

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL**

**EXPORTAÇÃO DE NUTRIENTES PELA EXPLORAÇÃO DE
MADEIRAS COMERCIAIS EM UMA ÁREA DE FLORESTA
AMAZÔNICA DE TERRA FIRME EM ITACOATIARA, AM**

LÍVIA HELENA CARRERA SILVEIRA

ORIENTADORA: Profa. Dra. ALBA VALÉRIA REZENDE

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS

PUBLICAÇÃO: PPGEFL.DM – 173/12

BRASÍLIA/DF: FEVEREIRO/2012

EXPORTAÇÃO DE NUTRIENTES PELA EXPLORAÇÃO DE MADEIRAS COMERCIAIS EM UMA ÁREA DE FLORESTA AMAZÔNICA DE TERRA FIRME EM ITACOATIARA, AM

Livia Helena Carrera Silveira

Dissertação apresentada como pré-requisito para obtenção do título de Mestre em Ciências Florestais da Universidade de Brasília, submetida à aprovação da banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Alba Valéria Rezende

Universidade de Brasília – UnB
Departamento de Engenharia Florestal – EFL
(Orientadora)

Mundayatan Haridasan

Universidade de Brasília – UnB
Departamento de Ecologia – ECL

Ailton Teixeira do Vale

Universidade de Brasília – UnB
Departamento de Engenharia Florestal – EFL

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade de Brasília.
Acervo 999138.

Silveira, Livia Helena Carrera.

S587e Exportação de nutrientes pela exploração de madeiras comerciais em uma área de floresta amazônica de terra firme em Itacoatiara, AM / Livia Helena Carrera Silveira.

--
2012.

x, 65 f. : il. ; 30 cm.

Dissertação (mestrado) - Universidade de Brasília, Departamento de Engenharia Florestal, 2012.

Inclui bibliografia.

Orientação: Alba Valéria Rezende.

1. Manejo florestal. 2. Solos - Composição. 3. Árvores - Composição. I. Rezende, Alba Valéria. II. Título.

CDU 634.0

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

SILVEIRA, L. H. C. (2012). Exportação de nutrientes pela exploração de madeiras comerciais em uma área de floresta amazônica de terra firme em Itacoatiara, AM. Dissertação de mestrado em Ciências Florestais, Publicação PPGEFL.DM – 173/12, Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Brasília, DF. 65 p.

SESSÃO DE DIREITOS

AUTOR: Livia Helena Carrera Silveira

TÍTULO: Exportação de nutrientes pela exploração de madeiras comerciais em uma área de floresta amazônica de terra firme em Itacoatiara, AM.

GRAU: Mestre ANO: 2012

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta dissertação de mestrado e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte dessa dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem autorização por escrito do autor.

Livia Helena Carrera Silveira

Condomínio Quintas da Alvorada, 346. Jardim Botânico.

71.680-356 Brasília – DF - Brasil

“Sua fauna é infinita; sua flora, inesgotável; suas riquezas minerais, misteriosas. As pesquisas dos sábios serão insuficientes para desvendá-la. A Amazônia é o encanto dos naturalistas. Muitos anos passarão ainda antes que se tenha feito o inventário das riquezas que ela encerra. Este trabalho só poderá ser realizado por uma legião de pioneiros. Deve-se, entretanto, temer que só se faça o recenseamento após a pilhagem.”

Santa-Anna Nery, final do séc. XIX

AGRADECIMENTOS

Ao projeto INCT – Madeiras da Amazônia pelo apoio financeiro e logístico.

À CAPES pela bolsa concedida.

À minha orientadora Alba Valéria Rezende pela orientação e apoio.

Ao professor Mundayatan Haridasan pelo incentivo e reuniões. Mesmo que não oficialmente obrigada pela co-orientação!

À equipe de campo: Tertuliano Weisen, Antônio Nascimento e José Maria Gonçalves, funcionários do INPA que foram imprescindíveis na coleta das amostras.

Ao Laboratório de Manejo Florestal do INPA (LMF/INPA) pelos equipamentos emprestados. À assistência de Niro Higuchi, Estevão Vicente C. M. de Paula, Claudete Catanhede e Maria de Jesus C. Varejão.

Aos amigos que moram em Manaus que me acolheram e ajudaram: Clarissa Fontes, Fernanda Coelho, Rodrigo Bastos, Gabriel Damasco.

À pesquisadora do INPA Maria Aparecida de Jesus por me acolher em sua casa e pela assistência no pré-campo.

Aos funcionários da Fazenda Água Limpa – UnB: Sebastião e Vanduí.

Aos professores do Departamento de Engenharia Florestal – UnB: Ailton, Alcides, Eraldo, Ildeu, Reginaldo.

Aos amigos de pós-graduação: Renato Lôbo, Lamartine Soares, Eder Miguel, Henrique Mews, Raul Silvestre, Gabriel Vargas, Taciana dos Santos.

Aos meus pais Cláudia Carrera e Carlos Alberto pelo apoio e paciência!

Ao Marco Caçador pelo apoio e incentivo.

A todas as amigas que escutaram minhas empolgações, reclamações, angústias, e me proporcionaram palavras de conforto e momentos de alegrias!

RESUMO

O presente estudo teve como objetivo quantificar os nutrientes exportados e devolvidos ao solo pela atividade de exploração florestal em uma área de floresta amazônica de terra firme. A coleta das amostras de solo e de vegetação arbórea ocorreu em uma área de 20 ha manejada pela empresa Mil Madeiras Preciosas LTDA, localizada no Município de Itacoatiara – AM. Foram amostradas 50 árvores pertencentes a 21 espécies de interesse comercial, que representam 28,6% dos indivíduos explorados na área. As árvores selecionadas foram compartimentadas em folha, casca, galho fino (diâmetro < 10 cm), galho grosso (diâmetro > 10 cm) e tronco. Uma amostra de cada parte da árvore foi coletada em campo para análise química dos teores dos macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S). Os estoques de nutrientes em cada parte da árvore foram estimados a partir do produto entre o teor de nutriente e a biomassa seca. A amostragem do solo foi realizada em 30 pontos distribuídos aleatoriamente na área em duas profundidades (0-20 e 20-40 cm). O solo da área foi classificado como Latossolo Amarelo Distrófico, apresentando teores médios de matéria orgânica, teores baixos ou muito baixos de cálcio, magnésio, fósforo e potássio e alta saturação por alumínio. Na vegetação arbórea as maiores concentrações de nutrientes foram encontradas nas folhas, com exceção do cálcio que teve maior concentração na casca. Os nutrientes na vegetação arbórea variaram significativamente entre espécies. Não foi verificada correlação entre o nitrogênio e o fósforo, porém houve correlação significativa entre o nitrogênio e o enxofre. O maior estoque de nutrientes foi encontrado no tronco devido a elevada biomassa em relação às outras partes da árvore. Os estoques de nutrientes exportados pela exploração madeireira através do tronco e da casca (N - 66,7kg.ha⁻¹; P - 1,2kg.ha⁻¹; K - 15,6kg.ha⁻¹; Ca - 19,5kg.ha⁻¹; Mg - 5,8kg.ha⁻¹; S - 15,6kg.ha⁻¹), foi considerado baixo comparado à quantidade de nutrientes ciclados via serapilheira fina.

Palavras-chave: concentração de nutrientes; estoque de nutrientes; exportação de nutrientes; manejo florestal.

ABSTRACT

The aim of the present study was to quantify the exported and returned to soil nutrients through logging activities in an area of Terra Firme Amazon forest. The soil and tree sampling was made in an area of 20 ha harvested by the firm Mil Madeiras Preciosas LTDA, located at the Itacoatiara district - AM. The tree sampling was made in 50 individuals belonging to 21 species of commercial interest that represent 28,6% of the explored individuals in this area. The trees sampled were separated in leaf, bark, thin branches (diameter < 10 cm), large branches (diameter > 10 cm) and trunk. One sample of each part of the tree was collected for macronutrient concentration analysis (N, P, K, Ca, Mg and S). The nutrient stock was estimated by the product between nutrient content and biomass of each part of the tree. The soil sampling was made in 30 locations randomly distributed in the area and in two different depths (00 - 20, 20 - 40 cm). The local soil was classified as Latossolo Amarelo Distrófico, with medium concentration of organic matter, low to very low concentration of calcium, magnesium, phosphorus, and potassium and high aluminum saturation. In the arboreous vegetation the highest nutrient concentrations were found in the leaf except for calcium, that was more abundant in the bark. The nutrient concentrations in the arboreous vegetation vary considerably among species. For the species studied there was no correlation between nitrogen and phosphorus, but there was a significant correlation between nitrogen and sulfur. The highest nutrient content was found in the trunk due to its elevated biomass compared to other parts of the tree. The nutrient content exported from logging through the trunk and the bark (N - 66,7kg.ha⁻¹; P - 1,2kg.ha⁻¹; K - 15,6kg.ha⁻¹; Ca - 19,5kg.ha⁻¹; Mg - 5,8kg.ha⁻¹; S - 15,6kg.ha⁻¹), was considered low compared to the amount of nutrients cycled through fine litter.

Key words: Nutrient concentration; nutrient content; nutrient export; forest management.

SUMÁRIO

RESUMO	vi
ABSTRACT	vii
1. Introdução.....	1
2. Objetivos	4
Objetivo geral	4
Objetivos específicos	4
3. Revisão de literatura.....	5
Impactos da exploração madeireira na floresta amazônica de terra firme.....	5
Nutrientes na biomassa florestal e nos solos na floresta tropical de terra firme.....	7
Biomassa Florestal na floresta amazônica de terra firme	9
4. Material e Métodos.....	11
4.1. Área de estudo.....	11
4.2. Coleta de dados	13
4.3. Análise de dados.....	20
5. Resultados e Discussões.....	21
5.1. Caracterização dos nutrientes no solo	21
5.2. Concentração de nutrientes nas espécies arbóreas exploradas.....	23
5.4. Biomassa arbórea acima do solo	37
5.5. Estoques de nutrientes nas diferentes partes da árvore	39
6. Conclusões	45
7. Bibliografia.....	46
Anexos.....	54

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Número de indivíduos, área basal, biomassa e índice de cobertura das espécies inventariadas e exploradas em 20 ha de floresta amazônica de terra firme, no Município de Itacoatiara - AM.....	14
Tabela 2. Valores de DAP das árvores pertencentes a 21 espécies comerciais amostradas em 20 ha de floresta amazônica de terra firme, no Município de Itacoatiara - AM.....	17
Tabela 3. Porcentagem da biomassa fresca por compartimento das árvores comerciais exploradas em uma floresta amazônica de terra firme. Fonte: Silva (2007).	19
Tabela 4. Características químicas de solo de uma floresta amazônica de terra firme de 20 ha, no Município de Itacoatiara – AM. Valores médios de 30 amostras. Valores de desvio padrão entre parêntesis. Tr – traços.	21
Tabela 5. Valores médios dos teores de nutrientes foliares (%) para as espécies comerciais exploradas em uma área de floresta amazônica de terra firme no Município de Itacoatiara, AM. Valor de desvio padrão entre parêntesis.	26
Tabela 6. Valores médios dos teores de nutrientes da casca (%) para as espécies comerciais exploradas em uma área de floresta amazônica de terra firme no Município de Itacoatiara, AM. Valor de desvio padrão entre parêntesis.	27
Tabela 7. Valores médios dos teores de nutrientes do galho fino (%) para as espécies comerciais exploradas em uma área de floresta amazônica de terra firme no Município de Itacoatiara, AM. Valor de desvio padrão entre parêntesis.	28
Tabela 8. Valores médios dos teores de nutrientes do galho grosso (%) para as espécies comerciais exploradas em uma área de floresta amazônica de terra firme no Município de Itacoatiara, AM. Valor de desvio padrão entre parêntesis.	29
Tabela 9. Valores médios dos teores de nutrientes do tronco (%) para as espécies comerciais exploradas em uma área de floresta amazônica de terra firme no Município de Itacoatiara, AM. Valor de desvio padrão entre parêntesis.	30
Tabela 10. Proporções N/P, N/S e Ca/Mg nas espécies comerciais exploradas em uma área de floresta amazônica de terra firme no Município de Itacoatiara, AM.....	33
Tabela 11. Percentual da biomassa da casca e teor de umidade nas espécies comerciais exploradas em uma área de floresta amazônica de terra firme no Município de Itacoatiara, AM.....	37
Tabela 12. Estoques de nutrientes exportados através da madeira (tronco e casca) e devolvidos ao solo através de galhos e folhas após exploração das espécies comerciais em uma área de floresta amazônica de terra firme no Município de Itacoatiara, AM.	43

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de solos e da fitoecologia do RADAMBRASIL, localizando a área de estudo na floresta amazônica de terra firme, no Município de Itacoatiara - AM. LAD – Latossolo Amarelo Distrófico.	12
Figura 2. Foto da floresta amazônica de terra firme estudada no Município de Itacoatiara - AM.	13
Figura 3. Relação entre pH em água e alumínio trocável em um solo de floresta amazônica de terra firme, no Município de Itacoatiara - AM.	22
Figura 4. Variação nas concentrações de N e S em diferentes componentes de biomassa nas espécies comerciais exploradas em uma área de floresta amazônica de terra firme no Município de Itacoatiara, AM. (a) folha, (b) casca, (c) galho fino, (d) galho grosso, (e) tronco.	35
Figura 5. Variação nas concentrações de Ca e Mg em diferentes componentes de biomassa nas espécies comerciais exploradas em uma área de floresta amazônica de terra firme no Município de Itacoatiara, AM. (a) folha, (b) galho fino.	36
Figura 6. Distribuição da massa seca média nas diferentes componentes nas espécies comerciais exploradas em uma área de floresta amazônica de terra firme no Município de Itacoatiara, AM.	38
Figura 7. Distribuição de N nos diferentes componentes da biomassa aérea nas espécies comerciais exploradas em uma área de floresta amazônica de terra firme no município de Itacoatiara, AM.	39
Figura 8. Distribuição de P nos diferentes componentes da biomassa aérea nas espécies comerciais exploradas em uma área de floresta amazônica de terra firme no Município de Itacoatiara, AM.	40
Figura 9. Distribuição de K nos diferentes componentes da biomassa aérea nas espécies comerciais exploradas em uma área de floresta amazônica de terra firme no Município de Itacoatiara, AM.	40
Figura 10. Distribuição de Ca nos diferentes componentes da biomassa aérea nas espécies comerciais exploradas em uma área de floresta amazônica de terra firme no Município de Itacoatiara, AM.	41
Figura 11. Distribuição de Mg nos diferentes componentes da biomassa aérea nas espécies comerciais exploradas em uma área de floresta amazônica de terra firme no Município de Itacoatiara, AM.	41
Figura 12. Distribuição de S nos diferentes componentes da biomassa aérea nas espécies comerciais exploradas em uma área de floresta amazônica de terra firme no Município de Itacoatiara, AM.	42

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Concentração de nitrogênio (%) e estoque de nitrogênio (kg) nas espécies comerciais exploradas em uma área de floresta amazônica de terra firme no Município de Itacoatiara, AM.....	54
Anexo 2. Concentração de fósforo (%) e estoque de fósforo (kg) nas espécies comerciais exploradas em uma área de floresta amazônica de terra firme no Município de Itacoatiara, AM.....	56
Anexo 3. Concentração de potássio (%) e estoque de potássio (kg) nas espécies comerciais exploradas em uma área de floresta amazônica de terra firme no Município de Itacoatiara, AM.....	58
Anexo 4. Concentração de cálcio (%) e estoque de cálcio (kg) nas espécies comerciais exploradas em uma área de floresta amazônica de terra firme no Município de Itacoatiara, AM.....	60
Anexo 5. Concentração de magnésio (%) e estoque de magnésio (kg) nas espécies comerciais exploradas em uma área de floresta amazônica de terra firme no Município de Itacoatiara, AM.....	62
Anexo 6. Concentração de enxofre (%) e estoque de enxofre (kg) nas espécies comerciais exploradas em uma área de floresta amazônica de terra firme no Município de Itacoatiara, AM.....	64

1. INTRODUÇÃO

As florestas de terra firme caracterizam-se por ocorrer em regiões não sujeitas à inundação e podem ser separadas em dois tipos de acordo com o relevo, ou seja, florestas da planície amazônica (com até 400 m de altitude) e florestas do planalto guianense (acima de 400 m de altitude). De maneira geral apresentam árvores altas, dossel fechado, muitas lianas, sub-bosque aberto e grande produção de biomassa (O'BRIEN e O'BRIEN, 1995). A Amazônia tem enorme potencial madeireiro, com mais de 400 mil ha de florestas e volume médio de 262 ± 54 m³/ha, dos quais 10% são considerados comerciais (CLEMENT e HIGUCHI, 2006).

Na Amazônia é possível encontrar florestas de terra firme se desenvolvendo sobre diferentes tipos de solos, no entanto, a maior parte ocorre sobre Latossolos e solos Espodosolos (VIEIRA e SANTOS, 1987). Os Latossolos e Espodosolos são caracterizados como solos antigos, bem drenados, com baixo conteúdo de matéria orgânica, baixa CTC e normalmente ácidos. Assim a Floresta Amazônica é conhecida principalmente pela exuberante vegetação a qual se desenvolve em solos de baixa fertilidade.

Diversos autores, incluindo Sioli (1991) e Jordan e Herrera (1981) relataram que a floresta utiliza o solo apenas para sua fixação mecânica, sobrevivendo do processo de ciclagem de nutrientes. Quando não há entrada de nutrientes pelo intemperismo da rocha, a ciclagem de nutrientes é mais eficiente, há formação de uma camada de raízes finas na primeira camada ou acima do solo (VITOUSEK e SANFORD, 1986; MEDINA e CUEVAS, 1989). Tais raízes reabsorvem e reconduzem à biomassa vegetal grande quantidade dos nutrientes que são liberados da decomposição da serapilheira. A entrada de nutrientes na floresta também se dá pelas chuvas e aerossóis, que são partículas suspensas no ar (LUIZÃO, 2006). A maior parte dos nutrientes que entram na floresta fica retida na própria floresta, como pode ser observado em estudos relacionados à análise da água de drenagem, da água da chuva e da precipitação interna (FERREIRA *et al.*, 2006).

A matéria orgânica em florestas tropicais é de rápida decomposição quando comparado com outros sistemas naturais (CHAMBERS *et al.*, 2000) e essa decomposição é essencial para a manutenção da fertilidade da floresta após perturbação (ANDERSON e SPENCER, 1991).

Na vegetação arbórea, segundo Ferraz *et al.* (1997) e MARTINELLI *et al.*, (2000), a concentração de nutrientes aumenta da base para o topo, sendo que as maiores concentrações estão nas folhas, em seguida as concentrações vão diminuindo em direção aos galhos finos, galhos grossos e tronco (GOLLEY *et al.*, 1978; PAULETTO, 2006).

O teor de nutrientes das folhas é usado para determinar as exigências nutricionais e o estado nutricional da planta em condições naturais, além de caracterizar o potencial produtivo da planta e também o provável nutriente que limita sua produtividade (JORDAN e HERRERA, 1981; HARIDASAN, 2005), podendo refletir ainda a fertilidade do solo (GOLLEY, 1986; WESTERMAN, 1990), pois parte da premissa da relação significativa entre a oferta de nutrientes às plantas e os níveis destes nas folhas. Essa concentração de nutrientes foliares está fortemente correlacionada com a capacidade fotossintética das folhas.

Existem poucos estudos que caracterizam os nutrientes na vegetação. Alguns trabalhos sobre teor de nutrientes arbóreos realizados na Floresta Amazônia tem considerado apenas a comunidade, não havendo separação por espécie (GOLLEY *et al.*, 1978; GOLLEY, 1986). As folhas geralmente têm maiores teores nutricionais em solos mais férteis. Em oxisols e ultisols (solos com B latossólico e solos com B textural e saturação por base < 50%, respectivamente) é encontrado espécies com concentrações foliares intermediárias de nitrogênio (N) e baixa de fósforo (P) e cálcio (Ca). Quando a mesma espécie é encontrada em sítios diferentes, com diferentes fertilidades do solo, as concentrações foliares são bastante semelhantes, desviando ligeiramente na direção da diferença média entre sítios (VITOUSEK e SANFORD, 1986).

Luizão (2006) afirma que a extração seletiva de árvores em uma floresta resulta em alta redistribuição de carbono e nutrientes na floresta, formando micro-sítios com forte adição de material orgânico que podem afetar o estabelecimento da regeneração natural. Além disso, a exportação de nutrientes via biomassa explorada pode acarretar a diminuição na produtividade das florestas tropicais, já que os nutrientes da floresta estão acumulados na biomassa.

O manejo florestal sustentável da floresta amazônica é a forma mais indicada para a exploração sensata dos recursos naturais, pois observa em todas as fases a viabilidade sócio-econômica e ambiental do processo produtivo. Os principais objetivos da exploração com manejo sustentável são a redução dos danos na floresta, a redução dos desperdícios de madeira e o aumento da eficiência das operações (BARRETO *et al.*, 1998). Apesar da importância do manejo florestal sustentável na Amazônia, muito pouco ainda se sabe sobre

os impactos da extração seletiva de madeira nos processos de ciclagem de nutrientes minerais (LUIZÃO, 2006).

Um estudo realizado por Ferreira *et al.* (2006) na floresta amazônica de terra firme perto de Manaus, mostrou que a exploração seletiva da madeira causa aumentos significativos nas quantidades de potássio, magnésio e sódio no solo. Nesse estudo foi verificada a redução gradativa dos teores de nitrato, potássio, cálcio e magnésio nas áreas mais perturbadas, mostrando que esses nutrientes estão sendo exportados do sistema solo-planta.

A lacuna de informações sobre os estoques de nutrientes exportados e remanescentes após a extração seletiva de árvores de uma floresta e sobre os impactos que a exportação desses nutrientes pode causar à comunidade remanescente já estabelecida ou que está se estabelecendo na área explorada, configura em dificuldade para avaliar a sustentabilidade de um sistema ao longo do tempo.

As estimativas das concentrações de nutrientes nas diferentes partes das árvores de uma floresta (folha, casca, galho fino, galho grosso e tronco) e respectivos estoques são de fundamental importância para avaliar as quantidades de nutrientes removidas da floresta pela exploração, assim como o estoque que ficará disponível para a vegetação remanescente (KRAMER e KOZLOWSKI, 1960), verificando assim os danos causados pela exploração madeireira. Para a floresta amazônica de terra firme esses estudos ainda são escassos, principalmente quando relacionam os teores e estoques de nutrientes às espécies arbóreas.

2. OBJETIVOS

Objetivo geral

Quantificar os nutrientes exportados da floresta quando ocorre a exploração de espécies madeireiras de uso comercial em uma área de floresta amazônica de terra firme e também os nutrientes contidos nos resíduos florestais que permanecem na floresta após a exploração.

Objetivos específicos

- Caracterizar a disponibilidade de nutrientes no solo da área explorada;
- Quantificar os teores de nutrientes nas diferentes partes das árvores comerciais exploradas: tronco, casca, galhos grossos, galhos finos e folhas;
- Quantificar o estoque de nutrientes nas diferentes partes das árvores;
- Quantificar os nutrientes exportados através de madeira (tronco e casca) das espécies comerciais, bem como os devolvidos ao solo através da serapilheira deixado no local.

3. REVISÃO DE LITERATURA

Impactos da exploração madeireira na floresta amazônica de terra firme

Aproximadamente 49% do território brasileiro são ocupados pelo bioma Amazônico, o qual representa aproximadamente 30% de todas as florestas tropicais do mundo (SFB/MMA, 2009).

Em grande parte da floresta amazônica, a exploração da madeira é feita de forma seletiva. Apesar de ser uma prática extensiva na América do Sul, existem muitas limitações, destacando entre elas a demanda por poucas espécies para exploração em relação à alta diversidade de espécies existentes e também a baixa taxa de crescimento da maioria das espécies (KELLER *et al.*, 2007).

Essa exploração seletiva é realizada principalmente de forma convencional ou não manejada, sem um planejamento prévio (PEREIRA JR. *et al.*, 2002). Madeireiros entram na floresta, selecionam as espécies de maior valor econômico, abrem estradas e trilhas e fazem a exploração. Porém, antes que a floresta se recupere, os madeireiros normalmente retornam à mesma área e exploram árvores menores, construindo novas estradas e trilhas (UHL *et al.*, 1997), causando enormes danos à floresta.

Em geral, a exploração visando à produção sustentada é menos utilizada por ser mais dispendiosa, exigindo um inventário pré-exploratório, o mapeamento das árvores, o planejamento das estradas, o corte de cipós, o planejamento do corte e o traçamento, a extração planejada e, em alguns casos, os tratamentos silviculturais (UHL *et al.*, 1997). Os custos adicionais envolvidos nessa forma de exploração podem ser abatidos com o aumento da produtividade do trabalho, a redução dos desperdícios, a redução dos impactos no solo e sobre as árvores remanescentes, além de redução na incidência de incêndios florestais (BARRETO *et al.*, 1998; PEREIRA *et al.*, 2010).

De acordo com Barreto *et al.* (1998), a exploração manejada é 35% mais lucrativa que a exploração não manejada ou convencional. Em 2009, na Amazônia Legal foram extraídos aproximadamente 14,2 milhões de metros cúbicos de madeira em tora. Desse total, 91% foram extraídos no Pará, Mato Grosso e Rondônia. No Pará 27% das explorações não são autorizadas. Das explorações autorizadas, ou seja, que têm plano de manejo, apenas 14% dos planos é considerado de boa qualidade (PEREIRA *et al.*, 2010).

Na exploração convencional a recuperação da floresta é mais demorada (cerca de 60 anos), enquanto na exploração planejada a recuperação do volume comercial é prevista

para 30 a 40 anos (VALLE *et al.*, 2007). Portanto, os efeitos da exploração dependem da intensidade e do planejamento da colheita. Quanto maior a intensidade da exploração e quanto menos planejada, maiores os danos à floresta (JOHNS *et al.*, 1998; FRANCEZ *et al.*, 2009).

Em relação à composição e estrutura florística, há mudanças na posição hierárquica de importância de algumas espécies, havendo também estímulo do ingresso de árvores de crescimento mais lento que estão no dossel inferior e médio (AZEVEDO *et al.*, 2008; FRANCEZ *et al.*, 2009). Há uma diminuição da riqueza florística logo após a intervenção, mas após alguns anos (21 anos após exploração, 9 anos após desbaste) há um aumento no número de espécies em relação à medição antes da intervenção (OLIVEIRA *et al.*, 2005).

Martins *et al.* (1997) e Johns *et al.* (1998) descrevem que os maiores danos ocorrem com a queda da árvore explorada, principalmente se não há direcionamento da queda e corte de cipós, o que tradicionalmente é feito na Amazônia.

O número de árvores danificadas pela colheita varia, estando entre 64 a 124 árvores por hectare, aproximadamente (JOHNS *et al.*, 1998). Segundo Higuchi e Viera (1990), em uma floresta situada ao norte de Manaus foi constatado que quando foram retirados 1,7% das árvores, foram danificados 26% do número total de indivíduos remanescentes, dos quais 12% perderam a copa, 11% foram arrancados pelos tratores e 3,1% sofreram danos na casca. O tamanho da clareira gerada por árvore extraída pode variar de 166 m² em áreas de manejo a 414,5 m² em áreas sem planejamento (MARTINS *et al.*, 1997; JOHNS *et al.*, 1998). Em alguns casos, a biomassa viva acima do solo pode diminuir 20% devido à exploração em relação à floresta não manejada. Porém, se a área também é queimada, a perda de biomassa pode chegar a 49% (MONTEIRO *et al.*, 2004).

Gerwing (2002) estudou os impactos de diferentes tipos de exploração e queimadas em Paragominas, PA, e observou que a vegetação intacta remanescente variou de 72% em área explorada moderadamente a 27% em área explorada e queimada. Em relação à quantidade de resíduos lenhosos, na exploração moderada foram encontrados 68 t.ha⁻¹, representando 11% da cobertura do solo e na exploração pesada foram encontrados 140 t.ha⁻¹ de resíduos lenhosos ou 32% da cobertura do solo. Na floresta fortemente queimada a quantidade de resíduos lenhosos ficou entre a exploração moderada e pesada (104 t.ha⁻¹), porém representou 42% da cobertura do solo. Esses resíduos lenhosos, comparando com uma floresta não explorada, aumentam em torno de 35 a 95% da biomassa que fica no solo (KELLER *et al.*, 2004; PALACE *et al.*, 2007; CRUZ-FILHO e SILVA, 2009).

A grande quantidade de resíduos que são deixados no solo florestal pode causar o rompimento do ciclo de nutrientes e aumentar as concentrações de nutrientes no solo (ANDERSON e SPENCER, 1991; FERREIRA *et al.*, 2001). A serapilheira fina, por exemplo, com diâmetro entre 2 a 10 cm, pode aumentar de 54 a 109% o estoque de nutrientes no solo, na floresta explorada em relação à floresta não-explorada, pois esses resíduos apresentam as maiores concentrações de nutrientes (FERRAZ *et al.*, 1997; PAULETTO, 2006).

No projeto BIONTE – Biomassa e Nutrientes Florestais (HIGUCHI *et al.*, 1997) foi avaliado a concentração dos nutrientes antes e depois da exploração florestal seletiva. Neste relatório conclui-se que há um aumento de N, Ca, Mg e K na solução do solo nas áreas de trilha de trator, clareira e beira de clareira. Em relação ao fósforo foi observado um aumento nas concentrações disponíveis após 60 dias da exploração, porém no segundo ano não houve diferença significativa das concentrações de P em relação à floresta controle, ou seja, o aumento nas concentrações de fósforo é de curta duração. Quanto às concentrações de Ca e Mg no solo, verificou-se que a extração seletiva proporciona um aumento gradativo desses nutrientes que persiste por vários anos devido a decomposição dos resíduos lenhosos. Em relação ao nitrogênio e carbono, verificou-se grande variação espacial, concluindo que o corte seletivo não teve efeito marcante para esses elementos. Ferreira *et al.* (1997) também observaram que depois de um ano as concentrações de carbono não diferem dos valores encontrados na floresta não explorada.

MARTINELLI *et al.* (2000), estudando a exportação de nutrientes pela exploração florestal que envolveu a extração de 9 árvores por hectare em uma floresta amazônica de terra firme no Estado de Rondônia, verificaram a redução de 20% da biomassa e de 15 a 22% dos nutrientes antes da exploração.

Nutrientes na biomassa florestal e nos solos na floresta tropical de terra firme

Em florestas tropicais, o maior estoque dos nutrientes encontra-se na biomassa florestal (WHITMORE, 1989; HARIDASAN, 2000) e o fluxo de entrada e saída dos nutrientes é fraco, pois a maior parte dos nutrientes que entram na floresta fica retida na biomassa florestal (FERREIRA *et al.*, 2006). As principais entradas dos nutrientes são: chuva, aerossol, intemperização química do solo e a serapilheira. As saídas ocorrem pelos processos hidrológicos e pelos gases (VITOUSEK e SANFORD, 1986; LUIZÃO, 2006).

Em relação à deposição atmosférica dos nutrientes, esta é considerada pequena, porém estável e equivale de 7 a 11% do retorno da serapilheira, sendo responsável pelo transporte de fósforo, cálcio, enxofre e nitrogênio (ANDERSON e SPENCER, 1991; CAMPOS *et al.*, 2005). A precipitação interna na floresta apresenta maior transferência de potássio e menor transferência de nitrogênio, fósforo e cálcio (VITOUSEK e SANFORD, 1986).

Em relação à intemperização química dos solos, muitos nutrientes foram perdidos no desenvolvimento dos solos e, geralmente, os solos das florestas tropicais são muito antigos (VITOUSEK e SANFORD, 1986). Em geral, no Estado do Amazonas, os solos são muito ácidos, com níveis médio a alto de matéria orgânica, níveis baixo ou muito baixo de P, K, Ca e Mg e níveis alto de alumínio (MOREIRA e FAGERIA, 2009).

Assim, os solos em florestas tropicais têm como principal função a sustentação, havendo pouca influência no fornecimento de nutrientes para as plantas (GOLLEY, 1986). Golley (1986) afirma que a relação solo-planta nas florestas tropicais não é direta. Talvez haja maior ligação com o material de origem do solo, dependendo do elemento considerado, já que nem todos os elementos expressam a variação da química do solo (GOLLEY *et al.*, 1978; TOWNSEND *et al.*, 2007).

A ciclagem de nutrientes via serapilheira representa a maior transferência de nutrientes da vegetação para o solo e varia com o clima, composição das espécies, estágio sucessional e fertilidade do solo (VITOUSEK e SANFORD, 1986). Em florestas tropicais a serapilheira é composta em 60 a 80% por folhas que têm rápida decomposição, principalmente na estação úmida, levando de 2 a 3 anos para reduzir 95% de sua massa (LUIZÃO e SCHUBART, 1987; CAMPOS *et al.*, 2005).

Os ramos compõem de 12 a 15% da serapilheira e sua decomposição é mais lenta (CAMPOS *et al.*, 2005). Nos trabalhos de Chambers *et al.* (2000; 2001) constatou-se que a taxa de decomposição da serapilheira grossa (com diâmetros superiores à 10 cm) está relacionada com a densidade da madeira e o teor de umidade, havendo uma variação temporal e espacial dessa decomposição. Foi estimado que 95% da massa desse tipo de serapilheira são perdidos em 18 anos, sendo que 76% são perdidos para a atmosfera pelo fluxo respiratório.

Nas plantas, os nutrientes estão mais concentrados nas folhas, seguido pelos galhos finos, galhos grossos e tronco. As maiores concentrações de nutrientes nas folhas devem-se aos processos fisiológicos que ocorrem nesta parte da planta (GOLLEY *et al.*, 1978;

JORDAN e HERRERA, 1981). Essas concentrações variam muito entre as espécies da floresta amazônica de terra firme (MARTINELLI *et al.*, 2000).

A variação da concentração de nutrientes depende da espécie e deve ser considerada em estudos de comunidades vegetacionais (GOLLEY, 1986). Em florestas tropicais, alguns estudos mostraram maiores concentrações de N nas espécies da família Fabaceae, Burseraceae e Myristicaceae (MARTINELLI *et al.*, 2000; TOWNSEND *et al.*, 2007). As maiores concentrações de P foram encontradas nas famílias Fabaceae, Rutaceae e Euphorbiaceae (TOWNSEND *et al.*, 2007). Pode ocorrer também variação dos nutrientes de acordo com a idade, estação do ano e o estado vegetativo da espécie (VAREJÃO *et al.*, 1992; VITOUSEK e TURNER, 1995; PINTO, 2008). Ou seja, as concentrações de nutrientes nos tecidos vegetais dependem da relação entre fatores internos e externos (KRAMER e KOZLOWSKI, 1960).

Embora as maiores concentrações estejam na copa, os maiores estoques de nutrientes estão nos troncos e galhos grossos devido à maior quantidade de biomassa (GOLLEY *et al.*, 1978; GOLLEY, 1986; MARTINELLI *et al.*, 2000; PAULETTO, 2006). Geralmente na vegetação das florestas tropicais, o nutriente com maior estoque é o N, seguido por Ca, K, Mg e P (VITOUSEK e SANFORD, 1986).

O fósforo apresenta baixa circulação na floresta tropical, sendo considerado por alguns autores como nutriente limitante da produção florestal (VITOUSEK, 1984; ANDERSON e SPENCER, 1991). Segundo estes autores, o nitrogênio raramente limita a produção na floresta tropical devido a abundância relativa de leguminosas potencialmente fixadoras de N.

Biomassa Florestal na floresta amazônica de terra firme

Biomassa é a massa de matéria de origem biológica sendo expressa geralmente em toneladas por unidade de área. A determinação da biomassa florestal tem como principais objetivos o estudo de caracterização estrutural do ecossistema, ciclagem de nutrientes, quantificação para fins energéticos e madeireiros e ultimamente o maior enfoque é dado ao estoque de carbono devido às mudanças climáticas (HIGUCHI *et al.*, 1998; SILVEIRA *et al.*, 2008).

A biomassa florestal pode ser obtida por meio de métodos diretos ou indiretos. O método direto é realizado por árvore individual ou por parcela, onde a biomassa é derrubada e pesada. O método indireto pode ser realizado a partir de fatores de biomassa, os quais convertem dados de volume de madeira obtidos por cubagem rigorosa da árvore

para estimativas de biomassa. O método indireto ainda pode ser realizado a partir do ajuste de modelos estatísticos – alometria (HIGUCHI e CARVALHO JR., 1994; BROWN, 1997; SILVEIRA *et al.*, 2008), estimando a biomassa em função de uma ou mais variáveis dendrométricas facilmente mensuráveis (diâmetro da árvore, altura da árvore, etc).

O ajuste de modelos estatísticos é o procedimento mais comum para estimar a biomassa florestal, apesar de ser bastante influenciado pela amostragem. É comum o uso de amostragem pequena para ajuste de equações que são usadas em várias regiões (BROWN e LUGO, 1992). Nogueira *et al.* (2008), por exemplo, afirmam que estimativas feitas por equações da Amazônia Central tendem a superestimar a biomassa das árvores menores e subestimar as árvores maiores no sul da Amazônia. Outros problemas do ajuste de modelos estatísticos citados por Brown e Lugo (1992) são: a falta de estimativas dos diferentes compartimentos da biomassa como necromassa e raízes e o desconhecimento do histórico da área amostrada.

Na Amazônia já foram feitos alguns estudos de ajuste de modelos de biomassa para a vegetação acima do solo (BROWN *et al.*, 1989; HIGUCHI e CARVALHO JR., 1994; OVERMAN *et al.*, 1994; HIGUCHI *et al.*, 1998; ARAUJO *et al.*, 1999; CHAMBERS, JEFFREY Q. *et al.*, 2001; SILVA, 2007; NOGUEIRA *et al.*, 2008), sendo que alguns modelos foram ajustados para massa seca e outros para massa úmida.

Nogueira *et al.* (2008), reunindo vários estudos de biomassa na floresta amazônica, encontraram uma média de biomassa seca de 299,0 t.ha⁻¹ para árvores acima de 10 cm de DAP (diâmetro a altura do peito). A porcentagem de biomassa da copa, que normalmente vira resíduo florestal depois da exploração, encontrada por esses autores, variou de 30,8 a 39,4% em relação à biomassa seca total. Essa variação foi explicada pelos fustes mais curtos encontrados no sul da Amazônia em relação à Amazônia Central (NOGUEIRA *et al.*, 2008). Higuchi *et al.* (1998), estudando uma floresta de terra firme perto de Manaus, verificaram que 41,84% da biomassa aérea está na copa, sendo que 29,74% da massa seca total da árvore está nos galhos grossos.

Analisando o bioma Amazônico, Malhi *et al.* (2006) encontraram maior área basal na região da Amazônia Central e nas Guianas, havendo uma correlação negativa entre área basal e o “comprimento” da estação seca. Saatchi *et al.* (2007) encontraram o mesmo padrão de biomassa através do sensoriamento remoto. Laurence *et al.* (1999) encontraram correlação positiva entre a biomassa e a fertilidade do solo, nitrogênio total, bases trocáveis, potássio, magnésio, argila e carbono orgânico, havendo correlação negativa para a saturação de alumínio e areia.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Área de estudo

Este estudo foi realizado em uma área de floresta amazônica de terra firme localizada no Município de Itacoatiara, à leste de Manaus-AM, cerca de 227 km (Figura 1). A área de estudo pertence à Empresa Mil Madeiras Preciosas Ltda e é destinada a exploração de madeira para serraria, laminados e energia.

A empresa gerencia mais de 450 mil ha de floresta no Amazonas e em 1997 foi a primeira empresa na Amazônia a receber um certificado FSC, com uma área certificada de 122 mil ha.

O clima da região é classificado como quente e úmido, com 3 (três) meses secos (NIMER, 1989). A temperatura média varia de 24 a 26 °C, com máxima de 38 °C e mínima de 16 °C. A precipitação anual média é 2.000 mm com amplitude de 300 mm durante o ano. O clima é classificado Amw segundo Köppen (NIMER, 1989).

A área de estudo está situada na bacia sedimentar do médio Amazonas sobre rochas formadas no Cretáceo Superior (99,6 – 65,5 milhões de anos) denominadas Formação Alter do Chão. A Formação Alter do Chão encontra-se representada por grande variedade de arenitos e argilitos (incluindo caulins), com subordinada fração conglomerática, depositados em ambiente fluvial entrelaçado de alta energia com fluxo em direção ao pacífico. Com o soerguimento dos Andes, a bacia Alter do Chão foi gradualmente fechada a oeste o que propiciou a formação de grandes lagos e conseqüente preservação da Formação Alter do Chão e deposição de sedimentos pelíticos da formação sobrejacente, a Formação Solimões (REIS *et al.*, 2006).

A área tem relevo ondulado e o solo é classificado pelo projeto RADAMBRASIL (BRASIL, 1976a) como Latossolo Amarelo Distrófico de textura muito argilosa ou argilosa e podzólico vermelho amarelo de textura argilosa, as sub-região dos baixos platôs da Amazônia (Figura 1).



Figura 1. Mapa de solos e da fitoecologia do RADAMBRASIL, localizando a área de estudo na floresta amazônica de terra firme, no Município de Itacoatiara - AM. LAD – Latossolo Amarelo Distrófico.

4.2. Coleta de dados

Para este estudo foi selecionada uma área de 20 ha de floresta amazônica de terra firme (Figura 2). A área foi inventariada em 2010 pela equipe da empresa Mil Madeiras Preciosas, sendo registradas todas as árvores com DAP (Diâmetro a Altura do Peito) igual ou superior a 15 cm, pertencentes a espécies de interesse comercial e protegidas pela legislação. A Tabela 1 apresenta os dados de número de indivíduos, área basal, biomassa em toneladas e índice de cobertura para cada espécie inventariada na área.

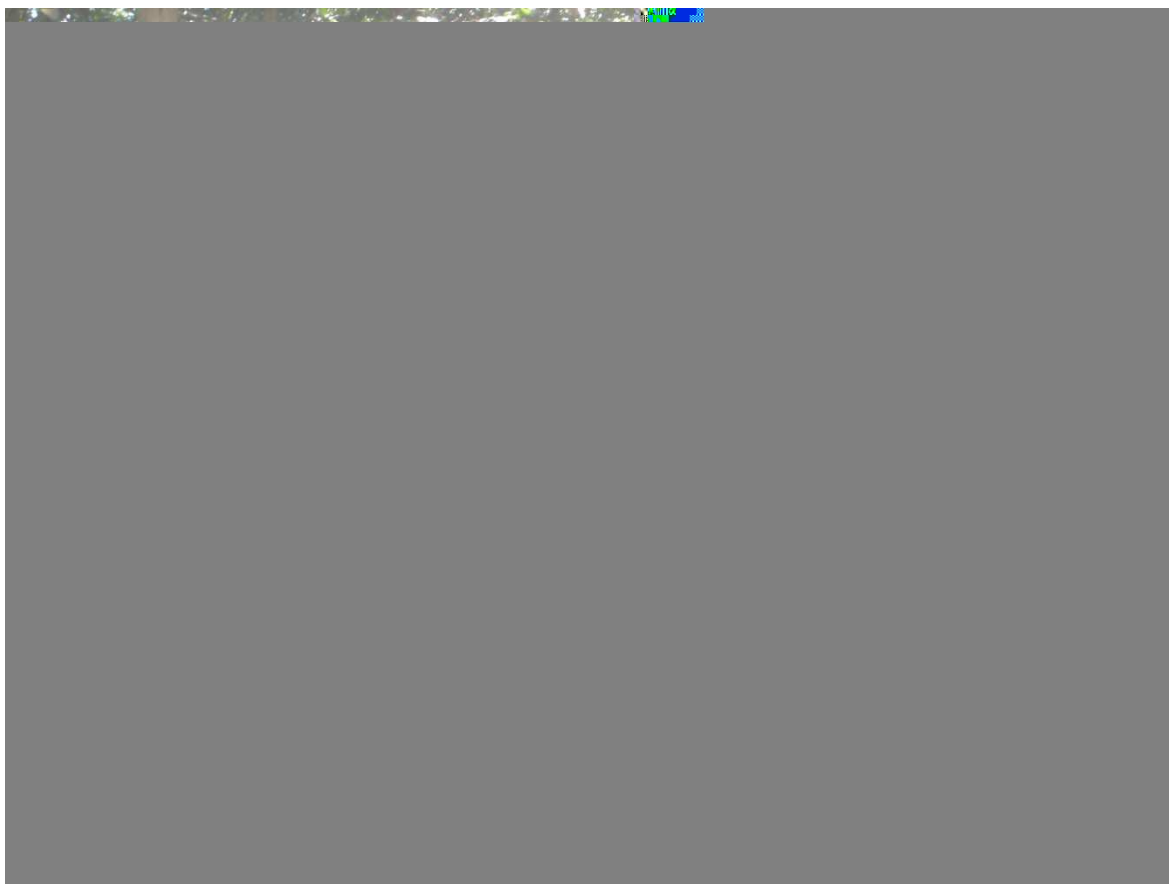


Figura 2. Foto da floresta amazônica de terra firme estudada no Município de Itacoatiara - AM.

Tabela 1. Número de indivíduos, área basal, biomassa e índice de cobertura das espécies inventariadas e exploradas em 20 ha de floresta amazônica de terra firme, no Município de Itacoatiara - AM.

Espécies	Inventariado				Explorado		
	Nº ind.	Área basal (m ²)	Biomassa(t)	IC	Nº ind	Área basal (m ²)	Biomassa (t)
<i>Anacardium parvifolium</i> Ducke	1	0,18	3,78	0,37	-	-	-
<i>Andira parviflora</i> Ducke	6	1,20	24,97	2,34	1	0,34	6,95
<i>Aspidosperma desmanthum</i> Benth. ex Müll. Arg.	5	1,19	24,49	2,11	2	0,61	12,41
<i>Astronium lecointei</i> Ducke	1	0,17	3,63	0,37	-	-	-
<i>Brosimum parinarioides</i> Ducke	32	8,55	174,87	14,35	5	2,69	53,61
<i>Brosimum rubescens</i> Taub.	39	8,52	176,19	15,83	20	5,13	105,53
<i>Buchenavia viridiflora</i> Ducke	3	0,81	16,51	1,35	1	0,23	4,73
<i>Cariniana micrantha</i> Ducke	11	7,92	154,84	9,30	6	5,10	99,37
<i>Cariniana rubra</i> Gardner ex Miers	9	1,79	37,14	3,50	-	-	-
<i>Caryocar glabrum</i> Pers.	6	1,29	26,58	2,41	-	-	-
<i>Caryocar villosum</i> (Aubl.) Pers.	2	1,38	27,16	1,64	1	0,75	14,83
<i>Chrysophyllum prieurii</i> A. DC.	6	0,55	11,71	1,76	3	0,37	7,94
<i>Clarisia racemosa</i> Ruiz & Pav.	9	2,01	41,47	3,69	3	0,84	17,12
<i>Couratari guianensis</i> Aubl.	1	0,20	4,09	0,39	-	-	-
<i>Dialium guianense</i> (Aubl.) Sandwith	4	0,69	14,44	1,46	-	-	-
<i>Dinizia excelsa</i> Ducke	8	7,68	148,86	8,45	4	3,45	67,25
<i>Diploptropis racemosa</i> (Hoehne) Amshoff	1	0,13	2,66	0,32	-	-	-
<i>Dipteryx odorata</i> (Aubl.) Willd.	2	0,33	6,83	0,71	-	-	-
<i>Dipteryx polyphylla</i> Huber	1	0,68	13,41	0,81	-	-	-
<i>Endopleura uchi</i> (Huber) Cuatrec.	1	0,17	3,63	0,37	-	-	-
<i>Enterolobium schomburgkii</i> (Benth.) Benth.	3	1,09	22,02	1,60	-	-	-
<i>Goupia glabra</i> Aubl.	8	2,39	48,77	3,81	3	0,96	19,52
<i>Hevea guianensis</i> Aubl.	7	1,47	30,38	2,79	-	-	-
<i>Hymenaea courbaril</i> L.	2	0,56	11,44	0,92	-	-	-
<i>Hymenolobium excelsum</i> Ducke	3	2,82	54,21	3,12	1	1,99	37,47

Tabela 1. Continuação

<i>Hymenolobium modestum</i> Ducke	7	1,47	30,44	2,79	3	0,85	17,49
<i>Iryanthera paraensis</i> Huber	13	4,06	82,56	6,34	7	2,79	56,36
<i>Lecythis pisonis</i> Cambess.	4	1,85	36,87	2,48	3	1,60	31,80
<i>Lecythis poiteaui</i> O. Berg	33	7,75	159,58	13,86	15	4,60	93,91
<i>Licaria aritu</i> Ducke	2	0,33	6,99	0,72	-	-	-
<i>Licaria rigida</i> (Kosterm.) Kosterm.	6	1,23	25,45	2,36	2	0,52	10,71
<i>Macoubia guianensis</i> Aubl.	1	0,15	3,20	0,35	-	-	-
<i>Manilkara huberi</i> (Ducke) Standl.	14	3,57	72,85	6,13	5	2,01	40,39
<i>Mezilaurus itauba</i> (Meisn.) Taub. ex Mez	22	5,83	119,35	9,83	11	3,70	74,99
<i>Minuartia guianensis</i> Aubl.	93	6,83	147,25	25,90	55	5,00	107,30
<i>Ocotea neesiana</i> (Miq.) Kosterm.	9	2,25	46,27	3,90	4	1,25	25,54
<i>Ocotea rubra</i> Mez	9	5,09	100,84	6,39	6	3,25	64,72
<i>Ormosia arborea</i> (Vell.) Harms	3	0,73	15,01	1,28	-	-	-
<i>Osteophloeum platyspermum</i> (Spruce ex A. DC.) Warb.	2	0,46	9,46	0,83	-	-	-
<i>Parkia paraensis</i> Ducke	8	2,26	46,22	3,70	4	1,47	29,76
<i>Peltogyne catinae</i> Ducke	4	0,79	16,38	1,55	-	-	-
<i>Piptadenia suaveolens</i> Miq.	6	1,41	29,16	2,52	1	0,31	6,36
<i>Pithecellobium incuriale</i> (Vell.) Benth.	5	0,83	17,44	1,80	1	0,26	5,43
<i>Protium paniculatum</i> Engl.	4	1,48	29,83	2,16	2	1,07	21,34
<i>Protium puncticulatum</i> J.F. Macbr.	14	2,98	61,76	5,61	-	-	-
<i>Qualea paraensis</i> Ducke	3	1,18	23,71	1,67	2	0,95	18,98
<i>Sclerolobium chrysophyllum</i> Poepp.	4	0,91	18,74	1,65	-	-	-
<i>Scleronema micranthum</i> (Ducke) Ducke	17	3,34	69,21	6,57	1	0,37	7,57
<i>Silvia itauba</i> (Meisn.) Mez	6	2,11	42,66	3,13	2	1,04	20,71
<i>Tachigali myrmecophila</i> (Ducke) Ducke	1	0,22	4,57	0,41	-	-	-
<i>Vatairea paraensis</i> Ducke	3	0,70	14,34	1,25	1	0,38	7,78
<i>Virola duckei</i> A.C. Sm.	3	0,46	9,67	1,05	-	-	-
Total em 20 ha	467	114,01	2323,91	200,00	175	53,91	1087,87
Total por hectare	23,4	5,7	116,2	8,8	8,8	2,7	54,4

Após inventário, foram selecionadas para a exploração 175 árvores nos correspondentes a um volume médio de 38 m³/ha de madeira explorada, com diâmetro mínimo de corte (DMC) de 50 cm, com exceção da espécie *M. guianensis*, cujo DMC igual a 25 cm, pois a madeira desta espécie é usada para produção de postes.

As 175 árvores selecionadas para exploração totalizaram 30 espécies de interesse comercial. Os indivíduos selecionados representam 37% dos indivíduos inventariados e 47% da área basal total.

A amostragem do solo foi realizada em 30 pontos distribuídos aleatoriamente nos 20 ha da floresta. Em cada ponto amostral foram retiradas amostras do solo em duas profundidades: 0 a 20 cm e 20 a 40 cm. A coleta foi realizada com o uso de um trado. As amostras foram identificadas e encaminhadas para o Laboratório de Análise de Solos Viçosa LTDA, para análise química. O fósforo e o potássio foram determinados por extrator Mehlich. O cálcio, magnésio e alumínio foram determinados pelo extrator ácido clorídrico (1 mol/L). A determinação do Ca e Mg foi feita no espectrofotômetro Varian utilizando cloreto de estrôncio (0,5%). O Al foi determinado por titulação. A soma de hidrogênio e alumínio foi determinada pelo extrator acetato de cálcio (0,5 mol/L a pH 7,0). A matéria orgânica foi determinada pelo método Walkley Black e o pH foi determinado em água (relação 1:2,5) por potenciômetro (EMBRAPA, 1997). A classificação de todos os atributos do solo analisados foi realizada a partir do estudo de Alvarez *et al.* (1999).

A amostragem da vegetação arbórea se restringiu à apenas 20 espécies exploradas e para cada espécie foram selecionadas no máximo quatro árvores de diferentes diâmetros. A escolha das espécies teve como principal critério a representatividade das mesmas em relação à biomassa total de todas as espécies de interesse econômico registradas na área. Tais espécies representam 73% do total do índice de cobertura e da biomassa da vegetação de interesse comercial. No total foram amostradas 50 árvores, representando 28,6% das árvores exploradas e 10,7% do total de árvores inventariadas na área de 20 ha.

A identificação botânica das espécies selecionadas foi confirmada a partir da análise macroscópica da madeira pelo Analista do Laboratório de Produtos Florestais (LPF/SFB) José Arlete A. Camargos. Duas árvores identificadas como *C. micrantha* tiveram seus nomes corrigidos, sendo identificadas como *Allantoma lineata*, totalizando

assim 21 espécies para este estudo (Tabela 2). Portanto para a espécie *A. lineata* não há dados do inventário feito pela empresa.

As 50 árvores amostradas foram compartimentadas em: tronco, casca, galhos grossos (diâmetro maior que 10 cm), galhos finos (diâmetro de 2 a 10 cm) e folhas (SILVA, 1990; PAULETTO, 2006).

Tabela 2. Valores de DAP das árvores pertencentes a 21 espécies comerciais amostradas em 20 ha de floresta amazônica de terra firme, no Município de Itacoatiara - AM.

Nome Científico	Codigo	Familia	DAP (cm)			
			1	2	3	4
<i>Allantoma lineata</i>	Alla line	Lecythidaceae	65	82		
<i>Aspidosperma desmanthum</i>	Aspi desm	Apocynaceae	57	57		
<i>Brosimum parinarioides</i>	Bros pari	Moraceae	70	82	89	
<i>Brosimum rubescens</i>	Bros rube	Moraceae	57	57	65	
<i>Cariniana micrantha</i>	Cari micr	Lecythidaceae	125			
<i>Clarisia racemosa</i>	Clar race	Moraceae	54	58	66	
<i>Dinizia excelsa</i>	Dini exce	Leguminosae	70	114		
<i>Goupia glabra</i>	Goup glab	Celastraceae	60	68		
<i>Hymenolobium modestum</i>	Hyme mode	Leguminosae	62	65		
<i>Iryanthera paraensis</i>	Irya para	Myristicaceae	58	79	86	
<i>Lecythis pisonis</i>	Lecy piso	Lecythidaceae	69			
<i>Lecythis poiteauii</i>	Lecy poit	Lecythidaceae	61	70	73	
<i>Licaria rigida</i>	Lica rigi	Lauraceae	54	61		
<i>Manilkara huberi</i>	Mani hube	Sapotaceae	50	70	79	
<i>Mezilaurus itauba</i>	Mezi itau	Lauraceae	64	69	74	
<i>Minquartia guianensis</i>	Minq guia	Olacaceae	25	26	41	
<i>Ocotea neesiana</i>	Ocot nees	Lauraceae	60	61		
<i>Ocotea rubra</i>	Ocot rubr	Lauraceae	61	71	92	121
<i>Parkia paraensis</i>	Park para	Leguminosae	56	69	71	
<i>Protium paniculatum</i>	Prot pani	Burseraceae	68			
<i>Qualea paraensis</i>	Qual para	Vochysiaceae	73	82		

No tronco foram coletadas duas sub-amostras, uma na base e outra no topo que compoem uma amostra composta, pois segundo Ferraz et al. (1997), existe diferença nos teores de nutrientes ao longo do tronco. Considerou base, a posição no tronco onde foi feito o corte da derrubada da árvore e, topo, a posição no tronco logo antes da ocorrência de bifurcação. Cada amostra consistiu em um disco de 5 cm de espessura. De cada disco foi retirada uma cunha, sendo separadas casca e madeira. Para o galho grosso (diâmetro > 10 cm) e o galho fino (diâmetro < 10 cm) foi retirado um disco de

aproximadamente 5 cm de espessura. Para as folhas, a amostragem consistiu na coleta de 500 gramas de folhas verdes e sem anomalias.

Todas as amostras das partes da árvore foram coletadas uma semana após a exploração, pois na época de derrubada da árvore não foi possível estar no local por motivos de segurança. As amostras foram identificadas de acordo com o número e código do inventário disponibilizado pela empresa.

Para cada parte de cada árvore abatida, as amostras coletadas foram divididas em duas sub-amostras visando a realização da análise química do teor de nutrientes e do teor de umidade.

Para análise química, as amostras de material vegetal foram secas em estufa de circulação de ar à temperatura de 75°C até peso constante. Foi considerado constante quando os pesos medidos em três dias consecutivos não diferiram em 5%. Após constatado o peso constante, as amostras de material vegetal foram moídas em moinho de rotor vertical de facas móveis e fixas. Em seguida as amostras foram encaminhadas para o Laboratório de Análise de Solos Viçosa LTDA, em Viçosa, MG, para análise dos macronutrientes: nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S).

As análises dos macronutrientes para o material vegetal foram digeridas no extrato ácido nítrico e ácido perclórico. O cálcio e magnésio foram determinados em aparelho de absorção atômica. O fósforo foi determinado por colorimetria utilizando método de ácido ascórbico. O potássio foi determinado por fotometria com emissão de chama e o nitrogênio foi determinado pelo método Kjeldahl (DEFELIPO e RIBEIRO, 1981).

Para determinação do teor de umidade máxima (TU), as amostras de tronco, galhos e casca foram colocadas em baldes com água para saturação, considerando que as amostras foram coletadas somente uma semana após corte da árvore. Em seguida foi realizada a pesagem do material saturado em balança de precisão centesimal, visando à obtenção da umidade máxima. Posteriormente, as amostras foram secas em estufa de circulação de ar à 103° C até peso constante, determinando assim o peso seco (PS). O teor de umidade na base úmida foi obtido pela seguinte fórmula:

$$TU (\%) = \frac{PF - PS}{PF} * 100$$

O peso fresco total (PF), em kilogramas, das árvores amostradas foi obtido a partir da equação desenvolvida por Silva (2007), em função do diâmetro a altura do peito (DAP) em centímetros, ou seja:

$$PF = 2,2737 \cdot DAP^{1,9156} \quad (R^2 = 0,85; S_{yx} = 4,2\%)$$

em que:

R^2 - Coeficiente de determinação

S_{yx} - Erro padrão da estimativa (%)

A escolha da equação desenvolvida por Silva (2007) se deu após a comparação com outras equações desenvolvidas para a região amazônica, sendo uma desenvolvida por Higuchi *et al.* (1998) e duas equações desenvolvidas por Chambers *et al.* (2001). Para isso, as quatro equações foram utilizadas para estimar a biomassa fresca das 50 árvores amostradas neste estudo. Os valores de biomassa seca estimados com a aplicação de cada equação foram submetidos a uma análise de variância, não sendo observadas diferenças significativas entre as diferentes estimativas geradas pelas diferentes equações. O teste t para dados pareados também foi aplicado para comparar as estimativas geradas pela equação de Silva (2007) com as estimativas geradas a partir das demais equações, não sendo encontrada quaisquer diferença entre as estimativas.

A equação desenvolvida por Silva (2007) foi ajustada a partir de 494 árvores com DAP maior que 5 cm, pertencentes a uma área da floresta amazônica de terra firme, localizada próximo de Manaus. Do total de árvores utilizadas no ajuste, foram selecionadas 66 árvores para serem compartimentadas em tronco, galho grosso (diâmetro > 10 cm), galho fino (diâmetro < 10 cm) e folhas, visando obter as proporções médias de cada compartimento em relação ao peso total (Tabela 3).

Tabela 3. Porcentagem da biomassa fresca por compartimento das árvores comerciais exploradas em uma floresta amazônica de terra firme. Fonte: Silva (2007).

Componente	Porcentagem da biomassa fresca
Tronco	63,6
Galho grosso	19,3
Galho fino	14,9
Folhas	2,2
Biomassa total	100,0

Silva (2007) não estimou a proporção de casca em relação ao peso fresco total. Assim, o percentual de casca foi obtido a partir das amostras coletadas em campo na presente pesquisa. O peso da casca em relação ao tronco foi obtido para cada indivíduo amostrado, a partir da massa fresca da cunha de cada amostra do tronco e sua casca.

O peso seco de cada componente foi calculado utilizando o teor de umidade encontrado em cada componente de cada árvore.

Os estoques de nutrientes para as diferentes partes de cada árvore foram obtidos a partir do produto entre a concentração de um nutriente obtido em laboratório pelo peso seco do compartimento.

4.3. Análise de dados

A análise dos nutrientes no solo na área de estudo consistiu na caracterização ou classificação do solo com base nos seus teores de macronutrientes (Ca, P, K, Mg e S), bem como no seu pH em H₂O, na sua concentração de matéria orgânica, na sua capacidade de troca catiônica e na sua saturação de bases, considerando as duas profundidades amostradas. Foi avaliada a relação entre o pH em H₂O e o Al trocável a partir da correlação de Pearson.

A análise nutricional da vegetação arbórea foi realizada a partir das médias por espécie dos teores dos nutrientes nas diferentes partes da árvore, também foi analisado as relações entre nutrientes: N/P, N/S e Ca/Mg. Essas relações foram selecionadas com base em estudos nos tecidos vegetais (MALAVOLTA, 1980; AERTS e CHAPIN, 2000; EPSTEIN e BLOOM, 2006; INGENBLEEK, 2006).

As relações entre nutrientes foram analisadas a partir de matrizes de correlação entre nutrientes para as diferentes partes da árvore: folha, casca, galho fino, galho grosso e tronco. Quando as correlações foram significativas foi realizada a regressão linear simples entre nutrientes para cada parte da árvore.

Para as diferentes partes da árvore, os estoques totais de nutrientes registrados nas árvores exploradas, bem como os estoques que foram exportados e os que foram mantidos na floresta após exploração foram analisados inicialmente a partir de medidas de estatística descritiva: média, máximo e mínimo. Foram analisados também os estoques de nutrientes por hectare a partir do número total de indivíduos explorados, utilizando as médias das concentrações por espécie das espécies amostradas, por parte da árvore.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1. Caracterização dos nutrientes no solo

A análise química do solo amostrado nos 20 ha estudados mostrou pequenas variações entre as 30 amostras (Tabela 4) em cada profundidade. Em relação à acidez, o pH do solo variou de 5,4 a 3,9 na profundidade de 0-20 cm e de 5,4 a 4,1 na profundidade de 20-40 cm, sendo caracterizado como de acidez elevada e muito elevada respectivamente (ALVARES *et al.*, 1999). A correlação do pH com o Al^{3+} foi alta e negativa ($r = -0,75$), conforme observado na Figura 3.

Tabela 4. Características químicas de solo de uma floresta amazônica de terra firme de 20 ha, no Município de Itacoatiara – AM. Valores médios de 30 amostras. Valores de desvio padrão entre parêntesis. Tr – traços.

Características químicas do solo	Profundidade do solo	
	0-20 cm	20-40 cm
pH (H ₂ O)	4,29 (0,19)	4,52 (0,25)
P disponível (mg.dm ⁻³)	1,67 (0,55)	0,89 (0,25)
K trocável (cmol _c .dm ⁻³)	0,04 (0,01)	0,02 (0,01)
Ca trocável (cmol _c .dm ⁻³)	Tr (0,02)	Tr (Tr)
Mg trocável (cmol _c .dm ⁻³)	0,07 (0,05)	0,01 (0,03)
Al trocável (cmol _c .dm ⁻³)	1,69 (0,29)	1,29 (0,30)
Saturação de bases (cmol _c .dm ⁻³)	0,11 (0,06)	0,04 (0,04)
Capacidade de troca catiônica (cmol _c .dm ⁻³)	6,81 (1,14)	4,58 (0,74)
Matéria orgânica (dag.kg ⁻¹)	3,83 (0,74)	2,56 (0,30)

A concentração de matéria orgânica (MO) no solo variou de 6,2 a 2,2 dag.kg⁻¹, sendo classificada como alta a média, sendo as maiores concentrações encontradas na primeira camada. A CTC (T) potencial variou de alta a média na profundidade de 0-20 cm atingindo níveis baixos na profundidade de 20-40 cm.

O teor de magnésio foi baixo nas duas profundidades. A média na primeira profundidade foi 0,07 cmol_c.dm⁻³ e na segunda profundidade foi 0,01 cmol_c.dm⁻³. Cerca de 75% dos solos do Estado do Amazonas apresentam teores de magnésio classificado como baixo ou muito baixo (MOREIRA e FAGERIA, 2009). O teor de cálcio disponível foi muito baixo (traços).

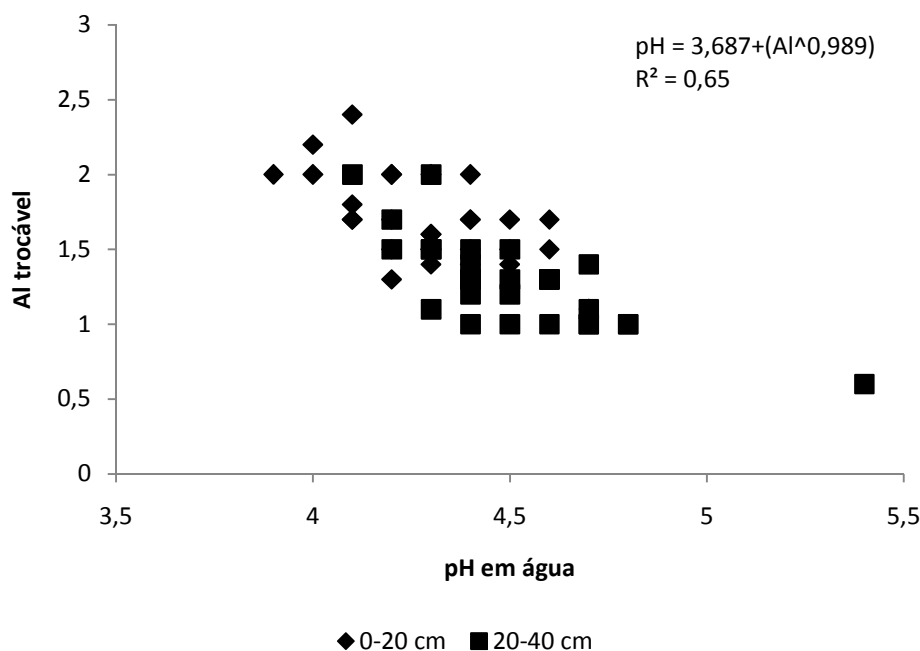


Figura 3. Relação entre pH em água e alumínio trocável em um solo de floresta amazônica de terra firme, no Município de Itacoatiara - AM.

Na maioria dos solos, o teor de cálcio é superior ao teor de magnésio (BRADY e WEIL, 2008), porém no presente estudo os teores de magnésio foram superiores aos teores de cálcio. No projeto RADAMBRASIL foram estudados na folha SA 21 – Santarém, que abrange a presente área de estudo, 7 perfis de Latossolo Amarelo Distrófico dos quais 4 perfis apresentaram teores de magnésio superiores aos teores de cálcio. Na folha SB 21 – Tapajós, que apresenta 6 perfis de Latossolo Amarelo Distrófico descritos, 4 perfis de solo também apresentaram teores de magnésio superiores aos teores de cálcio (BRASIL, 1976a; b).

Solos serpentinos também são caracterizados por baixas razões de cálcio e magnésio, geralmente com altas concentrações de magnésio e metais pesados. Estes solos apresentam espécies endêmicas, com adaptações morfológicas das plantas e estrutura das comunidades peculiares (WALKER, 1954; PROCTOR, 1971; BRADY *et al.*, 2005). Os teores de magnésio nesses solos podem ser baixos se esses solos forem bastante intemperizados (WALKER, 1954), como é o caso dos solos do presente estudo.

Os teores de fósforo encontrados na área de estudo foram muito baixos, contudo, o fósforo é considerado um nutriente limitante em sistemas florestais amazônicos. Grande parte do fósforo nesses ambientes está adsorvido irreversivelmente nas argilas (VITOUSEK, 1984; ANDERSON e SPENCER, 1991; CAMPOS *et al.*, 2005). Mais de

82% dos solos da Amazônia apresentam teor de fósforo disponível menor que 5,4 mg.dm⁻³ (MOREIRA e FAGERIA, 2009).

O teor médio de potássio na profundidade de 0-20 cm foi classificado como baixo (ALVARES *et al.*, 1999). Cerca de 75% dos solos do Estado do Amazonas apresentam teor de potássio entre baixo ou muito baixo (MOREIRA e FAGERIA, 2009).

A soma de bases foi muito baixa em todas as amostras e em todas as profundidades, segundo classificação de Alvarez *et al.* (1999). A saturação por alumínio (M) foi muito alta nas duas profundidades, variando de 83 a 99% de saturação. Assim o solo é classificado como álico e distrófico, pois tem saturação por base menor que 50% e saturação por alumínio maior que 50% (IBGE, 2007).

Os resultados encontrados mostram que as propriedades químicas analisadas neste estudo conferem com as características dos Latossolos Amarelos Distróficos encontrados na região Amazônica (VIEIRA e SANTOS, 1987; MARQUES *et al.*, 2004). São solos profundos, ácidos ou muito ácidos, com alta saturação de Al e baixa saturação por base e alta CTC nos horizontes superficiais devido ao acúmulo de matéria orgânica.

É importante destacar que na floresta amazônica, a exploração seletiva da madeira sem extração dos galhos irá aumentar a concentração de nutrientes nas camadas superiores do solo devido à decomposição dos resíduos (FERREIRA *et al.*, 2001). Numa floresta de terra firme próximo à Manaus (ZF-2) foi encontrado aumento significativo de fósforo disponível no solo e aumento não significativo para cálcio e magnésio (HIGUCHI *et al.*, 1997). Segundo Chambers *et al.* (2000), essa adição pode durar mais de 18 anos e nesse tempo 95% da massa dos resíduos lenhosos é perdida a uma taxa de decomposição de 0,167/ano.

5.2. Concentração de nutrientes nas espécies arbóreas exploradas

O teor de fósforo variou pouco para todas as espécies estudadas (Tabelas 5 a 9). Na folha a variação foi de 0,04 a 0,09% e no tronco foi observada a menor variação, ou seja, 0,00 a 0,01%.

O nitrogênio teve variação de até 18 vezes (0,06 a 1,08%) no galho grosso. A menor variação do nitrogênio foi na folha, de 2,5 vezes entre o menor e maior valor (1,29 a 3,23%).

Segundo Güsewell (2004), o fósforo varia mais entre sítios enquanto o nitrogênio varia mais entre espécies. Esta diferença deve-se às diferentes formas de entrada desses nutrientes no ecossistema. A entrada do fósforo se dá principalmente pelo intemperismo da rocha e ciclagem interna via serapilheira, enquanto o nitrogênio é dependente principalmente da fixação biológica (MALAVOLTA, 1980).

O enxofre apresentou maior variação na casca, com concentrações variando de 0,04 a 0,94% e na folha, de 0,07 a 0,88%. A menor variação ocorreu no tronco, de 0,00 a 0,3%.

A espécie *L. poiteaui* se destacou com maiores concentrações de nitrogênio e enxofre para praticamente todas as partes das árvores analisadas. Embora a espécie *L. poiteaui* pertença à família Lecythidaceae, muitos estudos têm mostrado que as maiores concentrações de nitrogênio são encontradas em espécies da família Fabaceae, devido à ocorrência de simbiose entre bactérias e raízes, conhecidas como nódulos, que promovem a fixação do nitrogênio (MOREIRA *et al.*, 1992; MARTINELLI *et al.*, 2000; TOWNSEND *et al.*, 2007). Outra espécie que se destacou pelas altas concentrações de nitrogênio foi *H. modestum*. Moreira *et al.* (1992) encontraram nódulos nesta espécie na região amazônica.

As espécies *P. paraensis* e *D. excelsa*, apesar de pertencerem à família Fabaceae, não apresentaram altas concentrações de nitrogênio. No estudo realizado por Moreira *et al.* (1992) na floresta amazônica, não foi encontrado nódulos nestas espécies.

As maiores concentrações de enxofre na espécie *L. poiteaui* se deve à peculiaridade de sua polinização. Muitas das espécies da família Lecythidaceae são polinizadas por abelhas, porém, *L. poiteaui* é polinizada por morcegos e, por isso, libera odor de decomposição devido aos voláteis de enxofre encontrados nesta espécie (MORI, 1988; FEINSTEIN *et al.*, 2008).

As espécies *L. pisonis*, *G. glabra* e *M. huberi* apresentaram as menores concentrações de nitrogênio e as espécies *D. excelsa*, *A. desmanthum* e *O. neesiana* apresentaram as menores concentrações de enxofre.

Os teores de cálcio (Ca) e magnésio (Mg) variaram muito entre as espécies. Essa variação chegou a 70 vezes para o magnésio (0,01 a 0,7%) e 62 vezes para o cálcio (0,01 a 0,62%) na folha. A menor variação foi observada no tronco. O cálcio variou de 0,00 a 0,20% e o magnésio variou de 0,00 a 0,12%.

Para o potássio (K), a maior variação foi de 28 vezes para o galho grosso (0,01 a 0,28%) e a menor variação observada foi para a casca, onde foi encontrada uma diferença de 10 vezes (0,04 a 0,42%) entre o maior e menor valor (Tabelas 5 a 9).

A espécie *Q. paraensis* apresentou altas concentrações de cálcio no componente folha e casca (Tabelas 5 e 6). As espécies da família Vochysiaceae são acumuladoras de alumínio e as maiores concentrações de Ca e Mg encontradas é evidencia de que o Al não interfere na absorção destes macronutrientes essenciais (HARIDASAN, 1982).

As espécies *P. paraensis* e *C. micranta* apresentaram altas concentrações de cálcio nos tecidos lenhosos, ou seja, galho fino, galho grosso e tronco. As espécies *M. itauba*, *L. rigida* e *O. neesiana* apresentaram os menores teores de cálcio e magnésio, enquanto as espécies *D. excelsa*, *L. rígida* e *I. paraensis* apresentaram as menores concentrações de potássio.

Tabela 5. Valores médios dos teores de nutrientes foliares (%) para as espécies comerciais exploradas em uma área de floresta amazônica de terra firme no Município de Itacoatiara, AM. Valor de desvio padrão entre parênteses.

Espécies	N. ind.	N	P	K	Ca	Mg	S
<i>Allantoma lineata</i>	2	1,65 (0,16)	0,06 (0,01)	0,15 (0,14)	0,45 (0,23)	0,20 (0,03)	0,16 (0,07)
<i>Aspidosperma desmanthum</i>	2	1,52 (0,02)	0,07 (0,00)	0,57 (0,16)	0,31 (0,05)	0,48 (0,07)	0,12 (0,01)
<i>Brosimum parinarioides</i>	3	1,66 (0,19)	0,07 (0,02)	0,37 (0,24)	0,41 (0,14)	0,53 (0,13)	0,14 (0,03)
<i>Brosimum rubescens</i>	3	1,74 (0,22)	0,07 (0,01)	0,32 (0,09)	0,19 (0,07)	0,18 (0,10)	0,14 (0,02)
<i>Cariniana micrantha</i>	1	2,13 (-)	0,07 (-)	0,45 (-)	0,42 (-)	0,39 (-)	0,13 (-)
<i>Clarisia racemosa</i>	3	2,29 (0,08)	0,07 (0,01)	0,24 (0,05)	0,19 (0,05)	0,26 (0,02)	0,16 (0,04)
<i>Dinizia excelsa</i>	2	1,74 (0,03)	0,04 (0,00)	0,18 (0,03)	0,09 (0,05)	0,14 (0,02)	0,10 (0,04)
<i>Goupia glabra</i>	2	1,53 (0,06)	0,06 (0,01)	0,24 (0,28)	0,20 (0,02)	0,27 (0,05)	0,20 (0,10)
<i>Hymenolobium modestum</i>	2	2,63 (0,85)	0,06 (0,01)	0,29 (0,01)	0,18 (0,11)	0,13 (0,04)	0,15 (0,11)
<i>Iryanthera paraensis</i>	3	2,03 (0,20)	0,06 (0,02)	0,29 (0,04)	0,12 (0,05)	0,19 (0,05)	0,16 (0,03)
<i>Lecythis pisonis</i>	1	1,51 (-)	0,04 (-)	0,15 (-)	0,18 (-)	0,13 (-)	0,17 (-)
<i>Lecythis poiteaui</i>	3	2,82 (0,23)	0,05 (0,01)	0,29 (0,09)	0,03 (0,02)	0,05 (0,05)	0,80 (0,12)
<i>Licaria rigida</i>	2	1,71 (0,11)	0,05 (0,01)	0,26 (0,03)	0,14 (0,04)	0,13 (0,04)	0,15 (0,03)
<i>Manilkara huberi</i>	3	1,52 (0,25)	0,04 (0,01)	0,25 (0,05)	0,16 (0,02)	0,19 (0,02)	0,16 (0,04)
<i>Mezilaurus itauba</i>	3	1,79 (0,13)	0,06 (0,01)	0,24 (0,16)	0,05 (0,04)	0,21 (0,19)	0,15 (0,01)
<i>Minquartia guianensis</i>	3	1,88 (0,11)	0,07 (0,01)	0,33 (0,06)	0,10 (0,02)	0,20 (0,13)	0,20 (0,07)
<i>Ocotea neesiana</i>	2	1,65 (0,28)	0,05 (0,01)	0,20 (0,03)	0,09 (0,06)	0,22 (0,08)	0,11 (0,03)
<i>Ocotea rubra</i>	4	1,83 (0,43)	0,07 (0,01)	0,27 (0,15)	0,24 (0,04)	0,40 (0,18)	0,15 (0,05)
<i>Parkia paraensis</i>	3	1,99 (0,55)	0,07 (0,02)	0,55 (0,04)	0,18 (0,15)	0,35 (0,12)	0,22 (0,07)
<i>Protium paniculatum</i>	1	1,60 (-)	0,05 (-)	0,39 (-)	0,56 (-)	0,43 (-)	0,16 (-)
<i>Qualea paraensis</i>	2	1,57 (0,13)	0,05 (0,00)	0,49 (0,16)	0,60 (0,04)	0,50 (0,28)	0,15 (0,00)

Tabela 6. Valores médios dos teores de nutrientes da casca (%) para as espécies comerciais exploradas em uma área de floresta amazônica de terra firme no Município de Itacoatiara, AM. Valor de desvio padrão entre parênteses.

Espécies	N. ind.	N	P	K	Ca	Mg	S
<i>Allantoma lineata</i>	2	0.53 (0.22)	0.02 (0.01)	0.24 (0.09)	0.95 (0.06)	0.06 (0.04)	0.12 (0.04)
<i>Aspidosperma desmanthum</i>	2	1.08 (0.00)	0.02 (0.00)	0.18 (0.04)	0.89 (0.23)	0.24 (0.03)	0.22 (0.23)
<i>Brosimum parinarioides</i>	3	0.89 (0.08)	0.02 (0.00)	0.29 (0.11)	0.45 (0.15)	0.11 (0.02)	0.08 (0.03)
<i>Brosimum rubescens</i>	3	0.92 (0.11)	0.02 (0.01)	0.21 (0.01)	0.39 (0.09)	0.08 (0.03)	0.07 (0.01)
<i>Cariniana micrantha</i>	1	0.46 (-)	0.02 (-)	0.24 (-)	1.47 (-)	0.07 (-)	0.08 (-)
<i>Clarisia racemosa</i>	3	0.97 (0.07)	0.02 (0.01)	0.08 (0.03)	0.44 (0.01)	0.10 (0.01)	0.11 (0.01)
<i>Dinizia excelsa</i>	2	1.13 (0.15)	0.02 (0.00)	0.11 (0.01)	0.59 (0.10)	0.05 (0.00)	0.06 (0.02)
<i>Goupia glabra</i>	2	0.34 (0.04)	0.01 (0.00)	0.07 (0.01)	0.82 (0.24)	0.10 (0.01)	0.07 (0.00)
<i>Hymenolobium modestum</i>	2	1.31 (0.11)	0.01 (0.00)	0.09 (0.00)	0.65 (0.14)	0.02 (0.00)	0.06 (0.01)
<i>Iryanthera paraensis</i>	3	1.07 (0.36)	0.02 (0.01)	0.09 (0.05)	0.37 (0.37)	0.13 (0.11)	0.25 (0.09)
<i>Lecythis pisonis</i>	1	0.71 (-)	0.01 (-)	0.15 (-)	0.63 (-)	0.00 (-)	0.09 (-)
<i>Lecythis poiteaui</i>	3	2.01 (0.33)	0.01 (0.01)	0.18 (0.04)	0.65 (0.10)	0.05 (0.05)	0.83 (0.10)
<i>Licaria rigida</i>	2	0.99 (0.43)	0.02 (0.01)	0.07 (0.01)	0.09 (0.06)	0.01 (0.01)	0.08 (0.02)
<i>Manilkara huberi</i>	3	0.82 (0.03)	0.01 (0.00)	0.08 (0.04)	0.30 (0.11)	0.04 (0.02)	0.20 (0.02)
<i>Mezilaurus itauba</i>	3	1.28 (0.03)	0.02 (0.01)	0.09 (0.03)	0.08 (0.03)	0.02 (0.01)	0.12 (0.01)
<i>Minuartia guianensis</i>	3	1.17 (0.19)	0.03 (0.01)	0.21 (0.06)	0.66 (0.10)	0.10 (0.05)	0.18 (0.02)
<i>Ocotea neesiana</i>	2	1.19 (0.06)	0.01 (0.00)	0.06 (0.01)	0.15 (0.05)	0.02 (0.01)	0.12 (0.05)
<i>Ocotea rubra</i>	4	0.67 (0.14)	0.02 (0.01)	0.16 (0.08)	0.15 (0.05)	0.04 (0.02)	0.09 (0.01)
<i>Parkia paraensis</i>	3	1.12 (0.09)	0.03 (0.01)	0.31 (0.08)	1.16 (0.29)	0.11 (0.02)	0.19 (0.05)
<i>Protium paniculatum</i>	1	0.49 (-)	0.01 (-)	0.23 (-)	0.37 (-)	0.06 (-)	0.08 (-)
<i>Qualea paraensis</i>	2	0.61 (0.09)	0.01 (0.00)	0.29 (0.10)	1.32 (0.00)	0.11 (0.00)	0.15 (0.00)

Tabela 7. Valores médios dos teores de nutrientes do galho fino (%) para as espécies comerciais exploradas em uma área de floresta amazônica de terra firme no Município de Itacoatiara, AM. Valor de desvio padrão entre parênteses.

Espécies	N. ind.	N	P	K	Ca	Mg	S
<i>Allantoma lineata</i>	2	0.71 (0.22)	0.04 (0.02)	0.21 (0.01)	0.56 (0.27)	0.09 (0.01)	0.12 (0.08)
<i>Aspidosperma desmanthum</i>	2	0.56 (0.09)	0.02 (0.01)	0.20 (0.01)	0.27 (0.04)	0.09 (0.03)	0.07 (0.01)
<i>Brosimum parinarioides</i>	3	0.65 (0.11)	0.04 (0.03)	0.18 (0.03)	0.24 (0.03)	0.17 (0.12)	0.07 (0.03)
<i>Brosimum rubescens</i>	3	0.63 (0.02)	0.02 (0.00)	0.15 (0.01)	0.17 (0.06)	0.07 (0.02)	0.06 (0.01)
<i>Cariniana micrantha</i>	1	0.46 (-)	0.02 (-)	0.26 (-)	0.40 (-)	0.09 (-)	0.08 (-)
<i>Clarisia racemosa</i>	3	0.82 (0.09)	0.02(0.01)	0.18 (0.05)	0.15 (0.02)	0.11 (0.05)	0.10 (0.01)
<i>Dinizia excelsa</i>	2	0.45 (0.06)	0.02(0.00)	0.12 (0.01)	0.09 (0.04)	0.03 (0.01)	0.03 (0.01)
<i>Goupia glabra</i>	2	0.22 (0.00)	0.02 (0.01)	0.23 (0.01)	0.20 (0.06)	0.09 (0.01)	0.07 (0.01)
<i>Hymenolobium modestum</i>	2	1.03 (0.37)	0.02 (0.00)	0.13 (0.04)	0.21 (0.06)	0.04 (0.00)	0.17 (0.19)
<i>Iryanthera paraensis</i>	3	0.70 (0.16)	0.02 (0.01)	0.12 (0.03)	0.10 (0.06)	0.06 (0.05)	0.10 (0.04)
<i>Lecythis pisonis</i>	1	0.49 (-)	0.02 (-)	0.16 (-)	0.28 (-)	0.05 (-)	0.10 (-)
<i>Lecythis poiteaui</i>	3	1.09 (0.12)	0.01 (0.01)	0.08 (0.00)	0.11 (0.06)	0.04 (0.03)	0.49 (0.21)
<i>Licaria rigida</i>	2	0.42 (0.11)	0.01 (0.00)	0.11 (0.01)	0.15 (0.16)	0.02 (0.02)	0.06 (0.02)
<i>Manilkara huberi</i>	3	0.48 (0.08)	0.01 (0.01)	0.11 (0.01)	0.10 (0.04)	0.06 (0.01)	0.09 (0.02)
<i>Mezilaurus itauba</i>	3	0.48 (0.06)	0.01 (0.01)	0.13 (0.05)	0.05 (0.05)	0.02 (0.01)	0.06 (0.04)
<i>Minquartia guianensis</i>	3	0.44 (0.09)	0.01 (0.01)	0.09 (0.04)	0.04 (0.04)	0.02 (0.01)	0.09 (0.01)
<i>Ocotea neesiana</i>	2	0.79 (0.06)	0.02 (0.01)	0.11 (0.01)	0.10 (0.06)	0.03 (0.02)	0.06 (0.04)
<i>Ocotea rubra</i>	4	0.33 (0.06)	0.02 (0.00)	0.20 (0.06)	0.28 (0.28)	0.07 (0.04)	0.07 (0.04)
<i>Parkia paraensis</i>	3	0.56 (0.20)	0.02 (0.00)	0.16 (0.13)	0.53 (0.29)	0.17 (0.10)	0.08 (0.03)
<i>Protium paniculatum</i>	1	0.43 (-)	0.02 (-)	0.23 (-)	0.26 (-)	0.07 (-)	0.08 (-)
<i>Qualea paraensis</i>	2	0.57 (0.03)	0.01 (0.00)	0.21 (0.06)	0.31 (0.03)	0.08 (0.02)	0.09 (0.06)

Tabela 8. Valores médios dos teores de nutrientes do galho grosso (%) para as espécies comerciais exploradas em uma área de floresta amazônica de terra firme no Município de Itacoatiara, AM. Valor de desvio padrão entre parênteses.

Espécies	N. ind.	N	P	K	Ca	Mg	S
<i>Allantoma lineata</i>	2	0.37 (0.04)	0.02 (0.01)	0.21 (0.01)	0.22 (0.04)	0.03 (0.01)	0.07 (0.05)
<i>Aspidosperma desmanthum</i>	2	0.46 (-)	0.01 (-)	0.1 (-)	0.16 (-)	0.06 (-)	0.06 (-)
<i>Brosimum parinarioides</i>	3	0.64 (0.23)	0.02 (0.01)	0.17 (0.08)	0.14 (0.07)	0.11 (0.10)	0.18 (0.20)
<i>Brosimum rubescens</i>	3	0.36 (0.06)	0.01 (0.00)	0.13 (0.02)	0.11 (0.05)	0.05 (0.02)	0.03 (0.02)
<i>Cariniana micrantha</i>	1	0.25 (-)	0.01 (-)	0.14 (-)	0.51 (-)	0.03 (-)	0.09 (-)
<i>Clarisia racemosa</i>	3	0.59 (0.10)	0.01 (0.00)	0.09 (0.02)	0.13 (0.01)	0.10 (0.01)	0.07 (0.02)
<i>Dinizia excelsa</i>	2	0.37 (0.00)	0.01 (0.00)	0.06 (0.04)	0.09 (0.03)	0.03 (0.03)	0.00 (0.00)
<i>Goupia glabra</i>	2	0.12 (0.08)	0.01 (0.00)	0.11 (0.01)	0.10 (0.08)	0.08 (0.02)	0.02 (0.01)
<i>Hymenolobium modestum</i>	2	0.85 (0.11)	0.02 (0.01)	0.14 (0.02)	0.13 (0.03)	0.03 (0.01)	0.20 (0.23)
<i>Iryanthera paraensis</i>	3	0.44 (0.05)	0.01 (0.01)	0.07 (0.06)	0.09 (0.07)	0.05 (0.05)	0.09 (0.02)
<i>Lecythis pisonis</i>	1	0.40 (-)	0.01 (-)	0.15 (-)	0.07 (-)	0.00 (-)	0.06 (-)
<i>Lecythis poiteaui</i>	3	0.77 (0.38)	0.01 (0.00)	0.11 (0.09)	0.14 (0.03)	0.21 (0.06)	0.19 (0.28)
<i>Licaria rigida</i>	2	0.40 (0.13)	0.01 (0.00)	0.05 (0.01)	0.15 (0.18)	0.01 (0.01)	0.26 (0.30)
<i>Manilkara huberi</i>	3	0.34 (0.03)	0.01 (0.01)	0.08 (0.05)	0.10 (0.07)	0.05 (0.01)	0.08 (0.05)
<i>Mezilaurus itauba</i>	3	0.46 (0.00)	0.01 (0.00)	0.08 (0.08)	0.05 (0.04)	0.01 (0.01)	0.07 (0.03)
<i>Minquartia guianensis</i>	3	0.36 (0.05)	0.01 (0.00)	0.06 (0.02)	0.06 (0.04)	0.01 (0.02)	0.05 (0.02)
<i>Ocotea neesiana</i>	2	0.93 (0.13)	0.01 (0.00)	0.12 (0.02)	0.09 (0.07)	0.02 (0.01)	0.06 (0.04)
<i>Ocotea rubra</i>	4	0.25 (0.05)	0.01 (0.00)	0.10 (0.03)	0.12 (0.05)	0.20 (0.24)	0.06 (0.02)
<i>Parkia paraensis</i>	3	0.50 (0.19)	0.02 (0.00)	0.20 (0.09)	0.35 (0.21)	0.07 (0.06)	0.09 (0.02)
<i>Protium paniculatum</i>	1	0.28 (-)	0.01 (-)	0.19 (-)	0.14 (-)	0.04 (-)	0.06 (-)
<i>Qualea paraensis</i>	2	0.49 (0.08)	0.02 (0.01)	0.15 (0.02)	0.29 (0.06)	0.06 (0.04)	0.10 (0.04)

Tabela 9. Valores médios dos teores de nutrientes do tronco (%) para as espécies comerciais exploradas em uma área de floresta amazônica de terra firme no Município de Itacoatiara, AM. Valor de desvio padrão entre parênteses.

Espécies	N. ind.	N	P	K	Ca	Mg	S
<i>Allantoma lineata</i>	2	0.15 (0.00)	0.01 (0.00)	0.14 (0.11)	0.14 (0.04)	0.05 (0.02)	0.10 (0.08)
<i>Aspidosperma desmanthum</i>	2	0.34 (0.08)	0.00 (0.00)	0.02 (0.01)	0.05 (0.05)	0.00 (0.00)	0.04 (0.00)
<i>Brosimum parinarioides</i>	3	0.23 (0.12)	0.01 (0.00)	0.18 (0.06)	0.09(0.05)	0.03 (0.02)	0.03 (0.02)
<i>Brosimum rubescens</i>	3	0.22 (0.07)	0.01 (0.00)	0.10 (0.03)	0.05 (0.06)	0.03 (0.02)	0.02 (0.03)
<i>Cariniana micrantha</i>	1	0.22 (-)	0.00 (-)	0.06 (-)	0.13 (-)	0.01 (-)	0.05 (-)
<i>Clarisia racemosa</i>	3	0.37 (0.05)	0.01 (0.00)	0.11 (0.12)	0.06 (0.03)	0.07 (0.01)	0.04 (0.03)
<i>Dinizia excelsa</i>	2	0.14 (0.06)	0.01 (0.01)	0.05 (0.01)	0.03 (0.02)	0.02 (0.01)	0.00 (0.00)
<i>Goupia glabra</i>	2	0.06 (0.00)	0.01 (0.01)	0.09 (0.01)	0.06 (0.04)	0.05 (0.01)	0.01 (0.00)
<i>Hymenolobium modestum</i>	2	0.56 (0.09)	0.01 (0.01)	0.04 (0.01)	0.04 (0.02)	0.02 (0.01)	0.05 (0.04)
<i>Iryanthera paraensis</i>	3	0.31 (0.13)	0.01 (0.01)	0.05 (0.06)	0.06 (0.05)	0.04 (0.03)	0.06 (0.06)
<i>Lecythis pisonis</i>	1	0.28 (-)	0.00 (-)	0.21 (-)	0.00 (-)	0.00 (-)	0.05 (-)
<i>Lecythis poiteaui</i>	3	0.38 (0.06)	0.00 (0.00)	0.03 (0.01)	0.00 (0.00)	0.15 (0.13)	0.26 (0.04)
<i>Licaria rigida</i>	2	0.27 (0.02)	0.00 (0.00)	0.05 (0.05)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.05 (0.01)
<i>Manilkara huberi</i>	3	0.14 (0.05)	0.01 (0.01)	0.13 (0.19)	0.03 (0.03)	0.03 (0.01)	0.04 (0.01)
<i>Mezilaurus itauba</i>	3	0.34 (0.03)	0.00 (0.01)	0.02 (0.01)	0.01 (0.02)	0.00 (0.00)	0.09 (0.04)
<i>Minquartia guianensis</i>	3	0.27 (0.05)	0.00 (0.01)	0.02 (0.01)	0.02 (0.03)	0.00 (0.01)	0.04 (0.02)
<i>Ocotea neesiana</i>	2	0.45 (0.02)	0.01 (0.00)	0.04 (0.01)	0.02 (0.03)	0.01 (0.00)	0.04 (0.06)
<i>Ocotea rubra</i>	4	0.12 (0.02)	0.00 (0.01)	0.05 (0.02)	0.01 (0.02)	0.01 (0.01)	0.03 (0.02)
<i>Parkia paraensis</i>	3	0.32 (0.03)	0.01 (0.00)	0.17 (0.02)	0.19 (0.01)	0.03 (0.01)	0.13 (0.02)
<i>Protium paniculatum</i>	1	0.12 (-)	0.00 (-)	0.09 (-)	0.06 (-)	0.03 (-)	0.05 (-)
<i>Qualea paraensis</i>	2	0.08 (0.02)	0.01 (0.01)	0.08 (0.00)	0.03 (0.03)	0.02 (0.01)	0.02 (0.01)

Os teores de nitrogênio, fósforo, potássio, magnésio e enxofre nas folhas foram maiores comparados às outras partes arbóreas. O teor de cálcio foi maior na casca. Os maiores teores nas folhas são explicados pela maior atividade fisiológica, principalmente fotossíntese, em relação às outras partes da árvore (VITOUSEK e SANFORD, 1986; TAIZ e ZEIGER, 1991; EPSTEIN e BLOOM, 2006).

Algumas exceções foram encontradas para as espécies *P. paniculatum*, *O. rubra* e *L. rígida*, onde as concentrações de Ca foram maiores nas folhas. A espécie *L. poiteaui* apresentou maior concentração de Mg nos galhos grossos e tronco e a espécie *M. huberi* apresentou maiores concentrações de S na casca comparado à folha.

As maiores concentrações de nutrientes na copa também têm como função o estoque estratégico (BELLOTE e SILVA, 2000), pois os elementos móveis N, P, K, armazenados nas folhas são translocados antes da abscisão foliar (CALDEIRA *et al.*, 2006; EPSTEIN e BLOOM, 2006).

O cálcio teve maior concentração na casca para a maioria das espécies, pois este elemento é constituinte da lamela média, estando associado à parede celular, além de ser um elemento considerado imóvel (MARSCHNER, 1995; EPSTEIN e BLOOM, 2006).

A concentração de nutrientes, em geral, foi diminuindo nas partes da árvore na seguinte ordem: folha > casca > galho fino > galho grosso > tronco. Essa mesma ordem de concentrações por parte da árvore foi encontrada em outras vegetações (GOLLEY *et al.*, 1978; SILVA, 1990; FERRAZ *et al.*, 1997; MARTINELLI *et al.*, 2000; PAULETTO, 2006; CALDEIRA *et al.*, 2007; PINTO, 2008).

Para nitrogênio, enxofre, magnésio e cálcio, as concentrações foliares encontradas neste estudo estão de acordo com os teores encontrados para a maioria das plantas já estudadas a fim de obter um ótimo crescimento (MARSCHNER, 1995; BRADY e WEIL, 2008). Porém, as concentrações foliares de fósforo e potássio são inferiores. Esses autores consideram que a concentração de fósforo em plantas sadias deve estar entre 0,2 e 0,4% do peso seco e os teores de potássio e nitrogênio devem ser os mesmos, em torno de 2 a 5%. No presente trabalho, os teores foliares de fósforo variaram de 0,04 a 0,09% e os teores de potássio variaram de 0,04 a 0,68%, porém as espécies consideradas neste estudo apresentaram ótimo crescimento.

Os padrões do teor de nutrientes em florestas tropicais são diferentes do encontrado para a maioria das espécies já estudadas e consideradas em livros de nutrição de plantas devido à baixa fertilidade desses solos. Os teores foliares encontrados no presente estudo estão de acordo com o trabalho de Quesada (2008), que estudou 13 localidades diferentes

da floresta amazônica sob latossolos distróficos. Os teores foliares de N variaram de 1,7 a 2,7%, P variou de 0,045 a 0,095%, K variou de 0,025 a 1,25%, Ca variou de 0,2 a 0,7% e Mg variou de 0,13 a 0,35%. Os teores de cálcio no tronco foram muito baixos comparados aos trabalhos de Martinelli *et al.* (2000), Ferraz *et al.* (1997) e Pinto (2008).

Os teores foliares das espécies *M. guianensis*, *D. excelsa* e *B. rubescens*, que foram comuns ao estudo de Martinelli *et al.* (2000), na região de Rondônia, em floresta amazônica de terra firme, a maior diferença foi em relação ao elemento cálcio e potássio. Foi encontrada maior concentração foliar destes elementos na floresta tropical de Rondônia, refletindo diretamente a qualidade do solo da região.

Espécies pertencentes a um mesmo gênero não apresentaram o mesmo padrão de concentração de nutrientes. Por exemplo, para o gênero *Brosimum*, a espécie *B. pararainoides* apresentou maiores concentrações foliares de Ca e Mg em relação à espécie *B. rubescens*. Para o gênero *Ocotea*, a espécie *O. rubra* também apresentou maiores concentrações de Ca e Mg em relação à espécie *O. neesiana*. Para o gênero *Lecythis*, as variações foram maiores. A espécie *L. poiteau* apresentou maiores concentrações foliares de nitrogênio, cálcio, magnésio, enxofre e potássio e menores concentrações de cálcio e magnésio em relação à espécie *L. pisonis*.

5.3. Relação entre nutrientes

Nitrogênio e fósforo

A variação dos valores de N/P nas diferentes partes da árvore foi alta. Para folhas, a razão média foi igual a 33,17, para casca 66,86, para galho fino 36,79 e para galho grosso 41,43. A variação entre a razão foliar N/P foi de 3,44 vezes entre o maior e o menor valor encontrados para os indivíduos. O menor valor médio foi 21,8 para a espécie *A. desmanthum*, valor considerado por muitos autores como fósforo limitante (AERTS e CHAPIN, 2000; KOERSELMAN e MEULEMAN, 2004). O maior valor médio da razão foliar de N/P foi 57,5 para a espécie *L. poiteau* (Tabela 10).

Essa relação não foi estudada para o tronco, pois nesta parte da árvore muitas concentrações foram traço, ou seja, zero, não havendo relações entre os nutrientes.

Tabela 10. Proporções N/P, N/S e Ca/Mg nas espécies comerciais exploradas em uma área de floresta amazônica de terra firme no Município de Itacoatiara, AM.

Espécies	Nº ind.	Folhas			Casca			Galho fino			Galho grosso		
		N/P	N/S	Ca/Mg	N/P	N/S	Ca/Mg	N/P	N/S	Ca/Mg	N/P	N/S	Ca/Mg
<i>Minuartia guianensis</i>	3	28,33	10,24	0,65	45,89	6,35	7,30	35,83	4,99	1,72	36,00	7,28	-
<i>Brosimum parinarioides</i>	3	24,24	11,89	0,83	44,50	12,51	4,19	21,35	9,64	2,02	43,94	-	1,90
<i>Hymenolobium modestum</i>	2	43,37	21,52	1,28	131,00	23,88	32,50	51,50	14,98	5,13	61,50	14,11	5,25
<i>Dinizia excelsa</i>	2	43,50	19,05	0,61	56,25	21,54	11,80	22,25	18,17	2,88	37,00	-	4,60
<i>Iryanthera paraensis</i>	3	32,99	12,86	0,63	78,00	5,17	3,95	49,17	6,93	2,01	-	4,94	-
<i>Protium paniculatum</i>	1	32,00	10,00	1,30	49,00	6,13	6,17	21,50	5,38	3,71	28,00	4,67	3,50
<i>Lecythis pisonis</i>	1	37,75	8,88	1,38	71,00	7,89	-	24,50	4,90	5,60	40,00	6,67	-
<i>Goupia glabra</i>	2	26,27	8,78	0,74	34,00	4,86	8,75	16,50	3,40	1,35	12,00	7,50	1,22
<i>Clarisia racemosa</i>	3	34,48	14,75	0,75	63,17	8,54	4,30	36,89	8,57	1,49	58,67	9,44	1,27
<i>Lecythis poiteaui</i>	3	57,46	3,58	0,73	164,83	2,45	19,01	89,67	2,40	3,42	77,00	-	0,77
<i>Allantoma lineata</i>	2	30,07	11,67	2,35	29,83	4,48	20,50	22,35	7,11	6,06	27,00	7,67	8,75
<i>Licaria rigida</i>	2	38,28	11,68	1,08	66,25	12,83	-	41,50	7,75	-	40,00	-	-
<i>Ocotea rubra</i>	4	27,15	13,11	0,69	41,80	7,28	3,89	16,25	10,09	2,29	24,75	5,95	-
<i>Mezilaurus itauba</i>	3	32,59	12,23	0,41	96,00	10,63	5,00	40,83	11,76	3,56	46,00	7,16	-
<i>Ocotea neesiana</i>	2	36,63	15,17	0,48	118,50	11,49	11,75	60,00	18,46	4,25	92,50	19,50	4,33
<i>Qualea paraensis</i>	2	31,40	10,47	1,39	61,50	4,10	12,00	57,00	8,02	4,25	30,67	5,72	6,23
<i>Manilkara huberi</i>	3	35,02	9,67	0,83	82,00	4,18	7,92	39,83	5,68	1,68	-	5,42	2,09
<i>Brosimum rubescens</i>	3	23,99	12,22	1,12	59,50	13,22	5,64	31,50	10,24	2,47	36,00	16,75	2,67
<i>Parkia paraensis</i>	3	28,88	9,60	0,65	34,00	6,30	11,13	27,83	9,27	3,27	25,17	5,44	5,36
<i>Aspidosperma desmanthum</i>	2	21,79	12,81	0,63	54,00	10,42	3,68	43,25	8,23	3,03	46,00	7,67	2,67
<i>Cariniana micrantha</i>	1	30,43	16,38	1,08	23,00	5,75	21,00	23,00	5,75	4,44	25,00	2,78	17,00

As relações entre os teores de nitrogênio e fósforo de todas as árvores amostradas nas cinco partes das árvores analisadas (folha, casca, galho fino, galho grosso e tronco) não foram significativas.

Para muitos autores (AERTS e CHAPIN, 2000; KOERSELMAN e MEULEMAN, 2004; REICH e OLEKSYN, 2004), as concentrações foliares de nitrogênio (N) e fósforo (P) refletem a disponibilidade desses nutrientes no solo. A razão N/P geralmente é relacionada com a produtividade primária líquida, sendo muito utilizada para inferir sobre a limitação potencial desses nutrientes na produtividade da comunidade (VITOUSEK e FARRINGTON, 1997; GÜSEWELL, 2004; KOERSELMAN e MEULEMAN, 2004; REICH e OLEKSYN, 2004). Essa relação mascara as diferenças interespecíficas, sendo mais utilizada ao nível de comunidade (KOERSELMAN e MEULEMAN, 2004). Existem evidências de que a diferença interespecífica da razão crítica N/P geralmente é insignificante, porém essa variação foi grande no presente estudo.

Este resultado corrobora com o observado por Haridasan (2008) e Townsend *et al.* (2007). Segundo esses autores, não há teoria satisfatória que explique a relação estequiométrica entre nitrogênio e fósforo. Essa relação está relacionada à capacidade fisiológica de cada espécie. Outros autores afirmam que lugares áridos apresentam relações mais estreitas entre N e P comparado a lugares úmidos (WRIGHT *et al.*, 2001).

Nitrogênio e enxofre

As médias da razão entre nitrogênio e enxofre (Tabela 10) por partes da árvore só diferiram estatisticamente para folha (12,22), não havendo diferença estatística para casca (9,05), galho fino (8,65) e galho grosso (8,16). A razão foliar N/S foi maior para a espécie *H. modestum* (21,52) e a menor razão foliar foi encontrada na espécie *L. poiteaui* (3,58).

As correlações entre nitrogênio e enxofre foram maiores no componente folha ($r = 0,62$), casca ($r = 0,68$) e galho fino ($r = 0,67$) e tronco ($0,61$) (Figura 4). Essas relações tiveram grande influência da espécie *L. poiteaui* que apresentou altas concentrações de nitrogênio e enxofre. A relação N/S decorre do fato destes nutrientes serem encontrados principalmente nas proteínas, havendo uma estequiometria entre os mesmos. Em média,

36 átomos de N para cada átomo de S. A regulação desses nutrientes também se dá na transcrição dos mRNAs (EPSTEIN e BLOOM, 2006; INGENBLEEK, 2006).

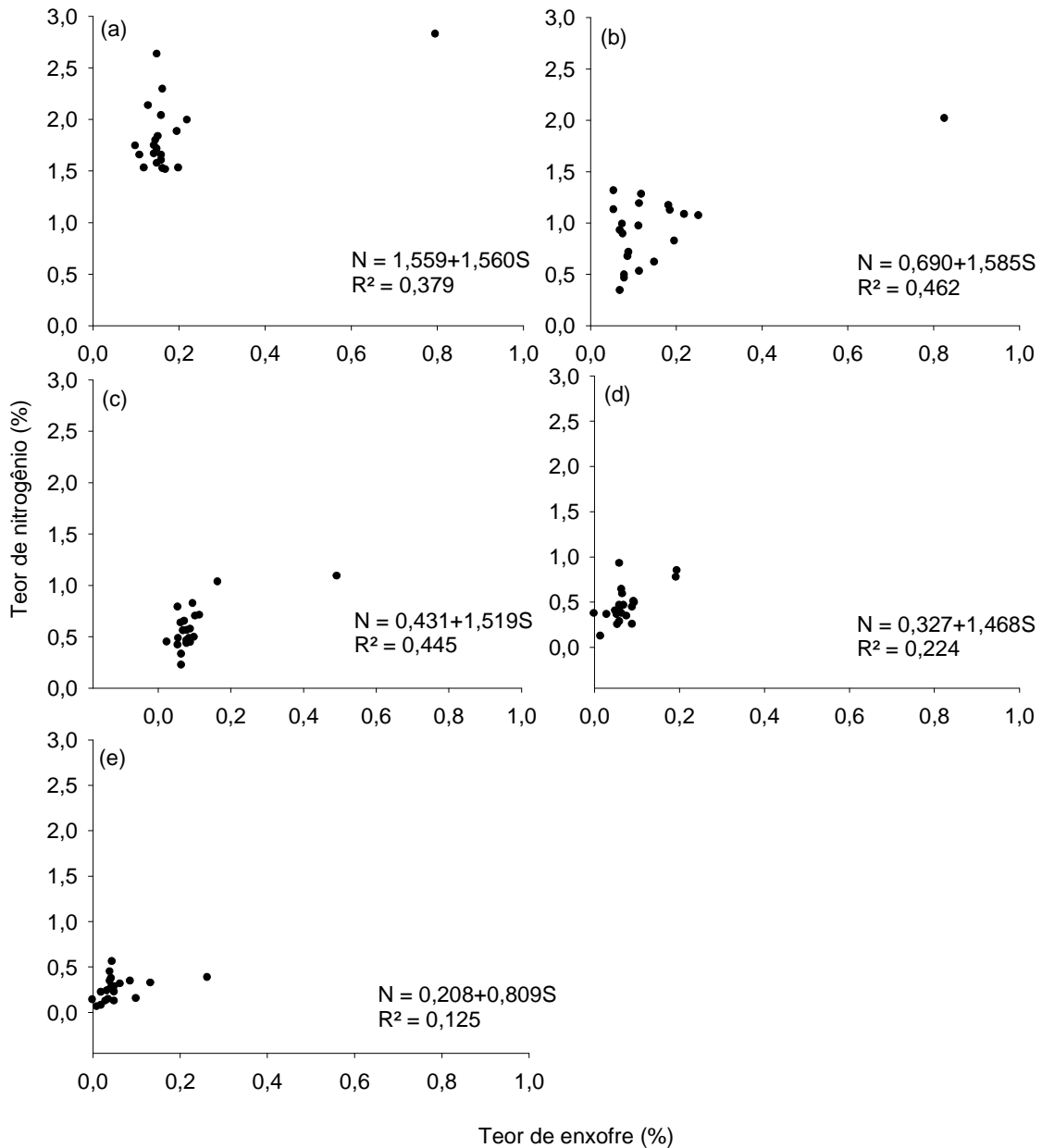


Figura 4. Variação nas concentrações de N e S em diferentes componentes de biomassa nas espécies comerciais exploradas em uma área de floresta amazônica de terra firme no Município de Itacoatiara, AM. (a) folha, (b) casca, (c) galho fino, (d) galho grosso, (e) tronco.

Cálcio e magnésio

A relação Ca/Mg teve grande variação (Tabela 10) na casca, com maior razão (10,55). No galho grosso a razão média foi 4,51, no galho fino 3,23 e na folha a razão média foi de 0,87.

A maioria das concentrações foliares de magnésio foram maiores que a do cálcio. Das 21 espécies estudadas, 15 apresentaram teor de magnésio maior ou igual ao teor de cálcio. Na maioria dos solos tropicais, os teores de cálcio são maiores que os teores de magnésio e no tecido vegetal essa relação persiste, ou seja, $Ca > Mg$, (BRADY e WEIL, 2008; BENITES *et al.*, 2011), diferentemente do que foi encontrado no presente estudo. Este resultado deve-se à resposta das espécies às maiores concentrações de magnésio no solo em relação ao cálcio. As plantas encontradas em solos serpentinos (que apresenta maior teor de magnésio em relação ao cálcio) também apresentam concentrações foliares de magnésio superior aos teores de cálcio (WALKER *et al.*, 1955).

A maior relação foliar foi para a espécie *L. poiteaui* (5,38) e a menor relação foliar foi encontrada para a espécie *A. lineata* (0,21). A correlação entre cálcio e magnésio (Figura 5) foi maior na folha ($r = 0,75$) e galho fino ($r = 0,60$).

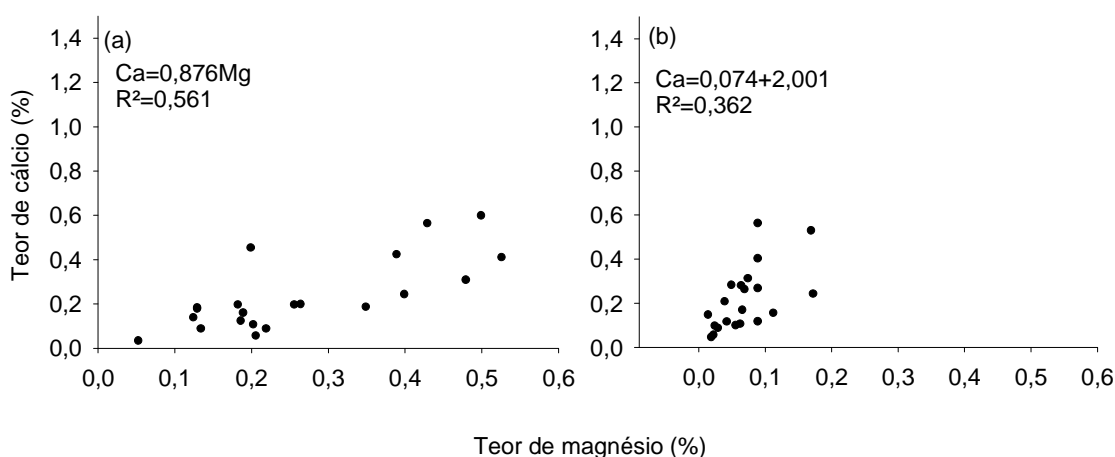


Figura 5. Variação nas concentrações de Ca e Mg em diferentes componentes de biomassa nas espécies comerciais exploradas em uma área de floresta amazônica de terra firme no Município de Itacoatiara, AM. (a) folha, (b) galho fino.

O magnésio e cálcio são ativadores de enzimas e estão relacionados à absorção de outros nutrientes. No solo, o cálcio tem efeito antagônico ao magnésio, quando estes são encontrados em altas concentrações (MALAVOLTA, 1980). O efeito antagônico

entre Ca e Mg pode ser considerado desprezível para este trabalho já que as concentrações destes elementos no solo foram baixas e a relação existente desses nutrientes em algumas partes da árvore foi positiva.

5.4. Biomassa arbórea acima do solo

A porcentagem do peso verde da casca em relação ao peso verde do tronco variou de 4,45% para a espécie *M. itauba* a 17,33% para a espécie *B. pararinoides*. Os teores de umidade variaram entre partes da árvore e entre espécies (Tabela 11). O menor teor de umidade médio foi encontrado no tronco e o maior teor foi encontrado na folha.

Tabela 11. Percentual da biomassa da casca e teor de umidade nas espécies comerciais exploradas em uma área de floresta amazônica de terra firme no Município de Itacoatiara, AM.

Espécie	% casca	Teor de umidade (%)				
		Folha	Casca	Galho fino	Galho grosso	Tronco
<i>Allantoma lineata</i>	8,11	47,77	47,54	52,17	51,84	47,37
<i>Aspidosperma desmanthum</i>	14,23	49,04	43,62	40,84	41,99	32,23
<i>Brosimum parinarioides</i>	17,33	48,56	47,02	46,52	52,85	51,14
<i>Brosimum rubescens</i>	12,85	56,04	56,87	45,25	46,98	35,26
<i>Cariniana micrantha</i>	11,31	41,98	61,59	51,68	53,27	44,74
<i>Clarisia racemosa</i>	11,59	58,22	42,79	52,31	51,67	46,01
<i>Dinizia excelsa</i>	6,29	48,96	47,87	42,07	39,42	27,06
<i>Goupia glabra</i>	8,23	64,95	32,48	44,94	40,61	38,22
<i>Hymenolobium modestum</i>	10,85	30,30	47,03	44,88	44,47	42,06
<i>Iryanthera paraensis</i>	6,06	48,76	58,34	42,88	48,41	37,05
<i>Lecythis pisonis</i>	9,19	61,59	50,17	46,22	39,97	32,67
<i>Lecythis poiteaui</i>	6,57	53,54	48,48	44,75	40,22	31,40
<i>Licaria rigida</i>	8,92	50,47	44,89	37,97	38,93	32,17
<i>Manilkara huberi</i>	8,99	55,04	46,27	41,47	37,67	32,71
<i>Mezilaurus itauba</i>	4,45	48,27	45,33	40,74	41,47	31,18
<i>Minquartia guianensis</i>	5,62	45,43	55,14	39,76	35,20	33,37
<i>Ocotea neesiana</i>	14,78	45,89	31,50	37,89	39,94	38,07
<i>Ocotea rubra</i>	10,46	50,75	52,28	49,48	48,67	42,38
<i>Parkia paraensis</i>	15,24	58,28	52,21	47,11	50,99	53,07
<i>Protium paniculatum</i>	8,71	53,72	45,17	46,18	50,75	49,44
<i>Qualea paraensis</i>	9,60	57,72	39,15	48,55	44,42	37,97
Média	9,98	51,34	47,83	44,86	44,77	38,80

As espécies *P. paraensis* e *B. paranarioides* apresentaram os maiores teores de umidade no tronco (53 e 51%, respectivamente), enquanto as espécies *D. excelsa*, *L. poiteaui* e *M. itauba* apresentaram os menores teores de umidade no tronco (27%, 31,4% e 31,2%, respectivamente). Essa diferença de teores de umidade entre as espécies reflete diretamente na estimativa de biomassa seca.

As estimativas da biomassa seca variaram de 653 kg para um indivíduo da espécie *M. guianensis* com DAP de 25 cm a 13.249 kg para um indivíduo da espécie *D. excelsa* com DAP de 114 cm. O indivíduo *C. micrantha* com DAP de 125 cm, apresentou maior estimativa de biomassa verde, porém não apresentou maior estimativa de biomassa seca, pois esta espécie possui altos teores de umidade nas diferentes partes da árvore (Figura 6). Os valores de biomassa seca encontrados estão de acordo com outros estudos realizados na floresta amazônica (OVERMAN *et al.*, 1994; NOGUEIRA *et al.*, 2008).

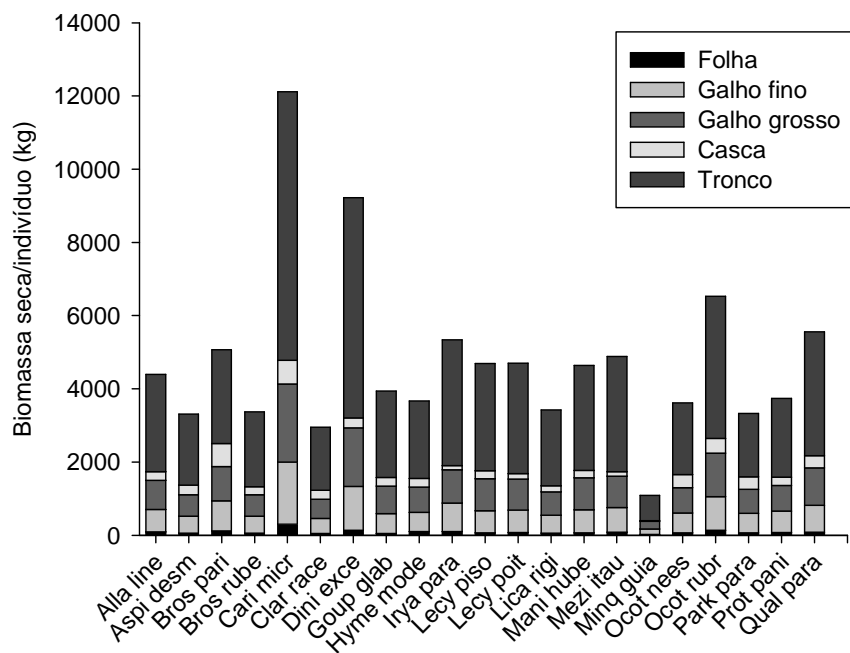


Figura 6. Distribuição da massa seca média nas diferentes componentes nas espécies comerciais exploradas em uma área de floresta amazônica de terra firme no Município de Itacoatiara, AM.

5.5. Estoques de nutrientes nas diferentes partes da árvore

As médias dos estoques de nitrogênio, fósforo, potássio, magnésio e enxofre foram maiores no tronco. Nesta parte da árvore os estoques de nutrientes variaram de 1,15 a 19,98 kg de N, quantidade traço (0,0) a 0,42 kg de P, quantidades traço (0,0) a 7,75 kg de K, quantidades traço (0,0) a 3,81 kg de Mg e quantidades traço (0,0) a 9,44 kg de S (Figuras 9 a 14). O nutriente cálcio teve maior estoque na casca (0,05 a 9,55) e o fósforo também se destacou no galho fino (0,01 a 0,40). Ferraz *et al.* (1997) também encontraram maior estoque de fósforo nos galhos finos das árvores de uma floresta amazônica de terra firme. Estoques com valor zero se devem à quantidade traço desses nutrientes em algumas partes da árvore.

Os menores estoques médios de nutrientes foram encontrados nas folhas: N (0,21 a 6,43), P (0,01 – 0,21), K (0,02 – 1,36), Ca (0,01 – 1,27) e S (0,02 – 0,73). Para o magnésio, o menor estoque médio foi encontrado na casca (0,00 – 1,21).

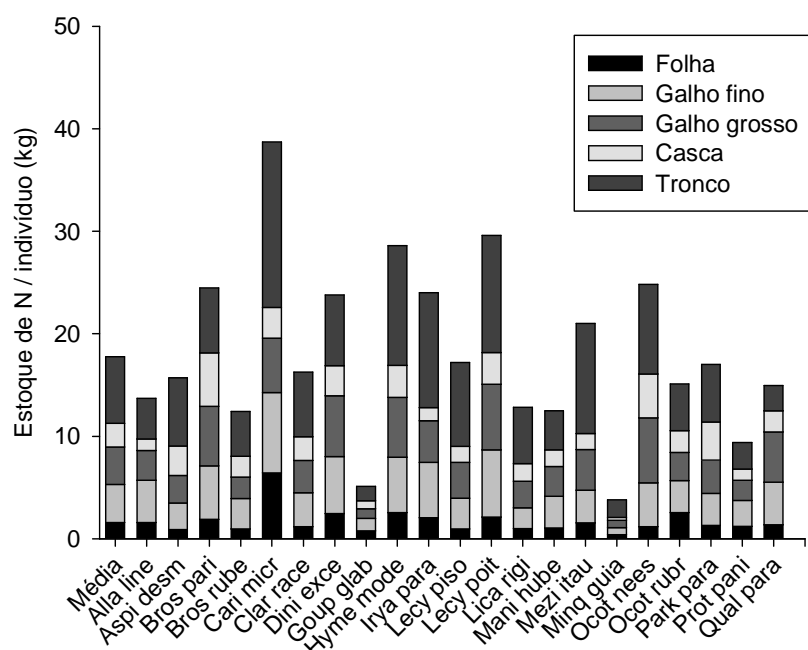


Figura 7. Distribuição de N nos diferentes componentes da biomassa aérea nas espécies comerciais exploradas em uma área de floresta amazônica de terra firme no município de Itacoatiara, AM.

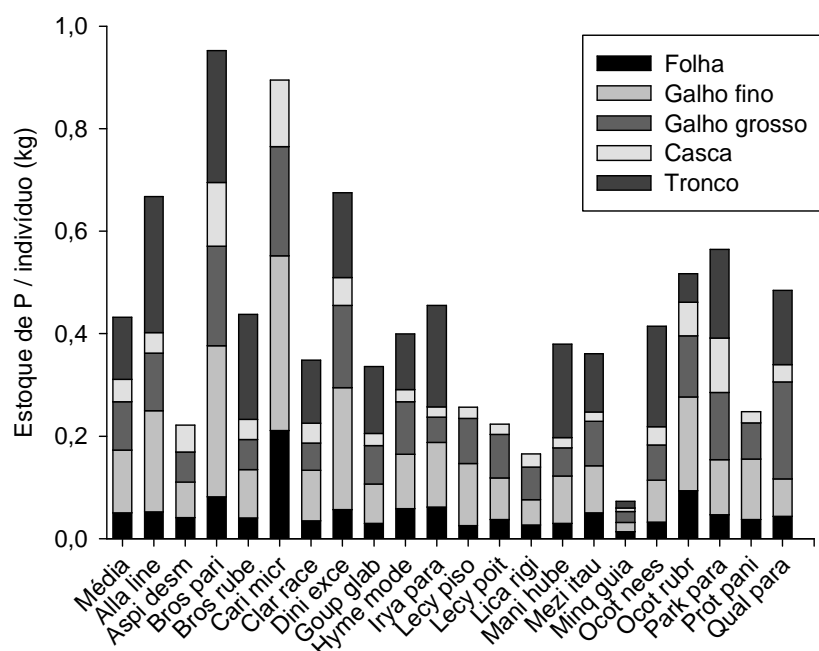


Figura 8. Distribuição de P nos diferentes componentes da biomassa aérea nas espécies comerciais exploradas em uma área de floresta amazônica de terra firme no Município de Itacoatiara, AM.

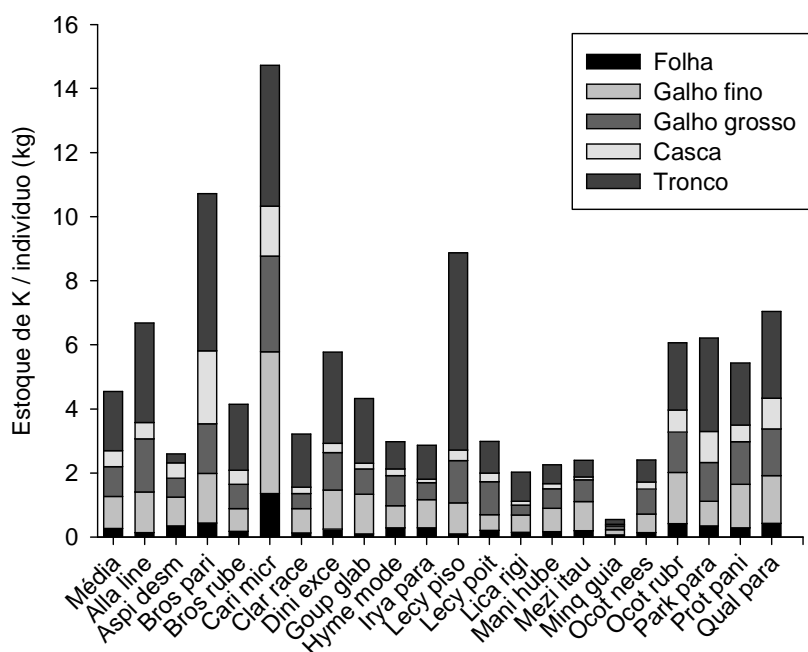


Figura 9. Distribuição de K nos diferentes componentes da biomassa aérea nas espécies comerciais exploradas em uma área de floresta amazônica de terra firme no Município de Itacoatiara, AM.

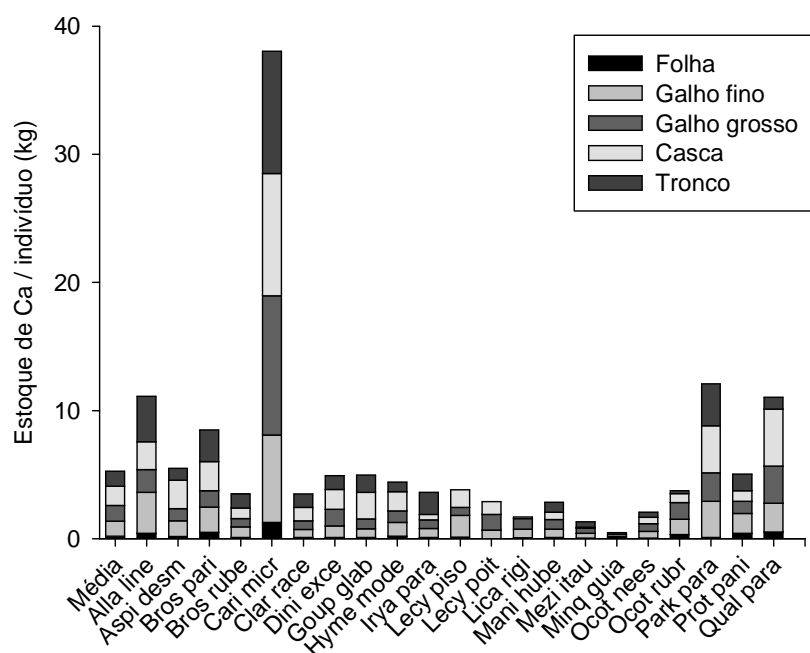


Figura 10. Distribuição de Ca nos diferentes componentes da biomassa aérea nas espécies comerciais exploradas em uma área de floresta amazônica de terra firme no Município de Itacoatiara, AM.

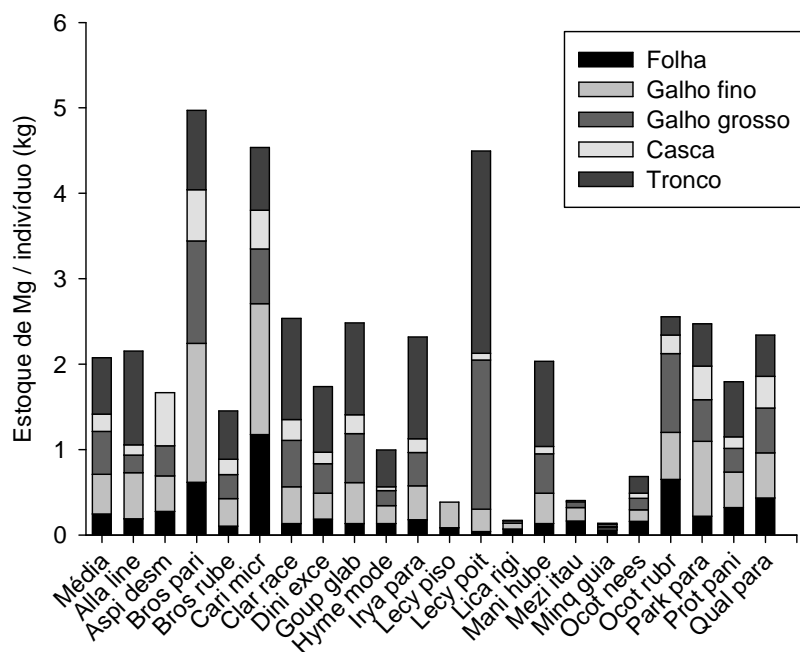


Figura 11. Distribuição de Mg nos diferentes componentes da biomassa aérea nas espécies comerciais exploradas em uma área de floresta amazônica de terra firme no Município de Itacoatiara, AM.

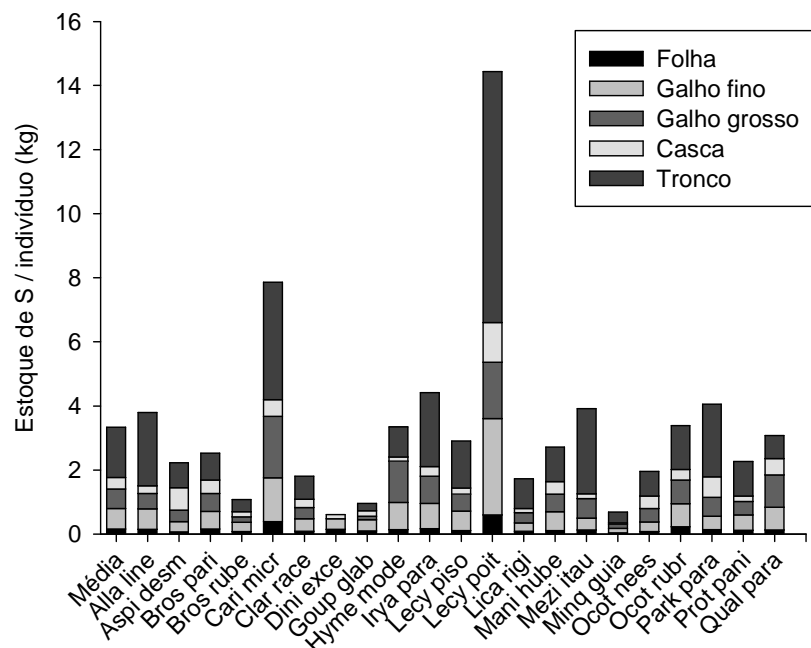


Figura 12. Distribuição de S nos diferentes componentes da biomassa aérea nas espécies comerciais exploradas em uma área de floresta amazônica de terra firme no Município de Itacoatiara, AM.

O elemento cálcio apresentou alta concentração na casca, refletindo diretamente no estoque desse nutriente. A alta concentração de fósforo, cálcio e magnésio no galho fino em relação ao tronco também refletiu positivamente nos estoques desses nutrientes.

A seqüência dos estoques totais de nutrientes na vegetação foi: $N > Ca > K > S > Mg > P$, sendo que os estoques de potássio e cálcio foram muito semelhantes. Essa seqüência de elementos mais abundantes na vegetação também foi encontrada em outros estudos em florestas tropicais no Panamá, Brasil e Venezuela (GOLLEY *et al.*, 1978; VITOUSEK e SANFORD, 1986; MARTINELLI *et al.*, 2000).

Os estoques de nitrogênio exportados pela exploração madeireira, através do tronco e da casca, variaram de 1,53 a 21,82 kg por árvore explorada, enquanto os estoques mantidos na floresta variaram de 1,05 a 18,23 kg. Os estoques de fósforo apresentaram as menores variações. Os estoques exportados variaram de 0,01 a 0,51 kg e os estoques mantidos na floresta variaram de 0,03 a 0,71 kg. O potássio apresentou estoque exportado variando de 0,13 a 10,07 kg e estoque mantido na floresta variou de 0,16 a 8,01 kg por árvore explorada. Os estoques de cálcio apresentaram as maiores

variações. Os estoques exportados variaram de 0,08 a 22,27 kg por árvore explorada, enquanto os estoques mantidos na floresta variaram de 0,11 a 20,29 kg. Para o magnésio os estoques exportados variaram de 0,00 a 3,56 kg e os estoques mantidos na floresta variaram de 0,05 a 4,16 kg. O enxofre apresentou estoque exportado variando de 0,14 a 10,16 kg e estoque mantido na floresta variou de 0,16 a 7,77 kg por árvore explorada.

De acordo com os resultados apresentados, pode-se afirmar que a maior influência do estoque de nutrientes exportados após a exploração madeireira deve-se à concentração de nutrientes nas partes das árvores que são removidas da floresta. Portanto, as espécies que mais contribuem para a exportação de nutrientes foram aquelas que apresentaram as maiores concentrações de nutrientes na casca e no tronco. Por exemplo, para o nitrogênio as espécies *L. poiteaui* e *H. modestum* se destacaram. Para o potássio as espécies *B. parinarioides*, *L. pisonis* e *P. paraensis* se destacaram. Para o cálcio as espécies *A. lineata*, *Q. paraensis* e *P. paraensis* se destacam. Para o magnésio se destacam as espécies *B. parinarioides*, *C. racemosa*, *I. paraensis* e *L. poiteaui* e esta última também apresentou alto estoque de enxofre. Um indivíduo da espécie *C. micrantha* se destacou devido seu grande porte, com DAP de 125 cm (Figuras 7 a 12).

Considerando as árvores exploradas na área de 20 ha, foi calculado o estoque de nutrientes exportado por hectare (Tabela 12).

Tabela 12. Estoques de nutrientes exportados através da madeira (tronco e casca) e devolvidos ao solo através de galhos e folhas após exploração das espécies comerciais em uma área de floresta amazônica de terra firme no Município de Itacoatiara, AM.

Nutriente	Tronco	Casca	Exportado	Galho grosso	Galho fino	Folha	Devolvido
N	48,46	18,27	66,73	25,49	25,96	10,71	62,16
P	0,84	0,31	1,16	0,63	0,81	0,33	1,77
K	12,53	3,11	15,63	6,31	6,68	1,74	14,73
Ca	8,81	10,66	19,47	8,96	7,64	1,08	17,68
Mg	4,54	1,26	5,80	3,38	2,81	1,37	7,57
S	12,3	3,32	15,62	4,31	5,15	1,20	10,65

Observa-se na Tabela 12 que a soma dos estoques de nutrientes nas folhas e nos galhos finos foram maiores que os estoques nos galhos grossos para todos os nutrientes. De acordo com Luizão e Schubart (1987) e Higuchi (1997), a serapilheira fina,

composta por folhas e galhos finos, é rapidamente disponibilizada às plantas, pois sua decomposição é rápida (2 a 3 anos), podendo alterar principalmente o teor de fósforo no solo. Para Chambers *et al.* (2000), o estoque de nutrientes do galho grosso é liberado gradativamente por quase duas décadas, podendo alterar a concentração do cálcio e magnésio no solo (HIGUCHI *et al.*, 1997).

A partir dos dados do estudo de Vitousek e Sanford (1986), verificou-se que a média de nutrientes que são ciclados através da serapilheira fina em solos inférteis (oxisol e ultisols), excede os valores de estoques de nutrientes exportados e incorporados devido à exploração florestal encontrados neste estudo. Em média são ciclados via serapilheira fina anualmente, 108 kg/ha de nitrogênio, 3,1 kg/ha de fósforo, 22 kg/ha de potássio, 53 kg/ha de cálcio e 17 kg/ha de magnésio (VITOUSEK e SANFORD, 1986). Nitrogênio e enxofre apresentam ainda entrada pela deposição atmosférica (MARCOS e LANCHO, 2002) e o potássio apresenta entrada pela água da chuva que lava as copas e troncos (13 a 20 kg/ha).

A exportação de nutrientes da exploração seletiva através do manejo florestal sustentado não deve afetar o estado nutricional da floresta. Porém devem ser feitos mais estudos que englobem outros estoques de nutrientes, como por exemplo, os estoques de nutrientes causados pelos danos da exploração, onde muitas árvores remanescentes perdem parte da copa ou são totalmente arrancadas (HIGUCHI e VIEIRA, 1990). Também devem ser realizados mais estudos a fim de verificar a lixiviação desses nutrientes.

6. CONCLUSÕES

- O solo da área de estudo foi caracterizado como Latossolos Amarelo Distrófico e Álico, com o teor de magnésio disponível superior ao teor de cálcio.
- Os teores foliares da maioria das espécies apresentaram o mesmo padrão de concentração de magnésio maior que a concentração de cálcio.
- A relação N/P entre espécies variou de 27,79 a 57,46, mas a correlação entre os teores de nutrientes foi não significativa;
- A variação N/S foi significativa em algumas partes arbóreas: folha ($R^2 = 0,38$), casca ($R^2 = 0,46$) e galho fino ($R^2 = 0,45$).
- Em geral, as concentrações nas folhas foram maiores para todos os macronutrientes em relação às outras partes da árvore, com exceção do cálcio que ocorre em maior concentração na casca. Galho fino apresenta maior concentração que galho grosso, que por sua vez apresenta maior concentração que o tronco.
- A variação dos teores nutricionais nas espécies foi muito grande. Essas teores nutricionais podem ser peculiares a cada espécie como, por exemplo, a espécie *L. poiteaui* que apresentou altas concentrações de enxofre devido ao tipo de polinização desta espécie.
- O nitrogênio é o nutriente em maiores quantidades nesta vegetação arbórea, seguido por cálcio, potássio, enxofre, magnésio e fósforo, igualmente ao observado em outras florestas tropicais;
- Os maiores estoques de nutrientes são encontrados no tronco, devido sua grande biomassa, com exceção do cálcio, encontrado em maior quantidade na casca devido à alta concentração desse nutriente nesta parte da árvore;
- Os estoques de nutrientes exportados pela exploração madeireira (tronco e casca) (N - 66,7 kg.ha⁻¹; P - 1,2 kg.ha⁻¹; K - 15,6 kg.ha⁻¹; Ca - 19,5 kg.ha⁻¹; Mg - 5,8 kg.ha⁻¹; S - 15,6 kg.ha⁻¹) para as espécies comerciais estudadas são inferiores às quantidades de nutrientes ciclados anualmente via serapilheira fina.

7. BIBLIOGRAFIA

- AERTS, R.. CHAPIN, F. S. The mineral nutrition of wild plants revisited: a re-evaluation of processes and patterns. **Advances in Ecological research**, v. 30, p. 1-67, 2000.
- ALVARES, V. V. H. *et al.* Interpretação dos resultados das análises de solos. In: RIBEIRO, A. C. *et al.* (Ed.). **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa: Comissão de fertilidade do solo do estado de Minas Gerais, 1999. p. 25-32.
- ANDERSON, J. M.. SPENCER, T. **Carbon, nutrient and water balances of tropical rain forest ecosystems subject to disturbance: management implications and research proposals**. Paris: UNESCO, 1991.
- ARAÚJO, T. M. *et al.* Comparison of formulae for biomass content determination in a tropical rain forest site in the state of Pará, Brazil. **Forest Ecology and Management**, v. 117, p. 43-52, 1999.
- AZEVEDO, C. P. *et al.* Efeito da exploração de madeira e dos tratamentos silviculturais no agrupamento ecológico de espécies. **Floresta**, v. 38, n. 1, p. 53-69, 2008.
- BARRETO, P. *et al.* Custos e benefícios do manejo florestal para produção de madeira na Amazônia Oriental. **Série Amazônia**, v. Nº 10, p. 46, 1998.
- BELLOTE, A. F. J.. SILVA, H. D. Técnicas de amostragem e avaliações nutricionais em plantios de *Eucalyptus spp.* In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. (Ed.). **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000. Cap.4. p. 106-133.
- BENITES, V. M. *et al.* Potássio, cálcio e magnésio. In: PROCHNOW, L. I. *et al.* (Ed.). **Boas práticas para uso eficiente de fertilizantes**: IPNI, 2011. Cap.3.
- BRADY, K. U. *et al.* Evolutionary ecology of plant adaptation to serpentine soils. **Annual Review of ecology, evolution and systematics**, v. 36, p. 243-266, 2005.
- BRADY, N. C.. WEIL, R. R. **The natural and properties of soils**. 14. ed. Columbus: Pearson Prentice Hall, 2008.
- BRASIL. **Projeto RADAMBRASIL, Folha SA.21-Santarém**. Rio de Janeiro, 1976a. (Levantamento de Recursos Naturais).
- _____. **Projeto RADAMBRASIL, Folha SB.21-Tapajós**. Rio de Janeiro, 1976b. (Levantamento de Recursos Naturais).
- BROWN, S. Estimating biomass and biomass change of tropical forests: a primer. **FAO Forestry Paper**, v. 134, 1997.

BROWN, S. *et al.* Biomass estimation methods for tropical forests with applications to forest inventory data. **Forest Science**, v. 35, n. 4, p. 881-902, 1989.

BROWN, S.. LUGO, A. E. Aboveground biomass estimates for tropical moist forests of the Brazilian Amazon. **Interciencia**, v. 17, n. 1, p. 8-18, 1992.

CALDEIRA, M. V. W. *et al.* Determinação e identificação dos teores de macronutrientes nas espécies arbóreas de uma Floresta Ombrófila Mista Montana / General Carneiro, Paraná. **Ambiência - Revista do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais**, v. 3, n. 2, p. 211-239, 2007.

_____. Concentração e redistribuição de nutrientes nas folhas e no folheto em um povoamento de *Acacia mearnsii* De Wild. no Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal**, v. 9, n. 1, p. 19-24, 2006.

CAMPOS, M. L. *et al.* Ciclagem de nutrientes em florestas e pastagens. **Boletim agropecuário da Universidade Federal de Lavras**, p. 62, 2005.

CHAMBERS, J. Q. *et al.* Decomposition and carbon cycling of dead trees in tropical forests of the central Amazon. **Oecologia**, v. 122, p. 380-388, 2000.

_____. Tree damage, allometric relationships, and above-ground net primary production in central Amazon forest. **Forest Ecology and Management**, v. 152, n. 1-3, p. 73-84, 2001.

_____. Respiration from coarse wood litter in central Amazon forest. **Biogeochemistry**, v. 52, p. 115-131, 2001.

CLEMENT, C. R.. HIGUCHI, N. A Floresta Amazônica e o futuro do Brasil. **Ciência e Cultura**, v. 58 (3), p. 44-49, 2006.

CRUZ-FILHO, D.. SILVA, J. N. M. Avaliação da quantidade de resíduos lenhosos em floresta não explorada e explorada com técnicas de redução de impactos, utilizando amostragem por linha interceptadora, no Médio Moju, Amazônia Oriental, Brasil. **Acta Amazonica**, v. 39 (3), p. 527-532, 2009.

DEFELIPO, B. V.. RIBEIRO, A. C. Análise química de solo (metodologia). **Boletim de extensão**, 1981.

EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1997.

EPSTEIN, E.. BLOOM, A. J. **Nutrição Mineral de Plantas: Princípios e Perspectivas**. Tradução de NUNES, M. E. T. 2. ed. Londrina: Editora Planta, 2006.

FEINSTEIN, J. *et al.* Neotropical soldier flies (Stratiomyidae) reared from *Lecythis poiteaui* in French Guiana: Do bat-pollinated flowers attract saprophiles? **Journal of the Torrey Botanical Society**, v. 135, n. 2, p. 200-207, 2008.

FERRAZ, J. *et al.* Distribuição de nutrientes nas árvores e exportação de nutrientes pela exploração seletiva de madeira. In: INPA/DFID (Ed.). **Bionte. Biomassa e Nutrientes florestais: relatório final**. Manaus, 1997. p. 345.

FERREIRA, D. C. *et al.* Modificações a curto prazo nos teores de carbono e nitrogênio do solo (após corte seletivo da floresta na Amazônia Central). In: INPA/DFID (Ed.). **Bionte. Biomassa e nutrientes: relatório final**. Manaus 1997. p. 345

FERREIRA, S. J. F. *et al.* Nutrientes no solo em floresta de terra firme cortada seletivamente na Amazônia Central. **Acta Amazonica**, v. 31, n. 3, p. 381-396, 2001.

_____. Nutrientes na solução do solo em floresta de terra firme na Amazônia Central submetida à extração seletiva de madeira. **Acta Amazonica**, v. 36 (1), p. 59-68, 2006.

FRANCEZ, L. M. B. *et al.* Efeito de duas intensidades de colheita de madeira na estrutura de uma floresta natural na região de Paragominas, Pará. **Acta Amazonica**, v. 39, n. 4, 2009.

GERWING, J. J. Degradation of forests through logging and fire in the eastern Brazilian Amazon. **Forest Ecology and Management**, v. 157, p. 131-141, 2002.

GOLLEY, F. B. Chemical plant-soil relationships in tropical forests. **Journal of Tropical Ecology**, v. 2, p. 219-229, 1986.

GOLLEY, F. B. *et al.* **Ciclagem de minerais em um ecossistema de floresta tropical úmida**. Tradução de MALAVOLTA, E. São Paulo: E.P.U., 1978.

GÜSEWELL, S. N : P ratios in terrestrial plants: variation and functional significance. **New Phytologist**, v. 164, p. 243-266, 2004.

HARIDASAN, M. Aluminium accumulation by some cerrado native species of central Brasil. **Plant and Soil**, v. 65, p. 265-273, 1982.

_____. Nutrição mineral das plantas nativas do cerrado. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 12, p. 54-64, 2000.

_____. Competição por nutrientes em espécies arbóreas do cerrado. In: SCARIOT, A. *et al* (Ed.). **Cerrado: ecologia, biodiversidade e conservação**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2005.

_____. Nutritional adaptations of native plants of the cerrado biome in acid soils. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v. 20, n. 3, p. 183-195, 2008.

HIGUCHI, N., CARVALHO JR., J. A. Fitomassa e conteúdo de carbono de espécies arbóreas da Amazônia. In: **Seminário emissão x sequestro de CO² - uma nova oportunidade de negócios para o Brasil**, v. Anais, n. Rio de Janeiro: CVRD, p. 125-145, 1994.

HIGUCHI, N. *et al.* **Biomassa e Nutrientes Florestais (Projeto Bionte) - Relatório Final**. 1997.

_____. Biomassa da parte aérea da vegetação da floresta tropical úmida de terra firme da Amazônia brasileira. **Acta Amazonica**, v. 28, n. 2, p. 153-166, 1998.

HIGUCHI, N.. VIEIRA, G. Manejo sustentado da floresta tropical úmida de terra-firme na região de Manaus - um projeto de pesquisa do INPA. **6º Congresso Florestal Brasileiro**. v. 1. Campos de Jordão, SP: SBS e SBEF, 1990. p. 34- 37.

IBGE. Manual técnico de pedologia. **Manuais técnicos em geociências**, n. 4, p. 316, 2007.

INGENBLEEK, Y. The nutritional relationship linking sulfur to nitrogen in living organisms. **Journal of Nutrition**, v. 136, n. 6 Supplement, p. 1641-1651, 2006.

JOHNS, J. S. *et al.* Danos da exploração de madeira com e sem planejamento na Amazônia oriental. **Série Amazônia**, v. Nº 16, p. 42, 1998.

JORDAN, C. F.. HERRERA, R. Tropical rain forests: are nutrients really critica? **The American Naturalist**, v. 117, n. 2, p. 167-180, 1981.

KELLER, M. *et al.* Timber production in selectively logged tropical forests in South America. **Front Ecol Environ**, v. 5, n. 4, p. 213-216, 2007.

_____. Coarse wood debris in undisturbed and logged forests in the easter Brazilian Amazon. **Global Change Biology**, v. 10, p. 784-795, 2004.

KOERSELMAN, W.. MEULEMAN, A. F. M. The vegetation N:P ratio: a new tool to detect the nature of nutrient limitation. **The Journal of Applied Ecology**, v. 33, n. 6, p. 1441-1450, 2004.

KRAMER, P. J.. KOZLOWSKI, T. T. **Fisiologia das árvores**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1960.

LAURENCE, W. F. *et al.* Relationship between soils and amazon forest biomass: a landscape-scale study. **Forest Ecology and Management**, v. 118, p. 127-138, 1999.

LUIZÃO, F. J. Ciclos de nutrientes na Amazônia: respostas às mudanças ambientais e climáticas. **Mudanças climáticas / artigos**, p. 31-36, 2006.

LUIZÃO, F. J.. SCHUBART, H. O. R. Litter production and decomposition in a terra firme forest of Central Amazonia. **Experientia**, v. 43, 1987.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 1980.

MALHI, Y. *et al.* The regional variation of aboveground live biomass in old-growth Amazonian forests. **Global Change Biology**, v. 12, p. 1107-1138, 2006.

MARCOS, G. M.. LANCHO, J. F. G. Atmospheric deposition in oligotrophic *Quercus pyrenaica* forests: implications for forest nutrition. **Forest Ecology and Management**, v. 171, p. 17-29, 2002.

MARQUES, J. D. O. *et al.* Estudo de parâmetros físicos, químicos e hídricos de um latossolo amarelo, na região Amazônica. **Acta Amazônica**, v. 34, n. 2, p. 145-154, 2004.

MARSCHNER, H. Functions of mineral nutrients: Macronutrients **Mineral nutrition of higher plants**: Academic press, 1995.

MARTINELLI, L. A. *et al.* Variation in Nutrient Distribution and Potential Nutrient Losses by Selective Logging in a Humid Tropical Forest of Rondonia, Brazil. **Biotropica**, v. 32, n. 4a, p. 597-613, 2000.

MARTINS, E. P. *et al.* Avaliação dos danos causados pela exploração florestal à vegetação remanescente, em florestas naturais. **Cerne**, v. 3 (1), p. 014-024, 1997.

MEDINA, E.. CUEVAS, E. Patterns of nutrient accumulation and release in Amazonian forest of the upper Rio negro basin. In: PROCTOR, J. (Ed.). **Mineral nutrients in tropical and savanna ecosystems**. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1989.

MONTEIRO, A. L. S. *et al.* Impactos da exploração madeireira e do fogo em florestas de transição da Amazônia Legal. **Scientia Forestalis**, v. 65, p. 11-21, 2004.

MOREIRA, A.. FAGERIA, N. K. Soil Chemical Attributes of Amazonas State, Brazil. **Communications in Soil Science & Plant Analysis**, v. 40, n. 17/18, p. 2912-2925, 2009.

MOREIRA, F. M. S. *et al.* Occurrence of nodulation in legume species in the Amazon region of Brazil. **New Phytologist**, v. 121, n. 4, p. 563-570, 1992.

MORI, S. A. Biologia da polinização em Lecythidaceae. **Acta Botanica Brasileira**, v. 1, n. 2, p. 121-124, 1988.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. 2. ed. ed. Rio de Janeiro: IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 1989.

NOGUEIRA, E. M. *et al.* Estimates of forest biomass in the Brazilian Amazon: New allometric equations and adjustments to biomass from wood-volume inventories. **Forest Ecology and Management**, v. 256, n. 11, p. 1853-1867, 2008.

O'BRIEN, M. J. P.. O'BRIEN, C. M. **Ecologia e modelamento de florestas tropicais**. Serviço de Documentação e Informação. ed. Belém: FCAP, 1995.

OLIVEIRA, L. C. *et al.* Efeito da exploração de madeira e tratamentos silviculturais na composição florística e diversidade de espécies em uma área de 136 ha na Floresta Nacional do Tapajós, Belterra, Pará. **Scientia Forestalis**, v. 69, p. 62-76, 2005.

OVERMAN, J. P. M. *et al.* Evaluation of regression models for above-ground biomass determination in Amazon rainforest. **Journal of Tropical Ecology**, v. 10, p. 207-218, 1994.

PALACE, M. *et al.* Necromass in undisturbed and logged forest in the Brazilian Amazon. **Forest Ecology and Management**, v. 238, p. 309-318, 2007.

PAULETTO, D. **Estoque, produção e fluxo de nutrientes da liteira grossa em floresta submetida à exploração seletiva de madeira no noroeste de Mato Grosso.** (2006). 85 f. (Tese de mestrado) - Programa de Biologia tropical e Recursos Naturais, Universidade Federal do Amazonas - UFAM e Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA, Manaus - AM, 2006.

PEREIRA, D. *et al.* Fatos florestais da Amazônia. **IMAZON**, 2010.

PEREIRA JR., R. *et al.* Forest canopy damage and recovery in reduced-impact and conventional selective logging in eastern Para, Brazil. **Forest Ecology and Management**, v. 168, p. 77-89, 2002.

PINTO, F. R. **Estimativa dos estoques de biomassa e nutrientes em florestas secundárias na Amazônia Central.** (2008). 161 f. (Mestrado) - Programa de pós-graduação em Ciências de Florestas Tropicais, Instituto de Pesquisas da Amazônia Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2008.

PROCTOR, J. The plant ecology of serpentine: II. Plant response to serpentine soils. **Journal of Ecology**, v. 59, n. 2, p. 397-410, 1971.

QUESADA, C. A. N. **Soil vegetation interactions across Amazonia.** (2008). 250 f. (Doutorado) - School of Geography, University of Leeds, Leeds, UK, 2008.

REICH, P. B., OLEKSYN, J. Global patterns of plant leaf N and P in relation to temperature and latitude. **PNAS**, v. 101, n. 30, p. 11001-11006, 2004.

REIS, N. J. *et al.* **Geologia e recursos minerais do estado do Amazonas.** Manaus: CPRM - Serviço Geológico do Brasil, 2006.

SAATCHI, S. S. *et al.* Distribution of above-ground live biomass in the Amazon basin. **Global Change Biology**, v. 13, p. 816-837, 2007.

SFB/MMA. **Florestas do Brasil em resumo.** Brasília-DF, 2009.

SILVA, F. C. **Compartilhamento de nutrientes em diferentes componentes da biomassa aérea em espécies arbóreas de um cerrado.** (1990). 80 f. Mestrado (Mestrado) - Departamento de Ecologia, Universidade de Brasília, Brasília, 1990.

SILVA, R. P. **Alometria, estoque e dinâmica da biomassa de florestas primárias e secundárias na região de Manaus (AM).** (2007). 135 f. (Doutorado) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA, Universidade Federal do Amazonas - UFAM, Manaus, 2007.

SILVEIRA, P. *et al.* O estado da arte na estimativa de biomassa e carbono em formações florestais. **Floresta**, v. 38, n. 1, 2008.

SIOLI, H. **Amazônia: fundamentos da ecologia da maior região de florestas**. Tradução de BECKER, J. 2ª ed. ed. Petrópolis, 1991.

TAIZ, L.. ZEIGER, E. **Plant Physiology**. California: The Benjamin/ Cummings Publishing Company, 1991.

TOWNSEND, A. R. *et al.* Controls over foliar N:P ratios in tropical rain forests. **Ecology**, v. 88, n. 1, p. 107-118, 2007.

UHL, C. *et al.* Uma abordagem integrada de pesquisa sobre o manejo dos recursos naturais na Amazônia. **Série Amazônia**. v. N° 71997. p. 30.

VALLE, D. *et al.* Adaptation of a spatially explicit individual tree-based growth and yield model and long-term comparison between reduced-impact and conventional logging in eastern Amazonia, Brazil. **Forest Ecology and Management**, v. 243, n. 2-3, p. 187-198, 2007.

VAREJÃO, M. J. C. *et al.* Variação sazonal dos macro e micronutrientes no gênero *Humirianthera* (Icacinaceae), em função da idade. **Acta Amazônica**, v. 22, n. 3, p. 381-390, 1992.

VIEIRA, L. S.. SANTOS, P. C. T. C. **Amazônia: seus solos e outros recursos naturais**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1987.

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

VITOUSEK, P. M.. FARRINGTON, H. Nutrient limitation and soil development: experimental test of a biogeochemical theory. **Biogeochemistry**, v. 37, p. 63-75, 1997.

VITOUSEK, P. M.. SANFORD, R. L. Nutrient Cycling in Moist Tropical Forest. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 17, n. 1, p. 137-167, 1986.

VITOUSEK, P. M.. TURNER, D. R. Foliar nutrientes during long-term soil development in Hawaiian montane rain forest. **Ecology**, v. 76, n. 3, p. 712-720, 1995.

WALKER, R. B. The ecology of serpentine soils. II. Factors affecting plant growth on serpentine soils. **Ecology**, v. 35, n. 2, p. 259-266, 1954.

WALKER, R. B. *et al.* Calcium-magnesium nutrition with special reference to serpentine soils. **Plant physiology**, v. 30, n. 3, p. 214-221, 1955.

WESTERMAN, R. L. **Soil testing and plant analysis**. Madison, USA: Soil science society of America, 1990. (SSSA Book Series).

WHITMORE, T. C. Tropical forest nutrients, where do we stand? A tour de horizon. In: PROCTOR, J. (Ed.). **Mineral nutrients in tropical and savanna ecosystems**. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1989.

WRIGHT, I. J. *et al.* Strategy shifts in leaf physiology, structure and nutrient content between species of high- and low-rainfall and high- and low-nutrient habitats. **Functional Ecology**, v. 15, p. 423-434, 2001.

ANEXOS

Anexo 1. Concentração de nitrogênio (%) e estoque de nitrogênio (kg) nas espécies comerciais exploradas em uma área de floresta amazônica de terra firme no Município de Itacoatiara, AM.

Nome Científico	DAP (cm)	Teor de N (%)					Estoque de N (kg)				
		Folha	Casca	Galho fino	Galho grosso	Tronco	Folha	Casca	Galho fino	Galho grosso	Tronco
<i>Allantoma lineata</i>	65	1,54	0,68	0,86	0,40	0,15	1,42	1,09	4,31	2,62	3,03
<i>Allantoma lineata</i>	82	1,76	0,37	0,55	0,34	0,15	1,72	1,14	3,96	3,18	4,94
<i>Aspidosperma desmanthum</i>	57	1,51	1,08	0,49	0,46	0,28	0,74	3,68	2,22	2,68	5,07
<i>Aspidosperma desmanthum</i>	57	1,54	1,08	0,62	0,46	0,40	1,06	2,04	2,94	2,73	8,23
<i>Brosimum parinarioides</i>	70	1,6	0,92	0,68	0,65	0,18	1,22	2,62	3,84	4,27	3,73
<i>Brosimum parinarioides</i>	82	1,51	0,95	0,74	0,86	0,37	2,33	2,24	6,18	8,45	11,46
<i>Brosimum parinarioides</i>	89	1,88	0,80	0,52	0,40	0,15	2,20	10,78	5,60	4,71	3,81
<i>Brosimum rubescens</i>	57	1,72	0,80	0,62	0,34	0,22	0,94	0,82	2,56	1,83	4,14
<i>Brosimum rubescens</i>	57	1,97	0,95	0,62	0,43	0,28	0,98	2,13	2,72	2,29	5,50
<i>Brosimum rubescens</i>	65	1,54	1,02	0,65	0,31	0,15	0,95	3,19	3,63	2,16	3,43
<i>Cariniana micrantha</i>	125	2,13	0,46	0,46	0,25	0,22	6,43	2,99	7,83	5,33	16,13
<i>Clarisia racemosa</i>	54	2,37	0,99	0,92	0,49	0,34	1,17	1,75	2,97	2,26	5,15
<i>Clarisia racemosa</i>	58	2,22	0,89	0,8	0,59	0,43	0,95	2,41	3,09	2,90	6,42
<i>Clarisia racemosa</i>	66	2,28	1,02	0,74	0,68	0,34	1,47	2,71	3,80	4,33	7,39
<i>Dinizia excelsa</i>	70	1,72	1,23	0,4	0,37	0,18	1,80	2,28	2,69	3,41	5,96
<i>Dinizia excelsa</i>	114	1,76	1,02	0,49	0,37	0,09	3,14	3,63	8,38	8,46	7,85
<i>Goupia glabra</i>	60	1,48	0,37	0,22	0,06	0,06	0,61	0,63	1,00	0,41	1,26
<i>Goupia glabra</i>	68	1,57	0,31	0,22	0,18	0,06	0,97	0,95	1,38	1,48	1,56
<i>Hymenolobium modestum</i>	62	3,23	1,23	1,29	0,92	0,62	2,88	2,39	6,54	6,05	12,64
<i>Hymenolobium modestum</i>	65	2,03	1,39	0,77	0,77	0,49	2,22	3,89	4,27	5,60	10,70
<i>Iryanthera paraensis</i>	58	2,25	0,86	0,68	0,40	0,25	1,11	0,90	2,72	1,85	4,31
<i>Iryanthera paraensis</i>	79	2,00	1,48	0,86	0,49	0,46	2,48	1,76	7,63	6,10	19,98

Anexo 1. Continuação.

<i>Iryanthera paraensis</i>	86	1,85	0,86	0,55	0,43	0,22	2,58	1,16	5,80	4,31	9,30
<i>Lecythis pisonis</i>	69	1,51	0,71	0,49	0,40	0,28	0,97	1,56	2,97	3,51	8,21
<i>Lecythis poiteaui</i>	61	3,08	2,22	1,17	0,89	0,40	1,65	3,90	5,82	6,22	9,44
<i>Lecythis poiteaui</i>	70	2,74	2,19	1,14	1,08	0,31	2,35	3,18	7,04	9,76	9,84
<i>Lecythis poiteaui</i>	73	2,65	1,63	0,95	0,34	0,43	2,39	2,15	6,77	3,25	15,03
<i>Licaria rigida</i>	54	1,63	0,68	0,49	0,31	0,28	0,79	0,99	2,21	1,73	5,60
<i>Licaria rigida</i>	61	1,79	1,29	0,34	0,49	0,25	1,24	2,43	1,82	3,46	5,38
<i>Manilkara huberi</i>	50	1,79	0,86	0,40	0,37	0,15	0,78	1,56	1,46	1,76	2,13
<i>Manilkara huberi</i>	70	1,29	0,80	0,55	0,34	0,18	0,92	1,46	3,54	3,27	5,65
<i>Manilkara huberi</i>	79	1,48	0,80	0,49	0,31	0,09	1,44	1,82	4,32	3,69	3,65
<i>Mezilaurus itauba</i>	64	1,72	1,26	0,46	0,46	0,31	1,23	0,88	2,82	3,12	8,61
<i>Mezilaurus itauba</i>	69	1,94	1,32	0,55	0,46	0,37	1,60	1,74	3,53	4,16	12,07
<i>Mezilaurus itauba</i>	74	1,72	1,29	0,43	0,46	0,34	1,83	1,99	3,23	4,62	11,60
<i>Minquartia guianensis</i>	25	1,79	1,29	0,49	0,40	0,28	0,21	0,22	0,46	0,48	1,15
<i>Minquartia guianensis</i>	26	2,00	1,26	0,34	0,37	0,31	0,25	0,24	0,36	0,62	1,43
<i>Minquartia guianensis</i>	41	1,85	0,95	0,49	0,31	0,22	0,75	0,36	1,27	1,04	2,58
<i>Ocotea neesiana</i>	60	1,45	1,14	0,83	0,83	0,43	0,83	3,35	4,44	5,45	8,60
<i>Ocotea neesiana</i>	61	1,85	1,23	0,74	1,02	0,46	1,54	5,20	4,10	7,23	8,86
<i>Ocotea rubra</i>	61	1,63	0,49	0,28	0,25	0,12	0,91	0,36	1,31	1,54	2,66
<i>Ocotea rubra</i>	71	1,48	0,52	0,34	0,31	0,15	1,43	1,65	2,07	2,61	3,92
<i>Ocotea rubra</i>	92	2,46	0,34	0,28	0,25	0,09	3,40	1,85	2,75	3,16	3,72
<i>Ocotea rubra</i>	121	1,76	0,68	0,4	0,18	0,12	4,44	4,65	6,42	3,67	7,87
<i>Parkia paraensis</i>	56	1,69	1,20	0,34	0,46	0,28	0,74	1,72	1,42	2,10	3,59
<i>Parkia paraensis</i>	69	2,62	1,02	0,59	0,71	0,34	1,85	4,21	3,57	4,83	6,45
<i>Parkia paraensis</i>	71	1,66	1,14	0,74	0,34	0,34	1,27	5,23	4,41	2,83	6,84
<i>Protium paniculatum</i>	68	1,6	0,49	0,43	0,28	0,12	1,20	1,09	2,54	1,96	2,58
<i>Qualea paraensis</i>	73	1,66	0,55	0,59	0,55	0,09	1,47	1,95	3,58	4,78	2,61
<i>Qualea paraensis</i>	82	1,48	0,68	0,55	0,43	0,06	1,27	2,18	4,72	5,05	2,32

Anexo 2. Concentração de fósforo (%) e estoque de fósforo (kg) nas espécies comerciais exploradas em uma área de floresta amazônica de terra firme no Município de Itacoatiara, AM.

Nome Científico	DAP (cm)	Teor de P (%)					Estoque de P (kg)				
		Folha	Casca	Galho fino	Galho grosso	Tronco	Folha	Casca	Galho fino	Galho grosso	Tronco
<i>Allantoma lineata</i>	65	0,05	0,03	0,05	0,02	0,01	0,05	0,05	0,25	0,13	0,20
<i>Allantoma lineata</i>	82	0,06	0,01	0,02	0,01	0,01	0,06	0,03	0,14	0,09	0,33
<i>Aspidosperma desmanthum</i>	57	0,07	0,02	0,02	0,01	0,00	0,03	0,07	0,09	0,06	0,00
<i>Aspidosperma desmanthum</i>	57	0,07	0,02	0,01	0,01	0,00	0,05	0,04	0,05	0,06	0,00
<i>Brosimum parinarioides</i>	70	0,06	0,02	0,07	0,02	0,01	0,05	0,06	0,40	0,13	0,21
<i>Brosimum parinarioides</i>	82	0,06	0,02	0,02	0,01	0,01	0,09	0,05	0,17	0,10	0,31
<i>Brosimum parinarioides</i>	89	0,09	0,02	0,03	0,03	0,01	0,11	0,27	0,32	0,35	0,25
<i>Brosimum rubescens</i>	57	0,07	0,01	0,02	0,01	0,01	0,04	0,01	0,08	0,05	0,19
<i>Brosimum rubescens</i>	57	0,07	0,02	0,02	0,01	0,01	0,03	0,04	0,09	0,05	0,20
<i>Brosimum rubescens</i>	65	0,08	0,02	0,02	0,01	0,01	0,05	0,06	0,11	0,07	0,23
<i>Cariniana micrantha</i>	125	0,07	0,02	0,02	0,01	0,00	0,21	0,13	0,34	0,21	0,00
<i>Clarisia racemosa</i>	54	0,07	0,02	0,02	0,01	0,01	0,03	0,04	0,06	0,05	0,15
<i>Clarisia racemosa</i>	58	0,06	0,01	0,02	0,01	0,00	0,03	0,03	0,08	0,05	0,00
<i>Clarisia racemosa</i>	66	0,07	0,02	0,03	0,01	0,01	0,05	0,05	0,15	0,06	0,22
<i>Dinizia excelsa</i>	70	0,04	0,02	0,02	0,01	0,01	0,04	0,04	0,13	0,09	0,33
<i>Dinizia excelsa</i>	114	0,04	0,02	0,02	0,01	0,00	0,07	0,07	0,34	0,23	0,00
<i>Goupia glabra</i>	60	0,07	0,01	0,02	0,01	0,00	0,03	0,02	0,09	0,07	0,00
<i>Goupia glabra</i>	68	0,05	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03	0,03	0,06	0,08	0,26
<i>Hymenolobium modestum</i>	62	0,07	0,01	0,02	0,02	0,00	0,06	0,02	0,10	0,13	0,00
<i>Hymenolobium modestum</i>	65	0,05	0,01	0,02	0,01	0,01	0,05	0,03	0,11	0,07	0,22
<i>Iryanthera paraensis</i>	58	0,08	0,02	0,02	0,01	0,01	0,04	0,02	0,08	0,05	0,17
<i>Iryanthera paraensis</i>	79	0,05	0,01	0,01	0,00	0,00	0,06	0,01	0,09	0,00	0,00
<i>Iryanthera paraensis</i>	86	0,06	0,02	0,02	0,01	0,01	0,08	0,03	0,21	0,10	0,42
<i>Lecythis pisonis</i>	69	0,04	0,01	0,02	0,01	0,00	0,03	0,02	0,12	0,09	0,00
<i>Lecythis poiteaui</i>	61	0,06	0,01	0,01	0,01	0,00	0,03	0,02	0,05	0,07	0,00

Anexo 2. Continuação.

<i>Lecythis poiteaui</i>	70	0,05	0,02	0,02	0,01	0,00	0,04	0,03	0,12	0,09	0,00
<i>Lecythis poiteaui</i>	73	0,04	0,01	0,01	0,01	0,00	0,04	0,01	0,07	0,10	0,00
<i>Licaria rigida</i>	54	0,04	0,01	0,01	0,01	0,00	0,02	0,01	0,05	0,06	0,00
<i>Licaria rigida</i>	61	0,05	0,02	0,01	0,01	0,00	0,03	0,04	0,05	0,07	0,00
<i>Manilkara huberi</i>	50	0,05	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,04	0,05	0,14
<i>Manilkara huberi</i>	70	0,04	0,01	0,01	0,00	0,00	0,03	0,02	0,06	0,00	0,00
<i>Manilkara huberi</i>	79	0,04	0,01	0,02	0,01	0,01	0,04	0,02	0,18	0,12	0,41
<i>Mezilaurus itauba</i>	64	0,05	0,02	0,01	0,01	0,00	0,04	0,01	0,06	0,07	0,00
<i>Mezilaurus itauba</i>	69	0,05	0,02	0,01	0,01	0,00	0,04	0,03	0,06	0,09	0,00
<i>Mezilaurus itauba</i>	74	0,07	0,01	0,02	0,01	0,01	0,07	0,02	0,15	0,10	0,34
<i>Minquartia guianensis</i>	25	0,07	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,04
<i>Minquartia guianensis</i>	26	0,07	0,02	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,02	0,00
<i>Minquartia guianensis</i>	41	0,06	0,03	0,01	0,01	0,00	0,02	0,01	0,03	0,03	0,00
<i>Ocotea neesiana</i>	60	0,04	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	0,05	0,07	0,20
<i>Ocotea neesiana</i>	61	0,05	0,01	0,02	0,01	0,01	0,04	0,04	0,11	0,07	0,19
<i>Ocotea rubra</i>	61	0,06	0,01	0,02	0,01	0,01	0,03	0,01	0,09	0,06	0,22
<i>Ocotea rubra</i>	71	0,07	0,02	0,02	0,01	0,00	0,07	0,06	0,12	0,08	0,00
<i>Ocotea rubra</i>	92	0,07	0,01	0,02	0,01	0,00	0,10	0,05	0,20	0,13	0,00
<i>Ocotea rubra</i>	121	0,07	0,02	0,02	0,01	0,00	0,18	0,14	0,32	0,20	0,00
<i>Parkia paraensis</i>	56	0,05	0,04	0,02	0,02	0,01	0,02	0,06	0,08	0,09	0,13
<i>Parkia paraensis</i>	69	0,09	0,03	0,02	0,02	0,01	0,06	0,12	0,12	0,14	0,19
<i>Parkia paraensis</i>	71	0,07	0,03	0,02	0,02	0,01	0,05	0,14	0,12	0,17	0,20
<i>Protium paniculatum</i>	68	0,05	0,01	0,02	0,01	0,00	0,04	0,02	0,12	0,07	0,00
<i>Qualea paraensis</i>	73	0,05	0,01	0,01	0,03	0,01	0,04	0,04	0,06	0,26	0,29
<i>Qualea paraensis</i>	82	0,05	0,01	0,01	0,01	0,00	0,04	0,03	0,09	0,12	0,00

Anexo 3. Concentração de potássio (%) e estoque de potássio (kg) nas espécies comerciais exploradas em uma área de floresta amazônica de terra firme no Município de Itacoatiara, AM.

Nome Científico	DAP (cm)	Teor de K (%)					Estoque de K (kg)				
		Folha	Casca	Galho fino	Galho grosso	Tronco	Folha	Casca	Galho fino	Galho grosso	Tronco
<i>Allantoma lineata</i>	65	0,25	0,3	0,22	0,22	0,21	0,23	0,48	1,10	1,44	4,25
<i>Allantoma lineata</i>	82	0,05	0,17	0,20	0,20	0,06	0,05	0,53	1,44	1,87	1,98
<i>Aspidosperma desmanthum</i>	57	0,45	0,20	0,19	0,10	0,02	0,22	0,68	0,86	0,58	0,36
<i>Aspidosperma desmanthum</i>	57	0,68	0,15	0,20	0,10	0,01	0,47	0,28	0,95	0,59	0,21
<i>Brosimum parinarioides</i>	70	0,20	0,21	0,17	0,21	0,14	0,15	0,60	0,96	1,38	2,90
<i>Brosimum parinarioides</i>	82	0,26	0,24	0,16	0,08	0,25	0,40	0,57	1,34	0,79	7,75
<i>Brosimum parinarioides</i>	89	0,64	0,42	0,22	0,21	0,16	0,75	5,66	2,37	2,47	4,06
<i>Brosimum rubescens</i>	57	0,33	0,21	0,15	0,15	0,12	0,18	0,21	0,62	0,81	2,26
<i>Brosimum rubescens</i>	57	0,22	0,20	0,14	0,12	0,06	0,11	0,45	0,61	0,64	1,18
<i>Brosimum rubescens</i>	65	0,40	0,21	0,16	0,12	0,12	0,25	0,66	0,89	0,84	2,75
<i>Cariniana micrantha</i>	125	0,45	0,24	0,26	0,14	0,06	1,36	1,56	4,42	2,98	4,40
<i>Clarisia racemosa</i>	54	0,20	0,06	0,12	0,06	0,05	0,10	0,11	0,39	0,28	0,76
<i>Clarisia racemosa</i>	58	0,29	0,11	0,20	0,10	0,24	0,12	0,30	0,77	0,49	3,59
<i>Clarisia racemosa</i>	66	0,24	0,07	0,22	0,10	0,03	0,15	0,19	1,13	0,64	0,65
<i>Dinizia excelsa</i>	70	0,20	0,12	0,11	0,03	0,04	0,21	0,22	0,74	0,28	1,32
<i>Dinizia excelsa</i>	114	0,16	0,10	0,10	0,09	0,05	0,29	0,36	1,71	2,06	4,36
<i>Goupia glabra</i>	60	0,43	0,06	0,24	0,10	0,08	0,18	0,10	1,09	0,68	1,69
<i>Goupia glabra</i>	68	0,04	0,08	0,22	0,11	0,09	0,02	0,24	1,38	0,90	2,35
<i>Hymenolobium modestum</i>	62	0,30	0,09	0,10	0,15	0,03	0,27	0,18	0,51	0,99	0,61
<i>Hymenolobium modestum</i>	65	0,28	0,09	0,16	0,12	0,05	0,31	0,25	0,89	0,87	1,09
<i>Iryanthera paraensis</i>	58	0,30	0,09	0,14	0,12	0,11	0,15	0,09	0,56	0,55	1,90
<i>Iryanthera paraensis</i>	79	0,32	0,04	0,08	0,01	0,00	0,40	0,05	0,71	0,12	0,00
<i>Iryanthera paraensis</i>	86	0,24	0,14	0,13	0,09	0,03	0,34	0,19	1,37	0,90	1,27

Anexo 3. Continuação.

<i>Lecythis pisonis</i>	69	0,15	0,15	0,16	0,15	0,21	0,10	0,33	0,97	1,32	6,15
<i>Lecythis poiteaui</i>	61	0,36	0,17	0,08	0,05	0,04	0,19	0,30	0,40	0,35	0,94
<i>Lecythis poiteaui</i>	70	0,32	0,22	0,08	0,07	0,02	0,27	0,32	0,49	0,63	0,64
<i>Lecythis poiteaui</i>	73	0,18	0,15	0,08	0,22	0,04	0,16	0,20	0,57	2,10	1,40
<i>Licaria rigida</i>	54	0,28	0,06	0,12	0,06	0,08	0,14	0,09	0,54	0,33	1,60
<i>Licaria rigida</i>	61	0,24	0,08	0,10	0,04	0,01	0,17	0,15	0,54	0,28	0,22
<i>Manilkara huberi</i>	50	0,31	0,12	0,10	0,12	0,03	0,13	0,22	0,36	0,57	0,43
<i>Manilkara huberi</i>	70	0,24	0,09	0,12	0,03	0,03	0,17	0,16	0,77	0,29	0,94
<i>Manilkara huberi</i>	79	0,21	0,04	0,12	0,08	0,01	0,20	0,09	1,06	0,95	0,41
<i>Mezilaurus itauba</i>	64	0,30	0,11	0,12	0,10	0,02	0,22	0,08	0,73	0,68	0,56
<i>Mezilaurus itauba</i>	69	0,37	0,08	0,09	0,05	0,01	0,31	0,11	0,58	0,45	0,33
<i>Mezilaurus itauba</i>	74	0,06	0,06	0,19	0,09	0,02	0,06	0,09	1,43	0,90	0,68
<i>Minquartia guianensis</i>	25	0,38	0,27	0,09	0,07	0,03	0,05	0,05	0,08	0,08	0,12
<i>Minquartia guianensis</i>	26	0,34	0,15	0,06	0,04	0,02	0,04	0,03	0,06	0,07	0,09
<i>Minquartia guianensis</i>	41	0,27	0,21	0,13	0,06	0,02	0,11	0,08	0,34	0,20	0,23
<i>Ocotea neesiana</i>	60	0,18	0,05	0,10	0,13	0,03	0,10	0,15	0,54	0,85	0,60
<i>Ocotea neesiana</i>	61	0,22	0,07	0,11	0,10	0,04	0,18	0,30	0,61	0,71	0,77
<i>Ocotea rubra</i>	61	0,05	0,13	0,19	0,07	0,03	0,03	0,10	0,89	0,43	0,66
<i>Ocotea rubra</i>	71	0,34	0,29	0,26	0,11	0,04	0,33	0,92	1,58	0,92	1,05
<i>Ocotea rubra</i>	92	0,40	0,11	0,22	0,13	0,05	0,55	0,60	2,16	1,64	2,07
<i>Ocotea rubra</i>	121	0,30	0,17	0,11	0,10	0,07	0,76	1,16	1,76	2,04	4,59
<i>Parkia paraensis</i>	56	0,60	0,38	0,27	0,28	0,18	0,26	0,55	1,12	1,28	2,31
<i>Parkia paraensis</i>	69	0,54	0,33	0,02	0,21	0,18	0,38	1,36	0,12	1,43	3,42
<i>Parkia paraensis</i>	71	0,52	0,22	0,18	0,11	0,15	0,40	1,01	1,07	0,91	3,02
<i>Protium paniculatum</i>	68	0,39	0,23	0,23	0,19	0,09	0,29	0,51	1,36	1,33	1,94
<i>Qualea paraensis</i>	73	0,38	0,22	0,25	0,16	0,08	0,34	0,78	1,52	1,39	2,32
<i>Qualea paraensis</i>	82	0,60	0,36	0,17	0,13	0,08	0,51	1,15	1,46	1,53	3,09

Anexo 4. Concentração de cálcio (%) e estoque de cálcio (kg) nas espécies comerciais exploradas em uma área de floresta amazônica de terra firme no Município de Itacoatiara, AM.

Nome Científico	DAP (cm)	Teor de Ca (%)					Estoque de Ca (%)				
		Folha	Casca	Galho fino	Galho grosso	Tronco	Folha	Casca	Galho fino	Galho grosso	Tronco
<i>Allantoma lineata</i>	65	0,61	0,99	0,75	0,19	0,17	0,56	1,59	3,76	1,24	3,44
<i>Allantoma lineata</i>	82	0,29	0,90	0,37	0,24	0,11	0,28	2,78	2,67	2,25	3,62
<i>Aspidosperma desmanthum</i>	57	0,34	0,73	0,29	0,16	0,01	0,17	2,49	1,31	0,93	0,18
<i>Aspidosperma desmanthum</i>	57	0,27	1,05	0,24	0,16	0,08	0,19	1,98	1,14	0,95	1,65
<i>Brosimum parinarioides</i>	70	0,41	0,47	0,22	0,21	0,09	0,31	1,34	1,24	1,38	1,87
<i>Brosimum parinarioides</i>	82	0,54	0,59	0,27	0,08	0,14	0,83	1,39	2,25	0,79	4,34
<i>Brosimum parinarioides</i>	89	0,27	0,30	0,23	0,14	0,05	0,32	4,04	2,48	1,65	1,27
<i>Brosimum rubescens</i>	57	0,26	0,45	0,16	0,08	0,04	0,14	0,46	0,66	0,43	0,75
<i>Brosimum rubescens</i>	57	0,12	0,29	0,11	0,08	0,00	0,06	0,65	0,48	0,43	0,00
<i>Brosimum rubescens</i>	65	0,20	0,43	0,23	0,16	0,11	0,12	1,35	1,29	1,11	2,52
<i>Cariniana micrantha</i>	125	0,42	1,47	0,40	0,51	0,13	1,27	9,55	6,81	10,87	9,53
<i>Clarisia racemosa</i>	54	0,20	0,45	0,17	0,12	0,07	0,10	0,80	0,55	0,55	1,06
<i>Clarisia racemosa</i>	58	0,14	0,44	0,16	0,14	0,02	0,06	1,19	0,62	0,69	0,30
<i>Clarisia racemosa</i>	66	0,24	0,44	0,13	0,13	0,08	0,15	1,17	0,67	0,83	1,74
<i>Dinizia excelsa</i>	70	0,12	0,66	0,11	0,11	0,04	0,13	1,22	0,74	1,01	1,32
<i>Dinizia excelsa</i>	114	0,05	0,52	0,06	0,07	0,01	0,09	1,85	1,03	1,60	0,87
<i>Goupia glabra</i>	60	0,21	0,65	0,07	0,04	0,03	0,09	1,11	0,32	0,27	0,63
<i>Goupia glabra</i>	68	0,18	0,99	0,16	0,16	0,08	0,11	3,02	1,01	1,31	2,09
<i>Hymenolobium modestum</i>	62	0,10	0,75	0,25	0,11	0,02	0,09	1,46	1,27	0,72	0,41
<i>Hymenolobium modestum</i>	65	0,25	0,55	0,16	0,15	0,05	0,27	1,54	0,89	1,09	1,09
<i>Iryanthera paraensis</i>	58	0,17	0,78	0,17	0,13	0,08	0,08	0,82	0,68	0,60	1,38
<i>Iryanthera paraensis</i>	79	0,08	0,06	0,06	0,01	0,00	0,10	0,07	0,53	0,12	0,00

Anexo 4. Continuação.

<i>Iryanthera paraensis</i>	86	0,11	0,28	0,08	0,13	0,09	0,15	0,38	0,84	1,30	3,80
<i>Lecythis pisonis</i>	69	0,18	0,63	0,28	0,07	0,00	0,12	1,38	1,70	0,61	0,00
<i>Lecythis poiteaui</i>	61	0,03	0,73	0,18	0,14	0,00	0,02	1,28	0,90	0,98	0,00
<i>Lecythis poiteaui</i>	70	0,05	0,68	0,10	0,17	0,00	0,04	0,99	0,62	1,54	0,00
<i>Lecythis poiteaui</i>	73	0,01	0,53	0,06	0,12	0,00	0,01	0,70	0,43	1,15	0,00
<i>Licaria rigida</i>	54	0,16	0,13	0,26	0,27	0,00	0,08	0,19	1,17	1,50	0,00
<i>Licaria rigida</i>	61	0,11	0,04	0,03	0,02	0,00	0,08	0,08	0,16	0,14	0,00
<i>Manilkara huberi</i>	50	0,17	0,42	0,10	0,16	0,05	0,07	0,76	0,36	0,76	0,71
<i>Manilkara huberi</i>	70	0,14	0,24	0,06	0,03	0,00	0,10	0,44	0,39	0,29	0,00
<i>Manilkara huberi</i>	79	0,16	0,23	0,13	0,10	0,04	0,16	0,52	1,14	1,19	1,62
<i>Mezilaurus itauba</i>	64	0,06	0,10	0,08	0,08	0,01	0,04	0,07	0,49	0,54	0,28
<i>Mezilaurus itauba</i>	69	0,01	0,04	0,00	0,01	0,00	0,01	0,05	0,00	0,09	0,00
<i>Mezilaurus itauba</i>	74	0,09	0,05	0,08	0,06	0,03	0,10	0,08	0,60	0,60	1,02
<i>Minquartia guianensis</i>	25	0,12	0,75	0,08	0,11	0,05	0,01	0,13	0,07	0,13	0,21
<i>Minquartia guianensis</i>	26	0,10	0,56	0,00	0,03	0,00	0,01	0,11	0,00	0,05	0,00
<i>Minquartia guianensis</i>	41	0,09	0,68	0,05	0,04	0,01	0,04	0,26	0,13	0,13	0,12
<i>Ocotea neesiana</i>	60	0,13	0,18	0,14	0,14	0,04	0,07	0,53	0,75	0,92	0,80
<i>Ocotea neesiana</i>	61	0,04	0,11	0,05	0,04	0,00	0,03	0,46	0,28	0,28	0,00
<i>Ocotea rubra</i>	61	0,26	0,21	0,15	0,12	0,04	0,15	0,16	0,70	0,74	0,89
<i>Ocotea rubra</i>	71	0,23	0,16	0,16	0,15	0,00	0,22	0,51	0,97	1,26	0,00
<i>Ocotea rubra</i>	92	0,28	0,23	0,18	0,17	0,00	0,39	1,25	1,77	2,15	0,00
<i>Ocotea rubra</i>	121	0,19	0,13	0,09	0,05	0,00	0,48	0,89	1,44	1,02	0,00
<i>Parkia paraensis</i>	56	0,27	1,41	0,57	0,33	0,19	0,12	2,02	2,37	1,51	2,43
<i>Parkia paraensis</i>	69	0,27	1,24	0,79	0,57	0,2	0,19	5,12	4,78	3,88	3,79
<i>Parkia paraensis</i>	71	0,01	0,84	0,22	0,15	0,18	0,01	3,85	1,31	1,25	3,62
<i>Protium paniculatum</i>	68	0,56	0,37	0,26	0,14	0,06	0,42	0,82	1,54	0,98	1,29
<i>Qualea paraensis</i>	73	0,57	1,32	0,33	0,33	0,05	0,50	4,67	2,00	2,87	1,45
<i>Qualea paraensis</i>	82	0,62	1,32	0,29	0,25	0,01	0,53	4,23	2,49	2,94	0,39

Anexo 5. Concentração de magnésio (%) e estoque de magnésio (kg) nas espécies comerciais exploradas em uma área de floresta amazônica de terra firme no Município de Itacoatiara, AM.

Nome Científico	DAP (cm)	Teor de Mg (%)					Estoque de Mg (kg)				
		Folha	Casca	Galho fino	Galho grosso	Tronco	Folha	Casca	Galho fino	Galho grosso	Tronco
<i>Allantoma lineata</i>	65	0,18	0,09	0,10	0,02	0,06	0,17	0,14	0,50	0,13	1,21
<i>Allantoma lineata</i>	82	0,22	0,03	0,08	0,03	0,03	0,22	0,09	0,58	0,28	0,99
<i>Aspidosperma desmanthum</i>	57	0,53	0,22	0,11	0,06	0,00	0,26	0,75	0,50	0,35	0,00
<i>Aspidosperma desmanthum</i>	57	0,43	0,26	0,07	0,06	0,00	0,29	0,49	0,33	0,36	0,00
<i>Brosimum parinarioides</i>	70	0,43	0,10	0,06	0,06	0,02	0,33	0,28	0,34	0,39	0,41
<i>Brosimum parinarioides</i>	82	0,47	0,13	0,17	0,05	0,06	0,73	0,31	1,42	0,49	1,86
<i>Brosimum parinarioides</i>	89	0,68	0,09	0,29	0,23	0,02	0,80	1,21	3,12	2,71	0,51
<i>Brosimum rubescens</i>	57	0,29	0,05	0,06	0,02	0,01	0,16	0,05	0,25	0,11	0,19
<i>Brosimum rubescens</i>	57	0,10	0,08	0,05	0,06	0,03	0,05	0,18	0,22	0,32	0,59
<i>Brosimum rubescens</i>	65	0,16	0,10	0,09	0,06	0,04	0,10	0,31	0,50	0,42	0,92
<i>Cariniana micrantha</i>	125	0,39	0,07	0,09	0,03	0,01	1,18	0,45	1,53	0,64	0,73
<i>Clarisia racemosa</i>	54	0,27	0,11	0,17	0,11	0,07	0,13	0,19	0,55	0,51	1,06
<i>Clarisia racemosa</i>	58	0,23	0,10	0,10	0,11	0,08	0,10	0,27	0,39	0,54	1,20
<i>Clarisia racemosa</i>	66	0,27	0,10	0,07	0,09	0,06	0,17	0,27	0,36	0,57	1,30
<i>Dinizia excelsa</i>	70	0,15	0,05	0,04	0,05	0,02	0,16	0,09	0,27	0,46	0,66
<i>Dinizia excelsa</i>	114	0,12	0,05	0,02	0,01	0,01	0,21	0,18	0,34	0,23	0,87
<i>Goupia glabra</i>	60	0,30	0,10	0,10	0,06	0,04	0,12	0,17	0,46	0,41	0,84
<i>Goupia glabra</i>	68	0,23	0,09	0,08	0,09	0,05	0,14	0,27	0,50	0,74	1,30
<i>Hymenolobium modestum</i>	62	0,10	0,02	0,04	0,02	0,01	0,09	0,04	0,20	0,13	0,20
<i>Hymenolobium modestum</i>	65	0,16	0,02	0,04	0,03	0,03	0,18	0,06	0,22	0,22	0,66
<i>Iryanthera paraensis</i>	58	0,24	0,17	0,12	0,08	0,06	0,12	0,18	0,48	0,37	1,03
<i>Iryanthera paraensis</i>	79	0,14	0,01	0,02	0,00	0,00	0,17	0,01	0,18	0,00	0,00
<i>Iryanthera paraensis</i>	86	0,18	0,22	0,05	0,08	0,06	0,25	0,30	0,53	0,80	2,54
<i>Lecythis pisonis</i>	69	0,13	0,00	0,05	0,00	0,00	0,08	0,00	0,30	0,00	0,00
<i>Lecythis poiteaui</i>	61	0,04	0,03	0,03	0,24	0,08	0,02	0,05	0,15	1,68	1,89

Anexo 5. Continuação.

<i>Lecythis poiteaui</i>	70	0,11	0,11	0,08	0,14	0,12	0,09	0,16	0,49	1,27	3,81
<i>Lecythis poiteaui</i>	73	0,01	0,02	0,02	0,24	0,04	0,01	0,03	0,14	2,29	1,40
<i>Licaria rigida</i>	54	0,15	0,01	0,03	0,01	0,00	0,07	0,01	0,14	0,06	0,00
<i>Licaria rigida</i>	61	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Manilkara huberi</i>	50	0,19	0,03	0,06	0,04	0,03	0,08	0,05	0,22	0,19	0,43
<i>Manilkara huberi</i>	70	0,21	0,06	0,05	0,05	0,03	0,15	0,11	0,32	0,48	0,94
<i>Manilkara huberi</i>	79	0,17	0,04	0,06	0,06	0,04	0,17	0,09	0,53	0,71	1,62
<i>Mezilaurus itauba</i>	64	0,42	0,02	0,01	0,00	0,00	0,30	0,01	0,06	0,00	0,00
<i>Mezilaurus itauba</i>	69	0,11	0,01	0,03	0,00	0,00	0,09	0,01	0,19	0,00	0,00
<i>Mezilaurus itauba</i>	74	0,09	0,01	0,03	0,02	0,00	0,10	0,02	0,23	0,20	0,00
<i>Minquartia guianensis</i>	25	0,13	0,15	0,03	0,03	0,01	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04
<i>Minquartia guianensis</i>	26	0,13	0,06	0,01	0,00	0,00	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00
<i>Minquartia guianensis</i>	41	0,35	0,09	0,02	0,00	0,00	0,14	0,03	0,05	0,00	0,00
<i>Ocotea neesiana</i>	60	0,16	0,01	0,04	0,03	0,01	0,09	0,03	0,21	0,20	0,20
<i>Ocotea neesiana</i>	61	0,28	0,02	0,01	0,01	0,01	0,23	0,08	0,06	0,07	0,19
<i>Ocotea rubra</i>	61	0,27	0,04	0,04	0,14	0,02	0,15	0,03	0,19	0,86	0,44
<i>Ocotea rubra</i>	71	0,33	0,07	0,12	0,05	0,00	0,32	0,22	0,73	0,42	0,00
<i>Ocotea rubra</i>	92	0,34	0,04	0,05	0,06	0,01	0,47	0,22	0,49	0,76	0,41
<i>Ocotea rubra</i>	121	0,66	0,06	0,05	0,08	0,00	1,66	0,41	0,80	1,63	0,00
<i>Parkia paraensis</i>	56	0,39	0,09	0,24	0,04	0,04	0,17	0,13	1,00	0,18	0,51
<i>Parkia paraensis</i>	69	0,22	0,11	0,21	0,14	0,03	0,16	0,45	1,27	0,95	0,57
<i>Parkia paraensis</i>	71	0,44	0,13	0,06	0,04	0,02	0,34	0,60	0,36	0,33	0,40
<i>Protium paniculatum</i>	68	0,43	0,06	0,07	0,04	0,03	0,32	0,13	0,41	0,28	0,65
<i>Qualea paraensis</i>	73	0,30	0,11	0,09	0,08	0,02	0,26	0,39	0,55	0,70	0,58
<i>Qualea paraensis</i>	82	0,70	0,11	0,06	0,03	0,01	0,60	0,35	0,52	0,35	0,39

Anexo 6. Concentração de enxofre (%) e estoque de enxofre (kg) nas espécies comerciais exploradas em uma área de floresta amazônica de terra firme no Município de Itacoatiara, AM.

Nome Científico	DAP (cm)	Teor de S					Estoque				
		Folha	Casca	Galho fino	Galho grosso	Tronco	Folha	Casca	Galho fino	Galho grosso	Tronco
<i>Allantoma lineata</i>	65	0,21	0,14	0,17	0,10	0,16	0,19	0,22	0,85	0,66	3,24
<i>Allantoma lineata</i>	82	0,11	0,09	0,06	0,03	0,04	0,11	0,28	0,43	0,28	1,32
<i>Aspidosperma desmanthum</i>	57	0,13	0,38	0,08	0,06	0,04	0,06	1,29	0,36	0,35	0,72
<i>Aspidosperma desmanthum</i>	57	0,11	0,06	0,06	0,06	0,04	0,08	0,11	0,28	0,36	0,82
<i>Brosimum parinarioides</i>	70	0,17	0,11	0,11	0,09	0,05	0,13	0,31	0,62	0,59	1,04
<i>Brosimum parinarioides</i>	82	0,11	0,06	0,06	0,06	0,04	0,17	0,14	0,50	0,59	1,24
<i>Brosimum parinarioides</i>	89	0,15	0,06	0,05	0,04	0,01	0,18	0,81	0,54	0,47	0,25
<i>Brosimum rubescens</i>	57	0,16	0,06	0,07	0,04	0,01	0,09	0,06	0,29	0,22	0,19
<i>Brosimum rubescens</i>	57	0,14	0,07	0,07	0,04	0,05	0,07	0,16	0,31	0,21	0,98
<i>Brosimum rubescens</i>	65	0,13	0,08	0,05	0,01	0,00	0,08	0,25	0,28	0,07	0,00
<i>Cariniana micrantha</i>	125	0,13	0,08	0,08	0,09	0,05	0,39	0,52	1,36	1,92	3,67
<i>Clarisia racemosa</i>	54	0,12	0,12	0,09	0,06	0,02	0,06	0,21	0,29	0,28	0,30
<i>Clarisia racemosa</i>	58	0,20	0,11	0,11	0,09	0,08	0,09	0,30	0,43	0,44	1,20
<i>Clarisia racemosa</i>	66	0,17	0,11	0,09	0,05	0,03	0,11	0,29	0,46	0,32	0,65
<i>Dinizia excelsa</i>	70	0,07	0,07	0,02	0,00	0,00	0,07	0,13	0,13	0,00	0,00
<i>Dinizia excelsa</i>	114	0,13	0,04	0,03	0,00	0,00	0,23	0,14	0,51	0,00	0,00
<i>Goupia glabra</i>	60	0,27	0,07	0,07	0,01	0,01	0,11	0,12	0,32	0,07	0,21
<i>Goupia glabra</i>	68	0,13	0,07	0,06	0,02	0,01	0,08	0,21	0,38	0,16	0,26
<i>Hymenolobium modestum</i>	62	0,23	0,05	0,30	0,36	0,07	0,21	0,10	1,52	2,37	1,43
<i>Hymenolobium modestum</i>	65	0,07	0,06	0,03	0,03	0,02	0,08	0,17	0,17	0,22	0,44
<i>Iryanthera paraensis</i>	58	0,17	0,32	0,10	0,08	0,05	0,08	0,34	0,40	0,37	0,86
<i>Iryanthera paraensis</i>	79	0,18	0,15	0,14	0,11	0,13	0,22	0,18	1,24	1,37	5,65
<i>Iryanthera paraensis</i>	86	0,13	0,29	0,07	0,08	0,01	0,18	0,39	0,74	0,80	0,42
<i>Lecythis pisonis</i>	69	0,17	0,09	0,10	0,06	0,05	0,11	0,20	0,61	0,53	1,47
<i>Lecythis poiteaui</i>	61	0,88	0,76	0,39	0,00	0,30	0,47	1,34	1,94	0,00	7,08

Anexo 6. Continuação.

<i>Lecythis poiteau</i>	70	0,85	0,94	0,73	0,51	0,22	0,73	1,37	4,51	4,61	6,99
<i>Lecythis poiteau</i>	73	0,66	0,78	0,36	0,07	0,27	0,59	1,03	2,56	0,67	9,44
<i>Licaria rigida</i>	54	0,17	0,06	0,07	0,05	0,05	0,08	0,09	0,32	0,28	1,00
<i>Licaria rigida</i>	61	0,13	0,09	0,04	0,05	0,04	0,09	0,17	0,21	0,35	0,86
<i>Manilkara huberi</i>	50	0,16	0,20	0,07	0,13	0,03	0,07	0,36	0,25	0,62	0,43
<i>Manilkara huberi</i>	70	0,2	0,18	0,08	0,06	0,05	0,14	0,33	0,52	0,58	1,57
<i>Manilkara huberi</i>	79	0,13	0,21	0,11	0,04	0,03	0,13	0,48	0,97	0,48	1,22
<i>Mezilaurus itauba</i>	64	0,14	0,12	0,06	0,05	0,12	0,10	0,08	0,37	0,34	3,33
<i>Mezilaurus itauba</i>	69	0,15	0,13	0,09	0,10	0,09	0,12	0,17	0,58	0,90	2,94
<i>Mezilaurus itauba</i>	74	0,15	0,12	0,02	0,06	0,05	0,16	0,18	0,15	0,60	1,71
<i>Minquartia guianensis</i>	25	0,13	0,20	0,08	0,04	0,02	0,02	0,03	0,07	0,05	0,08
<i>Minquartia guianensis</i>	26	0,26	0,18	0,10	0,05	0,05	0,03	0,03	0,11	0,08	0,23
<i>Minquartia guianensis</i>	41	0,2	0,17	0,09	0,07	0,06	0,08	0,06	0,23	0,23	0,70
<i>Ocotea neesiana</i>	60	0,09	0,15	0,03	0,03	0,00	0,05	0,44	0,16	0,20	0,00
<i>Ocotea neesiana</i>	61	0,13	0,08	0,08	0,09	0,08	0,11	0,34	0,44	0,64	1,54
<i>Ocotea rubra</i>	61	0,08	0,07	0,01	0,02	0,00	0,04	0,05	0,05	0,12	0,00
<i>Ocotea rubra</i>	71	0,15	0,07	0,07	0,06	0,03	0,15	0,22	0,43	0,50	0,78
<i>Ocotea rubra</i>	92	0,19	0,08	0,08	0,07	0,05	0,26	0,43	0,79	0,89	2,07
<i>Ocotea rubra</i>	121	0,19	0,09	0,10	0,07	0,04	0,48	0,62	1,60	1,43	2,62
<i>Parkia paraensis</i>	56	0,28	0,17	0,10	0,11	0,15	0,12	0,24	0,42	0,50	1,92
<i>Parkia paraensis</i>	69	0,24	0,24	0,10	0,09	0,13	0,17	0,99	0,60	0,61	2,47
<i>Parkia paraensis</i>	71	0,14	0,15	0,04	0,08	0,12	0,11	0,69	0,24	0,67	2,41
<i>Protium paniculatum</i>	68	0,16	0,08	0,08	0,06	0,05	0,12	0,18	0,47	0,42	1,08
<i>Qualea paraensis</i>	73	0,15	0,15	0,05	0,07	0,01	0,13	0,53	0,30	0,61	0,29
<i>Qualea paraensis</i>	82	0,15	0,15	0,13	0,12	0,03	0,13	0,48	1,12	1,41	1,16