

EDINELSON JOSÉ MACIEL NEVES

**BIOMASSA E ACÚMULO DE NUTRIENTES NOS DIFERENTES  
COMPARTIMENTOS DE *Ceiba pentandra* (L.) GAERTN E  
*Virola surinamensis* (ROL.) WARB PLANTADAS NA  
AMAZÔNIA OCIDENTAL BRASILEIRA**

Tese apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Doutor em Ciências Florestais, área de concentração em Silvicultura, Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Bruno Reissmann

CURITIBA

1999



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E DO DESPORTO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
COORDENAÇÃO DO CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
ENGENHARIA FLORESTAL

P A R E C E R

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, reuniram-se para realizar a arguição da Tese de **DOUTORADO**, apresentada pelo candidato **EDINELSON JOSÉ MACIEL NEVES**, sob o título **“BIOMASSA E ACÚMULO DE NUTRIENTES NOS DIFERENTES COMPARTIMENTOS DE *Ceiba pentandra* (L.) GAERTN E *Viola surinamensis* (ROL.) WARB PLANTADAS NA AMAZÔNIA OCIDENTAL BRASILEIRA.”** para obtenção do grau de **Doutor em Ciências Florestais**, no Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, Área de Concentração **SILVICULTURA**.

Após haver analisado o referido trabalho e arguido o candidato são de parecer pela **"APROVAÇÃO"** da Tese, com média final: ( **9,5** ), correspondente ao conceito ( **A** ).

Curitiba, 17 de setembro de 1999.

Pesq. Dr. Oliver Dünisch  
Primeiro Examinador  
Universidade de Hamburgo-Alemanha

Pesq. Dr. Jorge Alberto Gazel Yared  
Segundo Examinador  
EMBRAPA/CPATU

Pesq. Dr. Carlos Alberto Ferreira  
Terceiro Examinador  
EMBRAPA/COLOMBO

Profa. Dra. Celina Wisniewski  
Quarta Examinadora  
UFPR



Prof. Dr. Carlos Bruno Reissmann  
Orientador e Presidente da Banca  
UFPR

*A Deus por fazer parte de seu projeto;  
À memória de meu pai, meu primeiro mestre,  
com saudade mas na certeza de que ele está num plano muito melhor,  
que com firmeza e determinação me fez criar vários sonhos, entre os quais este  
se torna realidade.*

*À minha mãe, com admiração, respeito e orgulho;  
À Lilia, companheira de todos os momentos;  
À Larissa, Márcio e Ana Virgínia pelo amor que nos une;  
À Esmeralda, Eudenil e todos meus irmãos com gratidão  
e carinho;*

*DEDICO*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho, especialmente:

Ao Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Ocidental/Embrapa - Amazônia Ocidental, na pessoa de seu ex diretor Dr. Paulo Galvão pelo incentivo e decisivo apoio à realização deste curso e aos Drs. João Luiz Hertz (*in memoriam*) e Eduardo Morales pelo apoio concedido nas diferentes etapas do trabalho;

Ao Prof. Dr. Carlos Bruno Reissmann, pela amizade, confiança e firme orientação em todos os momentos deste estudo.

Aos Drs. Carlos Alberto Ferreira, Antônio Francisco Jurado Bellote e Helton Damin da Silva pelas idéias, críticas e sugestões.

Aos Drs. Josef Bauch e Oliver Dünisch, pela oportunidade de realizar este estudo através do projeto SHIFT – ENV 42 e pelas sugestões e apoio recebido durante a condução dos trabalhos de campo em Manaus e de laboratório no Instituto de Biologia da Madeira – Hamburgo/Alemanha.

Ao Ministério Federal da Educação, Ciência, Pesquisa e Tecnologia da Alemanha (projeto 0339638) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq (projeto ENV 42)/ Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis – IBAMA, pelo suporte financeiro concedido às análises de laboratório e passagens aéreas.

Ao Prof. Dr. Reinhard Lieberei, coordenador do programa SHIFT (Studies on Human Impact on Forests and Floodplains in the Tropics) na Alemanha.

Ao Dr. Luadir Gasparotto, coordenador do projeto SHIFT – ENV 42 em Manaus.

Ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná – UFPR pela acolhida e a seus professores pelos ensinamentos transmitidos.

Ao CNPq pela bolsa de estudo durante a realização do curso e a DAAD pelo suporte financeiro concedido durante os meses de permanência em Hamburgo.

À Embrapa – Florestas pela acolhida e apoio à realização das análises de solo e de nitrogênio nas plantas.

Ao colega Osmir José Lavoranti pela competente condução nas análises estatísticas.

Ao Dr. Sérgio Ahrens pela ajuda na redação do abstract.

Ao Dr. Peter Rademacher pelas discussões sobre a metodologia utilizada na amostragem das raízes.

Aos Engenheiros Florestais Roberval Monteiro de Lima e Celso Azevedo pelo companheirismo e apoio concedido durante o período de curso.

Aos funcionários da Biblioteca da Embrapa-Florestas, pelo apoio.

Ao Gerd Pfizenmayer pela ajuda na fase inicial de preparo e digestão das amostras.

Ao Thomas Schwarz pela condução nas análises dos nutrientes nas amostras de planta.

Ao Valdez Seabra e Alberto Souza pela valiosa ajuda na coleta de serapilheira e preparo do material de campo.

Aos amigos Hermínio e Conceição Bernasconi e a Engenheira Florestal Adelaide Batista pela agradável hospedagem proporcionada em Manaus.

Ao Emerson Gonçalves Martins e Jorge Ribaski, companheiros de curso, pela agradável amizade que desfrutamos.

## SUMÁRIO

	Pg.
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....	vii
LISTA DE FIGURAS.....	viii
LISTA DE TABELAS.....	x
RESUMO.....	xi
ABSTRACT.....	xii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1. CARACTERIZAÇÃO DAS ESPÉCIES ESTUDADAS.....	3
2.1.1. <i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.....	3
2.1.1.1. Taxonomia.....	3
2.1.1.2. Distribuição geográfica.....	4
2.1.1.3. Silvicultura.....	4
2.1.1.4. Plantios, espaçamento usados, tipo de solo e fertilização.....	5
2.1.1.5. Características e uso da madeira.....	7
2.1.2. <i>Virola surinamensis</i> (Rol.) Warb.....	8
2.1.2.1. Taxonomia.....	8
2.1.2.2. Distribuição geográfica.....	8
2.1.2.3. Silvicultura.....	9
2.1.2.4. Plantios, espaçamento usados, tipo de solo e fertilização.....	10
2.1.2.5. Características e uso da madeira.....	12
2.2. ASPECTOS DA NUTRIÇÃO FLORESTAL.....	13
2.2.1. Biomassa e concentração de nutrientes.....	16

2.2.2.	<b>Análise foliar</b> .....	20
2.2.3.	<b>Importância das árvores para o solo</b> .....	23
2.3.	<b>CICLAGEM DE NUTRIENTES</b> .....	26
2.3.1.	<b>Ciclo geoquímico</b> .....	27
2.3.2.	<b>Ciclo biogeoquímico</b> .....	32
2.3.3.	<b>Ciclo bioquímico</b> .....	37
3.	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	40
3.1.	<b>LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL</b> ..	40
3.2.	<b>INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO</b> .....	42
3.3.	<b>ÁRVORES UTILIZADAS PARA COLETA DE MATERIAL VEGETAL</b> ..	43
3.4.	<b>COMPARTIMENTAÇÃO DAS ÁRVORES</b> .....	44
3.5.	<b>PREPARO DAS AMOSTRAS DE MATERIAL VEGETAL</b> .....	45
3.5.1.	<b>Determinação do volume cilíndrico do tronco</b> .....	45
3.5.2.	<b>Determinação da biomassa seca</b> .....	46
3.6.	<b>COLETA E PREPARO DAS AMOSTRAS DE SOLO</b> .....	46
3.7.	<b>PERÍODO, COLETA E PREPARO DAS AMOSTRAS DE SERAPILHEIRA</b> .....	47
3.8.	<b>ANÁLISE QUÍMICA DO MATERIAL VEGETAL E DA SERAPILHEIRA</b> .....	47
3.9.	<b>ANÁLISE QUÍMICA DAS AMOSTRAS DE SOLO</b> .....	48
3.10.	<b>DETERMINAÇÃO DO CONTEÚDO DE NUTRIENTES</b> .....	49
3.11.	<b>EFICIÊNCIA NO USO DE NUTRIENTES</b> .....	49
3.12.	<b>ANÁLISE ESTATÍSTICA</b> .....	49
3.12.1.	<b>De plantas</b> .....	50
3.12.2.	<b>De serapilheira</b> .....	51
3.12.3.	<b>De solo</b> .....	51

4.	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	53
4.1.	CARACTERÍSTICAS DENDROMÉTRICAS DE <i>Ceiba pentandra</i> E <i>Virola surinamensis</i> .....	53
4.2.	CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DO SOLO SOB POVOAMENTO DE <i>Ceiba pentandra</i> E <i>Virola surinamensis</i> .....	57
4.3.	CARACTERIZAÇÃO DO ESTADO NUTRICIONAL DAS ESPÉCIES ESTUDADAS.....	63
4.4.	PRODUÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DE BIOMASSA.....	68
4.5.	CONTEÚDO MÉDIO DE NUTRIENTES NOS COMPARTIMENTOS DE <i>Ceiba pentandra</i> .....	71
4.6.	CONTEÚDO MÉDIO DE NUTRIENTES NOS COMPARTIMENTOS DE <i>Virola surinamensis</i> .....	79
4.7.	BIOMASSA E CONTEÚDO DE NUTRIENTES NAS RAÍZES DE <i>Ceiba pentandra</i> E <i>Virola surinamensis</i> .....	86
4.8.	DEPOSIÇÃO DE SERAPILHEIRA DE <i>Ceiba pentandra</i> E <i>Virola surinamensis</i> .....	96
4.9.	DEPOSIÇÃO DE NUTRIENTES ATRAVÉS DA QUEDA DE SERAPILHEIRA.....	98
4.9.1.	<b>Concentração dos nutrientes</b> .....	98
4.9.2.	<b>Conteúdo dos nutrientes</b> .....	104
4.9.3.	<b>Variações nos conteúdos dos nutrientes</b> .....	106
4.10.	EFICIÊNCIA NO USO DE NUTRIENTES POR <i>Ceiba pentandra</i> E <i>Virola surinamensis</i> .....	112
5.	<b>CONCLUSÕES</b> .....	116
6.	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	118
	<b>ANEXOS</b> .....	135



## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

<b>CTC</b>	Capacidade de Troca de Cátion
<b>DAP</b>	Diâmetro à altura do peito
<b>H</b>	Altura
<b>ha</b>	Hectare
<b>IBAMA</b>	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente
<b>ICA</b>	Incremento corrente anual
<b>IMA</b>	Incremento médio anual
<b>msnm</b>	Metros sobre o nível do mar
<b>PRODEPEF</b>	Projeto de Desenvolvimento e Pesquisa Florestal
<b>Vt</b>	Volume total

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA		Pg
1	LOCALIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL.....	40
2	PARCELA DE <i>Ceiba pentandra</i> COM COLETOR DE SERAPILHEIRA.....	42
3	PARCELA DE <i>Virola surinamensis</i> COM COLETOR DE SERAPILHEIRA.....	43
4	DISTRIBUIÇÃO DE BIOMASSA NOS DIFERENTES COMPARTIMENTOS DE <i>Ceiba pentandra</i> AOS 43 E 55 MESES DE IDADE .....	69
5	DISTRIBUIÇÃO DE BIOMASSA NOS DIFERENTES COMPARTIMENTOS DE <i>Virola surinamensis</i> AOS 43 E 55 MESES DE IDADE.....	69
6	CONTEÚDO MÉDIO DE N, P, K, Ca, Mg, S E Al NOS COMPARTIMENTOS DE <i>Ceiba pentandra</i> AOS 43 MESES.....	73
7	CONTEÚDO MÉDIO DE N, P, K, Ca, Mg, S E Al NOS COMPARTIMENTOS DE <i>Ceiba pentandra</i> AOS 55 MESES .....	73
8	CONTEÚDO MÉDIO DE Fe, Mn, Cu e Zn NOS COMPARTIMENTOS DE <i>Ceiba pentandra</i> AOS 43 MESES.....	78
9	CONTEÚDO MÉDIO DE Fe, Mn, Cu e Zn NOS COMPARTIMENTOS DE <i>Ceiba pentandra</i> AOS 55 MESES.....	78
10	CONTEÚDO MÉDIO DE N, P, K, Ca, Mg, S E Al NOS COMPARTIMENTOS DE <i>Virola surinamensis</i> AOS 43 MESES.....	81
11	CONTEÚDO MÉDIO DE N, P, K, Ca, Mg, S E Al NOS COMPARTIMENTOS DE <i>Virola surinamensis</i> AOS 55 MESES.....	81
12	CONTEÚDO MÉDIO DE Fe, Mn, Cu e Zn NOS COMPARTIMENTOS DE <i>Virola surinamensis</i> AOS 43 MESES .....	84
13	CONTEÚDO MÉDIO DE Fe, Mn, Cu e Zn NOS COMPARTIMENTOS DE <i>Virola surinamensis</i> AOS 55 MESES .....	85

14	DISTRIBUIÇÃO DE BIOMASSA NOS DIFERENTES TIPOS DE RAÍZES DE <i>Ceiba pentandra</i> .....	87
15	DISTRIBUIÇÃO DE BIOMASSA NOS DIFERENTES TIPOS DE RAÍZES DE <i>Virola surinamensis</i> .....	87
16	CONTEÚDO DE N, P, K, Ca, Mg, S e Al NOS DIFERENTES TIPOS DE RAÍZES DE <i>Ceiba pentandra</i> .....	90
17	CONTEÚDO DE N, P, K, Ca, Mg, S e Al NOS DIFERENTES TIPOS DE RAÍZES DE <i>Virola surinamensis</i> .....	91
18	CONTEÚDO DE Fe, Mn, Cu e Zn NOS DIFERENTES TIPOS DE RAÍZES DE <i>Ceiba pentandra</i> .....	94
19	CONTEÚDO DE Fe, Mn, Cu e Zn NOS DIFERENTES TIPOS DE RAÍZES DE <i>Virola surinamensis</i> .....	94
20	DEPOSIÇÃO MENSAL DE SERAPILHEIRA DE <i>Ceiba pentandra</i> E <i>Virola surinamensis</i> .....	96
21	CONTEÚDO DE N e Ca NA SERAPILHEIRA DE <i>Ceiba pentandra</i> .....	107
22	CONTEÚDO DE N e Ca NA SERAPILHEIRA DE <i>Virola surinamensis</i> .....	107
23	CONTEÚDO DE P, K, Mg e S NA SERAPILHEIRA DE <i>Ceiba pentandra</i> .....	108
24	CONTEÚDO DE P, K, Mg e S NA SERAPILHEIRA DE <i>Virola surinamensis</i> .....	109
25	CONTEÚDO DE Fe, Mn, Cu, Zn e Al NA SERAPILHEIRA DE <i>Ceiba pentandra</i> .....	110
26	CONTEÚDO DE Fe, Mn, Cu, Zn e Al NA SERAPILHEIRA DE <i>Virola surinamensis</i> .....	110

## LISTA DE TABELAS

TABELA	Pg	
1	ALTURA, DIÂMETRO À ALTURA DO PEITO E VOLUME TOTAL DE <i>Ceiba pentandra</i> E <i>Viroia surinamensis</i> AOS 43 E 55 MESES DE IDADE APÓS O PLANTIO (MÉDIA DE QUATRO ÁRVORES).....	54
2	VALORES DE pH, MACRONUTRIENTES, ALUMÍNIO E MATÉRIA ORGÂNICA NA PROFUNDIDADE DE 0-10 cm DE UM LATOSSOLO AMARELO TEXTURA ARGILOSA SOB PLANTIOS DE <i>Ceiba pentandra</i> E <i>Viroia surinamensis</i> COM 43 E 55 MESES DE IDADE .....	58
3	VALORES DE Fe, Mn, Cu E Zn NA PROFUNDIDADE DE 0-10 cm DE UM LATOSSOLO AMARELO TEXTURA ARGILOSA SOB PLANTIOS DE <i>Ceiba pentandra</i> E <i>Viroia surinamensis</i> COM 43 E 55 MESES DE IDADE .....	62
4	CONCENTRAÇÃO MÉDIA DE MACRONUTRIENTES, ALUMÍNIO E MICRONUTRIENTES NAS FOLHAS DE <i>Ceiba pentandra</i> E <i>Viroia surinamensis</i> , AOS 43 E 55 MESES DE IDADE .....	64
5	CONCENTRAÇÃO MÉDIA DOS MACRONUTRIENTES NA SERAPILHEIRA DE <i>Ceiba pentandra</i> E <i>Viroia surinamensis</i> .....	99
6	CONCENTRAÇÃO MÉDIA DOS MICRONUTRIENTES E ALUMÍNIO NA SERAPILHEIRA DE <i>Ceiba pentandra</i> E <i>Viroia surinamensis</i> .....	102
7	CONTEÚDO MÉDIO ANUAL DE MACRONUTRIENTES RETORNADO COM A SERAPILHEIRA DE <i>Ceiba pentandra</i> E <i>Viroia surinamensis</i> .....	104
8	CONTEÚDO MÉDIO DE MICRONUTRIENTES E ALUMÍNIO RETORANDO COM A SERAPILHEIRA DE <i>Ceiba pentandra</i> E <i>Viroia surinamensis</i> .....	105
9	ÍNDICE DE EFICIÊNCIA DE UTILIZAÇÃO DE MACRONUTRIENTES, ALUMÍNIO E MICRONUTRIENTES EM <i>Ceiba pentandra</i> E <i>Viroia surinamensis</i> AOS 43 MESES DE IDADE.....	114

## RESUMO

Na Amazônia Ocidental brasileira, foram estudados os aspectos silviculturais e nutricionais de *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn e *Virola surinamensis* (Rol.) Warb com 43 e 55 meses de idade, plantadas em parcelas de 225 m<sup>2</sup> sobre Latossolo Amarelo. Para isso, nas respectivas idades, foram selecionadas quatro árvores de cada espécie. Os estudos relacionados aos aspectos silviculturais foram feitos através de medições de altura total, diâmetro à altura do peito (DAP) e cálculo do volume total. Das parcelas com as espécies trabalhadas foram coletadas amostras de solo de 0-10 ; 10-30 e 30-60 cm de profundidade. Os estudos referentes aos aspectos nutricionais foram feitos após o corte das árvores, as quais foram divididas em diferentes compartimentos. Para o estudo do sistema radicular, apenas uma árvore de cada espécie foi amostrada aos 43 meses de idade. Entre as idades avaliadas, quantificou-se adicionalmente a deposição de serapilheira. Foi avaliada a composição química dos diferentes compartimentos, do solo e serapilheira. Constatou-se que o comportamento silvicultural das espécies foi satisfatório. Entretanto, *Ceiba* e *Virola* apresentaram características nutricionais diferenciadas. A maior deposição de folhas de *Ceiba* ocorreu no mês de julho, enquanto que em *Virola* ocorreu no mês de setembro. Os maiores conteúdos dos nutrientes estudados foram depositados durante a estação seca, com exceção dos de Ca e Zn. De maneira geral, as maiores concentrações de nutrientes ocorreram no solo sob os plantios de *Ceiba*. Esta espécie mostrou ser mais eficiente na utilização de nutrientes do que *Virola surinamensis*.

## ABSTRACT

Silvicultural and nutritional aspects of planted *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn and *Virola surinamensis* (Rol.) Warb were studied at ages 43 and 55 months on 225 m<sup>2</sup> plots established on Yellow Oxisols in the Brazilian Western Amazônia. For each species and both ages, four trees were selected. Studies related to silvicultural aspects were developed by measuring total height, diameter at breast height (DBH) and total volume determination. Soil samples were collected in each plot at the following depths: 0-10, 10-30 and 30-60 cm. On the other hand, those studies related to nutritional aspects were done after trees were felled and separated into biomass components. For the study of the root system, just one tree for each species was sampled at age 43 months. Among all ages evaluated, litter deposition was additionally quantified. Chemical composition of different biomass components, soil and litter was also evaluated. The silvicultural performance, for the two species was considered to be satisfactory. However, *C. pentandra* and *V. surinamensis* showed different nutritional characteristics. The highest litter deposition (made up mostly by leaves), for *C. pentandra*, has occurred in July, whereas for *V. surinamensis* the same phenomenon was verified in september. Except Ca and Zn, highest element contents were detected in the litterfall of the dry season. Overall, the highest nutrient concentrations was found in the soil under *C. pentandra*. This species proved to be more efficient in the utilization of nutrients than *V. surinamensis*.

## 1. INTRODUÇÃO

A floresta Amazônica compartilhada por Brasil, Bolívia, Colômbia, Equador, Peru e Venezuela, cobre uma área em torno de 6,6 milhões de km<sup>2</sup> (HERRERA *et al.*, 1981). Desse total, 3,3 milhões de km<sup>2</sup> (50%) são ocupados pela Floresta Amazônica brasileira (NANNE, 1996).

Na região Norte do Brasil, atividades como a prática da agricultura migratória, ampliação das fronteiras agrícolas e formação de campos para pastagens, começam com o corte da floresta que ao ser queimada incorpora ao solo parte dos nutrientes minerais contidos na sua biomassa. Entretanto, devido aos fatores edafo-climáticos dessa região, os nutrientes incorporados ao solo são em parte rapidamente perdidos através dos processos de lixiviação e volatilização. Com conseqüência, após poucos anos de cultivo, as áreas desmatadas entram num processo de depauperamento.

Este processo traz como conseqüência a redução da produtividade agrícola, devido a rápida perda dos nutrientes do solo, o surgimento de ervas daninhas, a erosão do solo e o conseqüente abandono da propriedade. Com isso novas áreas são desmatadas e queimadas para, preparadas, serem cultivadas.

Associada a estes problemas está a crescente demanda à nível de mercado nacional e internacional pelo uso da madeira e de seus produtos industrializados, o que vem acarretando, nos últimos anos, o crescimento de suas exportações e também do setor industrial madeireiro. Neste contexto, a Amazônia com 16 bilhões de m<sup>3</sup> de volume de madeira comercializáveis contidos nos seus 260 milhões de hectares (SOCIEDADE BRASILEIRA ..., 1987; IBDF, 1987) já é, sem dúvida, a maior fornecedora de matéria-prima para o mercado acima mencionado.

A hipótese de que plantios com espécies florestais que forneçam produtos economicamente viáveis, podem contribuir de modo significativo para

recuperar a produtividade de áreas abandonadas, quer sejam pelas atividades agropecuária ou florestal, através de diferentes sistemas silviculturais.

Entretanto, resultados de pesquisa sobre nutrição de espécies florestais nativas da Amazônia são praticamente inexistentes. O conhecimento das exigências nutricionais das espécies com potencial para uso comercial, poderá contribuir de maneira significativa para a redução de seu ciclo de corte e ganhos na qualidade da madeira produzida.

Entre as espécies comercialmente conhecidas da Amazônia brasileira com potencial para uso de compensado, laminado e celulose, *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn) chamada nesta região de sumaúma e *Virola surinamensis* (Rol.) Warb) denominada vulgarmente de ucuúba tem merecido atenção dos órgãos de pesquisa existente nessa região.

Considerando a carência de informação existente e a necessidade de obter-se conhecimentos sobre a nutrição das espécies florestais da Amazônia, este trabalho tem como objetivos:

- a) Estudar o comportamento silvicultural de *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn e de *Virola surinamensis* (Rol.) Warb, aos 43 e 55 meses de idade, plantadas em ecossistemas de terra firme ;
- b) Caracterizar, nessas idades, o solo e o estado nutricional das mencionadas espécies para N (nitrogênio); P (fósforo); K (potássio); Ca (cálcio); Mg (magnésio); S (enxofre); Al (alumínio); Fe (ferro); Mn (manganês); Cu (cobre) e Zn (zinco);
- c) Quantificar a produção de serapilheira e a deposição dos elementos anteriormente mencionados;
- d) Determinar a eficiência nutricional de *Ceiba pentandra* e *Virola surinamensis*.



## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. CARACTERIZAÇÃO DAS ESPÉCIES ESTUDADAS

No mencionado tópico, serão abordados aspectos sobre taxonomia; distribuição geográfica; silvicultura; plantios, espaçamento, tipo de solo e fertilização; caracterização e uso da madeira das espécies utilizadas no presente trabalho.

#### 2.1.1. *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn

##### 2.1.1.1. Taxonomia

*Ceiba pentandra* (L.) Gaertn é uma espécie pertencente a família das Bombacaceae. A palavra Ceiba, usada na designação do gênero, teve origem nas ilhas do Caribe e países da América Central, devido os nativos destas regiões usarem os imensos troncos das árvores para fabricação de canoas. O uso da palavra pentandra é decorrente da morfologia de suas folhas e flores, com cinco folíolos, cinco pétalas e ovário com cinco células (HOWE, 1906; SANKARAM, 1948).

No Brasil é vulgarmente conhecida como sumaúma, sumaúma da várzea, sumaumeira, árvore da seda, árvore da lã, paina-lisa e sumaúma verdadeira; na Guiana como kumata, silk cotton; na Guiana Francesa e África como fromager, maho coton, kapokier, bois coton; no Suriname como kankantri; na Colômbia como ceiba, ceiba de iana, ceiba de garsón, ceiba de bruja, cibonga, cartagenera, bonga, palosanto, lana bongo, yague, fromager, majumba; na Venezuela como ceiba yuca; na Bolívia como toborachio; no México e América Central como pochote, ochote; no Panamá como longo, cotton-tree; na Nicarágua como ceibon; no Haiti como mapou ; na Inglaterra como kapok-tree, silk-cotton-

tree; na Espanha como ceiba, ceibo e na Grã-Bretanha como ceiba, corkwood (BAKER, 1965; LOUREIRO; SILVA e ALENCAR, 1979; LORENZI, 1992).

#### 2.1.1.2. Distribuição geográfica

Segundo TOXOPEUS (1948), esta espécie ocorre nas Filipinas, Tailândia, Ceilão, oeste e leste da África equatorial, oeste da Índia e nas América Central e do Sul.

Nas América, *Ceiba pentandra* ocorre desde o sul do México passando na América Central por Cuba, Guatemala, Honduras, Nicarágua, São Salvador, Costa Rica, Haiti, Porto Rico, Antilhas, Jamaica, Barbados, Martinica, e Trinidad - Tobago. Na América do Sul ocorre no Equador, região norte do Peru, Venezuela, Colômbia, Guianas e Amazônia Brasileira (BAKER, 1965; LOUREIRO; SILVA e ALENCAR, 1979).

Em toda bacia Amazônica, seu habita natural são as áreas de Florestas de Várzea, Floresta Ombrófila Densa Aluvial e de Terras baixas, entre 5 e 100 m de altitude. Na Floresta Densa Aluvial ocupa solos Aluviais e Hidromórficos Gleizados, desenvolvidos em sedimentos argilo-siltosos, enquanto que na Floresta Densa de Terras Baixas ocupa solos de textura argilosa (LOUREIRO; SILVA e ALENCAR, 1979; PROJETO zoneamento ..., 1990).

No sudoeste da África ocorre nas regiões de Cabo Verde, Gambia, Senegal, Guiné-Bissau, Serra Leoa, Libéria, Costa do Marfim, Nigéria, Gana, Camarões e Angola. Neste continente, a ocorrência de *Ceiba pentandra* é maior nas Florestas Semidecíduas, onde perdem parcialmente suas folhas na estação seca, do que nas Florestas Ombrófilas Densas (HOWE, 1906; FAO, 1955).

#### 2.1.1.3. Silvicultura

*Ceiba pentandra* é uma espécie heliófila, de crescimento rápido. Quando plantada em terra firme, apresenta bom desenvolvimento podendo alcançar até 50m de altura por 2m de diâmetro, geralmente rodeada de sapopemas (HOWE,

1906; LOUREIRO; SILVA e ALENCAR, 1979).

Propaga-se por estaquia e semente. Quando produzidas por sementes, a emergência ocorre do quinto ao décimo dia após a sementeira com taxa de germinação elevada, quando as sementes são novas. Quando propagada por estaquia os indivíduos são menos vigorosos e com menor capacidade de sobrevivência do que os produzidos por sementes. Devido a grande exigência de luz sua regeneração natural não é abundante. Na época de floração, em locais onde a temperatura noturna alcance menos de 20°C, não produz sementes. Também tem na altitude fator limitante a frutificação, visto que acima de 450 msnm não frutifica, embora cresça acima dos 1200 msnm (HOWE, 1906; BAKER, 1965; LORENZI, 1992).

A espécie apresenta fuste retilíneo provido de sapopema e acúleo, embora ocorra indivíduos com tronco liso e sem sapopema. Suas folhas digitadas variam de estreitas a largas sendo sustentadas por pecíolos bem desenvolvidos. É uma espécie decídua durante a floração que ocorre entre os meses de agosto a setembro. Suas flores tem a coloração creme ou marrom esbranquiçada. Sua morfologia permite que ocorra a auto-polinização dentro da mesma flor ou de flores vizinhas da mesma árvore. O fruto é uma cápsula de forma bastante variada com 8 a 16cm de comprimento por 5 a 7cm de diâmetro, os quais amadurecem de outubro a novembro. Apresenta-se com hábito deiscente e painas de coloração esbranquiçada. As sementes são arredondadas, com diâmetro de aproximadamente 6 mm, tendo cada quilograma aproximadamente 7.500 unidades (HOWE, 1906; BAKER, 1965; LORENZI, 1992).

#### 2.1.1.4. Plantios, espaçamento usado, tipo de solo e fertilização

No município de Itacoatiara, Estado do Amazonas, a 296 km de Manaus, a empresa Gethal Amazonas S/A realiza plantios com *Ceiba pentandra* visando reflorestar clareiras e áreas já desmatadas. Essa empresa, com linha de produção em torno de 5.000 m<sup>3</sup>/mês entre laminados e compensados produziu, no ano de 1995, 200.000 mudas da espécie. A expectativa da mencionada

empresa é de obter, 15 anos após o plantio, árvores com diâmetro de 0,80 a 1,00 m e altura de aproximadamente 20 m. Neste sentido, a empresa desenvolve trabalho de parceria com o Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Ocidental/Embrapa – Amazônia Ocidental, Universidade Tecnológica do Amazonas - UTAM e o Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA (GETHAL desenvolve ..., 1995).

Contemplada em projeto de pesquisa que avalia a adaptabilidade de espécies nativas como alternativa para recuperar áreas abandonadas na Amazônia Ocidental, conduzido pelo Embrapa-Amazônia Ocidental, *Ceiba pentandra* plantada em espaçamento de 3 m X 3 m em Latossolo Amarelo de baixa fertilidade, apresentou aos 4 anos de idade média em altura, diâmetro à altura do peito e sobrevivência de 8,58 m, 17,21 cm e 97,22%, respectivamente (EMBRAPA, 1997).

Na Amazônia Oriental, OLIVEIRA *et al.* (1993) relatam que *Ceiba pentandra* plantada em áreas alteradas do estuário Amazônico, destaca-se entre as espécies por apresentar excelente crescimento, em teste conduzido pela empresa EIDAI do Brasil S/A,.

Entretanto, supõem-se que na maioria desses plantios a mencionada espécie necessita de um monitoramento específico, em relação à sua dinâmica de crescimento. Este, fornecerá alternativas para definir o momento mais apropriado de se fazer intervenções silviculturais como desbaste, visando proporcionar-lhe melhor crescimento e, conseqüentemente, melhor produtividade e madeira de boa qualidade.

CHINEA-RIVERA (1990), reporta que a espécie quando plantada na Costa Rica apresentou aos quatro anos um incremento médio anual (IMA) em altura de 1,6 m e em diâmetro à altura do peito (DAP) de 3,2 cm. Após execução de desbaste, o que proporcionou maior luminosidade às árvores remanescentes, o incremento corrente anual (ICA) em altura foi superior a 2 m.

Em regiões de clima semi-árido o total de precipitação é normalmente baixo com altas temperaturas e intensa radiação solar, sendo o estabelecimento

e crescimento de árvores difícil, principalmente nos primeiros anos após o plantio. Nessas regiões, *Ceiba pentandra* vem recebendo atenção de pesquisadores que buscam alternativas para proporcionar-lhe um melhor estabelecimento, visando obter índice satisfatório de sobrevivência e melhores taxas de crescimento.

Neste sentido GUPTA e MOHAN (1990), avaliando o desempenho da citada espécie, plantada em espaçamento de 2 m X 2 m em áreas degradadas do sul da Índia e adubadas com 25 g de superfosfato simples e 25 g de uréia/planta, reportam que a mesma apresentou aos 15 meses de idade, altura média de 1,75 m e biomassa seca radicular de 1,41 kg/ha.

#### 2.1.1.5. Características e uso da madeira

Com densidade que varia de 0,30 a 0,37 g/cm<sup>3</sup>, o lenho de árvores jovens de *Ceiba pentandra* é de cor esbranquiçada passando com o tempo para castanho acinzentado. Sua madeira apresenta potencial de uso para a fabricação de caixas em geral, brinquedos, aeromodelismo, palitos de fósforo, laminados, compensados e pasta para celulose (LOUREIRO; SILVA e ALENCAR, 1979; SUDAM, 1979; HUMMEL *et al.*, 1994).

A paina que reveste as sementes de *Ceiba*, conhecidas no mercado internacional por Kapok, serve para a fabricação de coletes salva-vidas, enchimento de almofadas e de colchões (HOWE, 1906; LORENZI, 1992). Das sementes, obtêm-se óleo para uso em alimentos, indústria de sabão e lubrificantes e torta para utilização como adubo (SANKARAM, 1948).

HUMMEL *et al.* (1994) mencionam que, apesar da espécie não estar mencionada nas portarias P-37/92 e 06/92 do IBAMA que estabelece lista oficial da flora ameaçada de extinção, no Estado do Amazonas a espécie, juntamente com muiratinga (*Naucleopsis caloneura*) e copaíba (*Copaífera multijuga*), participa com mais de 90% da produção de lâminas no estado.

## 2.1.2. *Virola surinamensis* (Rol.) Warb

### 2.1.2.1. Taxonomia

*Virola surinamensis* é uma espécie pertencente a família das Myristicaceae. Atualmente, o número de espécies pertencente ao gênero *Virola* cientificamente aceito para toda a América chega a 45, sendo que desse total 30 são exclusivas da bacia amazônica (HATSCHBACH, 1972; RODRIGUES, 1972).

O nome científico *Virola*, escolhido por Aublet para denominação de seu novo *taxon*, foi tirado do termo “virola”, usado pelos índios Sinemaris da Guiana Francesa. Vulgarmente é conhecida nos estados da Amazônia como ucuúba, ucuúba da várzea, ucuúba branca, ucuúba verdadeira, ucuúba amarela, noz-moscada e bicuíba; no Estado do Ceará como andiroba. Na Guiana Inglesa é conhecida como dalli, dalliba e white dalli; na França como guingumadou, guingumadou de montagne, yayamadou, yayamadou de marecage, jea ou jeamadou, moulamba, virola, moussigot, bali, dalli e arbre à suif; no Suriname como bambien, bamboentrie, baboelhoedos, baboehout, baboun houdou, mooba, dallie, waroesie e moschatboom; no Peru como cumala; na Venezuela como camaticaro e cuajo; na Costa Rica como fruta dourada; em Honduras como banak; em Guadalupe como muscadier fou e em Trinidad como wild nutmeg e cajuca. Os espanhóis a chamam de muscade de Pará e cova longa (RODRIGUES, 1972; LOUREIRO; SILVA e ALENCAR, 1979; RODRIGUES, 1980; CHAVES; GONZÁLEZ e RODRÍGUEZ, 1991; LORENZI, 1992).

### 2.1.2.2. Distribuição geográfica

*Virola surinamensis* é uma espécie encontrada desde as Antilhas até o Brasil, passando por Tobago, Trinidad, Guianas, Venezuela meridional e Bolívia. Na Amazônia brasileira, é abundante no estuário do Rio Amazonas onde constitui-se em uma das espécies de maior ocorrência entre as árvores de grande porte, nas ilhas baixas inundáveis pela maré do Atlântico. Não ocorre nos rios de água preta, com exceção do baixo Rio Negro, onde é substituída pelas

vicariantes *Virola carinata* e *Virola pavonis* (RODRIGUES, 1972).

No tipo de vegetação Floresta Ombrófila Densa Aluvial, ocorre tanto nas matas de várzea (periodicamente inundável) como nas de igapó (permanentemente inundável) de água barrenta, rica em sedimentos. No Baixo Amazonas, próximo à sua foz, é uma das espécies dominantes. Na região das ilhas no Estado do Pará, *Virola surinamensis* destaca-se na paisagem florestal das matas de várzeas. Ainda na Amazônia a ocorrência de *Virola sp.* é registrada nas áreas de Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas e de Submontanas, nesta, apenas na Amazônia Ocidental (RODRIGUES, 1972; MURÇA PIRES, 1974; LOUREIRO; SILVA e ALENCAR, 1979; PROJETO zoneamento ..., 1990).

### 2.1.2.3. Silvicultura

*Virola surinamensis* é uma espécie heliófila de crescimento lento na fase juvenil. Em solos temporariamente inundados apresenta incremento em altura em torno de 0,8 m/ano e de 1,20 m/ano (VEGA, 1976). Quando adulta adquire porte mediano com altura e diâmetro que variam de 25 a 35m e de 60 a 90 cm, respectivamente. Apresenta copa reduzida com fuste monopodial ortotrópico de ramos nitidamente verticilados, as vezes com sapopemas ou raízes escoras em sua base. A casca é de cor castanho-amarelada, com partes acinzentadas e esbranquiçadas, lisa, ligeiramente enrugada e estriada no sentido vertical (RODRIGUES, 1972).

A espécie é perenifolia com renovação das folhas antecedendo ao período de floração. Estas são simples, alternas, variando de submembranáceas a coriáceas tendo forma oblonga ou elíptica, em geral de margens paralelas, com tamanho bastante variável. Geralmente são pecioladas, porém na maioria das espécies o pecíolo é tão curto que as folhas mais se parecem sésseis. É uma espécie dióica, podendo a inflorescência de ambos os sexos ser subterminal ou mais comumente axilar. A época de floração parece estar condicionada às variações edafo-climáticas. Na Amazônia brasileira acontece de agosto a novembro com a frutificação sendo de janeiro a julho. Os frutos são coriáceos, de

forma elíptica ou globosa e deiscentes de cor bege escura (RODRIGUES, 1972; RODRIGUES, 1980).

A semente, de forma semelhante a do fruto, é lisa, fina e quebradiça e envolvida por um arilo avermelhado. O embrião é constituído de cotilédones suberetos, livres e conados. O peso de uma semente varia de 1,3 a 1,8g sendo constituído de 12 a 19% de casca e 81 a 88% de amêndoa. Esta contém de 60 a 65% de gordura consistente, com grande valor comercial, conhecida como sebo de ucuúba, usada nas indústrias de sabão e velas. Produz também trimiristina, um triglicerídeo de alta cotação e grande procura no mercado mundial devido seu emprego nas indústrias de cosméticos, perfumaria e confeitaria. A germinação é criptocotilar, epígea, decotiledonar, com os cotilédones peciolados bem acima do solo, envolvidos pelo espermoderma até o seu desprendimento (RODRIGUES, 1972; LOUREIRO; SILVA e ALENCAR, 1979; SUDAM, 1979).

O plantio de *Virola surinamensis* normalmente é feito por sementes. Como estas perdem o vigor muito rapidamente, a sementeira deve ser feita de 15 a 20 dias após a colheita. Nestas condições, a germinação chega a quase 100%, com as primeiras mudas aparecendo após 28 dias de sementeiras. O transplante para campo normalmente é feito após 90 dias da sementeira, quando as mudas atingem aproximadamente 40 cm de altura (RODRIGUES, 1972). Com relação à regeneração natural da espécie MURÇA PIRES e KOURY (1959), verificaram em uma área de várzea de 1 ha, desmatada próxima de Belém, que 25% das árvores da espécie em questão que haviam sido cortadas, regeneraram por brotação das touças (tocos).

#### 2.1.2.4. Plantios, espaçamentos, tipo de solo e fertilização

Informações silviculturais sobre plantios de espécies florestais nativas da Amazônia ainda são restritas a poucas espécies. Técnicas de produção de mudas em viveiro bem como o comportamento e crescimento em povoamentos são algumas das principais limitações para o uso extensivo das espécies arbóreas desta região em programas de reflorestamento.



Com relação a *Virola*, embora a espécie seja uma das mais solicitadas no mercado madeireiro da Amazônia brasileira, pouco se conhece sobre as técnicas silviculturais para seu manejo sustentável. Nos estados do Amapá e Pará, empresas ligadas à atividade madeireira desenvolvem plantios com a espécie em linhas de enriquecimento em ecossistema de várzea e em plantios homogêneos em terra firme.

PEREIRA (1977) menciona que em trabalho conduzido no Estado do Pará, *Virola surinamensis* plantada em áreas de várzea alta em sombra seletiva e em várzea baixa em plantios normais apresentou, aos seis meses de idade, bom aspecto geral da copa, boa dominância apical, boa formação de fuste, boa adaptabilidade ao meio em que foi estabelecida e bom crescimento em altura que variou de 74,75 a 78,66 cm em sombra seletiva e de 38,06 a 66,64 cm em plantios normais.

Em trabalho de pesquisa conduzido em Manaus - Amazonas pela Embrapa - Amazônia Ocidental, *Virola surinamensis* apresentou média em altura, diâmetro à altura do peito e sobrevivência de 4,18 m, 6,59 cm e 97,22%, respectivamente, aos 4 anos de idade. Esses resultados foram obtidos com a espécie plantada em Latosolo Amarelo de textura argilosa de baixa fertilidade, em espaçamento de 3 m X 3 m e com a adição de 100 g de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/cova na época do plantio e clima Afii com precipitação média anual acima de 2700 mm (EMBRAPA, 1997).

VEGA (1976), menciona que a espécie é plantada em linhas no Suriname desde 1954. Segundo o mencionado autor, o rendimento esperado, com base em uma densidade de 150 árvores por hectare e um ciclo de corte previsto aos 40 anos de idade, é próximo de 124 m<sup>3</sup>/ha, com um DAP mínimo de 30 cm.

Na Costa Rica CHAVES: GONZÁLEZ e RODRÍGUEZ (1991) citam resultados obtidos com *V. koschnyi*, plantadas no distrito de La Virgen de Sarapiquí, em solos com textura franco argilosa no horizonte A e argilosa no horizonte B, muito ácidos, com altas concentrações de ferro e alumínio e baixo conteúdo de fósforo e potássio. Em espaçamento de 3 m X 3 m, aos quatro anos

de idade, o diâmetro médio na altura do peito foi de 7,92 cm alcançando 13,38 cm aos seis anos. Nos mesmos períodos, a altura total, área basal e volume passaram de 7,92 m, 3,98 m<sup>2</sup>/ha e 22,59 m<sup>3</sup>/ha para 10,51 m, 11,10 m<sup>2</sup>/ha e 119,81 m<sup>3</sup>/ha, respectivamente. A sobrevivência de 68%, manteve-se constante durante os anos de observações.

GONZÁLEZ e FISHER (1994), avaliando o crescimento de espécies nativas plantadas em áreas de pastagem abandonadas na Costa Rica, cujo solo apresentava pH de 4,5, nitrogênio total de 3,2 g/Kg<sup>-1</sup>, fósforo trocável de 5,9 mg/kg<sup>-1</sup> e 1,13; 0,19 e 0,92 cmol<sup>-1</sup> de cálcio, potássio e magnésio, respectivamente, reportam que *V. koschnyi* plantada em espaçamento de 3 m X 3 m apresentou aos 3 anos de idade 88,8% de sobrevivência, 4,0 cm de diâmetro a altura do peito, 3,1 m de altura total, 1,3 m<sup>2</sup>/ha de área basal e 2,2 m<sup>3</sup>/ha de volume.

Trabalhando com a hipótese de que “espécies florestais que apresentam sistema radicular profundo são capazes de retirar nutrientes de um grande volume de solo e concentrá-los em um menor, procedendo com isso o enriquecimento da camada superficial do solo” FISHER (1995) monitorando a recuperação de solos degradados por pastagem encontrou em amostras de solo coletadas na camada de 0 - 15 cm sob plantio de *Virola koschnyi*, os seguintes resultados antes do plantio: pH 4,5; C = 0,74 g.Kg<sup>-1</sup>; N = 3,0 g.Kg<sup>-1</sup>; P = 5,7 mg.Kg<sup>-1</sup>; Ca = 1,15 Cmol<sub>c</sub>.Kg<sup>-1</sup>; Mg = 0,89 Cmol<sub>c</sub>.Kg<sup>-1</sup> e K = 0,17 Cmol<sub>c</sub>.Kg<sup>-1</sup>. Após o terceiro ano de plantio os resultados foram os seguintes: pH 4,6; C = 0,76 g.Kg<sup>-1</sup>; N = 3,33 g.Kg<sup>-1</sup>; P = 8,1 mg.Kg<sup>-1</sup>; Ca = 1,10 Cmol<sub>c</sub>.Kg<sup>-1</sup>; Mg = 1,09 Cmol<sub>c</sub>.Kg<sup>-1</sup> e K = 0,28 Cmol<sub>c</sub>.Kg<sup>-1</sup>. O mencionado autor comenta que as concentrações de N e K diferiram significativamente entre as diferentes épocas de amostragem do solo.

#### 2.1.2.5. Características e uso da madeira

A madeira de *Virola surinamensis* apresenta densidade que varia de 0,55 a 0,65g/cm<sup>3</sup>, cerne com coloração variando de bege claro a castanho escuro e

alburno mais claro bem desenvolvido. Os anéis de crescimento são pouco distintos. Quando definidos, apresentam faixas estreitas com fibras mais ou menos achatadas radialmente. Os vasos são solitários ou geminados, geralmente de 10 a 15 por mm<sup>2</sup>, ovais ou arredondados. Raios dispostos irregularmente, geralmente bi ou triseriados, de 10 a 12 por mm. Fibras arrumadas radialmente, de paredes pouco espessas. Camadas de crescimento pouco distintas, demarcadas especialmente por faixas de paredes espessas. Quando manufaturada, não empena nem se fende. Geralmente não apresenta nós nem outros defeitos em sua superfície (RODRIGUES, 1972).

A madeira de *Virola surinamensis*, devido sua coloração clara e falta de anéis de crescimento bem definidos em seu lenho, apresenta grande demanda nas indústrias de madeira serrada, compensados e laminados. Por isso é a espécie mais procurada nas várzeas da Amazônia. É usada principalmente para marcenaria, tábuas para exportação, compensado e laminado (LOUREIRO; SILVA e ALENCAR, 1979).

No Estado do Amazonas, segundo as portarias P-37/92 e 06/92 do IBAMA, é uma das espécies consideradas como vulnerável à extinção (HUMMEL *et al.*, 1994).

## 2.2. ASPECTOS DA NUTRIÇÃO FLORESTAL

No solo, a concentração dos nutrientes varia em função da textura e profundidade, do pH, da capacidade de troca de cátions, do potencial redox, da quantidade de matéria orgânica e da atividade microbiana, da radiação, temperatura, estação do ano e da aplicação de fertilizantes (BINKLEY, 1986).

Geralmente em solos com condições químicas e físicas adequadas, os elementos químicos na solução do solo como N-NO<sub>3</sub>, S-SO<sub>4</sub>, Ca, Mg e Na, considerados móveis, chegam ao sistema radicular através de fluxo de massa. Já o K, Mo e B considerados semi-móveis atingem as raízes por fluxo de massa e

difusão. O  $P-H_2PO_4$ , o íon  $N-NH_4$ , Cu, Fe, Mn, e Zn são considerados imóveis, pois chegam à superfície das raízes somente por difusão (BOWEN, 1984).

A absorção destes nutrientes feita pelas raízes finas, com diâmetro menor que 2 mm, depende do potencial do solo em prover o nutriente, da capacidade do nutriente em mover-se às raízes e da habilidade das raízes em absorvê-los, quando estes chegam até a sua superfície. Essa absorção é feita através dos mecanismos de fluxo de massa e difusão, além da realizada pelo crescimento das raízes. A absorção por fluxo de massa ocorre em virtude do potencial de água existente no solo ser maior do que o existente junto às raízes, devido o processo de evapotranspiração da planta. O mecanismo por difusão ocorre quando a absorção do nutriente pela planta é superior à chegada do mesmo à superfície das raízes, criando-se, assim, uma diferença no gradiente de concentração (BOWEN, 1984; NOVAIS; BARROS e NEVES, 1990).

Os solos da Amazônia são na sua maioria bastante intemperizados, ácidos e pobres em nutrientes, com baixa capacidade de retenção de cátions. Conseqüentemente, parte dos nutrientes requeridos para o crescimento das espécies florestais estão armazenados na sua própria vegetação. A esse respeito, SALATI e VOSE (1984) mencionam que cátions como Ca, K, Na, Mg e S são armazenados em quantidades significativas na biomassa dos ecossistemas florestais dessa região. Da mesma forma, KLINGE (1975) afirma que nas Florestas de Terra Firme próxima de Manaus mais de 80% de K, Ca e Mg e 40% e 50% de N e P, respectivamente estão armazenados na biomassa verde da floresta.

Estas florestas, crescidas sobre aqueles tipos de solos, desenvolveram vários mecanismos para conservar os nutrientes dentro do sistema entre os quais, a formação de uma densa rede de raízes com capacidade de retenção de nutrientes relativamente elevada (HERRERA *et al.*, 1978).

As raízes finas representam importante parte da biomassa radicular do ecossistema florestal, e, em muitos plantios sobre solos ácidos, estão fortemente concentradas na camada superior do solo, a uma profundidade que varia de 0 -

20 cm. BÜTTNER e LEUSCHNER (1994) enfatizam que, nesta camada, estas encontram-se bastante adensadas e competindo fortemente por água e nutrientes, possivelmente no meio de associações micorrízicas. As raízes profundas, na camada da rizosfera, produzem exudados caracterizados por misturas de compostos orgânicos assimiláveis que podem desenvolver importantes funções no funcionamento do solo (LAVELLE, 1985).

A biomassa total deste componente arbóreo nas florestas da Amazônia é de difícil avaliação. Entretanto, FITTKAU e KLINGE (1973) mencionam que nas florestas de terra firme próxima de Manaus a biomassa fresca é de aproximadamente 255 ton./ha. JORDAN e ESCALANTE (1980), reportam que em floresta da Amazônia venezuelana a taxa média da biomassa produzida por este componente é de  $117\text{g.m}^{-2}\text{.ano}^{-1}$ .

Nas últimas décadas, o conhecimento dos efeitos das propriedades químicas e físicas do solo sobre a produtividade de plantios florestais, vem merecendo atenção por parte das indústrias do setor florestal. Segundo PRITCHETT e FISHER (1987), fatores com o tipo de textura, estrutura e profundidade do solo influenciam no estabelecimento e crescimento das plantas, devido a estreita correlação que apresentam com o estado hídrico e nutricional do solo.

WOODWARD (1996), em trabalho conduzido na Amazônia equatoriana, comparou os efeitos da remoção da camada superior do solo e da compactação do subsolo sobre suas propriedades físicas e químicas com solos de florestas inalteradas. Avaliando o crescimento das espécies *Cedrelinga cateniformis*, *Caryodendron orinocense* e *Virola elongata*, nessas condições de solo, constatou que: i) a remoção da camada superior do solo e a compactação do subsolo promoveu o aumento de 70% na densidade do mesmo, ii) ocorreram diminuições significativas na matéria orgânica, conteúdo de fósforo e potássio, porosidade total e saturação de bases, iii) aumentou a capacidade de troca de cátions, iv) houveram diminuições da macroporosidade no subsolo e redução na disponibilidade de água, v) ocorreram reduções no crescimento em altura de

todas as espécies, porém em diâmetro somente em *Cedrelinga cateniformis*, vi) a remoção da camada superior do solo e a compactação do subsolo aumento a mortalidade de *Cedrelinga* e *Virola* e vii) ocorreram incremento na mortalidade de *Virola elongata* com aumento da compactação do solo.

Solos declivosos com acidez acentuada ou baixa oferta de nutrientes, podem também contribuir para o crescimento insatisfatório de povoamentos florestais, principalmente quando a espécie trabalhada demanda altas quantidades de elementos minerais.

Neste sentido BERGMANN; STUHRMANN e ZECH (1994) mencionam que plantios de *Cordia alliodora*, nas encostas de solos declivosos e compactados por pastagem, apresentam baixo crescimento em consequência do suprimento insuficiente de N e P e também por ser uma espécie que demanda altas quantidades de macronutrientes.

Monitorando as causas responsáveis pelo crescimento irregular de *Gmelina arborea*, STUHRMANN; BERGMANN e ZECH (1994) concluíram que entre outros fatores, o crescimento da espécie dependia do suprimento de N, P, K e S indicando com isso que, a espécie sofria de uma desordem nutricional múltipla.

Dados preliminares com as espécies *Swietenia macrophylla*, *Carapa guianensis*, *Cedrela odorata*, *Dypterix odorata* e *Hymenaea courbaril*, entre outras, plantadas em solos de baixa fertilidade na região de Manaus, mostram que o crescimento das mesmas é fortemente limitado pelo baixo suprimento de P e K (DÜNISCH *et al.* 1998).

### **2.2.1. Biomassa e concentração de nutrientes**

A remoção inadequada da biomassa florestal pode contribuir para o aumento da demanda de nutrientes do solo. Por isso, o conhecimento da produção de biomassa em povoamentos florestais na Amazônia torna-se necessário não só para avaliar a ciclagem de nutrientes dentro do ecossistema

mas também para conhecer o estoque existente dos diferentes nutrientes minerais. CURLIN (1970) menciona que a distribuição da produção de biomassa entre os diferentes compartimentos arbóreos obedece a ordem lenho > galhos > casca > folhas.

Na Amazônia, vários estudos foram conduzidos com o objetivo de determinar a produção de biomassa em suas diferentes comunidades florestais.

KLINGE e RODRIGUES (1973), quantificando a biomassa de uma floresta tropical de terra firme na Amazônia Central próxima de Manaus, encontraram peso fresco na ordem de 900 ton./ha sendo que deste total 255 ton./ha eram constituídos pelas raízes. FITTKAU e KLINGE (1973), verificando a distribuição da biomassa da floresta Amazônica mencionam que as 939,5 ton./ha de biomassa fresca encontradas, foram assim distribuídas: 466,9 ton. (49,7%) de tronco, 254,60 ton. (27,1%) de raízes, 200,11 ton. (21,3%) de galhos grossos e finos e 17,85 ton. (1,9%) de folhas.

JORDAN e UHL (1978), estimaram em 391 ton./ha a biomassa fresca total da floresta de São Carlos de Rio Negro na Venezuela, situada sobre solos Lateríticos. Os referidos autores comentam que a mesma é relativamente baixa quando comparada com outras florestas tropicais, sendo tal fato reflexo do baixo conteúdo de nutrientes existentes no solo.

GRIMM e FASSBENDER (1981), reportam que nos ecossistemas florestais dos Andes Venezuelanos a biomassa fresca é de 348 ton./ha enquanto que JIMÉNEZ (1988), estimou que a biomassa total em uma floresta tropical da Colômbia é de 330,8 ton./ha.

Quantificando a biomassa de duas parcelas amostrais situadas em ecossistema de várzea próximas de Manaus KLINGE; ADIS e WORBES (1995), reportam que as mesmas apresentam biomassa aérea que variam de 97 e 255 ton./ha.

Na Amazônia, de maneira geral, poucas são as informações existentes sobre a composição química de espécies nativas. Dos resultados disponíveis, a maioria refere-se aos macronutrientes sendo poucas as informações sobre os

micronutrientes. Entretanto, o conhecimento da concentração de nutrientes existentes nos diferentes compartimentos da biomassa arbórea, é de fundamental importância para a manutenção a médio e longo prazo da produtividade dos plantios florestais.

A esse respeito, GOLLEY *et al.* (1975) conceituam como concentração a quantidade de um elemento determinada em amostras de plantas coletadas no estudo de campo e como conteúdo, a concentração do elemento multiplicada pela biomassa produzida do compartimento estudado. FAGERIA e CARVALHO (1982), mencionam que o termo concentração independe do tamanho da amostra enquanto que o termo conteúdo é diretamente ligado ao tamanho desta ou seja da quantidade de biomassa produzida. Através dos trabalhos conduzidos na Amazônia observa-se que as variações existentes nas concentrações de nutrientes nas plantas variam bastante em função do elemento, do tecido da planta, do tipo de solo, vegetação e da família das espécies monitoradas.

Para CURLIN (1970), ao contrário do que ocorre com a produção de biomassa, a concentração dos nutrientes nos diferentes compartimentos arbóreos obedece a seguinte ordem : folhas > casca > galhos > lenho > raízes.

GOLLEY *et al.* (1980a), mencionam que os compartimentos caule e galhos das árvores são os que apresentam as mais baixas concentrações enquanto que as folhas as mais altas. KLINGE; ADIS e WORBES (1995), reportam que nas árvores dos ecossistema de várzea os elementos mais abundante são o cálcio seguido pelo potássio, nitrogênio e magnésio, sendo o fósforo o menos abundante. Em árvores de terra firme FERRAZ (1995), cita que de maneira geral, as concentrações de nutrientes aumenta da base para o ápice das árvores, que os teores nos galhos grossos são iguais ou semelhantes aos dos tronco e que nas folhas se localizam as maiores concentrações de nutrientes

Estudando as variações das concentrações de nutrientes em árvores de floresta secundária da Amazônia STARK (1970), encontrou as seguintes médias para folhas, madeira e casca, respectivamente (ug/g): N (33,88; 4,46; 12,1); P (2,88; 250; 650); K (6,33; 2,58; 5,46); Ca (9,42; 882; 10,0); Mg (1,72; 200; 1,50);



Fe (74,2; 17,5; 28,5); Mn (11,4; 3,2; 7,2) e Cu (13,1; 2,5; 6,6).

Em estudo conduzido na Reserva Florestal Ducke localizada nos arredores de Manaus – Brasil, onde amostras de diferentes espécies foram coletadas de três parcelas distintas STARK (1971b), reporta ocorrer variações das concentrações de nutrientes entre as folhas novas e velhas e entre a casca e madeira.

Monitorando a composição química de 118 espécies de árvores de ecossistema de terra firme próxima de Manaus GOLLEY *et al.* (1980a), mencionam que as famílias botânicas com maiores concentrações médias (mg/kg) de nutriente nas folhas são as seguintes: Apocynaceae (Fe = 818); Burseraceae (N = 21); Elacocarpaceae (Ca = 16,857); Lacistemataceae (Mg = 7,136); Lecythidaceae (Cu = 367); Melastomataceae (Al = 20,158; Mn = 339; Zn = 126) e Tiliaceae (P = 910; K = 14,845).

Verificando a distribuição de macro (g/kg) e micronutrientes (mg/kg) nos compartimentos das árvores de Floresta de Terra Firme próxima de Manaus, FERRAZ (1995) encontrou na madeira do tronco, casca do tronco, madeira dos galhos grossos, casca dos galhos grossos, galhos finos e folhas os seguintes teores médios, respectivamente: N (3,30; 9,80; 3,40; 10,80; 7,60; 16,70); P (0,05; 0,15; 0,08; 0,17; 0,20; 0,53); K (0,85; 2,12; 1,03; 2,39; 3,06; 6,16); Ca (0,97; 8,05; 1,15; 8,66; 4,14; 3,32); Mg (0,49; 0,87; 0,53; 0,99; 0,95; 1,97); Fe (15,02; 71,80; 13,85; 39,00; 37,60; 101,50); Mn (12,49; 47,18; 15,54; 56,81; 45,40; 98,30); Cu (2,74; 6,73; 3,35; 8,25; 7,83; 11,14) e Zn (1,69; 3,24; 1,92; 3,44; 2,99; 4,30).

Dentro deste enfoque, segundo GOLLEY; MCGINNIS e CLEMENTS (1971) as florestas do Panamá durante a estação seca e chuvosa armazenam nos diferentes compartimentos um conteúdo médio de (kg/ha): 96 e 253 de P; 1786 e 5078 de K; 29260 e 22941 de Ca; 2715 e 3253 de Mg; 42 e 40 de Fe; 42 e 77 de Mn; 5 e 11 de Cu e 47 e 233 de Zn, respectivamente.

Segundo GRIMM e FASSBENDER (1981), nas florestas dos Andes Venezuelanos o conteúdo médio de nutrientes (kg/ha) é da ordem de: 1107 de N; 66,4 de P; 1469 de K; 899 de Ca; 254 de Mg; 73,9 de Fe; 42,5 de Mn; 189 de Al e

14,2 de Na.

Por outro lado, o conteúdo médio de elementos minerais existente na biomassa da floresta tropical da Colômbia segundo JIMÉNEZ (1988), é o seguinte (kg/ha): 2075 de N; 37,5 de P; 724,8 de K; 1100 de Ca e 494,5 de Mg.

Com referência ao ecossistema de várzea, KLINGE *et al.* (1983) avaliando a concentração (mg/kg) de nutrientes em 45 árvores desse ecossistema várzea, mencionam que os elementos que apresentaram as maiores variações nas folhas foram Ca = 478 – 38,741; Na = 20 – 1,536, Mg = 316 – 8,426; P = 160 – 2,420; K = 2,552 – 31,652 e N = 10,200 – 47,300.

### 2.2.2. Análise foliar

As folhas por serem o principal compartimento de metabolismo dos vegetais representam o órgão que melhor demonstra as mudanças relativas ao suprimento de nutrientes sendo, portanto, o compartimento arbóreo que melhor expressa o estado nutricional das plantas, através da análise química foliar (KRAMER e KOSLOWSKI, 1972; RAIJ, 1991).

No Brasil, a pesquisa com nutrição florestal é recente e relacionada principalmente com a cultura do *Eucalyptus* (FERREIRA, 1993). Por conseguinte, no que diz respeito à Amazônia brasileira, poucos são os trabalhos encontrados na literatura pertinente, entre os quais destacam-se os de STARK (1970); STARK (1971b), KLINGE e RODRIGUES (1971), KLINGE (1975), GOLLEY *et al.* (1980a), KLINGE *et al.* (1983), KLINGE (1985) e FERRAZ (1995), todos conduzidos com árvores estabelecidas em condição de floresta nativa em diferentes ecossistemas. Com espécie plantada em povoamento, destaca-se apenas o trabalho conduzido por FRAZÃO (1985), o qual através de análise foliar determinou as exigências nutricionais de *Cordia goeldiana*.

Entre os fatores que afetam os resultados da análise foliar destacam-se a posição da amostra na copa, época do ano, tipo de solo e espécie, idade da planta, estágio fisiológico da folha e mobilidade apresentada pelo nutriente na

planta (REISSMANN, 1976; BELLOTE, 1979; SILVA, 1983; BATAGLIA e DECHEN, 1986; FERREIRA, 1989; BELLOTE, 1990; VETORAZZO, 1994; MARSCHNER, 1995). Associados à estes fatores, no caso específico da Amazônia brasileira, deve-se mencionar a influência dos diferentes tipos de ecossistemas sobre os resultados das análises foliares, devido a variação do tipo de água (barrentas e escuras) existente nos mesmos, as quais contém diferentes concentrações dos elementos minerais.

Na Amazônia brasileira, as Florestas de Terra Firme estão distribuídas, em sua maioria, sob solos do tipo Latossolo e/ou Podzólico. As situadas sob areias brancas estão distribuídas nas margens dos rios de água escura. As de Várzeas, situadas nas margens dos rios de água barrenta, inundam-se periodicamente devido a variação de suas águas e as Florestas de Igapó, áreas com águas paradas ou quase paradas devido serem permanentemente inundadas, se localizam atrás das áreas de várzeas quase nas proximidades das Florestas Ombrófilas Densas de Terras Baixas. Por conseguinte, o estado nutricional das árvores existentes nestes diferentes tipos de florestas reflete a diversidade das condições edáficas e hídricas em que se situam.

Dentro desse enfoque, comparando os níveis de nutrientes existentes nas folhas das árvores de Floresta de Campina e Floresta de Várzea KLINGE (1985), menciona que os teores de N, P, K, Ca, Mg e Na nas folhas das árvores que se desenvolvem nas Floresta de Campina são inferiores aos existentes nas folhas das espécies de Floresta de Várzea e semelhantes aos encontrados nas folhas de árvores de Floresta de Terra Firme. Por outro lado, comparando as folhas das árvores das Floresta de Várzea com as de Igapó, KLINGE *et al.* (1983) demonstraram que folhas das espécies da Floresta de Várzea são, em média, mais ricas em N, P, K, Ca, Mg e Na do que as de Floresta de Igapó, sendo tal fato reflexo direto do tipo de fertilidade das águas. Essas diferenças existentes nos tecidos foliares das árvores destes tipos de florestas foram também confirmadas por KLINGE *et al.* (1984) para casca e madeira de diferentes espécies dos mencionados ecossistemas florestais.

Através de análise foliar para macro (%) e micronutrientes (ppm) feitas em plantas de *Cordia goeldiana* plantadas em Latossolo Amarelo, FRAZÃO (1985) concluiu ser a espécie exigente em nutrientes aos 2, 3, 4 e 8 anos de idade em virtude dos teores encontrados nas mencionadas idades.

ZECH; DRECHSEL e NEUGEBAUER (1991) detectaram sintomas de deficiência como crescimento reduzido, perdas de folhas, murchamento de brotos e distintas formas de clorose, quando as concentrações nas folhas das espécies a seguir mencionadas, apresentavam os seguintes valores: *Leucaena leucocephala*, 0,10% de P e 9 ppm de Mn; *Brosimum alicástrum*, 1,44% de N e 0,06% de P; *Gmelina arbórea*, 8 ppm de Zn; *Tectona grandis*, 0,13% de P e 24 ppm de Mn; *Manilkara zapotilla*, 10 ppm de Mn; *Pinus caribaea*, 20 ppm de Mn e *Swietenia macrophylla*, 1,00% de N, 0,06-0,08% de P e 13 ppm de Mn.

A idade das plantas e o estágio fisiológico das folhas, como mencionado anteriormente, são fatores que afetam as concentrações dos nutrientes. Nas plantas e órgãos com maior idade, com exceção do Ca e algumas vezes Fe, freqüentemente ocorre diminuição nas concentrações dos elementos, devido ao aumento relativo na produção de material estrutural (parede celular e lignina) e de compostos de reserva na matéria seca. Por isso, concentrações de nutrientes adequadas ou no limite para deficiência são mais freqüentes em folhas velhas do que em novas (MARSCHNER, 1995).

Pelo exposto, quando da coleta de folhas para caracterização do estado nutricional da planta, o estágio fisiológico da folha a ser amostrada deverá ser em função do nutriente monitorado. Neste caso, o uso de folhas novas é aconselhável somente para nutrientes com redistribuição limitada como Ca, S e Mn, devido os sintomas de deficiência destes elementos manifestarem-se primeiro nas regiões de crescimento. Já em folhas maduras, fisiologicamente ativas, é aconselhável a determinação das concentrações de N, P, K e Mg, devido serem elementos móveis na planta com sintomas de deficiência manifestando-se primeiro nas folhas velhas (MENGEL e KIRKBY, 1982; MARSCHNER, 1995). Por outro lado MEAD (1984), menciona que são as folhas

velhas de *Pinus* as mais indicadas para a análise de N, P, K e Mg, em virtude da translocação destes elementos ocorrer das folhas velhas para as maduras.

Procedendo análise nos tecidos foliares de espécies folhosas usadas em plantios de enriquecimento na Libéria, ZECH e DRECHSEL (1992) observaram que folhas pequenas de *Nauclea diderichii* com 22 anos de idade, folhas completamente amarelas de *Acrocarpus fraxinifolius* com 2 anos de idade, folhas parcialmente amarelas de *Cordia alliodora* com 4 anos de idade, folhas cloróticas próximo às nervuras de *Cedrela odorata* com 2 anos de idade, folhas velhas e cloróticas de *Tieghenella heckelii* e *Tarrietia utilis* com 4 e 3 anos de idade e folhas novas e cloróticas de *Entandrophragma utile* e *Musanga cecropioides* com 4 e 8 anos de idade eram deficientes para diferentes elementos minerais.

### **2.2.3. Importância das árvores para o solo**

Nas últimas décadas, as principais causas do desmatamento na Amazônia brasileira vem sendo a formação de pastagem para criação de gado em regime extensivo e a prática da agricultura migratória. Ambas atividades começam com a derrubada e queima da floresta. No caso da agricultura migratória, a produtividade da cultura utilizada decresce após os primeiros anos devido as lixiviações dos nutrientes, em virtude das condições edafo-climáticas predominantes na região.

Segundo relatório do INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, o desmatamento na Amazônia no período de 1995 a 1997 foi estimado em pouco mais de 60 mil km<sup>2</sup>. Entretanto, a área já desmatada em toda a região considerada Amazônia Legal é de 517.069 km<sup>2</sup>, algo em torno de 51 milhões de hectares de terra ou mais de duas vezes o tamanho do Estado de São Paulo (INPE revela devastação ..., 1998).

Alterações nas propriedades químicas e físicas destas áreas acompanham, além da perda de produtividade, processos de erosão, vegetação com crescimento e acúmulo de biomassa reduzido e ocorrência de espécies de baixo valor comercial. O reaproveitamento das mesmas através de plantios com

espécies florestais pode constituir-se no caminho mais rápido para a recuperação de sua fertilidade natural. As árvores por possuírem extenso sistema radicular, retiram nutrientes de grandes profundidades do solo e através da deposição e decomposição da serapilheira, ajudam na conservação e recuperação de propriedades químicas, físicas e biológicas do solo.

Dentro desse enfoque, segundo FASSBENDER (1984) o melhoramento da estrutura do solo e o aumento na disponibilidade de água e nutrientes são alguns dos efeitos benéficos por elas proporcionados. Esses fatos demonstram a necessidade de as informações silviculturais para manejo de espécies nativas da Amazônia, serem acompanhadas do conhecimento da relação existente entre o sistema solo – planta.

SILVA (1988), avaliando a capacidade de diferentes espécies florestais proporcionarem alterações desejáveis em Oxisols no sul da Bahia, menciona que *Gmelina arborea* devido se destacar como espécie acumuladora de cálcio, potássio, fósforo e zinco, proporciona, através da serapilheira depositada, aumento na disponibilidade desses nutrientes e na formação de agregados do solo.

FISHER (1995), em plantios com três anos de idade, baseando-se nas hipóteses que as árvores: 1) podem aumentar as quantidades de N do solo; 2) alteram a qualidade e quantidade de matéria orgânica promovendo importantes trocas associadas às propriedades do solo como densidade, capacidade de troca de cátions, aeração e condutividade de água; 3) com sistema radicular profundo podem reter nutrientes de um volume maior do solo e concentrá-los em um menor, contribuindo dessa forma para uma maior disponibilidade de nutrientes na superfície do mesmo e 4) alteram o microclima do solo através da redução de temperatura aumentando com isso a umidade e potencial redox do solo, obteve os seguintes resultados:

1) As espécies *Inga edulis*, *Acacia mangium* e *Virola koschnyi* aumentaram o conteúdo de N total do solo.

2) *Virola koschnyi*, *Stryphnodendron microstachyum*, *Vochysia*

*guatemalensis* e *V. ferrugínea*, *Pithecellobium macradenium* e *Pentaclethra macroloba* diminuíram a densidade do solo. O pH diminuiu nos solos sob *Pinus tecunumanii* e aumentou nos solos com *Gmelina arborea*. *Vochysia guatemalensis* aumentou os teores de C, P e K do solo, enquanto *Vochysia ferrugínea* os de C e K. *Virola koschnyi* aumentou os de P e K. Os teores de Ca e K do solo foram aumentados pela espécie *Pithecellobium macradenium* enquanto que *Stryphnodendron microstachyum* aumentou o de K. Nenhuma espécie promoveu aumento significativo para Mg. Apenas *Virola koschnyi*, *Vochysia guatemalensis*, *Vochysia ferrugínea* e *Pentaclethra macroloba* mostraram tendência de aumento desse nutriente, enquanto que *Stryphnodendron microstachyum*, *Pithecellobium macradenium* e *Hieronyma alchorneoides* apresentaram tendência de diminuição.

3) *Virola koschnyi*, *Vochysia guatemalensis* e *Pithecellobium macradenium*, por apresentarem sistema radicular profundo, possivelmente transportam nutrientes de camadas inferiores para as superiores do solo.

4) Variações no conteúdo de umidade do solo foram observadas onde as árvores apresentaram dossel fechado. Essas, provavelmente, estariam usando mais água do que por exemplo as pastagens. Entretanto, o conteúdo de umidade mais alto na camada superficial do solo neste tipo de plantação, pode favorecer o aumento das atividades da flora e fauna do solo, melhorando as condições dos mesmos.

MONTAGNINI e SANCHO (1990), comparando as características de solos com árvores de 2,5 anos de idade plantadas na Costa Rica com as de solo embaixo de pastagens, verificaram que: a matéria orgânica e o conteúdo de N total do solo, e as concentrações de P, Ca e Mg do solo com árvores foram maiores do que as do solo com pastagens.

No Estado da Bahia MONTAGNINI; FANZERES e DA VINHA (1995), identificando espécies de árvores da Floresta Atlântica que exercem influência positiva sob a fertilidade de solos chegaram, entre outras, as seguintes conclusões:

1) As espécies *Caesalpinia echinata*, *Inga affinis*, *Parapiptadenia pterosperma* e *Plathymentia foliolosa* contribuem para o aumento do C e N do solo.

2) *Copaifera luscens*, *Eschweilera ovata*, *Lecythis pisonis* e *Licania hypoleuca* aumentam o pH e teores de cátions do solo.

3) *Arapatiella psilophylla*, *Bombax macrophyllum*, *Buchenavia grandis*, *Caesalpinia echinata*, *Cassia* spp., *Hymenaea aurea* e *Inga affinis* podem contribuir para aumentar os níveis de P trocável na superfície do solo.

Ao determinar que os estoques de nitrogênio e carbono total do solo foram respectivamente 1,90 e 1,64 vezes maior em plantações de *Albizia lebbek* do que em áreas com *Panicum maximum* e *Tricholaena repens*, PARROTA (1992) concluiu que os resultados encontrados sugerem ser as plantações florestais ferramenta promissora para a reabilitação de áreas tropicais abandonadas.

### 2.3. CICLAGEM DE NUTRIENTES

SWITZER e NELSON (1972), com base nos conceitos emitidos por Remezov, propôs a existência dos ciclos de nutrientes: 1- Ciclo geoquímico, 2- Ciclo biogeoquímico e 3- Ciclo bioquímico.

O ciclo geoquímico diz respeito às entradas e saídas de nutrientes que ocorrem num ecossistema. As principais entradas se dão através do intemperismo da rocha matriz, da precipitação, da fixação simbiótica e não simbiótica de nitrogênio e da aplicação de fertilizantes. As saídas ocorrem através da lixiviação, da volatilização, da erosão e da exploração florestal (REIS e BARROS, 1990).

O ciclo biogeoquímico compreende os processos de transferência dos nutrientes dentro do sistema solo-planta. O processo inicia-se com a absorção dos elementos feita pelas raízes após a decomposição da serapilheira e da



lavagem interna feita pelos diferentes compartimentos da planta e conclui-se com o retorno dos mesmos ao solo, via deposição da serapilheira (REIS e BARROS, 1990).

O ciclo bioquímico inclui a recuperação dos nutrientes dos órgãos senescentes, especialmente das folhas, antes de sofrerem abscisão. Ou seja, refere-se ao mecanismo de ciclagem e redistribuição dos nutrientes dentro das plantas.

### **2.3.1. Ciclo geoquímico**

O crescimento das florestas tropicais, em solos com limitada disponibilidade de elementos minerais, depende primordialmente das entradas de nutrientes via precipitação e da conseqüente habilidade apresentada pelas árvores em usa-los (HERRERA *et. al.*, 1981).

Na Amazônia brasileira, informações sobre entrada de nutrientes nos seus ecossistema, através do intemperismo das rochas são escassos. Entretanto, para fazer-se uma avaliação precisa sobre a ciclagem de nutrientes de um determinado ecossistema, é indispensável o conhecimento das influências dos processos mais importantes, como p. ex. o suprimento de nutrientes através da solução do solo.

Nos Latossolos Amarelos próximos de Manaus, o suprimento de elementos minerais através da solução do solo é restrito, especialmente o de K e P que podem limitar o crescimento das plantas. Os valores encontrados para os referidos elementos, dependendo do sistema silvicultural usado, variam de 0,57 a 3,14 ug/g e de 0,01 a 0,08 ug/g, respectivamente (INVESTIGATIONS on tree species ..., 1998).

Para o nitrogênio, nutriente altamente requerido pelas árvores, o suprimento de quase toda a quantidade do elemento nos ecossistemas florestais deriva dos processos de fixação simbiótica e não simbiótica e das quantidades de N-NH<sub>4</sub> e N-NO<sub>3</sub> existente nas chuvas (TAMM *et al.*, 1974).

Através da simbiose existente entre árvores da família leguminosa e bactérias pertencentes aos gêneros *Rhizobium* e *Bradyrhizobium*, os nódulos formados no sistema radicular dessas árvores fixam o nitrogênio do ar atmosférico aumentando, dessa maneira, o suprimento do elemento no solo. Trabalhos como os de MAGALHÃES *et al.* (1982) e de MAGALHÃES e BLUM (1984), reportam várias espécies de leguminosas da floresta Amazônica que formam nódulos ativos em suas raízes, sendo capazes de fixar o nitrogênio simbioticamente.

Segundo SALATI; SYLVESTER-BRADLEY e VICTORIA (1982), a fixação biológica de nitrogênio nas raízes de leguminosas da Amazônia contribuem com uma entrada de 2 kg/ha.ano do elemento em florestas sobre Latossolos, com 20 kg/ha.ano em florestas sobre Podzólicos e com 200 kg/ha.ano em florestas sobre Glei Pouco Húmico. A relação N-NH<sub>4</sub> versus N-NO<sub>3</sub> está em torno de 5-10 tanto para as águas de chuva como para a dos rios próximos de Manaus.

Com respeito à fixação não simbiótica, devido os solos florestais serem geralmente ácidos, poucos seriam os organismos fixadores de nitrogênio. MALAVOLTA (1981) menciona que em solos ácidos, a fixação não simbiótica ocorre na camada da rizosfera por conta das bactérias do gênero *Beijerinckia*, enquanto que nos solos com pH próximo da neutralidade a fixação é feita por colônias de bactérias dos gêneros *Azotobacter*. REIS e BARROS (1990), relatam que em solos de regiões úmidas é possível que algas dos gêneros *Anabaena* e *Nostoc* fixem o elemento.

Com relação a entrada de N e de outros nutrientes existentes nas águas das chuvas, HERRERA *et al.* (1978) reportam que nos diferentes extratos da floresta Amazônica, que funcionam como filtro na extração de nutrientes da chuva, habitam organismos como bactérias, algas, líquens e briófitas, sendo que alguns deles são capazes de fixar o nitrogênio do ar.

Neste sentido, SALATI; SYLVESTER-BRADLEY e VICTORIA. (1982) reportam que o balanço total de nitrogênio na bacia Amazônica envolve entrada na ordem de  $36 \times 10^8$  kg/ano via precipitação mais  $120 \times 10^8$  kg/ano via fixação

biológica e perda de  $120 \times 10^8$  kg/ano através da desnitrificação e volatilização. Por outro lado, JORDAN *et al.*, (1982) determinaram na Amazônia venezuelana um total de 5583 kg/ha de nitrogênio existente na biomassa e solo. As entradas foram de 11,3 kg/ha de N-NH<sub>4</sub> e 0,2 kg/ha de N-NO<sub>3</sub> via precipitação e 16,2 kg/ha da fixação biológica. As saídas foram na ordem de 8,4 kg/ha de N-NH<sub>4</sub> e 5,7 kg/ha de N-NO<sub>3</sub> através de lixiviação e 2,9 kg/ha perdidos via desnitrificação, existindo um balanço positivo de 8,9 kg/ha do elemento.

Normalmente, o aporte de nutrientes via precipitação na região de Manaus - Amazonas é baixo: N= 1,98 mg/l; P= 0,09 mg/l; K= 0,75 mg/l; Ca 0,28 mg/l; Mg= 0,07 mg/l e S= 0,14 mg/l. Entretanto, elevadas quantidades dos referidos elementos são depositadas em diferentes sistemas silviculturais, devido à ocorrência de elevados índices pluviométricos na região (INVESTIGATIONS on tree species ..., 1998).

SANTOS *et al.* (1981), verificaram que a entrada de P-total, N-NO<sub>3</sub> e Ca via precipitação sobre dosséis de diferentes tipos de floresta apresentam pequenas diferenças individuais enquanto que o N-NH<sub>4</sub>; N orgânico; N total e Mg mostram diferenças quantitativamente apreciáveis. Entretanto, as maiores quantidades lixiviadas desses nutrientes foram de material orgânico, onde os compostos nitrogenados mostraram ser mais facilmente carregados seguidos em ordem decrescente do cálcio, magnésio e fósforo total.

FRANKEN; LEOPOLDO e BERGAMIN FILHO (1985), estimaram que os conteúdos de íons na água de chuva, sobre floresta de terra firme próxima de Manaus, foram na ordem de (kg/ha.ano): 13,6 de Cl, 6,6 de NH<sub>4</sub>, 0,1 de PO<sub>4</sub>, 8,4 de Na e 2,4 de K. Enquanto que os aportes de Ca, Mg e S no piso florestal, através da precipitação interna, foi de (kg/ha.ano) 1,0; 7,8 e 37,0, respectivamente.

Estudando a ciclagem de nutrientes de duas formações vegetais da planície litorânea da Ilha do Mel, município de Paranaguá - Paraná, denominadas de "restinga baixa" e "restinga alta", BRITZ (1994) concluiu que a seqüência decrescente dos teores de nutrientes na precipitação foi Mg>Ca>K>Zn>P,

enquanto que na precipitação interna foi  $K > Mg > Ca > P > Zn > Fe$  e no lençol freático  $Ca > Si > Mg > Al > Fe > Zn > P$ .

Apesar de na região Amazônica o uso de fertilizantes em plantios florestais não ser costumeiro, nas regiões centro-oeste, sudeste e sul do Brasil bem como em vários países do mundo, o uso de fertilizantes é uma forma de aumentar o fluxo de nutrientes no solo, visando aumentar a biomassa das plantações florestais, principalmente em solos de baixa fertilidade.

STAPE e ZANI FILHO (1990), estudando o efeito de diferentes tipos de adubações de manutenção em *Eucalyptus grandis* implantados em Areia Quartzosa em Itirapina - SP observaram, três anos após a fertilização, aumentos na produtividade florestal, em relação à testemunha ( $38 \text{ m}^3/\text{ha}$ ), na ordem de 125% para as parcelas adubadas com cinzas de caldeira, de 82% para as fertilizadas com N + K e de 36% para as fertilizadas com P.

DRUMOND *et al.* (1993) constataram que, na região de Itaporanga - SE, a aplicação de doses crescente de fósforo (0; 15; 30; 45 e 60 g de  $P_2O_5$ /cova) foi fundamental para o desenvolvimento de plantas de *Eucalyptus urophylla* até aos 12 meses de idade. O diâmetro (7,10cm) e altura (8,30m) das plantas submetidas à doses de 60 g de  $P_2O_5$  foram 3,0 e 2,3 vezes superior respectivamente, em relação às demais doses aplicadas.

DÜNISCH e BAUCH (1994), trabalhando com *Picea abies* em parcelas fertilizadas com 98 kg de K; 59 kg de Ca e 128 kg de Mg e não fertilizadas, após seis anos da aplicação dos fertilizantes chegaram às seguintes conclusões: 1) A produção de biomassa das árvores fertilizadas foi 30% maior do que das não fertilizadas, enquanto que os teores de N foram levemente reduzidos e 2) A variação no conteúdo de K e Ca na região do câmbio foi fortemente relacionado com fatores ontogenéticos.

Com relação a saída de nutrientes, através dos incêndios de florestas naturais e/ou plantadas os conteúdos na biomassa e na serapilheira são liberados na forma de gases, principalmente o nitrogênio, e como partículas das cinzas componentes da fumaça (WARING e SCHLESINGER, 1985).

Da mesma forma, o corte de florestas seguido de queima para a incorporação dos nutrientes ao solo e sua posterior utilização por diferentes cultivos, promove perdas das reservas de nutrientes. DE LAS SALAS e FÖLSTER (1976), mencionam que esse tipo de atividade promove perdas da ordem de 1300 a 1400 kg/ha de N, 60 a 140 kg/ha de K, 100 a 240 kg/ha de Ca e de 30 a 80 kg/ha de Mg.

O fogo também afeta a disponibilidade de nitrogênio no solo. VIRO (1974)<sup>1</sup>, citado por MROZ *et al.* (1980), mencionam que as queimadas em florestas causam aumento na concentração de amônia (NH<sub>4</sub>) nas camadas superficiais e do solo mineral, devido ao calor provocado pela oxidação da matéria orgânica ou pelo aumento da atividade microbiana.

Durante os incêndios a corrente de ar conduz partículas de cinzas que remove outros nutrientes do solo. Das quantidades removidas, a maior é do nitrogênio. Quando comparadas com as quantidades existentes na vegetação e serapilheira antes do fogo, as quantidades removidas dos diferentes nutrientes obedecem a seguinte ordem: N > K > Mg > Ca > P (WARING e SCHLESINGER, 1985).

Entretanto, esses nutrientes removidos de um determinado solo para a atmosfera podem depositar-se, via precipitação, em outros locais. CLAYTON (1976), registra que as concentrações de Na, K, Ca, Mg, e N presentes em chuvas após incêndios florestais foram de 20 a 70 vezes mais elevadas do que de chuvas normais.

Importante também é o conhecimento das quantidades de nutrientes que saem de um sistema, arrastados pelas águas dos rios em direção ao mar. HERRERA *et al.* (1978) mencionam que a concentração dos nutrientes e o material em suspensão nos rios é um reflexo das condições nutricionais do ambiente terrestre. CHASE e SAYLES (1980) e SALATI; SYLVESTER-BRADLEY e VICTORIA (1982), reportam que anualmente são transportados pelas águas do

---

<sup>1</sup> VIRO, P.J. Effects of forest fire on soil. IN: Fire and ecosystems. New York: Academic Press, 1974, p.7-45.

Rio Amazonas até o mar 0,3 milhões de toneladas de fósforo e 3,6 milhões de toneladas de nitrogênio.

Tanto em florestas nativas como em povoamentos, as intervenções silviculturais e o tipo de manejo adotado influem na ciclagem de nutrientes. Se consideramos que na Amazônia, grande parte dos elementos minerais estão armazenados nos diferentes compartimentos arbóreos (folhas, galhos, casca e lenho), a exploração florestal pode constituir-se fonte de remoção de nutrientes contribuindo de forma decisiva para o esgotamento do solo. BRÜNIG (1977) menciona que esse tipo de atividade em florestas tropicais, usando somente espécies selecionadas, remove em média 30 ton./ha de matéria seca a qual contem aproximadamente 180 kg de nitrogênio, 12 kg de fósforo, 90 kg de potássio, 240 kg de cálcio e 30 kg de magnésio.

Monitorando os efeitos da exportação da biomassa e de nutrientes em plantios de *Eucalyptus grandis*, POGGIANI; COUTO e SUTTER FILHO (1983) concluíram que, devido à baixa fertilidade natural dos solos de cerrado, principalmente para fósforo e potássio, a remoção de folhas, galhos e casca deveria ser evitada. Isto devido a biomassa total ser assim distribuída: 9% de folhas com 37% dos nutrientes, 7% de galhos com 10% dos nutrientes e 83% de tronco com 53% dos nutrientes.

### **2.3.2. Ciclo biogeoquímico**

O retorno de nutrientes ao solo através da serapilheira constitui-se na via mais importante do ciclo biogeoquímico, especialmente em solos altamente intemperizados onde a biomassa vegetal é o principal reservatório de nutrientes (REIS e BARROS, 1990). Por isso, sua remoção pode afetar a fertilidade dos solos como demonstram trabalhos de KOEHLER; REISSMANN e KOEHLER (1987) e de REISSMANN; ABRÃO e BRITO (1989/1991).

A capacidade apresentada pela Floresta Amazônica em desenvolver-se sobre solos, na sua maioria, ácidos, bastantes intemperizados e com baixa disponibilidade de nutrientes, associada a grande produção de biomassa e alta

diversidade de espécies, deve-se à eficiente e rápida liberação dos elementos minerais liberados mediante a decomposição da serapilheira e reabsorvidos através de uma abundante e eficiente rede de raízes superficiais (STARK, 1971a; STARK e JORDAN, 1978). SIOLI (1957)<sup>1</sup> citado por SIOLI (1965), menciona que a Floresta Amazônica não usa o solo como fonte de nutrição mas somente como base de apoio mecânico.

O termo “serapilheira” aqui empregado, corresponde ao conjunto de detritos de origem vegetal que caem da vegetação e se acumulam sobre o solo (MARINO; FURTADO e DE VUONO, 1980), enquanto que “decomposição” é empregado como sendo a gradual desintegração dos organismos mortos até que sua estrutura não possa ser mais reconhecida e moléculas orgânicas complexas sejam fragmentadas em dióxido de carbono, água e componentes minerais (MASON, 1980).

Segundo FERRI (1974) serapilheira é sinônimo de serrapilheira, manta, folhedeo ou folhiço, sendo que todos eles eqüivalem ao termo inglês “litter”. BRAY e GORHAM (1964), mencionam que a mesma divide-se em: 1) serapilheira fina - constituída de 60 a 80% de folhas e o restante de flores, frutos ou sementes, inflorescências, gravetos finos e cascas e, 2) serapilheira grossa - formada por galhos e tronco.

Para REISSMANN (1982), a serapilheira acumulada é constituída por resíduos orgânicos em diferentes estádios de decomposição, na qual se concentra grande quantidade de raízes finas e vivas que absorvem nutrientes do horizonte orgânico formado.

A decomposição dos resíduos passa por três processos básicos, os quais ocorrem simultaneamente. Estes são: 1) lixiviação, que inclui a perda de material solúvel do detrito pela ação da água da chuva; 2) intemperismo, que é a ruptura mecânica dos detritos devido a fatores físicos e 3) ação biológica, que resulta na fragmentação gradual e oxidação do detritos por organismo vivos (MASON,

---

<sup>1</sup> SIOLI, H. Die “Fruchtbarkeit” der Urwaldböden des brasilianischen Amazonasgebietes und ihre Bedeutung für eine zukünftige Nutzung. **Staden-Jahrbuch**. v.5, p.23-36, 1957.

1980).

No solo, após a ruptura mecânica dos diferentes componentes da serapilheira começa o ataque dos microorganismos. Estes, pelo processo de mineralização que envolve atividades digestivas e enzimáticas, destroem os compostos orgânicos dando início a liberação, através dos seus excrementos e de sua morte, de nutrientes na forma inorgânica como N, P, S, K, Ca, Mg, etc.. No processo de mineralização participam microorganismos como as bactérias, fungos, nematóides, cupins, formigas, minhocas dentre outros (FASSBENDER e BORNEMISZA, 1994).

LUIZÃO (1982) e REIS e BARROS (1990), mencionam que tanto a produção, o acúmulo e a velocidade de decomposição da serapilheira depende entre outros fatores, do tipo de floresta ou plantio florestal, da proporção de folhas que caem em relação aos demais componentes da planta, da capacidade de translocação do nutriente antes da senescência, da idade do povoamento, do tipo de clima, das características do sítio, da atividade microbiana e da penetração das raízes finas superficiais no material em decomposição.

Na floresta de terra firme da Amazônia Brasileira, a maior deposição de serapilheira ocorre no período da estação seca (KLINGE e RODRIGUES, 1968a). Entretanto, a estação chuvosa exerce grande influência sobre a velocidade de decomposição da mesma. Nesta estação, a perda de peso e dos constituintes minerais das folhas é mais rápida do que na estação seca. Isto ocorre devido à grande atividade biológica exercida sobre o material, bem como à penetração das raízes que provocam a remoção de grande parte da matéria orgânica e dos constituintes minerais (LUIZÃO, 1982).

Folhas de *Clitoria racemosa*, leguminosa nativa da Amazônia, quando colocadas em sacos de malha de náilon com Latossolo Amarelo oriundo de um floresta de terra firme apresentaram taxa de decomposição de 216 dias em condições de estação seca contra apenas 37 dias na estação chuvosa (LUIZÃO e SCHUBART, 1986).

O conhecimento da quantidade de serapilheira depositada, a velocidade



com a qual se decompõem e o retorno de elementos minerais que esta promove ao solo, são informações importantes para o balanço de nutrientes dentro do ecossistema florestal.

Segundo BERNHARD (1970), nas florestas da Costa do Marfim a produção de serapilheira varia em torno de 7,2 a 13,4 ton./ha.ano, sendo que a mesma promove um aporte anual de nutrientes ao solo na ordem de 104 a 170 kg/ha de N; de 4,2 a 13,6 kg/ha de P; de 26 a 81 kg/ha de K; de 61 a 105 kg/ha de Ca e de 22 a 51 kg/ha de Mg.

FASSBENDER e GRIMM (1981) reportam que nas florestas dos Andes Ocidental da Venezuela a produção de serapilheira é de 6,97 ton./ha.ano, promovendo um aporte ao solo de 69 kg/ha de N, 4 kg/ha de P e 33 kg/ha de K. Os autores mencionam que os valores envolvidos na transferência depende diretamente das características do solo.

Na Guatemala EWEL (1976), reporta que a produção de serapilheira e as quantidades de nutrientes liberados dos povoamentos formados pelas espécies *Cochlospermum vitifolium*, *Heliconia latispatha*, *Orbignya cohune*, *Paspalum fasciculatum* e *Trema micrantha* com 3, 6 e 9 anos de idade foram 5,8; 8,0 e 8,0 ton./ha.ano as quais contém (kg/ha/ano) 97; 142 e 144 de N; 3,7; 5,9 e 4,8 de P; 17; 20 e 12 de K; 81; 151 e 55 de Ca e 53; 35 e 94 de Mg, respectivamente.

Trabalhos conduzidos por KLINGE e RODRIGUES (1968a) e por LUIZÃO (1989), mostram que a produção de serapilheira em áreas de floresta de terra firme próximas de Manaus, situa-se na faixa de 7,4 a 9,9 t/ha.ano. KLINGE e RODRIGUES (1968b) e de KLINGE (1977), mencionam que anualmente o retorno de macro (kg/ha) e micronutrientes (g/ha) ao solo é da ordem de: 162,2 de N, 2,2 de P, 12,7 de K, 18,4 de Ca, 12,6 de Mg, 1179,6 de Fe, 704,2 de Mn, 22,2 de Cu e 76,4 de Zn. Por outro lado LUIZÃO (1989), comenta um aporte anual ao solo de 151 kg/ha de nitrogênio, 3 kg/ha de fósforo, 15 kg/ha de potássio, 37 kg/ha de cálcio, 14 kg/ha de magnésio e 16 kg/ha de enxofre.

Monitorando o comportamento de várias espécies nativas da Amazônia Central, plantadas em parcelas a pleno sol, entre elas *Ceiba pentandra* e *Virola*

*surinamensis*, pesquisadores da Embrapa - Amazônia Ocidental e do Instituto de Biologia da Madeira/Alemanha verificaram que a serapilheira de *C. pentandra* é de fácil decomposição enquanto que a de *V. surinamensis* é consideravelmente lenta. A serapilheira de *Ceiba* promoveu o aporte (kg/ha.ano) ao solo de 1,85 de P; 8,78 de K; 30,98 de Ca; 8,89 de Mg; 2,83 de S; 0,18 de Al; 0,10 de Fe; 8,89 de Mn enquanto que o aporte promovido pela serapilheira de *Virola* foi de 0,23 de P; 0,91 de K; 5,35 de Ca; 1,95 de Mg; 0,42 de S; 0,03 de Al; 0,01 de Fe e 1,95 de Mn (INVESTIGATIONS on tree species ..., 1998).

SCHUMACHER (1992) observou em plantios de *Eucalyptus camaldulensis* com 7 anos uma deposição de serapilheira na ordem de 7,2 t/ha.ano contendo 65,1 Kg de N; 2,7 Kg de P; 28,3 Kg de K; 74,4 Kg de Ca e 11,9 Kg de Mg. Já em plantios de *E. grandis* com 7 anos foi observado uma deposição de 3,1 t/ha.ano de serapilheira contendo 24 Kg de N; 1 Kg de P; 12,3 Kg de K; 23,6 Kg de Ca e 6,1 Kg de Mg, enquanto que em plantio de *E. torelliana* com 10 anos de idade foi observada uma deposição de serapilheira de 5,8 t/ha.ano contendo 67,2 Kg de N; 3,1 Kg de P; 43,7 Kg de K; 43,6 Kg de Ca e 12,3 Kg de Mg.

BRITEZ (1994) menciona que, na planície litorânea da Ilha do Mel - Paraná, a quantidade depositada de serapilheira foi de 5.235 kg/ha na restinga baixa e de 7.673 kg/ha na restinga alta. Na área de restinga baixa, a serapilheira produzida proporcionou retorno ao solo das seguintes quantidades de nutrientes (kg/ha): 39,3 de N; 1,2 de P; 17,4 de K; 35,4 de Ca; 12,9 de Mg; 0,41 de Fe; 1,12 de Mn; 0,043 de Cu; 0,12 de Zn; 0,17 de B; 1,60 de Al e 2,20 de Si. Na restinga alta o retorno ao solo foi na ordem de (kg/ha): 82,4 de N; 2,4 de P; 27,7 de K; 50,7 de Ca; 18,1 de Mg; 0,782 de Fe; 1,085 de Mn; 0,069 de Cu; 0,121 de Zn; 0,21 de B; 3,93 de Al e 3,13 de Si.

Para as Florestas de Várzea e de Igapó, FURCH; JUNK e CAMPOS (1989) mencionam que, durante o período de inundação, ocorre uma deposição de 5 e 2,7 ton./ha, respectivamente. Estas quantidades promovem uma aporte (kg/ha) de: N=19,98 e 2,80; P=3,29 e 0,76; K=18,08 e 12,08; Ca=55,97 e 7,37;

Mg=9,61 e 2,86. Entretanto, os autores mencionam que a entrada total de nutrientes nos dois sistemas é maior. Isto devido a queda anual das folhas ser o dobro das que caem durante o período de inundação, ficando grandes quantidades de nutrientes retidos nos detritos remanescentes. Por outro lado, IRMLER (1982) destaca que nas florestas periodicamente inundadas pelas águas negras do Rio Tarumã Mirim, distante 15 km ao norte de Manaus, a deposição de serapilheira transfere anualmente ao solo 96,7 kg/ha de nitrogênio.

### **2.3.3. Ciclo bioquímico**

Com referência aos mecanismos de redistribuição dos nutrientes dentro da planta, MARSCHNER; KIRKBY e ENGELS (1997) enfatizam que, muitas vezes, o transporte de nutrientes minerais nessas é considerado como sendo somente o caminho pelo qual os nutrientes são transportados das raízes para a parte aérea, via xilema. Entretanto, o inverso também pode ocorrer através da fertilização foliar ou da retirada de gases com  $\text{SO}_4$  ou  $\text{NH}_3$  depositados nas folhas e transportados destas para as raízes, via floema. Os mencionados autores descrevem este ciclo completo da seguinte forma: raiz→xilema→tecidos da parte aérea→floema→raiz.

Na planta, a ciclagem de um determinado elemento depende de vários fatores, dentre os quais a mobilidade que o mesmo apresenta dentro da planta. Neste sentido N, P, K e Mg são considerados elementos móveis, o Ca imóvel, enquanto o Cu, Zn, Mn, Fe e S de mobilidade variável (MENGEL e KIRKBY, 1982). Conseqüentemente, sintomas de deficiência nas folhas velhas pode refletir elevada taxa de translocação enquanto que, sintomas de deficiência nas folhas novas pode indicar que o nutriente não esteja sendo translocado eficientemente para os tecidos em formação (REIS e BARROS, 1990).

O conhecimento da distribuição da biomassa nos diferentes compartimentos da planta bem como o seu conteúdo de nutrientes, podem contribuir para a escolha dos componentes a serem retirados do local de exploração.

Através da senescência e abscisão das folhas, as árvores promovem a ciclagem de seus nutrientes contemplando, desta forma, os processos que envolvem os ciclos bioquímico e biogeoquímico, respectivamente. O ciclo bioquímico, o qual promove a redistribuição de nutrientes dos tecidos velhos para os novos da planta, segundo MENGEL e KIRKBY (1982) é de fundamental importância para nutrientes com alta mobilidade como nitrogênio, fósforo, potássio e magnésio e de menor significado para os nutrientes que apresentam redistribuição limitada como Ca, S e Mn.

As espécies florestais apresentam diferenças em sua habilidade para a absorção, utilização e redistribuição dos nutrientes em seus diferentes compartimentos arbóreos. DRUMOND *et al.* (1997), trabalhando com várias espécies da Floresta Atlântica comentam existir grande diferença entre as espécies no que diz respeito à demanda nutricional.

Por outro lado, a redistribuição de nutrientes nos referidos compartimentos, varia para cada elemento em função dos níveis de fertilidade do solo, da densidade populacional, do comportamento do nutriente dentro da planta e da exigência nutricional da espécie (REIS e BARROS, 1990).

GRIMM e FASSBENDER (1981), quantificando as reservas de N, P, K, Ca, Mg, Mn, Fe, Al, e Na distribuídas em árvores da floresta venezuelana mencionam que as espécies *Guarea khuntiana*, *Podocarpus rospigliossi* e *P. oleifolius*, geralmente apresentam valores elevados de nutrientes no cambio, enquanto que os mais baixos são apresentados por *Ternstroemia acrodantha*. Já *Graffenrieda latifolia* apresenta valores altos de alumínio nas folhas.

Acúmulo de alumínio e de outros elementos minerais nas folhas são relatados por HARIDASAN (1982), para as espécies (mg/kg) *Miconia ferruginata* (4310); *M. pohliana* (6630); *Palicourea rígida* (9910); *Qualea grandiflora* (5160); *Q. multiflora* (11460); *Q. parviflora* (10640); *Vochysia elliptica* (11440) e *V. thyrsoides* (14120); por BRITEZ (1994), para as espécies *Terstroemia brasiliensis* com 1000 ug/g para Al; *Faramea marginata* com 20000 ug/g para Al e 6000 ug/g para Si; *Clusia criuva* com 700 ug/g de Mn, todas estabelecidas na planície

litorânea da Ilha do Mel - Paraná.

GOLLEY *et al.* (1980a) mencionam que nas Florestas de Terra Firme sobre Latossolo Amarelo próximas de Manaus, o compartimento com as mais altas concentrações médias de P, K, Ca, Mg, Na, Mn, Cu, B, Si, Cd e Co são as folhas. Nos galhos estas foram para Cu e Zn. Nos troncos para Al, Fe, Cu, Zn, Si, Ni e Cd e nas raízes para Al, Fe, Ni e Cr. As mais baixas concentrações dos mesmos elementos registraram-se nos tronco e galhos. Estatisticamente, as concentrações médias de P, K e B foram diferentes entre todos os compartimentos.

Já nas florestas de São Carlos de Rio Negro – Venezuela, as maiores concentrações foram para  $K > Ca > Mg > P > Al$  nos galhos;  $K = Al > Ca > P > Mg > Fe$  nas raízes;  $K > Ca > Mg > Al > P$  no alburno;  $K > Al > Ca > Mg > P$  no cerne e  $K > Ca > Mg = Al > P$  na casca (GOLLEY; YANTKO e JORDAN, 1980b)

O conhecimento da distribuição de nutrientes nas plantas, pode contribuir para a manutenção da produtividade nos sistemas silviculturais. BELLOTE *et al.* (1980), mencionam que em *Eucalyptus grandis* o elemento de maior acúmulo na casca é cálcio. Por outro lado, FERREIRA; BELLOTE e SILVA (1993) reportam existir no lenho de *Eucalyptus saligna*, decréscimo significativo nas concentrações de P, K, Ca, Mg e Mn da casca em direção a parte central do lenho. Os autores comentam que este resultado é devido aos processos fisiológicos que resultam na formação do cerne.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

Na condução deste trabalho foram utilizadas árvores de *Ceiba pentandra* e *Virola surinamensis*, plantadas no Estado do Amazonas em área pertencente ao Centro de Pesquisa Agroflorestral da Amazônia Ocidental/Embrapa - Amazônia Ocidental.

#### 3.1. LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL

A área objeto deste estudo situa-se no km 24 da rodovia AM - 010 que liga Manaus a cidade de Itacoatiara, Estado do Amazonas, entre as coordenadas 03°00'00" e 03°08'00" de latitude sul e 59°52'40" e 59°58'00" de longitude oeste a uma altitude de 50 msnm (Figura 1).



FIGURA 1. Localização da Área Experimental.

Baseado no sistema de classificação de KÖPPEN (1948), a referida área está submetida ao clima do tipo Afi, que se caracteriza por apresentar chuvas abundantes durante todo o ano e ausência de período seco. Neste sistema a zona climática A corresponde a clima tropical chuvoso sem estação fria, onde a temperatura do mês menos quente é sempre superior a 18,0°C. O tipo f indica chuvas durante todo o ano. A variedade climática i indica isotermia, devido não haver propriamente verão nem inverno, já que as oscilações anuais da temperatura média não chegam a 5°C.

Dados fornecidos pela estação climatológica da Embrapa-Amazônia Ocidental, instalada no km 24 da rodovia AM - 010, referentes ao período de janeiro/1992 a dezembro/1996, indicam temperatura máxima absoluta de 36,2°C registrada no mês de novembro de 1996, enquanto que a temperatura mínima absoluta foi de 18,0°C registrada nos meses de setembro de 1993, janeiro de 1994 e junho de 1996. A média das temperaturas máximas e mínimas, no período, foi de 34,1°C e 20,3°C, respectivamente. A precipitação média anual atingiu 2720,9 mm, sendo o ano de 1992 o de menor precipitação com 2501,7 mm e o de maior o ano de 1994 com 2990,5 mm. O valor médio da umidade relativa no período foi de 86,7%. Geralmente, os meses mais quentes do ano vão de agosto a novembro, sendo estes os mais secos e de menor precipitação. Os meses mais amenos vão normalmente de janeiro a maio.

A vegetação original da área de acordo com PROJETO zoneamento... (1990), pertencia ao tipo Floresta Ombrófila Densa, representada por árvores de grande porte, típicas de regiões de clima quente e úmido com elevada precipitação pluviométrica. No início da década de 1980 foi desmatada para o cultivo de *Hevea brasiliensis* tendo como cobertura do solo *Pueraria phaseoloides*. Posteriormente, em 1989, foi abandonada permanecendo a *P. phaseoloides* como cobertura de solo. RODRIGUES *et al.* (1972), relatam ter a mesma relevo plano e solo do tipo Latossolo Amarelo textura muito argilosa, com as seguintes características químicas e físicas: pH (H<sub>2</sub>O) 3,8; N= 0,18%; P= 0,12 e K= 0,05 mg.kg<sup>-1</sup>; Ca= 0,21, Mg= 0,14 e Al= 2,2 Cmol<sub>c</sub>.kg<sup>-1</sup>; M.O= 3,5%; Areia grossa= 8; Areia fina= 1 e Argila= 81%.

### 3.2. INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO

Em junho de 1992 foi instalado experimento de ensaio a pleno sol com 10 espécies em parcelas de 225 m<sup>2</sup> (15 m X 15 m), inteiramente casualizadas, com 25 plantas (5 x 5), espaçadas de 3 m x 3 m, com quatro repetições. Por ocasião do plantio aplicou-se 100g de superfosfato triplo na cova.

Desse ensaio, foram selecionadas as espécies *Ceiba pentandra* (Figura 2) e *Virola surinamensis* (Figura 3) para a realização do presente trabalho. As sementes de *Virola* foram fornecidas pelo laboratório de sementes do Centro de Pesquisa Agroflorestral da Amazônia Oriental/Embrapa-Amazônia Oriental, localizado na cidade de Belém - PA. As de *Ceiba* foram fornecidas pela empresa Gethal Amazonas S/A, localizado no município de Itacoatiara - AM. As mudas foram produzidas no viveiro da Embrapa-Amazônia Ocidental, em sacos de polietileno preto com substrato de terra e areia, na proporção 3:1.



FIGURA 2. Parcela de *Ceiba pentandra* com coletor de serapilheira.





FIGURA 3. Parcela de *Virola surinamensis* com coletor de serapilheira.

### 3.3. ÁRVORES UTILIZADAS PARA COLETA DE MATERIAL VEGETAL

Foram selecionadas oito árvores de *Ceiba pentandra* e oito de *Virola surinamensis*, da bordadura do experimento, sendo que quatro árvores de cada espécie foram amostradas aos 43 e quatro aos 55 meses de idade, após o plantio. Escolheu-se árvores da bordadura devido este trabalho ter como um dos objetivos a caracterização do estado nutricional das mencionadas espécies. Por conseguinte, as localizadas na bordadura de cada parcela seriam as que menos estariam competindo por água, luz e nutrientes, quando comparadas com as árvores da parcela útil.

Devido as árvores de ambas as espécies serem estéreis aos 55 meses de idade, amostras de ramos com folhas foram coletadas e comparadas com as amostras de número 60.998 (*Ceiba pentandra*) e 16.808 (*Virola surinamensis*) existentes no herbário do Instituto de Pesquisa da Amazônia - INPA. O serviço de

coleta, comparação e reconhecimento das espécies foi feito pelo Sr. Luís Fernandes Coelho, técnico especializado em botânica e aposentado daquele Instituto.

As árvores de *Ceiba* foram derrubadas com o auxílio de motosserra enquanto que as de *Virola* com serrote florestal. Antecedendo este procedimento, na altura de 1,30 m do solo, fez-se a tomada do diâmetro à altura do peito (DAP) e após a derrubada tomou-se a respectiva altura total. Ambos procedimentos foram feitos com o auxílio de fita diamétrica.

#### 3.4. COMPARTIMENTAÇÃO DAS ÁRVORES

As árvores de *Ceiba pentandra*, após derrubadas foram separadas nos seguintes compartimentos: tronco – dividido em lenho do tronco e lenho do verticilo; casca – dividido em casca do lenho do tronco e casca do lenho do verticilo; folhas; pecíolo e galhos – dividido em galhos de 0-1cm, galhos > 1-2cm, galhos > 2-3cm e galhos > 3cm.

De forma similar, cada árvore de *V. surinamensis* foi separada em: tronco – dividido em lenho do tronco e lenho do verticilo; casca – dividido em casca do lenho do tronco e casca do lenho do verticilo; folhas – dividido em folhas novas, folhas maduras e folhas velhas e galhos – dividido em galhos de 0-1cm, galhos > 1-2cm e galhos > 2-3cm. Nesta espécie, a separação das folhas em novas, maduras e velhas ocorreu devido, nas idades monitoradas, apresentarem diferenças fisiológicas visíveis a olho nu entre as folhas do terço superior (folhas novas), do médio (folhas maduras) e do inferior (folhas velhas).

Tendo as árvores 43 meses de idade, coletou-se o sistema radicular de apenas uma de cada espécie trabalhada. Este, foi separado em raízes finas (< 2 mm); casca e madeira das raízes grossas (>2 mm) e casca e madeira da raiz pivotante.

A amostragem foi realizada através de escavações feitas, com

ferramentas manuais, que partiram do tronco da árvore/espécie derrubada. As escavações seguiram o comprimento das raízes principais no sentido vertical e horizontal, neste até uma profundidade de aproximadamente 70 cm. Com relação à raiz pivotante, as escavações foram feitas até chegar ao seu final. Todo o procedimento seguiu a metodologia proposta por RADEMACHER (1986).

As seções e/ou lançamentos de cada compartimento estudado, foram ordenados no sentido ápice → base de cada árvore.

### 3.5. PREPARO DAS AMOSTRAS DO MATERIAL VEGETAL

As árvores já separadas nos diferentes compartimentos, foram transportadas até a casa de preparo de material vegetal, onde foram isentos de partículas grosseiras.

Com auxílio de uma balança marca Sartorius modelo 150 S - D2 com precisão em 0,01g, tomou-se o peso fresco total de cada compartimento. Posteriormente, retirou-se uma amostra do respectivo compartimento, tirando-se seu peso fresco. Em seguida, devidamente identificadas, as mesmas foram colocadas em estufa a 60°C, até peso constante. Após este procedimento, tomou-se o peso seco das respectivas amostras. Posteriormente, as amostras de folhas foram moídas em um triturador centrífugo do tipo Herzog modelo HSM. As demais foram trituradas em moinho tipo Wiley.

#### 3.5.1. Determinação do volume cilíndrico do tronco

Dos valores obtidos para altura total e DAP das árvores abatidas por espécie, foi calculado o volume cilíndrico do tronco, através da expressão:

$$V_c = \frac{\pi D^2}{4} \cdot H$$

Onde:

Vc = volume cilíndrico do tronco com casca;

D = diâmetro à altura do peito e

H = altura total da árvore.

### 3.5.2. Determinação da biomassa seca

Mediante os valores obtidos para o peso fresco total de cada compartimento, peso fresco da respectiva amostra e conseqüentemente de seu peso seco, calculou-se a biomassa seca para cada compartimento usando-se a seguinte expressão:

$$BS = \frac{PFT \times PSA}{PFA}$$

Onde:

BS = biomassa seca ;

PFT = peso fresco total do compartimento

PSA = peso seco da amostra

PFA = peso fresco da amostra

### 3.6. COLETA E PREPARO DAS AMOSTRAS DE SOLO

Por ocasião do abate das árvores, amostras de solo foram coletadas de cada parcela com as espécies trabalhadas. Para tanto, em cada uma delas, marcou-se cinco pontos de coleta na forma de X, para a obtenção de uma amostra composta.

As amostras foram coletadas com auxílio de um trado Pürckhauer em três profundidades : 0 -10 cm; 10 - 30 cm e 30 - 60 cm. Dessa maneira, cada parcela foi representada por três amostras compostas. As amostras com solo coletado

foram acondicionadas em sacos plásticos, devidamente identificados. Após secas ao ar, foram destorroadas e passadas em peneira com malhas de 2 mm.

### 3.7. PERÍODO, COLETA E PREPARO DAS AMOSTRAS DE SERAPILHEIRA

A coleta de deposição da serapilheira, feita nas árvores da parcela útil, foi iniciada por ocasião do abate das árvores com 43 meses e concluída com o abate das mesmas aos 55 meses de idade, perfazendo um período de 12 meses de coleta. Para tanto, um coletor de forma retangular com 2,40 m de largura por 3,00 m de comprimento foi instalado no centro de cada parcela com as espécies estudadas (Figuras 2 e 3). Os mesmos foram confeccionados em nylon e fixados em estacas de madeira com aproximadamente 60 cm acima da superfície do solo.

O material depositado em cada parcela foi semanalmente coletado, os quais foram armazenadas em sacos de papel devidamente identificados. Posteriormente, todo material foi seco em estufa com circulação forçada a 60°C. Em seguida, utilizando balança Mettler PE 360 com precisão de 0,001g, tomou-se o peso seco de todas as amostras. Após este procedimento, o material coletado semanalmente foi agrupado para formar uma amostra mensal.

As amostras foram moídas em um triturador centrífugo do tipo Herzog modelo HSM, acondicionadas em sacos plásticos devidamente identificados e encaminhadas para análises químicas.

### 3.8. ANÁLISE QUÍMICA DO MATERIAL VEGETAL E DA SERAPILHEIRA

As amostras de cada compartimento das árvores de *Ceiba pentandra* e de *Virola surinamensis* bem como as da serapilheira coletada, foram analisadas para os seguintes elementos : N; P; K; Ca; Mg; S; Fe; Mn; Cu; Zn e Al.

A determinação do N foi realizada no laboratório de Solos e Nutrição de

Plantas do Centro Nacional de Pesquisa de Florestas/Embrapa - Florestas, utilizando-se o processo micro Kjeldahl. O preparo e digestão das amostras para o referido elemento foi via úmida pesando-se 0,20g da amostra, de acordo com as descrições de SARRUGE e HAAG (1974).

As determinações de P, K, Ca, Mg, S, Al, Fe, Mn, Cu e Zn foram realizadas no laboratório do Instituto de Biologia da Madeira pertencente a Universidade de Hamburgo/Alemanha, através do método de ICP-OES (Optical Emission Spectrometry with Inductively Coupled Plasma Flame). A metodologia seguida foi a proposta por KENKEL (1991).

Para tanto, com auxílio de uma balança analítica Sartorius modelo 2003 MP1 com precisão de 0,0001g acoplada a uma máquina registradora modelo Sartorius 7079, pesou-se de 0,040 a 0,050g da amostra. Em seguida, adicionou-se 0,4 ml de ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ). Após esse procedimento efetuou-se a digestão em um Microwave Laboratory Systems sob pressão de 120 bar, a uma temperatura de 106°C, durante 1 hora e 30 minutos.

O extrato obtido foi diluído com água desmineralizada até um volume previamente calculado, usando-se o fator 300 de diluição [peso da amostra (g) X fator de diluição = volume calculado da amostra (ml)]. Posteriormente, o extrato foi analisado através de um espectrofotômetro de emissão ótica.

### 3.9. ANÁLISE QUÍMICA DAS AMOSTRAS DE SOLO.

As análises químicas para pH, P, K, Ca, Ca + Mg, Al, H + Al, Fe, Mn, Cu, Zn e Matéria Orgânica das amostras foram realizadas no Laboratório de Solos e Nutrição de Plantas do Centro Nacional de Pesquisa de Floresta/Embrapa-Florestas.

O pH foi determinado em  $\text{CaCl}_2$ ; o fósforo disponível e o potássio trocável foram extraídos com  $\text{HCL}$  0,05 N +  $\text{H}_2\text{SO}_4$  0,025 N; O  $\text{Ca}^{+2}$  +  $\text{Mg}^{+2}$  e  $\text{Al}^{+3}$  trocáveis foram extraídos com  $\text{KCL}$  1 N; O Fe; Mn; Cu e Zn disponível foram extraídos com

HCL 0,1 N, conforme descrito por BLOISE; MOREIRA e DYNIA (1979).

A acidez potencial foi determinada através de solução tampão SMP, conforme descrição de RAIJ e QUAGGIO (1983).

### 3.10. DETERMINAÇÃO DO CONTEÚDO DE NUTRIENTES

Os conteúdos de nutrientes na biomassa dos diferentes compartimentos das espécies estudadas foram calculados multiplicando-se os teores (concentração) de nutrientes presentes em cada compartimento pelos respectivos valores de sua biomassa.

### 3.11. EFICIÊNCIA NO USO DE NUTRIENTES

No decorrer da coleta de campo com as espécies estudadas tendo 43 meses de idade, foram tomados os procedimentos necessários para o cálculo da eficiência de utilização de nutrientes de *Ceiba pentandra* e *Virola surinamensis*. Para tanto, após o material vegetal ser separado em parte aérea e raízes, seco em estufa até peso constante e devidamente pesado, obteve-se para cada espécie trabalhada a biomassa seca total (bsto) produzida.

A eficiência de utilização de nutrientes foi calculada pela seguinte fórmula, adaptada do trabalho de SIDDIQI e GLASS (1981).

Eficiência de Utilização = (bsto)<sup>2</sup> ÷ conteúdo dos macronutrientes + alumínio e micronutrientes na bsto.

### 3.12. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Utilizou-se a análise de variância para comparar os efeitos dos

tratamentos. As interações entre os mesmos foram analisadas pelo teste F para contrastes ortogonais e por estudos de regressão por meio de polinômios ortogonais, para os tratamentos qualitativos e quantitativos, respectivamente.

Os dados do experimento foram testados quanto à normalidade e à homogeneidade de variância. O teste de não normalidade usado foi o teste W e o de homogeneidade de variância foi o teste de Bartlett (ANDERSON e McLEAN, 1974). As variáveis que apresentaram heterocedasticidade ou não apresentaram uma distribuição normal foram transformadas em  $\sqrt{y+0,5}$ . A transformação utilizada foi a mais adequada, por ser a média das variáveis transformadas, proporcional à variância (ANDERSON e McLEAN, 1974).

### 3.12.1. De plantas

Para a análise dos resultados dos compartimentos nas diferentes seções de *Ceiba pentandra* e *Virola surinamensis*, nas idades de 43 e 55 meses de idade, foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado. Para construir a identidade algébrica, foi utilizada a estrutura hierarquizada, com o efeito compartimento dentro do efeito seção. A análise do experimento obedeceu ao seguinte modelo experimental:

$$X_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \alpha\beta_{ij} + \gamma_k + \alpha\gamma_{ik} + \beta\gamma_{jk} + \delta_{(ijk)} + \varepsilon_{ijkl}$$

Onde:

$X_{ijk}$  = variável a ser analisada;

$\mu$  = média geral;

$\alpha_i$  = efeito das  $i$ 's espécies ( $i = 1, 2$ );

$\beta_j$  = efeito das  $j$ 's idades ( $j = 1, 2$ );

$\alpha\beta_{ij}$  = efeito da interação das  $i$ 's espécies com as  $j$ 's idades;

$\gamma_k$  = efeito das  $k$ 's seções ( $k = 1, 2, \dots, 7$ );

$\alpha\gamma_{ik}$  = efeito da interação das  $i$ 's espécies com as  $k$ 's seções;



$\beta\gamma_{jk}$  = efeito das interações das j's idades com as k's secções;

$\delta_{l(ijk)}$  = efeito dos i's compartimentos encaixados nas k's secções, cruzando as i's espécies e j's idades ( $l = 1, 2, \dots, 10$ );

$\varepsilon_{ijk}$  = erro experimental.

### 3.12.2. De serapilheira

Para a análise dos resultados da serapilheira de *Ceiba pentandra* e *Virola surinamensis*, no período de 43 a 55 meses de idade, foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado. Para construir a identidade algébrica, foi utilizado a estrutura hierarquizada, com o efeito período dentro do efeito espécie. A análise do experimento obedeceu ao seguinte modelo experimental:

$$X_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_{j(i)} + \varepsilon_{(ij)}$$

Onde:

$X_{ijk}$  = variável a ser analisada;

$\mu$  = média geral;

$\alpha_i$  = efeito das i's espécies ( $i = 1, 2$ );

$\beta_{j(i)}$  = efeito das j's meses encaixados nas i's espécies ( $j = 1, 2, \dots, 12$ );

$\varepsilon_{(ij)}$  = erro experimental.

### 3.12.3. De solo

Para a análise dos dados de solo foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado. Para construir a identidade algébrica, foi utilizado a estrutura fatorial dos efeitos espécie, idade e profundidade. A análise do experimento obedeceu ao seguinte modelo experimental:

$$X_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \alpha\beta_{ij} + \gamma_k + \alpha\gamma_{ik} + \beta\gamma_{jk} + \alpha\beta\lambda_{ijk} + \varepsilon_{ijk}$$

Onde:

$X_{ijk}$  = variável a ser estudada;

$\mu$  = média geral;

$\alpha_i$  = efeito das  $i$ 's espécies ( $i = 1, 2$ );

$\beta_j$  = efeito das  $j$ 's idades ( $j = 1, 2$ );

$\alpha\beta_{ij}$  = efeito da interação das  $i$ 's espécies com as  $j$ 's idades;

$\gamma_k$  = efeito das  $k$ 's profundidade ( $k = 1, 2, 3$ );

$\alpha\gamma_{ik}$  = efeito da interação das  $i$ 's espécies com as  $k$ 's profundidades;

$\beta\gamma_{jk}$  = efeito da interação das  $j$ 's idades com as  $k$ 's profundidades;

$\alpha\beta\gamma_{ijk}$  = efeito da interação das  $i$ 's espécies com as  $j$ 's idades e com as  $k$ 's profundidade;

$\varepsilon_{ijk}$  = erro experimental.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resultado da análise de variância com o nível de significância do teste F de Snedecor para altura (H), diâmetro à altura do peito (DAP) e volume total (Vt) em *Ceiba pentandra* e *Virola surinamensis* são apresentados na Tabela 1. Para biomassa, concentração e conteúdo de macro e micronutrientes e alumínio existentes nas espécies acima mencionadas são apresentados nas Tabelas 1A, 2A, 3A, e 4A. Como a interação ano x secção x compartimento foi significativa ao nível indicado pelo teste F para a maioria das variáveis monitoradas, realizou-se o desdobramento para analisar os efeitos das secções dentro dos diferentes compartimentos. Os efeitos das idades em cada compartimento foi testado pelo teste F para todas as variáveis estudadas. Este procedimento foi adotado devido a importância do fator idade para os objetivos deste trabalho.

### 4.1. CARACTERÍSTICAS DENDOMÉTRICAS DE *Ceiba pentandra* E *Virola surinamensis*

As espécies estudadas tiveram seu crescimento acompanhado através de medições anuais em altura e diâmetro à altura do peito.

A Tabela 1, mostra os resultados da análise de variância e os valores referentes à altura (H), diâmetro a altura do peito (DAP) e volume total (Vt) apresentados por *Ceiba pentandra* e *Virola surinamensis* aos 43 e 55 meses de idade.

TABELA 1 - Altura (m), diâmetro à altura do peito (cm) e volume total (m<sup>3</sup>) de *Ceiba pentandra* e *Virola surinamensis* aos 43 e 55 meses de idade após o plantio (média de quatro árvores).

ESPÉCIE	IDADE	H <sup>1</sup>	DAP <sup>1</sup>	V <sup>1</sup>
Ceiba	43	9,70	21,57	0,3750
	55	10,65	24,72	0,5375
	MÉDIA	10,18	23,15	0,4562
	F <sub>(IDADE)</sub>	1,16ns	1,71ns	2,79ns
Virola	43	3,55	5,82	0,0107
	55	5,42	8,35	0,0325
	MÉDIA	4,48	7,09	0,0216
	F <sub>(IDADE)</sub>	9,07*	1,10ns	0,05ns
	F <sub>(ESPÉCIE)</sub>	118,60**	116,60**	48,01**
	Cve(%)	6,47	10,28	8,54

1 - valores transformados em  $\sqrt{x + 0.5}$ ; F de Snedecor e Cve – coeficiente de variação experimental.

\* - significativo ao nível de P<0,05

\*\* - significativo ao nível de P<0,01

Observa-se que o valor de F para idade em *Ceiba pentandra* não apresenta diferença significativa para as variáveis estudadas. Em *Virola surinamensis* o mesmo mostra diferença significativa à nível de P<0,05 somente para a variável altura. Entretanto, entre espécies, o valor de F mostra diferença significativa à nível de P<0,01 para todas as variáveis estudadas. Nestas, o coeficiente de variação experimental apresentado foi satisfatório. O maior valor obtido foi 10,28% para DAP e o menor foi 6,47% para altura.

Na Tabela 1, os valores médios para altura, diâmetro à altura do peito e volume total referentes a quatro árvores variaram, respectivamente de 9,70 m; 21,57 cm e 0,3750 m<sup>3</sup> aos 43 meses à 10,65 m; 24,72 e 0,5375 m<sup>3</sup> aos 55 meses para *Ceiba* e de 3,55 m; 5,82 cm e 0,0107 m<sup>3</sup> aos 43 meses à 5,42 m; 8,35 cm e 0,0325 m<sup>3</sup> aos 55 meses para *Virola*. Tomando-se por base os valores médios entre as idades monitoradas, estes foram de 10,18 m para altura, 23,15 cm para DAP e 0,4562 m<sup>3</sup> para volume total em *Ceiba* e de 4,48 m para altura; 7,09 cm para DAP e 0,0216 m<sup>3</sup> para volume total em *Virola*. Os resultados mostram que em *Ceiba* os valores médios obtidos para altura, DAP e volume total foram aproximadamente 2,3; 3,3 e 21,1 vezes maiores do que os obtidos em *Virola*, respectivamente.

Na Amazônia a alternativa de cultivo de espécies que produzam madeira com valor comercial no mercado nacional e internacional, é apontada por muitos como a alternativa mais viável e segura para o fornecimento de matéria prima às indústrias madeireiras e à preservação das florestas naturais. Entretanto, informações silviculturais referentes às espécies florestais desta região são restritas à poucas essências.

As espécies utilizadas neste trabalho são pouco estudadas em plantios experimentais na Amazônia brasileira tornando-se difícil, à nível regional, a comparação destes resultados com os de outros trabalhos. Portanto, os obtidos com *Ceiba* serão comparados com os da mesma espécie ou com espécie da mesma família plantadas em outros países e com outras espécies nativas da Amazônia. Os obtidos com *Virola* serão comparados com os de espécies diferentes, porém pertencentes ao mesmo gênero e também com outras nativas da Amazônia.

As médias em altura e DAP obtidas por *Ceiba* são superiores aos resultados apresentados por KANE *et al.* (1993) para *Bombacopsis quinata*, Bombacaceae plantada na Colômbia, Costa Rica e Venezuela com 4; 4,3 e 4,5 anos, respectivamente. Semelhantes em altura aos de *Ochroma pyramidale* e superiores aos de *Pseudobombax septenatum* apresentados por BUTTERFIELD (1996). Quando comparados com resultados apresentados por YARED; KANASHIRO e CONCEIÇÃO (1988), referentes às espécies nativas da Amazônia, são inferiores em altura e superiores em DAP reportados para *Didymopanax morototoni* (morototó) e *Jacaranda copaia* (parapará) aos 6,5 anos de idade, plantados em Latossolo Amarelo Distrófico textura muito argilosa. Estas comparações permitem mencionar que *Ceiba pentandra* apresenta rápido crescimento, mesmo quando plantadas em solos de baixa fertilidade como o Latossolo Amarelo deste estudo.

Em relação a *Virola*, os resultados deste trabalho são inferiores aos obtidos por CHAVES; GONZÁLEZ e RODRÍGUEZ (1991) com *Virola koschnyi* aos 5 e 6 anos de idade e superiores aos obtidos por DAVIDSON *et al.* (1998) com *Virola duckei*; GONZÁLEZ e FISHER (1994) e BUTTERFIELD (1995) com *Virola koschnyi*, estabelecidas em solos de baixa fertilidade. Quando comparados

com outras espécies nativas da Amazônia, os resultados apresentados em altura e DAP pela espécie em questão são similares aos obtidos por YARED; KANASHIRO e CONCEIÇÃO (1988) com *Aspidosperma* sp. (araracanga-folha-larga) e *Cordia goeldiana* (freijó) aos 6,5 anos de idade.

*Ceiba* é uma espécie que ocorre tanto em ecossistema de várzea como de terra firme enquanto que *Virola* ocorre somente nos ecossistemas de várzea, onde neste caso, os solos são mais férteis do que os de terra firme, em virtude das águas barrentas que banham seus rios serem ricas de nutrientes em suspensão. Entretanto, os resultados obtidos na Tabela 1 com as mencionadas espécies, plantadas em solos de terra firme com baixa disponibilidade de elementos minerais, demonstram que as mesmas possuem boa plasticidade. Especificamente no caso de *Virola*, a esses resultados deve-se associar, também, o tipo de clima da área, onde o índice de precipitação média anual é superior a 2500 mm. A esse respeito VEGA (1976), reporta que o estabelecimento da espécie necessita de solo úmido, o que depende da distribuição e quantidade de chuva do local de plantio.

A superioridade apresentada por *Ceiba* em relação a *Virola*, no que diz respeito às médias obtidas com altura, diâmetro à altura do peito e volume total, pode-se atribuir às características de cada espécie, visto que as propriedades químicas do solo (Tabelas 2 e 3) onde estão estabelecidas, são similares.

Os resultados obtidos com altura e DAP em *Ceiba* aos 43 meses, não apresentam diferenças significativas quando comparados com os obtidos aos 55 meses de idade. Tal fato sugere que a espécie tem como estratégia de estabelecimento um período bastante curto (1–2 anos) e que após alcançá-lo desenvolve-se rapidamente. Conseqüentemente, o comportamento silvicultural apresentado por *Ceiba* aos 43 meses sugere que nesta idade a espécie, devido o espaçamento de 3 X 3 m usado no plantio, necessitaria de desbaste visando diminuir a competição por luz, água e nutrientes, proporcionando-lhe com isso melhor desempenho.

Por outro lado, nas mesmas idades anteriormente mencionadas, *Virola* apresenta diferença significativa ao nível de  $P < 0,05$  somente para altura. Mesmo não tendo apresentado diferença significativa para a variável DAP, a espécie ao

contrário de *Ceiba* evidencia necessitar de um tempo maior de estabelecimento (3–4 anos) e que após cumpri-lo cresce satisfatoriamente. Quanto ao volume, em *Ceiba* este é 21,1 vezes mais elevado do que o de *Virola*.

Os coeficientes de variação experimental, com valores satisfatórios para altura e diâmetro à altura do peito, apresentados por *Ceiba* e *Virola* podem ser considerados como indicativos de respostas às condições de homogeneidade apresentadas pelas propriedades químicas do solo. Tal fato corrobora com a afirmativa feita anteriormente de que, a superioridade apresentada em altura e DAP por *Ceiba* em relação a *Virola* é devido à espécie.

O crescimento e sobrevivência observados para *Ceiba* e *Virola* são satisfatórios. As espécies, aos 53 meses de idade, apresentaram índice de sobrevivência superior a 90%, boa forma de fuste, desrama natural satisfatória e aparentemente sem ocorrência à pragas e doenças. Além destas características, há boa disponibilidade de sementes.

Estes resultados demonstram que as espécies, embora estabelecidas em uma única classe de solo com baixa disponibilidade de nutrientes, apresentam bom crescimento podendo serem recomendadas para plantios em terra firme.

#### 4.2. CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DO SOLO SOB POVOAMENTO DE *Ceiba pentandra* E *Virola surinamensis*

O resultado das análises estatísticas de solo para pH; P; K; Ca; Mg; Al; matéria orgânica (M.O.); Fe; Mn; Cu e Zn, referentes às profundidades de 0-10, 10-30 e 30-60 cm, sob plantios de *Ceiba* e *Virola* com 43 e 55 meses de idade, são apresentados na Tabela 5A. Na Tabela 2 são apresentados os valores médios para pH, P, K, Ca, Ca + Mg, Al e M.O., e na Tabela 3 são mostrados os referentes à Fe, Mn, Cu e Zn, relativos à profundidade de 0-10cm.

Analisando-se a Tabela 2, com base nos resultados apresentados na Tabela 5A, observa-se que no solo sob *Ceiba* os valores encontrados entre as idades estudadas foram significativos para pH; Ca + Mg e Al, enquanto que no solo sob *Virola*, estes foram significativos para pH; P; K; Ca e Ca + Mg. Entre

espécies, os valores apresentados na Tabela 2, baseados nos resultados da Tabela 5A, são significativos apenas para K e Al.

Quando sob floresta primária o solo em estudo foi caracterizado por RODRIGUES *et al.* (1972), cujos resultados mencionados sobre as propriedades químicas são diferentes dos obtidos neste trabalho. Os resultados apresentados na Tabela 5A, demonstram que o solo apresenta baixo nível de fertilidade, concordando com os resultados encontrados por BAUCH e DÜNISCH (1996). Esses autores, mencionam que, com exceção de Ca, todos os outros elementos apresentam baixa concentração na solução do solo.

TABELA 2 - Valores de pH, macronutrientes, alumínio e matéria orgânica na profundidade de 0-10 cm de um Latossolo Amarelo textura argilosa sob plantios de *Ceiba pentandra* e *Virola surinamensis* com 43 e 55 meses de idade.

Espécie	Idade (meses)	Prof. (cm)	pH (CaCl <sub>2</sub> )	P mg/dm <sup>3</sup>	Cmol/dm <sup>3</sup>			Al	M.O g/dm <sup>3</sup>
					K	Ca	Ca + Mg		
<i>Ceiba</i>	43	0-10	4,5	6	0,08	0,49	0,95	1,4	41,8
"	55	0-10	4,2	5	0,05	0,47	0,81	1,5	37,4
<i>Virola</i>	43	0-10	4,3	6	0,11	0,35	0,88	1,3	40,9
"	55	0-10	4,5	3	0,06	0,45	0,79	1,0	39,2

A maioria dos solos da Amazônia brasileira são de baixa fertilidade, devido as condições de clima tropical com elevados índice de pluviosidade e temperaturas altas durante quase todo o ano. Segundo NAIR (1989); MONTAGNINI e SANCHO (1990), a presença de determinadas espécies de árvores em um sistema de produção pode resultar em uma melhor estrutura do solo e aumentar a disponibilidade de nutrientes no mesmo.

A Tabela 2 mostra que, quantitativamente, com exceção de K, a concentração dos macronutrientes estudados e do Al foi maior no solo sob



povoamento de *Ceiba* do que no solo sob povoamento de *Virola*, embora a Tabela 5A mostre que apenas para K e Al as mesmas sejam estatisticamente diferentes. No que diz respeito à matéria orgânica, o resultado obtido foi levemente maior na camada do solo de 0-10 cm sob plantio de *Ceiba* com 43 meses e maior na camada do solo de 0-10 cm sob plantio de *Virola* com 55 meses de idade. Porém, a Tabela 5A mostra que entre as idades e as espécies estudadas, os valores reportados não são estatisticamente diferentes.

As diferenças encontradas na matéria orgânica, por serem muito pequenas, torna-se difícil supor que sejam devidas a uma adição ou extração substancial por parte das espécies em estudo. Além disso, o período de monitoramento é também pequeno para se fazer qualquer comentário dentro do contexto, inclusive os referentes aos macronutrientes. No caso desses, os resultados encontrados, principalmente no solo sob *Virola*, pode-se supor que sejam decorrentes, principalmente, do processo de lixiviação. Possivelmente, uma amostragem mais prolongada possa constatar valores mais confiáveis.

#### a) pH; P e Al trocável

Analisando-se separadamente as variáveis estudadas, observa-se através da Tabela 2 que os maiores valores de pH foram registrados no solo sob plantio de *Ceiba* com 43 meses e sob o povoamento de *Virola* com 55 meses de idade. No plantio de *Ceiba*, a amplitude de variação entre as idades foi estatisticamente diferente, a qual decresceu de 4,5 a 4,2. MALAVOLTA (1985), menciona que a lavagem das bases existente no complexo de troca do solo promove decréscimo do pH devido as mesmas serem substituídas por íons  $H^+$ . Por outro lado, no solo sob povoamento de *Virola* os valores de pH aumentaram significativamente de 4,3 a 4,5. Varias espécies como *Copaifera luscens*, *Eschweilera ovata*, *Lecythis pisonis* e *Licania hypoleuca* mencionadas por MONTAGNINI; FANZERES e DA VINHA (1995) e *Gmelina arborea* citada por FISHER (1995) promovem aumento no valor de pH do solo. Estes resultados indicam que os solos sob plantios de *Ceiba* e *Virola* são ácidos na camada superficial de 0-10 cm e que esta acidez pode aumentar ou diminuir com a idade, em função do tipo de espécie plantada.

O teor de P trocável no solo sob plantio de *Ceiba*, entre as idades estudadas, decresceu de forma não significativa de 6 à 5 mg/dm<sup>3</sup> enquanto que no solo sob povoamento de *Virola* este variou significativamente de 6 à 3 mg/dm<sup>3</sup>. Por outro lado, a concentração de Al no solo sob povoamento de *Ceiba* aumentou significativamente de 1,4 à 1,5 cmol<sub>d</sub>/dm<sup>3</sup>. No solo sob plantio de *Virola*, a concentração do mencionado elemento diminuiu de 1,3 à 1,0 cmol<sub>d</sub>/dm<sup>3</sup>, sendo esta variação não significativa (Tabela 2 e 5A).

A limitação de P trocável nos solos da Amazônia, está associada às altas concentrações existentes de alumínio. Este elemento em quantidades excessivas, especialmente em Latossolos com pH menor que 5 promove a formação de fosfato de alumínio, reduzindo, desta maneira, a disponibilidade do teor de fósforo trocável no solo (FOX, 1974; SANCHEZ *et al.*, 1982). Os resultados obtidos, especialmente com fósforo, permitem dizer que a baixa oferta desse nutriente feita pelos Latossolos da Amazônia, associada às elevadas concentrações de alumínio, pode limitar o crescimento das espécies estudadas.

#### b) Bases trocáveis e Matéria orgânica

Os teores de K no solo sob plantios de *Ceiba* decresceram de maneira não significativa entre as idade monitoradas de 0,08 à 0,05 cmol<sub>d</sub>/dm<sup>3</sup> enquanto que no solo sob povoamento de *Virola* este decréscimo variou significativamente de 0,11 à 0,06 cmol<sub>d</sub>/dm<sup>3</sup> (Tabela 2 e 5A). SANCHEZ *et al.* (1982) citam que em torno da metade das áreas de terra firme da Amazônia apresentam reservas limitadas deste nutriente. Pelo exposto, de maneira semelhante ao ocorrido com P, denota-se que a baixa oferta de K pelo solo em questão pode limitar o crescimento tanto de *Ceiba* como de *Virola*. Tal fato sugere a necessidade de um programa de adubação com o referido elemento, visando assegurar o manejo sustentado destas espécies.

As concentrações de Ca no solo sob povoamento de *Ceiba* decresceram com a idade enquanto que no solo sob plantio de *Virola* apresentaram comportamento inverso (Tabela 2). Estas, no solo sob *Ceiba* variaram de maneira não significativa de 0,49 à 0,47 cmol<sub>d</sub>/dm<sup>3</sup> enquanto que no solo sob *Virola* aumentaram significativamente de 0,43 à 0,45 cmol<sub>d</sub>/dm<sup>3</sup> (Tabela 5A).

MONTAGNINI; FANZERES e DA VINHA (1995), mencionam que no processo de reabilitação de áreas degradadas pertencentes a Floresta Atlântica da Bahia, solos sob as espécies *Bowdichia virgilioides*, *Lecythis pisonis*, *Eschweilera ovata* e *Licania hypoleuca* foram os que apresentaram as mais altas concentrações de Ca trocável.

Com referência aos teores de Ca + Mg, estes decresceram com a idade no solo sob povoamento de *Ceiba* e de *Virola*. A amplitude de variação de 0,95 à 0,81 cmol/dm<sup>3</sup> registrada no solo sob *Ceiba* não foi significativa. Por outro lado, a variação de 0,88 à 0,79 cmol/dm<sup>3</sup> ocorrida no solo sob *Virola*, foi significativamente diferente (Tabela 2 e 5A). MONTAGNINI; FANZERES e DA VINHA (1995) verificaram que solos sob plantios das espécies *Parapiptadenia pterosperma* e *Inga edulis* apresentaram as maiores concentrações de Mg, quando sob plantios com outras espécies.

Os teores de matéria orgânica no solo sob povoamento de *Ceiba* e *Virola* diminuíram de maneira não significativa de 41,8 g/dm<sup>3</sup> a 37,4 g/dm<sup>3</sup> e de 40,9 g/dm<sup>3</sup> a 39,2 g/dm<sup>3</sup> entre as idades de 43 e 55 meses, respectivamente (Tabela 2 e 5A). Segundo FALESI (1984), os teores de matéria orgânica no horizonte A dos solos da Amazônia variam de médios a altos, diminuindo com o aumento das profundidade dos mesmos. Trabalho conduzido por EMBRAPA (1981), relaciona os baixos valores de pH e elevados teores de alumínio existentes nas camadas superficiais dos solos da Amazônia aos altos teores de matéria orgânica existentes nos mesmos.

#### c) Fe, Mn, Cu e Zn

A Tabela 3 apresenta os valores médios para Fe; Mn; Cu e Zn, referentes à camada de 0-10 cm no solo sob plantios de *Ceiba* e *Virola*, tendo as mesmas 43 e 55 meses de idade. Na Tabela 5A, o resultado das análises estatísticas mostram que os valores encontrados no solo sob *Ceiba*, entre as idades estudadas, foram significativos para todos os micronutrientes anteriormente mencionados, enquanto que no solo sob *Virola* estes foram significativos apenas para Fe e Cu. Entre espécies, os valores apresentados na Tabela 3, baseados nos resultados da Tabela 5A, são significativos apenas para Cu e Zn.

TABELA 3 - Valores de Fe, Mn, Cu e Zn na profundidade de 0-10 cm de um Latossolo Amarelo textura argilosa sob plantios de *Ceiba pentandra* e *Virola surinamensis* com 43 e 55 meses de idade.

Espécie	Idade (meses)	Prof. (cm)	Fe	Mn	Cu	Zn
			Ppm			
<i>Ceiba</i>	43	0-10	222,3	7,4	1,3	6,0
"	55	0-10	124,8	4,7	0,8	0,5
<i>Virola</i>	43	0-10	207,5	5,3	1,6	1,9
"	55	0-10	109,3	4,7	1,1	1,0

Na solução do solo, estes micronutrientes se apresentam tanto na forma de cátions como também na de complexos quelatados, podendo ser absorvidos em ambas as formas pelas plantas. Quanto ao grau de solubilidade, a apresentada por Cu é afetada pelo pH do solo, assim como também a do Fe, Mn e Zn (FASSBENDER e BORNEMISZA, 1994).

Na Tabela 3 e 5A, observa-se que a concentração de Fe no solo sob plantio de *Ceiba* e *Virola* decresceu significativamente entre as idades monitoradas de 222,3 ppm à 124,8 ppm e de 207,5 ppm à 109,3 ppm, respectivamente. Segundo FASSBENDER e BORNEMISZA (1994), a disponibilidade de Fe no solo é favorecida com a redução do pH e potencial redox e reduzida quando este se oxida de  $Fe^{2+}$  a  $Fe^{3+}$  em decorrência de elevados níveis de Mn, quando nas formas de  $Mn^{3+}$  e  $Mn^{4+}$ .

Para o mencionado nutriente, as concentrações no solo sob plantio de *Ceiba* e *Virola* decresceram de 7,4 ppm à 4,7 ppm e de 5,3 ppm à 4,7 ppm entre as idades estudadas, respectivamente (Tabela 3). A Tabela 5A mostra que as oscilações ocorridas no solo sob *Ceiba* foram significativamente diferentes, o mesmo não acontecendo com as ocorridas no solo sob *Virola*. Em solos ácidos, o manganês predomina na forma solúvel e disponível às plantas de  $Mn^{2+}$ . Neste estado de maior redução, sua solubilidade é fortemente influenciada pela umidade

e pH ácido do solo, onde a redução do potencial redox contribui para o aumento de sua disponibilidade às plantas, tornado-se esta ainda maior devido às concentrações disponíveis via mineralização da matéria orgânica (ZÖTT' e TSCHINKEL, 1971; FASSBENDER e BORNEMISZA, 1994; MARSCHNER, 1995).

A Tabela 3 e 5A mostram que, entre as idades estudadas, as concentrações de Cu no solo sob plantio de *Ceiba* e de *Virola* apresentaram decréscimo significativo de 1,3 ppm à 0,8 ppm e de 1,6 ppm à 1,1 ppm, respectivamente. Este elemento apresenta melhor disponibilidade diante de pH baixo, sendo que quantidades consideráveis do mesmo encontram-se ligadas a fração orgânica. Normalmente, solos com elevados teores de argila apresentam concentrações baixas deste elemento em solução (FASSBENDER e BORNEMISZA, 1994).

Com referência ao Zn, entre as idades estudadas, as concentrações decresceram significativamente de 6,0 ppm à 0,5 ppm no solo sob plantios de *Ceiba*. No solo sob plantios de *Virola*, de forma não significativa, estas oscilaram de 1,9 ppm à 1,0 ppm (Tabela 3 e 5A). Quanto ao valor (6,0 ppm) encontrado no solo sob povoamento de *Ceiba* aos 43 meses, o mesmo pode-se supor que seja de acúmulo, via deposição de serapilheira. A disponibilidade do nutriente em questão, diminui com o aumento do pH. Quantidades apreciáveis do mesmo encontra-se retida na fração argila e orgânica do solo. Por isso, freqüentemente, solos argilosos apresentam concentrações baixas deste micronutriente, o que indica que o mesmo pode limitar plantios com diferentes espécies (FASSBENDER e BORNEMISZA, 1994).

#### 4.3. CARACTERIZAÇÃO DO ESTADO NUTRICIONAL DAS ESPÉCIES ESTUDADAS

Os resultados das concentrações dos nutrientes obtidos nas folhas de *Ceiba pentandra* e *Virola surinamensis* são apresentados nas Tabelas 10A, 30A, 31A e 32A. Entretanto, para caracterizar o estado nutricional das árvores amostradas baseou-se somente nas concentrações médias, as quais são apresentadas na Tabela 4.

TABELA 4. - Concentração média de macronutrientes, alumínio (g/kg) e micronutrientes (mg/kg) nas folhas de *Ceiba pentandra* e *Virola surinamensis*, aos 43 e 55 meses de idade.

Espécie	Compartimento	Idade											
		(meses)	N	P	K	Ca	Mg	S	Al	Fe	Mn	Cu	Zn
Ceiba	Folhas	43	33,79	1,70	8,84	9,67	3,41	1,65	0,08	58,52	12,95	9,60	16,25
		55	28,28	2,11	11,29	10,19	2,98	1,91	0,10	58,71	13,94	16,96	21,12
		F idade	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
		Cve	1,81	9,31	10,74	17,27	11,77	8,94	4,00	5,86	18,04	23,44	10,68
Virola	F. novas	43	18,62	1,34	11,02	5,34	2,35	1,35	0,06	38,17	351,63	7,98	19,16
		55	16,70	1,48	8,97	4,30	1,80	1,41	0,04	58,13	318,82	12,31	20,68
		F idade	**	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
		Cve	2,23	6,01	6,80	16,21	8,71	7,60	2,05	13,97	12,98	16,74	10,04
Virola	F. maduras	43	16,48	0,83	6,27	11,22	3,28	1,34	0,03	38,27	200,41	6,45	13,74
		55	15,45	0,94	4,85	8,68	2,14	1,37	0,03	43,81	241,85	10,43	17,98
		F idade	ns	ns	ns	*	*	ns	ns	ns	ns	**	*
		Cve	4,18	7,63	8,05	8,54	14,60	2,92	1,94	11,25	12,62	14,21	11,53
Virola	F. velhas	43	14,67	0,71	4,43	13,69	2,18	1,32	0,04	43,78	173,18	6,01	12,53
		55	15,17	0,80	3,83	10,43	2,01	1,35	0,02	47,00	185,62	10,33	19,61
		F idade	ns	ns	ns	*	ns	ns	**	ns	ns	*	*
		Cve	7,00	8,44	18,75	12,83	12,32	4,81	20,40	8,26	6,31	18,55	20,25

Observa-se na Tabela 4 que entre as idades monitoradas, os nutrientes nas folhas de *Ceiba pentandra* apresentaram diferenças significativas apenas para N e Zn. Em *Virola surinamensis*, essas diferenças foram registradas nas folhas novas para N e K, nas maduras para Ca, Mg, Cu e Zn e nas velhas para Ca, Al, Cu e Zn.

A Tabela 4 mostra que as duas espécies apresentam comportamento bastante diferenciados. Enquanto as folhas de *Ceiba pentandra* apresentam as maiores concentrações de N; P; Mg; S; Al, Fe e Cu, as de *Virola surinamensis* com folhas de diferentes idades fisiológicas, demonstram efeito de mobilização

para K, de acúmulo para cálcio, e alta concentração para Mn. KLINGE *et al.* (1983), mencionam que folhas velhas são ricas em cálcio enquanto que as novas são ricas em potássio e algumas vezes também em nitrogênio e fósforo.

Devido à falta de informações sobre as características nutricionais específicas destas espécies, as comparações com os resultados obtidos foram feitas de maneira generalizada com trabalhos conduzidos na Amazônia ou com espécies nativas de regiões de clima tropical.

Neste caso, a maioria dos resultados obtidos são próximos aos apresentados nos trabalhos de STARK (1971 b); GOLLEY *et al.* (1980 a) e SCHMIDT (1996). Por outro lado, quando comparados com os relatados por KLINGE *et al.* (1983) com folhas de árvores de florestas inundadas (várzea e igapó) e por KLINGE (1985) com folhas de árvores de floresta de campina, *Ceiba pentandra* demonstra valores superiores somente para N e P.

Porém, quando comparados com os resultados obtidos por FERRAZ (1995) com folhas de árvores de terra firme, os resultados obtidos com *Ceiba pentandra* são superiores para N, P, K, Ca, Mg e Zn, similar para Cu e inferiores para Fe e Mn enquanto que os demonstrados por *Virola surinamensis* são superiores para P, Ca, Mn e Zn, similares para N, K, Mg e Cu e inferior para Fe.

Quando confrontados com os encontrados por ZECH; DRECHSEL e NEUGEBAUER (1991) e por ZECH e DRECHSEL (1992), com folhas de *Manilkara zapota*, *Swietenia macrophylla*, *Cordia alliodora* e *Cedrela odorata* denota-se que, rigorosamente somente os teores de N e P em *Ceiba pentandra* e de Mn em *Virola surinamensis* podem ser considerados como tendo bom suprimento.

Embora tenha apresentado teores decrescentes, com exceção das folhas velhas de *Virola*, nitrogênio foi o elemento para o qual se registraram os maiores teores para ambas as espécies, principalmente em *Ceiba pentandra*. Com base nas concentrações químicas foliares KLINGE (1975), estabeleceu dois grupos florestais para a Amazônia. O grupo com concentrações mais baixas compreende as Florestas de Terra Firme e Igapó, enquanto que o grupo de concentrações mais altas é formado pelas Floresta de Várzea. No grupo formado pela Florestas de Terra Firme o elemento mais abundante é o nitrogênio, enquanto que segundo

FURCH; JUNK e KLINGE (1982) no grupo das Florestas de Várzea, cálcio é o elemento predominante.

Levando-se em conta as importantes participações exercidas pelo fósforo nos fosfolípidos, componente essencial da membrana celular, nos ácidos nucleicos, nos compostos energéticos como o trifosfato de adenosina, ATP, que armazena e fornece energia para diferentes processos metabólicos da planta como respiração, fotossíntese, síntese de proteína e desdobramento de carboidratos, absorção iônica ativa e óleos e gordura (MALAVOLTA, 1979; MARSCHNER, 1995), é de fundamental importância o conhecimento da relação N/P nos tecidos foliares. Esta relação em *Ceiba pentandra* variou de 19,9 : 1, obtida nas folhas de árvores com 43 meses, à 13,4 : 1 nas folhas de árvores com 55 meses de idade. Em *Virola surinamensis* a relação N/P variou de 11,3 : 1 nas folhas novas à 20,7 : 1 nas folhas velhas. KLINGE *et al.* (1983), determinaram nas florestas da Amazônia uma relação N/P que variou de 9 : 1 à 86 : 1. MEDINA (1984), menciona que valores altos para as relações de N/P indicam suprimento restrito de fósforo pelo solo às plantas.

Dentro do contexto, a relação K/Ca nas folhas de *Virola surinamensis* assume valores de aproximadamente 2,1 : 1 nas folhas novas; de 0,6 : 1 nas maduras e de 0,4 : 1 nas velhas. Em *Ceiba pentandra*, esta relação é de aproximadamente 1. KLINGE *et al.* (1983) mencionam que dependendo da espécie, relações de 0,2 : 1 a 11,0 : 1 são indicadas para folhas adultas. Devido as funções de catalisador, ativador enzimático, controlador dos movimentos estomáticos e relações hídricas exercidas pelo K na planta (KRAMER e KOZLOWSKI, 1972; MARSCHNER, 1995), as observações e monitoramento destas relações tornam-se importantes no sentido de se conhecer o real estado nutricional da espécie. A esse respeito DÜNISCH *et al.* (1998), identificaram forte desbalanço no suprimento deste elemento em árvores plantadas em diferentes sistemas silviculturais na área estudada.

Com referência aos micronutrientes, observa-se também na Tabela 4 que as concentrações de Mn entre as duas espécies diferem consideravelmente. Em *Ceiba* aos 55 meses de idade é baixa, menor do que as de Cu e Zn. Em *Virola* é alta, 12 a 25 vezes maior do que a de *Ceiba*. É conhecido o fato de que plantas



podem absorver diferentes quantidades de Mn (MENGEL, 1984), desde que as condições ambientais em que se encontrem sejam favoráveis em termos de pH, potencial redox (PAGEL; ENZMANN e MUTSCHER, 1982; GAMBREL, 1996) e compostos orgânicos (SHESTAKOV *et al.*, 1991). Dentro deste enfoque, segundo MARSCHNER *et al.* (1986), a rizosfera e as diferentes formas iônicas do N desempenham importantes funções no sentido de as raízes induzirem a alterações de pH.

Neste aspecto, embora a concentração de Mn nas raízes finas de *Ceiba* tenha sido duas vezes maior do que as de *Virola*, esta espécie apresentou produção de biomassa de raízes finas quatro vezes maior do que a de *Ceiba*, fato que lhe confere um estoque de aproximadamente o dobro do elemento em relação a *Ceiba* (Tabela 49A). Assumindo-se que o solo oferece quantidades limitadas de Mn para ambas as espécies (Tabela 3), conclui-se que as concentrações de Mn nas folhas de *Ceiba* e de *Virola* refletem exigências diferenciadas desse nutriente e habilidade de suas respectivas raízes em absorve-lo.

Variações consideráveis na absorção de Mn por diferentes famílias botânicas são mencionadas nos trabalhos de STARK (1970) e em algumas espécies tropicais por DRECHSEL e ZECH (1991), ZECH; DRECHSEL e NEUGEBAUER (1991) e ZECH e DRECHSEL (1992).

Pelos motivos acima mencionados, a relação Fe/Mn em *Ceiba* e *Virola* mostram comportamentos opostos. Enquanto *Ceiba* apresenta coeficiente maior que 1, o mesmo em *Virola* é menor que 1. Frequentemente tem sido observado que nas espécies florestais, tanto em coníferas como em folhosas, prevalece uma relação Fe/Mn menor que 1 (GOLLEY *et al.*, 1980a; BRITEZ, 1994; REISSMANN; RADOMSKI e QUADROS, 1994; BRITEZ *et al.*, 1997). Entretanto, uma relação entre 1,5 e 2,5 é desejável em plantas agrícolas saudáveis (KABATA e PENDIAS, 1985).

A diminuição nas concentrações de Al com a idade das folhas de *Virola*, merece considerações. Mesmo considerando os estudos conduzidos por WATANABE; MITSURO e TADANO (1997) e por BRITEZ (1999)<sup>1</sup> que verificaram

---

<sup>1</sup> Comunicação pessoal em função de experimento em andamento na UFPR.

que a presença do elemento estimula o crescimento de plantas nativas adaptadas à solos ácidos, ainda assim, não existe razão para assumirmos que tal fato seja uma mobilização do elemento, com efeito sobre o crescimento da espécie estudada, conforme relatado pelos autores mencionados. A este respeito, tem sido mais comum observações de acúmulo de Al em folhas velhas (REISSMANN *et al.*, 1976; RADOMSKI *et al.*, 1992; BIONDI, 1995; WATANABE; MITSURO e TADANO, 1997).

#### 4.4. PRODUÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DE BIOMASSA

A produção e distribuição de biomassa seca nos diferentes compartimentos de *Ceiba pentandra* e *Virola surinamensis*, bem como suas respectivas porcentagens em relação a biomassa seca total produzida aos 43 e 55 meses de idade, são apresentadas na Tabela 46A.

Em *Ceiba pentandra*, a produção de biomassa seca, referente à média de quatro árvores, foi de 73,84 kg aos 43 meses e de 150,00 kg aos 55 meses de idade, o que evidencia um acréscimo de 2,03 vezes no período. Em *Virola surinamensis*, esta foi de 8,67 kg aos 43 meses e 21,38 kg aos 55 meses, o que demonstra um aumento de 2,46 vezes no período. A produção média de biomassa seca total apresentada por *Ceiba pentandra* aos 43 e 55 meses de idade foi aproximadamente 8,52 e 7,02 vezes maior do que a apresentada por *Virola surinamensis*, respectivamente (Tabela 46A).

A Figura 4 mostra que aos 43 e 55 meses de idade, a distribuição de biomassa produzida por *Ceiba pentandra* entre os diferentes compartimentos, obedeceu a seguinte ordem decrescente (kg), respectivamente: tronco (40,79; 88,67); casca (13,67; 27,47); galhos (13,15; 25,84); folhas (5,39; 6,95) e pecíolo (0,84; 1,06). Por outro lado, a Figura 5 mostra que em *Virola surinamensis*, nas idades acima mencionadas, essa distribuição ocorreu na seguinte ordem decrescente (kg): tronco (3,46; 9,63); galhos (2,80; 5,99); folhas (1,81; 4,07) e casca (0,60; 1,69).

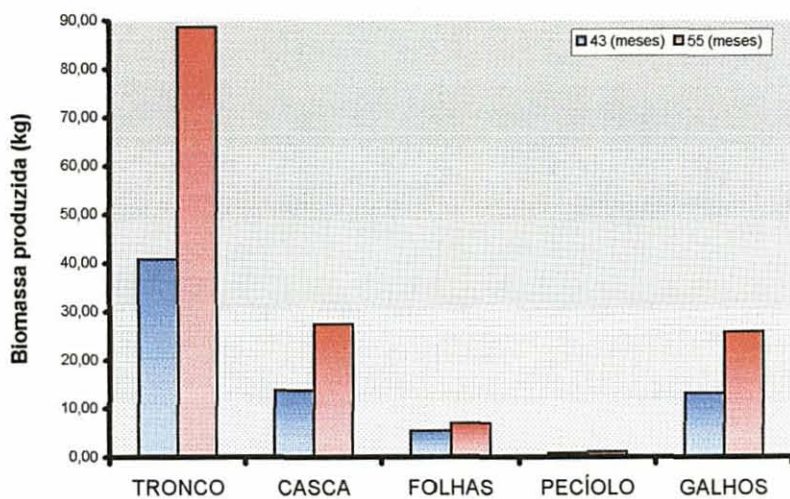


FIGURA 4. Distribuição de biomassa nos diferentes compartimentos de *Ceiba pentandra* aos 43 e 55 meses de idade.

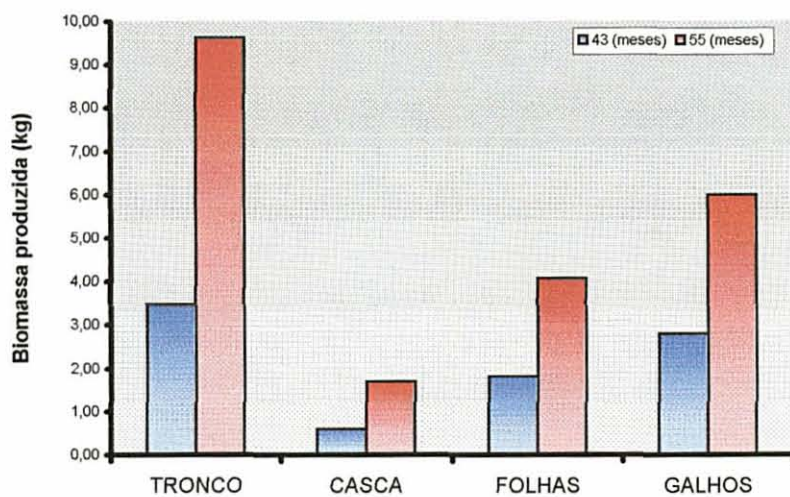


FIGURA 5. Distribuição de biomassa nos diferentes compartimentos de *Virola surinamensis* aos 43 e 55 meses de idade.

Mediante a Figuras 4, observa-se que a produção de biomassa nos diferentes compartimentos de *Ceiba pentandra* obedeceu a seguinte ordem: tronco > casca > galhos > folhas > pecíolos, enquanto que em *Virola surinamensis* a Figura 5 mostra que esta foi na seguinte ordem: tronco > galhos > folhas > casca. CURLIN (1970) menciona que normalmente entre os compartimentos arbóreos, a produção de biomassa obedece a ordem, lenho > galhos > casca > folhas. Tomando-se como base a citação do mencionado autor, a inversão ocorrida entre casca e galhos na espécie *Ceiba pentandra* foi decorrente da quebra de galhos, devido aos fortes ventos ocorridos na área experimental, entre as idades monitoradas. Quanto a inversão ocorrida entre folhas e casca em *Virola surinamensis*, a mesma sugere estar relacionada às características e aspectos fisiológicos da espécie em decorrência da idade em que foi conduzido este trabalho.

Como mencionado anteriormente, *Ceiba* obteve uma produção média de biomassa seca total de 73,84 kg e 150 kg ao 43 e 55 meses de idade, respectivamente. Estas, nas mesmas idades, em *V. surinamensis*, foram de 8,67 kg e 21,38 kg, respectivamente. Levando-se em consideração que o espaçamento usado foi 3 m X 3 m, a densidade de plantio alcança a cifra de 1.111 árvores quando projetada para hectare. Proporcionalmente, esta densidade de plantas daria uma produção média de biomassa seca total de 20,51 ton./ha aos 43 meses e de 41,66 ton./ha aos 55 meses para *Ceiba* e de 2,41 ton./ha aos 43 meses e de 5,94 ton./ha aos 55 meses para *Virola*. Estes cálculos evidenciam uma redução de 88,25% e 85,74% na média da biomassa seca total produzida por *Virola* em relação à produzida por *Ceiba* aos 43 e 55 meses de idade, respectivamente.

As projeções feitas para produção de biomassa seca total de *Ceiba* e *Virola*, quando estabelecidas em ecossistemas de terra firme, aos 43 e 55 meses de idade, são bastante inferiores as obtidas por KLINGE (1975) com diferentes espécies em Floresta de Terra Firme e por KLINGE; ADIS e WORBES (1995) em Floresta de Várzea.

#### 4.5. CONTEÚDO MÉDIO DE NUTRIENTES NOS COMPARTIMENTOS DE *Ceiba pentandra*.

Os resultados referentes aos conteúdos médios de N, P, K, Ca, Mg, S, Al, Fe, Mn, Cu e Zn alocados nos diferentes compartimentos de *Ceiba pentandra*, aos 43 e 55 meses de idade, são apresentados nas Tabelas 16A à 25A. Na Tabela 47A são apresentados os conteúdos médios dos nutrientes anteriormente mencionados, em cada compartimento estudado.

Observa-se que o conteúdo dos nutrientes aumentou com o incremento da biomassa, exceto para fósforo no tronco. Entretanto, este aumento não foi diretamente proporcional visto que através da relação nutriente total acumulado/biomassa seca total produzida, ocorre decréscimo com o aumento da idade. Aos 43 meses esta relação mostra que foram requeridos 4,68 g de todos os nutrientes estudados para cada quilograma de biomassa produzida, enquanto que aos 55 meses esta relação diminuiu para 3,44 g (Tabela 47A).

O decréscimo no conteúdo de fósforo no compartimento tronco, pode-se atribuir ao aumento da biomassa no compartimento lenho do tronco e lenho do verticilo associado ao decréscimo ocorrido na concentração do elemento nos referidos compartimentos (Tabela 6A e 8A).

Tanto nos 73,84 kg como nos 150,00 kg de biomassa seca total produzida, o acúmulo total dos nutrientes obedeceu a seguinte ordem decrescente: N > Ca > K > Mg > P > S > Al > Fe > Zn > Mn > Cu (Tabela 47A). Neste aspecto, GOLLEY *et al.* (1975) relatam ser o N o nutriente que apresenta maior acúmulo nas floresta tropicais úmidas seguido por Ca > K > Mg > P. Em floresta plantada, FRAZÃO (1985), cita que em árvores de *Cordia goeldiana* com 48 meses de idade a seqüência decrescente de acúmulo obedeceu a seguinte ordem: N > K > Ca > Mg > S > P > Fe > Mn > Zn > Cu. DRUMOND e POGGIANI (1993), trabalhando em parcelas consorciadas com as espécies *Liquidambar styraciflua* e *Pinus caribaea hondurensis* mencionam que o acúmulo de nutrientes das espécies trabalhadas obedeceu a ordem N > Ca > K > Mg > P. Na vegetação

das Florestas de Várzea do baixo Rio Solimões, KLINGE; ADIS e WORBES (1995) mencionam que o conteúdo de nutrientes obedece a seguinte ordem decrescente: Ca > K > N > Mg > P.

As quantidades dos nutrientes acumuladas por *Ceiba pentandra* neste trabalho são similares às acumuladas por *Cordia goeldiana*, aos 48 meses de idade, em trabalho conduzido por FRAZÃO (1985), com exceção de cálcio, ferro, manganês, cobre e zinco, que foram maiores em *Cordia*.

Os dados da Tabela 47A evidenciam que as árvores de *Ceiba pentandra* aos 43 meses de idade necessitam de 345,75 g dos nutrientes estudados para produzir 73,84 kg de biomassa seca total. A quantidade requerida distribuiu-se entre os diferentes compartimentos, à nível percentual, da seguinte maneira: 33,80% nas folhas e pecíolo, 26,18% nos galhos, 26,06% no tronco e 13,96% na casca. Aos 55 meses, as 516,48 g requeridas para produção 150,00 kg de biomassa seca total distribuiu-se nos compartimentos monitorados, à nível percentual, da seguinte maneira: 30,99% no tronco, 28,49% nas folhas e pecíolos, 25,05% nos galhos e 15,47% na casca.

Os resultados apresentados na Tabela 47A, referentes a média de quatro árvores plantadas em espaçamento de 3 m x 3 m, quando projetados para um plantio com densidade de 1111 árvores por hectare, evidencia que aos 55 meses de idade, somente a exploração do tronco de *Ceiba pentandra* exportaria do campo o equivalente a 44,45 kg/ha de todos os nutrientes monitorados. Deste total, os seguintes valores seriam exportados para os macronutrientes e alumínio (kg/ha): 7,91 de N; 1,00 de P; 16,44 de K; 13,24 de Ca; 4,85 de Mg; 0,78 de S e 0,14 de Al. A nível de micronutrientes seriam exportados os seguintes valores (g/ha): 32,07 de Fe; 16,29 de Mn; 6,59 de Cu e 26,00 de Zn.

Esses resultados demonstram que *Ceiba pentandra* é uma espécie que transfere parte dos nutrientes disponíveis no solo para sua biomassa arbórea, fato que constitui-se num dos mecanismos de conservação do ecossistema da Floresta Amazônica e conseqüentemente dos nutrientes que nela circulam.

No sentido de se proceder uma análise individualizada das quantidades dos nutrientes armazenadas no tronco, casca, folhas e pecíolo e galhos de *Ceiba*,

as Figuras 6 e 7 mostram o conteúdo médio dos macronutrientes e alumínio existentes aos 43 e 55 meses, respectivamente, nos mencionados compartimentos.

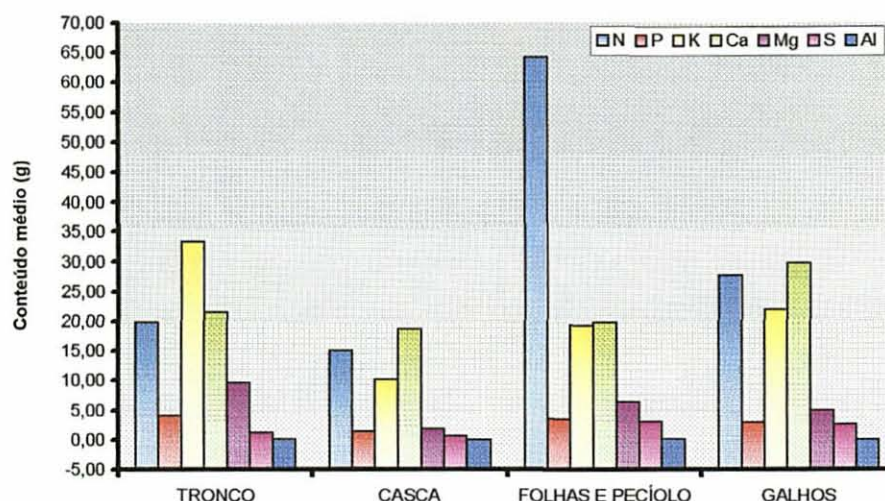


FIGURA 6. Conteúdo médio de N; P; K; Ca, Mg; S e Al nos compartimentos de *Ceiba pentandra* aos 43 meses.

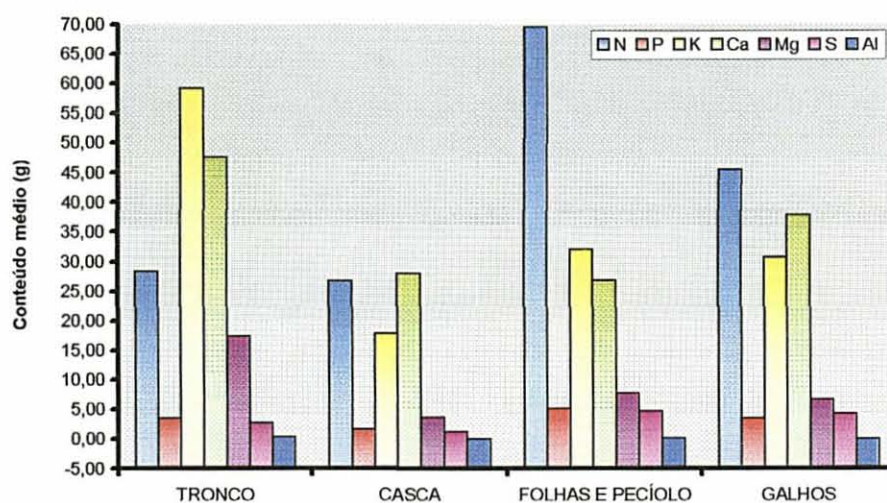


FIGURA 7. Conteúdo médio de N; P; K; Ca, Mg; S e Al nos compartimentos de *Ceiba pentandra* aos 55 meses.

No tronco, compartimento que dependendo da idade é o que mais contribui para a exportação de nutrientes através da exploração florestal, tanto aos 43 quanto aos 55 meses de idades, potássio foi o elemento que apresentou o maior acúmulo (Figuras 6 e 7). Por outro lado, a Tabela 47A mostra que neste

compartimento a distribuição dos elementos nas diferentes idades estudadas, obedeceu a seguinte ordem decrescente:  $K > Ca > N > Mg > P > S > Al > Fe > Zn > Mn > Cu$ .

Absorvido como cátion monovalente, a importância do potássio reside no fato de ser um elemento vital para o metabolismo vegetal onde desenvolve diferentes atividades, especialmente no que se refere às funções enzimáticas, de regulador osmótico e controlador das células guardas (KRAMER e KOZLOWSKI, 1972; MARSCHNER, 1995). Sobre este nutriente DÜNISCH *et al.* (1998), mencionam que solos com oferta limitada do mesmo, podem comprometer o crescimento da espécie em estudo.

No tronco das árvores do gênero *Cecropia* desenvolvidas em florestas secundárias do Suriname, STARK (1970) menciona ser o potássio o nutriente com maior conteúdo. Da mesma maneira KLINGE; FURCH e HARMS (1984) reportam que os nutrientes potássio e cálcio são, respectivamente, os dominantes no tronco das árvores das florestas de igapó e várzea, próxima de Manaus.

As Figuras 6 e 7 mostram que cálcio foi o nutriente com maior acúmulo na casca de *Ceiba*. Por outro lado, através da Tabela 47A observa-se que a distribuição dos elementos minerais monitorados, tanto aos 43 quanto aos 55 meses de idade, obedeceu a seguinte ordem:  $Ca > N > K > Mg > P > S > Al > Fe > Zn > Mn > Cu$ .

Com referência ao cálcio, STARK (1970) relata que na casca de árvores pertencentes aos gêneros *Cecropia* e *Didymopanax*, estabelecidas nas florestas secundárias do Suriname, o mesmo é o nutriente que apresenta o maior acúmulo. KLINGE; FURCH e HARMS (1984), mencionam que este elemento é dominante na casca das árvores desenvolvidas nas florestas de várzea próxima de Manaus, enquanto que trabalhos como os de BELLOTE (1979); PEREIRA *et al.* (1984); SILVA (1996), entre outros, tem observado que esse nutriente é o que apresenta maior acúmulo na casca de árvores do gênero *Eucalyptus*.

Na parede celular das plantas, o mencionado nutriente ocorre em quantidades consideráveis na forma de pectato de cálcio, tendo influência em sua elasticidade e conseqüentemente em sua estabilidade estrutural. Funciona



também como catalisador de várias enzimas como amilase e mantém a estrutura e estabilidade das membranas e cromossomos. Nos tecidos da madeira acumula-se na forma de cristais de oxalato de cálcio (KRAMER e KOZLOWSKI, 1972; MARSCHNER, 1995).

Segundo ARMSTRONG e KIRKBY (1979), esse elemento mineral transloca-se para as partes aéreas da planta via xilema, entretanto, por não se movimentar via floema sua redistribuição entre os órgãos da planta é praticamente nula.

Na Tabela 47A observa-se que, aos 43 e 55 meses de idade, os respectivos acúmulo de nitrogênio (31,39%; 33,53%), fósforo (3,07%; 2,17%), potássio (21,09%; 22,36%) e magnésio (3,89%; 4,74%), considerados elementos móveis na planta, foram menores do que o apresentado por cálcio (38,86%; 35,09%), considerado imóvel na planta. Tal fato confirma a afirmativa de REIS e BARROS (1990), de que a alocação de nutrientes móveis na casca é relativamente pequena, sendo em relação ao total armazenado na parte aérea, em torno de 10% para nitrogênio, 20% para fósforo e 25% para potássio. Isto acontece devido ser o nitrogênio, fósforo e potássio, elementos que translocam-se para as partes aéreas da planta via xilema e retranslocam-se da mesma forma via floema sendo, portanto, eficiente sua redistribuição entre os órgãos da planta.

As Figuras 6 e 7 mostram que no compartimento folhas e pecíolo, nitrogênio foi o nutriente de maior acúmulo. Neste compartimento, observa-se através da Tabela 47A que aos 43 meses, a distribuição dos elementos estudados obedeceu a seguinte ordem decrescente: N > Ca > K > Mg > P > S > Al > Fe > Mn > Zn > Cu, enquanto que aos 55 meses de idade, esta foi seguida por: N > K > Ca > Mg > P > S > Al > Fe > Zn > Mn > Cu.

Sobre o nitrogênio, GOLLEY *et al.* (1980a); GOLLEY; YANTKO e JORDAN (1980b); FRAZÃO (1985); JIMÉNEZ (1988) e FERRAZ (1995) mencionam que nas espécies amazônicas, as mais altas concentrações desse nutriente ocorrem nas folhas. Segundo HERRERA *et al.* (1978), tal fato deve-se em parte às funções exercidas pelos diferentes extratos da Floresta Amazônica que funcionam como filtro na extração de nutrientes das chuvas além de neles

habitarem organismos como bactérias, algas, líquens e briófitas, sendo alguns deles capazes de fixar o nitrogênio do ar.

Ainda sobre o assunto, JORDAN *et al.* (1982) mencionam que as altas taxas de fixação do nitrogênio atmosférico na Floresta Amazônica é, em grande parte, devido as algas e líquens que habitam as superfícies das folhas e cascas das árvores. Por isso, quase todo o suprimento de nitrogênio nesta floresta deriva dos processos de fixação simbiótica e não simbiótica, das quantidades de  $N-NH_4^+$  e  $N-NO_3^-$ , existente nas chuvas e da habilidade das árvores em usá-los. FRANKEN; LEOPOLDO e BERGAMIN FILHO (1985), reportam que nas florestas de terra firme próxima de Manaus as águas das chuvas promovem aporte de  $6,6 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$  de  $N-NH_4^+$ , enquanto que segundo JORDAN *et al.*, (1982) nas florestas da Venezuela a entrada deste nutriente via precipitação é da ordem de  $11,3 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$  de  $N-NH_4^+$  e de  $0,2 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$  de  $N-NO_3^-$ .

Diversos trabalhos, entre os quais os de STARK (1970); STARK (1971b); FERREIRA (1989); FERRAZ (1995); SILVA (1996), mostram ocorrer nas folhas os maiores acúmulos de nitrogênio. Esse nutriente é preferencialmente assimilado pelas plantas na forma de  $N-NO_3^-$  embora seja também absorvido na forma  $N-NH_4^+$ . No caso da planta ser suprida com  $N-NO_3^-$ , pelo processo de redução resultará um radical  $OH^-$ , o qual contribuirá para a formação de um meio alcalino. Por outro lado, plantas supridas com este nutriente na forma  $N-NH_4^+$ , sua redução conduz a produção do  $H^+$ , fato que promoverá a acidificação do meio (BEUSICHEM; KIRKBY e BAAS, 1988). Após o processo de redução o nitrogênio é incorporado à compostos orgânicos. Sua funções na planta são como constituinte dos aminoácidos, nucleotídeos, clorofila e de várias coenzimas. Por fazer parte, também, dos ácidos nucléicos (DNA e RNA) é um elemento vital nos processos de reprodução e crescimento vegetal (KRAMER e KOZLOWSKI, 1972; BINKLEY, 1986; MARSCHNER, 1995).

Nos galhos de *Ceiba*, através da Figura 6 observa-se que aos 43 meses cálcio foi o nutriente de maior acúmulo, enquanto que a Figura 7 mostra que, aos 55 meses, nitrogênio foi nutriente mais acumulado. Nesse compartimento, a

Tabela 47A mostra que, aos 43 meses, a distribuição dos elementos estudados obedeceu a seguinte ordem decrescente: Ca > N > K > Mg > P > S > Al > Zn > Fe > Mn > Cu, enquanto que aos 55 meses, esta distribuição deu-se da seguinte maneira: N > Ca > K > Mg > S > P > Al > Zn > Fe > Mn > Cu.

HERRERA (1985), menciona que 80% do cálcio total existente nos ecossistemas florestais é armazenado na vegetação, sendo que 60% deste acumulam-se nos galhos e casca das plantas. Quanto a inversão de Ca por N ocorrida entre as idades de 43 e 55 meses, a mesma pode-se atribuir ao efeito de diluição e também ao fato de que, na Floresta Amazônica, grande parte do suprimento de N deriva das quantidades existentes nas chuvas (SALATI; SYLVESTER-BRADLEY e VICTORIA, 1982).

Sobre esse assunto, HERRERA *et al.* (1978) menciona que grandes quantidades de nitrogênio são armazenadas nos galhos e casca das árvores da Floresta Amazônica, devido estes compartimentos serem os principais caminhos de escoamento da água das chuvas até o solo. Neste contexto, SALATI; SYLVESTER-BRADLEY e VICTORIA (1982), mencionam que a entrada de nitrogênio na bacia Amazônica é de  $36 \times 10^8$  kg/ano via precipitação, enquanto que JORDAN *et al.* (1982) citam que na Amazônia venezuelana a entrada do referido elemento via precipitação é da ordem de 11,3 kg/ha na forma de  $\text{NH}_4$  e de 0,2 kg/ha na forma de  $\text{NO}_3$ . Nas florestas de terra firme próxima de Manaus FRANKEN; LEOPOLDO e BERGAMIN FILHO (1985), reportam que as águas das chuvas promovem aporte de  $6,6 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$  de N -  $\text{NH}_4^+$ .

A biomassa e conteúdo total de nutrientes alocados nos galhos quando somados aos do compartimento folhas mais pecíolo perfazem, aos 43 meses, um total de 26,25% da biomassa seca produzida onde são armazenados aproximadamente 60,00% dos nutrientes demandados. Aos 55 meses, esses números passam para um total de 22,57% da biomassa seca produzida com um estoque de aproximadamente 54,00% dos nutrientes utilizados (Tabela 47A). Estes dados evidenciam a importância que os mencionados compartimentos tem, quando da exploração do povoamento, de permanecerem como resíduo no local da atividade, visando uma menor exportação de nutrientes.

Com referência aos micronutrientes, as Figuras 8 e 9 mostram que no compartimento tronco, casca e folhas e pecíolo de *Ceiba pentandra*, ferro foi o nutriente que apresentou o maior acúmulo, tanto aos 43 quanto aos 55 meses de idade. Entretanto, nos galhos, o maior acúmulo foi de zinco.

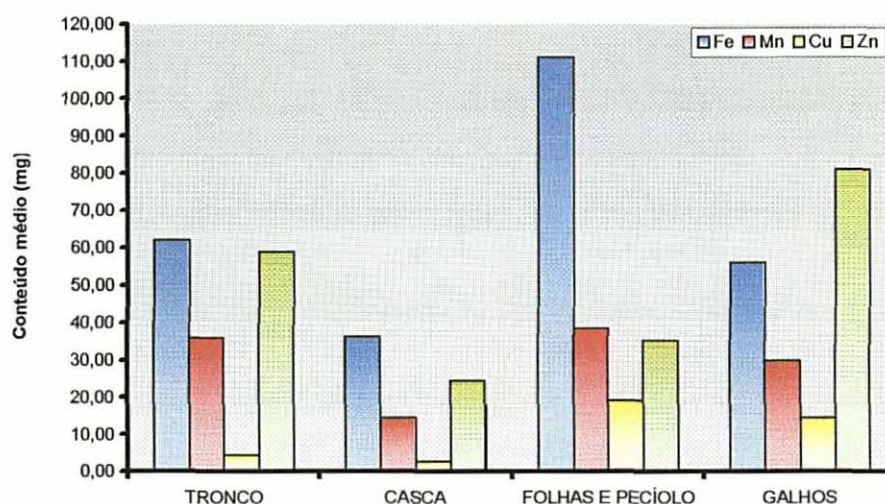


FIGURA 8. Conteúdo médio de Fe; Mn; Cu e Zn nos compartimentos de *Ceiba pentandra* aos 43 meses.

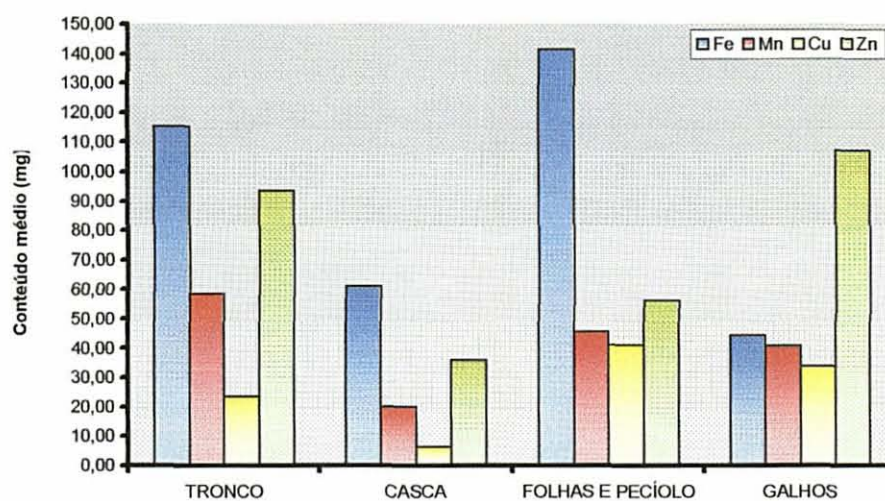


FIGURA 9. Conteúdo médio de Fe, Mn, Cu e Zn nos compartimentos *Ceiba pentandra* aos 55 meses.

O conteúdo de nutrientes nos compartimentos da planta é uma função da quantidade absorvido, redistribuída e/ou acumulada nos tecidos da biomassa produzida. Com relação aos micronutrientes, pouco se conhece de suas

quantidades armazenadas nos diferentes compartimentos das espécies da Amazônia.

Analisando-se os teores dos micronutrientes no solo sob plantios de *Ceiba*, verifica-se que o mais elevado foi proporcionado por ferro (Tabela 3). Esse fato pode, em parte, ter contribuído para os resultados obtidos. Na planta, segundo MARSCHNER (1995) o ferro encontra-se fortemente ligado às suas estruturas orgânicas, especialmente em Fe-enzimas, sendo os cloroplastos os componentes celulares mais rico neste elemento. Segundo o mencionado autor sua absorção pelas plantas é mais condicionada por fatores genéticos do que por ambientais.

Com referência a zinco, micronutriente com maior acúmulo nos galhos, MARSCHNER (1995) menciona que a matéria orgânica do solo representa expressiva fonte deste elemento às plantas. Segundo esse autor, ao ser por elas absorvido predominantemente como cátion divalente, desempenha funções como ativador enzimático. Esse autor ainda menciona que seu transporte a longa distância, via xilema, ocorre ligado a ácidos orgânicos ou como cátion divalente livre. No floema, provavelmente complexado a solutos orgânicos de baixo peso molecular, suas concentrações são normalmente elevadas.

#### 4.6. CONTEÚDO MÉDIO DE NUTRIENTES NOS COMPARTIMENTOS DE *Virola surinamensis*.

Os resultados referentes aos conteúdos de N, P, K, Ca, Mg, S, Al, Fe, Mn, Cu e Zn armazenados nos diferentes compartimentos de *Virola surinamensis*, aos 43 e 55 meses de idade, são apresentados nas Tabelas 36A à 45A.

Das mencionadas tabelas, foram retirados de cada compartimento arbóreo, o conteúdo médio desses nutrientes que são apresentados na Tabela 48A. Nesta tabela, observa-se que os conteúdos dos nutrientes, em todos os compartimentos estudados, aumentaram com o incremento da biomassa. Entretanto, esse aumento não foi diretamente proporcional visto que através da relação nutriente total acumulado/biomassa seca total produzida, ocorre

decréscimo com o aumento da idade. Aos 43 meses esta relação mostra que *Virola surinamensis* requisitou 3,41 g dos nutrientes estudados para cada quilograma da biomassa produzida. Já aos 55 meses esta relação diminuiu para 2,63 g.

Observa-se que nos 8,67 kg e 21,38 kg de biomassa seca total produzida por *Virola surinamensis* aos 43 e 55 meses de idade respectivamente, o acúmulo total dos nutrientes estudados obedeceu a seguinte ordem decrescente: N > Ca > K > Mg > S > P > Mn > Al > Fe > Zn > Cu (Tabela 50A).

Nos ecossistemas florestais, a tendência é o nitrogênio ser o elemento com maiores quantidades armazenadas, tanto que GOLLEY *et al.* (1975) menciona que nas florestas tropicais úmidas o acúmulo de macronutrientes obedece a ordem N > Ca > K > Mg > P. FRAZÃO (1985) reporta que em *Cordia goeldiana*, com 48 meses de idade, o conteúdo de nutrientes obedeceu a seguinte ordem decrescente: N > K > Ca > Mg > S > P > Fe > Mn > Zn > Cu.

Comparando as quantidades de nutrientes acumuladas por *Virola surinamensis* (Tabela 48A) com as armazenadas por *Cordia goeldiana* citadas no trabalho de FRAZÃO (1985), percebe-se que com exceção das quantidades de Mn acumuladas em *Virola*, as estocadas por *Cordia goeldiana* para os demais nutrientes são bastantes superiores às acumuladas por *Virola*.

Analisando-se a Tabela 48A, observa-se que as árvores de *Virola* requisitaram aos 43 meses de idade, 29,58 g dos nutrientes estudados para produzir 8,67 kg de biomassa seca total. Esta quantidade, à nível percentual, distribuiu-se nos compartimentos da seguinte maneira: 47,53% nas folhas; 25,90% nos galhos; 16,16% no tronco e 10,41% na casca. Aos 55 meses, a quantidade de nutrientes consumida foi de 56,29 g de nutrientes para produzir 21,38 kg de biomassa seca total. Percentualmente, estas foram distribuídas da seguinte maneira: 49,79% nas folhas; 27,36% nos galhos; 14,02% no tronco e 8,83% na casca.

Os resultados anteriormente mencionados demonstram que as folhas de *Virola*, apesar da pouca biomassa seca produzida (Tabela 48A), são o compartimento da planta que apresenta os maiores estoques de nutrientes,

representando um componente quantitativo extremamente importante na ciclagem de nutrientes.

Com o objetivo de se fazer uma análise individualizada das quantidades armazenadas pelos nutrientes estudados nos diferentes compartimentos, as Figuras 10 e 11 mostram os estoques dos macronutrientes e alumínio acumulados respectivamente aos 43 e 55 meses de idade no tronco, casca, folhas e galhos de *Virola surinamensis*.

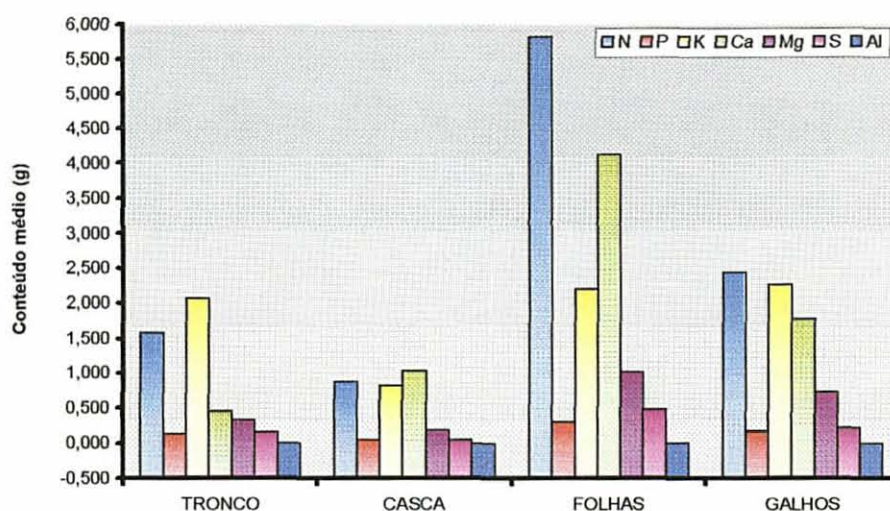


FIGURA 10. Conteúdo médio de N; P; K; Ca; Mg; S e Al nos compartimentos de *Virola surinamensis* aos 43 meses.

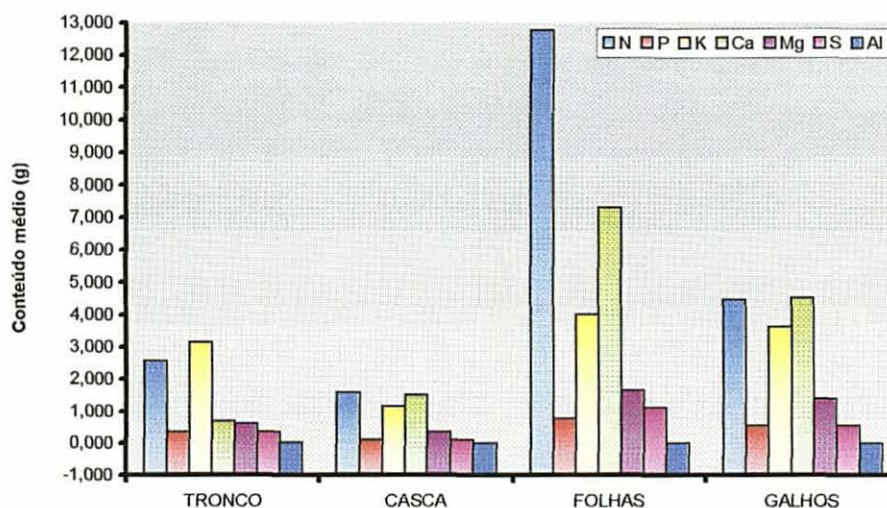


FIGURA 11. Conteúdo médio de N; P; K; Ca; Mg; S e Al nos compartimentos de *Virola surinamensis* aos 55 meses.

Através das figuras mencionadas, observa-se que no tronco de *Virola*, potássio foi o nutriente de maior acúmulo. A Tabela 48A mostra que nesse compartimento, aos 43 meses, a distribuição dos elementos estudados obedeceu a seguinte ordem decrescente:  $K > N > Ca > Mg > S > P > Al > Mn > Zn > Cu > Fe$ , enquanto que aos 55 meses de idade, esta distribuição deu-se na seguinte ordem:  $K > N > Ca > Mg > P = S > Al > Mn > Fe > Zn > Cu$ .

Os resultados obtidos nesse compartimento, com potássio sendo o elemento marcante, são semelhantes aos obtidos por STARK (1970) em árvores do gênero *Cecropia* e aos obtidos por KLINGE; FURCH e HARMS (1984) em tronco de árvores pertencentes às Florestas de Igapó da Amazônia brasileira. BELLOTE *et al.* (1999) reportam que em árvores de *Eucalyptus grandis* com 12 anos de idade o acúmulo de potássio no cerne é de 3,37 g enquanto que no alburno este é de 66,36 g.

Ao contrário de cálcio, esse nutriente é tido como nutriente móvel nos tecidos da planta onde apresenta boa translocação e redistribuição via xilema e floema, respectivamente (ARMSTRONG e KIRKBY, 1979). As funções por ele desenvolvidas na planta foram mencionadas no item anterior.

A Figura 10 mostra que no compartimento casca, aos 43 meses, cálcio foi o nutriente de maior acúmulo. Por outro lado, a Figura 11 mostra que aos 55 meses, o maior acúmulo foi promovido por nitrogênio. A distribuição dos elementos estudados, aos 43 meses, obedeceu a seguinte ordem decrescente:  $Ca > N > K > Mg > P = S > Mn > Al > Fe > Zn > Cu$ . Aos 55 meses, esta deu-se da seguinte maneira:  $N > Ca > K > Mg > P > S > Mn > Al > Fe > Zn > Cu$  (Tabela 48A).

A inversão de Ca por N, ocorrida neste compartimento entre as idades estudadas, não é esperada. A tendência é sempre cálcio ser elemento de acúmulo na casca, como demonstram os trabalhos de STARK (1970); STARK (1971b); BELLOTE (1979); PEREIRA *et al.* (1984); FERREIRA (1989) e SILVA (1996). Entretanto, essa inversão é, possivelmente, devido aos mesmos motivos mencionados na discussão feita para a inversão de Ca por N ocorrida nos galhos de *Ceiba pentandra*. STARK (1970) cita que, na casca das árvores das florestas



do Suriname e na casca das árvores das Florestas Secundárias e Clímax próximas de Manaus, nitrogênio é o nutriente que apresenta maior acúmulo.

Na espécie em questão, com exceção do estoque apresentado por nitrogênio (32,59%) aos 55 meses de idade, o acúmulo na casca dos nutrientes reconhecidos como móveis como nitrogênio, fósforo, potássio e magnésio foi menor do que o promovido por cálcio, considerado imóvel na planta. Tal fato ratifica a afirmativa de REIS e BARROS (1990), de que a alocação de nutrientes móveis na casca é relativamente pequena.

As Figuras 10 e 11 mostram que, nitrogênio foi o nutriente que mais se acumulou nas folhas. Neste compartimento, tanto aos 43 quanto aos 55 meses de idade, a distribuição dos elementos estudados obedeceu a seguinte ordem decrescente: N > Ca > K > Mg > S > P > Mn > Fe > Al > Zn > Cu (Tabela 48A).

Tal qual o ocorrido com *Ceiba*, esse nutriente também foi o de maior acúmulo nas folhas de *Virola*. A esse respeito, trabalhos conduzidos por GOLLEY *et al.* (1980a); GOLLEY; YANTKO e JORDAN (1980b); FRAZÃO (1985); JIMÉNEZ (1988) e FERRAZ (1995) usando espécies da Amazônia, mencionam que as mais altas concentrações nas folhas foram a deste nutriente. Por outro lado, os conduzidos por STARK (1970) e STARK (1971b) citam que nas florestas secundárias do Suriname e nas florestas secundárias e clímax próximas de Manaus, o maior conteúdo de nutrientes nas folhas de árvores é de nitrogênio.

Sobre o mencionado nutriente, em recente trabalho de parceria conduzido por pesquisadores da Embrapa – Amazônia Ocidental e da Universidade de Hamburgo – Alemanha, verificou-se que o aporte de nitrogênio via precipitação na região de Manaus é baixo, na ordem de 1,98 mg/l. Entretanto, quantidades significativas do referido elemento são depositadas em diferentes sistemas silviculturais, devido à ocorrência dos elevados índices pluviométricos que ocorre anualmente na região. JORDAN *et al.* (1982), mencionam que na Amazônia venezuelana as entradas e saídas nos ecossistemas florestais geram balanço positivo de 8,9 kg/ha.ano do elemento.

As Figuras 10 e 11 mostram que nos galhos, nitrogênio foi o nutriente com maior estoque aos 43 meses enquanto que cálcio o de maior aos 55 meses.

Por outro lado, a Tabela 48A mostra que neste compartimento, aos 43 meses de idade, a distribuição dos elementos analisados obedeceu a seguinte ordem:  $N > K > Ca > Mg > S > P > Mn > Al > Zn > Fe > Cu$ . Aos 55 meses, esta distribuição foi realizada da seguinte maneira:  $Ca > N > K > Mg > S = P > Mn > Al > Fe > Zn > Cu$ .

Resultados obtidos por JIMÉNEZ (1988) mostram que nas florestas da Colômbia, nitrogênio é o nutriente que apresenta maior concentração nos galhos das árvores com DAP maior do que 3 cm. Por outro lado, os obtidos por GRIMM e FASSBENDER (1981) e por GOLLEY *et al.* (1982a) mostram ser cálcio o elemento com as maiores reservas minerais nos galhos das florestas da Venezuela e das próximas de Manaus. Portanto, os estoques de nutrientes nos galhos estão, possivelmente, condicionados às entradas dos diferentes elementos minerais via precipitação.

Quanto aos micronutrientes, as Figuras 12 e 13 mostram que tanto no tronco, casca, folhas e galhos de *Virola surinamensis*, manganês foi o micronutriente que apresentou o maior acúmulo, tanto aos 43 quanto aos 55 meses de idade.

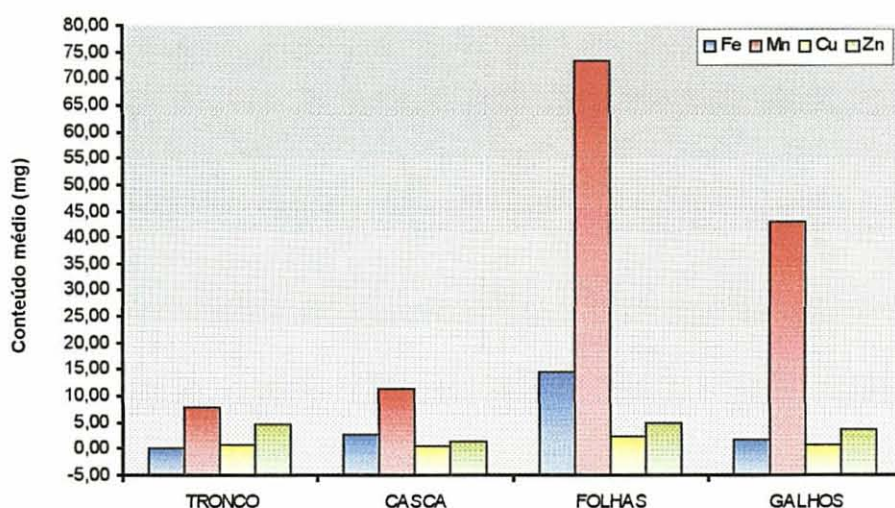


FIGURA 12. Conteúdo médio de Fe; Mn; Cu e Zn nos compartimentos de *Virola surinamensis* aos 43 meses.

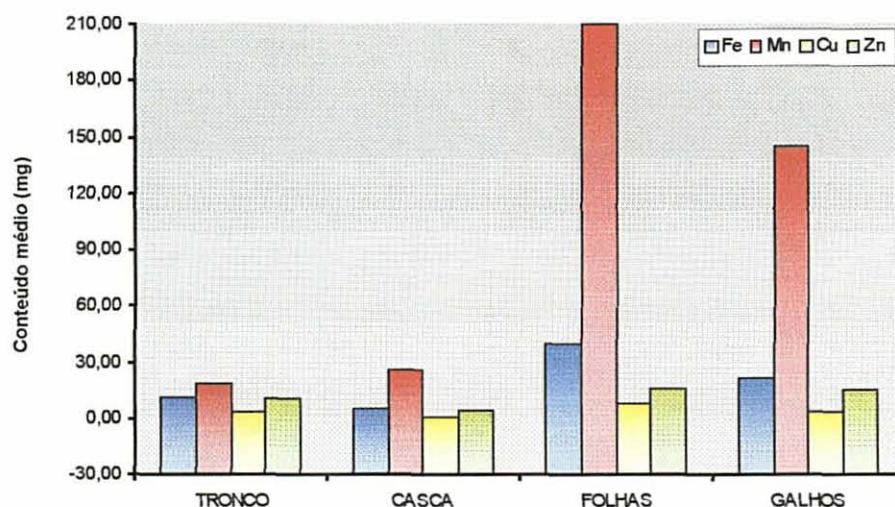


FIGURA 13. Conteúdo médio de Fe; Mn; Cu e Zn nos compartimentos de *Virola surinamensis* aos 55 meses.

Analisando-se os teores dos micronutrientes no solo sob plantios de *Virola*, verifica-se que as concentrações de manganês são bastante inferiores às do ferro, o qual apresenta as mais elevadas concentrações (Tabela 3). Por outro lado, na Tabela 48A chama atenção a grande evolução nas quantidades acumuladas desse micronutriente dos 43 para os 55 meses de idade. Esses resultados demonstram que a espécie é exigente para o mencionado micronutriente.

Ao contrário de zinco, a absorção de manganês pelas plantas é mais condicionada aos aspectos ambientais do que aos genéticos, sendo sua solubilidade influenciada pelo pH e potencial redox do solo. Suas funções na planta estão relacionadas como elemento estrutural, possivelmente ligado às metaloproteínas e como ponte entre o ATP e complexos enzimáticos (MARSCHNER, 1995).

#### 4.7. BIOMASSA E CONTEÚDO DE NUTRIENTES NAS RAÍZES DE *Ceiba pentandra* E *Virola surinamensis*.

Os resultados referentes a produção de biomassa das raízes de *Ceiba pentandra* e *Virola surinamensis* e os respectivos conteúdos de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), alumínio (Al), ferro (Fe), manganês (Mn), cobre (Cu) e zinco (Zn), alocados nos seus diferentes tipos, estudados aos 43 meses de idade, são apresentados na Tabela 49A.

A produção de biomassa seca total de raízes feita por *Ceiba pentandra* foi de 11,82 kg, enquanto que a de *Virola surinamensis* foi de 2,53 kg. Tal fato demonstra que a produção de raízes feita por *Ceiba* foi 4,67 vezes superior à de *Virola* (Tabela 49A). Esses resultados podem ser atribuídos à fatores genéticos e fisiológicos de cada espécie. Com referência ao estudo de biomassa radicular, BINKLEY (1986), comenta que devido a muitas raízes viverem somente poucos dias ou semanas torna-se difícil estimar a sua biomassa total.

A Figura 14 mostra, com base nos resultados mencionados na Tabela 49A, que os 11,82 kg de biomassa seca total das raízes produzidas por *Ceiba pentandra* distribuíram-se, à nível quantitativo e percentual, entre seus diferentes tipos, na seguinte ordem decrescente: madeira da raiz pivotante (6,66 kg; 56,35%); casca da raiz pivotante (2,98 kg; 25,21%); madeira da raiz grossa (1,49 kg; 12,61%) casca da raiz grossa (0,63 kg; 5,33%) e raiz fina (0,06 kg; 0,50%).

Em *Virola*, a Figura 15 mostra que esta distribuição obedeceu a seguinte ordem: madeira da raiz grossa (1,00 kg; 39,53%); madeira da raiz pivotante (0,82 kg; 32,41%); casca da raiz grossa (0,29 kg; 11,46%); raiz fina (0,25 kg; 9,88%) e casca da raiz pivotante (0,17 kg; 6,72%).

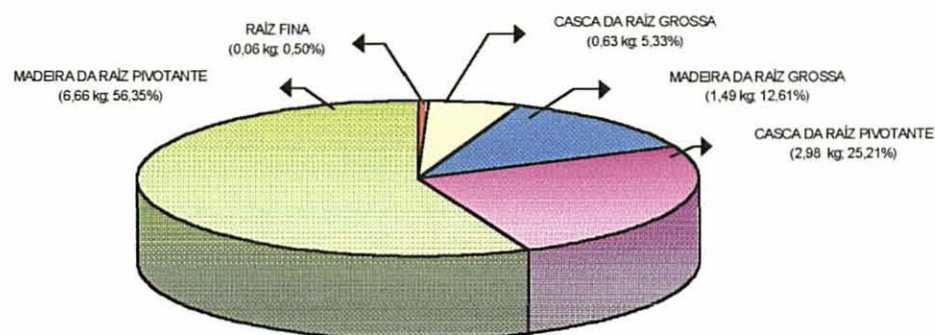


FIGURA 14. Distribuição de biomassa nos diferentes tipos de raízes de *Ceiba pentandra*.

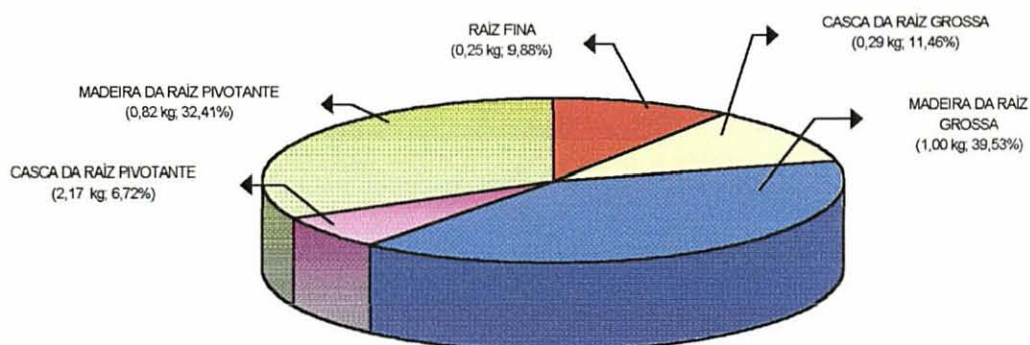


FIGURA 15. Distribuição de biomassa nos diferentes tipos de raízes de *Virola surinamensis*

Com relação a produção de raízes finas, observa-se através das Figuras 14 e 15 e também da Tabela 49A, que as produzidas por *Virola* foram aproximadamente 4,17 vezes superior à de *Ceiba*, fato que lhe proporcionou maior conteúdo para todos os nutrientes estudados. Este resultado demonstra a maior capacidade de expansão das raízes finas de *Virola*, o que lhe credenciou à explorar um maior volume de solo. Durante as atividades de campo, observou-se que a distribuição destas raízes, em ambas as espécies estudadas, ocupavam preferencialmente a camada de 0 – 20 cm do solo. Sobre este tipo de raiz,

STARK e JORDAN (1978) comentam que as mesmas, em associação com fungos micorrízicos, constituem-se no mais importante mecanismo para a absorção dos nutrientes liberados da matéria orgânica em decomposição evitando, dessa forma, que os mesmos sejam lixiviados à camadas mais profundas do solo mineral.

Nos 11,82 kg de biomassa seca total de raízes produzida por *Ceiba*, a distribuição dos nutrientes estudados apresenta potássio como o elemento mineral de maior acúmulo (Tabela 49A). DIBB e THOMPSON (1985), mencionam que esse nutriente no desempenho de suas funções nos processos metabólicos da planta, interage com outros nutrientes podendo segundo USHERWOOD (1982), influenciar no aumento ou na redução da absorção de vários íons. Neste sentido, DUBOC (1994) observou aumento na concentração de Mg nos tecidos de plantas de *Hymenaea courbaryl* (jatobá) diante de tratamento com a omissão de K. O autor comenta que, possivelmente, tal fato ocorreu em função do efeito de inibição competitiva existente entre estes elementos. EGILLA e DAVIES JÚNIOR (1995), reportam que nos tecidos de *Hybiscus rosa-sinensis* ocorreu diminuição dos teores de Ca e Mg diante da elevação das concentrações de K em solução.

Os maiores acúmulos de N; P; K; Ca; Mg; S; Cu e Zn ocorreram nas raízes de *Ceiba*. Estes foram respectivamente, 4,57; 6,88; 11,29; 14,46; 7,62; 2,11; 3,20 e 1,70 vezes superior aos apresentado por *Virola*. Já nessa espécie ocorreram os maiores acúmulos para Al; Fe e Mn. Esses foram 1,07; 1,06 e 2,42 vezes superior aos demonstrados por *Ceiba*, respectivamente (Tabela 49A).

Comparando-se os resultados da Tabela 49A com os da Tabela 47A observa-se que em *Ceiba*, o conteúdo de N; P; Ca; Mg; S; Mn; Cu e Zn foi menor na biomassa seca total das raízes e maior na biomassa aérea total, enquanto que os de K; Al e Fe foi maior na biomassa seca total das raízes e menor na biomassa aérea total.

Os resultados obtidos com K; Al e Fe sugerem ser *Ceiba pentandra* uma espécie que demanda pouca quantidade desses elementos minerais. Por outro lado, os obtidos com N; P; Ca; Mg; S; Mn; Cu e Zn demonstram a necessidade de se implantar um programa de fertilização que contemple os mencionados nutrientes, visando assegurar o crescimento sustentável da espécie. Com

referência ao conteúdo de Al, a quantidade acumulada na biomassa total das raízes de *Ceiba*, alcançam valores (11,09 g) que segundo JACKSON (1963); FOX (1974); MARSCHNER (1995), podem interferir na absorção de N; P; Ca; Mg; S; e Zn.

Com relação a *Virola*, nos 2,53 kg de biomassa seca total de raízes produzida, alumínio foi o elemento mineral de maior acúmulo (Tabela 49A). Concentrações excessivas deste elemento no solo podem promover toxidez em diferentes espécies de planta (FOX, 1974; SANCHEZ *et al.*, 1982; NOVAIS; BARROS e NEVES 1990), além de interferir na absorção de cálcio, fósforo, magnésio, potássio, nitrogênio, enxofre e zinco (JACKSON, 1963; FOX, 1974; NOVAIS; BARROS e NEVES, 1990; MARSCHNER, 1995) e restringir o crescimento de raízes (EVANS e KAMPRATH, 1970). Entretanto, trabalhos existentes na literatura como os de GRIMM e FASSBENDER (1981); HARIDASAN (1982); OLIVEIRA e MACHADO (1982) e BRITTEZ (1994), entre outros, mencionam várias espécies como sendo acumuladoras deste elemento.

A esse respeito, no sentido de explicar as razões que levam uma espécie ser Al tolerante, FOY (1974) menciona que nas espécies Al tolerante a absorção de fósforo e/ou de cálcio é mantida diante do mencionado elemento; MULLETTE; HANNON e ELLIOTT (1974) citam haver redução na atividade do Al através de sua complexação feita por ácidos orgânicos exudados das raízes; WHEELER; EDMEADES e CHRISTIE (1992) mencionam aumento na concentração de P nas raízes de gramíneas diante de doses crescentes de Al e MARSCHNER (1995) comenta haver, através da absorção de  $N-NH_4^+$  ou  $N-NO_3^-$ , alterações do pH da rizosfera na presença do alumínio.

Quando comparando-se os resultados constantes na Tabela 49A com os da Tabela 48A, observa-se que o conteúdo de N; P; Ca e Mg foi menor na biomassa seca total das raízes de *Virola* e maior na biomassa aérea total, enquanto que os de K; S; Fe; Mn; Cu e Zn foi maior na biomassa seca total das raízes e menor na biomassa aérea total.

Os resultados obtidos com K; S; Fe; Mn; Cu e Zn sugerem ser *Virola surinamensis* uma espécie que demanda pouca quantidade destes elementos

minerais. Os obtidos com N; P; Ca; Mg; S; Mn; Cu e Zn sinalizam que caso não haja reposição, principalmente de N e P ao solo, através de um programa de fertilização, os mesmos podem limitar a médio prazo o crescimento desta espécie.

Durante a condução dos trabalhos de campo, mesmo apresentando elevado conteúdo de Al em suas raízes, não se observou atrofiamento aparente do sistema radicular de *Virola*. Tal fato levanta a hipótese de a espécie ser Al tolerante, o que poderá ser constatado através de pesquisas futuras.

Através de uma análise individualizada nos diferentes compartimentos de *Ceiba pentandra*, a Figura 16 mostra que entre os macronutrientes e alumínio as maiores quantidades acumuladas foram para: N nas raízes finas; K na casca e madeira das raízes grossas; Ca na casca e K na madeira da raiz pivotante. Por outro lado, a Figura 17 mostra que em *Virola*, os maiores acúmulos foram promovidos por: K nas raízes finas; Al na casca e K na madeira das raízes grossas; Al na casca e N na madeira da raiz pivotante.

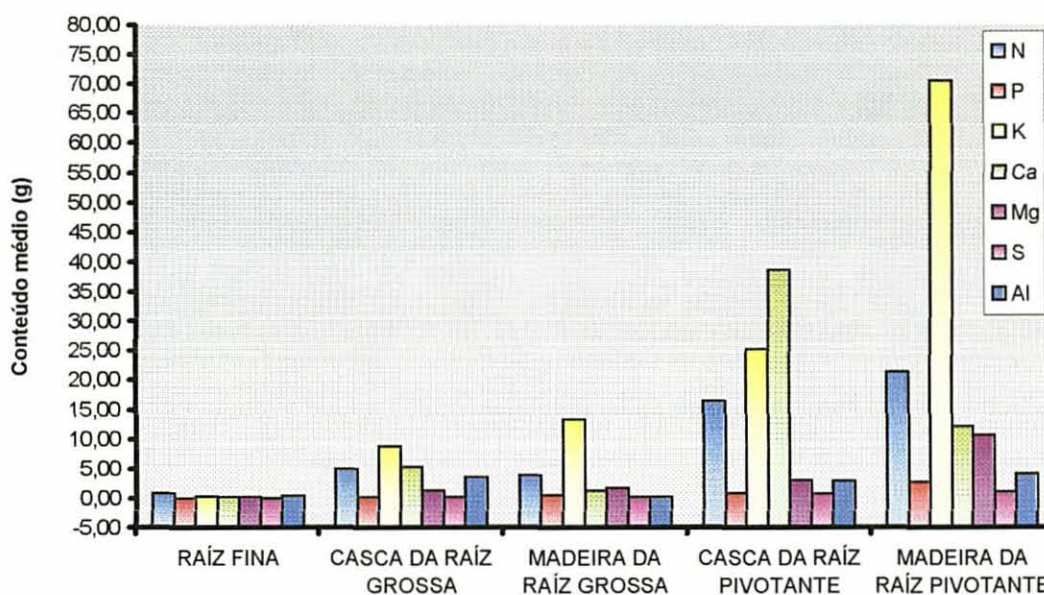


FIGURA 16. Conteúdo de N; P; K; Ca; Mg; S e Al nos diferentes tipos de raízes de *Ceiba pentandra*.



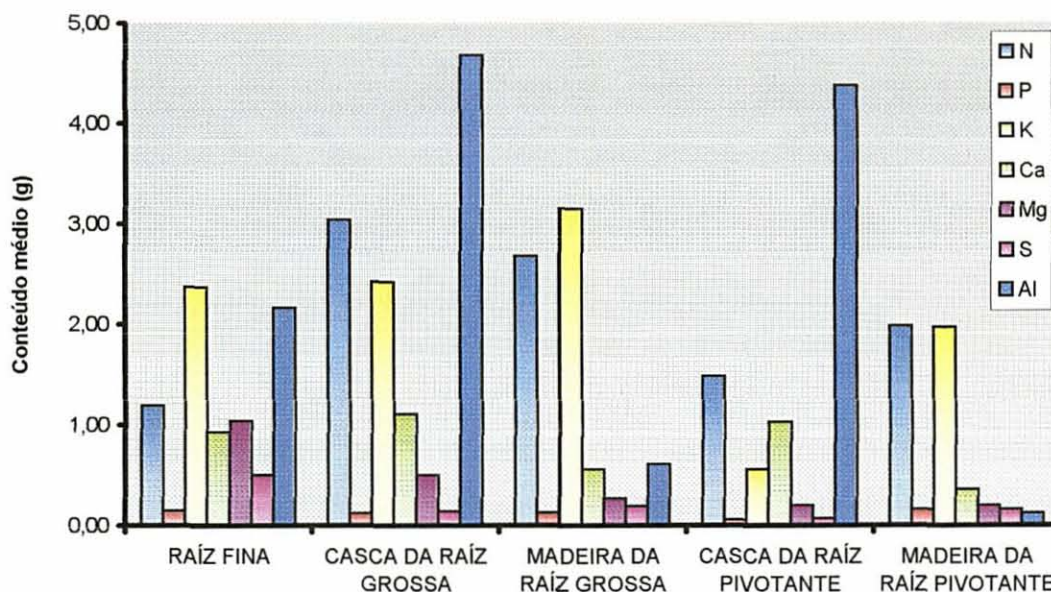


FIGURA 17. Conteúdo de N; P; K; Ca; Mg, S e Al nos diferentes tipos de raízes de *Virola surinamensis*.

Com referência ao N, o conteúdo deste nutriente nas raízes finas de *Ceiba* e na madeira da raiz pivotante de *Virola* foi 0,88 g e 1,98 g, respectivamente (Tabela 49A). Ressalte-se que estes valores foram os menores entre os diferentes compartimentos estudados. Neste sentido, MARSCHNER (1995) menciona que a concentração deste elemento na solução do solo é freqüentemente muito baixa. O mencionado autor reporta que o nitrogênio ao se tornar assimilável, após a decomposição da matéria orgânica feita por microorganismos do solo, é absorvido pelas plantas nas formas de  $N-NH_4^+$  e  $N-NO_3^-$ . Quando absorvido como  $N-NH_4^+$ , é incorporado pelas raízes sob a forma de compostos orgânicos enquanto que quando absorvido na forma de  $N-NO_3^-$ , por ser móvel no xilema, pode ser estocado nos vacuolos das raízes, nas partes aéreas das plantas e em órgãos com deficiência do mesmo. Estocado como  $N-NO_3^-$ , exerce importante função no balanço entre cátions e ânions, devido a alcalinização da rizosfera.

Na casca e madeira das raízes grossas e madeira da raiz pivotante de *Ceiba* e nas raízes finas e madeira das raízes grossas de *Virola*, o nutriente mais

acumulado foi K (Figura 16 e 17). No solo, esse nutriente ocorre como componente estrutural de minerais primários como as micas e feldspatos potássicos, retido entre as camadas das argilas expansivas como as illitas e montmorilonitas, como elemento trocável e em pequenas quantidades na solução do solo. As formas trocáveis e em solução são as disponíveis às plantas (RITCHEY, 1982).

Nas plantas, além de ser um dos elementos minerais mais absorvidos é também um nutriente com grande diversidade de funções nos processos metabólicos (MARSCHNER, 1995). Entretanto, a habilidade das raízes em absorvê-lo depende não somente de sua quantidade em solução, mas também da quantidade e tipo de outros íons presentes na mesma. Elementos como Al e Mn, freqüentemente presentes em elevadas concentrações em solos ácidos, como o do presente trabalho, podem interferir na absorção de potássio (RITCHEY, 1982). Dentro deste enfoque EPSTEIN (1975) menciona que o  $N-NH_4^+$ , devido ter a mesma carga e competir pelo mesmo sítio, pode reduzir a absorção do íon  $K^+$  na superfície das raízes.

Estes resultados sugerem que, possivelmente, as espécies estudadas durante a fase juvenil, usam com estratégia de estabelecimento a retenção de K nos mencionados compartimentos, ao invés de distribuí-lo para a parte aérea devido, possivelmente, à reduzida oferta do nutriente promovida pelo solo em estudo (Tabela 2). Apesar de neste ocorrer argila do tipo caulinita, o fato do K ter apresentado o maior acúmulo nos compartimentos acima mencionados, levanta a hipótese de que as espécies estudadas utilizam formas não trocáveis do referido elemento do solo. Esta hipótese poderá ser ou não comprovada em pesquisas futuras.

A Figura 16 mostra que na casca da raiz pivotante de *Ceiba*, Ca foi o nutriente que apresentou o maior acúmulo. Tal resultado pode-se atribuir às quantidades do nutriente que são acumuladas tanto nos vacúolos como também em volta da lamela média da parede celular, devido o mesmo ser um nutriente de baixa mobilidade no floema das plantas (MARSCHNER, 1995). Este elemento quando acumulado nos vacúolos encontra-se na forma de oxalato de cálcio e

quando acumulado na parede celular encontra-se na forma de pectato de cálcio (WARING e SCHLESINGER, 1985). Quanto à sua absorção, esta é feita tanto por espécies de plantas calcícolas como também pelas calcífugas. Nas espécies calcícolas, adaptadas a solos calcários, a concentração de cálcio pode atingir mais de 10% do peso da matéria seca sem causar sintomas de toxidez ou inibição de crescimento, enquanto que nas espécies calcífugas, adaptadas a solos ácidos, sua concentração é baixa. A variação na concentração do elemento é decorrente da diferença que existe entre as espécies, no que diz respeito a capacidade de troca de cátions na parede celular. Portanto, o uso de cálcio pelas plantas é mais uma função de suas necessidades metabólicas do que dos acúmulos existente nos seus diferentes tecidos (HANSON, 1984; MARSCHNER, 1995).

Na casca das raízes grossas e da raiz pivotante de *Virola*, alumínio foi o elemento mais acumulado (Figura 17). Os valores médios dos teores deste elemento no solo variam de 1,30 a 1,00  $\text{cmol/dm}^3$  (Tabela 2), o que equivale respectivamente a uma concentração de 117 a 90 ppm, valores que podem ser considerados relativamente altos.

NOVAIS; BARROS e NEVES (1990) mencionam que solos com elevada acidez condicionam a alta atividade de alumínio, ferro e manganês, enquanto que FOX (1974) cita que elevadas quantidades deste elemento no solo podem causar danos externos às raízes e reduzir a absorção de nutrientes como fósforo e cálcio. Entretanto, denota-se que com os resultados obtidos nas raízes de *Virola surinamensis*, este íon parece interferir somente na absorção de fósforo e cálcio. HARIDASAN (1982), menciona que nas espécies arbóreas do cerrado brasileiro este íon não interfere na absorção de nutrientes quando as mesmas são acumuladoras de alumínio.

Com referência aos micronutrientes, a Figura 18 mostra que Fe foi o elemento mineral de maior acúmulo na raiz fina, casca da raiz grossa, madeira da raiz grossa, casca da raiz pivotante e madeira da raiz pivotante de *Ceiba pentandra*. Por outro lado, a Figura 19 mostra que também nas raízes de *Virola surinamensis*, esse elemento foi o que proporcionou os maiores estoques, com

exceção na madeira da raiz pivotante, onde Mn foi o micronutriente mais acumulado.

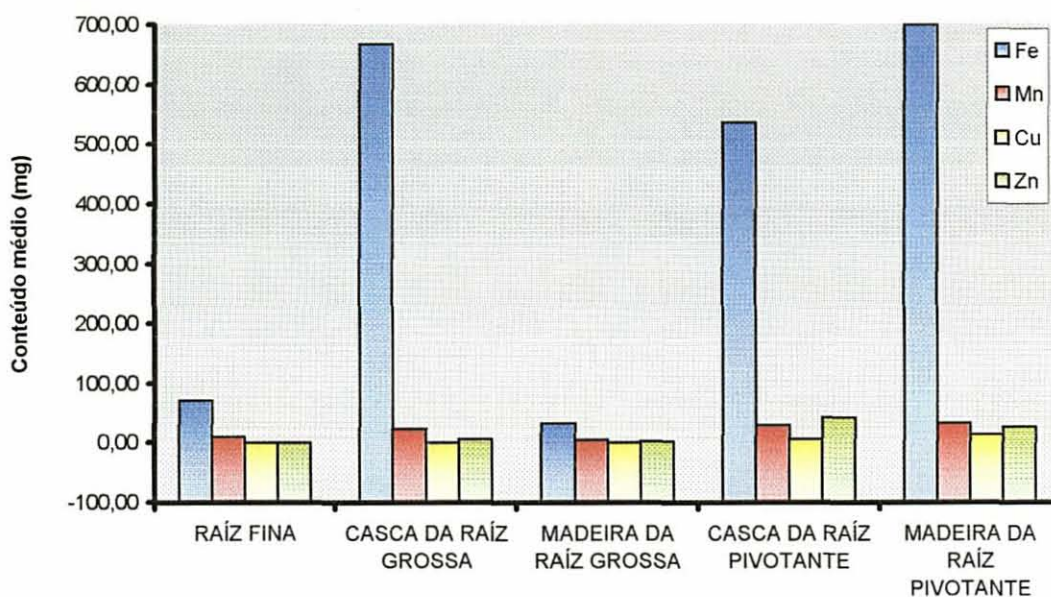


FIGURA 18. Conteúdo de Fe; Mn; Cu e Zn nos diferentes tipos de raízes de *Ceiba pentandra*.

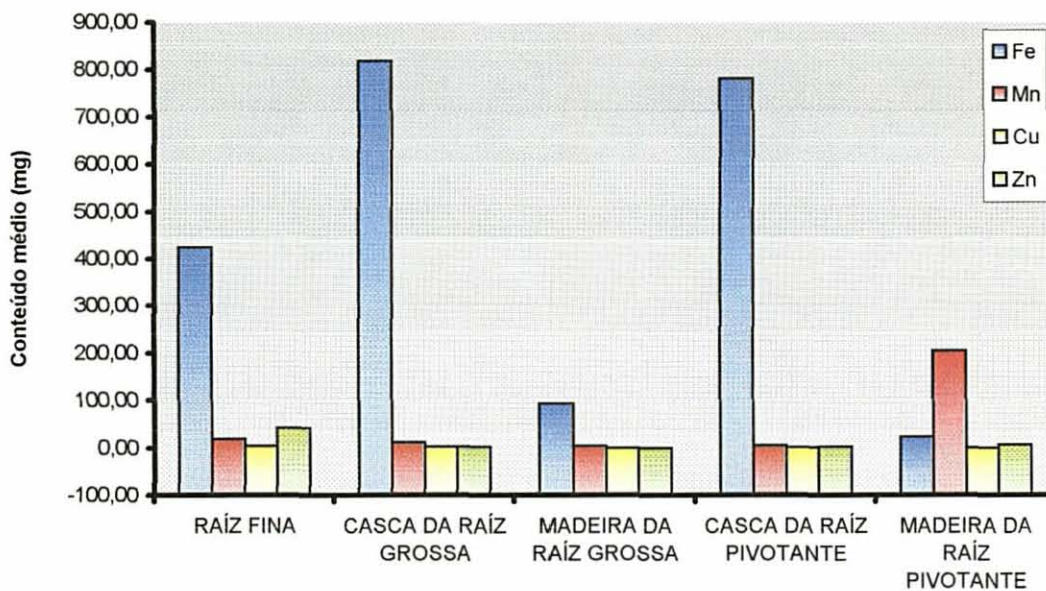


FIGURA 19. Conteúdo de Fe; Mn; Cu e Zn nos diferentes tipos de raízes de *Virola surinamensis*.

Através da Tabela 49A, percebe-se que o acúmulo de ferro na biomassa seca total das raízes de *Virola* foi 1,06 vezes superior quando comparado com os de *Ceiba*. Considerando-se que o solo sob estas espécies apresenta valores de pH e de Fe bastante parecidos (Tabela 2 e 3), a diferença ocorrida na quantidade acumulado deste micronutriente pode ser atribuída às diferenças genéticas das espécies. Neste sentido, MARSCHNER (1995) comenta que a absorção do referido elemento é influenciada pelo genótipo, onde os eficientes na absorção de Fe apresentam capacidade de alterar a rizosfera, através da emissão de exudados, tornando-a em condições adequada para a absorção e disponibilidade do mesmo.

Com referência a manganês, a Figura 19 mostra que esse micronutriente foi o de maior acúmulo na madeira da raiz pivotante de *Virola*. Por outro lado, a Tabela 49A mostra que o estoque desse micronutriente na biomassa total das raízes produzida pela mencionada espécie foi 2,42 vezes superior ao apresentado pelas raízes de *Ceiba*. Esses resultados, pode-se atribuir às diferenças genéticas e fisiológicas existente entre as espécies. No solo, o Mn ocorre principalmente nas formas de  $Mn^{2+}$ ,  $Mn^{3+}$  e  $Mn^{4+}$  e chega à superfície das raízes através de fluxo de massa. Portanto, está ligado diretamente ao processo de respiração da planta. Entretanto, sua absorção pelas raízes, feita na forma mais reduzida ( $Mn^{2+}$ ), se caracteriza por uma solubilidade fortemente influenciada pela umidade e pH ácido do solo, onde a redução do potencial redox aumenta as concentrações de  $Mn^{2+}$  (ZOTTL e TSCHINKEL, 1971; FASSBENDER e BORNEMISZA, 1994; MARSCHNER, 1995). Como a amostragem do sistema radicular das espécies estudadas foi feita no verão, estação do ano que na Amazônia se caracteriza por elevados índice de pluviosidade, possivelmente, o potencial redox do solo encontrava-se baixo, devido nesta ocasião, a umidade apresentada pelos mesmos ser relativamente alta. Associado a este fato, soma-se o pH com valores ácidos apresentado pelo solo nas parcelas com *Virola surinamensis* (Tabela 2), o qual contribuiu para uma maior solubilidade do nutriente em questão.

#### 4.8. DEPOSIÇÃO DE SERAPILHEIRA DE *Ceiba pentandra* E *Virola surinamensis*

Durante os meses de janeiro a dezembro de 1996, através de coleta semanal e posteriormente agrupadas mensalmente, determinou-se a deposição de serapilheira, constituída basicamente por folhas, de *Ceiba pentandra* e *Virola surinamensis*. O resultado da análise estatística mostrou haver diferença significativa para a deposição de serapilheira e para os diferentes elementos entre as espécies estudadas (Tabela 50A e 51A).

Segundo KRAMER e KOZLOWSKI (1972), a deposição ou queda das folhas é decorrente do processo de senescência, causado por diferentes atividades metabólicas ligados a fisiologia de cada espécie e de estímulos ambientais como fotoperíodo, temperatura, precipitação, etc. Através da Figura 20, observa-se que na espécie *Ceiba pentandra*, a maior deposição de folhas ocorreu a partir do mês de junho indo até setembro, com máximo em julho.

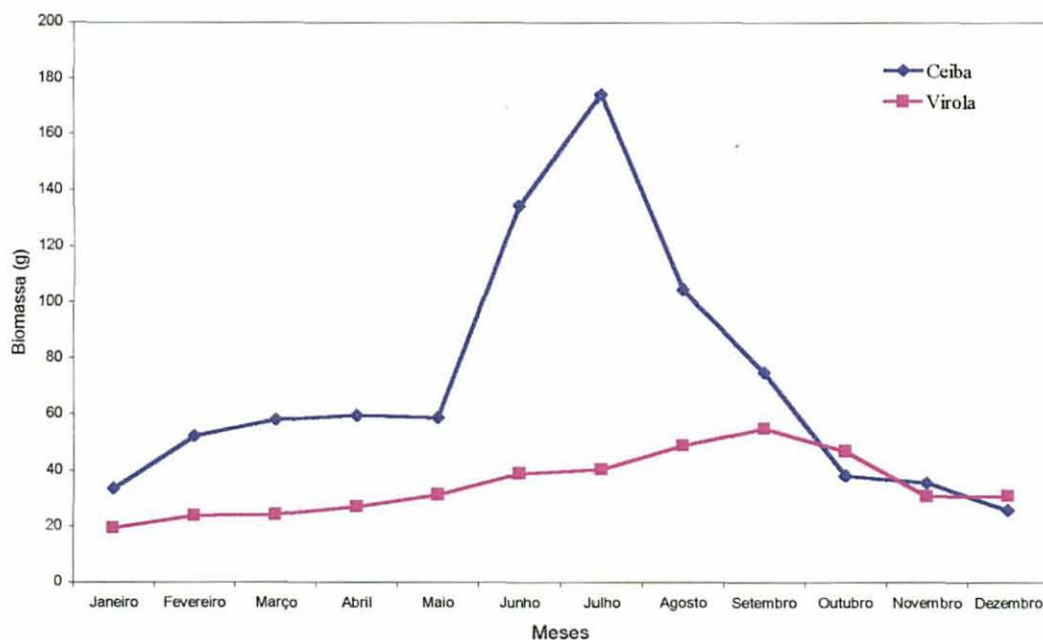


FIGURA 20 – Deposição mensal de serapilheira de *Ceiba pentandra* e *Virola surinamensis*.

Na Amazônia Ocidental, particularmente na região de Manaus, esses meses caracterizam-se por baixa precipitação e elevadas temperaturas. Portanto, os resultados obtidos mostram que *Ceiba* é uma espécie caducifolia, onde a maior queda de folhas esteja, possivelmente, relacionada com as variações climáticas que ocorrem na região, durante o período. KROLL e RÍOS (1992) citam que na Amazônia peruana, *Ceiba pentandra* é uma espécie decídua no período de floração e frutificação que no Panamá segundo MURAWSKI e HAMRICK (1992) ocorre durante os meses de novembro a dezembro.

Em *Virola surinamensis*, a maior deposição de folhas ocorreu durante os meses de agosto a outubro, porém em menor intensidade que a de *Ceiba pentandra*. Portanto, as árvores de *Virola* mesmo apresentando menor biomassa foliar quando comparadas com as de *Ceiba* (Tabela 46A), realizam nestes meses a maior deposição de folhas. Trabalhos conduzido por KLINGE e RODRIGUES (1968a) e LUIZÃO (1982), mencionam para outras espécies que as maiores deposições de serapilheira ocorreram no período de menor precipitação.

A deposição total anual de serapilheira de *Ceiba* e *Virola* foi de 849,29g e 416,56g em uma área de 7,20 m<sup>2</sup> correspondente aos coletores, respectivamente. Estes valores correspondem a uma produção de biomassa de aproximadamente 1180 kg/ha.ano para *Ceiba* e de 579 kg/ha.ano para *Virola*.

Variações na quantidade de serapilheira depositada ocorrem devido à espécie, idade das árvores e ao tipo de floresta, se plantada ou natural, entre outros fatores. Por exemplo, LUNDGREN (1978) menciona que a deposição de serapilheira em florestas plantadas é em média 70% menor do que a depositada por florestas naturais. No presente trabalho, as variações encontradas devem-se às diferenças existentes entre as espécies em questão.

Resultados de deposição de serapilheira apresentados por KLINGE e RODRIGUES (1968a), por FURCH; JUNK e CAMPOS (1989) e por LUIZÃO (1989) em diferentes ecossistemas de florestas naturais da Amazônia, por BERNHARD (1970) com florestas na Costa do Marfim, por EWEL (1976) com povoamentos florestais de diferentes idades conduzidos na Guatemala e por FASSBENDER e GRIMM (1981) em floresta da Amazônia venezuelana, relatam

deposição mais elevada que as encontradas neste trabalho. Entretanto, os obtidos por FREITAS; BARROS e OLIVEIRA (1997), que avaliaram a deposição de serapilheira de *Virola surinamensis* plantada na região do estuário Guajarino, município de Icoaraci, estado do Pará, são similares aos obtidos neste trabalho, com a mencionada espécie.

#### 4.9. DEPOSIÇÃO DE NUTRIENTES ATRAVÉS DA QUEDA DE SERAPILHEIRA

As espécies florestais através da senescência e queda das folhas realizam parte da ciclagem interna e externa dos nutrientes absorvidos, integrando, dessa maneira, os processos que compõem os ciclos bioquímico e biogeoquímico.

##### 4.9.1. Concentração dos nutrientes

Os resultados das concentrações médias de N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Mn, Cu, Zn e Al na serapilheira produzida por *Ceiba pentandra* e *Virola surinamensis*, são apresentadas nas Tabelas 5 e 6.

As Tabelas 50A e 51A mostram diferença significativa entre as espécies, dentro do período estudado. Na serapilheira depositada por *Ceiba* as diferenças significativas foram para os teores de N, P, K, Ca, S e Cu enquanto que na de *Virola* as diferenças foram apenas para os de Fe, Mn e Al. Devido às árvores de *Ceiba* e *Virola* estarem estabelecidas em solo com disponibilidade semelhante para os nutrientes anteriormente mencionados (Tabelas 2 e 3), os resultados obtidos podem ser atribuídos às diferenças existentes entre a produção das suas respectivas biomassas (Tabela 46A) e a uma possível capacidade diferenciada de absorção existente entre *Ceiba* e *Virola*, em relação aos elementos estudados, com exceção de alumínio.

Através da Tabela 5 observa-se que os valores das concentrações médias para os macronutrientes, obtidos no período de 12 meses de coleta, foram



mais elevados nas folhas depositadas por *Ceiba* quando comparados com as de *Virola*, obedecendo a seguinte ordem: N > Ca > K > Mg > S > P. Nas folhas depositadas por *Virola*, a concentração mais elevada foi registrada para N seguido por Ca > Mg > K > S > P.

KLINGE e RODRIGUES (1968a), estudando a deposição de serapilheira na Floresta Amazônica brasileira, encontraram nas folhas caídas as seguintes concentrações (g/kg) para os macronutrientes: 15,0 de N; 0,29 de P; 1,8 de K; 2,1 de Ca e 1,8 de Mg. Também STARK (1971b), monitorando a deposição de folhas em árvores localizadas na Reserva Ducke, próxima de Manaus, determinou os seguintes valores para as concentrações (g/kg) dos macronutrientes: 15,25 de N; 0,38 de P; 3,43 de K; 3,38 de Ca e 1,74 de Mg. KLINGE (1977), determinou que as concentrações (g/kg) de elementos minerais nas folhas caídas de árvores pertencentes a Floresta Amazônica brasileira, foi de 15,5 de N; 0,37 de P; 1,7 de K; 4,0 de Ca e 2,0 de Mg.

TABELA 5 – Concentração média dos macronutrientes (g/kg) na serapilheira de *Ceiba pentandra* e *Virola surinamensis*.

Espécie	N	P	K	Ca	Mg	S
<i>Ceiba</i>	14,18	0,93	3,27	13,04	2,96	1,52
<i>Virola</i>	12,05	0,31	1,49	10,05	1,91	1,38
C.V (%)	4,17	6,30	13,23	8,73	19,88	3,53

Nas florestas tropicais, desenvolvidas em solos com limitada disponibilidade de bioelementos, o aporte de nutrientes via precipitação e a habilidade das diferentes espécies de árvores em usá-los, constitui importante fonte de entrada dos elementos minerais, necessários para o seu desenvolvimento (HERRERA *et. al.*, 1981).

De maneira geral, os resultados dos teores obtidos na serapilheira das espécies estudadas para nitrogênio e cálcio são elevados, quando comparados com os encontrados para os demais macronutrientes.

Para o nitrogênio, os resultados obtidos podem ser atribuídos em grande parte, às entradas deste elemento que ocorrem na Amazônia, através das precipitações. Neste aspecto, JORDAN *et al.* (1982) mencionam aporte via precipitação de 11,3 kg/ha.ano na forma de  $N-NH_4^+$  e de 0,2 kg/ha.ano na forma de  $N-NO_3^-$  na Amazônia venezuelana, enquanto que FRANKEN; LEOPOLDO e BERGAMIN FILHO (1985) estimaram que as águas das chuvas caídas sobre a floresta de terra firme próxima de Manaus, depositam 6,6 kg/ha.ano de  $N-NH_4^+$ .

Com referência a cálcio, SWITZER e NELSON (1972) mencionam que para o referido elemento, as necessidades nutricionais das árvores de *Pinus* são supridas em 31% pelo ciclo geoquímico e em 69% pelo ciclo biogeoquímico. Dentro do contexto, JORDAN (1982) reporta que as águas das chuvas que caem sobre a floresta da Amazônia venezuelana aportam 11,82 kg/ha.ano de Ca.

As diferenças observadas para Ca e N entre as espécies estudadas podem ser atribuídas segundo HANSON (1984) e MARSCHNER (1995), às variações do elemento que existem entre diferentes espécies, no que diz respeito à capacidade de troca de cátions na parede celular. KLINGE *et al.* (1983), mencionam que a variação de cálcio nas folhas de árvores estabelecidas em ecossistema de várzea da Amazônia brasileira foi de 0,48 a 38,74 g/kg.

O fósforo, na serapilheira depositada por *Ceiba* e *Virola*, foi o elemento que apresentou o menor retorno. Tal fato reflete a condição do solo em que as espécies foram estabelecidas, onde os teores médios deste elemento na solução do solo variaram de 6 a 5 mg/dm<sup>3</sup> nas parcelas com *Ceiba* e de 6 a 3 mg/dm<sup>3</sup> nas de *Virola* (Tabela 2).

A concentração dos diferentes elementos minerais na serapilheira é resultado da interação de vários fatores como a disponibilidade dos nutrientes feita pelo solo, a habilidade das espécies em absorve-los, as quantidades que entram no sistema via precipitação, lixiviação através da lavagem da copa e mobilidade do nutriente na planta.

Dentro deste enfoque, comparando-se as concentrações médias de N, P, K, Ca, Mg e S existentes, aos 55 meses de idade, nas folhas de *Ceiba* (Tabela 4)

com as existentes na serapilheira depositada (Tabela 5), percebe-se que as folhas senescentes desta espécie, além das lixiviações possivelmente ocorridas, redistribuíram para os tecidos em crescimento, antes da abscisão foliar, 49,8% de N; 55,9% de P; 71,0% de K; 0,7% de Mg e 20,4% de S. Estes resultados, com exceção do encontrado para S, que segundo MENGEL e KIRKBY (1982) apresenta pouca redistribuição, confirmam as citações feitas pelo mencionado autor e MARSCHNER (1995), que a concentração de nutrientes móveis nas folhas senescentes diminuem em função de sua redistribuição para tecidos novos da planta. Portanto, tal fato indica que a espécie *Ceiba pentandra* favorece a ciclagem interna para N, P, K, Mg e S. SWITZER e NELSON (1972) mencionam que a ciclagem destes nutrientes é feita, predominantemente, através do ciclo bioquímico.

Quanto a Ca, elemento com baixa redistribuição devido sua pouca mobilidade nos tecidos foliares (MARSCHNER, 1995), o mesmo apresentou na serapilheira concentração superior às da folha. Tal fato indica que o mencionado elemento permaneceu imobilizado nas folhas senescentes de *Ceiba*. Segundo SWITZER e NELSON (1972) a ciclagem deste nutriente ocorre, predominantemente, através do ciclo biogeoquímico.

Com referência à *Virola*, através das comparações feitas entre as concentrações obtidas com N, P, K, Ca, Mg e S nas folhas (Tabela 4) e na serapilheira depositada (Tabela 5), observa-se que as folhas senescentes redistribuíram 20,5% de N; 61,3% de P; 61,1% de K e 4,9% de Mg para outros tecidos em crescimento da planta. Por outro lado, Ca e S apresentaram na serapilheira concentrações similares às da folha. Tal fato evidencia acúmulo dos elementos nas folhas senescentes de *Virola*, o que favorece a sua ciclagem externa.

Com relação aos micronutrientes estudados e alumínio, a Tabela 6 mostra que, com exceção de Cu e Al, os maiores valores das concentrações médias foram obtidos na serapilheira depositada por *Virola*.

TABELA 6 – Concentração média dos micronutrientes e alumínio (mg/kg) na serapilheira de *Ceiba pentandra* e *Virola surinamensis*.

Espécie	Fe	Mn	Cu	Zn	Al
<i>Ceiba</i>	48,35	14,71	7,40	10,25	37,5
<i>Virola</i>	53,71	115,28	4,59	17,04	27,5
C.V (%)	16,96	19,63	14,32	13,47	19,66

Embora o Al não seja considerado um elemento essencial às plantas, o conhecimento de seu comportamento dentro dos ciclos bioquímico e biogeoquímico das espécies estudadas torna-se de fundamental importância uma vez que segundo SANCHEZ *et al.* (1982), seu elevado teor nos solos ácidos da Amazônia, constituem fator limitante ao crescimento das plantas.

Os resultados obtidos neste trabalho quando comparados com os de STARK (1971b), são inferiores ao de Fe e próximos aos de Cu, Zn e Mn, com exceção do obtido na serapilheira de *Virola*. O autor, monitorando as concentrações de micronutrientes (mg/kg) em folhas caídas de árvores localizadas na Reserva Ducke, próxima de Manaus, encontrou valores que variaram de 120,0 a 222,0 para Fe; de 7,4 a 14,3 para Mn; de 5,2 a 6,3 para Cu e de 11,5 a 13,0 para Zn.

Quanto comparando as concentrações desses nutrientes constantes nas folhas de *Ceiba* e *Virola* (Tabela 4) com as existentes em suas respectivas serapilheira (Tabela 6), observa-se que as espécies estudadas apresentaram diferenças marcantes no que diz respeito a redistribuição dos micronutrientes estudados.

Com referência à Fe e Mn, por serem considerados nutrientes com mobilidade variável (MENGEL e KIRKBY, 1982), os mesmos apresentaram comportamento diferenciado. No caso de Fe, em *Ceiba* a concentração deste elemento foi menor na serapilheira e maior nas folhas, sendo 17,6% redistribuído antes da abscisão foliar para tecidos novos da planta. Em *Virola*, o mencionado

elemento permaneceu imobilizado nas folhas senescentes, fato que ocasionou maior concentração na serapilheira e menor nas folhas.

Quanto ao Mn, os resultados obtidos mostram que em *Ceiba* a concentração foi maior na serapilheira e menor nas folhas, enquanto que em *Virola* esta foi menor na serapilheira e maior nas folhas. Por conseguinte, em *Ceiba* este nutriente não sofre redistribuição para os tecidos em crescimento da planta, antes da queda das folhas. Por outro lado, em *Virola*, com elevadas concentrações de manganês tanto nas folhas como na serapilheira, o referido elemento é redistribuído para os tecidos novos da planta, na ordem de 37,9%. As elevadas concentrações de Mn em *Virola* podem ser decorrentes de possíveis diferenças entre as espécies estudadas, no que diz respeito à absorção do elemento do solo. Sobre este assunto, MENGEL (1984) comenta que as plantas podem absorver diferentes quantidades deste micronutriente.

Quanto a Cu e Zn, as comparações feitas entre as concentrações existentes nas folhas (Tabela 4) e serapilheira de *Ceiba* e *Virola* (Tabela 6) permite-nos mencionar que os mesmos em ambas as espécies são redistribuídos para os tecidos em crescimento, antes da abscisão foliar, devido suas concentrações na serapilheira serem menores do que as das folhas. Nas senescentes de *Ceiba*, a redistribuição de Cu e Zn foi respectivamente 56,3% e 51,4% enquanto que nas de *Virola* esta foi 55,5% para Cu e 13,1% para Zn.

No que diz respeito à alumínio, a concentração em *Ceiba* foi menor na serapilheira (Tabela 6) e maior nas folhas (Tabela 4). Devido ao fato de, na amostragem em campo, as folhas nas árvores desta espécie não apresentarem diferenças visuais que permitisse separá-las em novas, maduras e velhas, torna-se delicado assumirmos que o mencionado elemento seja redistribuído para tecidos novos da planta, embora os resultados induzam a este pensamento. Por outro lado, em *Virola*, com as folhas separadas visualmente em novas, maduras e velhas, a concentração do Al foi maior na serapilheira (Tabela 6) e menor nas folhas velhas (Tabela 4). Este resultado evidencia acúmulo do elemento nas folhas com maior idade da espécie, fato que corrobora com os comentários feitos sobre o citado elemento no item 4.3 deste trabalho. Devido ter sido estabelecida

em solos com elevados teores de alumínio (Tabela 2), deduz-se que, possivelmente, o acúmulo verificado nas folhas caídas de *Virola* seja uma estratégia usada pela espécie para eliminar os teores do elemento existentes nos diferentes compartimentos arbóreos (Tabela 47A, 48A e 49A), evitando, desta forma, problemas de toxidez. Observações de acúmulo de Al em folhas velhas de diferentes espécies são relatadas nos trabalhos de REISSMANN *et al.* (1976); RADOMSKI *et al.* (1992); BIONDI (1995) e de WATANABE *et al.* (1997).

Associando-se os resultados anteriormente abordados com o baixo nível de fertilidade do solo sob as espécies estudadas (Tabela 2 e 3), denota-se que o aparente estado nutricional satisfatório de *Ceiba* e *Virola* (Tabela 4) é, provavelmente, decorrente do mecanismo da ciclagem de nutrientes desenvolvido pelas mesmas.

#### 4.9.2. Conteúdo dos nutrientes

Na Tabela 7 são apresentados os valores do conteúdo médio anual de N, P, K, Ca, Mg e S e na Tabela 8 os de Fe, Mn, Cu e Zn, depositado através da serapilheira média produzida por *Ceiba pentandra* e *Virola surinamensis*.

TABELA 7 – Conteúdo médio anual de macronutrientes (kg/ha) retornados com a serapilheira (kg/ha) de *Ceiba pentandra* e *Virola surinamensis*.

Espécie	Serapilheira	N	P	K	Ca	Mg	S
<i>Ceiba</i>	1180	16,73	1,10	3,86	15,39	3,49	1,79
<i>Virola</i>	579	6,98	0,18	0,86	5,82	1,11	0,80
C.V (%)	14,55	-	-	-	-	-	-

De posse da quantidade de serapilheira depositada e das respectivas concentrações médias dos diferentes elementos estudados, calculou-se o conteúdo médio dos macro, micronutrientes e alumínio depositados anualmente. Comparando-se as duas espécies, observa-se através da Tabela 7 e 8 que a

serapilheira de *Ceiba* depositou maiores quantidades de N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Cu Zn e Al, enquanto que a de *Virola* depositou maior quantidade de Mn, devido à mesma apresentar teor 7,8 vezes superior desse elemento ao de *Ceiba*.

Dos macronutrientes estudados, o nitrogênio com 16,73 kg/ha na serapilheira de *Ceiba* e 6,98 kg/ha na de *Virola*, foi o nutriente que retornou em maior quantidade, enquanto que o menor retorno foi de fósforo com 1,10 kg/ha na serapilheira de *Ceiba* e 0,18 kg/ha na de *Virola*. Entre os micronutrientes, ferro com 57,05 g/ha na serapilheira de *Ceiba* e manganês com 66,75 g/ha na de *Virola*, foram os nutrientes com as maiores quantidades retornadas, enquanto que as menores foram proporcionadas por Cu com 8,73 g/ha na serapilheira de *Ceiba* e 2,66 g/ha na de *Virola*.

TABELA 8 – Conteúdo médio de micronutrientes (g/ha) e alumínio (g/ha) retornados com a serapilheira (kg/ha) de *Ceiba pentandra* e *Virola surinamensis*

Espécie	Serapilheira	Fe	Mn	Cu	Zn	Al
<i>Ceiba</i>	1180	57,05	17,36	8,73	12,10	44,25
<i>Virola</i>	579	31,10	66,75	2,66	9,87	15,92
C.V (%)	14,55	-	-	-	-	-

Na literatura consultada, não foram encontrados resultados sobre as quantidades de nutrientes que retornam com a serapilheira depositada em floresta plantada com espécies nativas da Amazônia brasileira.

Entretanto, à nível de macronutrientes em floresta nativa de terra firme KLINGE e RODRIGUES (1968b), reportam que o conteúdo de nutrientes (kg/ha) na serapilheira depositada anualmente foi da ordem de 2,2 de P; 12,7 de K; 18,4 de Ca e 12,6 de Mg. KLINGE (1977) menciona que nas folhas caídas de árvores da floresta de terra firme próxima de Manaus, o conteúdo (kg/ha) depositam anualmente foi da ordem de 55,8 de N; 1,3 de P; 6,1 de K; 14,4 de Ca e 7,2 de Mg.

Em ecossistema de florestas inundadas, FURCH; JUNK e CAMPOS (1989) reportam que nas folhas caídas da floresta de várzea, as quantidades depositadas (kg/ha) foram 19,98 de N; 3,29 de P; 18,08 de K; 55,97 de Ca e 9,61 de Mg enquanto que nas de floresta de igapó, as quantidades depositadas (kg/ha) foram 2,80 de N; 0,76 de P; 7,37 de Ca e 2,86 de Mg.

Pelo exposto, denota-se que as quantidades dos macronutrientes retornadas com a serapilheira depositada por *Ceiba* e *Virola*, são inferiores as encontradas por KLINGE e RODRIGUES (1968b), por KLINGE (1977), com exceção da quantidade de Ca na serapilheira de *Ceiba* e por FURCH; JUNK e CAMPOS (1989) com Floresta de Várzea e Igapó, nesta, com exceção das quantidades de N e Ca na serapilheira de *Virola*.

#### 4.9.3. Variações nos conteúdos dos nutrientes

Considerando-se que o conteúdo de nutrientes retornados ao solo pode variar em função das quantidades de folhas caídas e das concentrações dos elementos nestas existente, foram elaborados gráficos que mostram a variação mensal de N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Mn, Cu, Zn e Al, ao longo do período estudado.

Neste sentido, na serapilheira depositada mensalmente pelas espécies estudadas, as variações do conteúdo de N e Ca são apresentadas na Figura 21 e Figura 22; de P, K, Mg e S nas Figuras 23 e 24 e de Fe, Mn, Cu, Zn e Al nas Figuras 25 e 26 para *Ceiba* e *Virola*, respectivamente.

Observa-se na Figura 21 que em *Ceiba*, a maior deposição de cálcio ocorreu no mês de julho, junto com a maior deposição de folhas, enquanto que a de nitrogênio ocorreu com as folhas caídas no mês de agosto. Em *Virola*, a Figura 22 mostra que a maior deposição de serapilheira foi registrada no mês de setembro, enquanto que para nitrogênio as maiores quantidades foram depositadas com as folhas caídas a partir de outubro com máxima em janeiro, e as de cálcio ocorreram com as depositadas nos meses de abril, maio e julho.



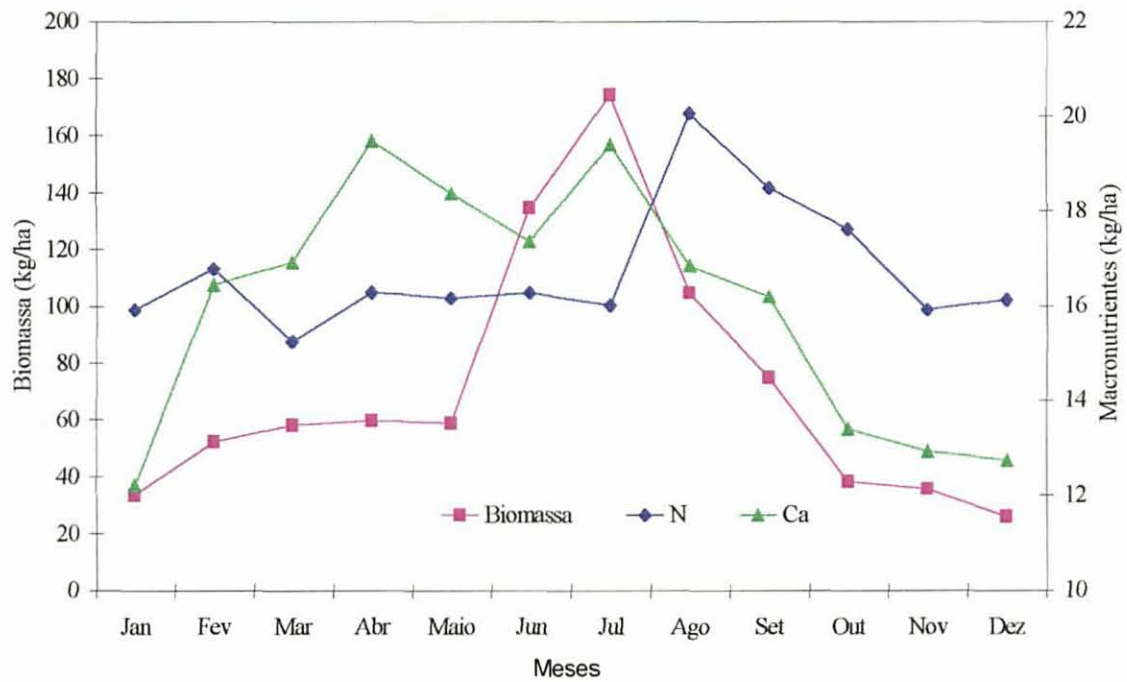


FIGURA 21 – Conteúdo de N e Ca na serapilheira de *Ceiba pentandra*

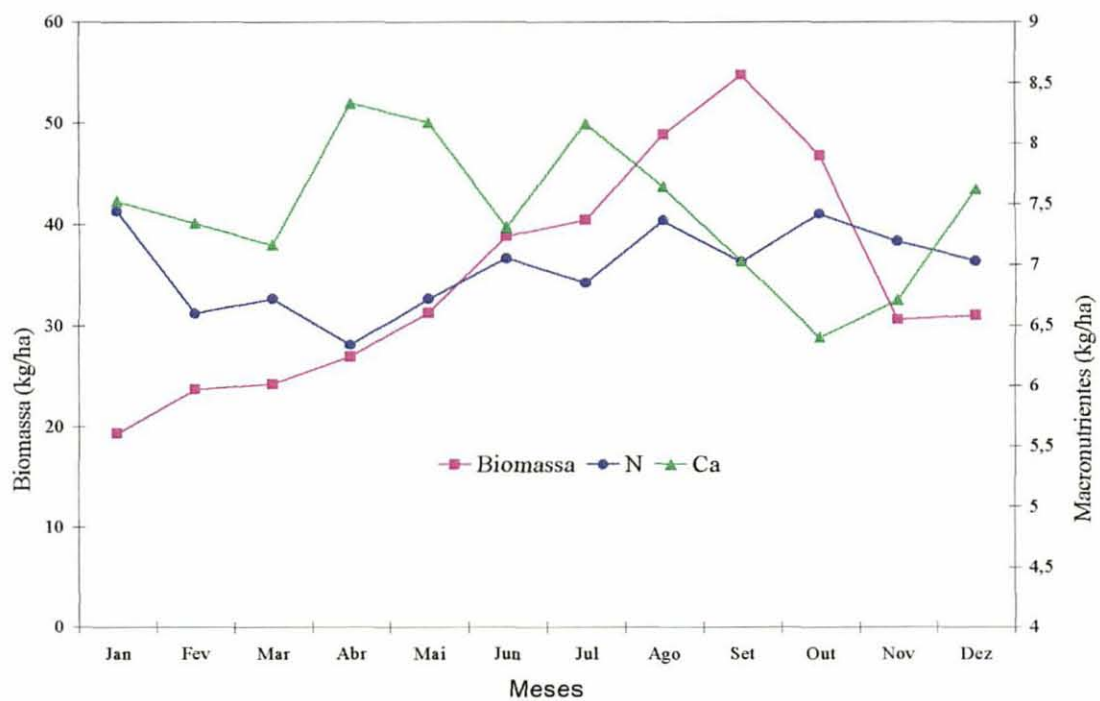


FIGURA 22 – Conteúdo de N e Ca na serapilheira de *Virola surinamensis*.

A Figura 23 mostra que em *Ceiba* as maiores deposições de potássio foram nas folhas caídas em setembro, de magnésio nas caídas em outubro e dezembro e as de enxofre e fósforo, no mês de agosto

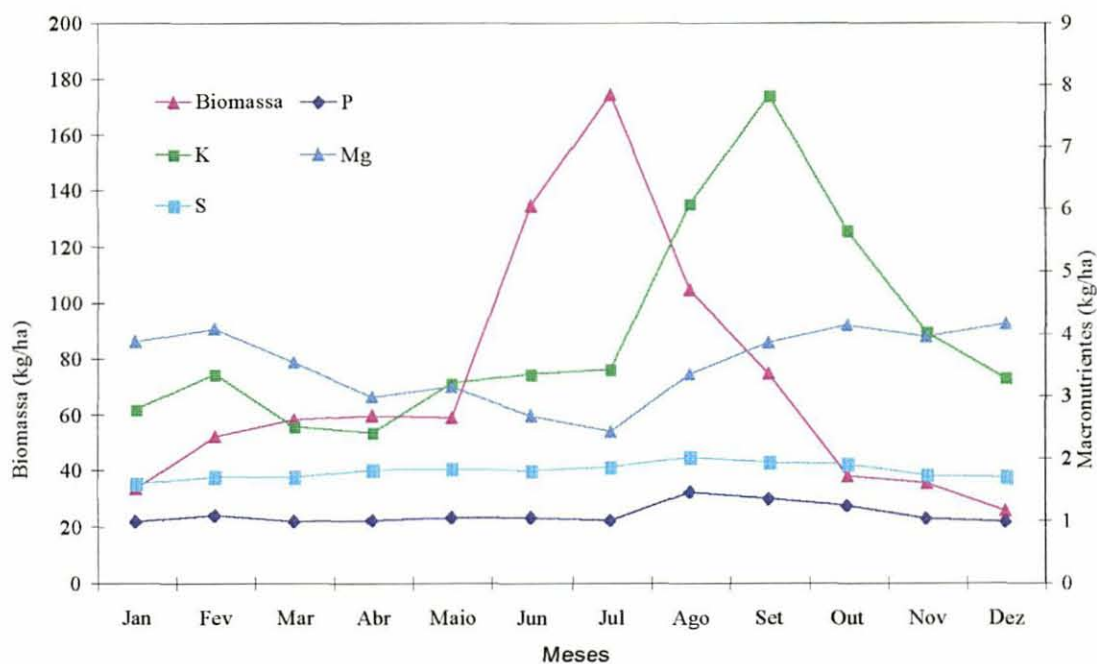


FIGURA 23 – Conteúdo de P, K, Mg e S na serapilheira de *Ceiba pentandra*.

Em *Virola*, observa-se na Figura 24 que a maior quantidade de magnésio retornou com as folhas caídas em dezembro, a de potássio com as caídas em novembro, enquanto que as de fósforo e enxofre foram praticamente constante, durante o período monitorado.

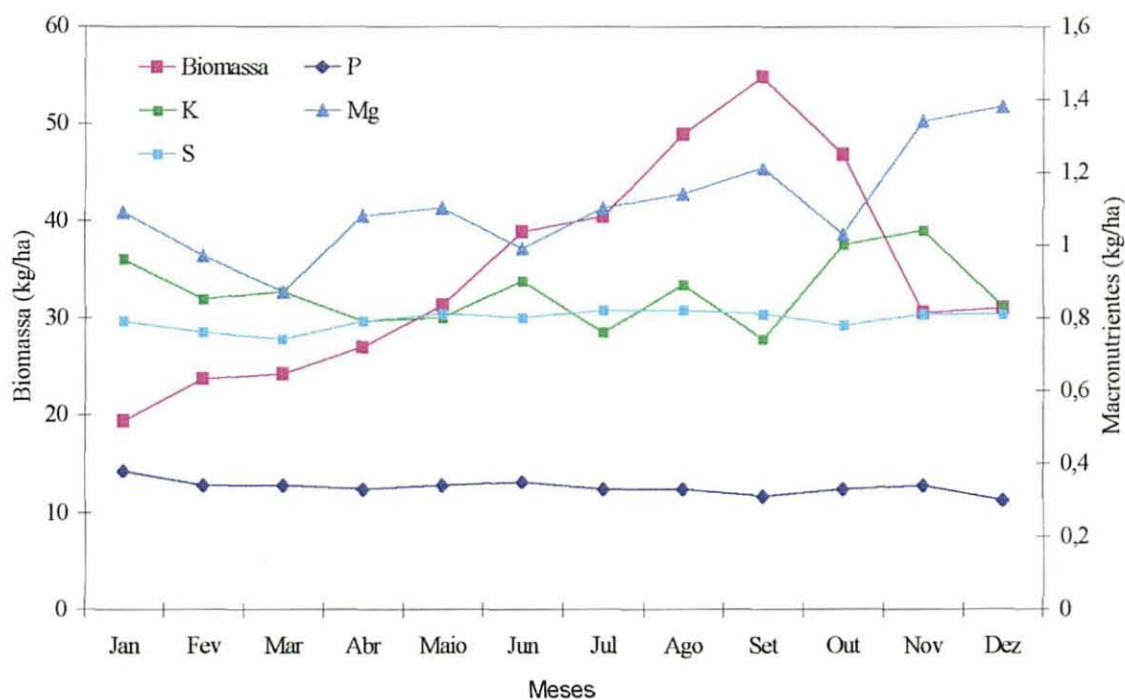


FIGURA 24 – Conteúdo de P, K, Mg e S na serapilheira de *Virola surinamensis*.

Na Figura 25, observa-se que em *Ceiba* a maior quantidade de ferro foi depositada com as folhas caídas em julho, as de manganês com as caídas em agosto, as de cobre com as caídas em dezembro, as de zinco com as caídas em janeiro e as de alumínio com as caídas durante os meses de junho a agosto. Em *Virola*, a Figura 26 mostra que a maior quantidade de ferro foi depositada com as folhas caídas em julho, as de manganês com as caídas em dezembro, as de cobre com as caídas em novembro, as de zinco com as caídas em abril, enquanto que as quantidades retornadas de alumínio foram praticamente constante com as folhas caídas durante o período estudado. O máximo deste elemento foi depositado com as caídas em outubro e o mínimo com as caídas em fevereiro e março.

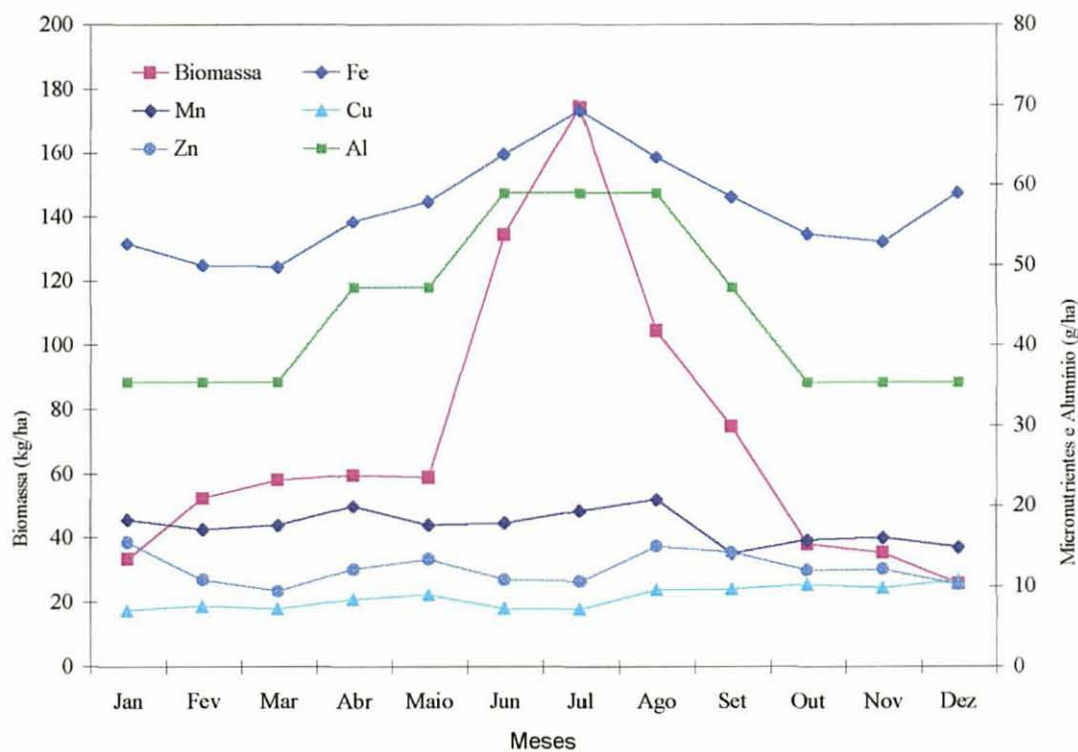


FIGURA 25 – Conteúdo de Fe, Mn, Cu, Zn e Al na serapilheira de *Ceiba pentandra*.

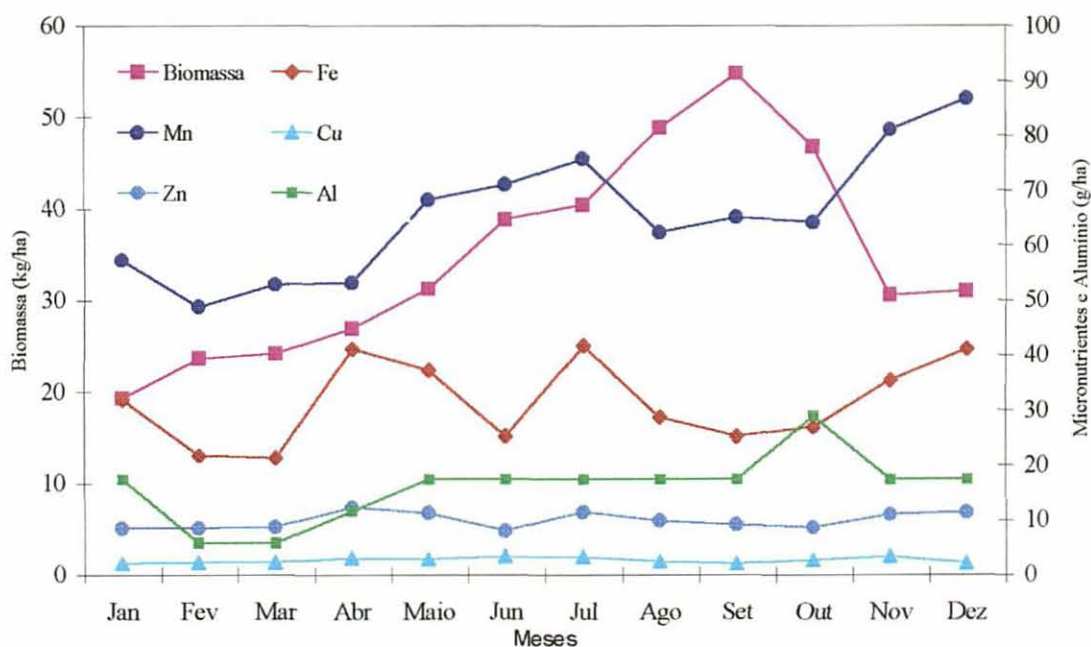


FIGURA 26 – Conteúdo de Fe, Mn, Cu, Zn e Al na serapilheira de *Virola surinamensis*.

As quantidades dos elementos retornadas com a serapilheira depositada por *Ceiba pentandra* obedeceu a seguinte ordem: N > Ca > K > Mg > S > P > Fe > Al > Mn > Zn > Cu, enquanto que em *Virola surinamensis* foi a seguinte: N > Ca > Mg > K > S > P > Mn > Fe > Al > Zn > Cu (Tabelas 7 e 8).

Considerando-se que em *Ceiba pentandra* e *Virola surinamensis* a máxima deposição de folhas ocorreu, respectivamente nos meses de julho e setembro (Figura 20), observa-se que as espécies em questão também usam estratégias parecidas em relação ao período que são depositadas as maiores quantidades dos nutrientes monitorados.

Neste sentido, as Figuras 21 a 26 demonstram que tanto em *Ceiba* como em *Virola*, as maiores quantidades dos nutrientes foram depositadas durante a estação seca, com exceção de zinco em *Ceiba* e cálcio e zinco em *Virola*. Quanto ao alumínio, em *Ceiba* as maiores quantidades depositadas ocorreram preferencialmente na estação seca, enquanto que em *Virola* estas foram praticamente constante ao longo do período estudado.

Neste trabalho apesar de se ter investigado somente a deposição da serapilheira, resultados obtidos por LUISÃO (1982) mostram que a influência exercida pela estação seca e chuvosa da Amazônia é de fundamental importância para o acúmulo, velocidade de decomposição e liberação de seus nutrientes. Sobre o assunto, LUISÃO e SCHUBART (1986) mencionam que a decomposição das folhas de *Clitoria racemosa* é de 216 dias na estação seca e de 37 na estação chuvosa. DÜNISCH *et al.* (1998), comparando a velocidade de decomposição das folhas das espécies usadas neste trabalho, reportam que as de *Ceiba* apresentam decomposição mais rápida do que as de *Virola*.

Na Amazônia, a velocidade de decomposição da serapilheira na estação seca é lenta, em média 216 dias nas áreas de floresta de terra firme, devido a mesma ser feita predominantemente pelos microorganismos, com pouca atividade dos macro-artrópodos (cupins) e pouca penetração das raízes. Assim, pelo fato de durante esta estação ocorrer maior deposição de serapilheira e menor velocidade de decomposição, ocorre acúmulo temporário de detritos no solo. Na estação chuvosa, é grande a velocidade de decomposição. Por isso, o tempo

necessário para a serapilheira ser reduzida à metade é muito curto, apenas 37 dias nas florestas de terra firme. Os fatores que contribuem para estes resultados são, principalmente, a rápida e eficiente ação dos macro-artrópodos bem como a intensa penetração das raízes no material em decomposição, além das atividades dos microorganismos (LUISÃO, 1982).

Quanto ao fato de zinco na serapilheira de *Ceiba* e cálcio e zinco na de *Virola* terem sido depositados em maiores quantidades na estação chuvosa, o mesmo pode-se supor que seja uma estratégia nutricional desenvolvida pelas espécies, visando impedir a permanência por período prolongado destes elementos, na superfície do solo. LUISÃO (1982), menciona que devido as maiores concentrações destes elementos estarem localizados nas partes de decomposição mais difícil e demorada das folhas, como as nervuras, na estação chuvosa, o ataque dos cupins, é de fundamental importância na mineralização destes elementos, devido ao fato dos mesmos atacarem indistintamente tanto a parte laminar com a lenhosa das folhas, inclusive as nervuras.

Por conseguinte, os resultados obtidos neste trabalho, onde a maior deposição de serapilheira e das quantidades dos nutrientes, com exceção de Ca e Zn, ocorreram durante a estação seca, faz supor que a ciclagem biogeoquímica adotada por *Ceiba* e *Virola* é, possivelmente, de promover acúmulo de serapilheira no solo florestal durante o período seco e torná-los disponíveis, através das atividades biológicas, no início e durante a estação chuvosa, época de maior crescimento das mesmas. Atuando desta maneira, possivelmente, as espécies em questão tentam evitar a perda de nutrientes importantes para o seu equilíbrio nutricional como fósforo e potássio, os quais, devido os baixos teores disponíveis no solo (Tabela 2), podem se tornar limitantes aos seus respectivos crescimentos.

#### 4.10. EFICIÊNCIA NO USO DE NUTRIENTES POR *Ceiba pentandra* E *Virola surinamensis*

A maioria dos solos da Amazônia brasileira são de baixa fertilidade, tendo no clima tropical, com índice elevado de precipitação e temperaturas altas na

maior parte do ano, uma das causas para o seu empobrecimento. Nesta região como também em diferentes partes do mundo, a prática da silvicultura tem sido desenvolvida em solos com menor disponibilidade de nutrientes do que os destinados à agricultura. Por conseguinte, o conhecimento das variações na eficiência do uso de nutrientes por espécies nativas da Amazônia, pode contribuir para se compreender porque determinadas espécies crescem melhor que outras sobre solo com a mesma oferta de nutrientes.

BLAIR (1993) menciona que espécies eficientes no uso de nutriente são aquelas que apresentam habilidade em absorvê-los da rizosfera, incorporá-los e utilizá-los para a produção de biomassa acima e/ou abaixo do solo. O autor, cita que determinado genótipo pode ser eficiente dentro de três critérios: a) eficiente na absorção de nutrientes - baseado na habilidade da raiz em retirar os nutrientes do solo; b) eficiente na translocação de nutrientes - baseado na capacidade de produzir biomassa aérea e c) eficiente na utilização de nutrientes - baseado na capacidade de produzir biomassa aérea e radicular.

Portanto, para o manejo sustentável de povoamentos florestais da Amazônia, a identificação de espécies eficientes no uso de nutriente reveste-se de suma importância, devido ao fato que nos diferentes sistemas silviculturais que forem utilizadas, possivelmente, proporcionarão melhor absorção dos nutrientes do solo, o que poderá contribuir para uma melhor produtividade econômica.

Neste estudo, deu-se ênfase somente aos aspectos relacionados com a eficiência de utilização dos nutrientes, devido a metodologia usada ser desenvolvida para cultivares crescidas em solução hidropônica com potássio. Entretanto, face à relevância do assunto para as espécies florestais, o mesmo precisa ser aprimorado visando dominar o conhecimento das estratégias de estabelecimento usada pelas espécies arbóreas no que diz respeito a eficiência de absorção, translocação e utilização de nutrientes.

Na Tabela 9, constata-se existir diferenças marcantes entre *Ceiba pentandra* e *Virola surinamensis* no que diz respeito à capacidade de utilizar os diferentes elementos estudados.

TABELA 9 - Índice de eficiência de utilização de macronutrientes, alumínio e micronutrientes em *Ceiba pentandra* e *Virola surinamensis* aos 43 meses de idade.

Espécie	N	P	K	Ca	Mg	S	Al	Fe	Mn	Cu	Zn
	kg <sup>2</sup> /g										
<i>Ceiba</i>	42,06	447,69	36,14	49,71	183,90	728,66	633,65	3232,44	33352,86	12229,83	25302,17
<i>Virola</i>	5,95	97,24	7,03	11,00	27,94	63,03	10,48	58,07	330,10	12544,00	1792,00

mg/kg

Os resultados da Tabela 9 mostram que as árvores de *Ceiba* foram, respectivamente 7,07; 4,60; 5,14; 4,52; 6,58; 11,56; 60,46; 55,66; 101,03; 9,75 e 14,12 vezes mais eficientes na utilização de N; P; K; Ca; Mg; S; Al; Fe; Mn; Cu e Zn quando comparadas com as de *Virola*. Essas diferenças foram causadas pelo acentuado aumento na produção de biomassa seca total das árvores de *Ceiba* quando comparadas com as de *Virola* (Tabela 46A e 49A). Por conseguinte, denota-se que a demanda pelos nutrientes monitorados seja maior pelas árvores de *Ceiba* do que pelas de *Virola* que, neste caso, possivelmente, estariam sendo adequadamente supridas pelos teores disponíveis no solo.

É interessante ressaltar que entre os macronutrientes estudados o nitrogênio, elemento mais abundante na natureza, apresentou o menor índice de eficiência de utilização em *Virola* e um dos menores em *Ceiba*, enquanto que fósforo e enxofre entre os macro e cobre entre os micronutrientes foram os elementos que apresentaram os maiores índice de utilização, em função dos seus baixos teores no solo (Tabelas 2 e 3).

Do ponto de vista silvicultural, pode-se mencionar que as árvores de *Ceiba* foram mais eficientes na utilização dos nutrientes para a produção de madeira (tronco), quando comparada com as de *Virola*. Tal fato comprova-se através da Tabela 46A que mostra que dos 73,84 kg de biomassa total produzida por *Ceiba*, aproximadamente 55% são representados pela biomassa do tronco, enquanto que dos 8,67 kg de biomassa total produzida por *Virola*, em torno de 40% são representados pela biomassa do tronco. Por outro lado, estes resultados



também evidenciam que através da exploração florestal, caso não ocorra reposição de nutrientes através de um programa de fertilização, o povoamento de *Ceiba pentandra* tende exaurir as reservas nutricionais do solo mais rapidamente que o de *Virola surinamensis*.

## 5. CONCLUSÕES

Em função dos objetivos inicialmente propostos, os resultados obtidos neste trabalho permitem as seguintes conclusões:

- 1 – *Ceiba pentandra* apresentou altura, DAP e volume total superior à *Virola surinamensis*.
- 2 – As folhas de *Ceiba* e *Virola* apresentaram estratégias diferenciadas na absorção de nutrientes.
- 3 – De maneira geral, as maiores concentrações dos elementos analisados ocorreram no solo sob povoamento de *Ceiba*, com exceção de potássio e cobre.
- 4 – Os compartimentos aéreos de *Ceiba* apresentaram maior biomassa do que os de *Virola*. Em *Ceiba*, os maiores acúmulos foram para: K no tronco; Ca na casca ; N nas folhas e pecíolo e Ca e N nos galhos aos 43 e 55 meses de idade, respectivamente.
- 5 – Em *Virola*, os maiores acúmulos foram para: K no tronco; Ca e N na casca aos 43 e 55 meses, respectivamente; N nas folhas e N e Ca nos galhos aos 43 e 55 meses, respectivamente.
- 6 – As raízes de *Ceiba* apresentaram maior biomassa do que as de *Virola*, com exceção da biomassa obtida para as raízes finas.
- 7 – Nas raízes de *Ceiba*, os maiores acúmulos foram para: N nas raízes finas; K na casca e madeira das raízes grossas; Ca na casca e K na madeira da raiz pivotante.
- 8 – Nas de *Virola*, os maiores acúmulos foram para: K nas raízes finas; Al na casca e K na madeira das raízes grossas; Al na casca e N na madeira da raiz pivotante.

- 9 - *Ceiba* apresentou maior deposição de serapilheira do *Virola*. Os maiores conteúdos dos nutrientes foram depositados na serapilheira de *Ceiba*, com exceção de Mn.
- 10 – *Ceiba pentandra* é mais eficiente na utilização dos nutrientes do que *Virola surinamensis*.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDERSON, V. L. e McLEAN, R. A. **Design of experiments: a realistic approach**. New York, Marcel Dekker, 1974. 418p. (Statistical Textbooks and Monographs, 5).
- ARMSTRONG, M. J. e KIRKBY, E. A. Estimation of potassium recirculation in tomato plants by comparison of the rates of potassium and calcium accumulation in the tops with their fluxes in the xylem stream. **Plant Physiol.** v. 63, p. 1143 – 1148, 1979.
- BAKER, H.G. The evolution of the cultivated Kapok tree: a provable West African Product. In : D. Brokensha (ed). **Ecology and economic development in Tropical Africa**. Berkley: Institute for International Studies, University of California, 1965. p. 116-136 (Research Series nº 09).
- BATAGLIA, O. C. e DECHEN, A. R. Critérios alternativos para diagnose foliar. IN : SIMPÓSIO AVANÇADO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO. Piracicaba, 1986. **Anais**. Campinas: Fundação Cargil, 1986. p.115-136.
- BAUCH, J. e DÜNISCH, O. **Untersuchung forstlich geeigneter Baumarten für die Wiederbegründung degradierter Flächen im Amazonasgebiet Brasiliens**. Hamburg: Universität Hamburg. Jahresbericht, 1996, (SHFIT PROJECT BMBF 0339638/CNPQ ENV – 42). 1996, 96p.
- BELLOTE, A.F.J. **Concentração, acumulação e exportação de nutrientes pelo *Eucalyptus grandis* (Hill ex-Maiden) em função da idade**. Piracicaba, ESALQ/USP, 1979. 129p. (Dissertação de mestrado).
- \_\_\_\_\_. *et al.* Extração e exportação de nutrientes pelo *Eucalyptus grandis* (Hill, ex-Maiden) em função da idade :1 - Macronutrientes. **IPEF** , v.20, p.1-23. 1980.
- \_\_\_\_\_. **Nährelementversorgung und wuchsleistung von gedüngten *Eucalyptus grandis* – plantagen in Cerrado son São Paulo (Brasilien)**. Freiburg, Albert-Ludwigs-Universität. 1990. 160p. (Tese de doutorado).
- \_\_\_\_\_. *et al.* Soil mechanical induced compaction : effects on *Eucalyptus spp.* Growth and rehabilitation of degraded tropical forestry ecosystems. ANNUAL REPORT (no prelo). Center For International Forestry Research (CIFOR). Bogor, Indonesia. 1999.

- BERGMANN, C. ; STUHRMANN, M. e ZECH, W. Site factors, foliar nutrient levels and growth of *Cordia alliodora* plantations in the humid lowlands of Northern Costa Rica. **Plant and Soil**. v.166, p.193-202, 1994.
- BERNHARD, F. Étude de la litière et de la contribution au cycle des éléments minéraux en forêt ombrophile de Cote-d'Ivoire. **Oecologia**. v.5, p.247-266, 1970.
- BEUSICHEM, M. L. VAN ; KIRKBY, E. A. e BAAS, R. Influence fo nitrate and ammonium nutrition on the uptake, assimilation and distribution of nutrients in *Ricinus communis*. **Plant Physiol**. v. 86, p. 914 – 921, 1988.
- BINKLEY, D. **Forest nutrition management**. New York : . Wiley - Interscience Publication, 1986.
- BIONDI, D. **Caracterização do estado nutricional de *Acer negundo* L. e *Tabebuia chrysotricha* (Mart. Ex. DC) Standl utilizadas na arborização urbana de Curitiba-PR**, Curitiba: Universidade Federal do Paraná. 1995. 146 p. (Tese de Doutorado).
- BLAIR, G. **Nutrient efficiency – what do we really mean?**. GENETIC aspects of plant mineral nutrition. Boston : Kluwer Academic, 1993. p.205-213.
- BLOISE, R. M. ; MOREIRA, G. N. C. e DYNIA, J. F. Métodos de análises de solos e calcários. **Boletim Técnico**. EMBRAPA/SNLCS, Rio de Janeiro, n. 55, p. 1-32, 1979.
- BOWEN, G. D. Tree roots and the use of soil nutrients. In: \_\_\_\_\_; NAMBIAR, E. K. S. **Nutrition of plantatios forests**. London : Academic Press, 1984. p. 147-175
- BRAY, J. R. e GORHAM, E. Litter production in forests of the world. **Adv. Ecol. Res.** v.2, p.101-157, 1964.
- BRITEZ, R. M. de. **Ciclagem de nutrientes minerais em duas florestas da Planície Litorânea da Ilha do Mel, Paranaguá, PR**. Curitiba : Universidade Federal do Paraná, 1994. 240p. (Dissertação de mestrado)
- BRITEZ, R. M. de *et al.* Chemical characterization of two forests on the coastal plains of the Ilha do Mel, Paraná, Brazil. In: **Plant Nutrition for Sustainable Food Production and Environment**. Japan : Kluwer Academic Publishers 1997. p. 461 – 462.
- BRÜNIG, E. The Tropical Rain Forest – A wasted asset or na essential biospheric resource. **Ambio**. v.6, n.4, p.187-191, 1977.

- BÜTTNER, V. e LEUSCHNER, C. Spatial and temporal patterns of fine root abundance in a mixed oak-beech forest. **Forest Ecology and Management**. V.70, p.11-21, 1994.
- BUTTERFIELD, R. P. Promoting biodiversity : advances in evaluating native species for reforestation. **Forest Ecology and Management**. v.75, p.111-121, 1995.
- \_\_\_\_\_. Early species selection for tropical reforestation: a consideration of stability. **Forest Ecology and Management**. v.81, p.161-168, 1996.
- CHASE, E. M. e SAYLES, F. L. Phosphorus in suspended sediments of the Amazon River. **Science**. v. 11, p. 383-391, 1980.
- CHAVES, E. ; GONZÁLEZ, J. e RODRÍGUEZ, J. Fruta dorada (*Virola koschnyi* WARB.) una especie promisoría para la reforestación en el bosque húmedo y muy húmedo tropical. **Brenesia**. v.34, p.41-50, 1991.
- CHINEA-RIVERA, J. D. Ceiba pentandra (L.) Gaertn. Ceiba, Kapok, Silk cotton tree. **SO-ITF-SM**, n.29, 1990.
- CLAYTON, J. M. Nutrient gains to adjacent ecosystems during a forest fires: an evaluation. **Forest Science**. v.22, n.2, p.162-166, 1976.
- CURLIN, J. W. Nutrient cycling as a factor in site productivity and forest fertilization. In: YOUNGBERG, C. T. e DAVEY, C. B. Ed. **Tree growth and forest soils**. Oregon, Oregon state University Press. P.313-326, 1970.
- DAVIDSON, R. *et al.* Early survival, growth and foliar nutrients in native Ecuadorian trees planted on degraded volcanic soil. **Forest Ecology and Management**. v.105, p.1-19, 1998.
- DE LAS SALAS, G. e FÖLSTER, H. Bioelement loss on clearing a Tropical Rain Forest. **Turrialba**. v.26, n.2, p.179-186, 1976.
- DIBB, D. W. e THOMPSON, J. R. Interaction of potassium with other nutrients. In: MUNSON, R. D. **Potassium in Agriculture**. Madison. ASA/CSSA/SSSA. p. 515-543, 1985.
- DRECHSEL, P.; ZECH, W. Foliar nutrient levels of broad-leaved tropical trees: a tabular review. **Plant and Soil**. v. 131, p. 29 – 46, 1991.

DRUMOND, M. A. e POGGIANI, F. Distribuição da biomassa e dos nutrientes em plantações puras e consorciadas de *Liquidambar styraciflua* e *Pinus caribaea hondurensis*. In: CONGRESSO FLORESTAL PANAMERICANO (1993 : Curitiba). **Anais**. Curitiba : Sociedade Brasileira de Silvicultura, 1993. v.1. p.234-239.

\_\_\_\_\_ *et al.* Efeito dos níveis de fósforo sobre o desenvolvimento do *Eucalyptus urophylla* na região de Itaporanga, SE. In: CONGRESSO FLORESTAL PANAMERICANO (1993 : Curitiba). **Anais**. Curitiba : Sociedade Brasileira de Silvicultura, 1993. v.1. p.243-244.

\_\_\_\_\_ *et al.* Composição mineral e demanda nutricional de espécies florestais da Mata Atlântica. **Revista árvore**. v. 21, n. 1, p. 1-10, 1997.

DUBOC, E. **Requerimentos nutricionais de espécies florestais nativas: *Hymenaea courbaril* L. var. *stilbocarpa* (HAYNE) LEE ET LANG. (jatobá), *Copaifera langsdorffii* DESF. (óleo copaíba) e *Peltophorum dubium* (SPRENG.) TAUB. (canafistula)**. Lavras, ESAL. 1994. 64p. (Dissertação de mestrado)

DÜNISCH, O. e BAUCH, J. Influence of mineral elements on wood formation of old growth spruce (*Picea abies* [L.] Karst.). **Holzforschung**. v.48, 1994. Suplemento

\_\_\_\_\_ *et al.* Environment-tree growth relationships of plantation grown tropical tree species as a basis for sustainable timber production in mixed culture systems. **Proceedings**, 3<sup>rd</sup> Workshop SHIFT. Manaus – Brasil. 1998. 12p.

EGILLA, J. N. e DAVIES JÚNIOR, F. T. Response of *Hybiscus rosa-sinensis* L. to varying levels of potassium fertilization: growth, gas exchange and mineral element concentration. **Journal of Plant Nutrition**. v.18, n.9, p.1765-1783, 1995.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Serviço nacional de levantamento e conservação de solos. **Levantamento de reconhecimento de média intensidade e aptidão agrícola dos solos da área do Pólo Altamira – Pará**. Rio de Janeiro. 1981. 183p. (Boletim Técnico n.77).

\_\_\_\_\_. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Ocidental. **Relatório de Projeto**. Manaus. 1997. 35p.

EPSTEIN, E. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. Rio de Janeiro, EDUSP. 1975. 341p.

EVANS, C. E. e KAMPRATH, E. J. Lime response as related to percent Al saturation, solution Al and organic matter content. **Soil Sci. Soc. Am. Proc.** . v.34, p. 893-896, 1970.

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

FAGERIA, N. K. e CARVALHO, J. P. Influence of aluminium in nutrient solutions on chemical composition in upland rice cultivars. **Plant and Soil**. v.69, p.31-44, 1982.

FALESI, I. C. O estado atual dos conhecimentos sobre os solos da Amazônia brasileira. In: Simpósio do Trópico Úmido. 1 (1984 : Belém). **Anais**. Belém : EMBRAPA-CPATU, 1984. p.168-191

FAO. Forest Tree Species Suggested for Trial under Humid Conditions in the Tropics and Subtropics. In : **Tree Seed Notes**. United Nations Food and Agricultural Organization Forestry Developmente, Rome, p.765-875, 1955.

FASSBENDER, H. W. e GRIMM, U. Ciclos biogeoquímicos en un ecosistema forestal de los Andes Occidentales de Venezuela. II. Producción y decomposición de los residuos vegetales. **Turrialba**. v.31, n.1. p.39-47, 1981.

\_\_\_\_\_. **Bases Edafológicas de los Sistemas de Producción Agroforestales**. Turrialba, Costa Rica : CATIE, 1984. 191p. (Serie Materiales de enseñanza).

\_\_\_\_\_. e BORNEMISZA, E. **Química de suelos** : con énfasis en suelos de América Latina. 2.ed. San Jose, Costa Rica : IICA, 1994. 420p.

FERRAZ, J. Nutrientes na fitomassa : distribuição, estoques e exportação via corte seletivo da madeira. In : PROJETO BIONTE. Workshop. Manaus, 1995. 10p.

FERREIRA, C. A. **Nutritional aspects of the management of *Eucalyptus* plantations on poor sandy soils of the Brazilian Cerrado Region**. Oxford, Oxford University. 1989. 192p. (Tese de doutorado).

\_\_\_\_\_. Nutrição mineral de florestas plantadas: o estado atual e tendência da pesquisa e da prática. In: CONGRESSO FLORESTAL PANAMERICANO (1993 : Curitiba). **Anais**. Curitiba : Sociedade Brasileira de Silvicultura, 1993, v.3. p.157-162.



- \_\_\_\_\_; BELLOTE, A. F. J. e SILVA, H. D. Concentração de nutrientes minerais no lenho de *Eucalyptus saligna* e sua relação com a aplicação de fertilizantes. In: CONGRESSO FLORESTAL PANAMERICANO (1993 : Curitiba). **Anais**. Curitiba : Sociedade Brasileira de Silvicultura, v.1. p.227-230, 1993.
- FERRI, M. G. **Ecologia : temas e problemas brasileiros**. São Paulo : EDUSP, 1974, p.28.
- FISHER, R. F. Amelioration fo Degraded Rain Forest Soils by Plantations of Native Trees. **Soil Sci. Soc. Am. J.** v.59, p.544-549, 1995.
- FITTKAU, E. J. e KLINGE, H. On Biomass and Trophic Structure of the Central Amazonian Rain Forest Ecosystem. **Biotropica**. v.5, n.1, p.2-14, 1973.
- FOX, C. D. Effects of aluminium on plant growth. In : The plant root and its environment. Ed. E. W. CARSON. Unniversity of Virgínia. USA. Charlottesville. p. 601-642, 1974.
- FRANKEN, W. ; LEOPOLDO, P. R. e BERGAMIN FILHO, H. Nutrient flow through natutal waters in "Terra Firme" Forest in Central Amazon. In : Workshop on Biogeochemistry of Tropical Rain Forests: Problems for Research. Piracicaba – SP : USP/CENA, 1985. p.29-37.
- FRAZÃO, D. A. C. **Sintomatologia das carências de macronutrientes em casa de vegetação e recrutamento de nutrientes pelo freijó (*Cordia goeldiana*, Huber) aos 2,3,4 e 8 anos de idade implantados em Latossolo Amarelo distrófico, Belterra, Pará**. Piracicaba, ESALQ/USP, 1985. 194p. (Tese de doutorado).
- FREITAS, R. S. ; BARROS, P. L. C. e OLIVEIRA, F. de O. Biogeoquímica comparada de ecossistema florestais monoespecíficos e floresta secundária na Amazônia Oriental: processo de fluxo de biomassa deposicional. In : VII SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA FCAP e I SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA – AMAZÔNIA ORIENTAL (1997 : Belém). **Resumos**. Belém - PA : FCAP, p.171, 1997.
- FURCH, K. ; JUNK, W. J. e KLINGE, H. Unusual water chemistry fo natural waters from the Amazon region. **Acta científica venezuelana**. v.33, p.269-273, 1982.
- \_\_\_\_\_. ; JUNK, W. J. e CAMPOS, Z. E. S. Nutrient dynamics of decomposing leaves from Amazonian floodplain forest species in water. **Amazoniana**. v.11, n.1, p.91-116, 1989.
- GAMBREL, R. P. Manganese. In: J. M. BARTELS and J. M. BIGHAM. **Methods of Soil Analysis**. [S. l] : Madison, 1996, p. 665 - 682.

- GETHAL desenvolve enriquecimento florestal. **Silvicultura**. v.16, n.64, p.19-20, 1995
- GOLLEY, F. B. ; MCGINNIS, J. T. e CLEMENTS, R. La biomassa y la estructura mineral de algunos bosques de Darién, Panamá. **Turrialba**. v.21, n.2, p.189-196, 1971.
- \_\_\_\_\_. *et al.* **Mineral cycling in a Tropical Moist Forest Ecosystem**. Athens : University of Georgia Press, 1975. 245p.
- \_\_\_\_\_. *et al.* Biogeochemistry of Tropical Forests: 1. The frequency distribution and mean concentration of selected elements in a forest near Manaus, Brazil. **Tropical Ecology**, v.21, n.1, p.59-70, 1980a.
- \_\_\_\_\_. ; YANTKO, J. e JORDAN, C. Biogeochemistry of Tropical Forests : 2. The frequency distribution and mean concentration of selected elements near San Carlos de Rio Negro, Venezuela. **Tropical Ecology**. v.21, n.1, p.71-80, 1980b.
- GONZÁLEZ, J. E. e FISHER, R. F. Growth of native species planted on abandoned pasture land in Costa Rica. **Forest Ecology and Management**. v.70, p.159-167, 1994
- GRIMM, U. e FASSBENDER, H. W. Ciclos bioquímicos en un ecosistema forestal de los Andes Occidentales de Venezuela. I. Inventario de las reservas orgánicas y minerales (N, P, K, Ca, Mg, Mn, Fe, Al, Na). **Turrialba**. v.31, n.1, p.27-36, 1981.
- GUPTA, G. N. e MOHAN, S. Response of several tree species to management on degraded soil of semi-arid region. **Indian Forester**. v. 116, n. 8, p. 622-630, 1990.
- HANSON, J. B. **The functions of calcium in plant nutrition**. In: Advances in Plant Nutrition. Eds. P. B. Tinker and A. Läuchli. Praeger, New York. p. 149-208, 1984.
- HARIDASAN, M. Aluminium accumulation by some cerrado native species of central Brazil. **Plant and Soil**. v.65, p.265-273, 1982.
- HATSCHBACH, G. Miristicáceas do Estado do Paraná. **Boletim do Museu Botânico Municipal**. Curitiba. n.4, p.1-5, 1972.
- HERRERA, R. *et al.* Amazon ecosystems. Their structure and functioning with particular emphasis on nutrients. **Interciencia**. v.3, n.4, p.223-231, 1978.

- \_\_\_\_\_. *et al.* How human activities disturb the nutrient cycles of a Tropical Rainforest in Amazonia. **Ambio**. v.10, n.2-3, p.109-114, 1981.
- \_\_\_\_\_. Nutrient cycling in Amazonian Forests. In: **AMAZONIA : key environments**. Oxford : Pergamon Press, 1985. p. 95-105.
- HOWE, M. A. Some Photographs of the Silk-cotton Tree (*Ceiba pentandra*) with Remarks on the Early Records of Its Occurrence in America. **Torreyia**. v.6, n.2, p.217-231, 1906.
- HUMMEL, A. C. *et al.* **Diagnóstico do subsetor madeireiro do estado do Amazonas**. Manaus : SEBRAE, 1994.74p.
- IBDF. **Plano Diretor de Pesquisa 1987/1990**. Brasília : [s.n.], 1987. 42p.
- INPE revela devastação da Amazônia. **Jornal A Província do Pará**. Belém – Pará. 27 de Janeiro de 1998
- IRMLER, U. Litterfall and nitrogen turnover in an Amazonian blackwater inundation forest. **Plant and soil**. v.67, n.1-3, p.355-358, 1982.
- INVESTIGATIONS on tree species suitable for the recultivation of degraded land areas in Central Amazonia : Annual Report 1998. [S.L] : SHIFT ; CNPq, 1998.
- JACKSON, M. L. Aluminium bonding in soils, a unifying principle in soil science. **Soil Sci. Soc. Amer. Proc.** v.27, p. 1-10, 1963
- JIMÉNEZ, L. V. A. **Consideraciones sobre la biomassa, composicion quimica y dinamica del Bosque Pluvial Tropical de Colina Bajas. Bajo Calima, Buenaventura, Colombia**. Bogotá : CONIF, 1988. 36p. Serie Documentación, n.16.
- JORDAN, C. F. e UHL, C. Biomass of a “tierra firme” forest of the Amazon Basin. **Ecologia Plantarum**. v.13, n.4, p.387-400, 1978.
- \_\_\_\_\_. e ESCALANTE, G. Root productivity in na Amazonian Rain Forest. **Ecology**. v.61, n.1, p.14-18, 1980.
- \_\_\_\_\_. *et al.* The nitrogen cycle in a “Terra Firme”rainforest on oxisol in the Amazon territory of Venezuela. **Plant and Soil**. v.67, p.325-332, 1982.
- \_\_\_\_\_. The nutrient balance of an Amazonian Rain Forest. **Ecology**. v.63, n.3, p.647-654, 1982.
- KABATA, A. P. ; PENDIAS, H. Trace Elements in Soils and Plants. **Boca Raton :** CRC, 1985. 315 p.

KANE, M. *et al.* The potencial of *Bombacopsis quinata* as a commercial plantation species. **Forest Ecology and Management**. v.56, p.99-112, 1993.

KENKEL, J. Analytical Chemistry for Technicians. **Boca Raton** : Levn's Publishers. 1991. 541 p.

KLINGE, H. e RODRIGUES, W. A. Litter production in a area of Amazonian terra firme forest: part I - litter fall, organic carbon and total nitrogen contents of litter. **Amazonian**. Kiel. v.1, n.4, p.287-302, 1968a.

\_\_\_\_\_. e \_\_\_\_\_. Litter production in a area of Amazonian terra firme forest: part II - Mineral Nutrient Content of the Litter. **Amazonian**. v.1, n.4, p.303-310, 1968b.

\_\_\_\_\_. e \_\_\_\_\_. Matéria orgânica e nutrientes na mata de terra firme perto de Manaus. **Acta Amazônica**. v.1, n.1, p.69-72, 1971.

\_\_\_\_\_. e \_\_\_\_\_. Biomass estimation in a Central Amazonian Rain Forest. **Acta Cient. Venezuelana**. v.21, p.225-237, 1973.

\_\_\_\_\_. Bilanzierung von hauptnährstoffen im ökosystem tropischer regenwald (Manaua) vorläufige daten. **Biogeographica**. v.7, p.59-77, 1975.

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

\_\_\_\_\_. *et al.* Foliar nutrient levels of native tree species from Central Amazonia. 1. Inundation forests. **Amazoniana**. v.8, n.1, p.19-45, 1983.

\_\_\_\_\_. ; FURCH, K. ; HARMS, E. Selected bioelements in bark and wood of native tree species from Central Amazonian inundation forests. **Amazoniana**. v.9, n.1, p.105-117, 1984.

\_\_\_\_\_. Foliar nutrient levels of native tree species from Central Amazonia. 2. Campina. **Amazoniana**. v.9, n.3, p.281-295, 1985.

\_\_\_\_\_. ; ADIS, J. ; WORBES, M. The vegetation of a seasonal várzea forest in the lower Solimões River, brasilian Amazonia. **Acta Amazonica**. v.25, n.3/4, p.201-220, 1995.

KOEHLER, C. W. ; REISSMANN, C.B. e KOEHLER, H.S. Deposição de resíduos orgânicos (serapilheira) e nutrientes em plantios de *Araucaria angustifolia* em função do sítio. **Revista do Setor de Ciências Agrárias**. v.9, n.1-2, p.89-96, 1987.

- KÖPPEN, W. **Climatologia; con un estudio de los climas de la tierra**. México, 1948. 479p.
- KRAMER, P. J. e KOZLOWSKI, T. **Fisiologia das árvores**. Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian, 1972. 745p.
- KROLL, B. e RÍOS, J. Las bombacaceas arboreas del Dantas. **Revista Forestal Del Peru**. V.19, n.1, p.35-68, 1992.
- LAVELLE, P. **Biological processes and productivity of soils in the humid tropics**. In: The geophysiology of Amazonia vegetation and climate information. New York : Wiley - Interscience Publication, 1985. p. 175-214.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras : manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa, SP : Ed. Plantarum, 1992. 352p.
- LOUREIRO, A. A. ; SILVA, M. F. e ALENCAR, J. C. **Essências madeireiras da Amazônia**. Manaus : Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, 1979. v.1.
- LUIZÃO, F. J. **Produção e decomposição de liteira em floresta de terra firme da Amazônia Central. Aspectos químicos e biológicos da lixiviação e remoção de nutrientes da liteira**. Manaus : INPA/FUA, 1982. 107p. (Dissertação de Mestrado).
- \_\_\_\_\_ e SCHUBART, H. O. R. Produção e decomposição de liteira em floresta de terra firme da Amazônia Central. **Acta Limnol. Brasil.** , v.1, p.575-600,1986.
- \_\_\_\_\_. Litter production and mineral element input to the forest floor in a Central Amazonia forest. **Geojournal**, v.19, n.4, p.407-417, 1989.
- LUNDGREN, B. Soil conditions and nutrient cycling under natural and plantation forests in Tanzanian Highlands. **Reports in Forest Ecology and Forest Soils**. v. 31, p.1-426, 1978.
- MAGALHÃES, F. M. M. *et al.* Ocorrência de nodulação em leguminosas florestais de terra firme nativas da região de Manaus-AM. **Acta Amazonica**. v.12, n.3, p.509-514, 1982.
- MAGALHÃES, L. M. S. e BLUM, W. E. H. Nodulação e crescimento de *Cedrelinga catenaeformis* Ducke em plantios experimentais na região de Manaus-AM. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.19, p.159-164, 1984.
- MALAVOLTA, E. Nutrição mineral. In: FERRI, M. G. **Fisiologia vegetal**. São Paulo: E.P.M., v.1, p.97-116, 1979.

- \_\_\_\_\_. **Manual de Química Agrícola : Adubos e Adubação.** 3.ed. São Paulo : Agronômica Ceres, 1981. 596p.
- \_\_\_\_\_. Reação do solo e crescimento das plantas. In: SEMINÁRIO SOBRE CORRETIVOS AGRÍCOLAS. Campinas, Fundação Cargil, 1985. p.3-64.
- MARINO, M. C. ; FURTADO, J. S. e DE VUONO, Y. S. **Glossário de termos usuais em Ecologia.** 1.ed. Academia de Ciência do Estado de São Paulo. n,24, p.97 e 138, 1980.
- MARSCHNER, H. *et al.* Root-induced changes in the rhizosphere: importance for the mineral nutrition of plants. Z. Pflanzenernähr. **Bodenk.** v. 149, p. 441 – 456, 1986.
- \_\_\_\_\_. **Mineral nutrition of higher plants.** 2.ed. London : Academic Press, 1995. 889p.
- \_\_\_\_\_. ; KIRKBY, E. A. e ENGELS, C. Importance of cycling and recycling of mineral nutrients within plants for growth and development. **Bot. Acta.** v.110, p.265-273, 1997.
- MASON, C. F. **Decomposição.** São Paulo : Editora da Universidade de São Paulo e Editora Pedagógica e Interuniversitária Ltda. 1980. 63p.
- MEAD, D. I. Diagnosis of nutrient deficiencies in plantations. In: BOWEN, G. D. ; NAMBIAR, E. K. S. **Nutrition of plantations forests.** London : Academic Press, 1984. p. 259-291.
- MEDINA, E. Nutrient balance and physiological processes at the leaf level. In : E. MEDINA ; H. A. MOONEY ; C. VÁZQUEZ-YANES. **Physiological ecology of plants of the wet tropics.** The Hague, Junk, p.139-154, 1984.
- MENGEL, K. e KIRKBY, E. A. **Principles of plant nutrition.** International Potash Institute, Bern. 1982. 655p.
- \_\_\_\_\_. **Ernährung und Stoffwechsel der Pflanze.** Stuttgart: Gustav Fischer Verlag. 1984, 431p.
- MONTAGNINI, F. e SANCHO, F. Impacts of Native Trees on Tropical Soils: A Study in the Atlantic Lowlands of Costa Rica. **Ambio.** v.19, n.8, p.386-389, 1990.
- \_\_\_\_\_. ; FANZERES, A. e DA VINHA, S. G. The potentials of 20 indigenous tree species for soil rehabilitation in the Atlantic forest region of Bahia, Brazil. **Journal of Applied Ecology.** v.32, p.841-856, 1995.

- MROZ, G.D. *et al.* Effects of fire on nitrogen in forest floor horizons. **Soil Sci. Soc. Am. J.** v.44, p. 395-400, 1980.
- MULLETTE, K. J. ; HANNON, N. J. e ELLIOTT, A. G. L. Insoluble phosphorus usage by *Eucalyptus*. **Plant and Soil.** v.41, p.199-205, 1974.
- MURAWSKI, D. A. e HAMRICK, J. L. Mating system and phenology of *Ceiba pentandra* (Bombacaceae) in Central Panama. **The Journal of Heredity.** v.83, n.6, p. 401-404, 1992.
- MURÇA PIRES, J. e KOURY, H. M. Estudo de um trecho de mata de várzea próxima de Belém. **Boletim Técnico do Instituto Agrônômico do Norte.** Belém, n.36, p.3-44, 1959.
- \_\_\_\_\_. Tipos de vegetação da Amazônia. **Brasil Florestal.** v.5, n.17, p.48-58, 1974.
- NAIR, P. K. R. The role of trees in soil productivity and protection. **Agroforestry systems in the tropics.** Ed. P. K. R. Nair, Kluwer, Dordrecht. p. 567-589, 1989.
- NANNE, K. Amazônia. **Revista Terra.** v.5, n.11, p.32-59, 1996.
- NOVAIS, R. F.; BARROS, N. F. e NEVES, J. C. Nutrição mineral do Eucalipto. In : BARROS, N. F. ; NOVAIS, R. F. **Relação solo-eucalipto.** Viçosa : Ed. Folha de Viçosa, p.25-98. 1990.
- OLIVEIRA, S. A. de e MACHADO, J. W. B. Avaliação do estado nutricional de espécies nativas do cerrado na área do Distrito Federal. **Brasil Florestal.** p. 19-24. 1982. (Boletim Técnico n.º 7)
- OLIVEIRA, F. A. *et al.* Performance de desenvolvimento e crescimento de espécies pioneiras e climax na reabilitação de áreas alteradas na Amazônia Oriental. In: CONGRESSO FLORESTAL PANAMERICANO (1993 : Curitiba). **Anais.** Curitiba : Sociedade Brasileira de Silvicultura, 1993. v.2. p.720.
- PAGEL, H.; ENZMANN, J.; MUTSCHER, H.: Pflanzennährstoffe in tropischen Böden - Ihre Bestimmung und Bewertung. Berlin : VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, 1982. 272 p.
- PARROTA, J. A. The role of plantation forest in rehabilitating degraded tropical ecosystems. **Agriculture, Ecosystems and Environment.** v.41, p.115-133, 1992.

PEREIRA, A. P. **Comportamento inicial de espécies amazônicas em áreas de várzea da Reserva Experimental do Guamá.** PRODEPEF. Comunicação Técnica nº 10. 1977.

PEREIRA, A. R. *et al.* Produção de biomassa e remoção de nutrientes em povoamentos de *Eucalyptus citriodora* e *Eucalyptus saligna* cultivados na região de cerrado de Minas Gerais. **Floresta**. v.15, p.8-16, 1984.

POGGIANI, F. ; COUTO, H. T. Z. e SUTTER FILHO, W. Biomass and nutrient estimates in short rotation intensively cultured plantation of *Eucalyptus grandis*. **IPEF**. Piracicaba. v.23, p.37-42, 1983.

PRITCHETT, W. L. e FISHER. R. F. **Properties and management of forest soils.** 2ed. New York : John Wiley, 1987. 494 p.

PROJETO zoneamento das potencialidades dos recursos naturais da Amazônia Legal. Rio de Janeiro : IBGE ; SUDAM, 1990. 211p.

RADEMACHER, P. Morphologische und physiologische Eigenschaften von Fichten (*Picea abies* (L.) Karst.), TanneN (*Abies alba* Mill.), Kiefern (*Pinus sylvestris* L.) und Buchen (*Fagus sylvatica* L.) Gesunder und erkrankter Waldstandorte. Gkss-Forschungszentrum Geesthacht GmbH, Gkss 86/E/10. 1986.

RADOMSKI, M. I. *et al.* Avaliação dos teores de macro e micronutrientes em folhas jovens e velhas de erva-mate nativa. **Revista do Instituto Florestal**. v.4, p. 453 – 456, 1992.

RAIJ, B. V. e QUAGGIO, J. A. Métodos de análise de solo para fins de fertilidade. **Boletim Técnico do Instituto Agrônômico**. Campinas, n.81, p.1-31, 1983.

\_\_\_\_\_. Avaliação do estado nutricional das plantas. In : **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba – SP ; Ed. Ceres ; POTAFOS, 1991, p.117-136.

REIS, M. G. F. e BARROS, N. F. Ciclagem de nutrientes em plantios de eucalipto. In : BARROS, N. F. e NOVAIS, R. F. **Relação solo-eucalipto**. Viçosa : Ed. Folha de Viçosa, p.265-302. 1990.

REISSMANN, C. B. **Variação anual dos nutrientes em *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. Em função da época de amostragem.** Curitiba, Universidade Federal do Paraná, 1976. (Dissertação de mestrado).

\_\_\_\_\_. *et al.* Metodologia da amostragem e análise das acículas de *Araucária angustifolia* Bert. O. Ktze. 1. Influência da idade das acículas. **Revista Floresta**. v. 7, p. 5 – 12, 1976.



- \_\_\_\_\_. Exploração florestal e o estado nutricional da árvore. In : Fundação de Pesquisa e Estudos Florestais. **Curso de atualização sobre sistemas de exploração e transporte florestal**, Curitiba, 10 p. , 1982.
- \_\_\_\_\_. ; ABRÃO, H. R. S. e BRITO, M. A. R. Efeito da leira no crescimento, resistência à geada e níveis foliares de N, P e K em *Eucalyptus dunnii* Maiden. **Revista do Setor de Ciências Agrárias**. Curitiba. v.11, n.1-2, p.121-125, 1989/1991.
- \_\_\_\_\_. ; RADOMSKI, M. I.; QUADROS, R. M. B.: Relação entre os teores totais e a fração hidrossolúvel dos elementos K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn e Al em folhas de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.). **Arq. Biol. Tecnol.** v. 37, p. 959 – 971, 1994.
- RITCHEY, D. **O potássio nos Oxissolos e Ultissolos dos trópicos úmidos**. INSTITUTO DA POTASS e FOSFATO. 1982. 69p. Boletim Técnico nº 7.
- RODRIGUES, T. E. *et. al.* **Levantamento detalhados dos solos IPEAAOc**. Manaus, IPEAAOc, 1972. 64p. Boletim Técnico nº 1.
- RODRIGUES, W. A. A ucuúba de várzea e suas aplicações. **Acta Amazonica**. v.2, n.2, p.29-47, 1972.
- \_\_\_\_\_. Revisão taxonômica das espécies de *Virola* Aublet (Myristicaceae) do Brasil. **Acta Amazônica**. v.10, n.1, p.1-127, 1980. Suplemento
- SALATI, E. ; SYLVESTER-BRADLEY e VICTORIA. Regional gains and losses of nitrogen in the Amazon basin. **Plant and Soil**. v.67, p.367-376, 1982.
- \_\_\_\_\_. e VOSE, P. B. Amazon Basin : a system in equilibrium. **Science**. v.225, p.129-138, 1984.
- SANCHEZ, P. A. *et al.* Amazon basin soils: Management for continuous crop production. **Science**. v.216, p.821-827, 1982.
- SANKARAM, A. A note on the cultivation of Kapok. **Indian Forester**, n 74, p.383-385, 1948.
- SANTOS, A. dos *et al.* Hidroquímica da Amazônia Central. Química da água de lavagem da floresta no ecossistema Campina Amazônico (Stemflow). **Acta Amazônica**. v.11, n.2, p.335-346, 1981.
- SARRUGE, J. R. e HAAG, H. P. **Análise química em plantas**. Piracicaba, ESALQ/USP, 1974. 56p.

- SCHMIDT, P. **Biomasseproduktion und Mineralelementversorgung ausgewählt tropischer Nutzpflanzen im Amazonasgebiet Brasiliens.** Hamburg: Universität Hamburg, 1996. 304p. (PhD-thesis)
- SCHUMACHER, M. V. **Aspectos da ciclagem de nutrientes e do microclima em talhões de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh, *eucalyptus grandis* Hill ex. Maiden e *Eucalyptus torelliano* F. Muell.** Piracicaba-SP : Universidade de São Paulo, 1992. 87p. (Dissertação de mestrado)
- SHESTAKOV, Y. I. *et al.* Composition stability and availability for plants of water-soluble organic compounds of manganese. **Pochvovedeniye.** v. 10, p. 38 – 50, 1991.
- SIDDIQI, M. Y. e GLASS, A. D. M. Utilization Index: A modified approach to the estimation and comparasion of nutrient utilization efficiency in plants. **Journal of Plant Nutrition.** v. 4, n. 3, p. 289-302, 1981.
- SILVA, L. F. da. Alterações edáficas provocadas por essências florestais implantadas em solos de tabuleiro no Sul da Bahia. **Revista Theobroma.** v.18, n.4, p.259-267, 1988.
- SILVA, H. D. da. **Biomassa e aspectos nutricionais de cinco espécies do gênero *Eucalyptus*, plantadas em solo de baixa fertilidade.** Piracicaba, ESALQ/USP, 1983. 91p. (Dissertação de mestrado).
- \_\_\_\_\_ *et al.* Nutrientes minerais e a seca do *Eucalyptus viminalis* labill. In : CONGRESSO FLORESTAL PANAMERICANO (1993 - Curitiba). **Anais.** Curitiba, Sociedade Brasileira de Silvicultura, 1993. v.1. p.259-260
- \_\_\_\_\_. **Modelos matemáticos para a estimativa da biomassa e do conteúdo de nutrientes em plantações de *Eucalyptus grandis* Hill (ex-Maiden) em diferentes idades.** Curitiba, Universidade Federal do Paraná, 1996. 101p. (Tese de doutorado).
- SIOLI, H. A Limnologia e sua importância em pesquisa da Amazônia. **Amazoniana.** v.1, p.11-35, 1965.
- SOCIEDADE BRASILEIRA DE SILVICULTURA - SBS. **A conservação da natureza e o patrimônio florestal.** São Paulo : [s.n.], 1987. 14p.
- STAPE, J. L. e ZANI FILHO, J. Aumento da produtividade do *Eucalyptus grandis*, em Areia Quartzozas, através da fertilização de manutenção. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO (1990 - Campos do Jordão, SP). **Anais.** Campos do Jordão, Sociedade Brasileira de Silvicultura, 1990. v.3, p.386-390

STARK, N. The nutrient content of plants and soils from Brazil and Surinam. **Biotropica**. v.2, n.1, p.51-60, 1970

\_\_\_\_\_. Nutrient cycling I. Nutrient distribution in some amazonian soils. **Tropical Ecology**, v.12, n.1, p.24-50, 1971a

\_\_\_\_\_. Nutrient cycling II : nutrient distribution in amazonian vegetation. **Tropical Ecology**, v.12, n.2, p.177-201, 1971b

\_\_\_\_\_. e JORDAN, C. F. Nutrient retention in the root mat of an amazonian rain forest. **Ecology**. v.59, n.4, p.434-437, 1978.

STUHRMANN, M. ; BERGMANN, C. ; ZECH, W. Mineral nutrition, soil factors and growth rates of *Gmelina arborea* plantations in the humid lowlands of northern Costa Rica. **Forest Ecology and Management**. v. 70, p.135-145, 1994.

SUDAM. **Pesquisas e informações sobre espécies florestais da Amazônia**. Belém : Centro de Tecnologia Madeireira, 1979. 111p.

SWITZER, G. L.; NELSON, L. E. Nutrient Accumulation and Cycling in Loblolly Pine (*Pinus taeda* L.) Plantation Ecosystems : the first twenty years. **Soil Science Society of America Proceeding**. v.36, p.143-147, 1972.

TAMM, C. O. *et al.* Leaching of plant nutrients from soils as a consequence of forestry operations. **Ambio**. v.3, n.6, p.211-221, 1974

TOXOPEUS, H. J. On the origin of the Kapok tree, *Ceiba pentandra*. **Meidelingem Van Het Algemeen Proefstation Voor de Lanbow**, v.56, n.9, p.03-19, 1948.

USHERWOOD, N. R. Interação do potássio com outros íons. In: YAMADA, T. *et al.* O potássio na agricultura brasileira. Londrina, 1982. **Anais**. Piracicaba, Potafós. p. 227-247. 182.

VEGA, L. **Plantaciones de enriquecimiento en Surinam com especial referencia para Mapane**. Centro Agronomico Tropical de Investigacion y Enseñanza – CATIE. Curso Intensivo sobre “Manejo y Aprovechamiento de Bosques Tropicales. 1976, 43p.

VETTORAZZO, S. C. **Intensidade e local de amostragem para avaliação nutricional de povoamentos de *Pinus taeda* L.** Piracicaba, ESALQ/USP, 1994. 114p. (Tese de doutorado).

WARING, R. H. e SCHLESINGER, W. H. **Forest Ecosystems** : concepts and management. Florida : Academic Press, 1985. 340p.

- WATANABE, T.; MITSURO, O.; TADANO, T. Response of plants adapted in low pH-soils to aluminium. In: **Plant Nutrition for Sustainable Food Production and Environment**. Japan : Kluwer Academic Publishers. 1997. p. 459 – 460, 1997.
- WHEELER, D. M. ; EDMEADES, D. C. e CHRISTIE, R. A. Effect of aluminium on plant chemical concentrations in some temperate grasses grown in solution culture at low ionic strength. **Journal Plant Nutrition**. v.15, n.4, p. 387-482, 1992.
- WOODWARD, C.L. Soil compaction and topsoil removal effects on soil properties and seedling growth in Amazonian Ecuador. **Forest Ecology and Management**. v.82, p.197-209, 1996.
- YARED, J. A. G. ; KANASHIRO, M. e CONCEIÇÃO, J. G. L. da. Espécies florestais nativas e exóticas: comportamento silvicultural no Planalto do Tapajós – Pará. Belém, EMBRAPA – CPATU. 29p. 1988. (EMBRAPA – CPATU. Documento, 49).
- ZECH, W. ; DRECHSEL, P. e NEUGEBAUER, B. Mineral Deficiencies of Forest Trees in Yucatan (Mexico) and Consequences for Land-Use. **Turrialba**. v.41, n.2, p.230-236, 1991.
- \_\_\_\_\_. e DRECHSEL, P. Multiple mineral deficiencies in forest plantations in Liberia. **Forest Ecology and Management**. v.48, p.121-143, 1992.
- ZOTTL, H. W. e TSCHINKEL, H. **Nutricion y fertilizacion forestal : una guia practica**. Medellín. Universidad Nacional de Colombia. 1971. 116p.

# **ANEXOS**

## LISTA DE TABELAS

	Pg
TABELA 1A FONTES DE VARIAÇÃO E NÍVEIS DE SIGNIFICÂNCIA DO TESTE F DE SNEDECOR PARA BIOMASSA E TEORES DE MACRO E MICRONUTRIENTES E ALUMÍNIO EXISTENTES EM <i>Ceiba pentandra</i> .....	140
TABELA 2A FONTES DE VARIAÇÃO E NÍVEIS DE SIGNIFICÂNCIA DO TESTE F DE SNEDECOR PARA BIOMASSA E TEORES DE MACRO E MICRONUTRIENTES E ALUMÍNIO EXISTENTES EM <i>Virola surinamensis</i> .....	141
TABELA 3A FONTES DE VARIAÇÃO E NÍVEIS DE SIGNIFICÂNCIA DO TESTE F DE SNEDECOR PARA CONTEÚDO DE MACRO E MICRONUTRIENTES E ALUMÍNIO EXISTENTES EM <i>Ceiba pentandra</i> .....	142
TABELA 4A FONTES DE VARIAÇÃO E NÍVEIS DE SIGNIFICÂNCIA DO TESTE F DE SNEDECOR PARA CONTEÚDO DE MACRO E MICRONUTRIENTES E ALUMÍNIO EXISTENTES EM <i>Virola surinamensis</i> .....	143
TABELA 5A VALORES MÉDIOS DE pH, MACRONUTRIENTES, ALUMÍNIO, MATÉRIA ORGÂNICA E MICRONUTRIENTES EXISTENTES NAS PROFUNDIDADES DE 0-10, 10-30 E 30-60 cm DE UM LATOSSOLO AMARELO SOB PLANTIOS DE <i>Ceiba pentandra</i> E <i>Virola surinamensis</i> .....	144
TABELA 6A BIOMASSA, TEORES DE MACRONUTRIENTES E ALUMÍNIO E MICRONUTRIENTES EXISTENTES NO TRONCO (LENHO DO TRONCO) DE <i>Ceiba pentandra</i> .....	145
TABELA 7A BIOMASSA, TEORES DE MACRONUTRIENTES E ALUMÍNIO E MICRONUTRIENTES EXISTENTES NA CASCA (CASCA DO LENHO DO TRONCO) DE <i>Ceiba pentandra</i> .....	146
TABELA 8A BIOMASSA, TEORES DE MACRONUTRIENTES E ALUMÍNIO E MICRONUTRIENTES EXISTENTES NO TRONCO (LENHO DO VERTICILO) DE <i>Ceiba pentandra</i> .....	147
TABELA 9A BIOMASSA, TEORES DE MACRONUTRIENTES E ALUMÍNIO E MICRONUTRIENTES EXISTENTES NA CASCA (CASCA DO LENHO DO VERTICILO) DE <i>Ceiba pentandra</i> .....	148
TABELA 10A BIOMASSA, TEORES DE MACRONUTRIENTES E ALUMÍNIO E MICRONUTRIENTES EXISTENTES NAS FOLHAS DE <i>Ceiba pentandra</i> .....	149

TABELA 11A	BIOMASSA, TEORES DE MACRONUTRIENTES E ALUMÍNIO E MICRONUTRIENTES EXISTENTES NOS PECÍOLOS DE <i>Ceiba pentandra</i> .....	150
TABELA 12A	BIOMASSA, TEORES DE MACRONUTRIENTES E ALUMÍNIO E MICRONUTRIENTES EXISTENTES NOS GALHOS DE 0-1 cm DE <i>Ceiba pentandra</i> .....	151
TABELA 13A	BIOMASSA, TEORES DE MACRONUTRIENTES E ALUMÍNIO E MICRONUTRIENTES EXISTENTES NOS GALHOS >1-2 cm DE <i>Ceiba pentandra</i> .....	152
TABELA 14A	BIOMASSA E TEORES DE MACRONUTRIENTES E ALUMÍNIO E MICRONUTRIENTES EXISTENTES NOS GALHOS >2-3 cm DE <i>Ceiba pentandra</i> .....	153
TABELA 15A	BIOMASSA, TEORES DE MACRONUTRIENTES E ALUMÍNIO E MICRONUTRIENTES EXISTENTES NOS GALHOS >3 cm DE <i>Ceiba pentandra</i> .....	154
TABELA 16A	CONTEÚDO DOS MACRONUTRIENTES E ALUMÍNIO E MICRONUTRIENTES EXISTENTES NO TRONCO (LENHO DO TRONCO) DE <i>Ceiba pentandra</i> .....	155
TABELA 17A	CONTEÚDO DOS MACRONUTRIENTES E ALUMÍNIO E MICRONUTRIENTES EXISTENTES NA CASCA (CASCA DO LENHO DO TRONCO) DE <i>Ceiba pentandra</i> .....	156
TABELA 18A	CONTEÚDO DOS MACRONUTRIENTES E ALUMÍNIO E MICRONUTRIENTES EXISTENTES NO TRONCO (LENHO DO VERTICILLO) DE <i>Ceiba pentandra</i> .....	157
TABELA 19A	CONTEÚDO DOS MACRONUTRIENTES E ALUMÍNIO E MICRONUTRIENTES EXISTENTES NA CASCA (CASCA DO LENHO DO VERTICILLO) DE <i>Ceiba pentandra</i> .....	158
TABELA 20A	CONTEÚDO DOS MACRONUTRIENTES E ALUMÍNIO E MICRONUTRIENTES EXISTENTES NAS FOLHAS DE <i>Ceiba pentandra</i> .....	159
TABELA 21A	CONTEÚDO DOS MACRONUTRIENTES E ALUMÍNIO E MICRONUTRIENTES EXISTENTES NOS PECÍOLOS DE <i>Ceiba pentandra</i> .....	160
TABELA 22A	CONTEÚDO DOS MACRONUTRIENTES E ALUMÍNIO E MICRONUTRIENTES EXISTENTES NOS GALHOS DE 0-1 cm DE <i>Ceiba pentandra</i> .....	161
TABELA 23A	CONTEÚDO DOS MACRONUTRIENTES E ALUMÍNIO E MICRONUTRIENTES EXISTENTES NOS GALHOS >1-2 cm DE <i>Ceiba pentandra</i> .....	162
TABELA 24A	CONTEÚDO DOS MACRONUTRIENTES E ALUMÍNIO E MICRONUTRIENTES EXISTENTES NOS GALHOS >2-3 cm DE <i>Ceiba pentandra</i> .....	163
TABELA 25A	CONTEÚDO DOS MACRONUTRIENTES E ALUMÍNIO E MICRONUTRIENTES EXISTENTES NOS GALHOS >3 cm DE <i>Ceiba pentandra</i> .....	164

TABELA 26A	BIOMASSA, TEORES DE MACRONUTRIENTES E ALUMÍNIO E MICRONUTRIENTES EXISTENTES NO TRONCO (LENHO DO TRONCO) DE <i>Virola surinamensis</i> .....	165
TABELA 27A	BIOMASSA, TEORES DE MACRONUTRIENTES E ALUMÍNIO E MICRONUTRIENTES EXISTENTES NA CASCA (CASCA DO LENHO DO TRONCO) DE <i>Virola surinamensis</i> .....	166
TABELA 28A	BIOMASSA, TEORES DE MACRONUTRIENTES E ALUMÍNIO E MICRONUTRIENTES EXISTENTES NO TRONCO (LENHO DO VERTICILO) DE <i>Virola surinamensis</i> .....	167
TABELA 29A	BIOMASSA, TEORES DE MACRONUTRIENTES E ALUMÍNIO E MICRONUTRIENTES EXISTENTES NA CASCA (CASCA DO LENHO DO VERTICILO) DE <i>Virola surinamensis</i> .....	168
TABELA 30A	BIOMASSA, TEORES DE MACRONUTRIENTES E ALUMÍNIO E MICRONUTRIENTES EXISTENTES NAS FOLHAS NOVAS DE <i>Virola surinamensis</i> .....	169
TABELA 31A	BIOMASSA, TEORES DE MACRONUTRIENTES E ALUMÍNIO E MICRONUTRIENTES EXISTENTES NAS FOLHAS MADURAS DE <i>Virola surinamensis</i> .....	170
TABELA 32A	BIOMASSA, TEORES DE MACRONUTRIENTES E ALUMÍNIO E MICRONUTRIENTES EXISTENTES NAS FOLHAS VELHAS DE <i>Virola surinamensis</i> .....	171
TABELA 33A	BIOMASSA, TEORES DE MACRONUTRIENTES E ALUMÍNIO E MICRONUTRIENTES EXISTENTES NOS GALHOS DE 0-1 cm DE <i>Virola surinamensis</i> .....	172
TABELA 34A	BIOMASSA, TEORES DE MACRONUTRIENTES E ALUMÍNIO E MICRONUTRIENTES EXISTENTES NOS GALHOS >1-2 cm DE <i>Virola surinamensis</i> .....	173
TABELA 35A	BIOMASSA, TEORES DE MACRONUTRIENTES E ALUMÍNIO E MICRONUTRIENTES EXISTENTES NOS GALHOS >2-3 cm DE <i>Virola surinamensis</i> .....	174
TABELA 36A	CONTEÚDO DOS MACRONUTRIENTES E ALUMÍNIO E MICRONUTRIENTES EXISTENTES NO TRONCO (LENHO DO TRONCO) DE <i>Virola surinamensis</i> .....	175
TABELA 37A	CONTEÚDO DOS MACRONUTRIENTES E ALUMÍNIO E MICRONUTRIENTES EXISTENTES NA CASCA (CASCA DO LENHO DO TRONCO) DE <i>Virola surinamensis</i> .....	176
TABELA 38A	CONTEÚDO DOS MACRONUTRIENTES E ALUMÍNIO E MICRONUTRIENTES EXISTENTES NO TRONCO (LENHO DO VERTICILO) DE <i>Virola surinamensis</i> .....	177
TABELA 39A	CONTEÚDO DOS MACRONUTRIENTES E ALUMÍNIO E MICRONUTRIENTES EXISTENTES NA CASCA (CASCA DO LENHO DO VERTICILO) DE <i>Virola surinamensis</i> .....	178
TABELA 40A	CONTEÚDO DOS MACRONUTRIENTES E ALUMÍNIO E MICRONUTRIENTES EXISTENTES NAS FOLHAS NOVAS DE <i>Virola surinamensis</i> .....	179



TABELA 41A	CONTEÚDO DOS MACRONUTRIENTES E ALUMÍNIO E MICRONUTRIENTES EXISTENTES NAS FOLHAS MADURAS DE <i>Virola surinamensis</i> .....	180
TABELA 42A	CONTEÚDO DOS MACRONUTRIENTES E ALUMÍNIO E MICRONUTRIENTES EXISTENTES NAS FOLHAS VELHAS DE <i>Virola surinamensis</i> .....	181
TABELA 43A	CONTEÚDO DOS MACRONUTRIENTES E ALUMÍNIO E MICRONUTRIENTES EXISTENTES NOS GALHOS DE 0-1 cm DE <i>Virola surinamensis</i> .....	182
TABELA 44A	CONTEÚDO DOS MACRONUTRIENTES E ALUMÍNIO E MICRONUTRIENTES EXISTENTES NOS GALHOS >1-2 cm DE <i>Virola surinamensis</i> .....	183
TABELA 45A	CONTEÚDO DOS MACRONUTRIENTES E ALUMÍNIO E MICRONUTRIENTES EXISTENTES NOS GALHOS >2-3 cm DE <i>Virola surinamensis</i> .....	184
TABELA 46A	PRODUÇÃO MÉDIA E DISTRIBUIÇÃO DE BIOMASSA SECA NOS DIFERENTES COMPARTIMENTOS DE <i>Ceiba pentandra</i> E <i>Virola surinamensis</i> E SUAS RESPECTIVAS PORCENTAGENS EM RELAÇÃO À BIOMASSA SECA TOTAL PRODUZIDA .....	185
TABELA 47A	BIOMASSA SECA E CONTEÚDO MÉDIO DOS MACRONUTRIENTES, ALUMÍNIO E MICRONUTRIENTES NOS DIFERENTES COMPARTIMENTOS DE <i>Ceiba pentandra</i> E SUAS RESPECTIVAS PORCENTAGENS EM RELAÇÃO AO TOTAL ACUMULADO EM CADA COMPARTIMENTO.....	186
TABELA 48A	BIOMASSA SECA E CONTEÚDO MÉDIO DOS MACRONUTRIENTES, ALUMÍNIO E MICRONUTRIENTES NOS DIFERENTES COMPARTIMENTOS DE <i>Virola surinamensis</i> E SUAS RESPECTIVAS PORCENTAGENS EM RELAÇÃO AO TOTAL ACUMULADO EM CADA COMPARTIMENTO.....	187
TABELA 49A	BIOMASSA SECA E CONTEÚDO DOS MACRONUTRIENTES, ALUMÍNIO E MICRONUTRIENTES NOS DIFERENTES TIPOS DE RAÍZES DE <i>Ceiba pentandra</i> E <i>Virola surinamensis</i> E SUAS RESPECTIVAS PORCENTAGENS EM RELAÇÃO AO TOTAL ACUMULADO EM CADA TIPO DE RAIZ .....	188
TABELA 50A	ANÁLISE DA VARIÂNCIA PARA BIOMASSA E TEORES DE MACRONUTRIENTES RETORNADOS COM A SERAPILHEIRA DE <i>Ceiba pentandra</i> E <i>Virola surinamensis</i> .....	189
TABELA 51A	ANÁLISE DA VARIÂNCIA DOS TEORES DE MICRONUTRIENTES E ALUMÍNIO RETORNADOS COM A SERAPILHEIRA DE <i>Ceiba pentandra</i> E <i>Virola surinamensis</i> .....	189

TABELA 1A - Fontes de variação e níveis de significância do teste F de Snedecor para biomassa e teores de macro e micronutrientes e alumínio existentes em *Ceiba pentandra*.

FONTE DE VARIAÇÃO	G.L	Biomassa	N	P	K	Ca	Mg	S	Al	Fe	Mn	Cu	Zn
ANO	1	**	**	*	*	*	ns	*	ns	**	**	*	**
SECÇÃO (a)	(4) <sup>1</sup>	**	**	*	*	**	**	**	*	**	*	**	**
COMPARTIMENTO (b)	9	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
LENHO DO TRONCO (b1/a)	6	**	**	ns	*	**	**	**	*	*	*	ns	**
CASCA DO LENHO DO TRONCO (b2/a)	6	**	*	ns	*	*	*	ns	ns	ns	*	*	ns
LENHO DO VERTICILO (b3/a)	6	**	**	ns	ns	**	ns	ns	*	**	**	*	ns
CASCA DO LENHO DO VERTICILO (b4/a)	6	*	**	ns	ns	*	ns	*	ns	ns	ns	*	**
FOLHA (b5/a)	2	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
PECIOLO (b6/a)	2	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
GALHOS DE 0 a 1 cm (b7/a)	2	ns	ns	ns	*	**	**	ns	ns	ns	ns	ns	*
GALHOS > 1 a 2 cm (b8/a)	2	ns	*	ns	ns	ns	*	ns	*	ns	ns	ns	ns
GALHOS >2 a 3 cm (b9/a)	2	ns	**	ns	ns	ns	*	*	ns	ns	ns	ns	ns
GALHOS >3 cm (b10/a)	2	*	ns	*	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
RESÍDUO	538												

ns - não significativo; \* - significativo a nível de P<0.05 e \*\* - significativo ao nível de P<0.01.

1- G.L corrigido

TABELA 2A – Fontes de variação e níveis de significância do teste F de Snedecor para biomassa e teores de macro e micronutrientes e alumínio existentes em *Virola surinamensis*.

FONTE DE VARIAÇÃO	G.L	Biomassa	N	P	K	Ca	Mg	S	Al	Fe	Mn	Cu	Zn
ANO	1	ns	**	**	**	**	**	ns	ns	**	ns	*	ns
SECÇÃO (a)	(5) <sup>1</sup>	**	**	**	**	**	**	**	ns	ns	**	**	**
COMPARTIMENTO (b)	9	**	**	**	**	ns	**	**	ns	ns	**	**	**
LENHO DO TRONCO (b1/a)	6	**	*	*	**	**	**	*	ns	ns	**	ns	ns
CASCA DO LENHO DO TRONCO (b2/a)	6	**	**	**	**	*	*	ns	ns	ns	**	ns	ns
LENHO DO VERTICILO (b3/a)	6	**	**	**	**	ns	ns	*	ns	ns	ns	**	ns
CASCA DO LENHO DO VERTICILO (b4/a)	6	**	ns	*	**	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**
FOLHA NOVA(b5/a)	4	ns	ns	*	**	ns	ns	ns	ns	ns	**	ns	ns
FOLHA MADURA (b6/a)	4	ns	ns	ns	**	**	ns	**	ns	ns	*	*	ns
FOLHA VELHA (b7/a)	4	*	ns	*	**	*	ns	ns	ns	ns	**	*	ns
GALHOS DE 0 a 1 cm (b8/a)	4	*	**	**	**	ns	*	*	ns	ns	*	*	ns
GALHOS >1 a 2 cm (b9/a)	4	*	**	*	*	ns	ns	*	ns	ns	ns	**	*
GALHOS >2 a 3 cm (b10/a)	4	ns	ns	ns	*	ns	*	ns	ns	ns	*	ns	ns
RESÍDUO	649												

ns - não significativo; \* - significativo a nível de  $P < 0.05$  e \*\* - significativo ao nível de  $P < 0.01$ .  
G.L corrigido

TABELA 3A - Fontes de variação e níveis de significância do teste F de Snedecor para conteúdo de macro e micronutrientes e alumínio existentes em *Ceiba pentandra*.

FONTE DE VARIAÇÃO	G.L	N	P	K	Ca	Mg	S	Al	Fe	Mn	Cu	Zn
ANO	1	**	ns	*	**	ns	**	ns	ns	ns	*	ns
SECÇÃO (a)	(4) <sup>1</sup>	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
COMPARTIMENTO (b)	9	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
LENHO DO TRONCO (b1/a)	6	**	*	**	**	**	**	**	**	**	ns	ns
CASCA DO LENHO DO TRONCO (b2/a)	6	*	*	**	*	**	**	*	*	**	*	*
LENHO DO VERTICILO (b3/a)	6	**	*	**	**	**	ns	**	**	**	*	**
CASCA DO LENHO DO VERTICILO (b4/a)	6	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
FOLHA (b5/a)	2	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**	ns	**
PECIOLO (b6/a)	2	**	**	ns	ns	ns	ns	ns	**	ns	**	**
GALHOS DE 0 a 1 cm (b7/a)	2	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	*	ns
GALHOS > 1 a 2 cm (b8/a)	2	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	*	ns	ns	*
GALHOS >2 a 3 cm (b9/a)	2	ns	ns	*	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
GALHOS >3 cm (b10/a)	2	ns	*	ns	*	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns
RESÍDUO	538											

ns - não significativo; \* - significativo a nível de P<0.05 e \*\* - significativo ao nível de P<0.01.

1- G.L corrigido

TABELA 4A - Fontes de variação e níveis de significância do teste F de Snedecor para conteúdo de macro e micronutrientes e alumínio existentes em *Virola surinamensis*.

FONTE DE VARIÇÃO	G.L	N	P	K	Ca	Mg	S	Al	Fe	Mn	Cu	Zn
ANO	1	**	**	ns	**	ns	**	ns	**	**	*	**
SECÇÃO (a)	(5) <sup>1</sup>	**	**	**	**	**	**	**	ns	**	**	**
COMPARTIMENTO (b)	9	**	**	**	**	**	**	ns	**	**	*	**
LENHO DO TRONCO (b1/a)	6	**	**	**	**	**	**	ns	ns	**	ns	*
CASCA DO LENHO DO TRONCO (b2/a)	6	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
LENHO DO VERTICILO (b3/a)	6	**	*	**	**	**	*	ns	ns	**	*	**
CASCA DO LENHO DO VERTICILO (b4/a)	6	**	*	**	**	**	**	ns	**	**	*	**
FOLHA NOVA(b5/a)	4	*	ns	*	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns
FOLHA MADURA(b6/a)	4	*	*	ns	*	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns
FOLHA VELHA (b7/a)	4	*	*	ns	*	*	*	ns	*	*	ns	*
GALHOS DE 0 a 1 cm (b8/a)	4	ns	ns	ns	*	*	ns	*	ns	*	ns	ns
GALHOS >1 a 2 cm (b9/a)	4	*	*	ns	**	*	ns	ns	ns	*	ns	ns
GALHOS >2 a 3 cm (b10/a)	4	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
RESÍDUO	649											

ns - não significativo; \* - significativo a nível de  $P < 0.05$  e \*\* - significativo ao nível de  $P < 0.01$ .

1- G.L corrigido

TABELA 5A - Valores médios de pH, macronutrientes e alumínio, matéria orgânica e micronutrientes existentes nas profundidades de 0-10, 10-30 e 30-60 cm de um Latossolo Amarelo sob plantios de *Ceiba pentandra* e *Virola surinamensis*.

ESPÉCIE	IDADE (meses)	PROFUNDIDADE (cm)	pH (CaCl <sub>2</sub> )	P mg/dm <sup>3</sup>	K	Ca	Ca + Mg cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	Al	M.O g/dm <sup>3</sup>	Fe	Mn	Cu	Zn	
CEIBA	43	0-10 (A)	4.50	6	0.08	0.49	0.95	1.4	41.84	222.25	7.35	1.32	6.05	
		10-30 (B)	4.25	1	0.02	0.40	0.83	1.1	16.50	128.75	1.85	1.07	2.35	
		30-60 (C)	4.10	1	0.02	0.29	0.70	1.0	13.38	100.00	1.90	0.87	1.80	
		MÉDIA	4.28	2.67	0.04	0.39	0.83	1.17	23.90	150.33	3.70	1.09	3.40	
	CONTRASTES	F(A vs C)	41.10**	99.84**	54.18**	13.00**	35.63**	9.40**	209.22**	46.84**	45.60**	6.00**	52.76**	
		F(B vs A,C)	0.85ns	22.71**	12.54**	0.02ns	0.04ns	0.47ns	42.55**	4.38*	15.76**	0.02ns	9.66**	
	55	0-10 (A)	4.20	5	0.05	0.47	0.81	1.5	37.43	124.75	4.73	0.75	0.53	
		10-30 (B)	4.10	1	0.03	0.38	0.70	1.4	18.63	92.00	1.83	0.90	0.33	
		30-60 (C)	4.10	1	0.02	0.30	0.64	1.3	13.38	66.25	1.48	0.87	0.25	
		MÉDIA	4.13	2.33	0.03	0.38	0.72	1.40	23.15	94.33	2.68	0.84	0.37	
	CONTRASTES	F(A vs C)	2.57ns	48.32**	18.43**	9.67**	15.05**	0.58ns	149.47**	10.72**	16.21**	0.46ns	0.22ns	
		F(B vs A,C)	0.85ns	9.06**	0.12ns	0.01ns	0.34ns	0.01ns	15.82**	0.05ns	3.32ns	0.30ns	0.01ns	
		F <sub>Idade</sub>	-	17.34**	0.06ns	1.13ns	0.05ns	21.01**	10.53**	0.44ns	29.49**	4.83*	5.56*	80.63**
	VIROLA	43	0-10 (A)	4.27	6	0.11	0.35	0.88	1.3	40.86	207.50	5.25	1.60	1.90
10-30 (B)			4.15	1	0.05	0.40	0.78	1.0	17.07	161.00	1.65	1.37	1.13	
30-60 (C)			4.12	1	0.03	0.43	0.68	1.0	12.73	113.00	1.60	1.15	0.45	
MÉDIA			4.18	2.67	0.06	0.39	0.78	1.1	23.55	160.50	2.83	1.37	1.16	
CONTRASTES		F(A vs C)	5.78*	99.84**	96.31**	2.08ns	23.92**	8.39**	204.47**	27.99**	20.45**	6.00*	6.14*	
		F(B vs A,C)	0.85ns	22.71**	12.54**	0.02ns	0.07ns	0.01ns	32.54**	0.01ns	6.44*	0.01ns	0.01ns	
55		0-10 (A)	4.45	3	0.06	0.45	0.79	1.0	39.18	109.25	4.73	1.07	0.98	
		10-30 (B)	4.25	1	0.03	0.29	0.69	1.0	17.64	78.50	1.93	0.90	0.43	
		30-60 (C)	4.20	1	0.02	0.25	0.65	1.0	12.93	54.00	1.35	0.97	0.33	
		MÉDIA	4.30	1.67	0.04	0.33	0.71	1.0	23.25	80.58	2.67	0.98	0.58	
CONTRASTES		F(A vs C)	16.05**	12.08**	27.18**	13.33**	10.01**	0.46ns	178.06**	9.56**	17.48**	0.29ns	1.23ns	
		F(B vs A,C)	0.85ns	1.00ns	3.79ns	1.25ns	0.43ns	0.24ns	24.43**	0.04ns	2.53ns	0.61ns	0.19ns	
		F <sub>Idade</sub>	-	12.04**	9.06**	34.14**	4.33*	9.19**	0.11ns	0.07ns	60.06**	0.12ns	13.64**	2.98ns
		F <sub>Espécie(43)</sub>	-	7.70**	0.56ns	28.21**	0.01ns	3.59ns	1.28ns	0.09ns	0.97ns	3.45ns	7.14*	44.03**
	F <sub>Espécie(55)</sub>	-	23.60**	4.03*	0.28ns	3.13ns	0.11ns	22.30**	0.01ns	1.77ns	0.01ns	1.78ns	0.38ns	
	F <sub>Espécie</sub>	-	2.16ns	0.78ns	17.07**	1.43ns	2.50ns	17.12**	0.02ns	0.06ns	1.76ns	8.03**	18.11**	

TABELA 6A - Biomassa (kg), teores de macronutrientes e Al (g/kg) e micronutrientes (mg/kg) existentes no tronco (lenho do tronco) de *Ceiba pentandra*.

SECÇÃO	IDADE	Biomassa	N	P	K	Ca	Mg	S	Al	Fe	Mn	Cu	Zn
1	43	0.56	4.28	0.52	4.20	2.08	0.94	0.43	0.01	7.03	3.46	1.30	9.12
	55	2.53	3.40	0.30	3.40	1.78	0.94	0.35	0.04	10.15	3.28	3.89	3.59
2	43	2.31	3.11	0.31	3.25	1.56	0.53	0.23	0.02	4.43	3.22	0.40	2.67
	55	4.69	2.98	0.24	2.88	1.87	0.65	0.24	0.01	2.79	2.58	0.85	0.74
3	43	3.31	2.81	0.66	3.92	2.41	0.67	0.20	0.02	6.15	4.23	0.35	3.42
	55	8.40	2.42	0.25	3.47	2.38	0.80	0.22	0.01	2.58	3.30	1.11	0.70
4	43	5.03	2.64	0.49	4.77	3.50	0.81	0.20	0.01	7.66	5.44	0.43	5.13
	55	10.20	2.36	0.27	4.58	3.10	1.24	0.22	0.02	3.00	4.31	0.82	1.97
5	43	9.37	2.73	0.40	5.17	3.01	1.25	0.19	0.01	7.61	4.83	0.27	4.88
	55	18.46	2.37	0.29	3.58	3.37	1.06	0.20	0.02	5.69	4.33	0.85	3.11
6	43	16.11	2.90	0.74	4.73	3.72	2.10	0.16	0.05	11.22	6.40	0.91	14.86
	55	13.17	2.02	0.28	5.44	4.25	1.49	0.16	0.04	7.20	3.60	0.49	3.66
7	43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	55	21.73	1.84	0.31	6.15	5.58	2.08	0.25	0.07	15.41	6.68	4.77	22.18
$\bar{X}$	43	6.12	3.08	0.52	4.34	2.71	1.05	0.24	0.02	7.35	4.60	0.61	6.68
	55	11.31	2.48	0.28	4.21	3.19	1.18	0.23	0.03	6.69	4.01	1.83	5.14
$\bar{X}$		8.91	2.76	0.39	4.27	2.97	1.12	0.23	0.03	6.99	4.28	1.26	5.85
Cve		14.71 <sup>Ⓢ</sup>	7.92	5.82 <sup>Ⓢ</sup>	12.90	9.75	7.42 <sup>Ⓢ</sup>	11.61	1.10 <sup>Ⓢ</sup>	14.74 <sup>Ⓢ</sup>	16.08	18.37 <sup>Ⓢ</sup>	16.95 <sup>Ⓢ</sup>
F <sub>idade</sub>		**	**	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
F <sub>secção</sub>		**	**	ns	*	**	**	**	*	*	*	ns	**
R <sup>2</sup>	Linear	0.98**	0.72**	ns	0.68*	0.89**	0.63**	0.71**	ns	ns	0.78*	ns	ns
	Quad.	ns	0.86*	ns	ns	ns	0.94*	0.86*	0.84*	0.82*	ns	ns	0.86**

$\bar{X}$  - média por ano;  $\bar{X}$  - média geral; Cve - coeficiente de variação experimental; <sup>Ⓢ</sup> - dados transformados  $\sqrt{(x + 0.5)}$ ; F de Snedecor;

r<sup>2</sup> - coeficiente de determinação; \* - significativo ao nível de p<0.05; \*\* - significativo ao nível de p<0.01; ns - não significativo;

TABELA 7A - Biomassa (kg), teores de macronutrientes e Al (g/kg) e micronutrientes (mg/kg) existentes na casca (casca do lenho do tronco) de *Ceiba pentandra*.

SECÇÃO	IDADE	Biomassa	N	P	K	Ca	Mg	S	Al	Fe	Mn	Cu	Zn
1	43	0.30	8.53	0.40	6.50	10.38	1.42	0.44	0.02	17.86	7.74	6.48	13.52
	55	1.13	8.94	0.47	4.84	8.13	1.28	0.35	0.04	18.14	4.89	2.98	15.08
2	43	0.99	7.06	0.97	4.76	6.52	0.77	0.33	0.02	12.61	6.11	0.44	9.91
	55	2.05	8.20	0.44	3.38	6.26	1.02	0.38	0.03	12.64	4.51	2.04	13.45
3	43	1.32	6.33	0.86	3.99	6.16	0.70	0.26	0.02	11.87	5.02	0.41	8.18
	55	2.90	7.04	0.39	3.67	5.90	0.99	0.36	0.04	14.80	4.37	1.34	9.25
4	43	1.70	6.26	0.53	3.83	6.57	0.76	0.26	0.02	10.98	6.03	0.41	8.54
	55	3.31	6.37	0.39	4.06	6.91	1.07	0.35	0.05	15.07	3.70	1.34	7.07
5	43	2.84	5.30	0.33	4.30	6.98	0.99	0.26	0.02	14.66	5.67	0.71	9.47
	55	4.92	7.47	0.42	4.60	6.26	0.93	0.36	0.04	13.94	5.38	1.47	11.22
6	43	4.51	7.08	0.82	4.30	10.32	0.77	0.30	0.02	19.75	7.36	1.62	11.73
	55	3.51	6.09	0.48	5.47	6.29	0.79	0.36	0.03	11.06	5.18	1.72	6.54
7	43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	55	6.51	6.03	0.48	4.81	9.27	0.99	0.36	0.06	23.55	6.49	1.86	8.49
X	43	1.94	6.76	0.65	4.61	7.82	0.90	0.31	0.02	14.62	6.32	1.68	10.23
	55	3.48	7.16	0.44	4.40	7.00	1.01	0.36	0.04	15.60	4.93	1.82	10.16
	X	2.77	6.98	0.54	4.50	7.38	0.96	0.34	0.03	15.15	5.57	1.76	10.19
	Cve	12.00 <sup>Ⓣ</sup>	10.58	8.82 <sup>Ⓣ</sup>	17.04	16.07	14.45	15.34	18.25	10.64	12.91	24.71 <sup>Ⓣ</sup>	10.50
	F <sub>idade</sub>	**	ns	ns	ns	ns	ns	**	*	ns	*	ns	ns
	F <sub>secção</sub>	**	*	ns	*	*	*	ns	ns	ns	*	*	ns
R <sup>2</sup>	Linear	0.97**	0.70*	ns	ns	ns	0.47*	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	Quad.	ns	ns	ns	0.88*	0.86*	ns	ns	ns	ns	0.98*	0.89*	ns

X - média por ano; X - média geral; Cve - coeficiente de variação experimental; <sup>Ⓣ</sup> - dados transformados  $\sqrt{(x + 0.5)}$ ; F de Snedecor;

r<sup>2</sup> - coeficiente de determinação; \* - significativo ao nível de p<0.05; \*\* - significativo ao nível de p<0.01; ns - não significativo;



TABELA 8A - Biomassa (kg), teores de macronutrientes e Al (g/kg) e micronutrientes (mg/kg) existentes no tronco (lenho do verticilo) de *Ceiba pentandra*.

SECÇÃO	IDADE	Biomassa	N	P	K	Ca	Mg	S	Al	Fe	Mn	Cu	Zn
1	43	0.08	6.39	0.51	8.66	1.34	1.16	0.40	0.01	4.30	3.06	6.54	2.08
	55	0.22	4.19	0.30	3.74	1.24	0.68	1.81	0.01	2.60	2.23	2.80	2.58
2	43	0.28	5.36	0.53	6.36	1.71	0.92	0.27	0.02	6.16	2.95	1.90	1.48
	55	0.78	2.66	0.25	3.28	1.69	0.67	0.23	0.02	4.38	3.26	0.96	1.60
3	43	0.50	4.23	0.37	5.92	1.67	0.50	0.23	0.03	8.12	3.81	0.96	5.98
	55	0.87	2.44	0.29	4.08	2.03	1.06	0.23	0.05	13.63	3.82	1.33	1.14
4	43	0.71	3.22	0.43	5.88	1.81	0.72	0.19	0.02	10.10	3.19	0.57	5.15
	55	1.24	2.38	0.29	4.55	2.82	1.23	0.24	0.03	6.76	4.32	1.06	2.29
5	43	1.06	3.19	0.50	6.89	2.59	0.87	0.29	0.03	9.17	3.78	1.10	4.45
	55	1.63	2.26	0.26	3.48	3.16	1.63	0.20	0.02	8.91	5.34	0.78	1.78
6	43	1.46	3.41	1.65	7.74	3.55	1.50	0.18	0.03	16.66	4.85	1.11	5.60
	55	1.87	2.06	0.29	5.59	3.81	1.46	0.20	0.05	15.75	5.90	0.66	4.75
7	43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	55	2.88	2.23	0.34	5.68	3.56	1.57	0.21	0.16	39.70	5.08	0.80	4.15
x	43	0.68	4.30	0.67	6.91	2.11	0.95	0.26	0.02	9.09	3.61	2.03	4.12
	55	1.36	2.60	0.29	4.34	2.62	1.19	0.45	0.05	13.10	4.28	1.20	2.61
	x	1.04	3.39	0.46	5.53	2.38	1.07	0.36	0.04	11.25	3.97	1.58	3.31
	Cve	12.39	14.89	14.38 <sup>Ⓢ</sup>	16.67	12.62	11.87 <sup>Ⓢ</sup>	18.35 <sup>Ⓢ</sup>	0.81 <sup>Ⓢ</sup>	11.87 <sup>Ⓢ</sup>	16.03	19.15 <sup>Ⓢ</sup>	20.40 <sup>Ⓢ</sup>
	F <sub>idade</sub>	**	**	*	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**
	F <sub>secção</sub>	**	**	ns	ns	**	ns	ns	*	**	**	*	ns
R <sup>2</sup>	Linear	0.99**	0.81**	ns	ns	0.95**	ns	ns	0.47*	0.79**	0.96**	0.59*	ns
	Quad.	ns	0.99**	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	0.90*	ns

x - média por ano; X - média geral; Cve - coeficiente de variação experimental; Ⓢ - dados transformados  $\sqrt{(x+0.5)}$ ; F de Snedecor;

r<sup>2</sup> - coeficiente de determinação; \* - significativo ao nível de p<0.05; \*\* - significativo ao nível de p<0.01; ns - não significativo;

TABELA 9A - Biomassa (kg), teores de macronutrientes e Al (g/kg) e micronutrientes (mg/kg) existentes na casca (casca do lenho do verticilo) de *Ceiba pentandra*.

SECÇÃO	IDADE	Biomassa	N	P	K	Ca	Mg	S	Al	Fe	Mn	Cu	Zn
1	43	0.20	11.78	0.64	8.51	8.70	0.96	0.84	0.02	19.77	8.48	7.83	22.60
	55	0.06	9.55	0.56	5.02	9.19	0.99	0.51	0.01	11.47	3.90	3.99	17.51
2	43	0.33	10.86	0.71	7.01	10.78	0.85	0.44	0.03	19.61	6.71	1.60	17.80
	55	0.22	8.40	0.45	3.93	8.43	0.88	0.42	0.01	9.08	3.88	2.53	13.22
3	43	0.33	7.73	0.57	5.80	9.45	0.58	0.37	0.02	19.52	5.95	1.56	15.36
	55	0.31	6.65	0.40	3.77	5.91	0.82	0.35	0.01	4.78	3.51	1.57	7.80
4	43	0.48	7.29	0.51	4.42	8.09	0.89	0.34	0.01	18.69	6.48	1.04	11.28
	55	0.45	6.34	0.39	4.00	6.47	0.99	0.36	0.03	4.81	4.03	1.71	6.73
5	43	0.28	6.46	0.56	4.60	7.68	0.89	0.32	0.02	18.58	5.26	1.11	10.67
	55	0.51	6.77	0.42	5.14	5.93	0.86	0.35	0.01	4.95	5.11	1.71	6.15
6	43	0.39	3.97	0.47	4.30	7.39	0.67	0.31	0.02	11.90	4.99	1.41	10.96
	55	0.71	6.52	0.48	5.30	7.08	0.99	0.39	0.03	13.74	5.56	1.93	8.88
7	43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	55	0.88	7.04	0.44	5.54	6.56	0.80	0.33	0.04	10.93	4.65	0.95	5.92
X	43	0.34	8.02	0.58	5.77	8.68	0.81	0.44	0.02	18.01	6.31	2.43	14.78
	55	0.45	7.32	0.45	4.67	7.08	0.90	0.39	0.02	8.54	4.38	2.06	9.46
X		0.40	7.64	0.51	5.18	7.82	0.86	0.41	0.02	12.91	5.27	2.23	11.91
Cve		7.66 <sup>Ⓣ</sup>	17.05	12.43	11.39 <sup>Ⓣ</sup>	12.83	11.18	5.13 <sup>Ⓣ</sup>	1.03 <sup>Ⓣ</sup>	18.34 <sup>Ⓣ</sup>	11.21 <sup>Ⓣ</sup>	17.50 <sup>Ⓣ</sup>	9.95
F idade		ns	ns	*	**	*	ns	ns	ns	**	**	ns	**
F secção		*	**	ns	ns	*	ns	*	ns	ns	ns	*	**
R <sup>2</sup>	Linear	0.89*	0.92**	ns	ns	0.71*	ns	0.63*	ns	ns	ns	0.52*	0.77**
	Quad.	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	0.92*	0.99**

X - média por ano; X - média geral; Cve - coeficiente de variação experimental; <sup>Ⓣ</sup> - dados transformados  $\sqrt{(x+0.5)}$ ; F de Snedecor;

r<sup>2</sup> - coeficiente de determinação; \* - significativo ao nível de p<0.05; \*\* - significativo ao nível de p<0.01; ns - não significativo;

TABELA 10A - Biomassa (kg), teores de macronutrientes e Al (g/kg) e micronutrientes (mg/kg) existentes nas folhas de *Ceiba pentandra*.

Lançamento	IDADE	Biomassa	N	P	K	Ca	Mg	S	Al	Fe	Mn	Cu	Zn	
1	43	0.90	33.55	1.46	9.94	11.20	4.22	1.87	0.09	59.65	14.39	8.36	18.41	
	55	2.16	28.95	2.10	11.63	9.05	3.54	1.90	0.13	64.63	11.47	27.29	20.53	
2	43	2.21	33.99	1.79	9.84	7.18	2.66	1.35	0.10	53.04	10.83	10.64	14.33	
	55	2.69	27.92	1.93	9.66	9.77	2.84	1.83	0.05	53.36	13.28	10.98	19.07	
3	43	2.28	33.83	1.86	6.73	10.64	3.34	1.73	0.05	62.88	13.62	9.80	16.00	
	55	2.10	27.98	2.29	12.58	11.75	2.55	2.00	0.13	58.15	17.08	12.60	23.76	
x̄	43	1.80	33.79	1.70	8.84	9.67	3.41	1.65	0.08	58.52	12.95	9.60	16.25	
	55	2.32	28.28	2.11	11.29	10.19	2.98	1.91	0.10	58.71	13.94	16.96	21.12	
=		x̄	2.06	31.04	1.91	10.06	9.93	3.19	1.78	0.09	58.62	13.45	13.28	18.68
=		Cve	11.29 <sup>⓪</sup>	1.81	9.31	10.74 <sup>⓪</sup>	17.27	11.77	8.94	4.00 <sup>⓪</sup>	5.86	18.04	23.44 <sup>⓪</sup>	10.68
=		F <sub>idade</sub>	ns	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*
=		F <sub>seção</sub>	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
=		L1 vs. L3	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
=		L2 vs (L1+L3)/2	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

x̄ - média por ano; X̄ - média geral; Cve - coeficiente de variação experimental; ⓪ - dados transformados  $\sqrt{(x + 0.5)}$ ; F de Snedecor;

L<sub>i</sub> vs L<sub>j</sub> - contraste do teste F; \* - significativo ao nível de p<0.05; \*\* - significativo ao nível de p<0.01; ns - não significativo;

TABELA 11A - Biomassa (kg), teores de macronutrientes e Al (g/kg) e micronutrientes (mg/kg) existentes nos pecíolos de *Ceiba pentandra*.

Lançamento	IDADE	Biomassa	N	P	K	Ca	Mg	S	Al	Fe	Mn	Cu	Zn
1	43	0.22	11.88	1.12	16.48	12.60	3.55	1.04	0.03	21.09	60.24	3.63	35.78
	55	0.35	10.59	1.25	15.57	9.05	3.24	1.11	0.02	15.30	32.04	7.35	24.91
2	43	0.32	11.55	1.11	16.40	11.42	2.88	0.93	0.04	23.62	51.22	6.04	23.02
	55	0.41	10.42	1.18	15.57	9.41	2.32	1.05	0.04	20.42	46.27	7.48	19.59
3	43	0.30	12.74	1.43	9.96	9.82	1.77	0.96	0.03	23.58	59.64	4.60	19.46
	55	0.30	14.92	1.72	23.05	10.78	2.80	1.28	0.03	19.45	36.12	10.73	23.58
x̄	43	0.28	12.06	1.22	14.28	11.28	2.73	0.98	0.03	22.76	57.03	4.76	26.09
	55	0.35	11.98	1.38	18.06	9.75	2.79	1.15	0.03	18.39	38.14	8.52	22.69
	x̄	0.32	12.02	1.30	16.17	10.51	2.76	1.06	0.03	20.58	47.59	6.64	24.39
	Cve	14.87	11.53	6.18	17.37 <sup>Ⓢ</sup>	15.42	9.86 <sup>Ⓢ</sup>	8.81	12.89	4.51	18.27	11.15 <sup>Ⓢ</sup>	10.16 <sup>Ⓢ</sup>
	F <sub>idade</sub>	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	*	ns
	F <sub>secção</sub>	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	L1 vs L3	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	L2 vs (L1+L3)/2	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

x̄ - média por ano; X̄ - média geral; Cve - coeficiente de variação experimental; Ⓢ - dados transformados  $\sqrt{(x + 0.5)}$ ; F de Snedecor;

L<sub>i</sub> vs L<sub>j</sub> - contraste do teste F; \* - significativo ao nível de p<0.05; \*\* - significativo ao nível de p<0.01; ns - não significativo;

TABELA 12A - Biomassa (kg), teores de macronutrientes e Al (g/kg) e micronutrientes (mg/kg) existentes nos galhos de 0-1cm de *Ceiba pentandra*.

Lançamento	IDADE	Biomassa	N	P	K	Ca	Mg	S	Al	Fe	Mn	Cu	Zn
1	43	0.22	12.76	1.25	10.82	12.02	4.40	0.72	0.02	22.08	17.84	9.06	45.23
	55	0.64	9.69	1.25	8.76	12.46	3.86	1.38	0.02	16.18	12.94	13.61	44.48
2	43	0.89	9.59	0.78	8.17	10.01	2.00	0.76	0.03	21.54	14.32	7.39	34.37
	55	1.19	8.61	0.89	6.86	10.64	1.70	0.98	0.04	19.46	13.68	11.58	34.20
3	43	0.92	10.63	0.56	7.85	11.31	1.68	0.92	0.02	21.86	19.25	6.09	40.60
	55	0.84	9.23	0.91	3.53	11.54	1.31	1.04	0.04	19.57	11.28	12.18	37.17
x̄	43	0.68	10.99	0.86	8.95	11.11	2.69	0.80	0.02	21.83	17.14	7.51	40.07
	55	0.89	9.18	1.02	6.38	11.55	2.29	1.13	0.03	18.40	12.63	12.46	38.62
	x̄	0.78	10.09	0.94	7.67	11.33	2.49	0.97	0.03	20.12	14.89	9.99	39.34
	Cve	8.03 <sup>⓪</sup>	7.75	13.46	14.45	1.25	3.50	6.72 <sup>⓪</sup>	9.67 <sup>⓪</sup>	7.55	17.50	7.15	3.13
	F <sub>idade</sub>	ns	ns	ns	ns	*	*	ns	ns	ns	*	*	Ns
	F <sub>secção</sub>	ns	ns	ns	*	**	**	ns	ns	ns	ns	ns	*
	L1 vs L3	ns	ns	ns	*	*	**	ns	ns	ns	ns	ns	*
	L2 vs (L1+L3)/2	ns	ns	ns	ns	**	**	ns	ns	ns	ns	ns	*

x̄ - média por ano; x̄ - média geral; Cve - coeficiente de variação experimental; <sup>⓪</sup> - dados transformados  $\sqrt{(x + 0.5)}$ ; F de Snedecor;

L<sub>i</sub> vs L<sub>j</sub> - contraste do teste F; \* - significativo ao nível de p<0.05; \*\* - significativo ao nível de p<0.01; ns - não significativo;

TABELA 13A - Biomassa (kg), teores de macronutrientes e Al (g/kg) e micronutrientes (mg/kg) existentes nos galhos >1-2cm de *Ceiba pentandra*.

Lançamento	IDADE	Biomassa	N	P	K	Ca	Mg	S	Al	Fe	Mn	Cu	Zn
1	43	0.40	10.72	0.67	10.27	8.44	2.99	1.08	0.02	16.69	10.19	6.33	30.83
	55	1.17	8.66	0.62	4.75	7.14	1.94	0.92	0.01	7.46	6.84	6.48	24.24
2	43	1.30	6.37	0.64	5.85	6.03	0.93	0.45	0.01	10.83	7.48	2.20	20.55
	55	1.66	5.81	0.49	3.84	5.55	0.79	0.64	0.01	5.58	5.64	5.08	21.55
3	43	1.25	6.22	0.96	1.60	6.86	0.91	0.48	0.04	14.90	9.77	2.73	25.05
	55	1.46	5.43	0.43	3.93	7.37	1.02	0.69	0.05	7.03	6.65	5.68	29.40
x̄	43	0.98	7.77	0.76	5.91	7.11	1.61	0.67	0.02	14.14	9.15	3.75	25.48
	55	1.43	6.63	0.51	4.17	6.69	1.25	0.75	0.02	6.69	6.38	5.75	25.06
	x̄	1.21	7.20	0.64	5.04	6.90	1.43	0.71	0.02	10.42	7.76	4.75	25.27
	Cve	16.99	7.93	7.70 <sup>⓪</sup>	25.88 <sup>⓪</sup>	9.29	9.35 <sup>⓪</sup>	6.06 <sup>⓪</sup>	0.67 <sup>⓪</sup>	13.74	7.41	12.22 <sup>⓪</sup>	15.69
	F <sub>idade</sub>	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	*	ns	ns
	F <sub>secção</sub>	ns	*	ns	ns	ns	*	ns	*	ns	ns	ns	ns
	L1 vs L3	ns	*	ns	ns	ns	*	ns	*	ns	ns	ns	ns
	L2 vs (L1+L3)/2	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

x̄ - média por ano; x̄ - média geral; Cve - coeficiente de variação experimental; <sup>⓪</sup> - dados transformados  $\sqrt{(x + 0.5)}$ ; F de Snedecor;

L<sub>i</sub> vs L<sub>j</sub> - contraste do teste F; \* - significativo ao nível de p<0.05; \*\* - significativo ao nível de p<0.01; ns - não significativo;

TABELA 14A - Biomassa (kg), teores de macronutrientes e Al (g/kg) e micronutrientes (mg/kg) existentes nos galhos >2-3cm de *Ceiba pentandra*.

Lançamento	IDADE	Biomassa	N	P	K	Ca	Mg	S	Al	Fe	Mn	Cu	Zn
1	43	0.46	7.62	0.59	6.34	3.65	1.04	0.52	0.01	7.18	3.54	2.29	12.00
	55	1.00	7.17	0.43	3.60	3.72	0.83	0.68	0.01	11.83	5.34	5.30	14.97
2	43	0.90	5.18	0.90	4.49	4.23	0.64	0.36	0.01	8.49	4.63	2.42	12.54
	55	1.67	6.61	0.39	2.85	3.24	0.68	0.46	0.01	3.15	2.92	3.19	8.18
3	43	1.07	3.76	1.37	1.29	3.04	0.36	0.28	0.02	5.39	4.46	1.76	8.16
	55	1.38	4.00	0.32	2.04	3.90	0.41	0.36	0.01	3.30	4.17	2.55	12.51
x̄	43	0.81	5.52	0.95	4.04	3.64	0.68	0.39	0.01	7.02	4.21	2.16	10.90
	55	1.35	5.93	0.38	2.83	3.62	0.64	0.50	0.01	6.09	4.14	3.68	11.89
	x̄	1.08	5.72	0.67	3.44	3.63	0.66	0.44	0.01	6.56	4.18	2.92	11.39
	Cve	15.06	11.75	12.71 <sup>⊕</sup>	16.21 <sup>⊕</sup>	18.08	15.78	6.64	0.40 <sup>⊕</sup>	25.36 <sup>⊕</sup>	13.53 <sup>⊕</sup>	11.42 <sup>⊕</sup>	14.50 <sup>⊕</sup>
	F <sub>idade</sub>	*	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns
	F <sub>secção</sub>	ns	**	ns	ns	ns	*	*	ns	ns	ns	ns	ns
	L1 vs L3	ns	**	ns	ns	ns	*	*	ns	ns	ns	ns	ns
	L2 vs (L1+L3)/2	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

x̄ - média por ano; X̄ - média geral; Cve - coeficiente de variação experimental; ⊕ - dados transformados  $\sqrt{(x + 0.5)}$ ; F de Snedecor;

L<sub>i</sub> vs L<sub>j</sub> - contraste do teste F; \* - significativo ao nível de p<0.05; \*\* - significativo ao nível de p<0.01; ns - não significativo;

TABELA 15A – Biomassa (kg), teores de macronutrientes e Al (g/kg) e micronutrientes (mg/kg) existentes nos galhos >3cm de *Ceiba pentandra*.

Lançamento	IDADE	Biomassa	N	P	K	Ca	Mg	S	Al	Fe	Mn	Cu	Zn	
1	43	0.34	6.31	0.63	5.65	4.12	0.92	0.36	0.008	6.38	3.17	1.75	10.42	
	55	2.00	6.39	0.39	4.18	2.59	0.72	0.57	0.003	3.85	2.86	3.03	5.44	
2	43	2.56	5.14	0.57	4.77	4.10	0.67	0.33	0.007	8.14	3.57	1.09	8.50	
	55	8.31	4.20	0.31	3.24	2.55	0.52	0.33	0.02	2.19	2.81	2.15	5.19	
3	43	2.84	5.06	0.33	4.54	9.49	1.33	1.06	0.03	15.81	3.22	4.29	15.67	
	55	4.52	2.96	0.22	2.59	3.15	0.31	0.27	0.001	1.76	3.61	1.48	3.12	
X̄	43	1.91	5.50	0.51	4.99	5.90	0.97	0.58	0.02	10.11	3.32	2.38	11.53	
	55	4.94	4.52	0.31	3.34	2.76	0.52	0.39	0.01	2.60	3.09	2.22	4.58	
=		X̄	3.43	5.01	0.41	4.16	4.33	0.75	0.49	0.01	6.36	3.21	2.30	8.06
=		Cve	15.50 <sup>Ⓣ</sup>	15.39	14.10	4.44	16.27 <sup>Ⓣ</sup>	13.78 <sup>Ⓣ</sup>	18.03 <sup>Ⓣ</sup>	1.13 <sup>Ⓣ</sup>	28.84 <sup>Ⓣ</sup>	5.50 <sup>Ⓣ</sup>	28.66 <sup>Ⓣ</sup>	20.04 <sup>Ⓣ</sup>
		F <sub>idade</sub>	*	ns	*	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	
		F <sub>secção</sub>	*	ns	*	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	
		L1 vs L3	*	ns	*	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	
		L2 vs (L1+L3)/2	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	

X̄ - média por ano; X̄ - média geral; Cve - coeficiente de variação experimental; Ⓣ - dados transformados  $\sqrt{(x + 0.5)}$ ; F de Snedecor;

L<sub>i</sub> vs L<sub>j</sub> – contraste do teste F; \* - significativo ao nível de p<0.05; \*\* - significativo ao nível de p<0.01; ns - não significativo;



TABELA 16A - Conteúdo dos macronutrientes e Al (g) e micronutrientes (mg) existentes no tronco (lenho do tronco) de *Ceiba pentandra*.

SECÇÃO	IDADE	N	P	K	Ca	Mg	S	Al	Fe	Mn	Cu	Zn
1	43	2.40	0.29	2.35	1.16	0.53	0.24	0.01	3.94	1.94	0.73	5.11
	55	8.60	0.76	8.60	4.50	2.38	0.89	0.10	25.68	8.30	9.84	9.08
2	43	7.18	0.72	7.51	3.60	1.22	0.53	0.05	10.23	7.44	0.92	6.17
	55	13.9	1.13	13.51	8.77	3.05	1.13	0.05	13.09	12.10	3.99	3.47
3	43	9.30	2.18	12.98	7.98	2.22	0.66	0.07	20.36	14.00	1.16	11.32
	55	20.3	2.10	29.15	19.99	6.72	1.85	0.08	21.67	27.72	9.32	5.88
4	43	13.2	2.46	23.99	17.61	4.07	1.01	0.05	38.53	27.36	2.16	25.80
	55	24.0	2.75	46.72	31.62	12.65	2.24	0.20	30.60	43.96	8.36	20.09
5	43	25.5	3.75	48.44	28.20	11.71	1.78	0.09	71.31	45.26	2.53	45.73
	55	43.7	5.35	66.09	62.21	19.57	3.69	0.37	105.04	79.93	15.69	57.41
6	43	46.7	11.92	76.20	59.93	33.83	2.58	0.81	180.75	103.10	14.66	239.39
	55	26.6	3.69	71.64	55.97	19.62	2.11	0.53	94.82	47.41	6.45	48.20
7	43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	55	39.9	6.74	133.64	121.25	45.20	5.43	1.52	334.86	145.16	103.65	481.97
X	43	17.4	3.55	28.58	19.75	8.93	1.13	0.18	54.19	33.18	3.69	55.59
	55	25.3	3.22	52.76	43.47	15.60	2.48	0.41	89.39	52.08	22.47	89.44
=	X	21.6	3.37	41.60	32.52	12.52	1.86	0.30	73.14	43.36	13.81	73.82
	Cve	10.2	16.06 <sup>Ⓞ</sup>	4.45 <sup>Ⓞ</sup>	6.97 <sup>Ⓞ</sup>	11.31 <sup>Ⓞ</sup>	7.56 <sup>Ⓞ</sup>	11.72 <sup>Ⓞ</sup>	10.02 <sup>Ⓞ</sup>	12.02 <sup>Ⓞ</sup>	12.42 <sup>Ⓞ</sup>	18.61 <sup>Ⓞ</sup>
	F idade	*	ns	*	*	*	*	ns	*	*	*	*
	F <sub>secção</sub>	**	*	**	**	**	**	**	**	**	ns	ns
R <sup>2</sup>	Linear	0.96*	0.94*	0.98**	0.96*	0.91**	0.91**	0.71**	0.84*	0.97**	ns	ns
	Quad.	ns	ns	ns	ns	ns	ns	0.95*	0.99*	ns	ns	ns

X - média por ano; X - média geral; Cve - coeficiente de variação experimental; <sup>Ⓞ</sup> - dados transformados  $\sqrt{(x + 0.5)}$ ; F de Snedecor; r<sup>2</sup> - coeficiente de determinação; \* - significativo ao nível de p<0.05; \*\* - significativo ao nível de p<0.01; ns - não significativo;

TABELA 17A - Conteúdo dos macronutrientes e Al (g) e micronutrientes (mg) existentes na casca (casca do lenho do tronco) de *Ceiba pentandra*.

SECÇÃO	IDADE	N	P	K	Ca	Mg	S	Al	Fe	Mn	Cu	Zn
1	43	2.56	0.12	1.95	3.11	0.43	0.13	0.01	5.36	2.32	1.94	4.06
	55	10.1	0.53	5.47	9.19	1.45	0.40	0.05	20.50	5.53	3.37	17.04
2	43	6.99	0.96	4.71	6.45	0.76	0.33	0.02	12.48	6.05	0.44	9.81
	55	16.8	0.90	6.93	12.83	2.09	0.78	0.06	25.91	9.25	4.18	27.57
3	43	8.36	1.14	5.27	8.13	0.92	0.34	0.03	15.67	6.63	0.54	10.80
	55	20.4	1.13	10.64	17.11	2.87	1.04	0.12	42.92	12.67	3.89	26.83
4	43	10.6	0.90	6.51	11.17	1.29	0.44	0.03	18.67	10.25	0.70	14.52
	55	21.0	1.29	13.44	22.87	3.54	1.16	0.17	49.88	12.25	4.44	23.40
5	43	15.0	0.94	12.21	19.82	2.81	0.74	0.06	41.63	16.10	2.02	26.89
	55	36.7	2.07	22.63	30.80	4.58	1.77	0.20	68.58	26.47	7.23	55.20
6	43	31.9	3.70	19.39	46.54	3.47	1.35	0.09	89.07	33.19	7.31	52.90
	55	21.3	1.68	19.20	22.08	2.77	1.26	0.11	38.82	18.18	6.04	22.96
7	43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	55	39.2	3.12	31.31	60.35	6.44	2.34	0.39	153.31	42.25	12.11	55.27
$\bar{x}$	43	12.5	1.29	8.34	15.87	1.61	0.56	0.04	30.48	12.42	2.16	19.83
	55	23.6	1.53	15.66	25.03	3.39	1.25	0.15	57.13	18.08	5.89	32.61
$\bar{x}$		18.5	1.42	12.28	20.80	2.57	0.93	0.10	44.83	15.47	4.17	26.71
	Cve	9.72 <sup>Ⓞ</sup>	12.29 <sup>Ⓞ</sup>	5.18 <sup>Ⓞ</sup>	11.42 <sup>Ⓞ</sup>	7.60 <sup>Ⓞ</sup>	7.40 <sup>Ⓞ</sup>	9.33 <sup>Ⓞ</sup>	12.44 <sup>Ⓞ</sup>	9.50 <sup>Ⓞ</sup>	10.46 <sup>Ⓞ</sup>	13.01 <sup>Ⓞ</sup>
	F <sub>idade</sub>	*	ns	*	*	*	*	*	*	ns	*	*
	F <sub>secção</sub>	*	*	**	*	**	**	*	*	**	*	*
R <sup>2</sup>	Linear	0.95*	0.86*	0.95**	0.97*	0.90**	0.96**	0.85*	0.97*	0.94**	0.65*	0.82
	Quad.	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

$\bar{x}$  - média por ano;  $\bar{x}$  - média geral; Cve - coeficiente de variação experimental; <sup>Ⓞ</sup> - dados transformados  $\sqrt{(x + 0.5)}$ ; F de Snedecor; r<sup>2</sup> - coeficiente de determinação; \* - significativo ao nível de p<0.05; \*\* - significativo ao nível de p<0.01; ns - não significativo;

TABELA 18A - Conteúdo dos macronutrientes e Al (g) e micronutrientes (mg) existentes no tronco (lenho do verticilo) de *Ceiba pentandra*.

SECÇÃO	IDADE	N	P	K	Ca	Mg	S	Al	Fe	Mn	Cu	Zn
1	43	0.51	0.04	0.69	0.11	0.09	0.03	0.00	0.34	0.24	0.52	0.17
	55	0.92	0.07	0.82	0.27	0.15	0.40	0.00	0.57	0.49	0.62	0.57
2	43	1.50	0.15	1.78	0.48	0.26	0.08	0.01	1.72	0.83	0.53	0.41
	55	2.07	0.20	2.56	1.32	0.52	0.18	0.02	3.42	2.54	0.75	1.25
3	43	2.12	0.19	2.96	0.84	0.25	0.12	0.02	4.06	1.91	0.48	2.99
	55	2.12	0.25	3.55	1.77	0.92	0.20	0.04	11.86	3.32	1.16	0.99
4	43	2.29	0.31	4.17	1.29	0.51	0.13	0.01	7.17	2.26	0.40	3.66
	55	2.95	0.36	5.64	3.50	1.53	0.30	0.04	8.38	5.36	1.31	2.84
5	43	3.38	0.53	7.30	2.75	0.92	0.31	0.03	9.72	4.01	1.17	4.72
	55	3.68	0.42	5.67	5.15	2.66	0.33	0.03	14.52	8.70	1.27	2.90
6	43	4.98	2.41	11.30	5.18	2.19	0.26	0.04	24.32	7.08	1.62	8.18
	55	3.85	0.54	10.45	7.12	2.73	0.37	0.09	29.45	11.03	1.23	8.88
7	43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	55	6.42	0.98	16.36	10.25	4.52	0.60	0.46	114.34	14.63	2.30	11.95
x̄	43	2.46	0.60	4.70	1.77	0.70	0.15	0.02	7.89	2.72	0.79	3.35
	55	3.15	0.40	6.44	4.20	1.86	0.34	0.10	26.08	6.58	1.24	4.20
x̄		2.83	0.50	5.64	3.08	1.33	0.25	0.06	17.68	4.80	1.03	3.81
Cve		18.4 3	21.21 <sup>⊙</sup>	16.95	4.98 <sup>⊙</sup>	8.03 <sup>⊙</sup>	9.27 <sup>⊙</sup>	6.51 <sup>⊙</sup>	3.71 <sup>⊙</sup>	5.65 <sup>⊙</sup>	8.37 <sup>⊙</sup>	6.92 <sup>⊙</sup>
F idade		ns	ns	ns	**	*	*	*	*	**	ns	ns
F secção		**	*	**	**	**	ns	**	**	**	*	**
R <sup>2</sup>	Linear	0.98*	0.79*	0.93**	0.95**	0.96**	ns	0.87**	0.87**	0.97**	0.93*	0.90**
	Quad.	ns	ns	0.98*	0.99*	Ns	ns	ns	0.96*	ns	ns	ns

x̄ - média por ano; X̄ - média geral; Cve - coeficiente de variação experimental; ⊙ - dados transformados  $\sqrt{(x+0.5)}$ ; F de Snedecor; r<sup>2</sup> - coeficiente de determinação; \* - significativo ao nível de p<0.05; \*\* - significativo ao nível de p<0.01; ns - não significativo;

TABELA 19A - Conteúdo dos macronutrientes e Al (g) e micronutrientes (mg) existentes na casca (casca do lenho do verticilo) de *Ceiba pentandra*.

SECÇÃO	IDADE	N	P	K	Ca	Mg	S	Al	Fe	Mn	Cu	Zn
1	43	2.36	0.13	1.70	1.74	0.19	0.17	0.01	3.95	1.70	1.57	4.52
	55	0.57	0.03	0.30	0.55	0.06	0.03	0.01	0.69	0.23	0.24	1.05
2	43	3.58	0.23	2.31	3.56	0.28	0.15	0.01	6.47	2.21	0.53	5.87
	55	1.85	0.10	0.86	1.85	0.19	0.09	0.01	2.00	0.85	0.56	2.91
3	43	2.55	0.19	1.91	3.12	0.19	0.12	0.01	6.44	1.96	0.51	5.07
	55	2.06	0.12	1.17	1.83	0.25	0.11	0.01	1.48	1.09	0.49	2.42
4	43	3.50	0.24	2.12	3.88	0.43	0.16	0.01	8.97	3.11	0.50	5.41
	55	2.85	0.18	1.80	2.91	0.45	0.16	0.01	2.16	1.81	0.77	3.03
5	43	1.81	0.16	1.29	2.15	0.25	0.09	0.01	5.20	1.47	0.31	2.99
	55	3.45	0.21	2.62	3.02	0.44	0.18	0.01	2.52	2.61	0.87	3.14
6	43	1.55	0.18	1.68	2.88	0.26	0.12	0.01	4.64	1.95	0.55	4.27
	55	4.63	0.34	3.76	5.03	0.70	0.28	0.02	9.76	3.95	1.37	6.30
7	43											
	55	6.20	0.39	4.88	5.77	0.70	0.29	0.04	9.62	4.09	0.84	5.21
X	43	2.56	0.19	1.84	2.89	0.27	0.13	0.01	5.95	2.07	0.66	4.69
	55	3.09	0.20	2.20	3.00	0.40	0.16	0.01	4.03	2.09	0.73	3.44
=												
X		2.84	0.19	2.03	2.95	0.34	0.15	0.01	4.92	2.08	0.70	4.02
=												
Cve		23.42 <sup>Ⓞ</sup>	5.66 <sup>Ⓞ</sup>	23.13 <sup>Ⓞ</sup>	16.73 <sup>Ⓞ</sup>	8.84 <sup>Ⓞ</sup>	5.72 <sup>Ⓞ</sup>	0.57 <sup>Ⓞ</sup>	28.44 <sup>Ⓞ</sup>	22.37 <sup>Ⓞ</sup>	21.50 <sup>Ⓞ</sup>	18.04 <sup>Ⓞ</sup>
=												
F <sub>idade</sub>		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
F <sub>secção</sub>		ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
R <sup>2</sup>	Linear	ns	ns	ns	0.67*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	Quad.	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

X - média por ano; X - média geral; Cve - coeficiente de variação experimental; Ⓞ - dados transformados  $\sqrt{(x+0.5)}$ ; F de Snedecor; r<sup>2</sup> - coeficiente de determinação; \* - significativo ao nível de p<0.05; \*\* - significativo ao nível de p<0.01; ns - não significativo;

TABELA 20A - Conteúdo dos macronutrientes e Al (g) e micronutrientes (mg) existentes nas folhas de *Ceiba pentandra*, aos 43 e 55 meses de idade

Lançamento	IDADE	N	P	K	Ca	Mg	S	Al	Fe	Mn	Cu	Zn
1	43	30.20	1.31	8.95	10.08	3.80	1.68	0.08	53.69	12.95	7.52	16.57
	55	62.53	4.54	25.12	19.55	7.65	4.10	0.28	139.60	24.78	58.95	44.34
2	43	75.12	3.96	21.75	15.87	5.88	2.98	0.22	117.22	23.93	23.51	31.67
	55	75.10	5.19	25.99	26.28	7.64	4.92	0.13	143.54	35.72	29.54	51.30
3	43	77.13	4.24	15.34	24.26	7.62	3.94	0.11	143.37	31.05	22.34	36.48
	55	58.76	4.81	26.42	24.68	5.36	4.20	0.27	122.12	35.87	26.46	49.90
X̄	43	60.82	3.17	15.35	16.74	5.76	2.87	0.14	104.76	22.65	17.79	28.24
	55	65.46	4.85	25.84	23.50	6.88	4.41	0.23	135.08	32.12	38.31	48.51
=	X̄	63.14	4.01	20.59	20.12	6.32	3.64	0.18	119.92	27.38	28.05	38.38
	Cve	16.67 <sup>Ⓢ</sup>	13.81 <sup>Ⓢ</sup>	12.17 <sup>Ⓢ</sup>	10.35	16.65 <sup>Ⓢ</sup>	10.85 <sup>Ⓢ</sup>	8.04 <sup>Ⓢ</sup>	17.73 <sup>Ⓢ</sup>	10.42	34.75 <sup>Ⓢ</sup>	13.26
	F <sub>idade</sub>	ns	ns	*	ns	ns	*	ns	ns	*	*	*
	F <sub>seção</sub>	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**	ns	**
L1 vs L3		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**	ns	**
L2 vs (L1+L3)/2		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

X̄ - média por ano; X̄ - média geral; Cve - coeficiente de variação experimental; Ⓢ - dados transformados  $\sqrt{(x + 0.5)}$ ; F de Snedecor; L<sub>i</sub> vs L<sub>j</sub> - contraste do teste F; \* - significativo ao nível de p<0.05; \*\* - significativo ao nível de p<0.01; ns - não significativo;

TABELA 21A - Conteúdo dos macronutrientes e Al (g) e micronutrientes (mg) existentes nos pecíolos de *Ceiba pentandra*.

Lançamento	IDADE	N	P	K	Ca	Mg	S	Al	Fe	Mn	Cu	Zn
1	43	2.61	0.25	3.63	2.77	0.78	0.23	0.01	4.64	13.25	0.80	7.87
	55	3.71	0.44	5.45	3.17	1.13	0.39	0.01	5.36	11.21	2.57	8.72
2	43	3.70	0.36	5.25	3.65	0.92	0.30	0.01	7.56	16.39	1.93	7.37
	55	4.27	0.48	6.38	3.86	0.95	0.43	0.02	8.37	18.97	3.07	8.03
3	43	3.82	0.43	2.99	2.95	0.53	0.29	0.01	7.07	17.89	1.38	5.84
	55	4.48	0.52	6.92	3.23	0.84	0.38	0.01	5.84	10.84	3.22	7.07
$\bar{x}$	43	3.38	0.34	3.95	3.12	0.74	0.27	0.01	6.42	15.85	1.37	7.03
	55	4.15	0.48	6.25	3.42	0.98	0.40	0.01	6.52	13.67	2.95	7.94
	$\bar{\bar{x}}$	3.76	0.41	5.10	3.27	0.86	0.34	0.01	6.47	14.76	2.16	7.48
	Cve	5.23	9.01	9.75 <sup>⓪</sup>	2.08	14.42	6.73	13.77	12.65	11.15 <sup>⓪</sup>	12.75	2.75
	F <sub>idade</sub>	*	*	*	ns	ns	*	ns	ns	ns	*	ns
	F <sub>secção</sub>	**	**	ns	ns	ns	ns	ns	**	ns	**	**
	L1 vs L3	**	**	ns	ns	ns	ns	ns	**	ns	**	**
	L2 vs (L1+L3)/2	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

$\bar{x}$  - média por ano;  $\bar{\bar{x}}$  - média geral; Cve - coeficiente de variação experimental; <sup>⓪</sup> - dados transformados  $\sqrt{(x + 0.5)}$ ; F de Snedecor; L<sub>i</sub> vs L<sub>j</sub> - contraste do teste F; \* - significativo ao nível de p<0.05; \*\* - significativo ao nível de p<0.01; ns - não significativo;

TABELA 22A- Conteúdo dos macronutrientes e Al (g) e micronutrientes (mg) existentes nos galhos de 0-1cm de *Ceiba pentandra*.

Lançamento	IDADE	N	P	K	Ca	Mg	S	Al	Fe	Mn	Cu	Zn	
1	43	2.81	0.28	2.38	2.64	0.97	0.16	0.01	4.86	3.92	1.99	9.95	
	55	6.20	0.80	5.61	7.97	2.47	0.88	0.01	10.36	8.28	8.71	28.47	
2	43	8.54	0.69	7.27	8.91	1.78	0.68	0.03	19.17	12.74	6.58	30.59	
	55	10.25	1.06	8.16	12.66	2.02	1.17	0.05	23.16	16.28	13.78	40.70	
3	43	9.78	0.52	7.22	10.41	1.55	0.85	0.02	20.11	17.71	5.60	37.35	
	55	7.75	0.76	2.97	9.69	1.10	0.87	0.03	16.44	9.48	10.23	31.22	
X̄	43	7.04	0.49	5.62	7.32	1.43	0.56	0.02	14.71	11.46	4.72	25.96	
	55	8.07	0.87	5.58	10.11	1.86	0.97	0.03	16.65	11.35	10.91	33.46	
=		X̄	7.55	0.68	5.60	8.71	1.65	0.77	15.68	11.40	7.82	29.71	
=		Cve	13.98 <sup>Ⓞ</sup>	14.30	24.97 <sup>Ⓞ</sup>	14.82 <sup>Ⓞ</sup>	16.67 <sup>Ⓞ</sup>	11.20 <sup>Ⓞ</sup>	18.50	12.74 <sup>Ⓞ</sup>	21.81 <sup>Ⓞ</sup>	12.37	17.48 <sup>Ⓞ</sup>
		F <sub>idade</sub>	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	
		F <sub>secção</sub>	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	*	ns	
		L1 vs L3	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	*	ns	
		L2 vs (L1+L3)/2	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	*	ns	

X̄ - média por ano; X̄ - média geral; Cve - coeficiente de variação experimental; Ⓞ - dados transformados  $\sqrt{(x + 0.5)}$ ; F de Snedecor; L<sub>i</sub> vs L<sub>j</sub> - contraste do teste F; \* - significativo ao nível de p<0.05; \*\* - significativo ao nível de p<0.01; ns - não significativo;

TABELA 23A - Conteúdo dos macronutrientes e Al (g) e micronutrientes (mg) existentes nos galhos >1-2cm de *Ceiba pentandra*.

Lançamento	IDADE	N	P	K	Ca	Mg	S	Al	Fe	Mn	Cu	Zn
1	43	4.29	0.27	4.11	3.38	1.20	0.43	0.01	6.68	4.08	2.53	12.33
	55	10.13	0.73	5.56	8.35	2.27	1.08	0.01	8.73	8.00	7.58	28.36
2	43	8.28	0.83	7.61	7.84	1.21	0.59	0.01	14.08	9.72	2.86	26.72
	55	9.64	0.81	6.37	9.21	1.31	1.06	0.02	9.26	9.36	8.43	35.77
3	43	7.78	1.20	2.00	8.58	1.14	0.60	0.05	18.63	12.21	3.41	31.31
	55	7.93	0.63	5.74	10.76	1.49	1.01	0.07	10.26	9.71	8.29	42.92
$\bar{x}$	43	6.78	0.77	4.57	6.60	1.18	0.54	0.02	13.13	8.67	2.93	23.45
	55	9.23	0.72	5.89	9.44	1.69	1.05	0.03	9.42	9.02	8.10	35.69
$\bar{x}$		8.01	0.74	5.23	8.02	1.44	0.79	0.03	11.27	8.85	5.52	29.57
Cve		13.58 <sup>Ⓞ</sup>	15.07 <sup>Ⓞ</sup>	17.11 <sup>Ⓞ</sup>	16.67	8.51 <sup>Ⓞ</sup>	10.85	0.72 <sup>Ⓞ</sup>	15.66 <sup>Ⓞ</sup>	13.86 <sup>Ⓞ</sup>	4.63	8.43
F <sub>idade</sub>		ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	**	*
F <sub>secção</sub>		ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	*	ns	ns	*
L1 vs L3		ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	*	ns	ns	*
L2 vs (L1+L3)/2		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

$\bar{x}$  - média por ano;  $\bar{x}$  - média geral; Cve - coeficiente de variação experimental; <sup>Ⓞ</sup> - dados transformados  $\sqrt{(x + 0.5)}$ ; F de Snedecor; L<sub>i</sub> vs L<sub>j</sub> - contraste do teste F; \* - significativo ao nível de p<0.05; \*\* - significativo ao nível de p<0.01; ns - não significativo;



TABELA 24A - Conteúdo dos macronutrientes e Al (g) e micronutrientes (mg) existentes nos galhos >2-3cm de *Ceiba pentandra*.

Lançamento	IDADE	N	P	K	Ca	Mg	S	Al	Fe	Mn	Cu	Zn	
1	43	3.51	0.27	2.92	1.68	0.48	0.24	0.01	3.30	1.63	1.05	5.52	
	55	7.17	0.43	3.60	3.72	0.83	0.68	0.01	11.83	5.34	5.30	14.97	
2	43	4.66	0.81	4.04	3.81	0.58	0.32	0.01	7.64	4.17	2.18	11.29	
	55	11.04	0.65	4.76	5.41	1.14	0.77	0.02	5.26	4.88	5.33	13.66	
3	43	4.02	1.47	1.38	3.25	0.39	0.30	0.02	5.77	4.77	1.88	8.73	
	55	5.52	0.44	2.82	5.38	0.57	0.50	0.01	4.55	5.75	3.52	17.26	
X	43	4.06	0.85	2.78	2.91	0.48	0.29	0.01	5.57	3.52	1.70	8.51	
	55	7.91	0.51	3.72	4.84	0.84	0.65	0.01	7.21	5.32	4.72	15.30	
=		X	5.99	0.68	3.25	3.88	0.66	0.47	6.39	4.42	3.21	11.91	
=		Cve	11.29 <sup>(b)</sup>	17.51 <sup>(b)</sup>	9.22	5.13	4.95 <sup>(b)</sup>	4.98 <sup>(b)</sup>	0.57 <sup>(b)</sup>	30.45 <sup>(b)</sup>	14.45 <sup>(b)</sup>	13.23 <sup>(b)</sup>	12.13 <sup>(b)</sup>
=		F <sub>idade</sub>	ns	ns	*	**	*	*	ns	ns	ns	*	*
=		F <sub>secção</sub>	ns	ns	*	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
=		L1 vs L3	ns	ns	*	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
=		L2 vs (L1+L3)/2	ns	ns	*	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

X - média por ano; X - média geral; Cve - coeficiente de variação experimental; <sup>(b)</sup> - dados transformados  $\sqrt{(x + 0.5)}$ ; F de Snedecor; L<sub>i</sub> vs L<sub>j</sub> - contraste do teste F; \* - significativo ao nível de p<0.05; \*\* - significativo ao nível de p<0.01; ns - não significativo;

TABELA 25A - Conteúdo dos macronutrientes e Al (g) e micronutrientes (mg) existentes nos galhos >3cm de *Ceiba pentandra*.

Lançamento	IDADE	N	P	K	Ca	Mg	S	Al	Fe	Mn	Cu	Zn	
1	43	2.15	0.21	1.92	1.40	0.31	0.12	0.01	2.17	1.08	0.60	3.54	
	55	12.78	0.78	8.36	5.18	1.44	1.14	0.01	7.70	5.72	6.06	10.88	
2	43	13.16	1.46	12.21	10.50	1.72	0.84	0.02	20.84	9.14	2.79	21.76	
	55	34.90	2.58	26.92	21.19	4.32	2.74	0.17	18.20	23.35	17.87	43.13	
3	43	14.37	0.94	12.89	26.95	3.78	3.01	0.09	44.90	9.14	12.18	44.50	
	55	13.38	0.99	11.71	14.24	1.40	1.22	0.01	7.96	16.32	6.69	14.10	
X̄	43	9.89	0.87	9.01	12.95	1.94	1.33	0.04	22.64	6.45	5.19	23.27	
	55	20.35	1.45	15.66	13.54	2.39	1.70	0.06	11.28	15.13	10.21	22.70	
=		X̄	15.12	1.16	12.34	13.24	2.16	1.51	0.05	16.96	10.79	22.99	
=		Cve	12.22 <sup>(b)</sup>	7.08 <sup>(b)</sup>	10.43 <sup>(b)</sup>	15.17 <sup>(b)</sup>	20.38 <sup>(b)</sup>	22.05 <sup>(b)</sup>	31.13 <sup>(b)</sup>	22.44 <sup>(b)</sup>	6.30 <sup>(b)</sup>	22.92 <sup>(b)</sup>	19.85 <sup>(b)</sup>
=		F idade	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	
=		F secção	ns	*	ns	*	ns	ns	ns	*	ns	ns	
=		L1 vs L3	ns	*	ns	*	ns	ns	ns	*	ns	ns	
=		L2 vs (L1+L3)/2	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	

X̄ - média por ano; X̄ - média geral; Cve - coeficiente de variação experimental; <sup>(b)</sup> - dados transformados  $\sqrt{(x + 0.5)}$ ; F de Snedecor; L<sub>i</sub> vs L<sub>j</sub> - contraste do teste F; \* - significativo ao nível de p<0.05; \*\* - significativo ao nível de p<0.01; ns - não significativo;

TABELA 26A - Biomassa (kg), teores de macronutrientes e Al (g/kg) e micronutrientes (mg/kg) existentes no tronco (lenho do tronco) de *Virola surinamensis*.

Secção	IDADE	Biomassa	N	P	K	Ca	Mg	S	Al	Fe	Mn	Cu	Zn
1	43	0.05	4.77	0.51	8.76	1.07	0.73	0.48	0.01	1.65	22.76	3.69	10.23
	55	0.04	3.52	1.07	8.70	1.13	0.73	0.68	0.02	38.28	42.98	9.47	6.88
2	43	0.17	2.76	0.22	3.46	0.61	0.50	0.21	0.01	-	13.34	5.72	5.58
	55	0.13	2.32	0.53	3.54	0.65	0.43	0.26	0.02	20.92	20.34	3.54	2.99
3	43	0.31	2.53	0.17	2.61	0.59	0.42	0.26	0.005	-	13.24	-	8.11
	55	0.28	2.08	0.31	2.68	0.51	0.39	0.25	0.01	6.39	17.16	1.78	2.78
4	43	0.99	2.04	0.17	2.65	0.62	0.46	0.25	0.02	-	11.09	1.00	7.14
	55	0.51	1.99	0.31	2.69	0.51	0.43	0.26	0.009	4.79	16.20	1.30	4.92
5	43	1.56	2.10	0.20	2.92	0.61	0.43	0.19	0.004	-	10.18	-	3.03
	55	1.78	1.99	0.28	2.32	0.51	0.40	0.27	0.01	6.88	14.82	1.50	7.99
6	43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	55	2.54	1.95	0.23	2.02	0.46	0.46	0.24	0.04	10.15	12.71	6.50	5.16
7	43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	55	2.14	1.56	0.23	2.22	0.57	0.54	0.28	0.009	6.72	11.89	0.47	12.47
x̄	43	0.62	2.84	0.25	4.08	0.70	0.51	0.28	0.01	-	14.12	3.47	6.82
	55	1.06	2.20	0.42	3.45	0.62	0.48	0.32	0.02	13.45	19.44	3.51	6.17
x̄		0.88	2.47	0.35	3.71	0.65	0.49	0.30	0.01	13.45	17.23	3.50	6.44
Cve		7.54 <sup>Ⓢ</sup>	12.96	6.23 <sup>Ⓢ</sup>	5.05	8.45	3.58	4.35 <sup>Ⓢ</sup>	0.60 <sup>Ⓢ</sup>	-	8.51 <sup>Ⓢ</sup>	-	22.96 <sup>Ⓢ</sup>
F <sub>idade</sub>		ns	ns	*	ns	ns	*	*	ns	-	*	-	ns
F <sub>secção</sub>		**	*	*	**	**	**	*	ns	-	**	-	ns
R <sup>2</sup>	Linear	0.90**	0.71**	0.68*	0.60**	0.50**	0.58**	0.38*	ns	-	0.74**	-	ns
	Quad.	0.99*	0.95*	0.97*	0.93**	0.93**	0.90**	0.84*	ns	-	0.93*	-	ns

x̄ - média por ano; x̄ - média geral; Cve - coeficiente de variação experimental; <sup>Ⓢ</sup> - dados transformados  $\sqrt{(x + 0.5)}$ ; F de Snedecor; r<sup>2</sup> - coeficiente de determinação; \* - significativo ao nível de p<0.05; \*\* - significativo ao nível de p<0.01; ns - não significativo;

TABELA 27A - Biomassa (kg), teores de macronutrientes e Al (g/kg) e micronutrientes (mg/kg) existentes na casca (casca do lenho do tronco) de *Virola surinamensis*.

Secção	IDADE	Biomassa	N	P	K	Ca	Mg	S	Al	Fe	Mn	Cu	Zn
1	43	0.015	8.50	0.62	12.60	5.42	1.28	0.54	0.03	9.57	149.62	10.46	8.49
	55	0.020	8.20	0.79	10.24	4.71	1.14	0.63	0.03	39.58	177.08	7.02	10.93
2	43	0.04	8.08	0.50	7.79	5.03	1.26	0.47	0.01	8.35	104.83	12.58	8.71
	55	0.04	7.12	0.62	6.42	3.65	0.94	0.45	0.02	19.25	124.88	3.66	6.46
3	43	0.06	7.04	0.42	6.87	6.07	1.51	0.45	0.02	10.90	97.34	10.20	11.96
	55	0.07	7.17	0.57	5.77	4.26	1.05	0.48	0.03	18.58	129.94	4.18	7.83
4	43	0.17	7.17	0.40	6.51	8.40	1.67	0.58	0.04	12.92	85.72	2.83	12.39
	55	0.15	6.71	0.52	5.07	4.48	1.21	0.48	0.05	20.52	120.49	4.96	8.28
5	43	0.25	7.23	0.42	6.59	9.81	1.91	0.44	0.03	35.47	90.76	3.10	10.73
	55	0.20	6.82	0.48	4.87	5.23	1.21	0.47	0.03	16.66	106.83	4.74	10.73
6	43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	55	0.50	6.03	0.43	4.24	5.41	1.49	0.42	0.03	14.56	97.92	3.08	7.61
7	43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	55	0.32	7.24	0.44	4.71	8.26	1.95	0.40	0.02	14.90	85.60	3.56	12.44
x̄	43	0.11	7.60	0.47	8.07	6.95	1.53	0.50	0.03	15.44	105.65	8.62	10.46
	55	0.19	7.04	0.55	5.90	5.14	1.28	0.48	0.03	20.58	120.39	4.46	9.18
x̄		0.15	7.28	0.52	6.81	5.89	1.39	0.48	0.03	18.44	114.25	5.86	9.71
Cve		16.55	3.72	5.51	4.66	8.27 <sup>Ⓞ</sup>	11.06	10.05	13.35	29.62 <sup>Ⓞ</sup>	4.77	25.38 <sup>Ⓞ</sup>	9.85 <sup>Ⓞ</sup>
F <sub>idade</sub>		ns	ns	**	**	*	*	ns	ns	ns	**	ns	ns
F <sub>secção</sub>		**	**	**	**	*	*	ns	ns	ns	**	ns	ns
R <sup>2</sup>	Linear	0.92**	0.79**	0.85**	0.71**	0.74*	0.81*	ns	ns	ns	0.74**	ns	ns
	Quad.	0.98*	ns	0.99*	0.95**	ns	ns	ns	ns	ns	0.91**	ns	ns

x̄ - média por ano; x̄ - média geral; Cve - coeficiente de variação experimental; <sup>Ⓞ</sup> - dados transformados  $\sqrt{(x + 0.5)}$ ; F de Snedecor; r<sup>2</sup> - coeficiente de determinação; \* - significativo ao nível de p<0.05; \*\* - significativo ao nível de p<0.01; ns - não significativo;

TABELA 28A - Biomassa (kg), teores de macronutrientes e Al (g/kg) e micronutrientes (mg/kg) existentes no tronco (lenho do verticilo) de *Virola surinamensis*.

Secção	IDADE	Biomassa	N	P	K	Ca	Mg	S	Al	Fe	Mn	Cu	Zn
1	43	0.015	3.95	0.68	8.39	0.76	0.51	0.82	0.004	0.80	14.68	11.44	14.17
	55	0.023	3.33	0.84	6.28	0.87	0.64	0.97	0.015	30.50	31.49	10.19	7.22
2	43	0.035	3.94	0.37	5.99	1.02	0.62	0.70	0.007	2.82	15.00	6.13	19.60
	55	0.073	2.53	0.45	4.02	0.78	0.51	0.45	0.03	23.94	19.53	4.84	6.67
3	43	0.08	3.17	0.23	3.70	1.20	0.72	0.53	0.002	1.44	14.48	3.08	27.61
	55	0.16	2.08	0.34	2.82	0.51	0.46	0.30	0.02	14.63	16.05	2.64	7.99
4	43	0.11	2.88	0.18	2.81	1.03	0.73	0.43	0.003	-	12.54	2.61	29.72
	55	0.22	2.03	0.29	2.47	0.51	0.41	0.30	0.01	16.10	15.88	2.15	6.93
5	43	0.14	2.24	0.19	3.15	1.11	0.43	0.23	0.009	-	12.77	0.32	11.32
	55	0.26	2.00	0.27	2.41	0.51	0.40	0.28	0.01	8.88	14.86	1.18	6.46
6	43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	55	0.49	1.83	0.23	2.09	0.49	0.46	0.26	0.009	6.87	14.32	0.56	6.05
7	43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	55	0.98	1.77	0.22	2.20	0.55	0.47	0.23	0.03	8.12	11.57	0.45	8.70
x̄	43	0.08	3.24	0.33	4.81	1.02	0.60	0.54	0.01	1.69	13.89	6.73	20.48
	55	0.32	2.22	0.38	3.18	0.60	0.48	0.40	0.02	15.58	17.67	3.14	7.15
	x̄	0.22	2.65	0.36	3.86	0.78	0.53	0.46	0.01	11.41	16.10	3.80	12.70
	Cve	2.56 <sup>Ⓣ</sup>	11.20	6.02	13.22	8.79 <sup>Ⓣ</sup>	6.03 <sup>Ⓣ</sup>	6.09 <sup>Ⓣ</sup>	1.53 <sup>Ⓣ</sup>	-	10.99 <sup>Ⓣ</sup>	13.82	16.43 <sup>Ⓣ</sup>
	F <sub>idade</sub>	*	*	**	*	*	ns	ns	ns	-	ns	ns	*
	F <sub>secção</sub>	**	**	**	**	ns	ns	*	ns	-	ns	**	ns
R <sup>2</sup>	Linear	0.99**	0.97**	0.77**	0.83**	ns	ns	0.92**	ns	-	ns	0.87**	ns
	Quad.	ns	ns	0.98**	0.99**	ns	ns	ns	ns	-	ns	0.97**	ns

x̄ - média por ano; x̄ - média geral; Cve - coeficiente de variação experimental; <sup>Ⓣ</sup> - dados transformados  $\sqrt{(x+0.5)}$ ; F de Snedecor; r<sup>2</sup> - coeficiente de determinação; \* - significativo ao nível de p<0.05; \*\* - significativo ao nível de p<0.01; ns - não significativo;

TABELA 29A - Biomassa (kg), teores de macronutrientes e Al (g/kg) e micronutrientes (mg/kg) existentes na casca (casca do lenho do verticilo) de *Virola surinamensis*.

Secção	IDADE	Biomassa	N	P	K	Ca	Mg	S	Al	Fe	Mn	Cu	Zn
1	43	0.004	8.22	0.58	14.83	6.38	2.03	0.53	0.009	9.18	119.30	6.63	11.43
	55	0.008	7.93	0.74	11.57	5.80	1.14	0.58	0.05	56.04	189.97	7.83	12.43
2	43	0.005	9.18	0.56	10.26	9.10	1.43	0.56	0.03	16.02	137.27	4.99	14.55
	55	0.013	8.23	0.63	7.55	7.17	1.30	0.59	0.04	40.79	176.06	8.19	14.95
3	43	0.013	9.19	0.49	7.84	11.04	1.75	0.58	0.05	19.23	152.32	6.19	25.76
	55	0.03	7.68	0.58	6.23	7.79	1.39	0.57	0.03	25.64	157.88	7.41	19.41
4	43	0.015	8.58	0.40	7.00	12.59	1.96	0.61	0.02	17.90	122.56	7.51	34.63
	55	0.04	7.98	0.55	5.46	8.54	1.29	0.58	0.05	30.78	154.38	8.21	33.06
5	43	0.02	8.98	0.48	6.52	11.50	2.14	0.61	0.05	24.93	129.33	5.97	34.81
	55	0.04	7.48	0.51	5.07	8.36	1.23	0.56	0.16	46.82	138.81	7.35	26.92
6	43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	55	0.09	6.52	0.45	4.24	6.95	1.31	0.47	0.05	21.88	126.18	5.28	14.23
7	43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	55	0.17	6.34	0.43	4.50	8.16	1.88	0.56	0.29	34.89	109.77	7.69	73.08
x̄	43	0.01	8.83	0.50	9.29	10.12	1.86	0.58	0.03	17.45	132.16	6.38	24.24
	55	0.06	7.45	0.56	6.37	7.54	1.36	0.56	0.10	36.69	150.44	7.42	27.73
x̄		0.04	8.03	0.53	7.59	8.62	1.57	0.57	0.07	28.68	142.82	6.94	26.27
Cve		0.58 <sup>⓪</sup>	4.59	7.02	7.05	10.86	15.37	5.08	2.99 <sup>⓪</sup>	19.22 <sup>⓪</sup>	12.53	9.68	12.47
F <sub>idade</sub>		*	*	*	**	**	*	ns	ns	*	*	*	ns
F <sub>secção</sub>		**	ns	*	**	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**
R <sup>2</sup>	Linear	0.94**	ns	0.88*	0.84**	0.81*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	0.88**
	Quad.	ns	ns	ns	0.99**	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

x̄ - média por ano; x̄ - média geral; Cve - coeficiente de variação experimental; <sup>⓪</sup> - dados transformados  $\sqrt{(x + 0.5)}$ ; F de Snedecor; r<sup>2</sup> - coeficiente de determinação; \* - significativo ao nível de p<0.05; \*\* - significativo ao nível de p<0.01; ns - não significativo;

TABELA 30A - Biomassa (kg), teores de macronutrientes e Al (g/kg) e micronutrientes (mg/kg) existentes nas folhas novas de *Virola surinamensis*.

Lançamento	IDADE	Biomassa	N	P	K	Ca	Mg	S	Al	Fe	Mn	Cu	Zn	
1	43	0.04	18.18	1.58	13.46	4.02	2.46	1.31	0.05	28.76	209.07	12.51	24.87	
	55	0.13	16.72	1.52	11.04	4.25	2.06	1.35	0.07	71.49	207.08	12.28	18.80	
2	43	0.07	19.55	1.37	10.77	6.00	2.66	1.39	0.02	47.30	281.62	7.95	20.62	
	55	0.21	16.96	1.51	10.13	3.98	1.80	1.42	0.02	43.09	280.66	12.61	19.45	
3	43	0.04	18.29	1.30	10.90	3.98	2.80	1.51	0.08	38.17	372.62	10.51	19.74	
	55	0.24	15.92	1.46	7.78	4.07	1.75	1.35	0.02	75.48	347.10	11.98	20.14	
4	43	0.03	17.71	1.13	10.08	6.68	2.59	1.26	0.07	36.89	448.77	6.51	16.36	
	55	0.23	16.41	1.29	7.59	4.75	1.66	1.42	0.06	48.40	307.92	11.99	24.82	
5	43	0.02	19.35	1.34	9.87	6.00	1.26	1.30	0.07	39.72	446.07	2.40	14.19	
	55	0.14	17.49	1.61	8.30	4.47	1.71	1.53	0.03	52.18	451.33	12.69	20.21	
X̄	43	0.04	18.62	1.34	11.02	5.34	2.35	1.35	0.06	38.17	351.63	7.98	19.16	
	55	0.19	16.70	1.48	8.97	4.30	1.80	1.41	0.04	58.13	318.82	12.31	20.68	
=		X̄	0.12	17.66	1.41	9.99	4.82	2.08	1.38	48.15	335.22	10.14	19.92	
=		Cve	2.68 <sup>⓪</sup>	2.23	6.01	6.80	16.21	8.71 <sup>⓪</sup>	7.60	2.05 <sup>⓪</sup>	13.97 <sup>⓪</sup>	12.98	16.74 <sup>⓪</sup>	10.04 <sup>⓪</sup>
=		F <sub>idade</sub>	**	**	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	
=		F <sub>secção</sub>	ns	ns	*	**	ns	ns	ns	ns	**	ns	ns	
r <sup>2</sup>	Linear	ns	ns	ns	0.80**	ns	ns	ns	ns	ns	0.97**	ns	ns	
	Quad.	ns	ns	0.67*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	

X̄ - média por ano; X̄ - média geral; Cve - coeficiente de variação experimental; ⓪ - dados transformados  $\sqrt{(x + 0.5)}$ ; F de Snedecor; r<sup>2</sup> - coeficiente de determinação; \* - significativo ao nível de p<0.05; \*\* - significativo ao nível de p<0.01; ns - não significativo;

TABELA 31A - Biomassa (kg), teores de macronutrientes e Al (g/kg) e micronutrientes (mg/kg) existentes nas folhas maduras de *Virola surinamensis*.

Lançamento	IDADE	Biomassa	N	P	K	Ca	Mg	S	Al	Fe	Mn	Cu	Zn
1	43	0.11	16.70	0.95	11.04	7.46	3.99	1.20	0.02	32.91	182.87	11.69	17.78
	55	0.06	15.28	1.06	6.88	6.84	2.06	1.32	0.02	46.16	169.31	13.11	18.32
2	43	0.29	17.02	0.86	7.99	9.53	3.38	1.29	0.03	32.18	193.37	7.71	14.65
	55	0.17	15.20	1.00	6.11	7.19	2.04	1.29	0.02	42.60	210.61	11.40	18.56
3	43	0.32	16.28	0.75	4.95	10.52	2.92	1.31	0.02	35.55	175.77	4.51	11.65
	55	0.37	15.05	0.90	4.78	7.82	1.95	1.31	0.08	41.67	225.32	10.49	17.19
4	43	0.19	15.83	0.74	3.81	12.77	3.24	1.39	0.03	44.02	209.63	4.78	10.36
	55	0.52	15.82	0.94	3.82	9.48	2.21	1.43	0.03	42.68	283.07	9.68	17.91
5	43	0.08	16.55	0.83	3.57	15.84	2.86	1.51	0.03	46.70	240.39	3.55	14.28
	55	0.48	15.89	0.78	2.68	12.09	2.46	1.49	0.02	45.95	320.93	7.45	17.94
X̄	43	0.20	16.48	0.83	6.27	11.22	3.28	1.34	0.03	38.27	200.41	6.45	13.74
	55	0.32	15.45	0.94	4.85	8.68	2.14	1.37	0.03	43.81	241.85	10.43	17.98
	X̄	0.26	15.96	0.88	5.56	9.95	2.71	1.35	0.03	41.04	221.13	8.44	15.86
	Cve	10.72 <sup>⓪</sup>	4.18	7.63	8.05 <sup>⓪</sup>	8.54	14.60	2.92	1.94 <sup>⓪</sup>	11.25	12.62	14.21	11.53
	F <sub>idade</sub>	ns	ns	ns	ns	*	*	ns	ns	ns	ns	**	*
	F <sub>secção</sub>	ns	ns	ns	**	**	ns	**	ns	ns	*	*	ns
r <sup>2</sup>	Linear	ns	ns	ns	0.98**	0.94**	ns	0.92**	ns	ns	0.92*	0.93**	ns
	Quad.	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

X̄ - média por ano; X̄ - média geral; Cve - coeficiente de variação experimental; ⓪ - dados transformados  $\sqrt{(x + 0.5)}$ ; F de Snedecor; r<sup>2</sup> - coeficiente de determinação; \* - significativo ao nível de p<0.05; \*\* - significativo ao nível de p<0.01; ns - não significativo;



TABELA 32A - Biomassa (kg), teores de macronutrientes e Al (g/kg) e micronutrientes (mg/kg) existentes nas folhas velhas de *Virola surinamensis*.

Lançamento	IDADE	Biomassa	N	P	K	Ca	Mg	S	Al	Fe	Mn	Cu	Zn
1	43	0.04	15.66	0.81	6.85	8.66	2.44	1.17	0.04	35.45	97.24	11.56	15.02
	55	0.06	14.26	0.94	5.43	7.15	1.89	1.25	0.02	47.49	132.06	12.26	15.91
2	43	0.17	15.68	0.67	4.70	13.24	3.13	1.33	0.03	47.65	115.48	5.71	13.40
	55	0.23	15.70	0.81	4.28	8.93	1.94	1.27	0.02	45.62	124.28	11.23	18.22
3	43	0.16	15.46	0.81	5.46	15.39	2.38	1.31	0.05	41.73	137.80	5.61	12.57
	55	0.34	15.82	0.77	3.44	10.80	1.81	1.34	0.02	44.09	130.66	9.92	19.23
4	43	0.12	14.40	0.70	3.11	17.00	1.63	1.43	0.03	47.72	220.93	2.95	11.34
	55	0.52	15.24	0.75	3.54	11.49	2.02	1.37	0.02	48.44	225.77	9.14	21.87
5	43	0.13	12.14	0.55	2.05	14.16	1.30	1.37	0.04	46.33	294.44	4.21	10.33
	55	0.37	14.82	0.74	2.46	13.79	2.38	1.52	0.02	49.34	315.31	9.09	22.82
X̄	43	0.12	14.67	0.71	4.43	13.69	2.18	1.32	0.04	43.78	173.18	6.01	12.53
	55	0.30	15.17	0.80	3.83	10.43	2.01	1.35	0.02	47.00	185.62	10.33	19.61
=	X̄	0.21	14.92	0.76	4.13	12.06	2.09	1.34	0.03	45.39	179.40	8.17	16.07
	Cve	7.05 <sup>⓪</sup>	7.00	8.44	18.75	12.83	12.32 <sup>⓪</sup>	4.81	20.40	8.26	6.31	18.55	20.25
R <sup>2</sup>	F <sub>idade</sub>	*	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	*	*
	F <sub>secção</sub>	*	ns	*	**	*	ns	ns	ns	ns	**	*	ns
=	Linear	0.65*	ns	0.78*	0.95**	0.84*	ns	ns	ns	ns	0.85**	0.80*	ns
	Quad.	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	0.99**	ns	ns

X̄ - média por ano; X̄ - média geral; Cve - coeficiente de variação experimental; ⓪ - dados transformados  $\sqrt{(x+0.5)}$ ; F de Snedecor; r<sup>2</sup> - coeficiente de determinação; \* - significativo ao nível de p<0.05; \*\* - significativo ao nível de p<0.01; ns - não significativo;

TABELA 33A - Biomassa (kg), teores de macronutrientes e Al (g/kg) e micronutrientes (mg/kg) existentes nos galhos de 0-1cm de *Virola surinamensis*.

Lançamento	IDADE	Biomassa	N	P	K	Ca	Mg	S	Al	Fe	Mn	Cu	Zn
1	43	0.02	10.35	0.71	20.82	4.72	1.98	1.29	0.006	5.44	124.50	7.60	23.24
	55	0.08	8.14	0.91	16.72	5.06	1.45	1.29	0.02	25.25	148.83	13.90	24.49
2	43	0.05	9.98	0.87	18.91	6.86	2.07	1.26	0.01	7.07	242.51	6.47	21.85
	55	0.11	7.85	0.93	13.33	4.94	1.40	1.06	0.03	14.53	202.65	11.39	22.06
3	43	0.05	7.99	0.62	10.02	6.08	1.96	0.91	0.01	7.31	276.60	4.70	15.05
	55	0.16	6.38	0.93	8.05	4.56	1.30	0.83	0.03	24.40	202.68	8.16	20.08
4	43	0.05	6.18	0.45	6.27	5.18	2.05	0.68	0.02	8.25	166.09	2.05	13.45
	55	0.30	5.58	0.61	4.91	5.06	1.47	0.66	0.02	17.73	225.70	5.12	20.52
5	43	0.09	5.29	0.31	5.61	3.12	2.88	0.59	0.01	6.10	283.62	3.80	10.98
	55	0.38	4.25	0.46	2.50	6.28	1.75	0.61	0.02	17.95	306.68	3.47	22.38
X̄	43	0.05	7.96	0.59	12.33	5.19	2.19	0.95	0.01	6.83	218.66	4.92	16.91
	55	0.21	6.44	0.77	9.10	5.18	1.47	0.89	0.02	19.97	217.31	8.41	21.91
	X̄	0.13	7.20	0.68	10.71	5.19	1.83	0.92	0.02	13.40	217.99	6.67	19.41
	Cve	5.59 <sup>⓪</sup>	6.83	9.43	11.13	12.82 <sup>⓪</sup>	9.26	6.84	0.57 <sup>⓪</sup>	12.25 <sup>⓪</sup>	17.56	11.06 <sup>⓪</sup>	16.52
	F <sub>idade</sub>	*	**	*	*	ns	*	ns	ns	**	ns	*	ns
	F <sub>secção</sub>	*	**	**	**	ns	*	*	ns	ns	*	*	ns
R <sup>2</sup>	Linear	0.97*	0.98**	0.81**	0.95**	ns	0.50*	0.97**	ns	ns	0.62*	0.93**	ns
	Quad.	ns	ns	0.95*	ns	ns	0.90*	ns	ns	ns	ns	ns	ns

X̄ - média por ano; X̄ - média geral; Cve - coeficiente de variação experimental; <sup>⓪</sup> - dados transformados  $\sqrt{(x + 0.5)}$ ; F de Snedecor; r<sup>2</sup> - coeficiente de determinação; \* - significativo ao nível de p<0.05; \*\* - significativo ao nível de p<0.01; ns - não significativo;

TABELA 34A - Biomassa (kg), teores de macronutrientes e Al (g/kg) e micronutrientes (mg/kg) existentes nos galhos >1-2cm de *Virola surinamensis*.

Lançamento	IDADE	Biomassa	N	P	K	Ca	Mg	S	Al	Fe	Mn	Cu	Zn
1	43	0.08	6.31	0.73	13.89	4.06	1.28	0.77	0.03	6.46	81.49	8.53	16.46
	55	0.06	5.41	0.97	7.20	3.69	0.88	0.61	0.04	23.61	92.47	10.88	31.66
2	43	0.39	4.70	0.31	5.57	3.25	1.27	0.44	0.007	1.28	71.57	2.14	7.37
	55	0.37	4.25	0.92	4.88	3.11	0.93	0.94	0.04	17.62	80.29	6.53	13.82
3	43	0.42	4.34	0.23	3.17	2.75	1.04	0.34	0.009	1.13	45.14	0.89	5.76
	55	0.50	3.88	0.59	3.25	2.53	0.74	0.30	0.01	29.78	77.55	3.91	10.50
4	43	0.37	3.79	0.52	2.00	3.60	1.09	0.30	0.02	3.46	53.00	0.57	3.20
	55	0.64	3.48	0.42	2.22	3.58	1.04	0.38	0.01	23.06	94.44	2.38	9.26
5	43	0.49	3.50	0.16	1.46	2.78	1.05	0.29	0.01	5.31	49.97	-	4.64
	55	0.59	3.16	0.28	1.54	3.63	2.08	0.42	0.01	18.13	92.72	1.50	24.41
x̄	43	0.35	4.53	0.39	5.22	3.29	1.15	0.43	0.02	3.53	60.23	3.03	7.49
	55	0.43	4.04	0.64	3.82	3.31	1.13	0.53	0.02	22.44	87.49	5.04	17.93
	x̄	0.39	4.28	0.51	4.52	3.30	1.14	0.48	0.02	12.98	73.86	4.15	12.71
	Cve	4.54 <sup>Ⓞ</sup>	3.92	9.12 <sup>Ⓞ</sup>	15.29 <sup>Ⓞ</sup>	10.31	12.07 <sup>Ⓞ</sup>	8.30 <sup>Ⓞ</sup>	1.03 <sup>Ⓞ</sup>	18.66 <sup>Ⓞ</sup>	15.70	11.18 <sup>Ⓞ</sup>	15.61 <sup>Ⓞ</sup>
	F <sub>idade</sub>	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**	*	**	*
	F <sub>secção</sub>	*	**	*	*	ns	ns	*	ns	ns	ns	**	*
R <sup>2</sup>	Linear	0.79**	0.90**	0.88*	0.92**	ns	ns	0.70*	ns	ns	ns	0.87**	ns
	Quad.	0.98**	0.97**	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	0.99*	0.96*

x̄ - média por ano; x̄ - média geral; Cve - coeficiente de variação experimental; <sup>Ⓞ</sup> - dados transformados:  $\sqrt{(x + 0.5)}$ ; F de Snedecor; r<sup>2</sup> - coeficiente de determinação; \* - significativo ao nível de p<0.05; \*\* - significativo ao nível de p<0.01; ns - não significativo;

TABELA 35A - Biomassa (kg), teores de macronutrientes e Al (g/kg) e micronutrientes (mg/kg) existentes nos galhos >2-3cm de *Virola surinamensis*.

Lançamento	IDADE	Biomassa	N	P	K	Ca	Mg	S	Al	Fe	Mn	Cu	Zn
1	43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	55	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	43	0.21	3.57	0.21	2.94	2.11	0.77	0.25	0.008	-	41.74	-	2.99
	55	0.25	4.23	0.69	2.65	2.74	0.65	0.35	0.009	13.01	45.46	3.25	9.69
3	43	0.23	2.67	0.14	3.28	2.41	1.09	0.27	0.007	1.27	26.96	-	3.32
	55	0.57	2.61	0.29	2.14	2.08	0.61	0.28	0.009	11.71	55.36	1.89	5.25
4	43	0.16	2.98	0.15	2.25	2.59	1.31	0.26	0.009	2.23	38.35	-	3.78
	55	1.12	2.17	0.25	1.77	3.15	0.83	0.27	0.009	12.14	74.98	0.69	4.71
5	43	0.19	2.92	0.13	1.80	1.63	1.36	0.25	0.004	0.96	120.09	-	4.42
	55	0.86	2.22	0.21	0.57	3.09	0.99	0.28	0.004	7.95	115.79	0.56	6.92
$\bar{X}$	43	0.20	3.04	0.16	2.57	2.19	1.13	0.26	0.01	1.12	56.79	-	3.63
	55	0.70	2.81	0.36	1.78	2.77	0.77	0.30	0.01	11.20	72.90	1.60	6.64
$\bar{X}$		0.45	2.92	0.26	2.18	2.48	0.95	0.28	0.01	7.04	64.84	1.60	5.14
	Cve	13.96 <sup>Ⓣ</sup>	16.4	7.57 <sup>Ⓣ</sup>	15.27	9.00 <sup>Ⓣ</sup>	12.62	10.93	2.06 <sup>Ⓣ</sup>	9.67 <sup>Ⓣ</sup>	12.16 <sup>Ⓣ</sup>	-	14.66 <sup>Ⓣ</sup>
	$F_{idade}$	*	ns	*	*	ns	*	ns	ns	**	ns	-	*
	$F_{secção}$	ns	ns	ns	*	ns	*	ns	ns	ns	*	-	ns
$r^2$	Linear	ns	ns	ns	0.91*	ns	0.98*	ns	ns	ns	0.73*	-	ns
	Quad.	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-	ns

$\bar{X}$  - média por ano;  $\bar{X}$  - média geral; Cve - coeficiente de variação experimental; <sup>Ⓣ</sup> - dados transformados  $\sqrt{(x + 0.5)}$ ; F de Snedecor;  $r^2$  - coeficiente de determinação; \* - significativo ao nível de  $p < 0.05$ ; \*\* - significativo ao nível de  $p < 0.01$ ; ns - não significativo;

TABELA 36A - Conteúdo dos macronutrientes e Al (g) e micronutrientes (mg) existentes no tronco (lenho do tronco) de *Virola surinamensis*.

Secção	IDADE	N	P	K	Ca	Mg	S	Al	Fe	Mn	Cu	Zn
1	43	0.24	0.03	0.44	0.05	0.04	0.02	0.01	-	1.14	0.18	0.51
	55	0.14	0.04	0.35	0.05	0.03	0.03	0.01	1.53	1.72	0.38	0.28
2	43	0.47	0.04	0.59	0.10	0.09	0.04	0.01	-	2.27	0.97	0.95
	55	0.30	0.07	0.46	0.08	0.06	0.03	0.01	2.72	2.64	0.46	0.39
3	43	0.78	0.05	0.81	0.18	0.13	0.08	0.01	-	4.10	-	2.51
	55	0.58	0.09	0.75	0.14	0.11	0.07	0.01	1.79	4.80	0.50	0.78
4	43	2.02	0.17	2.62	0.61	0.46	0.25	0.02	-	10.98	0.99	7.07
	55	1.01	0.16	1.37	0.26	0.22	0.13	0.01	2.44	8.26	0.66	2.51
5	43	3.28	0.31	4.56	0.95	0.67	0.30	0.01	-	15.88	-	4.73
	55	3.54	0.50	4.13	0.91	0.71	0.48	0.02	12.25	26.38	2.67	14.22
6	43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	55	4.95	0.58	5.13	1.17	1.17	0.61	0.10	25.78	32.28	16.51	13.11
7	43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	55	3.34	0.49	4.75	1.22	1.16	0.60	0.02	14.38	25.44	1.01	26.69
x̄	43	1.36	0.12	1.80	0.38	0.28	0.14	0.01	-	6.87	0.54	3.15
	55	1.98	0.28	2.42	0.55	0.49	0.28	0.02	8.70	14.51	3.17	8.28
x̄		1.72	0.21	2.16	0.48	0.40	0.22	0.01	8.70	11.33	2.43	6.14
Cve		8.75 <sup>⓪</sup>	3.54 <sup>⓪</sup>	7.97 <sup>⓪</sup>	5.96 <sup>⓪</sup>	4.76 <sup>⓪</sup>	5.50 <sup>⓪</sup>	0.67 <sup>⓪</sup>	-	15.22 <sup>⓪</sup>	-	39.60 <sup>⓪</sup>
F <sub>idade</sub>		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-	ns	-	ns
F <sub>secção</sub>		**	**	**	**	**	**	ns	-	**	-	*
R <sup>2</sup>	Linear	0.90**	0.79**	0.86**	0.86**	0.87**	0.80**	ns	-	0.92**	-	0.92*
	Quad.	0.99*	0.98*	0.99**	0.99**	0.99*	0.98*	ns	-	ns	-	ns

x̄ - média por ano; x̄ - média geral; Cve - coeficiente de variação experimental; <sup>⓪</sup> - dados transformados  $\sqrt{(x + 0.5)}$ ; F de Snedecor; r<sup>2</sup> - coeficiente de determinação; \* - significativo ao nível de p<0.05; \*\* - significativo ao nível de p<0.01; ns - não significativo;

TABELA 37A - Conteúdo dos macronutrientes e Al (g) e micronutrientes (mg) existentes na casca (casca do lenho do tronco) de *Virola surinamensis*.

Secção	IDADE	N	P	K	Ca	Mg	S	Al	Fe	Mn	Cu	Zn
1	43	0.13	0.01	0.19	0.08	0.02	0.01	0,0005	0.14	2.24	0.16	0.13
	55	0.16	0.02	0.20	0.09	0.02	0.01	0,0006	0.79	3.54	0.14	0.22
2	43	0.32	0.02	0.31	0.20	0.05	0.02	0,0004	0.33	4.19	0.50	0.35
	55	0.28	0.02	0.26	0.15	0.04	0.02	0,0008	0.77	5.00	0.15	0.26
3	43	0.42	0.03	0.41	0.36	0.09	0.03	0,0012	0.65	5.84	0.61	0.72
	55	0.50	0.04	0.40	0.30	0.07	0.03	0,0021	1.30	9.10	0.29	0.55
4	43	1.22	0.07	1.11	1.43	0.28	0.10	0,0068	2.20	14.57	0.48	2.11
	55	1.01	0.08	0.76	0.67	0.18	0.07	0,0075	3.08	18.07	0.74	1.24
5	43	1.81	0.11	1.65	2.45	0.48	0.11	0,0075	8.87	22.69	0.78	2.68
	55	1.36	0.10	0.97	1.05	0.24	0.09	0,0060	3.33	21.37	0.95	2.15
6	43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	55	3.02	0.22	2.12	2.71	0.75	0.21	0,0150	7.28	48.96	1.54	3.81
	43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	55	2.32	0.14	1.51	2.64	0.62	0.13	0,0064	4.77	27.39	1.14	3.98
x̄	43	0.78	0.05	0.73	0.91	0.18	0.05	0,0033	2.44	9.91	0.51	1.20
	55	1.24	0.09	0.89	1.09	0.28	0.08	0,0055	3.05	19.06	0.71	1.74
	x̄	1.05	0.07	0.82	1.01	0.24	0.07	0,0046	2.79	15.25	0.62	1.52
Cve		20.22	12.99	7.07 <sup>⓪</sup>	14.11 <sup>⓪</sup>	4.68 <sup>⓪</sup>	19.75	20.19	28.80 <sup>⓪</sup>	13.32	10.20 <sup>⓪</sup>	7.27 <sup>⓪</sup>
F <sub>idade</sub>		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
F <sub>secção</sub>		**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
R <sup>2</sup>	Linear	0.92**	0.92**	0.91**	0.91**	0.91**	0.90**	0.81**	0.86**	0.92**	0.99**	0.94**
	Quad.	0.98*	0.98*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

x̄ - média por ano; x̄ - média geral; Cve - coeficiente de variação experimental; <sup>⓪</sup> - dados transformados  $\sqrt{(x+0.5)}$ ; F de Snedecor; r<sup>2</sup> - coeficiente de determinação; \* - significativo ao nível de p<0.05; \*\* - significativo ao nível de p<0.01; ns - não significativo;

TABELA 38A - Conteúdo dos macronutrientes e Al (g) e micronutrientes (mg) existentes no tronco (lenho do verticilo) de *Virola surinamensis*.

Secção	IDADE	N	P	K	Ca	Mg	S	Al	Fe	Mn	Cu	Zn
1	43	0.06	0.01	0.13	0.01	0.01	0.01	0.0001	0.01	0.22	0.17	0.21
	55	0.08	0.02	0.14	0.02	0.01	0.02	0.0003	0.70	0.72	0.23	0.17
2	43	0.14	0.01	0.21	0.04	0.02	0.02	0.0002	0.10	0.53	0.21	0.69
	55	0.18	0.03	0.29	0.06	0.04	0.03	0.0022	1.75	1.43	0.35	0.49
3	43	0.25	0.02	0.30	0.10	0.06	0.04	0.0002	0.12	1.16	0.25	2.21
	55	0.33	0.05	0.45	0.08	0.07	0.05	0.0032	2.34	2.57	0.42	1.28
4	43	0.32	0.02	0.31	0.11	0.08	0.05	0.0003	-	1.38	0.29	3.27
	55	0.45	0.06	0.54	0.11	0.09	0.07	0.0022	3.54	3.49	0.47	1.52
5	43	0.31	0.03	0.44	0.16	0.06	0.03	0.0013	-	1.79	0.04	1.58
	55	0.52	0.07	0.63	0.13	0.10	0.07	0.0026	2.31	3.86	0.31	1.68
6	43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	55	0.90	0.11	1.02	0.24	0.23	0.13	0.0044	3.37	7.02	0.27	2.96
7	43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	55	1.73	0.22	2.16	0.54	0.46	0.23	0.0294	7.96	11.34	0.44	8.53
$\bar{x}$	43	0.22	0.02	0.28	0.08	0.05	0.03	0.0004	0.07	1.01	0.19	1.59
	55	0.60	0.08	0.75	0.17	0.14	0.08	0.0063	3.14	4.35	0.36	2.38
$\bar{x}$		0.44	0.05	0.55	0.13	0.10	0.06	0.0039	1.85	2.96	0.29	2.05
Cve		19.95	1.00 <sup>①</sup>	17.50	15.27	18.94	0.92 <sup>①</sup>	0.09 <sup>①</sup>	-	7.37 <sup>①</sup>	18.65	12.38 <sup>①</sup>
F <sub>idade</sub>		*	*	*	ns	*	*	ns	-	**	**	ns
F <sub>secção</sub>		**	*	**	**	**	*	ns	-	**	*	**
R <sup>2</sup>	Linear	0.97**	0.98*	0.98**	0.99**	0.90**	0.87*	ns	-	0.97**	ns	0.73*
	Quad.	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-	ns	0.80*	ns

$\bar{x}$  - média por ano;  $\bar{x}$  - média geral; Cve - coeficiente de variação experimental; ① - dados transformados  $\sqrt{(x + 0.5)}$ ; F de Snedecor; r<sup>2</sup> - coeficiente de determinação; \* - significativo ao nível de p<0.05; \*\* - significativo ao nível de p<0.01; ns - não significativo;

TABELA 39A - Conteúdo dos macronutrientes e Al (g) e micronutrientes (mg) existentes na casca (casca do lenho do verticilo) de *Virola surinamensis*, aos 43 e 55 meses de idade

Secção	IDADE	N	P	K	Ca	Mg	S	Al	Fe	Mn	Cu	Zn
1	43	0.03	0.00	0.06	0.03	0.01	0.00	0.0000	0.04	0.48	0.03	0.05
	55	0.06	0.01	0.09	0.05	0.01	0.00	0.0004	0.45	1.52	0.06	0.10
2	43	0.05	0.00	0.05	0.05	0.01	0.00	0.0002	0.08	0.69	0.02	0.07
	55	0.11	0.01	0.10	0.09	0.02	0.01	0.0005	0.53	2.29	0.11	0.19
3	43	0.12	0.01	0.10	0.14	0.02	0.01	0.0007	0.25	1.98	0.08	0.33
	55	0.23	0.02	0.19	0.23	0.04	0.02	0.0009	0.77	4.74	0.22	0.58
4	43	0.13	0.01	0.11	0.19	0.03	0.01	0.0003	0.27	1.84	0.11	0.52
	55	0.32	0.02	0.22	0.34	0.05	0.02	0.0020	1.23	6.18	0.33	1.32
5	43	0.18	0.01	0.13	0.23	0.04	0.01	0.0010	0.50	2.59	0.12	0.70
	55	0.30	0.02	0.20	0.33	0.05	0.02	0.0064	1.87	5.55	0.29	1.08
6	43											
	55	0.59	0.04	0.38	0.63	0.12	0.04	0.0045	1.97	11.36	0.48	1.28
7	43											
	55	1.08	0.07	0.77	1.39	0.32	0.10	0.0493	5.93	18.66	1.31	12.42
x̄	43	0.10	0.01	0.09	0.13	0.02	0.01	0.0004	0.23	1.51	0.07	0.33
	55	0.38	0.03	0.28	0.44	0.09	0.03	0.0091	1.82	7.18	0.40	2.43
	x̄	0.27	0.02	0.20	0.31	0.06	0.02	0.0055	1.16	4.82	0.26	1.55
	Cve	3.04 <sup>(b)</sup>	0.34 <sup>(b)</sup>	17.94	2.42 <sup>(b)</sup>	0.58 <sup>(b)</sup>	0.31 <sup>(b)</sup>	0.16 <sup>(b)</sup>	9.40 <sup>(b)</sup>	9.37 <sup>(b)</sup>	3.62 <sup>(b)</sup>	8.52 <sup>(b)</sup>
	F <sub>idade</sub>	*	*	**	*	*	*	ns	**	**	*	*
	F <sub>secção</sub>	**	*	**	**	**	**	ns	**	**	*	**
R <sup>2</sup>	Linear	0.94**	0.92*	0.86**	0.94**	0.94**	0.94**	ns	0.95**	0.90**	0.90*	0.92**
	Quad.	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

x̄ - média por ano; x̄ - média geral; Cve - coeficiente de variação experimental; <sup>(b)</sup> - dados transformados  $\sqrt{(x + 0.5)}$ ; F de Snedecor; r<sup>2</sup> - coeficiente de determinação; \* - significativo ao nível de p<0.05; \*\* - significativo ao nível de p<0.01; ns - não significativo;



TABELA 40A - Conteúdo dos macronutrientes e Al (g) e micronutrientes (mg) existentes nas folhas novas de *Virola surinamensis*.

Lançamento	IDADE	N	P	K	Ca	Mg	S	Al	Fe	Mn	Cu	Zn
1	43	0.73	0.06	0.54	0.16	0.10	0.05	0.0020	1.15	8.36	0.50	0.99
	55	2.17	0.20	1.44	0.55	0.27	0.18	0.0091	9.29	26.92	1.60	2.44
2	43	1.37	0.10	0.75	0.42	0.19	0.10	0.0014	3.31	19.71	0.56	1.44
	55	3.56	0.32	2.13	0.84	0.38	0.30	0.0042	9.05	58.94	2.65	4.08
3	43	0.73	0.05	0.44	0.16	0.11	0.06	0.0032	1.53	14.90	0.42	0.79
	55	3.82	0.35	1.87	0.98	0.42	0.32	0.0048	18.12	83.30	2.88	4.83
4	43	0.53	0.03	0.30	0.20	0.08	0.04	0.0021	1.11	13.46	0.20	0.49
	55	3.77	0.30	1.75	1.09	0.38	0.33	0.0138	11.13	70.82	2.76	5.71
5	43	0.39	0.03	0.20	0.12	0.03	0.03	0.0014	0.79	8.92	0.05	0.28
	55	2.45	0.23	1.16	0.63	0.24	0.21	0.0042	7.31	63.19	1.78	2.83
X	43	0.75	0.05	0.45	0.21	0.10	0.05	0.0020	1.58	13.07	0.34	0.80
	55	3.16	0.28	1.67	0.82	0.34	0.27	0.0072	10.98	60.63	2.33	3.98
	X	1.95	0.17	1.06	0.51	0.22	0.16	0.0046	6.28	36.85	1.34	2.39
	Cve	10.27 <sup>Ⓞ</sup>	3.16 <sup>Ⓞ</sup>	17.95	7.57 <sup>Ⓞ</sup>	20.88	3.32 <sup>Ⓞ</sup>	0.29 <sup>Ⓞ</sup>	19.24 <sup>Ⓞ</sup>	15.85 <sup>Ⓞ</sup>	10.80 <sup>Ⓞ</sup>	16.94 <sup>Ⓞ</sup>
	F <sub>idade</sub>	**	**	**	**	**	**	*	**	**	**	**
	F <sub>secção</sub>	*	ns	*	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns
r <sup>2</sup>	Linear	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	Quad.	ns	ns	0.83*	ns	0.96*	ns	ns	ns	ns	ns	ns

X - média por ano; X - média geral; Cve - coeficiente de variação experimental; Ⓞ - dados transformados  $\sqrt{(x + 0.5)}$ ; F de Snedecor; r<sup>2</sup> - coeficiente de determinação; \* - significativo ao nível de p<0.05; \*\* - significativo ao nível de p<0.01; ns - não significativo;

TABELA 41A - Conteúdo dos macronutrientes e Al (g) e micronutrientes (mg) existentes nas folhas maduras de *Virola surinamensis*.

Lançamento	IDADE	N	P	K	Ca	Mg	S	Al	Fe	Mn	Cu	Zn
1	43	1.84	0.10	1.21	0.82	0.44	0.13	0.0022	3.62	20.12	1.29	1.96
	55	0.92	0.06	0.41	0.41	0.12	0.08	0.0012	2.77	10.16	0.79	1.10
2	43	4.94	0.25	2.32	2.76	0.98	0.37	0.0087	9.33	56.08	2.24	4.25
	55	2.58	0.17	1.04	1.22	0.35	0.22	0.0034	7.24	35.80	1.94	3.16
3	43	5.21	0.24	1.58	3.37	0.93	0.42	0.0064	11.38	56.25	1.44	3.73
	55	5.57	0.33	1.77	2.89	0.72	0.48	0.0296	15.42	83.37	3.88	6.36
4	43	3.01	0.14	0.72	2.43	0.62	0.26	0.0057	8.36	39.83	0.91	1.97
	55	8.23	0.49	1.99	4.93	1.15	0.74	0.0156	22.19	147.20	5.03	9.31
5	43	1.32	0.07	0.29	1.27	0.23	0.12	0.0024	3.74	19.23	0.28	1.14
	55	7.63	0.37	1.29	5.80	1.18	0.72	0.0096	22.06	154.05	3.58	8.61
X̄	43	3.26	0.16	1.23	2.13	0.64	0.26	0.0051	7.29	38.30	1.23	2.61
	55	4.98	0.29	1.30	3.05	0.70	0.45	0.0119	13.94	86.11	3.04	5.71
	X̄	4.12	0.22	1.26	2.59	0.67	0.36	0.0085	10.61	62.21	2.14	4.16
	Cve	16.60 <sub>⊕</sub>	9.45 <sup>⊕</sup>	23.29 <sub>⊕</sub>	16.71 <sub>⊕</sub>	20.24 <sub>⊕</sub>	13.52 <sub>⊕</sub>	0.76 <sup>⊕</sup>	14.71 <sup>⊕</sup>	19.15 <sup>⊕</sup>	17.42 <sup>⊕</sup>	17.70 <sup>⊕</sup>
R <sup>2</sup>	F <sub>idade</sub>	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns
	F <sub>secção</sub>	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	Linear	*	*	ns	*	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns
	Quad.	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

X̄ - média por ano; X̄ - média geral; Cve - coeficiente de variação experimental; ⊕ - dados transformados  $\sqrt{(x + 0.5)}$ ; F de Snedecor; r<sup>2</sup> - coeficiente de determinação; \* - significativo ao nível de p<0.05; \*\* - significativo ao nível de p<0.01; ns - não significativo;

TABELA 42A - Conteúdo dos macronutrientes e Al (g) e micronutrientes (mg) existentes nas folhas velhas de *Virola surinamensis*.

Lançamento	IDADE	N	P	K	Ca	Mg	S	Al	Fe	Mn	Cu	Zn
1	43	0.63	0.03	0.27	0.35	0.10	0.05	0.0016	1.42	3.89	0.46	0.60
	55	0.86	0.06	0.33	0.43	0.11	0.08	0.0012	2.85	7.92	0.74	0.95
2	43	2.67	0.11	0.80	2.25	0.53	0.23	0.0051	8.10	19.63	0.97	2.28
	55	3.61	0.19	0.98	2.05	0.45	0.29	0.0046	10.49	28.58	2.58	4.19
3	43	2.47	0.13	0.87	2.46	0.38	0.21	0.0080	6.68	22.05	0.90	2.01
	55	5.38	0.26	1.17	3.67	0.62	0.46	0.0068	14.99	44.42	3.37	6.54
4	43	1.73	0.08	0.37	2.04	0.20	0.17	0.0036	5.73	26.51	0.35	1.36
	55	7.92	0.39	1.84	5.97	1.05	0.71	0.0104	25.19	117.40	4.75	11.37
5	43	1.58	0.07	0.27	1.84	0.17	0.18	0.0052	6.02	38.28	0.55	1.34
	55	5.48	0.27	0.91	5.10	0.88	0.56	0.0074	18.26	116.66	3.36	8.44
x̄	43	1.81	0.09	0.52	1.79	0.28	0.17	0.0047	5.59	22.07	0.65	1.52
	55	4.65	0.23	1.05	3.45	0.62	0.42	0.0061	14.36	63.00	2.96	6.30
	x̄	3.23	0.16	0.78	2.62	0.45	0.29	0.0054	9.97	42.54	1.80	3.91
	Cve	20.59 <sup>Ⓢ</sup>	5.64 <sup>Ⓢ</sup>	14.71 <sup>Ⓢ</sup>	19.10 <sup>Ⓢ</sup>	15.03 <sup>Ⓢ</sup>	8.91 <sup>Ⓢ</sup>	0.23 <sup>Ⓢ</sup>	11.86 <sup>Ⓢ</sup>	14.49 <sup>Ⓢ</sup>	22.56 <sup>Ⓢ</sup>	28.68 <sup>Ⓢ</sup>
	F <sub>idade</sub>	*	*	*	ns	ns	*	ns	*	*	*	*
	F <sub>secção</sub>	*	*	ns	*	*	*	ns	*	*	ns	*
r <sup>2</sup>	Linear	ns	ns	ns	0.74*	ns	0.74*	ns	0.70*	0.96*	ns	ns
	Quad.	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

x̄ - média por ano; X̄ - média geral; Cve - coeficiente de variação experimental; Ⓢ - dados transformados  $\sqrt{(x + 0.5)}$ ; F de Snedecor; r<sup>2</sup> - coeficiente de determinação; \* - significativo ao nível de p<0.05; \*\* - significativo ao nível de p<0.01; ns - não significativo;

TABELA 43A - Conteúdo dos macronutrientes e Al (g) e micronutrientes (mg) existentes nos galhos de 0-1cm de *Virola surinamensis*.

Lançamento	IDADE	N	P	K	Ca	Mg	S	Al	Fe	Mn	Cu	Zn
1	43	0.21	0.01	0.42	0.09	0.04	0.03	0.0001	0.11	2.49	0.15	0.46
	55	0.65	0.07	1.34	0.40	0.12	0.10	0.0016	2.02	11.91	1.11	1.96
2	43	0.50	0.04	0.95	0.34	0.10	0.06	0.0005	0.35	12.13	0.32	1.09
	55	0.86	0.10	1.47	0.54	0.15	0.12	0.0033	1.60	22.29	1.25	2.43
3	43	0.40	0.03	0.50	0.30	0.10	0.05	0.0005	0.37	13.83	0.24	0.75
	55	1.02	0.15	1.29	0.73	0.21	0.13	0.0048	3.90	32.43	1.31	3.21
4	43	0.31	0.02	0.31	0.26	0.10	0.03	0.0010	0.41	8.30	0.10	0.67
	55	1.67	0.18	1.47	1.52	0.44	0.20	0.0060	5.32	67.71	1.54	6.16
5	43	0.48	0.03	0.50	0.28	0.26	0.05	0.0009	0.55	25.53	0.34	0.99
	55	1.62	0.17	0.95	2.39	0.67	0.23	0.0076	6.82	116.54	1.32	8.50
$\bar{X}$	43	0.38	0.03	0.54	0.26	0.12	0.04	0.0006	0.36	12.46	0.23	0.79
	55	1.16	0.14	1.30	1.12	0.32	0.16	0.0047	3.93	50.18	1.31	4.45
$\bar{X}$		0.77	0.08	0.92	0.69	0.22	0.10	0.0026	2.15	31.32	0.77	2.62
Cve		10.83 <sub>⊕</sub>	2.81 <sup>⊕</sup>	7.83 <sup>⊕</sup>	20.21 <sub>⊕</sub>	7.04 <sup>⊕</sup>	3.12 <sup>⊕</sup>	0.14 <sup>⊕</sup>	22.34 <sup>⊕</sup>	16.62 <sup>⊕</sup>	19.13	25.11 <sup>⊕</sup>
$F_{idade}$		*	**	**	*	*	*	*	**	*	**	*
$F_{seção}$		ns	ns	ns	*	*	ns	*	ns	*	ns	ns
$R^2$	Linear	ns	ns	ns	ns	0.90*	ns	0.99*	ns	0.93*	ns	ns
	Quad.	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

$\bar{X}$  - média por ano;  $\bar{X}$  - média geral; Cve - coeficiente de variação experimental;  $\oplus$  - dados transformados  $\sqrt{(x+0.5)}$ ; F de Snedecor;  $r^2$  - coeficiente de determinação; \* - significativo ao nível de  $p < 0.05$ ; \*\* - significativo ao nível de  $p < 0.01$ ; ns - não significativo;

TABELA 44A - Conteúdo dos macronutrientes e Al (g) e micronutrientes (mg) existentes nos galhos >1-2cm de *Virola surinamensis*.

Lançamento	IDADE	N	P	K	Ca	Mg	S	Al	Fe	Mn	Cu	Zn
1	43	0.50	0.06	1.11	0.32	0.10	0.06	0.0024	0.52	6.52	0.68	1.32
	55	0.32	0.06	0.43	0.22	0.05	0.04	0.0024	1.42	5.55	0.65	1.90
2	43	1.83	0.12	2.17	1.27	0.50	0.17	0.0027	0.50	27.91	0.83	2.87
	55	1.57	0.34	1.81	1.15	0.34	0.35	0.0148	6.52	29.71	2.42	5.11
3	43	1.82	0.10	1.33	1.16	0.44	0.14	0.0038	0.47	18.96	0.37	2.42
	55	1.94	0.30	1.63	1.27	0.37	0.15	0.0050	14.89	38.78	1.96	5.25
4	43	1.40	0.19	0.74	1.33	0.40	0.11	0.0074	1.28	19.61	0.21	1.18
	55	2.23	0.27	1.42	2.29	0.67	0.24	0.0064	14.76	60.44	1.52	5.93
5	43	1.72	0.08	0.72	1.36	0.51	0.14	0.0049	2.60	24.49	-	2.27
	55	1.86	0.17	0.91	2.14	1.23	0.25	0.0059	10.70	54.70	0.89	14.40
X̄	43	1.46	0.11	1.21	1.09	0.39	0.13	0.0042	1.07	19.50	0.53	2.01
	55	1.59	0.23	1.24	1.41	0.53	0.21	0.0069	9.66	37.84	1.49	6.52
	X̄	1.52	0.17	1.23	1.25	0.46	0.17	0.0056	5.37	28.67	1.06	4.27
	Cve	19.88	4.68 <sup>Ⓢ</sup>	12.10 <sup>Ⓢ</sup>	9.52 <sup>Ⓢ</sup>	11.69 <sup>Ⓢ</sup>	4.39 <sup>Ⓢ</sup>	0.34 <sup>Ⓢ</sup>	33.11 <sup>Ⓢ</sup>	20.60 <sup>Ⓢ</sup>	16.10 <sup>Ⓢ</sup>	26.81 <sup>Ⓢ</sup>
	F <sub>idade</sub>	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	*	*
	F <sub>secção</sub>	*	*	ns	**	*	ns	ns	ns	*	ns	ns
R <sup>2</sup>	Linear	0.53*	ns	ns	0.79**	0.89*	ns	ns	ns	0.72*	ns	ns
	Quad.	0.91*	0.83	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

X̄ - média por ano; X̄ - média geral; Cve - coeficiente de variação experimental; Ⓢ - dados transformados  $\sqrt{(x + 0.5)}$ ; F de Snedecor; r<sup>2</sup> - coeficiente de determinação; \* - significativo ao nível de p<0.05; \*\* - significativo ao nível de p<0.01; ns - não significativo;

TABELA 45A - Conteúdo dos macronutrientes e Al (g) e micronutrientes (mg) existentes nos galhos >2-3cm de *Virola surinamensis*.

Lançamento	IDADE	N	P	K	Ca	Mg	S	Al	Fe	Mn	Cu	Zn
1	43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	55	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	43	0.75	0.04	0.62	0.44	0.16	0.05	0.0017	-	8.77	-	0.63
	55	1.06	0.17	0.66	0.69	0.16	0.09	0.0023	3.25	11.37	0.81	2.42
3	43	0.61	0.03	0.75	0.55	0.25	0.06	0.0016	0.29	6.20	-	0.76
	55	1.49	0.17	1.22	1.19	0.35	0.16	0.0051	6.67	31.56	1.08	2.99
4	43	0.48	0.02	0.36	0.41	0.21	0.04	0.0014	0.36	6.14	-	0.60
	55	2.43	0.28	1.98	3.53	0.93	0.30	0.0101	13.60	83.98	0.77	5.28
5	43	0.55	0.02	0.34	0.31	0.26	0.05	0.0008	0.18	22.82	-	0.84
	55	1.91	0.18	0.49	2.66	0.85	0.24	0.0034	6.84	99.58	0.48	5.95
x̄	43	0.60	0.03	0.52	0.43	0.22	0.05	0.00	0.28	10.98	-	0.71
	55	1.72	0.20	1.09	2.01	0.57	0.20	0.01	7.59	56.62	0.79	4.16
	x̄	1.16	0.12	0.80	1.22	0.40	0.12	0.00	4.46	33.80	0.79	2.43
	Cve	14.11 <sub>0</sub>	3.22 <sup>0</sup>	17.93 <sup>0</sup>	18.14 <sup>0</sup>	13.12	5.44	0.57	-	17.89	-	17.07
	F <sub>idade</sub>	*	**	ns	*	ns	*	ns	-	*	-	*
	F <sub>secção</sub>	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-	ns	-	ns
R <sup>2</sup>	Linear	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-	ns	-	ns
	Quad.	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-	ns	-	ns

x̄ - média por ano; X̄ - média geral; Cve - coeficiente de variação experimental; <sup>0</sup> - dados transformados  $\sqrt{(x + 0.5)}$ ; F de Snedecor; r<sup>2</sup> - coeficiente de determinação; \* - significativo ao nível de p<0.05; \*\* - significativo ao nível de p<0.01; ns - não significativo;

TABELA 46A - Produção média e distribuição de biomassa seca (kg) nos diferentes compartimentos de *Ceiba pentandra* e *Virola surinamensis* e suas respectivas porcentagens em relação a biomassa seca total produzida.

COMPARTIMENTO	BIOMASSA SECA							
	<i>Ceiba pentandra</i>				<i>Virola surinamensis</i>			
	43		55		43		55	
	meses	%	meses	%	meses	%	meses	%
TRONCO	40,79	55,24	88,68	59,12	3,46	39,9	9,63	45,05
Lenho do tronco	36,70	49,70	79,18	52,79	3,08	35,5	7,42	34,71
Lenho do verticilo	4,09	5,54	9,50	6,33	0,38	4,4	2,21	10,34
CASCA	13,67	18,51	27,47	18,31	0,60	6,90	1,69	7,90
Casca do lenho do tronco	11,66	15,79	24,33	16,22	0,54	6,20	1,30	6,08
Casca do lenho do verticilo	2,01	2,72	3,14	2,09	0,06	0,70	0,39	1,82
FOLHAS	5,39	7,30	6,95	4,63	1,81	20,90	4,07	19,03
F. Novas	-	-	-	-	0,20	2,30	0,95	4,44
F. Maduras	-	-	-	-	0,99	11,40	1,60	7,48
F. Velhas	-	-	-	-	0,62	7,20	1,52	7,11
PECÍOLO	0,84	1,14	1,06	0,71	-	-	-	-
GALHOS	13,15	17,81	25,84	17,23	2,80	32,30	5,99	28,02
G. de 0-1cm	2,03	2,75	2,67	1,78	0,26	3,00	1,03	4,82
G.>1-2cm	2,95	4,00	4,29	2,86	1,75	20,20	2,16	10,10
G.>2-3cm	2,43	3,29	4,05	2,70	0,79	9,10	2,80	13,10
G.>3cm	5,74	7,77	14,83	9,89	-	-	-	-
TOTAL	73,84	100	150,00	100	8,67	100	21,38	100

TABELA 47A - Biomassa seca (kg) e conteúdo médio dos macronutrientes, alumínio (g) e micronutrientes (mg) nos diferentes compartimentos de *Ceiba pentandra* e suas respectivas porcentagens em relação ao total acumulado em cada compartimento.

Compartimento da árvore	Idade (meses)	Biomassa												Total*
		Seca	N	P	K	Ca	Mg	S	Al	Fe	Mn	Cu	Zn	
TRONCO ( $\Sigma$ de lenho do tronco + lenho do verticilo)	43	40,79	19,87	4,15	33,28	21,52	9,63	1,28	0,20	62,08	35,90	4,48	58,94	90,09
	%	55,24	22,06	4,61	36,94	23,88	10,69	1,42	0,22	0,07	0,04	0,005	0,06	26,06
	55	88,68	28,48	3,62	59,20	47,67	17,46	2,82	0,51	115,47	58,66	23,71	93,64	160,05
	%	59,12	17,79	2,26	36,99	29,78	10,91	1,76	0,32	0,07	0,04	0,01	0,06	30,99
CASCA ( $\Sigma$ de casca do tronco + casca do verticilo)	43	13,67	15,15	1,48	10,18	18,76	1,88	0,69	0,05	36,43	14,49	2,82	24,52	48,27
	%	18,51	31,39	3,07	21,09	38,86	3,89	1,43	0,10	0,08	0,03	0,006	0,05	13,96
	55	27,47	26,78	1,73	17,86	28,03	3,79	1,41	0,16	61,16	20,17	6,62	36,05	79,88
	%	18,31	33,53	2,17	22,36	35,09	4,74	1,77	0,20	0,08	0,03	0,008	0,05	15,47
FOLHAS + PECÍOLO	43	6,23	64,20	3,51	19,30	19,86	6,50	3,14	0,15	111,18	38,50	19,16	35,27	116,86
	%	8,44	54,94	3,00	16,52	16,99	5,56	2,69	0,13	0,10	0,03	0,02	0,03	33,80
	55	8,01	69,61	5,33	32,09	26,92	7,86	4,81	0,24	141,60	45,79	41,26	56,45	147,15
	%	5,34	47,31	3,62	21,81	18,29	5,34	3,27	0,16	0,10	0,03	0,03	0,04	28,49
GALHOS ( $\Sigma$ de 0-1 + >1-2 + >2-3 + >3 cm)	43	13,15	27,77	2,98	21,98	29,78	5,03	2,72	0,09	56,05	30,01	14,54	81,19	90,53
	%	17,81	30,67	3,29	24,28	32,90	5,56	3,00	0,10	0,06	0,03	0,02	0,09	26,18
	55	25,84	45,56	3,55	30,85	37,93	6,78	4,37	0,13	44,56	40,82	33,94	107,15	129,39
	%	17,23	35,21	2,74	23,84	29,31	5,24	3,38	0,10	0,03	0,03	0,03	0,08	25,05
Total	43	73,84	126,99	12,12	84,74	89,92	23,04	7,83	0,49	265,74	118,90	41,00	199,92	345,75
	%	100	0,17	0,02	0,11	0,12	0,03	0,01	0,0007	0,0004	0,0002	0,00006	0,0008	100
	55	150,00	170,43	14,23	140,00	140,55	35,89	13,41	1,04	362,79	165,44	105,53	293,29	516,47
	%	100	0,11	0,009	0,09	0,09	0,02	0,009	0,0007	0,0002	0,0001	0,00007	0,0002	100

\* = valores expressos em grama.



TABELA 48A - Biomassa seca (kg) e conteúdo médio dos macronutrientes, alumínio (g) e micronutrientes (mg) nos diferentes compartimentos de *Virola surinamensis* e suas respectivas porcentagens em relação ao total acumulado em cada compartimento.

Compartimento Da árvore	Idade (meses)	Biomassa												Total*
		Seca	N	P	K	Ca	Mg	S	Al	Fe	Mn	Cu	Zn	
TRONCO ( $\Sigma$ de lenho do tronco + lenho do verticilo)	43	3,46	1,58	0,14	2,08	0,46	0,33	0,17	0,010	0,07	7,88	0,73	4,74	4,78
	%	39,91	33,05	2,93	43,51	9,62	6,90	3,56	0,21	0,001	0,16	0,02	0,10	16,16
	55	9,63	2,58	0,36	3,17	0,72	0,63	0,36	0,026	11,84	18,86	3,53	10,66	7,89
	%	45,04	32,70	4,56	40,17	9,12	7,98	4,56	0,33	0,15	0,24	0,04	0,14	14,02
CASCA ( $\Sigma$ de casca do tronco + casca do verticilo)	43	0,60	0,88	0,06	0,82	1,04	0,20	0,06	0,004	2,67	11,42	0,58	1,53	3,08
	%	6,92	28,57	1,95	26,62	33,76	6,49	1,95	0,13	0,09	0,37	0,02	0,05	10,41
	55	1,69	1,62	0,12	1,17	1,53	0,37	0,11	0,015	4,87	26,24	1,11	4,17	4,97
	%	7,90	32,59	2,41	23,54	30,78	7,44	2,21	0,30	0,10	0,53	0,02	0,08	8,83
FOLHAS ( $\Sigma$ de novas + maduras + velhas)	43	1,81	5,82	0,30	2,20	4,13	1,02	0,48	0,012	14,46	73,44	2,22	4,93	14,06
	%	20,88	41,39	2,13	15,64	29,37	7,25	3,41	0,09	0,10	0,52	0,02	0,04	47,53
	55	4,07	12,79	0,80	4,02	7,32	1,66	1,14	0,025	39,28	209,74	8,33	15,99	28,03
	%	19,04	45,63	2,85	14,34	26,11	5,92	4,07	0,09	0,14	0,75	0,03	0,06	49,79
GALHOS ( $\Sigma$ de 0-1 + >1-2 + >2-3 cm)	43	2,80	2,44	0,17	2,27	1,78	0,73	0,22	0,005	1,71	42,94	0,76	3,51	7,66
	%	32,29	31,85	2,22	29,63	23,24	9,53	2,87	0,07	0,02	0,56	0,01	0,05	25,90
	55	5,99	4,47	0,57	3,63	4,54	1,42	0,57	0,022	21,18	144,64	3,59	15,13	15,40
	%	28,02	29,03	3,70	23,57	29,48	9,22	3,70	0,14	0,14	0,94	0,02	0,09	27,36
Total	43	8,67	10,72	0,67	7,37	7,41	2,28	0,93	0,031	18,91	135,68	4,29	14,71	29,58
	%	100	0,12	0,008	0,08	0,09	0,03	0,01	0,0004	0,0002	0,002	0,00005	0,0002	100
	55	21,38	21,46	1,85	11,99	14,11	4,08	2,18	0,088	77,17	399,48	16,56	45,95	56,29
	%	100	0,10	0,009	0,06	0,07	0,02	0,01	0,0004	0,0004	0,002	0,00008	0,0004	100

\* = valores expressos em grama.

TABELA 49A - Biomassa seca (kg) e conteúdo dos macronutrientes, alumínio (g) e micronutrientes (mg) nos diferentes tipos de raízes de *Ceiba pentandra* e *Virola surinamensis* e suas respectivas porcentagens em relação ao total acumulado em cada tipo de raiz.

Espécie	Compartimento da árvore	Biomassa												
		Seca	N	P	K	Ca	Mg	S	Al	Fe	Mn	Cu	Zn	Total*
<i>Ceiba pentandra</i>	Raiz Fina	0,06	0,88	0,03	0,32	0,20	0,18	0,03	0,38	71,88	10,14	0,36	0,36	2,10
	%	0,50	41,90	1,43	15,24	9,52	8,57	1,43	18,09	3,42	0,48	0,02	0,02	0,81
	Casca da raiz grossa	0,63	4,95	0,24	8,76	5,35	1,30	0,19	3,53	667,80	22,68	0,63	5,67	25,02
	%	5,33	19,78	0,96	35,01	21,38	5,20	0,76	14,11	2,67	0,09	0,003	0,02	9,62
	Madeira da raiz grossa	1,49	3,90	0,48	13,35	1,32	1,75	0,20	0,20	32,78	4,47	-	2,98	21,24
	%	12,61	18,36	2,26	62,85	6,21	8,24	0,94	0,94	0,15	0,02	-	0,01	8,17
	Casca da raiz pivotante	2,98	16,43	0,84	25,25	38,68	3,04	0,77	2,92	536,00	29,48	5,36	42,88	88,54
	%	25,21	18,56	0,95	28,52	43,69	3,43	0,87	3,30	0,61	0,03	0,006	0,05	34,03
	Madeira da raiz pivotante	6,66	21,31	2,68	70,60	12,15	10,59	1,05	4,06	699,30	33,30	13,32	26,64	123,21
	%	56,35	17,30	2,18	57,30	9,86	8,60	0,85	3,30	0,57	0,03	0,01	0,02	47,37
Total		11,82	47,47	4,27	118,28	57,70	16,86	2,24	11,09	2007,76	100,07	19,67	89,09	260,11
%		100	0,40	0,04	1,00	0,49	0,14	0,02	0,09	0,02	0,0008	0,0002	0,0008	100
<i>Virola surinamensis</i>	Raiz Fina	0,25	1,19	0,15	2,37	0,93	1,04	0,50	2,16	425,00	18,25	3,25	41,50	8,83
	%	9,88	13,48	1,70	26,84	10,53	11,78	5,66	24,46	4,81	0,21	0,04	0,47	20,49
	Casca da raiz grossa	0,29	3,04	0,12	2,42	1,11	0,50	0,14	4,68	817,80	11,89	2,03	2,61	12,84
	%	11,46	23,68	0,93	18,85	8,64	3,89	1,09	36,45	6,37	0,09	0,02	0,02	29,79
	Madeira da raiz grossa	1,00	2,68	0,13	3,15	0,56	0,27	0,19	0,61	93,00	4,00	-	-	7,69
	%	39,53	34,85	1,69	40,96	7,28	3,51	2,47	7,93	1,21	0,05	-	-	17,84
	Casca da raiz pivotante	0,17	1,48	0,06	0,56	1,03	0,20	0,07	4,37	781,49	4,76	0,85	1,70	8,56
	%	6,72	17,29	0,70	6,54	12,03	2,34	0,82	51,05	9,13	0,06	0,001	0,02	19,86
	Madeira da raiz pivotante	0,82	1,98	0,16	1,97	0,36	0,20	0,16	0,12	22,96	203,36	-	6,56	5,18
	%	32,41	38,22	3,09	38,03	6,95	3,86	3,09	2,32	0,44	3,93	-	0,13	12,02
Total		2,53	10,37	0,62	10,47	3,99	2,21	1,06	11,94	2140,25	242,26	6,13	52,37	43,10
%		100	0,41	0,02	0,41	0,16	0,09	0,04	0,47	0,08	0,009	0,0002	0,002	100

\* valores expressos em grama.

TABELA 50A - Análise da variância para biomassa (g) e teores de macronutrientes (g/kg) retornados com a serapilheira de *Ceiba pentandra* e *Virola surinamensis*.

Fonte de Variação	G.L	Biomassa	N	P	Q. M			
					K	Ca	Mg	S
Espécie	1	119.01**	90.87**	334.62**	203.53**	0.18ns	28.66**	49.72**
Período (Ceiba)	11	23.89**	3.84**	6.03**	12.46**	5.46**	0.94ns	3.65**
Período (Virola)	11	3.46**	1.30ns	0.62ns	0.42ns	0.82ns	0.34ns	0.73ns
Média Ceiba		70.77	14.18	0.93	3.27	13.04	2.96	1.52
Média Virola		34.71	12.05	0.31	1.49	10.05	1.91	1.38
C.V(%)		14.55	4.17	6.30	13.23	8.73	19.88	3.53

\* significativo para P<0.05 pelo teste F

\*\* significativo para P<0.01 pelo teste F

ns não significativo pelo teste F

TABELA 51A – Análise da variância dos teores de micronutrientes (mg/kg) e alumínio (mg/kg) retornados com a serapilheira de *Ceiba pentandra* e *Virola surinamensis*.

Fonte de Variação	G.L	Fe	Mn	Q. M		
				Cu	Zn	Al
Espécie	1	2.30*	558.79**	66.13**	84.34**	18.85**
Período (Ceiba)	11	0.35ns	0.09ns	2.18*	1.05ns	1.57ns
Período (Virola)	11	2.20*	2.85**	1.40ns	1.55ns	3.35**
Média Ceiba		48.35	14.71	7.40	10.25	37,5
Média Virola		53.71	115.28	4.59	17.04	27,5
C.V(%)		16.96	19.63	14.32	13.47	19.66

\* significativo para P<0.05 pelo teste F

\*\* significativo para P<0.01 pelo teste F

ns não significativo pelo teste F