



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO PARÁ**

**QUANTIFICAÇÃO E QUALIFICAÇÃO DA SERAPILHEIRA DE
FLORESTAS NATIVAS E PLANTAÇÕES DE *Eucalyptus grandis* x
Eucalyptus urophylla (*urograndis*) NA AMAZONIA ORIENTAL**

ELISSON SAVARIS
Engenheiro Florestal

Dissertação apresentada ao Departamento de
Ciências Florestais da Faculdade de Ciências
Agrárias do Pará, como parte das exigências
do Curso de Pós graduação em Ciências
Florestais, para obtenção do Título de
Mestre em Manejo e Silvicultura Tropical.

Comitê de Orientação

Prof. Dr. Kenneth Lee McNabb (Orientador)
Auburn University- USA

Prof. Ms. Luiz Gonzaga da Silva Costa (Co-orientador)
FCAP

Prof. Dr. Carlos Augusto Cordeiro Costa
FCAP

**BELÉM
2002**

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA DA FACULDADE DE
CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO PARÁ – FCAP**

SAVARIS, Elisson. **Quantificação e qualificação da serapilheira de florestas nativas e plantações de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* (*urograndis*) na Amazonia Oriental.** Belém: Faculdade de Ciências Agrárias do Pará. 2002. 56 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, 2002.

CDD: 574.522209811

CDU: 574.4 (811)

ELISSON SAVARIS

**QUANTIFICAÇÃO E QUALIFICAÇÃO DA SERAPILHEIRA DE
FLORESTAS NATIVAS E PLANTAÇÕES DE *Eucalyptus grandis* x
Eucalyptus urophylla (urograndis) NA AMAZONIA ORIENTAL**

Dissertação apresentada ao Departamento de
Ciências Florestais da Faculdade de Ciências
Agrárias do Pará, como parte das exigências
do Curso de Pós graduação em Ciências
Florestais, para obtenção do Título de
Mestre em Manejo e Silvicultura Tropical.

APROVADA em 20 de Maio de 2002

Comissão Examinadora:

Prof. Dr. Kenneth Lee McNabb (Auburn University/USA) Orientador) _____

Prof. Dr. Silvio Brienza Junior (EMBRAPA) _____

Prof. Dra. Ana Regina Araújo Martins (FCAP) _____

Prof. Dra. Cristina Maria Araújo Dib Taxi (FCAP) _____

A meus pais, Juvelino e Doris
que sempre me incentivaram e
deram total apoio emocional e
financeiro para a realização desta
obra.

DEDICO

Aos meus irmãos: Cristiane,
Bruno e Roberto e, aos meus tios:
Artur e Madalena Placé por toda
ajuda dispensada.

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

É com grande satisfação que registro meus agradecimentos às seguintes instituições e pessoas que contribuíram efetivamente para a realização desta obra:

- ✓ Inicialmente, à Jari Celulose S/A pela cessão da área e pelo imprescindível apoio logístico na fase de coleta de dados no campo.
- ✓ À Auburn University e a Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, que por meio do Projeto LBA - Experimento de Grande Escala da Biosfera-Atmosfera na Amazônia, concederam bolsa de estudos.
- ✓ À NASA – National Aeronautics and Space Administration, que proporcionou apoio financeiro sem o qual o projeto jamais teria sido possível.
- ✓ Ao Departamento de Solos da Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, pela permissão de uso do laboratório para execução das análises químicas.
- ✓ Ao Prof. Dr. Kenneth Lee McNabb e Prof. Luiz Gonzaga da Silva Costa, pela orientação, um fator determinante na minha vida profissional.
- ✓ Ao Prof. Dr. Carlos Augusto Cordeiro Costa, pelas sugestões recebidas e aplicadas.
- ✓ Ao Prof. Mario Lopes da Silva Júnior, pelo apoio na fase laboratorial e sugestões valiosas.
- ✓ À Roberto Pacheco e Osvaldo Cândia, pelo decisivo apoio ao projeto.
- ✓ À João Pantoja, pelo valioso apoio na coleta das amostras no campo.
- ✓ À Raquel Medeiros, Marcos Brasil, Michelle e Josie Helen pela colaboração nas análises das amostras no Laboratório de Solos da Faculdade de Ciências Agrárias do Pará.
- ✓ Aos meus pais que me deram forças, amor e coragem para enfrentar todas as dificuldades.
- ✓ Aos meus tios Madalena do Socorro Dias Moraes e Artur Francisco Filomeno Placé, pelo valioso apoio emocional.
- ✓ E finalmente, à Deus “o criador”, pois sem ele nada seria possível.

Ao longo dos dois anos ou mais da fase de campo deste trabalho, inúmeras pessoas colaboraram significativamente para a sua realização. O tempo decorrido pode trair minha memória, e se eventualmente algum nome foi omitido, apresento desde já, minhas excusas e o meu profundo conhecimento pela colaboração prestada.

Como já dizia a antiga expressão bíblica
“do pó vieste e ao pó voltarás....” não poderia ser
mais verdadeira.

Gênesis 3:19

SUMÁRIO

	Pg.
LISTA DE TABELAS	ii
LISTA DE FIGURAS	iv
RESUMO	v
1. INTRODUÇÃO GERAL	1
1.1 - CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS ESTUDADAS	4
1.1.1 - Localização	4
1.1.2 - Clima	5
1.1.3 - Geomorfologia e solo	6
1.1.4 - Vegetação	7
1.2 - Bibliografia consultada	8
2. QUANTIFICAÇÃO DE SERAPILHEIRA EM FLORESTAS TROPICAIS E PLANTAÇÕES DE <i>Eucalyptus grandis</i> x <i>Eucalyptus urophylla</i> (<i>urograndis</i>) NA AMAZÔNIA ORIENTAL.....	13
2.1 - Introdução	13
2.2 - Materiais e Métodos	15
2.3 - Resultados	17
2.4 - Discussão	24
2.5 - Conclusões	29
2.6 - Bibliografia consultada	30
ANEXO	35
3. FLUXOS DE MACRONUTRIENTES CONTIDOS NA SERAPILHEIRA DE FLORESTAS TROPICAIS E PLANTAÇÕES DE <i>Eucalyptus grandis</i> x <i>Eucalyptus urophylla</i> (<i>urograndis</i>) NA AMAZÔNIA ORIENTAL.....	36
3.1 - Introdução	36
3.2 - Materiais e Métodos	37
3.3 - Resultados	39
3.4 - Discussão	42
3.5 - Conclusões	47
3.6 - Bibliografia consultada	47
ANEXO	51
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	52
SUMMARY	53

LISTA DE TABELAS

CAPITULO 1 - INTRODUÇÃO GERAL

Tabela 1 -	Características gerais dos plantios de <i>Eucalyptus grandis x urophylla</i> e floresta nativa, em solos argiloso e arenoso, na Amazônia Oriental	11
Tabela 2 -	Análise química de solo ¹ da área experimental, na profundidade de 0-20 cm, empresa Jari Celulose S.A., distrito Monte Dourado, município de Almeirim-PA	11

CAPITULO 2 - QUANTIFICAÇÃO DE SERAPILHEIRA EM FLORESTAS TROPICAIS E PLANTAÇÕES DE *Eucalyptus grandis x Eucalyptus urophylla* (*urograndis*) NA AMAZÔNIA ORIENTAL

Tabela 1 -	Características gerais dos plantios de <i>Eucalyptus grandis x urophylla</i> e floresta nativa, em solos argiloso e arenoso, na Amazônia Oriental	35
Tabela 2 -	Análise química de solo ¹ da área experimental, na profundidade de 0-20 cm, empresa Jari Celulose S.A., distrito Monte Dourado, município de Almeirim-PA	35
Tabela 3 -	Média anual de serapilheira separada em folhas, galhos e órgãos reprodutivos ($\pm$ desvio padrão) em áreas de floresta natural e plantações de <i>Eucalyptus grandis x urophylla</i> em solo argiloso e arenoso, localizada nas áreas da Empresa Jari Celulose S/A, Amazônia Oriental	17
Tabela 4 -	Produções médias mensais de serapilheira de <i>Eucalyptus grandis x urophylla</i> e floresta nativa em solos argiloso e arenoso, na Amazônia Oriental.....	19
Tabela 5 -	Valores médios em kg ha ⁻¹ com seu respectivo desvio padrão, de produção de serapilheira total, por fração e a composição percentual das frações para a floresta nativa, em solo arenoso, na Amazônia Oriental.	20
Tabela 6 -	Valores médios em kg ha ⁻¹ com seu respectivo desvio padrão, de produção de serapilheira total, por fração e a composição percentual das frações para a floresta nativa, em solo argiloso, na Amazônia Oriental.	21
Tabela 7 -	Valores médios em kg ha ⁻¹ com seu respectivo desvio padrão, de produção de serapilheira total, por fração e a composição percentual das frações, para o plantio do híbrido <i>Eucalyptus urophylla x grandis</i> , em solo arenoso, na Amazônia Oriental.	21
Tabela 8 -	Valores médios em kg ha ⁻¹ com seu respectivo desvio padrão, de produção de serapilheira total, por fração e a composição percentual das frações, para o plantio do híbrido <i>Eucalyptus urophylla x grandis</i> , em solo argiloso, na Amazônia Oriental	22
Tabela 9 -	Quantidade de serapilheira em florestas tropicais de diversas partes do mundo	28
Tabela 10 -	Quantidade de serapilheira em plantios do gênero <i>Eucalyptus</i> em diversas partes do mundo.....	29

CAPITULO 3 - FLUXOS DE MACRONUTRIENTES CONTIDOS NA SERAPILHEIRA DE FLORESTAS TROPICAIS E PLANTAÇÕES DE *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* (*urograndis*) NA AMAZÔNIA ORIENTAL

Tabela 1 -	Características gerais dos plantios de <i>Eucalyptus grandis</i> x <i>urophylla</i> e floresta nativa, em solos argiloso e arenoso, na Amazônia Oriental	51
Tabela 2 -	Análise química de solo ¹ da área experimental, na profundidade de 0-20 cm, empresa Jari Celulose S.A., distrito Monte Dourado, município de Almeirim-PA	51
Tabela 3 -	Concentração de nutrientes ($\pm$ desvio padrão) da serapilheira de <i>Eucalyptus grandis</i> x <i>urophylla</i> e floresta nativa, em solos argilosos e arenosos, na Amazônia oriental	40
Tabela 4 -	Quantidade de nutrientes transferidos anualmente para a superfície do solo ($\pm$ desvio padrão) pela serapilheira de <i>Eucalyptus grandis</i> x <i>urophylla</i> e floresta nativa, em solos argilosos e arenosos, na Amazônia Oriental	42
Tabela 5 -	Quantidade de serapilheira e conteúdo de nutrientes em florestas tropicais de diversas partes do mundo.....	45
Tabela 6 -	Quantidade de serapilheira e conteúdo de nutrientes em plantios de <i>Eucalyptus</i> em diversas partes do mundo.....	46

LISTA DE FIGURAS

CAPITULO 1 - INTRODUÇÃO GERAL

Figura 1 -	Mapa de localização da área da Empresa JARI Celulose S.A., distrito Monte Dourado, município de Almeirim-PA.....	04
Figura 2 -	Diagrama climático. Dados baseados em 11 anos de observações da temperatura e 18 anos de observações da precipitação na Estação Meteorológica da Empresa Jari Celulose S/A.....	05
Figura 3 -	Mapa de descrição geológica da área da empresa Jari Celulose S/A (Corrêa et al, 1989).....	12

CAPITULO 2 - QUANTIFICAÇÃO DE SERAPILHEIRA EM FLORESTAS TROPICAIS E PLANTACÕES DE *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* (*urograndis*) NA AMAZÔNIA ORIENTAL

Figura 1 -	Representação esquemática da área experimental no Morro do Felipe e no São Militão nas áreas da Empresa Jari Celulose S/A, para a coleta de serapilheira.....	16
Figura 2 -	Proporção de cada fração em relação a serapilheira total nos quatro ecossistemas estudados.....	18
Figura 3 -	Produções mensais das frações folhas (A), ramos/galhos (B) e órgãos reprodutivos (C) da serapilheira de <i>Eucalyptus grandis</i> x <i>urophylla</i> e floresta nativa, em solos argiloso e arenoso, na Amazônia Oriental.....	23

CAPITULO 3 - FLUXOS DE MACRONUTRIENTES CONTIDOS NA SERAPILHEIRA DE FLORESTAS TROPICAIS E PLANTACÕES DE *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* (*urograndis*) NA AMAZÔNIA ORIENTAL

Figura 1 -	Representação esquemática da área experimental no Morro do Felipe e no São Militão, nas áreas da Empresa Jari Celulose S/A.....	38
Figura 2 -	Variação mensal da concentração de nitrogênio (A), fósforo (B), potássio (C), cálcio (D) e magnésio (E) na serapilheira total de <i>Eucalyptus grandis</i> x <i>urophylla</i> e floresta nativa, em solos argilosos e arenosos, na Amazônia oriental	41

RESUMO

A serapilheira é de suma importância para o equilíbrio ecológico de florestas naturais e plantações florestais, pois após sua decomposição fornece nutrientes para o desenvolvimento das plantas. Este estudo tem como objetivo comparar os fluxos de serapilheira e nutrientes depositados em plantações de *Eucalyptus* e floresta tropical, assim como avaliar a sazonalidade da queda dos detritos e dos nutrientes N, P, K, Ca e Mg. O trabalho foi desenvolvido em duas áreas da Empresa Jari Celulose S/A: ambas constituem-se de um povoamento de *Eucalyptus grandis* x *urophylla* (híbrido) e uma floresta nativa em Latossolo Amarelo, sendo a primeira em textura argilosa e a segunda em textura arenosa. A quantificação da produção de serapilheira foi feita usando-se 16 coletores ($0,5 \text{ m}^2$) distribuídos equitativamente em 4 parcelas (36 m^2) para cada ecossistema. Durante um ano de observação, constatou em florestas nativas, uma produção de serapilheira significativamente maior em solo arenoso ($14338 \text{ kg ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$) do que no argiloso ($9647 \text{ kg ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$). Nos povoamentos de *Eucalyptus* a produção foi significativamente maior em solo argiloso ($7668 \text{ kg ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$) do que no arenoso ($6296 \text{ kg ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$). As quantidades de nutrientes transferidos anualmente pela serapilheira dos plantios de *Eucalyptus* e florestas tropicais, foram respectivamente, em kg ha^{-1} : 46,0 e 90,9 de N; 3,3 e 2,1 de P; 20,5 e 14,6 de K; 72,9 e 80,0 de Ca; 32,0 e 50,0 de Mg, em Latossolo Amarelo Alico textura argilosa e 36,2 e 133,6 de N; 3,1 e 3,9 de P; 9,5 e 19,1 de K; 66,6 e 106,5 de Ca; 30,9 e 60,6 de Mg, em Latossolo Amarelo Alico textura arenosa. Nos plantios de *Eucalyptus* e florestas nativas, constatou-se sazonalidade para os nutrientes N e K e a ocorrência de sazonalidade para o P foi verificado somente nos plantios de *Eucalyptus*.

Palavras-chave: Serapilheira, Littera, Ciclagem de nutrientes, Floresta tropical, *Eucalyptus*, Amazônia

1. INTRODUÇÃO GERAL

A floresta tropical amazônica apresenta grande diversidade de espécies florestais e uma produtividade média anual em torno de $1-3 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, enquanto que a taxa de crescimento de plantações nos trópicos encontra-se entre $25 - 35 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ (Evans, 1992), mas dependendo do tipo do solo e da adaptação do material genético a produção da área plantada pode situar-se entre 20 a $70 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ (Coutinho, 1993). Essa grande diferença, combinada com as dificuldades de desenvolvimento de técnicas adequadas para o manejo de floresta natural, tem levado o aumento do interesse das plantações de árvores como o mais eficiente caminho para a utilização potencial da produção de madeira no trópico (Kellman e Tackabery, 1997).

Entre as principais razões para o grande sucesso das plantações florestais de espécies exóticas nos trópicos, poderiam ser citadas: seu crescimento rápido, adaptabilidade e a procura por madeira, o que conseqüentemente tem conquistado rapidamente a sua expansão nessa região (Brown *et al.*, 1997; Campinhos Júnior, 1999). Atualmente, existem cinco milhões de hectares de plantações florestais no Brasil, sendo que, 59,5% deste total, representa a espécie do gênero *Eucalyptus* (PLANTATION..., 2000).

As plantações florestais nos trópicos são uma importante fonte alternativa para diminuir a pressão da exploração sobre as florestas tropicais e suprir a demanda de madeira para o mundo (Tiarks *et al.*, 1998; Campinhos Júnior, 1999). Se por um lado, as florestas plantadas mostram-se econômicas e tecnicamente viáveis, por outro lado são responsabilizadas por causarem distúrbios ambientais de difícil recuperação (Fisher e Binkley, 2000).

O enfoque atual no que diz respeito aos efeitos dos reflorestamentos com *Eucalyptus* sobre o solo, está voltado mais para a manutenção da produtividade do sítio ao longo de sucessivas rotações (Lima, 1993), pois as operações sucessivas envolvidas no corte raso estão normalmente relacionadas com as perdas adicionais de solo e de nutrientes devido ao aumento da erosão, a perturbação inevitável da manta orgânica do solo, a compactação do solo, a diminuição da infiltração e ao aumento do escoamento superficial (Ceccon e Martinez-Ramos, 1999). Mas, a relação direta entre a exploração de florestas de *Eucalyptus* nos trópicos e subtrópicos com o aumento da taxa de erosão pode ser mantida num mínimo aceitável, desde que as operações silviculturais sejam adequadamente planejadas (Cassels *et al.*, 1982).

O manejo de ecossistemas deve estar subordinado ao conhecimento de sua dinâmica. Esta dependência é ainda maior quando se trata de ecossistemas destinados à extração maciça de produtos, especialmente quando situados em solos de baixa fertilidade química (Rapp, 1983; Schumacher e Poggiani, 1993). Esta é a situação representada, pelas florestas de *Eucalyptus* implantadas sobre os solos argiloso e arenoso na empresa Jari Celulose S/A, em Monte Dourado, Pará.

Na Amazônia o manejo florestal deveria estar associado ao uso sustentável dos recursos florestais existentes, para atender a demanda da sociedade por produtos madeireiros e não madeireiros. Sendo que esses recursos estão em ecossistemas heterogêneos, complexos e frágeis. Além do que, os solos são antigos e, em sua maioria, pobres em nutrientes e ácidos (Higuchi *et al.*, 1998). A grande exuberância de sua cobertura vegetal está associada às estratégias de conservação e de ciclagem de nutrientes dentro do próprio sistema e por isso, é muito importante que se conheçam a estrutura e o funcionamento do ecossistema por meio do fluxo de energia e da ciclagem de nutrientes, para que dessa forma seja possível fornecer subsídios para a tomada de decisões coerentes quanto ao manejo do sistema (Hagg *et al.*, 1985).

Por várias décadas, a preocupação sócio-econômica e ambiental tem levado muitos cientistas a debaterem sobre a sustentabilidade dos recursos naturais submetidos a sistemas de manejo intensivo, pois a maneira em que os solos tem sido usados e manejados tem registrado impactos na produtividade e na sustentabilidade desses recursos (Carter, 2001).

Nas florestas tropicais existe uma forte interação entre a vegetação e o solo via ciclagem de nutrientes. Uma importante função do material restituído ao solo pelos vegetais e animais de um ambiente florestal é sua atuação no restabelecimento das condições químicas e físicas do solo, pela influência da matéria orgânica reciclada, o que permite que os vegetais e animais se mantenham, desenvolvam e reproduzam, completando seus ciclos e dando continuidade à vida, o que pode representar bens e serviços para o homem (Dias e Oliveira Filho, 1997).

A matéria orgânica do solo é considerada portanto, a peça fundamental para se alcançar a sustentabilidade de um sistema (Swift e Woome, 1993), sendo também considerada como um importante indicador da qualidade do solo e da produtividade (Larson e Pierce, 1994).

O seu declínio no solo, ao longo do tempo, traz como consequência: baixa fertilidade, baixa produção de resíduos, excesso de revolvimento e erosão acelerada. A persistência no erro, inevitavelmente conduzirá a exploração agrícola a uma situação insustentável do ponto de vista econômico e ambiental (Mielniczuk, 1999). Desse modo, a adoção de sistemas de uso e manejo do solo deve levar em consideração, entre outros aspectos, o seu efeito sobre os teores de matéria orgânica dos solos.

As florestas exuberantes, como é usual observar em regiões tropicais úmidas conseguem desenvolver-se sobre solos de baixa fertilidade, devido a um ciclo contínuo (ciclo biogeoquímico) que se mantém pelas adições de serapilheira que compreende todo material orgânico de origem vegetal (folhas, flores, ramos, cascas, frutos e sementes) e animal (restos animais e material fecal) depositados pela biota na superfície do solo e pela decomposição destes detritos pelos microorganismos do solo, na qual transferem os nutrientes para os ecossistemas florestais, tornando a serapilheira, portanto, num importante indicador da sustentabilidade dos ecossistemas tropicais (Poggiani, 1992).

A ciclagem de nutrientes é um processo muito importante para o equilíbrio ecológico de florestas naturais e de plantações florestais. Este processo biofísico pode ser analisado pela compartimentalização da biomassa acumulada nos diferentes estratos e pela quantificação das taxas de nutrientes que se movimentam entre seus compartimentos, via serapilheira, decomposição, lixiviação, e entre outros (Poggiani e Schumacher, 2000).

Segundo Bormann e Likens (1970), os nutrientes de um ecossistema florestal encontram-se subdivididos em quatro compartimentos básicos: 1) o compartimento orgânico (constituído pelos organismos vivos e seus restos); 2) o compartimento de nutrientes disponíveis (na solução do solo ou adsorvidos nas superfícies do complexo argila-húmus); 3) o compartimento de minerais primários (nutrientes não disponíveis), e 4) o compartimento atmosférico (formado por gases e partículas em suspensão).

No estudo da ciclagem de nutrientes em florestas são usualmente considerados três ciclos: geoquímico, bioquímico e biogeoquímico. O ciclo geoquímico caracteriza-se pelas trocas de elementos minerais entre um determinado ecossistema e seus componentes externos. As principais fontes de entrada de nutrientes no ecossistema florestal são, por exemplo, a poeira, a chuva, o intemperismo das rochas, a fixação biológica de N e a aplicação de fertilizantes e resíduos orgânicos urbanos ou agroindustriais. Neste ciclo, as perdas de nutrientes para fora do ecossistema são ocasionadas pelos processos de desnitrificação e, principalmente, pela colheita florestal. (Poggiani e Schumacher, 1997).

O ciclo bioquímico consiste na translocação de nutrientes dos tecidos velhos para os tecidos novos da planta, onde os processos de difusão celular e de crescimento são mais ativos (Kellomaki, 1998). Logo, este ciclo é importante para a manutenção dos nutrientes de maior mobilidade no interior da planta, como é o caso dos elementos N, P, K e Mg; sendo de menor importância para Ca, S e os micronutrientes poucos móveis (Poggiani e Schumacher, 2000).

O ciclo biogeoquímico se caracteriza pelo uso dos nutrientes dentro da comunidade e a troca de nutrientes entre as árvores e o solo. Em um primeiro estágio, os nutrientes disponíveis no solo são absorvidos pelas raízes das plantas para garantir o seu crescimento. Em seguida ocorre a transferência dos nutrientes da serapilheira para o solo por meio da decomposição da matéria orgânica (Kellomaki, 1998). Isso significa que a decomposição da matéria orgânica e o retorno de nutrientes são peças chave para o manejo dos nutrientes do sítio florestal.

Neste estudo, objetivou-se quantificar e comparar os fluxos de serapilheira depositados mensalmente pela biota, determinar o estoque dos nutrientes na serapilheira e o seu retorno entre os ecossistemas: monoespecífico de *Eucalyptus grandis x urophylla* (plantada) e floresta nativa (natural) localizados em solos arenoso e argiloso, assim como avaliar a sazonalidade da queda dos detritos e dos nutrientes.

1.1 - CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS ESTUDADAS

1.1.1 - Localização

O presente estudo foi conduzido nas áreas da Empresa Jari Celulose S/A, situada no Distrito de Monte Dourado, pertencente ao Município de Almeirim, Estado do Pará, nas margens do rio Jari, e parte do Estado do Amapá (Figura 1), sob as coordenadas de 1° de latitude Sul e 52° de longitude Oeste (Corrêa *et al.*, 1989).

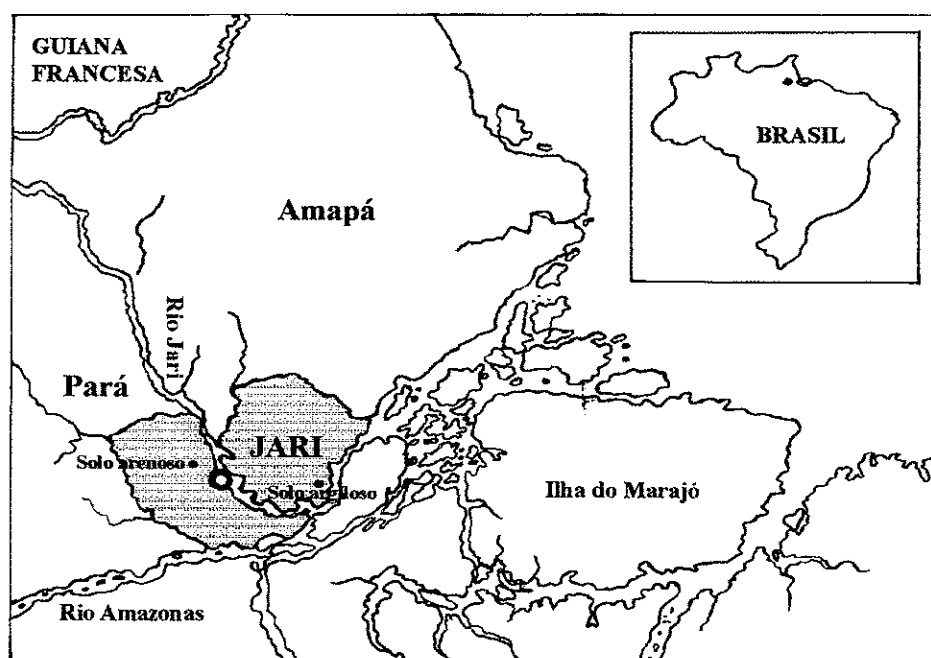


Figura 1- Mapa de localização da área da Empresa JARI Celulose S.A., distrito Monte Dourado, município de Almeirim-PA.

Visto que, nas áreas da propriedade da empresa, é possível encontrar situações em que se pode comparar sistemas naturais com sistemas artificiais, foram escolhidos dois locais para a implantação do experimento: A primeira área, também conhecida na região como Morro do Felipe, constitui-se pela presença de uma floresta nativa primária e ao seu lado, uma plantação do híbrido *Eucalyptus grandis x urophylla* com 6 anos de idade e espaçamento de 3 m x 3 m, neste local o tipo de solo é classificado como Latossolo Amarelo Álico textura argilosa ou simplesmente argiloso, como será chamado nos capítulos I e II, esta área está sob as coordenadas 52°23'W 0°52'S e altitude de 150 m. A segunda área, conhecida

como São Militão, também constitui-se de uma floresta nativa primária e de uma plantação de *Eucalyptus grandis x urophylla (urograndis)* com 8 anos de idade e de espaçamento igual da primeira área, mas o solo é do tipo Latossolo Amarelo Álico textura arenosa, estando esta sob as coordenadas 52°40'W 0°46'S e altitude de 105 m. Características dos locais podem ser encontrados na Tabela 1.

1.1.2 - Clima

Dados climáticos, de uma série de 11 anos de observações da temperatura e 18 anos de observações da precipitação, foram obtidos na estação meteorológica existente na Empresa Jari Celulose S/A, e elaborado um diagrama climático (Figura 2). As chuvas distribuem-se aproximadamente de acordo com as 4 estações do ano. O período chuvoso inicia-se em dezembro, e os totais mensais tendem a crescer durante o verão, atingindo o máximo no outono, quando se concentram em torno de 40% do total anual. Durante o inverno as precipitações mensais tendem a diminuir progressivamente, chegando na primavera até 8% do volume anual de chuvas (Corrêa *et al.*, 1989).

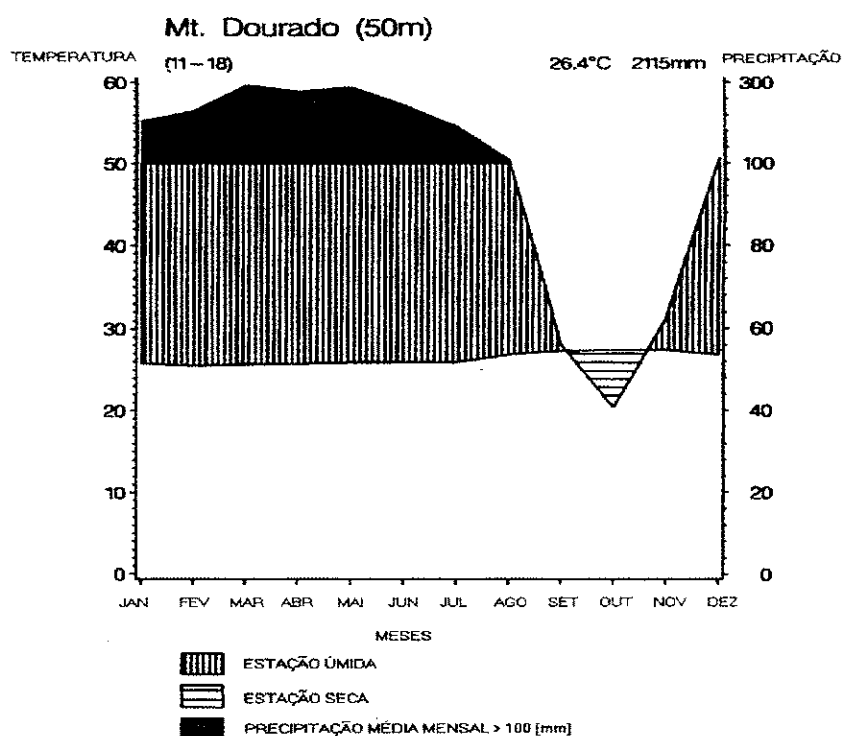


Figura 2 - Diagrama climático. Dados baseados em 11 anos de observações da temperatura e 18 anos de observações da precipitação na Estação Meteorológica da Empresa Jari Celulose S/A.

Segundo a classificação proposta por Köppen, o clima pertence ao tipo Am, possuindo características intermediárias entre Af e Aw, cujo regime pluviométrico define uma curta estação seca. A precipitação anual é de 2.115 mm, variando de 290 mm no mês de maio a 41 mm no mês de outubro, com uma distinta estação seca entre os meses de setembro e novembro. Na classificação climática de *thornthwaite* a área tem clima úmido com pequena deficiência hídrica, megatérmico, com variação mínima da evapotranspiração potencial (Corrêa *et al.*, 1989).

As temperaturas mensais são elevadas durante todo o ano, verificando uma média de 26,4 °C. A amplitude térmica é bastante reduzida, situando-se a diferença entre o máximo e o mínimo valor mensal de 2 °C. Valores inferiores a média verificam-se durante o período chuvoso (dez-jul), enquanto que nos meses de estiagem, situam-se normalmente acima deste valor.

1.1.3 - Geomorfologia e solo

As áreas estão inseridas sobre o depósito sedimentar amazônico, especificamente na Bacia do Amazonas definida como área sedimentar situada entre os Arcos de Purus e de Gurupá (Caputo, 1986). Ao norte, afloram rochas paleozóicas formando faixas de direção ENE, que ao sul são recobertas por sedimentos terciários e quaternários (Figura 3)

A Formação Barreiras que foram formadas durante o período terciário ocupam a maior parte da área. Estas formações estão ao sul da faixa de sedimentos do paleozóico, estendendo-se até os aluviões mais recentes, na área de influência do rio Amazonas (Corrêa *et al.*, 1989).

Observando-se a diversidade da natureza dos sedimentos e as feições morfológicas, verifica-se que há uma subdivisão faciológica da cobertura cenozóica, mapeada pelo RADAM, denominada de Formação Barreiras, onde encontram-se três fácies distintas: fácies arenosa, fácies argilo-arenosa e fácies muito argilosa (Brasil, 1974).

Os sedimentos muito argilosos ocorrem em Tabuleiros, e estes platôs apresentam no topo o Latossolo Amarelo Álico textura muito argilosa, depois uma camada concrecionária bauxítica e após o caulim. As fácies arenosas são observadas na cota média dos 100 metros e é a mais representativa na área. Em áreas rebaixadas pela erosão, com cotas inferiores a 100 metros, aparecem as fácies argilo-arenosa, onde em áreas vizinhas aos cursos de drenagem, observa-se a presença de linhas de pedra constituídas de canga e fragmentos de arenito ferruginoso, além de material argiloso com mosqueado abundante (Corrêa *et al.*, 1989).

Segundo o RADAM (Brasil, 1974), os relevos existentes na região podem ser agrupados em 3 grandes unidades: Planalto da bacia sedimentar do Amazonas, Planalto rebaixado da Amazônia e Planície Amazônica.

Foram identificados ainda, durante o mapeamento geomorfológico do RADAM, dois níveis muito extensos de aplainamento cobrindo toda a região, e designados genericamente como Pediplano Pliocênico e Pediplano Pleistocênico. É interessante observar que a pediplanação constitui possivelmente o único processo eficaz no aplainamento de extensas superfícies terrestres (Guerra, 1966), e que os registros deste processo na região, representam vestígios de fases áridas e quentes, referidas as oscilações climáticas Plio-quartenárias (Moreira, 1977).

Em termos gerais, tanto o Latossolo Amarelo Alico textura argilosa como o Latossolo Amarelo Alico textura arenosa, são limitantes no aspecto nutricional para o desenvolvimento das plantas, pois além de apresentar concentrações baixas de nutrientes, eles apresentam uma Saturação de bases com baixas disponibilidade de nutrientes e uma acidez elevada que favorece a disponibilidade do Alumínio no solo, como mostra a Saturação por alumínio (Tabela 2).

1.1.4 - Vegetação

A vegetação nativa da área da Jari foi classificada como floresta equatorial subperenifólia, de acordo com sistema adotado pela EMBRAPA/SNLCS (1988). Foi utilizado este termo, pois a maioria das espécies florestais sofrem uma queda acentuada das folhas durante a estação seca (setembro a novembro), quando suas copas ficam reduzidas em até 30%.

Em algumas reservas a altura do dossel pode ser atribuída a condições microclimáticas especiais ou ao solo. Na reserva genética do São Militão, o dossel mais elevado deve-se à influência dos rios que cortam essa área, elevando o teor de umidade na área. Na reserva genética do Morro do Felipe, a altura do dossel relaciona-se com a maior disponibilidade hídrica dos latossolos muito argilosos dos tabuleiros (Pires, 1988).

1.1.4.1 - Floresta Nativa

Um levantamento fitossociológico das florestas nativas das duas áreas no ano de 1999 encontrou, para a área argilosa, as famílias de maior riqueza Sapotaceae, Mimosaceae e Caesalpiniaceae, com 22,64% e o IVI (Índice de Valor de Importância) foi maior para as famílias Sapotaceae e Lecythidaceae, com maior dominância e densidade. As espécies mais importantes com maior dominância relativa foram *Licania heteromorpha*, *Pouteria caimito*, *Eschweilera ovata* e *Lecythis idatimon*. Na área arenosa, a Mimosaceae, Sapotaceae, Fabaceae e Lauraceae apresentaram maior riqueza, com 37,85% e as famílias Fabaceae, Mimosaceae e Chrysobalanaceae com maiores IVI, *Hymenolobium petraeum* e *Aspidosperma rigidum*, apresentaram maior dominância relativa. Neste mesmo inventário florístico obteve-se uma área basal de 30,05 m² ha⁻¹ na área argilosa e 73,05 m² ha⁻¹ na área arenosa (Tabela 1).

1.1.4.2 - Floresta Plantada

No início da implantação do Projeto Jari, a cobertura vegetal nativa foi removida para a implantação de espécies exóticas (*Gmelina arborea*, *Pinus* sp. e *Eucalyptus* sp.). A espécie que melhor se adaptou ao clima e aos solos da região foi o *Eucalyptus* sp. Atualmente a Empresa Jari Celulose vem cultivando o híbrido *Eucalyptus grandis* x *urophylla* (*urograndis*), que vem dando excelentes resultados em adaptação e produtividade.

O plantio na área argilosa (Morro do Felipe) foi implantado em dezembro de 1996 (6 anos), no espaçamento 3 m x 3 m (1.111 árvores ha⁻¹), com sobrevivência de 97% das árvores. Na mensuração realizada em outubro de 2001, foi obtida as seguintes médias: 15,3 cm de diâmetro, 23,5 m de altura, 252,24 m³ de volume ha⁻¹, 21,45 m² ha⁻¹ de área basal e 51,3 m³ ha⁻¹ de IMA (Incremento Médio Anual) (Tabela 1).

A área arenosa teve seu plantio realizado em abril de 1994 (8 anos), com espaçamento de 3 m x 3 m (1.099 árvores ha⁻¹) e 71% de sobrevivência. A última mensuração da área (outubro de 2001) obteve médias de 15,7 cm de diâmetro, 19,9 m de altura, 170 m³ ha⁻¹ de volume, 15,25 m² ha⁻¹ de área basal e 22,4 m³ ha⁻¹ de IMA (Tabela 1).

1.2 - BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

BORMANN, H. F.; LIKENS, G. E. The nutrient cycles of an ecosystem. *Scientific American*, 233. p. 92-101. 1970.

BRASIL. Departamento Nacional da Produção Mineral. **Projeto RADAM. Folha AS. 22 - Belém:** geologia, geomorfologia, solos, vegetação, uso potencial da terra. Rio de Janeiro, (Levantamento de Recursos Naturais, 5). 1974. 271 p.

BROWN, A. G.; NAMBIAR, E. K. S.; COSSALTER, C. Plantations for the tropics – their role, extend and nature. In: NAMBIAR, E. K. S.; BROWN, A. G. (ed). **Management of soil, water and nutrients in tropical plantations forests**. Camberra: Australian Centre for International Agricultural Research (ACIAR), 1997. p. 1-23 (ACIAR - Monograph 43).

CAMPINHO JÚNIOR., E. Sustainable plantation of high-yield *Eucalyptus* trees for production of fiber: the Aracruz case. *New Forests*, v. 17: 129-143. 1999.

CAPUTO, M. V. Exploração de petróleo na região Amazônica. **Brasil Mineral**. São Paulo, v. 4 n° 36 p.108-140, 1986.

CARTER, M. R. Organic Matter and sustainability. In: REES, R. M.; BALL, B. C.; CAMPBELL, C. D.; WATSON, C. A. (Ed.). **Sustainable management of soil organic matter**. CABI. 2001. p. 9-22.

CASSELLS, D. S.; GILMOUR, D. A.; GORDON, P. 1982. The impact of plantation forestry on stream sedimentation in tropical and sub-tropical Queensland: an initial assessment. Australia, Institution of Engineers. Agricultural Engineering Conference. *Forestry Abstracts*, v.44, n. 9, 5176 p. 1982.

- CECCON, E.; MARTINEZ-RAMOS, M. Aspectos ambientales referentes al establecimiento de plantaciones de eucalipto de gran escala em áreas tropicales: aplicacion al caso de México. *Interciencia*, v.24, n. 6, p. 352-359. 1999.
- CORRÊA, J. J. L.; JACOMINE, P. K. T. e SANTOS, R. D. dos. **Solos do Jari**. 1989. 128p.
- COUTINHO, S. C. Qualidade e Produtividade de empreendimentos florestais em regiões tropicais úmidas. In: CONGRESSO FLORESTAL PANAMERICANO, 1, CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 7, 1993. **Floresta para o desenvolvimento: política, ambiente, tecnologia e mercado**. Anais... Curitiba. p.190-193. 1993.
- DIAS, H. C. T.; OLIVEIRA FILHO, A. T. Variação temporal e espacial da produção de serapilheira em uma área de floresta estacional semidecídua Montana em Lavras-MG. *Revista árvore*, Viçosa, v.21, n.1, p. 11-26. 1997.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação do Solo. **Crêterios para descrição de classes de solos e de fases de unidades de mapeamento: normas em uso pelo SNLCS**. Rio de Janeiro. 1988. 67 p.
- EVANS, T. **Plantation forestry in the tropics: tree planting for industrial, social, environmental, and agroforestry purposes**. 2nd ed. Oxford: Clarendon Press, 403 p. 1992.
- FISHER, R. F.; BINKLEY, D. **Ecology and Management of Forest soils**. 3rd ed. J. Wiley, 2000.p.37-60.
- GUERRA, A. T. **Diccionario geológico-geomorfológico**. Rio de Janeiro Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.. 1966
- HAAG, H. P.; VALERA, F. P.; CHIARANDA, R.; KIKUTI, P.; CHAVÉZ, J. M.; DONALD, E. L. F.; RIZZO, L. T. B.; RUEDA, J. L. **Ciclagem de nutrientes em florestas tropicais**. Campinas: Fundação Cargill, 1985.144p.
- HIGUCHI, N.; SANTOS, J.; RIBEIRO, R. J.; MINETTE, L.; BIOT, Y. Biomassa da parte aérea da vegetação da floresta tropical úmida de terra firme da Amazônia brasileira. *Acta Amazônica*, v.28, n.2, p.153-166. 1998.
- IRWIN, E. G. e GEOGHEGAN, J. Theory, data, methods: developing spatially explicit economic models of land use change. *Agriculture, Ecosystems and environment*, v.85, p.7-23. 2001.
- KELLMAN, M; TACKABERY, R. **Tropical forests and forestry in tropical environment, the functioning and management of tropical ecosystems**. New York: Routledge, 1997. p. 134-172.
- KELLOMAKI, S. Trees, forests and the forest ecosystems. In. KELLOMAKI, S.; GULLICHSEN, J.; PAULAPURO, H. (Ed.). **Forest Resources and sustainable management: papermaking science and technology**. p. 21-86, 1998. (Book 2).
- LARSON, W. E. e PIERCE, F. J. The dynamics of soil quality as a measure of sustainable management. In: DORAN, J. W.; COLEMAN, D. C.; BEZEDICK, D. F.; STEWART, D. A. (Ed.). **Defining soil quality for a sustainable environment**, Madison: American Society of Agronomy, 1994, pg. 37-51.
- LIMA, W. P. **Impacto ambiental do eucalipto**. 2nd Ed. São Paulo: Edusp, 1993. 301 p.
- MIELNICZUK, J. Materia organica e a sustentabilidade de sistemas agrícolas. In: SANTOS, G. A.; CAMARGO, F. A. O. (ed). **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre: Gênese, 1999. p. 1-6.
- MOREIRA, A. A. N. Relevô. In: **Geografia do Brasil – Região Norte**. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Rio de Janeiro. 1977.

PIRES, M. J. P. **Inventário e fitogeografia de oito formações florestais de uma reserva de conservação "in situ" na bacia do rio Jarí.** Companhia Florestal Monte Dourado, 1988.

PLANTATION áreas 2000. S.l.: FAO, 2000. Disponível em: <http://www.fao.org/forestry/fo/country/is.jsp?geo_id=206&lang_id=1&page_id=443>. Acesso em 19 de maio de 2002.

POGGIANI, F. Alteração dos ciclos biogeoquímicos em florestas. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS: conservação da biodiversidade, 2, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Unipress, 1992. v. 3, p. 734-739. 1992.

POGGIANI, F.; SHUMACHER, M. V. **Atmospheric inputs compared with nutrients removed by harvesting from eucalyptus plantations. Implications for sustainability.** In.: IUFRO CONFERENCE ON SILVICULTURE AND IMPROVEMENT OF EUCALYPTUS. IUFRO/EMBRAPA. Salvador, 1997. p. 68-74. 1997.

POGGIANI, F.; SHUMACHER, M. V. Ciclagem de nutrientes em florestas nativas. In: Gonçalves, J. L. M.; BENEDETTI, V. **Nutrição e Fertilização Florestal.** Piracicaba: IPEF – Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais. 2000. p. 287-308.

RAPP, M. Some problems of disturbance on the nutrient cycling in ecosystems. In: MOONEY, H. A.; GODRON, M. (ed.). **Disturbance and ecosystems.** Berlin. Springer-Verlag., 1983. p. 117-128.

SCHUMACHER, M. V.; POGGIANI, F. Produção de biomassa e remoção de nutrientes em povoamentos de *Eucalyptus camaldulensis*, *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus torelliana*, plantados em Anhembi –SP. Ci. Flor., Santa Maria, v. 3, n. 1, p. 21-34. 1993.

SWIFT, M. J. e WOOMER, P. L. Organic matter and the sustainability of agricultural systems definition and measurement. In.: MULONGOY, K.; MERCKX, R. (ed.). **Soil organic matter dynamics and sustainability of tropical agriculture.** Chichester: J. Wiley, 1993, p. 3-18.

TEIXEIRA, L. B.; BASTOS, J. B. **Biomassa vegetal em agroecossistema de seringueira consorciada com cacaueiro no nordeste paraense.** Belém: EMBRAPA-CPATU, 1994, 15p.

TIARKS, A.; NAMBIAR, E. K. S.; COSSALTER, C. Site management and productivity in tropical Forest plantations. CIFOR, **occasional paper nº 16**, p. 1-11. 1998

Tabela 1 – Características gerais dos plantios de *Eucalyptus grandis x urophylla* e floresta nativa, em solos argilosos e arenosos, na Amazônia Oriental.

Solo	Vegetação	Altitude (m)	Idade (anos)	Espaçamento	Altura Média (m)	Nº árvores ha ⁻¹	Área basal (m ²)	Volume ha ⁻¹ (m ³)	IMA (m ³)
Latossolo Amarelo Alíco textura argilosa	Floresta nativa	150	-	-	-	-	30,0	280,0	-
	<i>Eucalyptus</i>		6	3 m x 3 m	23,5	1111	21,5	252,3	51,3
Latossolo Amarelo Alíco textura arenosa	Floresta nativa	105	-	-	-	-	73,0	361,0	-
	<i>Eucalyptus</i>		8	3 m x 3 m	19,9	1099	15,3	170,0	22,4

Tabela 2 – Análise química de solo¹ da área experimental, na profundidade de 0-20 cm, empresa Jari Celulose S.A., distrito Monte Dourado, município de Almeirim-PA.

Área	Solo	Vegetação	pH	C org	MO	P	K ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Na ⁺	Al ⁺³	H ⁺ + Al ⁺³	S	CTC efetiva	CTC total	%V	%m
			H ₂ O	g kg ⁻¹	mg dm ⁻³												
Morro do Felipe	Latossolo Amarelo Alíco textura argilosa	Floresta nativa <i>Eucalyptus</i>	5,03 5,13	28,96 17,94	49,82 30,88	1,18 1,58	0,06 0,04	0,09 0,45	0,34 0,39	0,08 0,05	1,47 0,84	9,49 4,91	0,57 0,93	2,04 1,77	10,06 5,84	5,67 15,92	72,06 47,46
São Militão	Latossolo Amarelo Alíco textura arenosa	Floresta nativa <i>Eucalyptus</i>	4,70 4,53	15,06 17,44	22,45 30,01	3,90 4,30	0,02 0,02	0,26 0,09	0,19 0,25	0,05 0,04	1,11 1,14	6,51 4,91	0,52 0,40	1,63 1,54	7,03 5,31	7,40 7,53	68,10 74,03

¹ pH - Método potenciométrico relação 1:2,5; C org, em g kg⁻¹; TFSA - Método de Walkley-Black; MO, em g kg⁻¹; TFSA + C org x 1,724; P disponível, mg dm⁻³; TFSA - Extrator Mehlich 1; K trocável, em cmolc dm⁻³ - extrator Mehlich 1; Ca e Mg trocáveis, em cmolc dm⁻³ - extrator KCl 1M; Al trocável, em cmolc dm⁻³ - extrator KCl 1M; Ca e Mg trocáveis, em cmolc dm⁻³ - extrator KCl 1M.

2. QUANTIFICAÇÃO DE SERAPILHEIRA EM FLORESTAS TROPICAIS E PLANTAÇÕES DE *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* (urograndis) NA AMAZÔNIA ORIENTAL

2.1 - INTRODUÇÃO

Estudos têm demonstrado que em uma mesma região, plantações florestais podem apresentar taxas de deposição de serapilheira menores, iguais ou superiores às de florestas tropicais. As quantificações de serapilheira em plantações e em uma floresta primária em Curuá-una, Pará, Brasil, mostraram padrões de queda similar para cada categoria de espécie, onde *Euxylophora paraensis* produziu $8,0 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, *Carapa guianensis* produziu $8,8 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$; uma combinação de leguminosas (*Parkia multijuga*, *Dinizia excelsa* e *Dalbergia nigra*) produziram $10,1 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$; *Pinus caribaea* produziu $10,3 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$; enquanto que a floresta nativa produziu $9,7 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ (Smith *et al.*, 1998).

A queda de serapilheira parece sofrer influência do clima, onde florestas tropicais tendem a ter picos de deposição em períodos secos, como pode ser observado em um estudo na Amazônia, referente a deposição de serapilheira e nutrientes na floresta de terra firme, próxima a Manaus, Brasil (Klinge e Rodrigues, 1968), no qual registraram uma deposição de $7,4 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ sendo tal deposição pelo menos duas vezes superior nos meses de menor pluviosidade. Tendência semelhante também foi encontrada por vários outros autores (Silva e Lobo, 1982; Dantas, 1986; Scott *et al.*, 1992; Barbosa e Fearnside, 1996). Em relação à deposição de serapilheira em plantações nos trópicos, é muito comum encontrar picos de deposição em períodos de maiores temperaturas e precipitações pluviométricas (Poggiani, 1985; Schumacher, 1992; Crockford e Richardson, 1998; Correa *et al.*, 1997; Grigg e Mulligan, 1999; Caldentey *et al.*, 2001).

Um dos grandes impactos, que causam considerável estagnação da entrada de serapilheira nos ecossistemas florestais, é a exploração florestal pelo método de corte raso (Chen *et al.*, 2000), pois a biomassa total das árvores é transferida integralmente para o piso florestal, afetando a continuação do ciclo biogeoquímico, ou seja, a transferência da matéria orgânica morta e seus nutrientes da planta para o solo e novamente do solo para a planta. Com a retirada da cobertura florestal, os nutrientes do solo podem ser lixiviados rapidamente sob altas temperaturas e chuvas intensas, principalmente nos solos de baixa fertilidade natural (Correia e Andrade, 1999).

Em um estudo de taxas de exportação e estoque de nutrientes em uma plantação de *Eucalyptus grandis* x *urophylla* no nordeste da Amazônia, foi encontrada uma média de $85,6 \text{ t ha}^{-1}$ do valor absoluto de biomassa transferida da vegetação para o solo durante a exploração (Spangenberg *et al.*, 1996). Se durante um ano, a deposição de serapilheira alcança $7,2 \text{ t ha}^{-1}$ em uma plantação de *Eucalyptus camaldulensis*, como o observado em Anhembi, São Paulo, Brasil por Schumacher (1992), observa-se que a exploração

desencadeia uma transferência de matéria orgânica total para o solo cerca de 12 vezes a mais do que o esperado, o que demonstra um grande impacto para a sustentabilidade do solo, visto que, há uma interrupção da continuidade da ciclagem de nutrientes no ecossistema.

Com o constante aumento da demanda por produtos florestais, a fertilização contribui para melhoria da produção florestal e diminuição do tempo de rotação, já que os nutrientes são limitantes à produtividade das florestas tropicais, o que torna a aplicação de fertilizantes efetiva. (Chen *et al.*, 2000). A fertilização aumenta a produtividade das florestas e, conseqüentemente, também aumenta a quantidade de serapilheira a ser depositada no solo, como é observado em diversos trabalhos (Vose e Allen, 1991; Tanner *et al.*, 1992; Wienand e Stock, 1995; Miller *et al.*, 1996).

Estudando a produção de serapilheira em plantações de *Acacia farnesiana*, *Acacia nilotica* e *Cassia siamea* plantadas em 3 espaçamentos correspondentes a densidade de 10, 20 e 30 mil árvores por hectare, na Índia, Garg (1997) encontrou uma relação entre o aumento da produção de serapilheira com o aumento da densidade do plantio. Por exemplo: em *A. farnesiana*, a produção anual de serapilheira aumentou de 4,5 t ha⁻¹ ano⁻¹ (10000 árvores ha⁻¹) para 8,2 t ha⁻¹ ano⁻¹ (30000 árvores ha⁻¹); em *A. nilotica* a produção aumentou de 7,2 t ha⁻¹ ano⁻¹ (10000 árvores ha⁻¹) para 10,0 t ha⁻¹ ano⁻¹ (30000 árvores ha⁻¹), o mesmo acontecendo também para *C. siamea*, onde a produção de serapilheira aumentou de 3,0 t ha⁻¹ ano⁻¹ (10000 árvores ha⁻¹) para 4 t ha⁻¹ ano⁻¹ (30000 árvores ha⁻¹).

A área basal é o principal fator que determina a quantidade de deposição de serapilheira em talhões de *Pinus taeda* (Gresham, 1982). Entretanto, Hennessey (1992) relata que a influência da área basal torna-se pequena após o fechamento completo das copas, pois através de uma curva de correlação, o autor indica que o valor anual de queda de acículas é ascendente até 26 m² ha⁻¹ de área basal, máximo entre 26 m² ha⁻¹ e 45 m² ha⁻¹, e descendente após 45 m² ha⁻¹. Havendo variação da deposição de acículas para um mesmo índice de área basal, demonstrando a influência considerável do sítio e do andamento do clima.

O presente estudo objetivou quantificar mensalmente a serapilheira, avaliar a sazonalidade de queda de detritos e comparar os fluxos de matéria orgânica depositados no solo entre uma plantação de *Eucalyptus grandis* x *urophylla* (*urograndis*) e floresta tropical (nativa) estabelecidos em Latossolo Amarelo Alico textura arenosa e Latossolo Amarelo Alico textura argilosa.

2.2 - MATERIAIS E MÉTODOS

2.2.1 - Área do estudo

O presente estudo foi conduzido nas áreas da Empresa Jari Celulose S/A, situada no Distrito de Monte Dourado, pertencente ao Município de Almeirim, Estado do Pará, nas margens do rio Jari, abrangendo parte do Estado do Amapá, sob as coordenadas de 1° de latitude Sul e 52° de longitude Oeste (Corrêa *et al.*, 1989).

Foram selecionadas duas áreas para a implantação do experimento, a primeira constitui-se da presença de uma floresta nativa primária e de uma plantação de *Eucalyptus grandis x urophylla* (*urograndis*) com 6 anos de idade em espaçamento de 3 m x 3 m sobre Latossolo Amarelo Álico textura argilosa, a qual será denominada de Argilosa ou Morro do Felipe. A segunda área, também constitui-se de uma floresta nativa primária e de uma plantação de *Eucalyptus grandis x urophylla* (*urograndis*) com 8 anos de idade, e com espaçamento de 3 m x 3 m sobre Latossolo Amarelo Álico textura arenosa, aqui denominada de Arenosa ou São Militão. As características das áreas experimentais estão apresentadas na Tabela 1- em anexo.

Segundo a classificação proposta por Köppen, o clima pertence ao tipo Am, possuindo características intermediárias entre Af e Aw, cujo regime pluviométrico define uma curta estação seca. A precipitação anual é de 2.115 mm, variando de 290 mm no mês de maio a 41 mm no mês de outubro, com uma distinta estação seca entre os meses de setembro e novembro. A temperatura média anual é de 26,4 °C (Corrêa *et al.*, 1989).

O Latossolo Amarelo Álico textura argilosa e o Latossolo Amarelo Álico textura arenosa, são limitantes no aspecto nutricional para o desenvolvimento das plantas, pois além de apresentar concentrações baixas de nutrientes, apresentam uma saturação de bases com baixa disponibilidade de nutrientes e uma acidez elevada que favorece a disponibilidade do alumínio no solo, como mostra a saturação por alumínio (Tabela 2 – em anexo).

2.2.2- Metodologia

O experimento foi implantado na área denominada Morro do Felipe (Latossolo Amarelo Álico textura argilosa) e no São Militão (Latossolo Amarelo Álico textura arenosa), onde se manteve a distância de 50 m entre as parcelas e penetrou-se 80 m a partir da estrada vicinal para dentro das florestas plantadas e nativas, para evitar o efeito de bordadura (Figura 1). Instaladas as parcelas de 6 m x 6 m (36 m²), foram alocadas 4 (quatro) bandejas de 0,5 m² (1 m x 0,5 m) de recepção, suspensas a 5 cm do solo, construídas em madeira e tela de nylon, com seu respectivo número de identificação, para coleta de serapilheira.

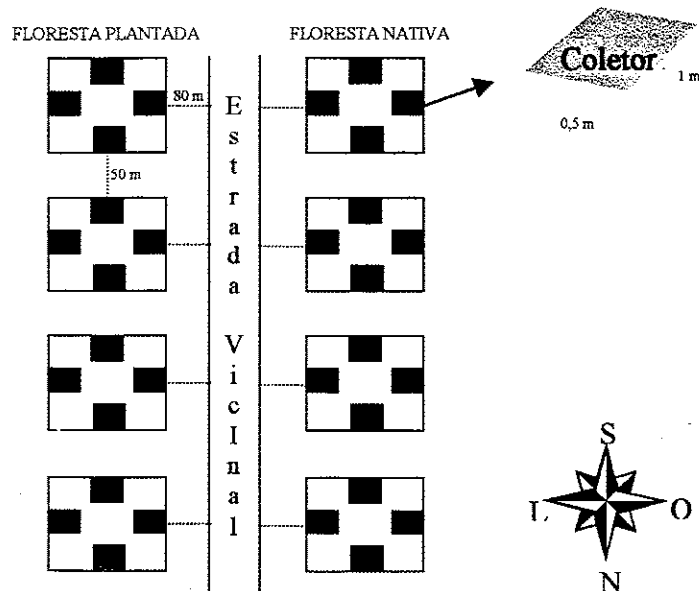


Figura 1 - Representação esquemática da área experimental no Morro do Felipe e no São Militão nas áreas da Empresa Jari Celulose S/A, para a coleta de serapilheira.

O período das coletas se estendeu de dezembro de 1999 a novembro de 2000, abrangendo 12 coletas em intervalos de 30 dias. Os materiais das coletas foram submetidos as seguintes operações no Laboratório da Empresa Jari Celulose S/A:

- Secagem definitiva: Os sacos contendo o material foram submetidas a uma secagem em estufa a 70 °C até seu peso constante;
- Separação em frações: O material coletado das quatro bandejas de cada parcela foram separados manualmente em: folhas, ramo/galho e órgão reprodutivos;
- Pesagem: Foi realizada a pesagem individual de cada fração em balança de precisão de 0,1 g.

2.2.3- Análise Estatística

Para avaliar a diferença da deposição de serapilheira entre o plantio de *Eucalyptus* e a Floresta Tropical, foi utilizado o programa SAS System for Windows (1990), onde foi usado o procedimento GLM, no qual é um dos caminhos para se efetuar a análise de variância para dados incompletos, visto que, foram perdidos algumas amostras, em circunstância do desaparecimento de alguns coletores nas áreas experimentais, sendo utilizado também o Teste de Duncan, para mostrar as diferenças entre as médias do plantio e da floresta tropical. Entretanto, para avaliar a diferença

estatística da deposição de serapilheira entre os plantios em solo argiloso e arenoso, assim como a diferença da deposição entre a floresta tropical em solo argiloso e arenoso foi utilizado o teste t.

2.3 - RESULTADOS

2.3.1 - Quantidade de serapilheira acumulada entre os tipos de coberturas

As quantidades médias totais de material recolhido nos coletores, assim como a composição percentual das frações, durante 1 ano de observação são apresentadas na Tabela 3.

A quantidade total de serapilheira foi significativamente maior ($p > 0,01$) em floresta tropical do que em plantio de *Eucalyptus*, onde em solo arenoso a floresta tropical acumulou $14,3 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ enquanto que o plantio acumulou $6,3 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ (um decréscimo de 56%) e em solo argiloso, a produção de serapilheira da floresta tropical ($9,6 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$) também foi significativamente maior ($p > 0,01$) em relação ao plantio de *Eucalyptus* ($7,7 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$), havendo um decréscimo de 21%.

Tabela 3 - Média anual de serapilheira separada em folhas, galhos e órgãos reprodutivos ($\pm$ desvio padrão) em áreas de floresta natural e plantações de *Eucalyptus grandis x urophylla* em solo argiloso e arenoso, localizada nas áreas da Empresa Jari Celulose S/A, Amazônia Oriental.

Peso seco dos componentes da serapilheira				
	Folhas	Galhos	Órgãos Reprodutivos	Total
	-----($\text{kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$)-----			
Solo arenoso				
Floresta nativa	7453 (± 176) a (52%)	6437 (± 746) a (45%)	448 (± 45) a (3,7%)	14338 (± 850) a
<i>Eucalyptus grandis x urophylla</i>	3238 (± 64) b (51%)	2966 (± 244) a (47%)	92 (± 8) b (1,5%)	6296 (± 257) b
Solo argiloso				
Floresta nativa	6142 (± 213) a (64%)	3243 (± 305) a (34%)	263 (± 33) a (2,7%)	9648 (± 463) a
<i>Eucalyptus grandis x urophylla</i>	4700 (± 67) b (61%)	2868 (± 185) a (37%)	100 (± 9) b (1,3%)	7668 (± 217) b

Valores acompanhados com a mesma letra dentro de uma mesma coluna e tipo de solo não são significativamente diferentes ($p > 0,01$) pelo teste de Duncan

Em solo argiloso, a serapilheira da fração folhas foi em torno de 60% do total para a floresta tropical e a plantação de *Eucalyptus*. Embora a proporção de serapilheira da fração folhas em solo arenoso tenha sido similar para os dois tipos de coberturas (51% e 52% para eucalipto e nativa, respectivamente), a sua quantidade foi, em média, 10% menor, enquanto que a média da serapilheira do

material lenhoso tenha aumentado na mesma proporção (Figura 2). A fração galhos foi a única a não mostrar diferenças significativas na taxa de produção em ambos os tipos de vegetação e solo (Tabela 3).

Em relação à fração órgãos reprodutivos, a produção de serapilheira foi significativamente maior em floresta tropical do que em plantios de *Eucalyptus*, não importando o tipo de solo (Tabela 3). Em solo arenoso, a deposição desta fração foi quase 5 vezes maior na floresta tropical (448 kg ha^{-1}) do que no plantio (92 kg ha^{-1}).

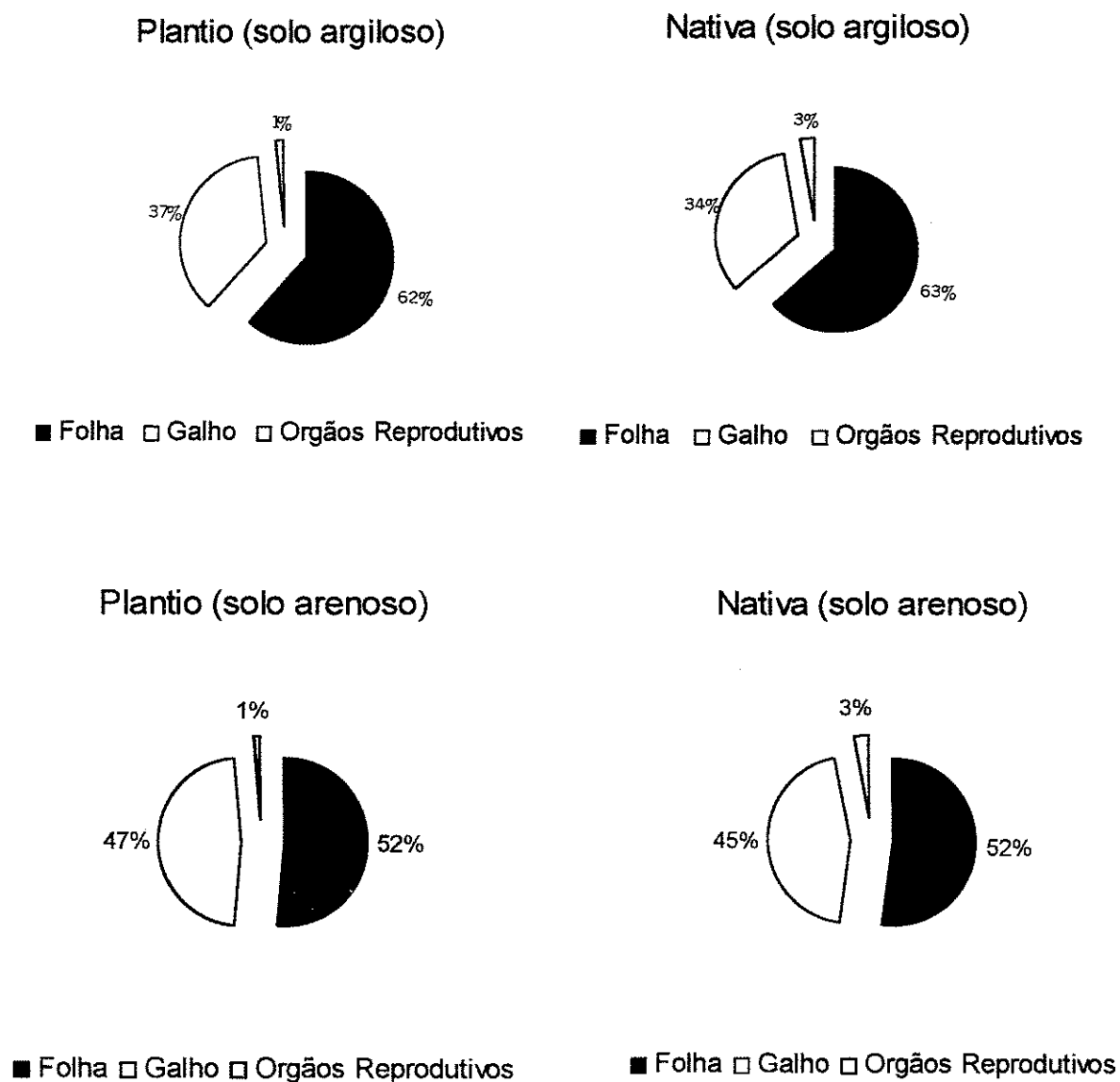


Figura 2 – Proporção de cada fração em relação à serapilheira total do plantio de *Eucalyptus grandis x urophylla* e floresta nativa, em solos argiloso e arenoso, na Amazônia Oriental

2.3.2 – Quantidade mensal de serapilheira em relação aos tipos de solos.

Comparando as florestas nativas, durante um ano de observação, a produção média mensal de serapilheira em solo arenoso ($1194,9 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$) foi significativamente maior do que em solo argiloso ($867,2 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$), havendo um decréscimo de 33%. Ao mesmo tempo, a produção média mensal de serapilheira em plantios de *Eucalyptus* foi significativamente maior em solo argiloso ($639,1 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$) comparado com solo arenoso ($527,4 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$), ocorrendo um aumento de 22% (Tabela 4).

Tabela 4 – Produções médias mensais de serapilheira de *Eucalyptus grandis* x *urophylla* e floresta nativa em solos argiloso e arenoso, na Amazônia Oriental.

Vegetacao	Tipo de solo	Peso seco dos componentes da serapilheira ($\text{kg ha}^{-1} \text{ mês}^{-1}$)			
		Folhas	Galhos	O.Reprodutivos	Total
<i>Eucalyptus</i>	Argiloso	392 a	239 a	8 a	639 a
	Arenoso	271 b	249 a	8 a	527 b
Nativa	Argiloso	552 a	292 a	24 a	867 a
	Arenoso	621 b	536 a	37 b	1195 b

Valores acompanhados com a mesma letra dentro de uma mesma coluna e tipo de vegetação não são significativamente diferentes ($p > 0,01$) pelo teste de t.

2.3.3 - Sazonalidade

2.3.3.1 - Fração Folhas

No caso da floresta nativa, o período de maior queda da fração folhas ocorrem durante a estação seca que vai de agosto a novembro (Figura 3A), para os solos arenoso e argiloso. Os valores máximo e mínimo observados para o sítio arenoso (Tabela 5) foram de $1,5 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ em agosto e $0,2 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ em março, representando um decréscimo de 87%. Enquanto que o máximo e mínimo em solo argiloso foram $1,0 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ em novembro e $0,2 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ em abril, representando um decréscimo de 80% (Tabela 6).

Nos plantios de *Eucalyptus*, houve uma tendência de maior queda de serapilheira da fração folhas durante a estação quente e chuvosa (Figura 3A), sendo $0,7 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ em maio e $0,04 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ em dezembro os valores de máximo e mínimo, respectivamente, observados no plantio de eucalipto em solo arenoso (Tabela 7). Valores similares, de máximo e mínimo também foram encontrados em solo argiloso, sendo $0,9 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ em março e $0,1 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ em novembro, respectivamente. (Tabela 8).

2.3.3.2 - Fração Ramos/Galhos

Para os dois ecossistemas estudados (plantio de *Eucalyptus* e floresta nativa) nos dois tipos de solos (arenoso e argiloso), o padrão de sazonalidade da fração galhos (Figura 3B) não é tão evidente quanto para a fração folhas (Figura 3A). No entanto, observa-se que no mês de março ($1469 \text{ kg ha}^{-1} \text{ mês}^{-1}$) para floresta tropical em solo argiloso e no mês de dezembro ($3266 \text{ kg ha}^{-1} \text{ mês}^{-1}$) para floresta tropical em solo arenoso, obteve-se uma alta produção deste componente, que resultou da queda de grandes galhos nos coletores e influenciou numa elevada quantidade desta fração nestes períodos.

2.3.3.3 - Fração Órgãos reprodutivos

Em relação à queda de serapilheira da fração órgãos reprodutivos, nota-se que sua produção variou durante grande parte do ano (Figura 3C) para as florestas tropicais em solo argiloso e arenoso, mostrando maiores quantidades de sua produção durante os meses de maiores precipitações, com exceção do mês de julho na floresta nativa em solo arenoso (Tabela 5) em que esta fração alcançou a maior deposição ($125 \text{ kg ha}^{-1} \text{ mês}^{-1}$). Nos plantios de *Eucalyptus*, observa-se uma produção contínua de órgãos reprodutivos durante grande parte do ano, mas com maiores intensidades de sua queda durante o período chuvoso ao início do período seco que vai de fevereiro a agosto (Tabelas 7 e 8).

Tabela 5 - Valores médios em kg ha^{-1} com seu respectivo desvio padrão, de produção de serapilheira total, por fração e a composição percentual das frações para a floresta nativa, em solo arenoso, na Amazônia Oriental.

Meses	Frações (kg ha^{-1})			
	Folha	Galho	Órgão Reprodutivo	TOTAL
nov-99	571 ± 191	126 ± 116	70 ± 83	767 ± 198
dez-99	474 ± 118	3266 ± 5951	57 ± 59	3797 ± 6051
jan-00	218 ± 138	95 ± 86	24 ± 29	337 ± 248
fev-00	284 ± 131	306 ± 331	74 ± 104	664 ± 492
mar-00	213 ± 46	222 ± 234	35 ± 44	469 ± 256
abr-00	218 ± 74	111 ± 73	31 ± 48	359 ± 117
mai-00	553 ± 221	402 ± 408	16 ± 22	971 ± 371
jun-00	698 ± 167	293 ± 235	10 ± 17	1001 ± 375
jul-00	696 ± 226	150 ± 135	125 ± 124	971 ± 431
ago-00	1547 ± 255	546 ± 524	6 ± 8	2099 ± 688
set-00	1158 ± 361	620 ± 393	0 ± 0	1778 ± 496
out-00	824 ± 185	301 ± 471	0 ± 0	1125 ± 473
TOTAL	7454 ± 176	6438 ± 746	448 ± 45	14338 ± 850
%	52	45	3	100

Tabela 6- Valores médios em kg ha⁻¹ com seu respectivo desvio padrão, de produção de serapilheira total, por fração e a composição percentual das frações para a floresta nativa, em solo argiloso, na Amazônia Oriental.

Meses	Frações (kg ha ⁻¹)			TOTAL
	Folha	Galho	Órgão Reprodutivo	
nov-99	956 ± 502	159 ± 150	12 ± 17	1126 ± 569
dez-99	551 ± 234	131 ± 113	49 ± 57	731 ± 298
jan-00	280 ± 139	70 ± 35	27 ± 29	377 ± 199
fev-00	318 ± 125	110 ± 80	38 ± 58	465 ± 179
mar-00	267 ± 71	1469 ± 2104	33 ± 48	1769 ± 2109
abr-00	241 ± 72	128 ± 99	55 ± 109	424 ± 183
mai-00	384 ± 102	263 ± 255	22 ± 38	669 ± 290
jun-00	640 ± 297	429 ± 389	7 ± 11	1076 ± 505
jul-00	579 ± 196	165 ± 121	0 ± 0	745 ± 248
ago-00	720 ± 384	84 ± 97	7 ± 7	812 ± 453
set-00	434 ± 188	109 ± 95	6 ± 11	549 ± 214
out-00	771 ± 240	126 ± 118	8 ± 9	905 ± 303
TOTAL	6141 ± 213	3243 ± 305	264 ± 33	9648 ± 463
%	63	34	3	100

Tabela 7- Valores médios em kg ha⁻¹ com seu respectivo desvio padrão, de produção de serapilheira total, por fração e a composição percentual das frações, para o plantio do híbrido *Eucalyptus urophylla x grandis*, em solo arenoso, na Amazônia Oriental.

Meses	Frações (kg ha ⁻¹)			TOTAL
	Folha	Galho	Órgão Reprodutivo	
nov-99	64 ± 44	226 ± 384	4 ± 4	293 ± 391
dez-99	40 ± 9	137 ± 134	11 ± 11	187 ± 137
jan-00	99 ± 52	33 ± 20	4 ± 6	137 ± 74
fev-00	224 ± 163	206 ± 211	25 ± 28	455 ± 379
mar-00	229 ± 61	119 ± 105	4 ± 4	351 ± 106
abr-00	514 ± 87	132 ± 107	6 ± 6	651 ± 149
mai-00	667 ± 92	160 ± 159	5 ± 4	832 ± 225
jun-00	366 ± 46	239 ± 227	10 ± 9	614 ± 243
jul-00	282 ± 53	261 ± 199	7 ± 7	550 ± 208
ago-00	557 ± 77	537 ± 297	7 ± 7	1101 ± 185
set-00	107 ± 32	806 ± 1010	7 ± 5	920 ± 907
out-00	90 ± 49	113 ± 75	2 ± 3	205 ± 74
TOTAL	3239 ± 64	2969 ± 244	92 ± 8	6296 ± 252
%	52	47	1	100

Tabela 8- Valores médios em kg ha⁻¹ com seu respectivo desvio padrão, de produção de serapilheira total, por fração e a composição percentual das frações, para o plantio do híbrido *Eucalyptus urophylla x grandis*, em solo argiloso, na Amazônia Oriental.

Meses	Frações (kg ha ⁻¹)			TOTAL
	Folha	Galho	Órgão Reprodutivo	
nov-99	137 ± 28	7 ± 3	0 ± 0	144 ± 28
dez-99	162 ± 26	114 ± 100	3 ± 5	278 ± 115
jan-00	217 ± 98	84 ± 47	3 ± 5	304 ± 137
fev-00	398 ± 54	138 ± 136	12 ± 9	547 ± 154
mar-00	876 ± 66	151 ± 127	9 ± 8	1036 ± 137
abr-00	864 ± 98	144 ± 142	15 ± 12	1023 ± 189
mai-00	650 ± 132	252 ± 260	19 ± 22	921 ± 365
jun-00	309 ± 46	321 ± 166	12 ± 10	643 ± 176
jul-00	197 ± 41	286 ± 256	13 ± 27	497 ± 263
ago-00	548 ± 135	607 ± 306	13 ± 8	1169 ± 324
set-00	145 ± 34	514 ± 435	2 ± 3	660 ± 436
out-00	197 ± 48	251 ± 240	1 ± 1	448 ± 274
TOTAL	4700 ± 67	2869 ± 185	102 ± 9	7670 ± 217
%	62	37	1	100

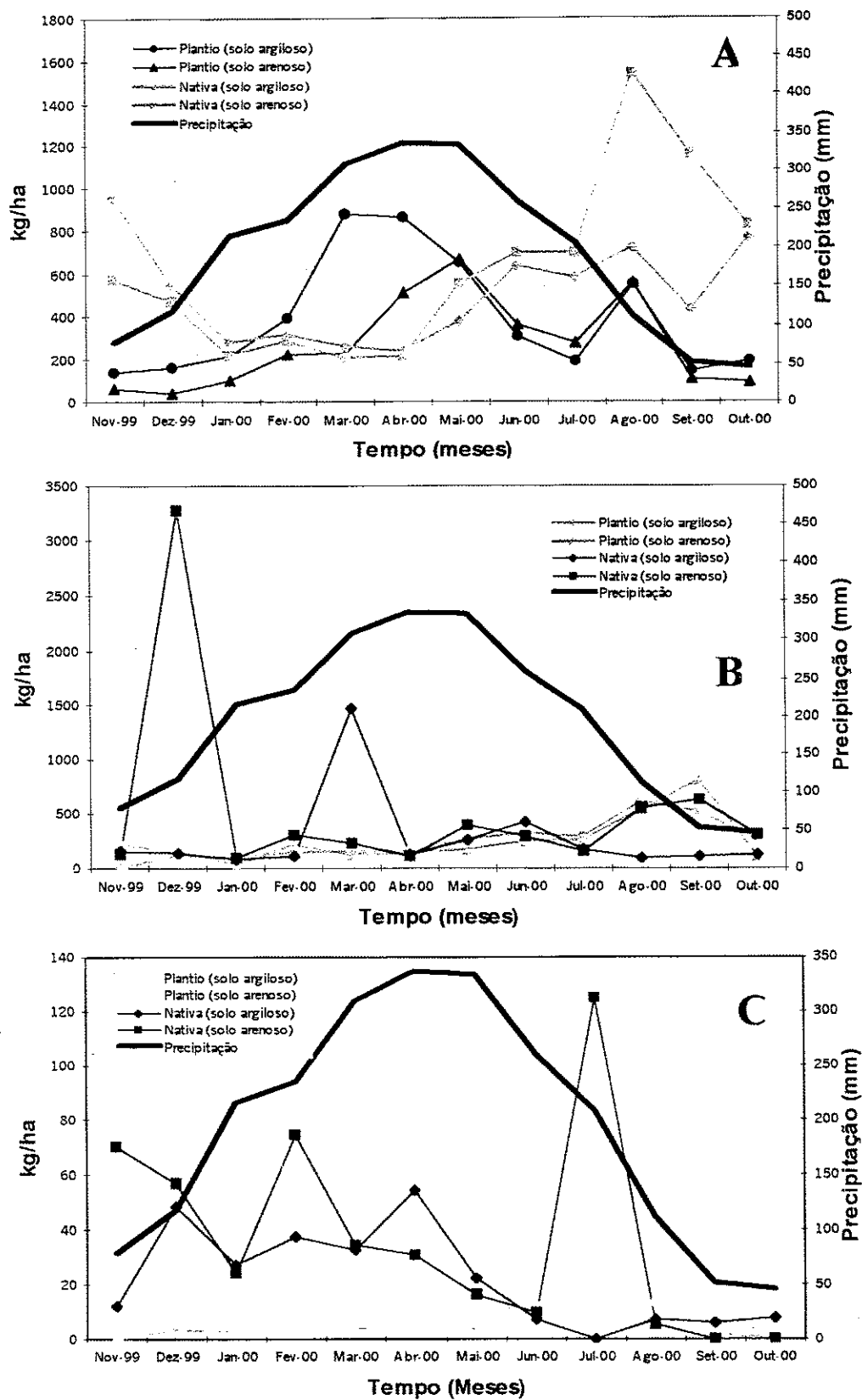


Figura 3- Produções mensais das frações folhas (A), ramos/galhos (B) e órgãos reprodutivos (C) da serapilheira de *Eucalyptus grandis x urophylla* e floresta nativa, em solos argiloso e arenoso, na Amazônia Oriental.

2.4 - DISCUSSÃO

2.4.1 - Quantidade de serapilheira entre os tipos de coberturas

A produção de serapilheira em florestas tropicais encontradas nesse estudo são maiores do que a maioria dos estudos conhecidos na Amazônia brasileira, mas estes resultados são equivalentes aos obtidos por Klinge (1977) em Belém e Scott *et al.* (1992) em Roraima. Estando dentro da amplitude encontrada para as florestas de terra firme em qualquer lugar da Amazônia e partes vizinhas da América do Sul (Tabela 9). Os resultados obtidos nos plantios de *Eucalyptus* também mostram-se dentro dos valores encontrados por outros autores em diversas partes do mundo (Tabela 10).

A maior deposição da serapilheira em floresta tropical do que em plantio de *Eucalyptus*, pode ser explicada devido às florestas tropicais possuírem além de uma grande diversidade de espécies por unidade de área (Wadsworth, 1997), possuírem também uma maior área basal ($30,05 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ em solo argiloso e $73,05 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ em solo arenoso) do que o plantio ($21,5 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ em solo argiloso e $15,9 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ em solo arenoso).

Outros autores, também observaram que a área basal foi o principal fator que determinou a quantidade de deposição da serapilheira em talhões de *Pinus taeda* (Gresham, 1982) e, em uma floresta estacional semidecídua montana (Dias e Oliveira Filho, 1997).

Estes resultados também estão de acordo com o trabalho de Carpanezzi (1980), onde em um estudo semelhante, encontrou uma produção maior de serapilheira em floresta nativa ($10,5 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$) do que em plantação de *Eucalyptus saligna* ($7,5 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$), relatando indícios da existência de uma relação entre a deposição foliar e a área basal em *Eucalyptus* de alta produtividade no interior do Estado de São Paulo.

A fração folhas teve expressiva participação na composição da serapilheira total nos ecossistemas de *Eucalyptus* e de floresta nativa. Os valores obtidos no presente estudo estão próximos aos 61% apresentados para floresta de terra firme no Estado de Roraima (Barbosa e Fearnside, 1996), e aos 59% apresentados por Crockford e Richardson (1998), para plantações de *Pinus* no sudeste da Austrália.

Em relação à fração órgão reprodutivos, a produção de serapilheira foi consideravelmente maior na floresta nativa do que nos plantios de *Eucalyptus*, não importando o tipo de solo. Tal fato pode ser explicado pela presença de um maior número e a uma maior densidade de espécies na floresta tropical (Wadsworth, 1997) e seus diferentes ritmos fenológicos (Fassbender e Grimm, 1981).

2.4.2 - Quantidade de serapilheira em relação ao tipo de solo

Nota-se, entre as florestas nativas estudadas, que a deposição em solo arenoso chegou a ser quase duas vezes maior do que em solo argiloso. A área basal da floresta tropical em solo

arenoso ($73 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$) é cerca de 2,4 vezes maior que a área basal da floresta tropical em solo argiloso ($30 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$). A área basal, portanto, é o principal fator determinante da quantidade de serapilheira como foi reportada por Dias e Oliveira Filho (1997), onde a produção de serapilheira correlacionou-se significativa e positivamente com o número de indivíduos e com a área basal de *Copaifera langsdorffii* e de *Xylopia brasiliensis*, em Lavras, Minas Gerais.

A deposição média mensal de serapilheira em plantios de *Eucalyptus* foi significativamente maior ($p > 0,01$) em solo argiloso ($639,04 \text{ kg ha}^{-1} \text{ mês}^{-1}$) do que em solo arenoso ($527,42 \text{ kg ha}^{-1} \text{ mês}^{-1}$), o mesmo acontecendo para a deposição da fração folhas. No entanto, nota-se uma maior densidade de indivíduos e uma maior área basal no plantio de *Eucalyptus* em solo argiloso do que no plantio em solo arenoso, o que com certeza pode ter influenciado na produção de serapilheira, visto que, vários autores tem ressaltado que a densidade de plantios (Lodhiyal *et al.*, 1994; Rao e Gill, 1995; Garg, 1997; Gonzalez-Arias, 1998; Grigg e Mulligan, 1999) e área basal (Carpanezzi, 1980; Gresham, 1982) são os principais fatores determinantes da quantidade de serapilheira.

2.4.3 - Sazonalidade

2.4.3.1 - Fração Folhas

Os estudos indicaram que no caso das florestas nativas, o período de maior queda da fração folhas ocorreu durante a estação seca que vai de agosto a novembro, para os solos arenoso e argiloso. O que provoca um acúmulo temporário de detritos vegetais sobre o solo, uma vez que a decomposição é sensivelmente mais demorada neste período do ano (Luizão, 1982). Outros autores, como Songwe *et al.* (1988) em Camarões, África; Dantas e Phillipson (1989), em Capitão Poço, Pará; Boinskis (1989), na Costa Rica; Scott *et al.* (1992) na ilha de Maracá, Roraima; Smith *et al.* (1998) em Curuá-Una, Pará e Sizer *et al.* (2000) em Manaus, também encontraram maior produção de serapilheira durante os meses mais secos do ano. Em geral, para as florestas tropicais estacionais, o pico de deposição de serapilheira é esperado no período da estação seca, o que seria ocasionado pelo déficit hídrico observado nesta época (Scott *et al.*, 1992; César, 1993; Barbosa e Fearnside, 1996). Outros autores têm associado as altas taxas de produção de serapilheira no início da estação seca com os ventos (Alvarez-Sanchez e Sada, 1993; no México) e trovões (Luizão, 1989; em Manaus). Mas, a causa principal da liberação das folhas das árvores neste período, está mais associada a transpiração, pois a elevada temperatura e a existência de uma baixa disponibilidade de água no solo, provocam um aumento da transpiração das folhas, fazendo com que as árvores liberem as folhas para o solo, como forma de sobrevivência (Neto *et al.*, 2001).

Nos plantios de *Eucalyptus*, houve uma tendência de maior queda de serapilheira da fração folhas durante a estação quente e chuvosa (Figura 3A). A elevação da temperatura é o mais provável fator ambiental que pode desencadear o crescimento intenso de gemas dos *Eucalyptus* nos períodos

de deposição mais intensa (Carpanezzi, 1980; Schumacher, 1992). Embora, em um talhão de *Nothofagus pumilio* na região de Magallanes (Chile), foi encontrado uma alta contribuição da serapilheira no outono, onde aproximadamente 50% da quantidade total coincidia com período da queda massiva de folhas, uma importante contribuição também foi encontrada durante o verão (37%) atribuído principalmente a ação das chuvas que ocorrem neste período, onde provocam a abscisão prematura das folhas já senescentes (Caldentey *et al.*, 2001).

O mesmo padrão de resposta no verão também foi encontrado em um talhão de *Eucalyptus saligna* em Agudos, São Paulo, sendo relacionado a este fato, a elevação de temperatura cujo estímulo induziu a produção de folhas novas, com desvio de materiais antes destinados as folhas adultas, provocando a senescência e queda dessas ultimas (Poggiani, 1985). O pico de serapilheira no verão também foi reportado em florestas naturais de *Eucalyptus* (Hart, 1995; Specht, 1996) e em plantações florestais (George e Varghese, 1990; Toky e Singh, 1993), mesmo que a água não tenha sido limitante, o pico de serapilheira continuou no verão (Guo, 1998). Assim, a serapilheira parece ser afetada mais pela temperatura do que pela precipitação, como tem sido reportada por Attiwill *et al.* (1978), onde a queda de todos os componentes da serapilheira de florestas temperadas de *Eucalyptus* são dominantes no verão e estão relacionadas principalmente ao crescimento e ao stress fisiológico. No entanto, Grigg e Mulligan (1999) estudando a produção de serapilheira de dois *Eucalyptus* em Queensland, observaram, por meio de regressão, uma relação entre a taxa de serapilheira e a precipitação anual, na qual houve tendência de um decréscimo de serapilheira em duas comunidades de *Eucalyptus* com o aumento da aridez.

2.4.3.2 - Fração Ramos/Galhos

Neste estudo, não se evidenciou um padrão de sazonalidade marcante para a fração ramos/galhos para florestas tropicais e plantios de *Eucalyptus*, nos solos arenoso e argiloso.

Em uma floresta de terra firme no Estado de Roraima, Barbosa e Fearnside (1996) também não encontraram diferença significativa da deposição de material lenhoso entre a estação seca ($0,5 \text{ g m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$) e a estação chuvosa ($0,8 \text{ g m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$). Outros autores também encontraram o mesmo padrão de resposta (Dellittii, 1984; Haase, 1999; Caldentey *et al.*, 2001), relatando que a queda deste componente está mais associada a efeitos mecânicos de ventos e intensidades de chuvas que promovem a quebra e o deslizamento do material suspenso.

Analisando os resultados de Correa *et al.* (1997), também pôde ser observada a não existência de um padrão de sazonalidade marcante para a fração ramos/galhos de um plantio de *Eucalyptus citriodora* no município de Barcarena, Pará, Brasil.

2.4.3.3 - Fração órgãos reprodutivos

Em florestas tropicais, ocorreram maiores deposições de serapilheira das frações órgãos reprodutivos (flores, frutos, sementes) durante o período que se constitui de precipitações elevadas, havendo também picos de deposição no período seco (Figura 3C). Entretanto, conforme trabalho de Alvarez-Sanchez e Sada (1993) e de Sanchez e Alvarez-Sanchez (1995) em florestas tropicais de Los Tuxtlas, México, observaram que a queda de frutos ocorreu durante a estação chuvosa e a queda de flores ocorreu durante o período seco. Dessa forma, como os frutos se caracterizam, em geral, por um peso superior ao das flores, é justificável a ocorrência de maiores quedas dos órgãos reprodutivos desse estudo durante a estação chuvosa.

Segundo White (1994), o padrão de queda de frutos na Reserva de Cope, Gabão, depende do modo de dispersão das espécies, parecendo haver uma tendência de baixa produção na estação seca, com um ou mais picos na estação chuvosa. Mesmo padrão de deposição de órgãos reprodutivos no período chuvoso, também foram observados por Scott *et al.* (1992) em uma floresta de terra firme na Ilha de Maracá, Roraima e por Smith *et al.* (1998) em uma floresta nativa em Curuá-una, Pará.

Entretanto, o padrão de deposição deste componente está mais associado às diferenças de espécies encontradas nas diferentes florestas tropicais (Cuevas e Medina, 1986) e seus diferentes ritmos fenológicos (Fassbender e Grimm, 1981).

Nesse estudo, a queda da fração órgãos reprodutivos nos plantios de *Eucalyptus* ocorreu do período chuvoso ao início do período seco, sendo também encontrado mesmo padrão de resposta por Grigg e Mulligan (1999), em uma floresta de *Eucalyptus populnea* em Queensland, Austrália, o que mostra a fenologia desta espécie.

Tabela 9 – Quantidade de serapilheira em florestas tropicais de diversas partes do mundo

Tipo de Floresta	Local	Serapilheira (t ha⁻¹ ano⁻¹)	Fonte
Floresta Amazônica	Manaus/Brasil	7,4	Klinge e Rodrigues (1968)
Floresta de terra firme	Manaus/Brasil	5,6	Klinge (1977)
Floresta de terra firme	Belém/Brasil	8,0	
Floresta de várzea	Belém/Brasil	7,5	
Floresta montana	Venezuela	7,0	Fassbender e Grimm (1981)
Floresta de terra Firme	Tucuruí/Brasil	6,7	Silva (1984)
Floresta Tropical	Venezuela	7,6	Cuevas e Medina (1986)
Floresta Primária	Belém/Brasil	8,1	Dantas (1986)
Floresta tropical	Suriname	9,3	Poels (1987)
Floresta primária	Capitão Poço	8,0	Dantas e Phillipson (1989)
Floresta tropical	Manaus/Brasil	8,3	Luizão (1989)
Floresta tropical	Manaus/Brasil	7,4	
Floresta Amazônica	Maracá/Roraima	9,3	Scott <i>et al.</i> (1992)
Floresta Amazônica	Apiaú/Roraima	9,2	Barbosa e Fearnside (1996)
Floresta Atlântica	SP/Brasil	6,1	Custodio Filho <i>et al.</i> (1996)
Floresta tropical	MG/BR	8,8	Haase (1999)
Floresta Decídua	MG/BR	4,9	
Floresta Decídua	MG/BR	5,1	
Floresta Semi-decídua	MG/BR	7,5	
Floresta Semi-decídua	MG/BR	7,7	
Floresta Tropical	Manaus/BR	8,3	Sizer <i>et al.</i> (2000)
Floresta Amazônica	PA/BR	9,7	Presente estudo
Floresta Amazônica	PA/BR	14,4	

Tabela 10 – Quantidade de serapilheira em plantios do gênero *Eucalyptus* em diversas partes do mundo.

Tipo de Floresta	Local	Serapilheira (t ha ⁻¹ ano ⁻¹)	Fonte
<i>Eucalyptus grandis x urophylla</i>	PA/BR	7,7	Presente estudo
<i>Eucalyptus grandis x urophylla</i>	PA/BR	6,3	
<i>Eucalyptus robusta</i>	Porto Rico	5,4	Parrota (1999)
<i>E. saligna</i>	Porto Rico	13,2	Cuevas e Lugo (1998)
<i>E. cf. patentinervis</i>	Porto Rico	11,1	
<i>E. saligna</i>	Hawaii	10,3	Binkley e Ryan (1998)
<i>E. citriodora</i>	PA/BR	2,6	Correa et al.. (1997)
<i>E. grandis</i>	Brasil	2,8	Froupe et al.. (1997)
<i>E. rossii</i> , <i>E. mannifera</i> , <i>E. macrorhyncha</i> e <i>E. melliodora</i>	Austrália	3,3	Crockford e Richardson (1998)
<i>E. citriodora</i>	MG/BR	18,5	Fonseca et al.. (1993)
<i>E. paniculata</i>		24,3	
<i>E. Camaldulensis</i>	SP/BR	7,2	Schumacher (1992)
<i>E. grandis</i>		3,1	
<i>E. torelliana</i>		5,8	
<i>E. saligna</i>		4,2	
<i>E. saligna</i>		4,3	
<i>E. saligna</i>	SP/BR	4,5	Poggiani et al.. (1984)
<i>E. grandis</i>		3,9	
<i>E. grandis</i>		3,9	
<i>E. grandis</i>		3,7	
<i>E. saligna</i>	SP/BR	7,5	Carpanezzi (1980)

2.5 - CONCLUSÕES

1. A quantidade de serapilheira foi significativamente maior na floresta nativa estudada do que no plantio de *Eucalyptus* em ambos os solos argiloso e arenoso. Entretanto, entre florestas tropicais, a produção de serapilheira foi significativamente maior em solo arenoso do que em solo argiloso. O contrário ocorreu entre os plantios, onde a produção de serapilheira foi significativamente maior em solo argiloso do que em solo arenoso.

2. A fração folhas representou a maior porção em relação ao total de serapilheira produzida, seguido de galhos e órgãos reprodutivos para ambos os tipos de coberturas e de solos. A fração folhas também mostrou sazonalidade marcante, onde florestas tropicais tenderam a produzir serapilheira foliar com maior intensidade durante a estação seca e os plantios de *Eucalyptus* durante a estação quente e chuvosa.
3. A fração galhos, não mostrou um padrão sazonal tão evidente. No entanto, em ambos os solos, a floresta tropical apresentou maiores deposições da fração órgãos reprodutivos durante os meses de maiores precipitações e o plantio de *Eucalyptus* teve uma produção contínua durante o ano, mas com maior intensidade durante o período chuvoso até o início do período seco.

2.6 - BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

ALVAREZ-SANCHEZ, J.; SADA, S. G. Litterfall Dynamics in a Mexican Lowland Tropical Rain Forest. **Tropical Ecology**, v.34, n. 2, p.127-142. 1993.

ATTIWILL, P. M. GUTHRIE, H. B.; LEUNING, R. Nutrient Cycling in a *Eucalyptus obliqua* (L'Herit) forest. I. Litter production and nutrient return. **Aus. J. Bot.**, v. 26 p. 79-91. 1978.

BARBOSA, R. I.; FEARNSIDE, P. M. Carbon and nutrient flows in an Amazonian forest: Fine litter production and composition at Apiaú, Roraima, Brazil. **Tropical Ecology**, v.37, n.1, p. 115-125. 1996.

BINKLEY, D.; RYAN, M. G. Net primary production and nutrient cycling in replicated stands of *Eucalyptus saligna* e *Albizia facaltaria*. **Forest Ecology and Management**. v. 112, p.79-85. 1998.

BOINSKIS, S. Seasonal patterns in a tropical lowland forest. **Biotropica**. v.21, n.3. p. 223-233, 1989.

CALDENTEY, J.; IBARRA, M.; HERNÁNDEZ, J. Litter fluxes and decomposition in *Nothofagus pumilo* stands in the region of Magallanes, Chile. **Forest Ecology and Management**, v.148, p. 145-157. 2001.

CARPANEZZI, A. P. Deposição de material orgânico e nutrientes em uma floresta natural e em uma plantação de eucaliptos no interior do Estado de São Paulo. 1980. Piracicaba. 107 p. Dissertação (Mestrado). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1980.

CESAR, O. Produção de serapilheira na mata mesófila semidecídua da fazenda Barreiro Rico, Município de Anhembi, SP. **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v.53, n. 4, p. 671-681. 1993.

CHEN, G. X.; YU, K. W.; LIAO, L. P.; XU, G. S. Effect of human activities on forest ecosystems: N cycle and soil fertility. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v. 57, p.217-54, 2000.

CORRÊA, J. J. L.; JACOMINE, P. K. T.; SANTOS, R. D. dos. 1989. **Solos do Jari**. 128p.

CORRÊA, C. A.; OLIVEIRA, F. A.; DIAS, A. C. C. P. Fluxo de liteira e teores de nutrientes de eucalipto (*Eucalyptus citriodora* Hook) em um ecossistema da Amazônia Oriental. **Boletim da Faculdade de Ciências Agrárias do Pará**, Belém, n. 27, p. 89-103, jan./jun. 1997.

CORREIA, M. E. F.; ANDRADE, A. G. Formação de serapilheira e ciclagem de nutrientes. In: SANTOS, G. A. e CAMARGO, F. A. O. (ed.). **Fundamentos da matéria orgânica: ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre: Gênesis, 1999. p.197-220.

CROCKFORD, R. H.; RICHARDSON, D. P. Litterfall, litter and associated chemistry in a dry sclerophyll eucalypt forest and a pine plantation in south-eastern Austrália: 1. Litterfall and litter. **Hydrological Processes**. v. 12 p.365-384. 1998.

CUEVAS, E.; LUGO, A. E. Dynamics of organic matter and nutrient return from litterfall in stands of ten tropical tree plantation species. **Forest Ecology and Management**, v.112, p. 263-279. 1998.

CUEVAS, E.; MEDINA, E. Nutrient dynamics within Amazonian Forest ecosystems 1: nutrient flux in fine litterfall and efficiency of nutrient utilization. **Oecologia**, v. 68, p. 466-472. 1986.

CUSTODIO FILHO, A.; FRANCO, G. A. D. C.; POGGIANI, F.; DIAS, A. C. Produção de Serapilheira e o retorno de macronutrientes em floresta pluvial Atlântica – Estação Biológica de Boracéia (São Paulo-Brasil). **Rev. Inst. Flor.** v. 8, n.1, p.1-16, 1996.

DANTAS, M. Produção de litter e seu conteúdo de nutrientes em floresta primária e secundária na Amazônia Oriental. In: Pesquisas sobre utilização e conservação do solo na Amazônia Oriental. relatório final de convênio EMBRAPA/CPATU/GTZ. Belém:EMBRAPA-CPATU, 1986, p.147-157.

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

DELITTI, W. B. C. Aspectos comparativos da ciclagem de nutrientes minerais na mata ciliar, no campo cerrado e na floresta implantada de *Pinus elliottii* Engelm. Var. *elliottii* (Mogi-Guaçu, SP). Tese (Doutorado). 299p. 1984.

DIAS, H. C. T.; OLIVEIRA FILHO, A. T. de. Variação temporal e espacial da produção de serapilheira em uma área de floresta estacional semidecídua Montana em Lavras-MG. **Revista Árvore**. Viçosa, v. 21, n.1, p.11-26. 1997.

FASSBENDER, H. W.; GRIMM, U.. Ciclos biogeoquímicos em um ecossistema forestal de los Andes occidentales de Venezuela. II. Producción y decomposición de los residuos vegetales. **Turrialba**, v.31, n. 1, p. 39-47, 1981.

FONSECA, S; BARROS, N. F; NOVAIS, R. F.; LEAL, P. G. L.; LOURRES, E. G.; FILHO, W. M. Alterações em um latossolo sob eucalipto, mata natural e pastagem. II. Propriedades orgânicas e microbiológicas. **Revista Arvore**, v.17, n. 3, p. 289-302. 1993.

FROUPE, L. C. M.; FRANCO, A. A.; FARIA, S. M.; CAMPELLO, E. F. C. Produção de serapilheira e ciclagem de nitrogênio, fósforo e potássio em plantios puros e consorciados de *Eucalyptus* e *Albizia guachapele*. Simpósio Nacional de Recuperação de Áreas Degradadas, 3, 1997, Ouro Preto. **Anais...** Ouro Preto, v. 3, p.205-214. 1997.

GARG, V. K. Litter production and nutrient concentration under high density plantation in some fuelwood species growth on sodic soils. **Indian Forester**, v. 123, n. 12, p.1155-1160. 1997.

GONÇALVES, J. L. M.; STAPE, J. L.; BENEDETTI, V.; FESSEL, V. A. G.; GAVA, J. L. Reflexos do cultivo mínimo e intensivo do solo em sua fertilidade e na nutrição de árvores. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, p. 37. 2000.

GONZÁLEZ-ARIAS, A.; AMEZAGA, I.; ECHEANDIA, A.; DOMINGO, M.; ONAINDIA, M. Effects of pollution on the nutrient return via litterfall for *Pinus radiata* plantations in the Basque Country. **Plant Ecology**, v.139, p. 247-258. 1998.

GRESHAM, C. A. Litterfall patterns in mature loblolly and longleaf stands in coastal South Carolina. **For. Sci.**, v. 28, n. 2, p. 223. 1982.

GRIGG, A. H. e MULLIGAN, D. R. Litterfall from two eucalypt woodlands in Central Queensland. **Australian Journal of Ecology**, v. 24, p. 662-64, 1999.

GUO, L. B. Nutrient cycling in *Eucalyptus* short rotation forest – sustainable production linked with networks effluent land treatment. 1998. 266 p. PhD Thesis. Massey University, Palmerston North, New Zealand, 1998.

HAASE, R. Litterfall and nutrient return in seasonally flooded and non-flooded forest of the Pantanal, Mato Grosso, Brazil. **Forest Ecology and Management**, v. 117, p. 129-147, 1999.

HART, D. M. Litterfall and decomposition in the Pilliga State Forests, New South Wales, Austrália. **Aust. J. Ecol.**, v. 20, p. 266-272, 1995.

HENESSEY, T. C. DOUGHERTY, P. M.; GREGG, B. M.; WITTEWER, R. F. Annual variation in needle fall of a loblolly pine stand in relation to climate and stand density. **Forest Ecology and Management**, v. 51, n. 4, p. 329-338. 1992.

KLINGE, H.; RODRIGUES, W. A. Litter production in a área of Amazônia terra firme Forest: part 1 – litter fall, organic carbon and total nitrogen contents of litter. **Amazoniana**, v.1, n. 4, p. 287-302. 1968.

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

LODHIYAL, L. S.; SINGH, R. P.; SINGH, S. P. Productivity and nutrient cycling in poplar stands in central Himalaya, India. **Canadian Journal of Forest Research**, v. 24, n. 6, p. 1199-1209. 1994.

LUIZÃO, F. J. Produção e decomposição da liteira em floresta de terra firme da Amazônia Central: aspectos químicos e biológicos da lixiviação e remoção da liteira. Manaus. 1982. 109 p. Dissertação (mestrado em Biologia) - INPA/Fundação Universidade do Amazonas, Manaus, 1982.

LUIZÃO, F. J. Litter production and mineral element input to the forest floor in central Amazonia forest. **Geo Journal**, v. 19, p. 407-417. 1989.

MILLER, J. D.; COOPER, J. M. e MILLER, H. G. Amounts and nutrient weights in litterfall and their annual cycles, from a series of fertilizer experiments on polestage Sitka spruce. **Forestry**, v. 69, n. 4, p. 289-302, 1996.

NETO, T. A. C.; PEREIRA, M. G.; CORREA, M. E. E.; ANJOS, L. H. C. Deposição de serapilheira e mesofauna edáfica em áreas de Eucalipto e floresta secundária. **Floresta e Ambiente**, v. 8, n. 1, p. 70-75. 2001.

PARROTA, J. A. productivity, nutrient cycling and succession in single and mixed-species plantations of *Casuarina equisetifolia*, *Eucalyptus robusta* and *Leucaena leucocephala* in Porto Rico. **Forest Ecology and Management**, v. 124, p. 45-77, 1999.

POELS, R. L. H. Soils, Water and nutrients in a forest ecosystem in Suriname. Agricultural University. Wageningen, The Netherlands. 1987.

POGGIANI, F.; ZEN, S.; MENDES, F. S.; SPINA-FRANÇA, F. Ciclagem e exportação de nutrientes em florestas para fins energéticos. In: SIMPÓSIO DE ENERGIA DA BIOMASSA FLORESTAL, São Paulo. Anais... Piracicaba: IPEF, 1984. p. 17-30.

POGGIANI, F. Ciclagem de nutrientes em ecossistemas de plantações florestais de *Eucalyptus* e *Pinus*. Implicações Silviculturais. Tese de Livre-Docência. Piracicaba, 1985, 211 p.

RAO, D. L. N.; GILL, H. S. Biomass production and nutrient recycling through litter from pigeonpea (*Cajanus cajan* L. Millsp.). **Bioresource Technology**, v. 15, n. 2, p. 123-128. 1995.

SANCHEZ, G.; ALVAREZ-SANCHEZ, J. Litterfall in primary and secondary tropical forests of Mexico. **Tropical Ecology**, v. 36, n. 2, p. 191-201, 1995.

SAS, Institute, Inc., **SAS/STAT User's guide, Release 6.04 Edition**. SAS Institute, Cary, NC. 1990.

SCHUMACHER, M. V. Aspectos da ciclagem de nutrientes e do microclima em talhões de *Eucalyptus camaldulensis* Dehn, *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden e *Eucalyptus torrelliana* F. Muell. 1992. 87p. Dissertação (mestrado). Piracicaba, 1992.

SCOTT, D. A.; PROCTOR, J.; THOMPSON, J. Ecological Studies on a Lowland evergreen rain forest in Maracá Island, Roraima, Brazil. II. Litter and nutrient cycling. **Forest ecology and Management**, v. 80, p. 705-717. 1992.

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**. Belém, n.56, v.28, p. 1-13. 1982.

SILVA, M. F. F. Produção anual de serapilheira e seu conteúdo mineralógico na mata tropical de terra firme, Tucuruí-PA. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, Série Botânica, v. 1, n. 1/2, p. 111-158, 1984.

SIZER, N. C.; TANNER, E. V.; FERRAZ, I. D. K. Edge effects on litterfall mass and nutrient concentrations in forest fragments in central Amazonia. **Journal of tropical ecology**, v. 16, p. 853-863, 2000.

SMITH, K.; GHOLZ, H. L.; OLIVEIRA, F. A. Litterfall and nitrogen-use efficiency of plantations and primary Forest in the eastern Brazilian Amazon. **Forest Ecology and Management**, v. 109, p. 209-220. 1998.

SONGWE, N. C.; FASEHUN, F. E.; OKALL, D. U. V. Litterfall and productivity in a tropical rain forest, Southern Bakindu Forest Reserve, Cameroon. **Journal of tropical ecology**, v. 4, p. 5-37. 1988.

SPANGENBERG, A. GRIMM, U.; SILVA, J. R. S.; FOLSTER, H. Nutrient store and export rates of *Eucalyptus urograndis* plantations in eastern Amazônia (Jari). **Forest Ecology and Management**, v.80, p. 25-234, 1996.

SPECHT, R. L. Influence of soils on the evolution of the eucalypts. In. ATTIWILL, P. M.; ADAMS, M. A. (Ed.) **Nutrition of Eucalypts**. Australia: CSIRO, 1996. p. 31-60.

TANNER, E. V. J. KAPO, V.; FRANCO, W. Nitrogen and phosphorus fertilization effects on Venezuelan Montane Forest Trunk Growth and Litterfall. **Ecology**, v. 73, p. 78-86, 1992.

TOKY, O. P.; SINGH, V. Litter dynamics in short-rotation high-density tree plantations in an arid region of India. **Agric. Ecosyst. Environ.**, v. 45, p.129-145, 1993.

VOSE, J. M.; ALLEN, A. L. Quantify and timing of needlefall in N and P fertilized loblolly pine stands. **Forest Ecology and Management**, v. 41, p. 205-219, 1991.

WADSWORTH, F. H. **Primary forest and their productivity**. USDA-United States Department of Agriculture, 1997. p. 72-87. (Agriculture Handbook 710), 1997.

WHITE, L. J. T. Patterns of fruit-fall phenology in the Lopé Reserv, Gabon. **Journal of Tropical Ecology**, v. 10, n. 3, p. 289-312. 1994.

WIENAND, K. T.; STOCK, W. D. Long-term phosphorus fertilization effects on the litter dynamics of an age sequence of *Pinus elliottii* plantations in the southern Cape of South Africa. **Forest Ecology and Management**, v. 75, p. 135-146, 1995.

ANEXO

Tabela 1 – Características gerais dos plantios de *Eucalyptus grandis x urophylla* e floresta nativa, em solos argiloso e arenoso, na Amazônia Oriental.

Solo	Vegetação	Altitude (m)	Idade (anos)	Espaçamento	Altura Média (m)	Nº árv ha ⁻¹	Área basal (m ²)	Volume ha ⁻¹ (m ³)	IMA (m ³)
Latossolo Amarelo Alíco	Floresta nativa	150	-	-	-	-	30,0	280,0	-
textura argilosa	<i>Eucalyptus</i>		6	3 m x 3 m	23,5	1111	21,5	252,3	51,3
Latossolo Amarelo Alíco	Floresta nativa	105	-	-	-	-	73,0	361,0	-
textura arenosa	<i>Eucalyptus</i>		8	3 m x 3 m	19,9	1099	15,3	170,0	22,4

Tabela 2 – Análise química de solo¹ da área experimental, na profundidade de 0-20 cm, empresa Jari Celulose S.A., distrito Monte Dourado, município de Almeirim-PA.

Área	Solo	Vegetação	pH	C org	MO	P	----- g kg ⁻¹ ----- mg dm ³ ----- cmole dm ⁻³ -----						CTC efetiva	CTC total	%V	%m	
							K ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Na ⁺	Al ⁺³	H ⁺ + Al ⁺³					S
Morro do Felipe	Latossolo Amarelo Alíco textura argilosa	Floresta nativa	5,03	28,96	49,82	1,18	0,06	0,09	0,34	0,08	1,47	9,49	0,57	2,04	10,06	5,67	72,06
		<i>Eucalyptus</i>	5,13	17,94	30,88	1,58	0,04	0,45	0,39	0,05	0,84	4,91	0,93	1,77	5,84	15,92	47,46
São Militão	Latossolo Amarelo Alíco textura arenosa	Floresta nativa	4,70	15,06	22,45	3,90	0,02	0,26	0,19	0,05	1,11	6,51	0,52	1,63	7,03	7,40	68,10
		<i>Eucalyptus</i>	4,53	17,44	30,01	4,30	0,02	0,09	0,25	0,04	1,14	4,91	0,40	1,54	5,31	7,53	74,03

¹ pH - Método potenciométrico relação 1:2,5; C org, em g kg⁻¹ TFSA - Método de Walkley-Black; MO, em g kg⁻¹ TFSA + C org x 1,724; P disponível, mg dm⁻³ TFSA - Extrator Mehlich 1; K trocável, em cmole dm⁻³ - extrator Mehlich 1; Ca e Mg trocáveis, em cmole dm⁻³ - extrator KCl 1M; Al trocável, em cmole dm⁻³ - extrator KCl 1M; Ca e Mg trocáveis, em cmole dm⁻³ - extrator KCl 1M.

3. FLUXOS DE MACRONUTRIENTES CONTIDOS NA SERAPILHEIRA DE FLORESTAS TROPICAIS E PLANTACÕES DE *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* (*urograndis*) NA AMAZÔNIA ORIENTAL

3.1 - INTRODUÇÃO

Na Amazônia, predominam os Latossolos Amarelos e os Podzólicos, que são solos altamente intemperizados, com características físicas adequadas ao uso agrícola, mas com fortes limitações nutricionais (Vieira e Santos, 1987). Apesar da diferença nutricional desses solos, a região é coberta por florestas naturais exuberantes com grande biomassa (Grace *et al.*, 2001) e alta diversidade de espécies (Wadsworth, 1997).

Essas florestas, parecem estar bem adaptadas nestes solos distróficos, sobrevivendo devido a uma rápida e eficiente ciclagem de nutrientes (Kellomaki, 1998). Para isso, são liberados constantemente detritos vegetais da própria floresta para o piso florestal, indicando o importante papel da serapilheira na circulação de nutrientes e nas transferências de energia entre a planta e o solo. Em relação à exploração comercial dos plantios, a serapilheira representa uma substancial reserva de nutrientes para as rotações futuras (Gonçalves *et al.*, 2000).

No entanto, a liberação dos nutrientes da serapilheira para o solo é dependente do processo de decomposição, que representa um importante papel na fertilidade do solo, em termos de ciclagem de nutrientes e formação de matéria orgânica (Bargali *et al.*, 1993). Nestas condições, o solo pode cumprir sua função que é de servir como meio para o crescimento das plantas (Bayer e Mielniczuk, 1999).

Os organismos do solo, os microorganismos e os invertebrados são os principais responsáveis por todo o processo de decomposição e ciclagem de nutrientes (Correia e Andrade, 1999). As bactérias e os fungos constituem-se de aparatos enzimáticos, sendo responsáveis por diversos mecanismos de síntese e degradação do solo, ora promovendo a mineralização de compostos orgânicos e a liberação de nutrientes, ora imobilizando-os em sua biomassa (Magdoff e Van Es, 2000). A decomposição da serapilheira também pode ser regulada pela temperatura e pela precipitação (Staff, 1987).

Dentre os nutrientes liberados pela decomposição, o nitrogênio (N) é um elemento básico formador das albuminas nas plantas, sem ele, não haveria formação de clorofila e a planta não realizaria fotossíntese (Sansigolo *et al.*, 1983), o fósforo (P) faz parte de moléculas fundamentais para o armazenamento e transferência de energia (Malavolta *et al.*, 1997a), como ADP, ATP, GTP e UTP, e a energia liberada é usada pela célula no processo ativo de absorção iônica e na biosíntese do amido, gorduras e proteínas (Barbosa Filho, 1987). O K não faz parte de nenhum composto dentro da planta mas, funciona como uma espécie de catalizador nos processos de respiração, assimilação e transpiração (Campo *et al.*, 2000), fazendo parte também, na abertura e no fechamento dos estômatos

(Malavolta *et al.*, 1997a). O Ca exerce uma função estrutural, fazendo parte da parede celular como pectato de cálcio e estando ligado à formação e ao bom funcionamento das membranas (Malavolta *et al.*, 1997a), e participando no mecanismo de controle do crescimento e desenvolvimento da planta (Campo *et al.*, 2000). O Mg faz parte da molécula de clorofila e, como parte integrante, tem grande participação na fotossíntese (Barbosa Filho, 1987; Malavolta *et al.*, 1997a), cerca de 10% do Mg total da folha está na clorofila, representando um peso de 2,7% (Malavolta *et al.*, 1997a).

Dessa forma, cada nutriente desempenha um tipo de função e representa um importante papel para o desenvolvimento de plantas, o que revela a importância de se estudar o ciclo de nutrientes nas florestas, pois no caso de plantações florestais possibilita a previsão de situações que poderiam ser críticas, a médio e a longo prazo, tanto em relação à produtividade, como em relação às características do solo (Sansigolo *et al.*, 1983).

Este trabalho teve como objetivo determinar, mensalmente, o estoque dos nutrientes contidos na serapilheira, comparar os fluxos de nutrientes depositados no solo através da serapilheira de plantios de *Eucalyptus grandis x urophylla* e de florestas tropicais em Latossolos Amarelos Álicos de Texturas Argilosa e Arenosa, assim como avaliar a sazonalidade dos nutrientes nestes dois tipos de vegetação e solo.

3.2 - MATERIAIS E MÉTODOS

3.2.1 - Área do estudo

O presente estudo foi conduzido nas áreas da Empresa Jari Celulose S/A, situada no Distrito de Monte Dourado, pertencente ao Município de Almeirim, Estado do Pará, nas margens do rio Jari, pegando parte do Estado do Amapá, sob as coordenadas de 1° de latitude Sul e 52° de longitude Oeste (Corrêa *et al.*, 1989).

Foram selecionadas duas áreas para a implantação do experimento, a primeira constitui-se da presença de uma floresta nativa primária e de uma plantação de *Eucalyptus grandis x urophylla* (*urograndis*) com 6 anos de idade em espaçamento de 3 m x 3 m sobre Latossolo Amarelo Álico textura argilosa, a qual será denominada de Argilosa ou Morro do Felipe. A segunda área, também constitui-se de uma floresta nativa primária e de uma plantação de *Eucalyptus grandis x urophylla* (*urograndis*) com 8 anos de idade, e com espaçamento de 3 m x 3 m sobre Latossolo Amarelo Álico textura arenosa, aqui denominada de Arenosa ou São Militão. As características das áreas experimentais estão apresentadas na Tabela 1 – em anexo.

Segundo a classificação proposta por Köppen, o clima pertence ao tipo Am, possuindo características intermediárias entre Af e Aw, cujo regime pluviométrico define uma curta estação seca. A precipitação anual é de 2.115 mm, variando de 290 mm no mês de maio a 41 mm no mês de

outubro, com uma distinta estação seca entre os meses de setembro e novembro. A temperatura média anual é de 26,4 °C (Corrêa *et al.*, 1989).

O Latossolo Amarelo Álico textura argilosa e o Latossolo Amarelo Álico textura arenosa, são limitantes no aspecto nutricional para o desenvolvimento das plantas, pois além de apresentarem concentrações baixas de nutrientes, apresentam uma saturação de bases com baixas disponibilidade de nutrientes e uma acidez elevada que favorece a disponibilidade do alumínio no solo, como mostra a saturação por alumínio (Tabela 2 - anexo).

3.2.2 - Metodologia

O experimento foi implantado na área denominada Morro do Felipe (Latossolo Amarelo Álico textura argilosa) e no São Militão (Latossolo Amarelo Álico textura arenosa), onde se manteve a distância de 50 m entre as parcelas e penetrou-se 80 m a partir da estrada vicinal para dentro das florestas plantadas e nativas, para evitar o efeito de bordadura (Figura 1). Instaladas as parcelas de 6 m x 6 m (36 m²), foram alocadas 4 (quatro) bandejas de 0,5 m² (1 m x 0,5 m) de recepção, suspensas a 5 cm do solo, construídas em madeira e tela de nylon, com seu respectivo número de identificação, para coleta de serapilheira.

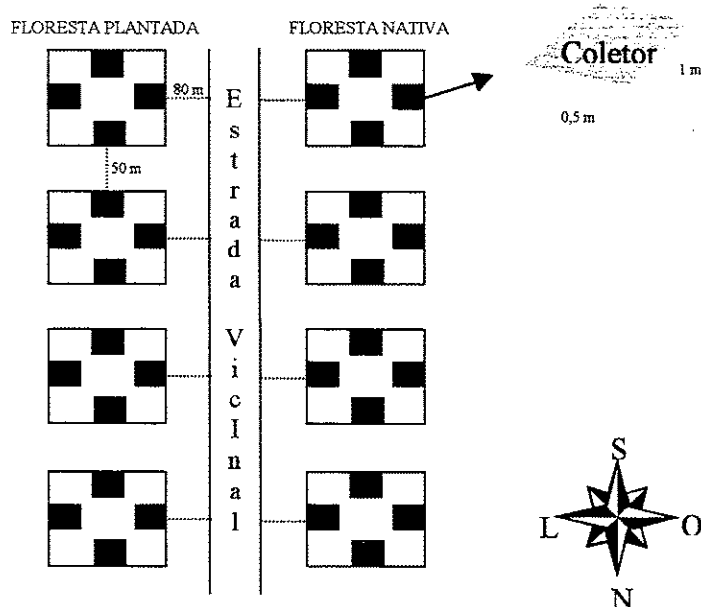


Figura 1 - Representação esquemática da área experimental no Morro do Felipe e no São Militão, nas áreas da Empresa Jari Celulose S/A.

O período das coletas se estendeu de dezembro de 1999 à novembro de 2000, abrangendo 12 coletas em intervalos de 30 dias. O material das coletas foi submetido às seguintes operações, no Laboratório da Empresa Jari Celulose S/A:

- a) secagem definitiva: Os sacos contendo o material foram submetidos a uma secagem em estufa, a 70°C, até seu peso constante;
- b) separação em frações: O material das quatro bandejas de cada parcela foi separado manualmente em: folhas (FL), ramo/galho (R/G) e órgãos reprodutivos (OR);
- c) pesagem: Foi realizada a pesagem individual de cada fração, em balança de precisão de 0,1g.
- d) amostragem e moagem para análise química: Após pesagem individual, as frações de cada bandeja foram reunidas novamente para serem moídas em moinho do tipo Willey, com malha de 1 mm, e o material resultante levado para a análise química.
- e) análise química do tecido vegetal: as concentrações dos nutrientes N, P, K, Ca e Mg foram determinadas conforme metodologia de Malavolta *et al.* (1997b) no Laboratório de Plantas do Departamento de Solos da Faculdade de Ciências Agrárias do Pará- FCAP. Para tais determinações foram utilizadas as técnicas de digestão sulfúrica para determinação do nitrogênio total e digestão nitro-perclórica para determinação de P, K, Ca e Mg no material vegetal. Na determinação quantitativa dos elementos químicos, o N foi determinado pelo destilador Kjeldahl, o P por espectrofotometria de emissão, o K por fotômetro de chama e Ca e Mg por absorção atômica.

3.2.3 – Análise Estatística

Para avaliar a diferença da deposição de serapilheira entre o plantio de *Eucalyptus* e a Floresta Tropical, foi utilizado o programa SAS System for Windows (1990), onde foi usado o procedimento GLM, no qual é um dos caminhos para se efetuar a análise de variância para dados incompletos, visto que, foram perdidos algumas amostras, em circunstância do desaparecimento de alguns coletores nas áreas experimentais, sendo utilizado também o Teste de Duncan, para mostrar as diferenças entre as médias do plantio e da floresta tropical.

3.3 - RESULTADOS

3.3.1 - Concentração de nutrientes na serapilheira

Os valores médios mensais da concentração dos macronutrientes contidos na serapilheira dos quatro ecossistemas estudados, avaliados durante um ano, são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 – Concentração de nutrientes ($\pm$ desvio padrão) da serapilheira de *Eucalyptus grandis* x *urophylla* e floresta nativa, em solos argilosos e arenosos, na Amazônia oriental.

Solo	Vegetação	N	P	K	Ca	Mg
		-----g kg ⁻¹ mês ⁻¹ -----				
Argiloso	<i>Eucalyptus</i>	6,0 ($\pm$ 1,4) a	0,5 ($\pm$ 0,1) a	3,0 ($\pm$ 0,8) a	9,7 ($\pm$ 1,6) a	4,0 ($\pm$ 0,8) a
	Floresta nativa	9,6 ($\pm$ 1,7) b	0,2 ($\pm$ 0,1) b	1,3 ($\pm$ 0,5) b	7,8 ($\pm$ 2,1) b	5,0 ($\pm$ 1,0) b
Arenoso	<i>Eucalyptus</i>	6,4 ($\pm$ 1,7) a	0,5 ($\pm$ 0,1) a	1,5 ($\pm$ 0,7) a	10,4 ($\pm$ 2,2) a	4,4 ($\pm$ 0,9) a
	Floresta nativa	10,7 ($\pm$ 2,3) b	0,3 ($\pm$ 0,1) b	1,5 ($\pm$ 0,6) a	7,3 ($\pm$ 2,0) b	4,9 ($\pm$ 1,2) b

Valores acompanhados com a mesma letra dentro de uma mesma coluna e tipo de solo não são significativamente diferentes ($p > 0,01$) pelo teste de Duncan

Entre o plantio de *Eucalyptus* e a floresta nativa houve diferença significativa ($p > 0,01$) entre os nutrientes analisados, exceto o K em solo arenoso. Mostrando elevadas concentrações de P, K e Ca nos plantios de *Eucalyptus grandis* x *urophylla* em relação às florestas nativas; e maiores concentrações de N e Mg nas florestas nativas do que nos plantios de *Eucalyptus grandis* x *urophylla*.

As variações dos macronutrientes nos diferentes ecossistemas em confronto com as variações de pluviosidade são apresentadas na Figura 2. É possível verificar a não existência de um padrão de sazonalidade marcante para a maioria dos nutrientes.

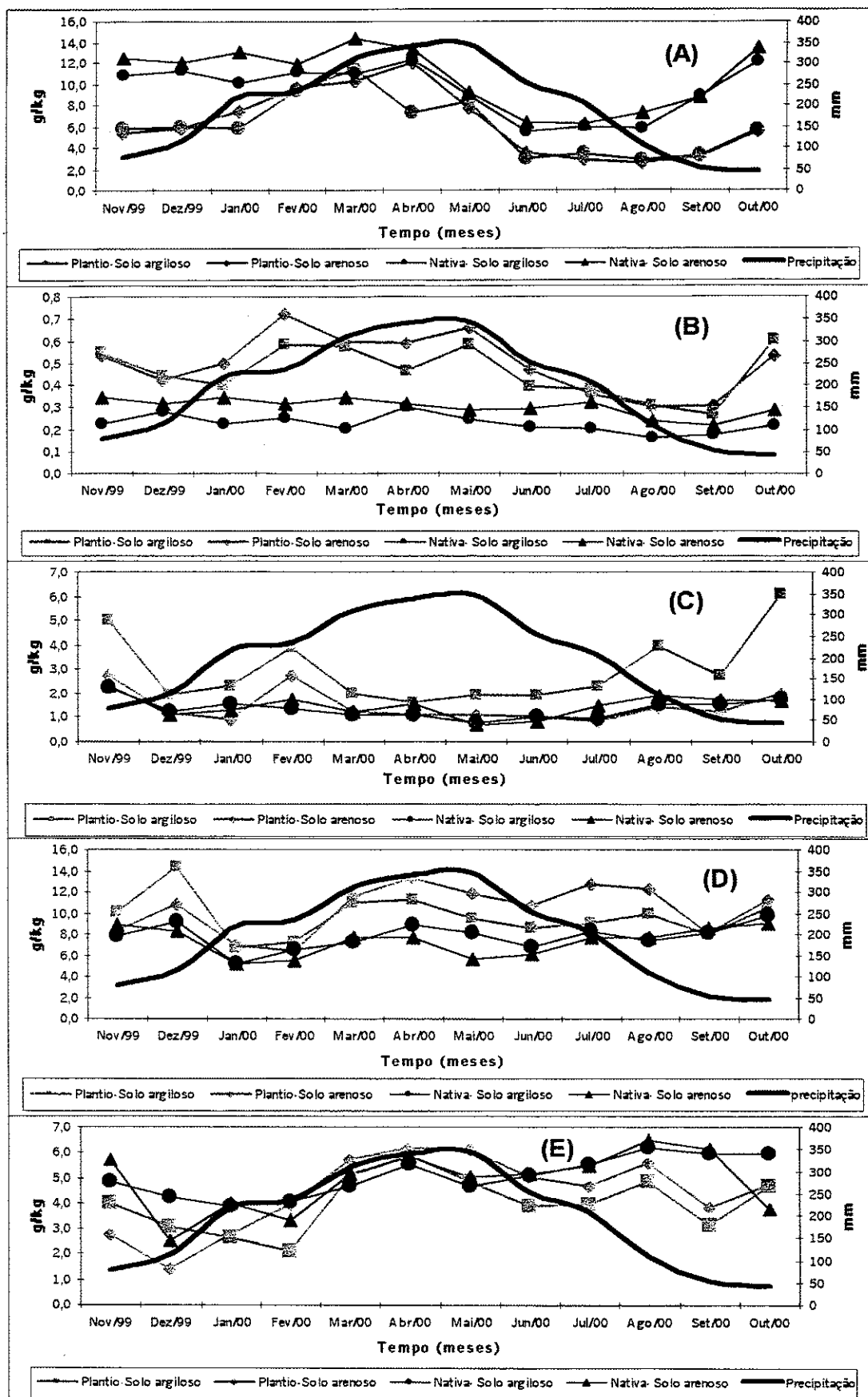


Figura 2 - Variação mensal da concentração de nitrogênio (A), fósforo (B), potássio (C), cálcio (D) e magnésio (E) na serapilheira total de *Eucalyptus grandis* x *urophylla* e floresta nativa, em solos argilosos e arenosos, na Amazônia oriental.

3.3.2 - Transferências de nutrientes pela serapilheira produzida

As quantidades de nutrientes transferidos mensalmente para a superfície do solo pela queda de serapilheira estão apresentados na Tabela 4.

A comparação entre as quantidades de macronutrientes transferidos pela queda de serapilheira entre os plantios de *Eucalyptus* encontra-se em solo argiloso a presença sempre dos maiores fluxos desses elementos. Entretanto, na floresta nativa estudada, foi em solo arenoso que se apresentou os maiores fluxos de macronutrientes. Comparações entre plantios e florestas nativas, mostram a superioridade desta última na transferência dos elementos da serapilheira para o solo. Entretanto, este trabalho não está levando em consideração as diferentes fases de decomposição da serapilheira.

Tabela 4 – Quantidade de nutrientes transferidos anualmente para a superfície do solo ($\pm$ desvio padrão) pela serapilheira de *Eucalyptus grandis x urophylla* e floresta nativa, em solos argilosos e arenosos, na Amazônia Oriental.

Media Anual (nov/99 - out/00)						
----- kg ha ⁻¹ ano ⁻¹ -----						
Solo	Vegetação	N	P	K	Ca	Mg
Argiloso	<i>Eucalyptus</i>	46,0 ($\pm$ 1,0) a	3,3 ($\pm$ 0,1) a	20,5 ($\pm$ 0,7) a	72,9 ($\pm$ 2,0) a	32,0 ($\pm$ 0,7) a
	Floresta nativa	90,9 ($\pm$ 3,8) b	2,1 ($\pm$ 0,1) b	14,6 ($\pm$ 0,8) b	80,0 ($\pm$ 3,7) a	50,0 ($\pm$ 1,7) b
Arenoso	<i>Eucalyptus</i>	36,2 ($\pm$ 1,3) a	3,1 ($\pm$ 0,1) a	9,5 ($\pm$ 0,6) a	66,6 ($\pm$ 2,2) a	30,9 ($\pm$ 1,0) a
	Floresta nativa	133,6 ($\pm$ 7,9) b	3,9 ($\pm$ 0,2) a	19,1 ($\pm$ 1,0) b	106,5 ($\pm$ 6,7) b	60,6 ($\pm$ 2,3) b
Valores acompanhados com a mesma letra dentro de uma mesma coluna e tipo de solo não são significativamente diferentes ($p > 0,01$) pelo teste de Duncan						

3.4 - DISCUSSÃO

3.4.1 - Concentração de nutrientes na serapilheira

Observa-se nos dois tipos de solos, que os plantios de *Eucalyptus grandis x urophylla* (*urograndis*) apresentam maiores concentrações da maioria dos nutrientes em relação às florestas nativas (Tabela 3). No entanto, na transferência dos nutrientes da serapilheira para o solo, percebe-se que é na floresta nativa a ocorrência dos maiores fluxos dessa transferência (Tabela 4). Isso porque, a produção de serapilheira na floresta nativa (14,3 t ha⁻¹ ano⁻¹ no em solo arenoso e 9,7 t ha⁻¹ ano⁻¹ em solo argiloso) foi superior ao plantio de *Eucalyptus* (6,3 t ha⁻¹ ano⁻¹ em solo arenoso e 7,7 t ha⁻¹ ano⁻¹ em solo argiloso), para ambos tipos de solos. A quantidade de nutrientes retornada por hectare com a serapilheira é função da quantidade de serapilheira produzida e da concentração de nutrientes no material (Britez *et al.*, 1992)

As maiores concentrações de N na floresta nativa estudada ocorrem durante os meses mais secos do ano, ao contrário do plantio de *Eucalyptus* em que grandes concentrações de N foram encontrados durante os meses de maiores precipitações (Figura 2A). Tal fato parece estar associado a deposição da fração folhas pela serapilheira, na qual demonstraram mesmo padrão de sazonalidade. Entretanto, estudos de ciclagem de nutrientes em uma floresta tropical na Ilha de Maracá, Roraima, também foi verificado a ocorrência de picos de N na estação mais seca do ano (Scott *et al.*, 1992) e, em florestas de *Eucalyptus* na Nova Zelândia, também foi encontrado elevadas concentrações de N durante os meses de precipitações elevadas (Guo e Sims, 1999).

Com relação ao P, verificou-se a não ocorrência de sazonalidade marcante na floresta nativa. Scott *et al.* (1992) estudando a produção de serapilheira e o retorno de nutrientes em uma floresta tropical na Ilha de Maracá em Roraima, e, Barbosa e Fearnside (1996) em uma floresta de terra firme em Roraima, também não detectaram nenhum padrão sazonal para o P.

Nos plantios de *Eucalyptus* foi observado maior pico da concentração de P durante os meses de maiores precipitações (Figura 2B). Esse fato também foi encontrado por Guo e Sims (1999) em florestas de *Eucalyptus* na Nova Zelândia.

As baixas concentrações de K durante os meses de maiores precipitações (Figura 2C), confirma o que vários autores têm reportado em seus estudos, de que o K é um elemento altamente lixiviado pelas águas de precipitação (Scott *et al.*, 1992; Miller *et al.*, 1996; Ukonmaanaho e Starr, 2001). Maiores concentrações de K nos meses mais secos e frios do ano (julho a agosto) foi observado em um plantio de *Albizia guachapele*, *Eucalyptus grandis* e no consórcio dessas duas espécies (Froupe *et al.*, 1997).

Não foi encontrado nenhum padrão de sazonalidade marcante para o Ca e o Mg (Figuras 2D e 2E, respectivamente). Em um estudo da produção de serapilheira e ciclagem de nutrientes em uma floresta tropical também não foi encontrado nenhum padrão sazonal para P, Ca e Mg (Scott, 1990).

3.4.2 - Transferências de nutrientes pela serapilheira produzida

As florestas tropicais formam um conjunto que se caracteriza por apresentar transferências de nutrientes bastante maiores do que os ecossistemas monoespecíficos de *Eucalyptus*. Além do que, os resultados obtidos para as florestas tropicais e para os plantios de *Eucalyptus* de Monte Dourado-PA assemelham-se aos dos demais ecossistemas de diversas partes do mundo (Tabela 15 e 16).

Menores transferências de nutrientes nos plantios de *Eucalyptus* podem ser em parte, devidas à própria constituição dos tecidos e, também, às diferenças nos processos de translocação dos elementos antes da abscisão foliar (Kellomaki, 1998). Sabe-se que a senescência foliar é um processo ativo que envolve uma série de complexas alterações metabólicas nas folhas antes de cair (Dale, 1982), durante o qual, a ocorrência de translocação de nutrientes minerais representa uma importante estratégia de conservação de elementos essenciais na biomassa (Ukonmaanaho e Starr, 2001). A

confirmação da ocorrência de translocação de nutrientes antes da queda das folhas nos ecossistemas tropicais pode evidenciar um mecanismo de adaptação destas comunidades às regiões onde predominam solos de baixa fertilidade.

Nas florestas tropicais, a maior magnitude da ciclagem de nutrientes decorre da maior produção de serapilheira verificada, associada, possivelmente, ao fato deste material apresentar maiores concentrações de elementos que a serapilheira das demais florestas da região tropical (Tabela 5).

A seqüência decrescente dos nutrientes transferidos para o solo segue a ordem $N > Ca > Mg > K > P$ para a floresta nativa e $Ca > N > Mg > K > P$ para o plantio de *Eucalyptus*. Estudando a ciclagem de nutrientes em florestas tropicais na região de Manaus, Klinge (1977) também verificou a ocorrência de mesma seqüência. Assim como, Parrota (1999) em Porto Rico e Binkley e Ryan (1998) no Hawaii verificaram semelhante seqüência de transferência de nutrientes da serapilheira para o solo em plantios de *Eucalyptus*.

Em se tratando da grande participação de Ca nas florestas tropicais e nos plantios de *Eucalyptus grandis x urophylla*, se dá principalmente, por ele ser um elemento de baixa mobilidade e menos facilmente lixiviado que o K, por ser um elemento constituinte da parede celular (Malavolta *et al.*, 1997; Campo *et al.*, 2000), refletindo, portanto, a sua maior participação nos tecidos velhos. Ao contrário do N, P e K que são prontamente retranslocados dos tecidos velhos para os tecidos novos das plantas antes da abscisão (Miller *et al.*, 1996; Kellomaki, 1998).

Nos estádios iniciais de crescimento, a maior parte dos nutrientes está contida nas folhas e à medida que a idade das folhas aumenta, o seu peso seco e o teor de nutrientes variam. Por outro lado, a concentração de alguns elementos nas folhas aumenta enquanto que a de outros decresce, havendo uma translocação de nutrientes dos órgãos senescentes para regiões de crescimento da árvore (Haag *et al.*, 1985).

Nas folhas novas prevalece o desenvolvimento vegetativo, nas folhas adultas e maduras a alta atividade fotossintética e nas folhas velhas, a ausência de desenvolvimento vegetativo, baixa atividade e migração dos nutrientes móveis (N, P, K e Mg) para as regiões mais novas da árvore (Bellote e Silva, 2000).

A lixiviação é muito mais acentuada durante a estação chuvosa, quando a intensa lavagem das folhas em decomposição pela água da chuva retira delas rapidamente e em considerável quantidade, principalmente no início da decomposição, os elementos minerais mais facilmente lixiviáveis, como o K, P e Mg (Haag *et al.*, 1985).

A baixa concentração de K, portanto, é provavelmente um resultado da lixiviação (Scott *et al.*, 1992). Dessa forma, um curto período entre as coletas poderia influenciar na concentração desse nutriente, pois um tempo menor de exposição dos coletores poderia levar a menores perdas desse nutriente, que é facilmente lixiviado (Barbosa e Fearnside 1996), tomando-o comparável com os resultados de outros estudos (Tabela 5 e 6). Silva (1984) também relata que deve haver alguma decomposição de serapilheira e perda de elementos nas cestas coletoras, dependentes das condições climáticas do período de amostragem.

Tabela 5 – Quantidade de serapilheira e conteúdo de nutrientes em florestas tropicais de diversas partes do mundo.

Tipo de Floresta	Local	Serapilheira (t ha ⁻¹ ano ⁻¹)	Acúmulo de nutrientes (kg ha ⁻¹ ano ⁻¹)					Fonte
			N	P	K	Ca	Mg	
Floresta Amazônica	Manaus/Brasil	7,4	114,0	2,1	12,0	18,0	12,0	Klinge e Rodrigues (1968)
Floresta de terra firme	Manaus/Brasil	5,6	86,4	1,6	10,0	12,3	9,8	Klinge (1977)
Floresta de terra firme	Belém/Brasil	8,0	134,0	3,3	13,8	25,0	22,1	
Floresta de várzea	Belém/Brasil	7,5	92,7	2,7	19,7	65,1	22,8	
Floresta montana	Venezuela	7,0	69,0	4,0	33,0	43,0	14,0	Fassbender e Grimm (1981)
Floresta de terra Firme	Tucuruí/Brasil	6,7	126,3	3,4	26,3	49,5	14,4	Silva (1984)
Floresta Tropical	Venezuela	7,6	121,0	2,1	15,4	13,0	5,2	Cuevas e Medina (1986)
Floresta Primária	Belém/Brasil	8,1	115,0	3,6	28,5	114,2	15,9	Dantas (1986)
Floresta tropical	Suriname	9,3	158,0	6,0	16,0	33,0	16,0	Poels (1987)
Floresta primária	Capitão Poço	8,0	115,0	3,6	28,5	115,0	15,9	Dantas e Phillipson (1989)
Floresta tropical	Manaus/Brasil	8,3	151,0	3,1	15,0	37,0	13,8	Luizão (1989)
Floresta tropical	Manaus/Brasil	7,4	109,0	3,7	22,2	58,0	14,0	
Floresta Amazônica	Maracá/Roraima	9,3	118,0	6,7	48,5	63,7	23,8	Scott <i>et al.</i> (1992)
Floresta Amazônica	Apiáú/Roraima	9,2	138,1	5,5	40,2	56,1	14,1	Barbosa e Fearnside (1996)
Floresta Atlântica	SP/Brasil	6,1	105,2	3,4	14,8	32,8	14,7	Custodio Filho <i>et al.</i> (1996)
Floresta tropical	MG/BR	8,8	135,0	10,8	46,4	109,0	43,4	Haase (1999)
Floresta Decídua	MG/BR	4,9	64,0	5,4	21,0	54,0	14,5	
Floresta Decídua	MG/BR	5,1	73,0	7,8	34,8	63,0	23,6	
Floresta Semi-decídua	MG/BR	7,5	140,0	14,2	44,0	130,0	29,0	
Floresta Semi-decídua	MG/BR	7,7	123,0	14,1	65,6	90,0	34,8	
Floresta Amazônica	PA/BR	9,7	90,9	2,1	14,6	80,0	50,0	Presente estudo
Floresta Amazônica	PA/BR	14,4	133,6	3,9	19,1	106,5	60,6	

Tabela 6 – Quantidade de serapilheira e conteúdo de nutrientes em plantios de *Eucalyptus* em diversas partes do mundo.

Tipo de Floresta	Local	Serapilheira (t ha ⁻¹ ano ⁻¹)	Acúmulo de nutrientes (kg ha ⁻¹ ano ⁻¹)					Fonte
			N	P	K	Ca	Mg	
<i>Eucalyptus grandis</i> x <i>urophylla</i>	PA/BR	7,7	46,0	3,3	20,5	72,9	32,0	Presente estudo
<i>Eucalyptus grandis</i> x <i>urophylla</i>	PA/BR	6,3	36,2	3,1	9,5	66,6	30,9	
<i>Eucalyptus robusta</i>	Porto Rico	5,4	42,2	1,1	14,5	84,9	17,4	Parrota (1999)
<i>E. saligna</i>	Porto Rico	13,2	66,6	2,5	37,1	91,9	32,3	Cuevas e Lugo (1998)
<i>E. cf. patentinervis</i>	Porto Rico	11,1	61,4	2,8	39,2	96,4	36,1	
<i>E. saligna</i>	Hawaii	10,3	105,0	4,8	14,2	348,0	24,3	Binkley e Ryan (1998)
<i>E. citriodora</i>	PA/BR	2,7	18,2	0,5	5,6	29,5	3,2	Corrêa et al. (1997)
<i>E. grandis</i>	Brasil	2,8	18,8	1,7	4,3	-	-	Froupe et al. (1997)
<i>E. rossii, mannifera, macrorhyncha e melliodora</i>	Austrália	3,3	29,4	1,4	8,7	18,8	6,1	Crockford e Richardson (1998ab)
<i>E. citriodora</i>	MG/BR	18,5	172,0	7,0	16,0	207,0	31,0	Fonseca et al. (1993)
<i>E. paniculata</i>		24,3	246,0	9,0	19,0	351,0	43,0	
<i>E. camaldulensis</i>	SP/BR	7,2	65,1	2,7	28,3	74,4	11,9	Schumacher (1992)
<i>E. grandis</i>		3,1	24,0	1,0	12,3	23,6	6,1	
<i>E. torelliana</i>		5,8	67,2	3,1	43,7	43,6	12,3	
<i>E. saligna</i>	SP/Brasil	4,2	38,6	2,1	5,7	23,8	8,8	Poggiani et al. (1984)
<i>E. saligna</i>		4,3	34,7	2,1	8,3	25,9	8,7	
<i>E. saligna</i>		4,5	40,1	2,4	8,1	29,4	9,8	
<i>E. grandis</i>		3,9	33,7	2,2	7,2	22,3	8,9	
<i>E. grandis</i>		3,9	33,3	2,0	7,1	31,4	9,8	
<i>E. grandis</i>		3,7	34,9	2,1	7,1	25,7	7,7	
<i>E. saligna</i>	SP/Brasil	7,5	39,8	2,9	11,3	34,9	15,7	Carpanezzi (1980)
<i>E. citriodora</i>	Brasil	19,9	212	8,9	31,4	161,0	33,0	Haag et al. (1978)

3.5 - CONCLUSÕES

1. Os maiores fluxos de nutrientes transferidos para o solo foram obtidos sempre nas florestas nativas do que nos plantios de *Eucalyptus*, revelando entre plantios, os maiores fluxos em solo argiloso do que em solo arenoso, e entre florestas tropicais, maiores fluxos em solo arenoso do que em solo argiloso.
2. A seqüência decrescente de nutrientes transferidos para o solo seguiu a ordem de $N > Ca > Mg > K > P$ em florestas tropicais e $Ca > N > Mg > K > P$ em plantios de *Eucalyptus*.
3. Os elementos N e K foram os que mostraram maiores concentrações durante os meses mais secos do ano em florestas tropicais. Nos plantios de *Eucalyptus* o N e o P mostraram maiores concentrações durante os meses de precipitações elevadas e o K durante os meses mais secos do ano. Entretanto, nenhum padrão sazonal foi verificado para Ca e Mg em ambos os ecossistemas estudados.

3.6 - BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

BARBOSA FILHO, M. P. **Nutrição e Adubação do Arroz (sequeiro e irrigado)**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato. (Boletim técnico, 9), p. 3-8, 1987.

BARBOSA, R. I.; FEARNSIDE, P. M. Carbon and nutrient flows in an Amazonian forest: Fine litter production and composition at Apiaú, Roraima, Brazil. *Tropical Ecology*, v.37, n.1, p. 115-125. 1996.

BARGALI, S. S.; SINGH, S. P.; SINGH, R. P. Patterns of weight loss and nutrient release from decomposing leaf litter in an age series of eucalypt plantations. *Soil Biol. Biochem.*, v. 25, n. 12, p.1731-1738, 1993.

BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Dinâmica e função da matéria orgânica. In: SANTOS, G. A. e CAMARGO, F. A. O. (Ed.). **Fundamentos da Matéria Orgânica: Ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre: Gênese, 1999, p.09-23.

BELLOTE, A. F. J.; SILVA, H. D. Técnicas de amostragem e avaliações nutricionais em plantios de *Eucalyptus* spp. In: Gonçalves, J. L. de Moraes e Benedetti, V. (Ed.). **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF – Instituto de Pesquisa e Estudos Florestais, 2000, p. 105-133.

BINKLEY, D.; RYAN, M. G. Net primary production and nutrient cycling in replicated stands of *Eucalyptus saligna* e *Albizia facaltaria*. *Forest Ecology and Management*, v. 112, p. 79-85. 1998.

BRITEZ, R. M.; REISSMAN, C. B.; SILVA, S. M.; SANTOS FILHO, A. Deposição estacional de serapilheira e macronutrientes em uma floresta de Araucária, São Mateus do Sul, Paraná. In: Congresso Nacional sobre Essências Nativas, 2, 1992, **Anais...** 1992, p. 766-772.

CAMPO, J.; MAAS, J. M.; JARAMILLO, V. J. e MARTINEZ-YRIZAR, A. Calcium, potassium, and magnesium cycling in a Mexican tropical dry Forest ecosystem. **Biogeochemistry**, v. 49, p. 21-36. 2000.

CARPANEZZI, A. P. Deposição de material orgânico e nutrientes em uma floresta natural e em uma plantação de eucaliptos no interior do Estado de São Paulo. 1980. Piracicaba. 107 p. Dissertação (Mestrado). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1980.

CORRÊA, J. J. L.; JACOMINE, P. K. T.; SANTOS, R. D. dos. 1989. **Solos do Jari**. 128p.

CORRÊA, C. A.; OLIVEIRA, F. A.; DIAS, A. C. C. P. Fluxo de liteira e teores de nutrientes de eucalipto (*Eucalyptus citriodora* Hook) em um ecossistema da Amazônia Oriental. **Boletim da Faculdade de Ciências Agrárias do Pará**, Belém, n. 27, p. 89-103, jan./jun. 1997.

CORREIA, M. E. F.; ANDRADE, A. G. Formação de serapilheira e ciclagem de nutrientes. In: SANTOS, G. A. e CAMARGO, F. A. O. (ed.). **Fundamentos da matéria orgânica: ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre: Gênese, 1999. p.197-220.

CROCKFORD, R. H.; RICHARDSON, D. P. Litterfall, litter and associated chemistry in a dry sclerophyll eucalypt forest and a pine plantation in south-eastern Austrália: 1. Litterfall and litter. **Hydrological Processes**. v. 12 p.365-384. 1998a.

CROCKFORD, R. H. e RICHARDSON, D. P. Litterfall, litter and associated chemistry in a dry sclerophyll eucalypt forest and a pine plantation in south-eastern Austrália: 2. Nutrient recycling by litter, throughfall and stemflow. **Hydrological processes**, v.12, p. 385-400, 1998b.

CUEVAS, E.; LUGO, A. E. Dynamics of organic matter and nutrient return from litterfall in stands of ten tropical tree plantation species. **Forest Ecology and Management**, v.112, p. 263-279. 1998.

CUEVAS, E.; MEDINA, E. Nutrient dynamics within Amazonian Forest ecosystems 1: nutrient flux in fine litterfall and efficiency of nutrient utilization. **Oecologia**, v. 68, p. 466-472. 1986.

CUSTODIO FILHO, A.; FRANCO, G. A. D. C.; POGGIANI, F.; DIAS, A. C. Produção de Serapilheira e o retorno de macronutrientes em floresta pluvial Atlântica – Estação Biológica de Boracéia (São Paulo-Brasil). **Rev. Inst. Flor.** v. 8, n.1, p.1-16, 1996.

DALE, J. E. **The growth of leaves**. London: Edward Arnold, 1982. 60p. (Studies in Biology, n. 137).

DANTAS, M. Produção de litter e seu conteúdo de nutrientes em floresta primária e secundária na Amazônia Oriental. In: Pesquisas sobre utilização e conservação do solo na Amazônia Oriental. relatório final de convênio EMBRAPA/CPATU/GTZ. Belém:EMBRAPA-CPATU, 1986, p.147-157.

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

FASSBENDER, H. W.; GRIMM, U.. Ciclos biogeoquímicos em um ecossistema forestal de los Andes occidentales de Venezuela. II. Producción y decomposición de los residuos vegetales. **Turrialba**, v.31, n. 1, p. 39-47, 1981.

FONSECA, S; BARROS, N. F; NOVAIS, R. F.; LEAL, P. G. L.; LOURRES, E. G.; FILHO, W. M. Alterações em um latossolo sob eucalipto, mata natural e pastagem. II. Propriedades orgânicas e microbiológicas. **Revista Arvore**, v.17, n. 3, p. 289-302. 1993.

- FROUPE, L. C. M.; FRANCO, A. A.; FARIA, S. M.; CAMPELLO, E. F. C. Produção de serapilheira e ciclagem de nitrogênio, fósforo e potássio em plantios puros e consorciados de *Eucalyptus* e *Albizia guachapele*. Simpósio Nacional de Recuperação de Áreas Degradadas, 3, 1997, Ouro Preto. *Anais...* Ouro Preto, v. 3, p.205-214. 1997.
- GONÇALVES, J. L. M.; STAPE, J. L.; BENEDETTI, V. ; FESSEL, V. A. G.; GAVA, J. L. Reflexos do cultivo mínimo e intensivo do solo em sua fertilidade e na nutrição de árvores. In. GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, p. 3-57. 2000.
- GRACE, J.; MALHI, Y; HIGUCHI, N e MEIR, P. Productivity of tropical rain forests. In. GRACE, J. (Ed.) **Terrestrial Global Productivity**. 2001, p. 401-426.
- GUO, L. B. e SIMS, R. E. H. Litter production and nutrient return in New Zealand eucalypt short-rotation forests: implicaions for land management. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.73, p. 93-100, 1999.
- HAAG, H. P.; VALERA, F. P.; CHIARANDA, R.; KIKUTI, P.; CHAVÉZ, J. M.; DONALD, E. L. F.; RIZZO, L. T. B. e RUEDA, J. L. **Ciclagem de nutrientes em florestas tropicais**. Campinas: Fundação Cargill, 1985. 144p.
- HAASE, R. Litterfall and nutrient return in seasonally flooded and non-flooded forest of the Pantanal, Mato Grosso, Brazil. **Forest Ecology and Management**, v. 117, p. 129-147. 1999.
- KELLOMAKI, S. Trees, forests and the forest ecosystems. In. KELLOMAKI, S.; GULLICHSEN, J.; PAULAPURO, H. (Ed.). **Forest Resources and sustainable management: papermaking science and technology**. p. 21-86, 1998. (Book 2).
- KLINGE, H.; RODRIGUES, W. A. Litter production in a área of Amazônia terra firme Forest: part 1 – litter fall, organic carbon and total nitrogen contents of litter. **Amazoniana**, v.1, n. 4, p. 287-302. 1968a.
- KLINGE, H. e RODRIGUES, W. A. Litter production in a área of Amazônia terra firme Forest: part 2 – mineral nutrient content of the litter. **Amazoniana**, v.1, n. 4, p. 303-310. 1968b
- KLINGE, H. Fine litter production and nutrient return to the soil three natural forest stand of eastern Amazonia. **Geo. Eco. Trop.**, v.1, n. 2, p.159-167, 1977.
- LUIZÃO, F. J. Litter production and mineral element input to the forest floor in central Amazonia forest. **Geo Journal**, v. 19, p. 407-417. 1989.
- MAGDOFF, F. e VAN ES, H. The basis of soil organic matter, physical properties, and nutrients. In: MAGDOFF, F. e VAN ES, H.(Ed.). **Building soils for better crops** (2nd edition). (Sustainable Agriculture Network Handbook Series; Book 4). p. 3-55. 2000.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C. e OLIVEIRA, S. A. Funções. In. MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C. e OLIVEIRA, S. A. (Ed.). **Avaliação do Estado Nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2 ed. Piracicaba: POTAFOS. p. 55-105, 1997a.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C. e OLIVEIRA, S. A. Metodologia para análise de elementos em material vegetal. In. MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C. e OLIVEIRA, S. A. (Ed.). **Avaliação do Estado Nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2 ed. Piracicaba: POTAFOS. p. 231-305, 1997b.

MILLER, J. D.; COOPER, J. M. e MILLER, H. G. Amouths and nutrient weights in litterfall and their annual cycles, from a series of fertilizer experiments on polestage Sitka spruce. **Forestry**, v. 69, n. 4, p. 289-302, 1996.

PARROTA, J. A. productivity, nutrient cycling and succession in single and mixed-species plantations of *Casuarina equisetifolia*, *Eucalyptus robusta* and *Leucaena leucocephala* in Porto Rico. **Forest Ecology and Management**, v.124, p. 45-77, 1999.

POELS, R. L. H. Soils, Water and nutrients in a forest ecosystem in Suriname. Agricultural University. Wageningen, The Netherlands. 1987.

POGGIANI, F.; ZEN, S.; MENDES, F. S.; SPINA-FRANÇA, F. Ciclagem e exportação de nutrientes em florestas para fins energéticos. In: SIMPÓSIO DE ENERGIA DA BIOMASSA FLORESTAL, São Paulo. **Anais...** Piracicaba: IPEF, 1984. p. 17-30.

SANSIGOLO, C. A.; SILVA, H. D.; PEREIRA, R. S. e ALVES, S. T. Nutrição mineral de *Eucalyptus*. In. HAAG, H. P. (Ed.) **Nutrição mineral de *Eucalyptus*, *Pinus*, *Araucaria* e *Gmelina* no Brasil**. Campinas: Fundação Cargill, 1983. 101 p.

SCHUMACHER, M. V. Aspectos da ciclagem de nutrientes e do microclima em talhões de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh, *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden e *Eucalyptus torelliana* F. Muell. 1992. 87p. Dissertação (mestrado). Piracicaba, 1992.

SCOTT, D. A. Litter and mineral nutrient studies in a tropical forest. MSc thesis. University of Stirling. 1990.

SCOTT, D. A.; PROCTOR, J.; THOMPSON, J. Ecological Studies on a Lowland evergreen rain foresto in Maracá Island, Roraima, Brazil. II. Litter and nutrient cycling. **Forest ecology and Management**, v. 80, p. 705-717. 1992.

SILVA, M. F. F. Produção anual de serapilheira e seu conteúdo mineralógico na mata tropical de terra firme, Tucuruí-PA. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Série Botânica**, v. 1, n. 1/2, p.111-158, 1984.

SIZER, N. C.; TANNER, E. V.; FERRAZ, I. D. K.Edge effects on litterfall mass and nutrient concentrations in forest fragments in central Amazonia.**Journal of tropical ecology**, v.16, p.853-863, 2000.

STAFF, H. Foliage litter turnover and earthworm populations in three beech forests of contrasting soil and vegetation types. **Oecologia**, v. 72, p. 58-64, 1987.

UKONMAANAHO, L. e STARR, M. The importante of leaching from litter collected in litterfall traps. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 66, p. 129-146, 2001.

VIEIRA, L. S. e SANTOS, P. C. T. C. **Amazonia: seus solos e outros recursos naturais**. São Paulo: Agronomica Ceres, 1987, 416p.

WADSWORTH, F. H. **Primary forest and their productivity**. USDA-United States Departament of Agriculture, 1997. p. 72-87. (Agriculture Handbook 710), 1997.

ANEXO

Tabela 1 – Características gerais dos plantios de *Eucalyptus grandis x urophylla* e floresta nativa, em solos argilosos e arenosos, na Amazônia Oriental.

Solo	Vegetação	Altitude (m)	Idade (anos)	Espaçamento	Altura Média (m)	Nº árv ha ⁻¹	Área basal (m ²)	Volume ha ⁻¹ (m ³)	IMA (m ³)
Latossolo Amarelo Alíco textura argilosa	Floresta nativa <i>Eucalyptus</i>	150	-	-	-	-	30,0	280,0	-
			6	3 m x 3 m	23,5	1111	21,5	252,3	51,3
Latossolo Amarelo Alíco textura arenosa	Floresta nativa <i>Eucalyptus</i>	105	-	-	-	-	73,0	361,0	-
			8	3 m x 3 m	19,9	1099	15,3	170,0	22,4

Tabela 2 – Análise química de solo¹ da área experimental, na profundidade de 0-20 cm, empresa Jari Celulose S.A., distrito Monte Dourado, município de Almeirim-PA.

Área	Solo	Vegetação	pH	C org	MO	P	K ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Na ⁺	Al ⁺³	H ⁺ + Al ⁺³	S	CTC efetiva	CTC total	%V	%m
			H ₂ O	g kg ⁻¹	mg dm ⁻³												
Morro do Felipe	Latossolo Amarelo Alíco textura argilosa	Floresta nativa <i>Eucalyptus</i>	5,03	28,96	49,82	1,18	0,06	0,09	0,34	0,08	1,47	9,49	0,57	2,04	10,06	5,67	72,06
			5,13	17,94	30,88	1,58	0,04	0,45	0,39	0,05	0,84	4,91	0,93	1,77	5,84	15,92	47,46
São Militão	Latossolo Amarelo Alíco textura arenosa	Floresta nativa <i>Eucalyptus</i>	4,70	15,06	22,45	3,90	0,02	0,26	0,19	0,05	1,11	6,51	0,52	1,63	7,03	7,40	68,10
			4,53	17,44	30,01	4,30	0,02	0,09	0,25	0,04	1,14	4,91	0,40	1,54	5,31	7,53	74,03

¹ pH - Método potenciométrico relação 1:2,5; C org, em g kg⁻¹; TFSA - Método de Walkley-Black; MO, em g kg⁻¹; TFSA + C org x 1,724; P disponível, mg dm⁻³; TFSA - Extrator Mehlich 1; K trocável, em cmole dm⁻³ - extrator Mehlich 1; Ca e Mg trocáveis, em cmole dm⁻³ - extrator KCl 1M; Al trocável, em cmole dm⁻³ - extrator KCl 1M; Ca e Mg trocáveis, em cmole dm⁻³ - extrator KCl 1M.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A substituição de florestas naturais por outros sistemas de uso da terra têm sido associados com os problemas de aparecimento de extensas áreas abandonadas e com a perda da fertilidade dos solos, o que comprova a importância das florestas na manutenção da estabilidade e da integridade dos solos.

Neste contexto, a ciclagem eficiente dos nutrientes tem papel fundamental na recuperação dos solos, uma vez que a serapilheira originada pelo material de origem vegetal e animal que são depositados continuamente sobre a superfície do solo assumem grande importância devido representar o estoque potencial de nutrientes para o vegetal.

O estudo comparativo de florestas de *Eucalyptus* com florestas nativas reveste-se de grande importância, pois tem como finalidade avaliar a sustentabilidade das plantações florestais a longo prazo. Desse modo, como os resultados deste trabalho ainda são preliminares, tendo observações apenas de um ano, não é possível afirmar que as plantações de *Eucalyptus* da empresa Jari Celulose S/A, localizada no distrito de Monte Dourado, Almeirim, Pará são sustentáveis.

No entanto, baseando nos resultados do presente trabalho, pode-se afirmar que se a empresa manter os resíduos da exploração no local, como: as folhas, os galhos, os órgãos reprodutivos e a casca das árvores, provavelmente seu custo com adubação se reduzirá, já que os resíduos da exploração representam o estoque potencial de nutrientes para o desenvolvimento dos futuros povoamentos. Conforme Kanashiro e Denich (1998)¹ a exportação da casca das árvores em uma exploração implica uma compensação adicional de fertilizantes de 272 kg ha⁻¹ de Ca, 43 kg ha⁻¹ de K e 22 kg ha⁻¹ de Mg em cada rotação.

Por fim, aconselha-se não fazer a queima dos resíduos após a exploração e, sim, deixar que os microorganismos atuem na liberação gradual dos nutrientes, pois com a queima, grande parte dos nutrientes contidos nos resíduos florestais é volatilizada (Kanashiro e Denich, 1998)¹.

¹ KANASHIRO, M.; DENICH, M. Uso sustentado de plantações florestais. In: KANASHIRO, M.; DENICH, M. **Possibilidades de utilização e Manejo adequado de áreas alteradas e abandonadas na Amazônia Brasileira: Estudos dos impactos humanos nas florestas e áreas inundadas nos trópicos.** Belém: SHIFT/CNPq/MCT, p. 7-28. 1998.

SUMMARY

The litterfall is of extreme importance for the ecological balance of native forests and forest plantations, because after its decomposition it supply nutrients for the development of plants. So, this study has as aim the comparasion the litterfall and nutrients deposited between the *Eucalyptus* and tropical forest ecosystems as well as, to evaluate the seasonality of nutrients (N, P, K, Ca and Mg) and the falling of the debris. The work was developed in two areas of Jari Celulose S/A Company: both of them are constituted of a settlement of *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* (hybrid) and a native forest in oxisoil, being the former in loamy texture and the later in sandy texture. The quantification of the litterfall production was done through 16 collectors (0,5 m²) distributed in four plots (36 m²) for each ecosystem. In a year of observation, it was verified that a much bigger production of litterfall in native forests located in sandy soil (14338 kg ha⁻¹ year⁻¹) than the one in loamy soil (9647 kg ha⁻¹ year⁻¹). In *Eucalyptus* settlements, the production was larger in loamy soil (7668 kg ha⁻¹ year⁻¹) than in sany soil (6296 kg ha⁻¹ year⁻¹). The quantity of nutrients annually transferred by the litterfall of the *Eucalyptus* plantings and of the tropical forests were respectively, in kg ha⁻¹: 46,0 and 90,9 of N; 3,3 and 2,1 of P; 20,5 and 14,6 of K; 72,9 and 80,0 of Ca; 32,0 and 50,0 of Mg, in Loamy Texture and 36,2 and 133,6 of N; 3,1 and 3,9 of P; 9,5 and 19,1 of K; 66,6 and 106,5 of Ca; 30,9 and 60,6 of Mg, in Sandy Texture. Seasonality was verified for the N and K nutrients, in the *Eucalyptus* plantings and in native forests, and for the P nutrient only in *Eucalyptus* plantings.

Key-Words: Litterfall, Litter, Nutrient Cycling, Tropical Forest, *Eucalyptus*, Amazon