentes estágios sucessionais e seu relacionamento entre produção e retenção de umidade na liteira.

7.4 Macronutrientes (N, P e K) da liteira acumulada

Comparando-se as três áreas, verifica-se que as menores quantidades de K e P foram encontradas na liteira da Reserva do Mocambo, assim como N. Já a Floresta da UFRA obteve a maior quantidade de N e P. E a Trilha do Macaco foi maior nível de K (tabela 10). Isto sugere que há uma grande vantagem, em manter a liteira intocada do ponto de vista de nutricional.

Souza et al. (2001) afirma que, há um reaproveitamento dos nutrientes, pela decomposição da liteira, em função das diferenças de exigência nutricional de cada espécie, havendo assim, uma redução na necessidade de adubação em caso de áreas de recuperação ambiental revegetadas.

Tabela 10-Médias calculadas de macronutrientes (N, P e K) para cada ecossistema estudado, com o desvio padrão de cada média encontrada e coeficiente de variação (%).

Tratamento		Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão	CV (%)
Mocambo	Nitrogênio (mg/kg)	1,50	4,93	2,661	,731	27
	Fósforo (g/kg)	,01	,25	,083	,060	72
	Potássio (g/kg)	,72	2,17	1,246	,341	27
UFRA	Nitrogênio (mg/kg)	1,75	5,01	3,137	,655	21
	Fósforo (g/kg)	,24	,40	,312	,032	10
	Potássio (g/kg)	,87	2,31	1,341	,251	19
Utinga	Nitrogênio (mg/kg)	1,75	4,51	3,167	,704	22
	Fósforo (g/kg)	,00	,32	,114	,120	105
	Potássio (g/kg)	,87	2,17	1,416	,360	25

Fonte: Autora.

A quantidade de nitrogênio, fósforo e potássio encontrada nas áreas da Floresta da UFRA e Reserva do Mocambo demonstram ter relação direta com o estoque de liteira, pois a maior concentração de tais nutrientes nas duas áreas foi encontrada nos meses que ocorreram maior liteira estocada.

A quantidade de nutrientes que retorna ao solo através da liteira é função, dentre outros fatores, da densidade do povoamento e composição de espécies (ASHTON, 1975; BORÉM et al., 2002).

8 CONCLUSÃO

Os resultados confirmam que apesar das médias no período chuvoso, dos ecossistemas Trilha do Macaco e Floresta da UFRA, serem próximas há diferença entre os ecossistemas e que há uma alteração da capacidade de retenção hídrica nos diferentes períodos do ano.

Assim como foi possível observar a relação entre a capacidade de retenção hídrica com o estoque da liteira, pois houve aumento das médias de estoque em dois ecossistemas estudados, e que os períodos do ano são fatores que influenciam nos resultados das duas variáveis e as mesmas são importantes para a manutenção dos ecossistemas.

Verificaram-se, em termos nutricionais, que as quantidades de N, P, K estão não somente relacionadas com as espécies que ocorrem nas áreas, mas também com o estoque da liteira acumulada, assim pode-se afirmar que a liteira contribui também para um ecossistema do ponto de vista de nutrição de plantas.

REFERÊNCIAS

ARCOVA, F. C. S.; CICCIO, V. Fluxo de nutrientes através da precipitação interna e escoamento pelo tronco em floresta natural secundária no Parque Estadual da Serra do Mar - Núcleo Cunha - SP. **Boletim Técnico do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 41, n. 1, p. 37-58, março, 1987.

ASHTON, D. H. Studies of litter in *E. regnans* forest. **Australian Journal of Botany**, Collingwood, v. 23, n. 4, p. 413-433, 1975. Disponível em: <https://scihub.cc/https://www.researchgate.net/publication/248898241_Studies_of_Litter_in_Eucalyptu_s_regnans_Forests>. Acesso em: 10 Jul. 2016.

AYRES, J.M.; FONSECA, G.A.B.; RYLANDS, A.B.; QUEIROZ, H.L.; PINTO, L.P.; MASTERSON, D. & CAVALCANTI, R.B. 2005. Os corredores ecológicos das florestas tropicais do Brasil. Sociedade Civil Mamirauá, Belém. 256p.

BAHIA, V.E.; LUIZ, J. G.; FENZL, N.; SOUZA, D.M.; PIRATOBA MORALES, G. A subsuperfície rasa na área do Parque Ambiental de Belém: Estudo a partir de dados geofísicos e de poços. In: Gilmar José Rizzotto; Marcos Luíz do Espírito Santo Quadros; Marcelo Lacerda Vasquez. (Org.). Contribuições à Geologia da Amazônia. 6. ed. Belém: Sociedade Brasileira de Geologia - Núcleo Norte, cap. 12, p. 183-192, 2009.

BIZUTI, D. T. G. Ciclagem do fósforo em Floresta Ombrófila Densa nos Núcleos de Pinguaba e Santa Virgínia – SP. Dissertação (Mestrado), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2011. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/91/91131/tde-30062011-154523/pt-br.php>>. Acesso em: 18 Ago. 2016.

BOMFIM, B. O. Atributos do solo e da serapilheira em área de floresta de terra firme sob manejo florestal explorada de 2003 a 2009 no Estado do Amazonas. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, DF. 106 p., 2013.

BORÉM, R. A. T. Variação estacional e topográfica de nutrientes na serapilheira de um fragmento de Mata Atlântica Cerne, v. 8, n.2, p.042-059, 2002.

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.

CABIANCHI, G.M. Ciclagem de nutrientes via serapilheira em um fragmento ciliar do rio Urupá, Rondônia. 2010. 101 p. Dissertação (Mestrado em Ciência) - Cento de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

Cabral, C. L. Geografia da “área protegida”: uma abordagem sobre os efeitos da expansão urbana na qualidade de vida da APA Metropolitana de Belém-PA (1994- 2009). PAPERS DO NAEA, nº 326- julho, 2014.

CALDEIRA, M. V. W.; MARQUES, R.; SOARES, R. V.; BALBINOT, R. Quantificação de serapilheira e de nutrientes: floresta Ombrófila Mista Montana, Paraná. Revista Acadêmica, Curitiba, v. 5, n. 2, p. 101-116, abr./jun. 2007.

CALDEIRA, M. V. W.; SILVA, R. D.; KUNZ, S. H.; ZORZANELLI, J. P. F.; CASTRO, K. C.; GODINHO, T. O. Biomassa e nutrientes da serapilheira em diferentes coberturas florestais. *Comunicata Scientiae*, v.4, n.2, p.111-119, 2013.

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: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 29, n. 1, p. 53-68, 2008.

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: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 29, n. 1, p. 53-68, 2008.

Capobianco, J. P. R. et. al. Biodiversidade Amazônia Brasileira: Avaliação e identificação de ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição de benefícios. Estação Liberdade - Instituto Socioambiental. São Paulo. 540p., 2001.

CARVALHO, J.C. de M. The conservation of nature in the Brazilian Amazonia. p.707-736. In: H. Sioli (ed.) *The Amazon: Limnology and Landscape Ecology of a Mighty Tropical River and its Basin*. Dr. W. Junk Publisher, Dordrecht. The Netherlands, 1984.

CASTRO, A. A. J. F. 1994. Composição florístico-geográfica (Brasil) e fitossociológica (Piauí-São Paulo) de amostras de cerrado. Tese de doutorado. UNICAMP, Campinas. 520p.

CASTRO, JR. E. (1991) O papel da Fauna Endopodônica na Estruturação Física do Solo e seu Significado para a Hidrologia de Superfície. IGEO-UFRJ, 150p. (Dissertação de Mestrado)
Cianciaruso, M.V.; PIRES, J. S. R. ; Delitti, W. B. C. ; Silva, É.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 Botanica Brasilica*, v. 20, p. 49-59, 2006.

COELHO NETTO, A.L (1987). Overlandflow production in a tropical rain forest catchment: the role of litter cover. *Catena* 14: p.213 – 231.

COELHO NETTO, A.L. Evolução de cabeceira de drenagem no Médio Vale do Rio Paraíba do Sul (SP/RJ): A formação e o crescimento da rede de canais sob controle estrutural. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v.4, n.2, pp.118-167, 2003.

CONDÉ, T. M; TONINI, H. Fitossociologia de uma floresta Ombrófila Densa na Amazônia Setentrional, Roraima, Brasil. *Acta Amazônica*. v. 43(3) p.247 – 260. 2013.

Cuevas, E. & Medina, E.. Nutrient dynamics within Amazonian Forests. I. Nutrient flux in fine litter fall and efficiency of nutrient utilization. *Oecologia* 68, p.466- 472, 1986.

CUNHA NETO, F. V.; LELES, P. S. S.; PEREIRA, M. G.; BELLUMATH, V. G. H.; ALONSO, J. M. Acúmulo e decomposição da serrapilheira em quatro formações florestais. *Ciência Florestal*, v.23, n.3, p.379-387, 2013.

DELITTI, W. B. C. Aspectos comparativos da ciclagem de nutrientes minerais na mata ciliar, no campo cerrado e na floresta implantada de *Pinus elliotii* Engelm. var. *elliotii* (Mogi-Guaçu, SP). 1984. 298 p.. Tese de Doutorado. Instituto de Biociências. Departamento de Ecologia Vegetal. Universidade de São Paulo, São Paulo.

DUCKE, A.; BLACK, G.A. Phytogeographical notes on the Brazilian Amazon. *Anais Acad. Bras. Cienc.* 25f 1, p. 1-46, 1953.

FACELLI, J. M.; PICKETT, S. T. A. Plant litter: its dynamics and effects on plant community structure. *Botanical Review* 57: p. 2-32, 1991.

FACELLI, J.M.; FACELLI, E. Interactions after death: plant litter controls priority effects in a successional plant community. *Oecologia*, n.95, p.277-282, 1993.

FALCHETTO, T. B. Capacidade de retenção hídrica da serrapilheira de um fragmento de mata atlântica e de um plantio de eucalipto, Viçosa/MG. Monografia de Graduação, Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2014.

Falkenmark, M. et al (1999). Water: a Reflection of Land Use – options for counteracting land and water mismanagement. Swedish Natural Science Research Council for IHP/UNESCO.

FARIAS, E. S.; NASCIMENTO, F. S. & FERREIRA, M. A. A. Estágio de Campo III. Relatório Final. Área Belém/Outeiro. UFPA. 247 p. 1992.

Fearnside, P.M. Deforestation in Brazilian Amazonia: History, rates and consequences. *Conservation Biology* 19(3), p. 680-688, 2005.

FEIBER, S. D. Áreas verdes urbanas imagem e uso: o caso do passeio público de Curitiba, PR. R. RA'E GA, Curitiba, n. 8, p. 93-105, out. 2004.

FERNANDES, M.M.; PEREIRA, M. G.; MAGALHÃES, L. M. S.; CRUZ, A. R.; GIÁCOMO, R. G. Aporte e decomposição de serapilheira em áreas de floresta secundária, plantio de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.) e andiroba (*Carapa guianensis* Aubl.) na Flona Mário Xavier, RJ. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 16, n. 2, p. 163-175, 2007.

FERRAZ, S. F. B.; FERRAZ, K. M. P. M. B.; CASSIANO, C. C.; BRANCALION, P.H.S.; LUZ, D. T. A.; AZEVEDO, T. N.; METZGER, J.P. How good are tropical forest patches for ecosystem services provisioning?. *Landscape Ecology*, Dordrecht, v.29, n.2, p.187-200, 2014. 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*, v.13, p.11-18, 2003.

FREDERICKSEN, T. S., PARIONA, W. Effect of skidder disturbance on commercial tree regeneration in logging gaps in a Bolivian tropical forest. *Forest Ecology and Management* v. 171, p.223–230. 2002.

FELFILI, J.M.; SILVA JÚNIOR, M.C.; REZENDE, A.V.; MACHADO, B.W.T.; SILVA, P.E.N. & HAY, J.D. 1993. Análise comparativa da florística e fitossociologia da vegetação arbórea do cerrado sensu stricto na Chapada Pratinha, Brasil. *Acta botanica Brasilica* 6 (2): 27- 46.

FELFILI, J.M.; FILGUEIRAS, T.S.; HARIDASSAN, M.; SILVA JÚNIOR, M.C.; MENDONÇA, R.C. & Rezende, A.V. 1994. Projeto biogeografia do bioma cerrado: vegetação e solos. *Cadernos de Geociências* 12: 75- 166.

FELFILI, J. M.; SILVA JUNIOR, M. C.; REZENDE, A . V.; NOGUEIRA, P.E.; WALTER, B. M. T., SILVA, M. A . & ENCINAS, J. I. 1997. Comparação florística e fitossociológica do cerrado nas chapadas Pratinha e dos Veadeiros. Pp. 6-11. In: L. Leite & C.H. Saito (Eds.). *Contribuição ao conhecimento ecológico do cerrado. do cerrado*. Ed. Universidade de Brasília. Brasília, DF.

FELFILI, J. M.; NOGUEIRA, P. E.; SILVA JÚNIOR, M. C.; MARIMON, B. S.; DELITTI, W. B. C.; 2001. Composição florística e fitossociologia do Cerrado sentido restrito no município de o no município de Água Boa – MT. Composição florística e fitossociologia do cerrado. *Contribuição ao conhecimento ecológico do cerrado. do cerrado*. Ed. Universidade de

Brasília, Brasília, DF. Disponível em
<http://repositorio.unb.br/bitstream/10482/10363/1/ARTIGO_ComposicaoFloristicaFitossociologia.PDF> Acessado em 18/05/2017

GASCON, C.; LAURANCE, W.F. & LOVEJOY, T.E. 2002. Fragmentação florestal e biodiversidade na Amazônia central. In: Souza Dias, B.F. & Garay, I. (eds.). Conservação da biodiversidade em ecossistemas tropicais: avanços conceituais e revisão de novas metodologias de avaliação e monitoramento. Ed. Vozes, Petrópolis. Pp. 112-127.

GIAMBELLUCA, T.W. Hydrology of altered tropical forest. *Hydrological Process*. 16, p. 1665- 1669, 2002.

GODINHO, T. de O. Quantificação de biomassa e de nutrientes na serapilheira em trecho de Floresta Estacional Semidecidual Submontana, Cachoeiro de Itapemirim, ES. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias, 2011.

GOMES, Camila G. S. Desempenhos emergentes na aquisição de leitura funcional de crianças com autismo. 2007. 198 f. Dissertação (Mestrado em Educação Especial) - Centro de Educação e Ciências Humanas, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2007. Disponível em:
http://200.136.241.56/htdocs/tedeSimplificado/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=2 128.
Acesso em 11 de junho de 2017.

HOLANDA, A. C.; FELICIANO, A. L. P.; MARANGON, L. C.; FREIRE, F. J.; HOLANDA, E. M. Decomposição da serapilheira foliar e respiração edáfica em um remanescente de caatinga na Paraíba. **Revista árvore**, v.39, n.2, p.245-254, 2015.
IDESP. Instituto de Desenvolvimento Econômico, Social e Ambiental do Pará. Estatística Municipal – Belém. Governo do Estado do Pará, Belém, 2014.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. 2º Distrito de Meteorologia, consulta genérica. **Estação automática A202 Paragominas/PA**. Serviço Nacional de Informações Hidro Meteorológicas – SIM. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/climatologia>. Acesso em 20 mai. 2017.

INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO SOCIAL DO PARÁ - IDESP. Estudo Ambiental do Utinga. Vida Útil do Sistema de Abastecimento de Água de Belém, 118p., 1991.

JORDAN, C. F. *Nutrient Cycling in Tropical Forest Ecosystems*. Chichester: Wiley, 1985.

KRAMER, P. J. & T. T. KOZLOWSKI, 1960 — Physiology of Trees. McGraw-Hill Book Company. New York, U. S. A. 642 pp.

Laurance, W. F.; Caargo, J. L. C.; Luizao, R. C. C.; Laurance, S. G.; Pimm, S. L.; Bruna, E. M.; Stouffer, P. C.; Williamson, G. B.; Benitez Malvido, J.; Vasconcelos, H. L.; Van Houtan, K. S.; Zartman, C. E.; Boyle, S. A.; Didham, R.K.; Andrade, A.; Lovejoy, T.E. The fate of Amazonian forest fragments: a 32-year investigation. *Biol Conserv* 144, p.56–67, 2011.

LIMA, C. A. et al. Characteristics of rainfall and erosion under natural conditions of land use in semi-arid regions. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 17, p. 1222-1229, 2013.

MARTINS, W. B. R.; **Dinâmica de serrapilheira em áreas de mineração submetida a métodos de restauração florestal, nordeste do Pará.** Dissertação (Mestrado em Ciências florestais)- Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2016.

MATEUS, F. A.; MIRANDA, C. C. ; FIGUEIREDO, P.H.A. ; VALCARCEL, R. ; FREITAS, A.F.N. . AVALIAÇÃO DO ESTOQUE DE SERRAPILHEIRA ACUMULADA COMO INDICADOR DO PROCESSO DE RESTAURAÇÃO ESPONTÂNEA DE ECOSSISTEMA PERTURBADO EM PINHEIRAL, RJ. In: VIII Simpósio Nacional de Recuperação de Áreas Degradadas, 2010, Guarapari/ES. VIII Simpósio Nacional de Recuperação de Áreas Degradadas - Reabilitação e Restauração dos Biomas Brasileiros, 2010.

MATEUS, F. A.; MIRANDA, C. C.; VALCARCEL, R.; FIGUEIREDO, P. H. A. Estoque e capacidade de retenção hídrica da serrapilheira acumulada na restauração florestal de áreas perturbadas na Mata Atlântica. **Floresta e Ambiente**, v.20, n.3, p.336-343, 2013.

MELO, A. G. C. de ; CARVALHO, D. A. ; CASTRO, G. C. de ; MACHADO, E. L. M. Fragmentos florestas urbanos. *R. C. E. E. F., Graça – SP*, v.17, n.1, fev, 2011.

MELOS, A. R.; SATO, A. M.; NETTO, A. L. C. Produção, estoque e retenção hídrica da serrapilheira em encosta sob plantio de híbridos de *Eucalyptus urophylla* e *Eucalyptus grandis*: Médio Vale do rio Paraíba do Sul. **Anuário do Instituto de Geociências**, v.33, n.2, p.66-73, 2010.

MIRANDA, J.C. Interceptação das chuvas pela vegetação florestal e serrapilheira nas encostas do Maciço da Tijuca: Parque Nacional da Tijuca, Rio de Janeiro (RJ). Dissertação (Mestrado em Geociências), Pós-Graduação em Geografia, UFRJ, Rio de Janeiro, 1992.

MITCHELL, H. H.; TEEL, M. R. Winter annual cover crops for no tillage corn production. *Journal Madison*, v.69, p.569- 573, 1977.

MIYAZAWA, M.; PAVAN, M.A.; FRANCHINI, J.C.; BLOCH, M.F.M. Efeito residual dos compostos orgânicos hidrossolúveis liberados na decomposição da aveia na química de superfície em solo ácido. In: ENCONTRO BRASILEIRO SOBRE SUBSTÂNCIAS HÚMICAS, 3., Santa Maria, 1999. Resumos... Santa Maria, p.303-395, 1999.

MOURA-FUJIMOTO, N. S. V. Urbanização brasileira e a qualidade ambiental. In: SUERTEGARAY, D. M. A.; BASSO, L. A.; VERDUM, R. Ambiente e lugar no urbano: a grande Porto Alegre. Porto Alegre, RS: Editora da UFRGS, 239 p., 2000.

Murça Pires, J. Tipos de vegetação da Amazônia. *Brasil Florestal*, 17, p. 48–58, 1974.
NETO, T.A.C. et al. Deposição de serapilheira e mesofauna edáfica em áreas de eucalipto e Floresta secundária. *Floresta e Ambiente*, v.8, n.1, p.70-75, 2001.

OLSON, J. S. Energy storage and the balance of producers and decomposers in ecological systems. *Ecology*, p. 322-331, 1963.

PIRES, L.A.; BRITZ, R.M.; MARTEL, G.; PAGANO, S.N. Produção, acúmulo e decomposição da serrapilheira em uma restinga da Ilha do Mel, Paranaguá, PR, Brasil. *Acta Botânica Brasílica*, v.20, n.1, p.173-184, 2006.

POGGIANI, F.; COUTO, H.T.Z.; CORRADINI, L. & FAZZIO, E.C.M. Exportação de biomassa e nutrientes através da exportação dos troncos e das copas de um povoamento de *Eucalyptus saligna*. R. IPEF, 25:37-39, 1983.

Portes, T. A.; Castro Júnior, L. G. 1991. Análise de crescimento de plantas: um programa computacional auxiliar. *Revista Brasileira de Fisiologia*, 3: 53-60.

PRANCE, G.T. Phytogeographic support for the theory of Pleistocene forest refuges in the Amazon basin, based on evidence from distribution patterns in Caryocaraceae, Chrysobalanaceae, Dichapetalaceae and Lecythidaceae. *Acta Amazônica* 3, p. 5-28, 1973.

PRESSEY, R. L. Ad Hoc Reservation: forward or backward steps in developing representative reserve system? *Conservation Biology*, v.8, p.662-668, 1994.

PRITCHETT, W. L. Suelos forestales: propiedades, consevación y mejoramiento. México: Limusa, 634 p., 1986.

Ruthner, R.R., Sevegnani, L. 2010. Teores de Carbono Armazenado no Solo e na Serapilheira sob Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas e Submontana do Vale do Itajaí, SC. Centro de Ciências Tecnológicas. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental.

SANTOS, A.H. dos. Transformação da paisagem de uma floresta urbana no Maciço da Pedra Branca/RJ: a serrapilhadeira como ferramenta de análise. Dissertação (Mestrado em Geografia), Pontifícia Universidade do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.

SANTOS, G. A.; GAMARGO, F. A. O. Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais. Porto Alegre: Genesis, 491p., 1999.

SANTOS, S.L.; VÁLIO, I.F.M. Litter accumulation and its effect on seedling recruitment in Southeast Brazilian Tropical Forest. *Revista Brasileira de Botânica*, v.25, n.1, p.89-92, 2002.
SATO, A. M. **Respostas geo-hidroecológicas relacionadas à substituição de pastagens por plantações de eucalipto no médio vale do rio Paraíba do Sul: a interface biota-solo-água.** 2008. 160 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

SAYER, E. J. Using experimental manipulations to assess the roles of leaf litter in the functioning of forest ecosystems, *biological reviews*, FEB. 81 (1) 1-31 Cambridge university press, 2006.

SCHUMACHER, M. V. et al. Produção de serapilheira em uma floresta de *Araucaria angustifolia* (Bertol) Kuntze no município de Pinhal Grande-RS. *Revista Árvore*, v.28, p.29-37, 2004.

SECTAM. Coordenadoria de Estatística Estadual – CEE: setor de coleta e tratamento de dados. *Perfis Municipais: CEE Bragança-Pará*. 39 p. 1999.

SELLE, G.L. Ciclagem de nutrientes em ecossistemas florestais. *Bioscience Journal* .23(4), p. 29-39, 2007.

SILVA M.A., SILVA M.L.N., CURI N., AVANZI J.C. e LEITE F.P. Sistemas de manejo em plantios florestais de eucalipto e perdas de solo e água na região do Vale do Rio Doce, MG. *Rev. Ci. Florestal*, 2011 (no prelo).

SILVA, H. F.; BARRETO, P. A. B.; SOUSA, G. T. O.; AZEVEDO, G. B.; GAMARODRIGUES, E. F.; OLIVEIRA, F. G. R. B. Decomposição de serapilheira foliar e três sistemas florestais no sudoeste da Bahia. ***Revista Brasileira de Biociências***, v.12, n.3, p.164-172, 2014b.

Silveira, L.H.C. Exportação de nutrientes pela exploração de madeiras comerciais em uma área de floresta amazônica de terra firme em Itacoatiara, AM. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília – UnB, Brasília, DF. 76 p. 2012.

SOUZA, S.M. de ; SILVA, A.G. da ; SANTOS, A.R. dos ; GONÇALVES, W.; MENDONÇA, A. R. de. Análise dos fragmentos florestais urbanos da cidade de Vitória – ES. REVSBAU, Piracicaba – SP, v.8, n.1, p.112-124, 2013.

SWITZER, G. L.; NELSON, L. E. Nutrient accumulation and cycling in Loblolly Pine (*Pinus taeda*) plantation ecosystems: The first 20 years. Soil Science Society of America Proceedings. Madison., v. 36, p. 143 – 147, 1972.

TAPIA-CORAL, S.C.; LUIZÃO, F.; PASHANASI, B.; CASTILLO, D. D.; LAVELLE, P. Influência da massa e nutrientes da liteira sobre a composição dos macro-invertebrados em plantios florestais na Amazônia peruana. **Revista científica Folia Amazônica**, v.23, n.2, p.171-186, 2014.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; BOHNEN, H. & VOLKWEISS, S.J. Análise de solo, plantas e outros materiais. Boletim Técnico de Solos 5, 2.ed. 174p. Porto Alegre, Departamento de Solos da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995.

TIRELLI, M. G. ; ROPPA, Cristiane ; MOTA, K. D. R. ; VALCARCEL, R. . Variação da retenção hídrica da serrapilheira na restauração florestal espontânea, Paracambi, RJ.. 2017. Disponível em: <http://r1.ufrj.br/lmbh/pdf/Resumoexpandido/resumo_expandido53%20v2.pdf>. Acesso em: 10 de junho de 2017.

VALE, I do.; COSTA, L. G. S.; MIRANDA, I. S. Espécies indicadas para a reposição da floresta ciliar da sub – bacia do Rio Peixe – Boi, Pará. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 24, n. 3, p. 573-582, jul.-set., 2014.

VALLEJO L. R. **A influência do “Litter” na distribuição das águas pluviais**. 1982. 98 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1982.

VALLEJO, L. R. (1982). A influência do litter na distribuição das águas pluviais. Dissertação de Mestrado, PGG/UFRJ.

VIEIRA, D. S.; GAMA, J. R.; RIBEIRO, R. B. S.; XIMENES, L. C.; CORRÊA, V. V.; ALVES, A. F. Comparação estrutural entre floresta manejada e não manejada na comunidade Santo Antônio, Estado do Pará. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 24, n. 4, p. 1067-1074, out.-dez., 2014.

VITOUSEK, P.M. Nutrient cycling and nutrient use efficiency. *American Naturalist* 119, p.53-72, 1982.

VOGT, K.A.; GRIER, C.C.; VOGT, D.J. Production, turnover and nutrient dynamics of above and belowground detritus of world forests. *Advances in Ecological Research*, New York, v.15, p.303-377, 1986.

WETTERBERG G.B.; FERREIRA M.; BRITO W.L.; de ARAÚJO V.C. Espécies da fauna amazônica potencialmente preferidas para consumo nos restaurantes de Manaus. *Brasil Florestal*, 7 (25), p. 59-68, 1976.