

BIOMASSA, CONCENTRACAO E CONTEUDO DE NUTRIENTES  
EM TAXI (*Sclerolobium paniculatum*, VOGEL) DE  
DIFERENTES IDADES, EM BELTERRA, PARA:

AREOLINO DE OLIVEIRA MATOS  
Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. Ronaldo Ivan Silveira

Tese apresentada à Escola Superior  
de Agricultura "Luiz de Queiroz",  
da Universidade de São Paulo, para  
obtenção do título de Doutor em  
Agronomia, Área de Concentração:  
Solos e Nutrição de Plantas.

TS  
25/93  
MAT

PIRACICABA  
Estado de São Paulo - Brasil  
Janeiro - 1993

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Livros da  
Divisão de Biblioteca e Documentação - PCLQ/USP

---

**Matos, Areolino de Oliveira**

M433b Biomassa, concentração e conteúdo de nutrientes em taxi  
(Sclerolobium paniculatum, Vogel) de diferentes idades, em Bel  
terra, Pará. Piracicaba, 1993.

110p.

Tese - ESALQ

Bibliografia.

1. Leguminosa florestal 2. Taxi-branco - Biomassa 3. Ta  
xi-branco - Nutriente I. Escola Superior de Agricultura Luiz  
de Queiroz, Piracicaba.

CDD 633.3

BIOMASSA, CONCENTRACAO E CONTEUDO DE NUTRIENTES  
EM TAXI (*Sclerolobium paniculatum*, VOGEL) DE  
DIFERENTES IDADES, EM BELTERRA, PARA.

AREOLINO DE OLIVEIRA MATOS

Aprovada em:

Comissão Julgadora:

Prof. Dr. João Walter Simões

Prof. Dr. José Dias Costa

Prof. Dr. Ronaldo Ivan Silveira

Dr. Dilson Augusto Capucho Frazão

Dra. Maria Regina Freire Möller

Prof. Dr. Ronaldo Ivan Silveira

Orientador

À meu querido pai pela saudade  
deixada, minha

*Homenagem (in memoriam)*

À minha mãe com orgulho

À meus irmãos com gratidão

À minha esposa e filhos com amor

DEDICO

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Prof. Dr. Ronaldo Ivan Silveira pela orientação e amizade sincera.

Aos amigos Roberto Barreto, Moacir Medrado, Lilian Correia, Sandro, Lino e Alan Matos pela ajuda inestimável quando do meu impedimento físico

Aos funcionários do Campo Experimental de Belterra pela colaboração eficiente na coleta do material vegetal no campo.

Ao funcionário Isaias Nascimento (CPATU) pela ajuda no preparo das amostras.

Ao Prof. Dr. Takashi Maruoka pela colaboração nas análises químicas do experimento.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão oportuna da bolsa de estudo.

Aos amigos Rosemary e Parente, pela ajuda valiosa nas análises estatísticas.

## SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS .....	vii
LISTA DE TABELAS .....	viii
RESUMO .....	xix
SUMMARY .....	xxi
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1. Espécie estudada.....	3
2.2. Biomassa, concentração e conteúdo de nu- trientes.....	6
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	16
3.1. Localização e Caracterização da Área.....	16
3.2. Seleção do Material e Coleta de Amostras...	18
3.3. Preparo das Amostras.....	19
3.4. Análises Químicas.....	20
3.5. Planejamento Experimental e Análises Esta- tísticas.....	21

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	22
4.1. Crescimento.....	22
4.1.1. Altura e Diâmetro do Fuste.....	22
4.1.2. Produção de Biomassa.....	24
4.2. Concentração de Nutrientes.....	30
4.2.1. Macronutrientes.....	30
4.2.2. Micronutrientes.....	41
4.3. Conteúdo e Distribuição de Nutrientes.....	55
4.3.1. Macronutrientes.....	55
4.3.2. Micronutrientes.....	77
4.4. Coeficiente de Utilização Biológico.....	97
5. CONCLUSÕES.....	100
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	102

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA		Página
1.	Curva de regressão de altura do fuste de taxi, em função da idade.....	23
2.	Curva de regressão de diâmetro do fuste de taxi, em função da idade.....	25
3.	Curvas de regressão de matéria seca das diferentes partes e da planta inteira, em função da idade.....	28
4.	Distribuição percentual de matéria seca nas diferentes partes da planta, em função da idade.....	29
5.	Curvas de regressão dos teores de nitrogênio nas diferentes partes da planta, em função da idade.....	33

6.	Curvas de regressão dos teores de fósforo nas diferentes partes da planta, em função da idade.....	33
7.	Curvas de regressão dos teores de potássio nas diferentes partes da planta, em função da idade.....	35
8.	Curvas de regressão dos teores de cálcio nas diferentes partes da planta, em função da idade.....	37
9.	Curvas de regressão dos teores de magnésio nas diferentes partes da planta, em função da idade.....	38
10.	Curvas de regressão dos teores de enxofre nas diferentes partes da planta, em função da idade.....	40
11.	Curvas de regressão dos teores de boro nas diferentes partes da planta, em função da idade.....	42
12.	Curvas de regressão dos teores de cobre nas diferentes partes da planta, em função da idade.....	44

13. Curvas de regressão dos teores de ferro nas diferentes partes da planta, em função da idade..... 45
14. Curvas de regressão dos teores de manganês nas diferentes partes da planta, em função da idade..... 47
15. Curvas de regressão dos teores de zinco nas diferentes partes da planta, em função da idade..... 49
16. Curvas de regressão das quantidades de nitrogênio nas diferentes partes e planta inteira, em função da idade..... 57
17. Distribuição percentual de nitrogênio nas diferentes partes da planta, em função da idade..... 61
18. Curvas de regressão das quantidades de fósforo nas diferentes partes e planta inteira, em função da idade..... 62
19. Distribuição percentual de fósforo nas diferentes partes da planta, em função da idade..... 64

20. Curvas de regressão das quantidades de potássio nas diferentes partes e planta inteira, em função da idade..... 65
21. Distribuição percentual de potássio nas diferentes partes da planta, em função da idade..... 67
22. Curvas de regressão das quantidades de cálcio nas diferentes partes e planta inteira, em função da idade..... 69
23. Distribuição percentual de cálcio nas diferentes partes da planta, em função da idade..... 71
24. Curvas de regressão das quantidades de magnésio nas diferentes partes e planta inteira, em função da idade..... 72
25. Distribuição percentual de magnésio nas diferentes partes da planta, em função da idade..... 73
26. Curvas de regressão das quantidades de enxofre nas diferentes partes e planta inteira, em função da idade..... 75

27.	Distribuição percentual de enxofre nas diferentes partes da planta, em função da idade.....	76
28.	Curvas de regressão das quantidades de boro nas diferentes partes e planta inteira, em função da idade.....	78
29.	Distribuição percentual de boro nas diferentes partes da planta, em função da idade.....	80
30.	Curvas de regressão das quantidades de cobre nas diferentes partes e planta inteira, em função da idade.....	81
31.	Distribuição percentual de cobre nas diferentes partes da planta, em função da idade.....	83
32.	Curvas de regressão das quantidades de ferro nas diferentes partes e planta inteira, em função da idade.....	84
33.	Distribuição percentual de ferro nas diferentes partes da planta, em função da idade.....	85

34. Curvas de regressão das quantidades de manganês nas diferentes partes e planta inteira, em função da idade..... 87
35. Distribuição percentual de manganês nas diferentes partes da planta, em função da idade..... 88
36. Curvas de regressão das quantidades de zinco nas diferentes partes e planta inteira, em função da idade..... 90
37. Distribuição percentual de zinco nas diferentes partes da planta, em função da idade..... 91
38. Distribuição percentual de nutrientes nas diferentes partes da planta, em função da idade..... 95

## LISTA DE TABELAS

TABELA		Página
1.	Resultados de análises química e granulométrica de um perfil de solo representativo da área experimental (Laboratório de Solos do SNLCS-EMBRAPA).....	17
2.	Resultados de análise química de solo (20 cm) amostradas em áreas de população de taxi com diferentes idades.....	18
3.	Médias de altura do fuste (m) e diâmetro do fuste (cm) em função da idade (meses).....	23
4.	Médias de matéria seca (kg/planta) nas folhas (MSFO), ramos (MSRA), fuste (MSFU) e total (MSTO) em função da idade (meses)....	26
5.	Médias do teor de nitrogênio (%) contido na matéria seca de folhas, ramos e fuste em função da idade (meses).....	30

6.	Médias do teor de fósforo (%) contido na matéria seca de folhas, ramos e fuste em função da idade (meses).....	32
7.	Médias do teor de potássio (%) contido na matéria seca de folhas, ramos e fuste em função da idade (meses).....	34
8.	Médias do teor de cálcio (%) contido na matéria seca de folhas, ramos e fuste em função da idade (meses).....	36
9.	Médias do teor de magnésio (%) contido na matéria seca de folhas, ramos e fuste em função da idade (meses).....	38
10.	Médias do teor de enxofre (%) contido na matéria seca de folhas, ramos e fuste em função da idade (meses).....	40
11.	Médias do teor de boro (ppm) contido na matéria seca de folhas, ramos e fuste em função da idade (meses).....	42
12.	Médias do teor de cobre (ppm) contido na matéria seca de folhas, ramos e fuste em função da idade (meses).....	43

13.	Médias do teor de ferro (ppm) contido na matéria seca de folhas, ramos e fuste em função da idade (meses).....	45
14.	Médias do teor de manganês (ppm) contido na matéria seca de folhas, ramos e fuste em função da idade (meses).....	46
15.	Médias do teor de zinco (ppm) contido na matéria seca de folhas, ramos e fuste em função da idade (meses).....	48
16.	Concentração dos macronutrientes nas diversas partes da planta de taxi, em função da idade.....	51
17.	Concentração de micronutrientes nas diversas partes da planta de taxi, em função da idade.....	52
18.	Dados comparativos de macronutrientes em folhas de diversas espécies florestais nativas da Amazônia e taxi.....	53
19.	Dados comparativos de micronutrientes em folhas de diversas espécies florestais nativas da Amazônia e taxi.....	54

20.	Médias de quantidade de nitrogênio (g) acumuladas nas diversas partes da planta, em função da idade (meses).....	56
21.	Acúmulos estimados de nutrientes/kg folhas de taxi, em função da idade.....	59
22.	Acúmulos estimados de nutrientes/kg fuste de taxi, em função da idade.....	60
23.	Médias de quantidade de fósforo (g) acumuladas nas diversas partes da planta, em função da idade (meses).....	61
24.	Médias de quantidade de potássio (g) acumuladas nas diversas partes da planta, em função da idade (meses).....	64
25.	Médias de quantidade de cálcio (g) acumuladas nas diversas partes da planta, em função da idade (meses).....	68
26.	Médias de quantidade de magnésio (g) acumuladas nas diversas partes da planta, em função da idade (meses).....	72

27.	Médias de quantidade de enxofre (g) acumuladas nas diversas partes da planta, em função da idade (meses).....	74
28.	Médias de quantidade de boro (mg) acumuladas nas diversas partes da planta, em função da idade (meses).....	77
29.	Médias de quantidade de cobre (mg) acumuladas nas diversas partes da planta, em função da idade (meses).....	80
30.	Médias de quantidade de ferro (mg) acumuladas nas diversas partes da planta, em função da idade (meses).....	84
31.	Médias de quantidade de manganês (mg) acumuladas nas diversas partes da planta, em função da idade (meses).....	86
32.	Médias de quantidade de zinco (mg) acumuladas nas diversas partes da planta em função da idade (meses).....	89
33.	Distribuição de macronutrientes acumulados pelas diversas partes da planta de taxi, em função da idade.....	93

34. Distribuição de micronutrientes acumulados pelas diversas partes da planta de taxi, em função da idade..... 94
35. Quantidades de nutrientes extraídos e exportados pelo fuste de taxi aos 108 meses de idade..... 96
36. Coeficiente de utilização biológica de nutrientes (kg de matéria seca/kg de nutriente absorvido) em árvores de taxi, em função da idade (meses)..... 99

BIOMASS, NUTRIENT CONCENTRATION AND CONTENTS IN  
TAXI (*Sclerolobium paniculatum*, VOGEL) OF  
DIFFERENT AGES, IN BELTERRA, PARÁ.

Author: AREOLINO DE OLIVEIRA MATOS

Adviser: PROF. DR. RONALDO IVAN SILVEIRA

**SUMMARY**

Taxi (*Sclerolobium paniculatum* VOGEL) trees grown at the experimental station in Belterra, Pará of 12, 24, 60, 72, 108 and 180 months were felled for study. Their components (leaves, branches and trunk) were weighed and chemically analyzed with the objective of verifying the production and distribution of biomass and the concentration, distribution and content of the plant's nutrients.

Biomass increased as the plants aged, due to the increase in volume of the trunk, while other components stabilized by ninth year.

The concentrations of macronutrients in the plant tissue of various components tends to decrease with age.

The greatest concentration of nutrients

occurred in the leaves, followed by the branches and trunk. Nitrogen was the nutrient with the highest concentration in all of the components.

The ratio nutrient/dry material decreased with plant age. Values of 14.8 and 5.7 were observed at 12 and 108 months.

Nitrogen was the macronutrient most extracted, while phosphorus was the most exported, by the trunk of trees 108 months old. Among the micronutrients iron was extracted more and boron exported.

The most efficiently used nutrients were: phosphorous in the younger age group, magnesium in the middle age group and sulphur in the older trees.

The lowest index of utilization efficiency among all of the macronutrients, was obtained by nitrogen in all of the age groups.

BIOMASSA, CONCENTRACAO E CONTEUDO DE NUTRIENTES  
EM TAXI (*Sclerolobium paniculatum*, VOGEL) DE  
DIFERENTES IDADES, EM BELTERRA, PARA.

Autor: AREOLINO DE OLIVEIRA MATOS

Orientador: PROF. DR. RONALDO IVAN SILVEIRA

**RESUMO**

Árvores de taxi (*Sclerolobium paniculatum*, Vogel) cultivadas no Campo Experimental de Belterra, PA, com idades de 12, 24, 60, 72, 108 e 180 meses foram abatidas, separando-se seus componentes (folhas, ramos e fuste) que foram pesados e analisados quimicamente com o objetivo de verificar a produção de distribuição da biomassa, concentração, distribuição e conteúdo de nutrientes na planta.

A biomassa aumentou com o aumento da idade da planta, devido a elevação do volume do fuste, ocorrendo uma estabilização dos demais componentes até o nono ano.

A concentração dos macronutrientes nos tecidos dos vários componentes da árvore tenderam a decrescer com a idade dos povoamentos.

As maiores concentrações de nutrientes ocorreram nas folhas, seguido de ramos e fuste, sendo o nitrogênio o nutriente com maiores concentrações em todos os

componentes.

A razão nutriente/matéria seca decresceu com a idade da planta, sendo observados valores de 14,8 e 5,7 aos 12 e 108 meses de idade.

O nitrogênio foi o macronutriente mais extraído, enquanto que o fósforo foi o mais exportado, pelo fuste de plantas com 108 meses. Entre os micronutrientes o ferro foi o mais extraído e o boro o mais exportado.

Os nutrientes mais eficientemente utilizados foram o fósforo nas idades iniciais, o magnésio nas idades intermediárias e o enxofre na idade mais avançada.

O menor índice de eficiência de utilização entre todos os macronutrientes, foi obtido pelo nitrogênio, em todas as idades.

## 1. INTRODUÇÃO

Em climas tropicais e subtropicais, onde os solos utilizados para plantações florestais apresentam quase sempre condições de fertilidade extremamente baixas, há necessidade de estudos mais detalhados sobre a exportação de nutrientes, para que haja um melhor conhecimento sobre o efeito do sítio na produtividade florestal; e principalmente sobre a remoção de nutrientes pelos resíduos florestais, o que acarreta um desbalance, em consequência da baixa quantidade de nutrientes disponíveis no solo.

Na exploração total da árvore, grande percentagem de nutrientes do sistema é retirada. Sendo assim, a análise do crescimento e do conteúdo total de nutrientes de uma planta, em seus vários componentes e estágios de crescimento é um requerimento básico para a resolução de problemas nutricionais.

O conhecimento da produção da biomassa de um maciço florestal, é de suma importância para o manejo

florestal, podendo advir em conseqüência o estudo de novas espécies, novos arranjos espaciais e outras técnicas silviculturais, visando aumentar a produtividade florestal.

Além do conhecimento da produção da biomassa, a distribuição do conteúdo dos diversos componentes da árvore, também se justifica, principalmente quando se tem por objetivo o uso múltiplo da planta.

A quantidade da biomassa, tanto em termos relativos como absoluto pode ser afetada por fatores diversos, entre os quais a espécie, o arranjo espacial e a idade das plantas.

O presente estudo tem como objetivo principal, avaliar a produção, e distribuição de biomassa, a concentração, conteúdo e extração de nutrientes em povoamento de taxi (*Sclerolobium paniculatum*, Vogel), que tem como variável principal a idade da planta.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Espécie estudada

O uso de leguminosas nos trópicos úmidos, como fonte de alimento e outros fins tem sido pouco realizado. Pouco se conhece sobre a contribuição dessas plantas, para fixar nitrogênio e para manter a fertilidade dos solos nos diferentes ecossistemas dos trópicos úmidos (OKGIBO, 1977).

Sabe-se que oitenta e cinco por cento das espécies da família das leguminosas são lenhosas, e que cerca de seiscentas espécies de árvores fixadoras de nitrogênio são indicadas para a produção de lenha ou carvão, sendo que, geralmente os resultados obtidos com *Leucaena*, são apresentados como modelo de discussão (BREWBAKER et al., 1984). Existe portanto, a necessidade de novos dados de produtividade de biomassa de outras árvores fixadoras de nitrogênio, seja em consórcio com espécies não fixadoras e de rápido crescimento como o eucalipto, seja em plantios homogêneos.

O gênero *Sclerolobium* engloba várias espécies que apresentam árvores de pequeno e médio porte e raramente grande, ocorrentes no oeste do Peru, nas Guianas, Venezuela e no Brasil tropical (RECORD, 1943). Além desses países, o Equador também é citado como área de ocorrência desse gênero (PADT/REPORT, 1981).

No Brasil, são conhecidas a ocorrência e descrição de algumas características botânicas do gênero *Sclerolobium* e de algumas espécies (LE COINTE, 1947 e DUCKE, 1949). Segundo o último autor, o taxi-branco-da-terra-firme, (*Sclerolobium paniculatum*, Vogel), é uma espécie da família Leguminosae (Caesalpinioideae) conhecida na Amazônia como taxi-branco, que ocorre em alguns municípios do Estado do Pará e Amazonas, e também no Centro Oeste e Nordeste brasileiro.

Em estudo sobre agrupamento de espécies tropicais da Amazônia, visando a similaridade de características básicas, o taxi-branco foi adotado como espécie empregada regionalmente, porém com possibilidades de expansão no mercado nacional (Ministério do Interior, 1981).

Entre os raros ensaios com taxi branco, destaca-se um realizado sobre espécies promissoras para atividade de reflorestamento em função de características silviculturais, realizado por CARVALHO FILHO et al. (1979) onde essa espécie apresentou altos valores de crescimento,

sendo similares ou superiores aos das espécies amazônicas de rápido crescimento, como o morototó (*Didymopanax morototoni*).

Na literatura são também encontrados estudos sobre secagem e preservação, trabalhabilidade (IBDF, 1983) e identificação das madeiras do gênero *Sclerolobium* (DETIÈNNE, 1983). Em levantamentos realizados na Amazônia, o gênero *Sclerolobium* é citado como nodulífero (MAGALHÃES et al., 1982 e MATOS, 1985).

Em trabalho conduzido por CARPANEZZI et al. (1983), foram observados algumas características ecológicas inerentes a espécie como : pioneira, agressiva, vegeta numa ampla faixa de condições edáficas e culturais, no que reforça sua aptidão para plantio. Constata ainda o autor, que as plantas tem freqüentemente arquitetura similar a dos eucaliptos em maciço, tronco com dominância apical bem definida, sendo que os maiores indivíduos observados tinham entre 20 a 30 m de altura.

Atualmente, as pesquisas sobre espécies aptas para a produção de madeira se concentram no gênero *Eucalyptus*, embora algumas espécies amazônicas reúnam características interessantes e possam ser testadas. Entre essas, inclui-se o taxi-branco, pois sua madeira desde há muito tempo, tem boa aceitação popular como fonte energética (LE COINTE, 1947 e DUCKE, 1949), o que é admitido tam-

bém por estudos mais recentes (PAULA, 1982 e TOMASELLI et al., 1983).

Plantios de taxi ou de outras espécies, visando produção de madeira para a indústria carboquímica e para energia, deverão ser uma realidade em espaço de tempo bem pequeno na Amazônia brasileira, principalmente na região sob a influencia do projeto Carajás.

Em trabalho sobre caracterização da madeira para energia, o taxi-branco mostrou possuir características comparáveis às madeiras tradicionais utilizadas na região Sul do Brasil (TOMASELLI et al., 1983).

## **2.2. Biomassa, Concentração, Acúmulo e Exportação de Nutrientes.**

A distribuição de biomassa entre os órgãos de uma mesma árvore, é muito variável, sendo afetada pela forma de crescimento, ciclo de vida, interações competitivas e fatores adversos (DRUMOND, 1985).

A literatura registra vários trabalhos científicos conduzidos com o objetivo de avaliar tanto a produção, como a distribuição da biomassa de espécies florestais. São estudos realizados, inicialmente, quase sempre em povoamentos de uma idade única, relegando a um segundo plano a dinâmica seqüencial do crescimento por períodos mais longos.

A partir das últimas décadas, foi intensificada a preocupação com trabalhos que mostrassem uma visão mais geral sobre a dinâmica de maciços florestais, principalmente no tocante a produção de biomassa e exportação de nutrientes.

Até pouco tempo atrás, o principal parâmetro para avaliar a produção florestal, era o volume, obtido a partir do diâmetro (DAP) e da altura. Mas recentemente o parâmetro peso da madeira passou a ser o referencial preferido pelo setor industrial, a partir da preocupação com a qualidade do produto final (PEREIRA, 1990).

Trabalhando com duas espécies de *Eucalyptus*, PEREIRA et al. (1984) encontrou diferenças marcantes (49%), para volume entre as espécies estudadas, que quando analisadas em peso seco da biomassa, apresentaram a mesma matéria seca.

Outra possibilidade, segundo o mesmo autor, de desvios entre o peso e o volume é a variação da densidade com a idade e entre os sítios de plantio.

A produtividade florestal também é função do espaçamento do plantio, bem como as suas interações com a qualidade do sítio, idade de corte e espécie (BALLONI, 1983).

Um dos trabalhos pioneiros sobre aproveitamento de resíduos florestais de *E. grandis* em mini-rotações

e seus aspectos ecológicos foi conduzido por POGGIANI et al. (1979), quando observou que essa prática poderia ser pouco adequada no Brasil, face a fragilidade dos ecossistemas tropicais, e que estudos mais aprofundados deveriam ser feitos, mesmo que as plantas fossem destinadas apenas para fins energético.

Posteriormente o mesmo autor, (POGGIANI et al., 1983a), trabalhando com árvores novas (2,5 anos), porém com uma visão mais acurada sobre o problema das mini-rotações, traduziu em número os diferentes componentes da árvore, bem como os valores estimados de nutrientes removidos do estande. Observou que 9% da biomassa estava contida nas folhas, 7% nos galhos e 83% nos troncos. Entretanto, 37% dos nutrientes estão contidos nas folhas, 10% nos galhos e 53% nos troncos, recomendando que seria oportuno evitar a remoção de folhas, galhos e casca do sítio, face a baixa fertilidade dos solos sob vegetação do cerrado.

Em outro estudo sobre quantificação de biomassa produzida pelos resíduos florestais da copa (ramos e folhas) de um talhão de *Eucalyptus* com 8 anos de idade, POGGIANI et al. (1983b) constatou que os troncos produziram uma biomassa lenhosa correspondente a 90 t/ha, enquanto que os resíduos apenas 16 t/ha, em torno de 15 % da biomassa total.

Apesar dessa pequena percentagem, os resíduos continham grande parte dos nutrientes contidos na bio-

massa como segue: 38% do N, 37% do P; 28,5% do K; 27,6% do Ca e 35% do Mg.

Sugere então o autor que, seria prudente a não utilização da árvore completa, pois se isto for feito ocorreria uma grande exportação de nutrientes do sítio, com possível comprometimento nas próximas rotações. Recomenda ainda, a seleção de espécies com uma elevada eficiência de utilização dos nutrientes, o que elevaria a produção de biomassa, com menor exportação de nutrientes do sítio.

ATTWILL (1979), estudando a biomassa de árvores individuais, verificou que uma árvore de grande porte pode ser estimada com mais precisão do que de uma árvore pequena. Observou no mesmo trabalho, que nas árvores grandes mais de 75% de toda a biomassa é composta de madeira, enquanto árvores pequenas apresentam grande proporção de copa.

Também BELLOTE et al. (1980a) em trabalho com *E. grandis* entre 1 e 7 anos de idade, obteve dados que demonstram que a altura máxima das árvores foi observado aos 7 anos de idade, mesmo que o diâmetro máximo não tenha sido atingido. Nesse trabalho foi observado que aos seis anos a biomassa foi de 193 t/ha e aos sete anos 149 t/ha. Esse fato foi decorrente da utilização de povoamentos diferentes pelos autores, o que pode ter contribuído para modificar a tendência dos demais componentes estudados.

Foi observado por PEREIRA et al. (1984) que a biomassa aumentou com a idade devido ao incremento da quantidade de madeira produzida, ocorrendo entretanto, uma redução percentual da participação dos demais componentes da árvore. A concentração de N, K, Ca e Mg nos vários componentes da árvore, tenderam a decrescer com a idade dos povoamentos. Recomenda ainda a autor que galhos, folhas e casca, deveriam ser deixados no local de exploração, pois só este último componente imobiliza 25% dos nutrientes, em média.

Um estudo da distribuição de nutrientes, nos vários componentes da árvore, foi realizado em uma sequência de idades de *E. grandis* por REIS et al. (1987), quando compararam dois sítios diferentes. Esses autores concluíam através dos dados de conteúdo de nutrientes que: a exploração da casca não é aconselhável, porque ela acumula grande quantidade de nutrientes, atingindo 52% do Ca total e aproximadamente 25% do P, K e Mg totais; os componentes da copa contribuíram com aproximadamente 36 a 42% do N e P, respectivamente, devendo portanto permanecer no campo.

Mesmo em estudo de densidade de plantio em eucalipto, visando a produção e distribuição de macronutrientes, a copa representa uma pequena parcela da biomassa (20%), porém retém entre 50 e 60% dos nutrientes (REZENDE

et al., 1983). Concluíram ainda os autores ser o *E. grandis* mais eficiente na utilização de nutrientes que o *E. saligna*, como também nas árvores sob maior densidade de plantio.

BRADSTOCK (1981) encontrou o aumento máximo de biomassa em eucalipto, em estandes com 27 anos de idade (42.000 kg/ha). Os componentes galho e casca aumentaram com a idade até os 15 anos quando se tornaram estáveis (7.000 kg/ha), as folhas foram relativamente constante em todos os estandes.

Também em *Pinus* a matéria seca e conteúdo mineral de nutrientes (FORREST & OVINGTON, 1971), e distribuição de fitomassa e nutrientes a diferentes idades (CASTRO, et al., 1980) foram estudados.

FORREST & OVINGTON (1971) encontraram variações significativas na concentração de nutrientes entre clones, e até entre folhas de uma mesma espécie que apresenta uma área de ocorrência muito ampla, ou situada em locais com solos muito heterogêneos.

Para CASTRO et al. (1980) que trabalharam com árvores de 8, 14 e 18 anos, a remoção da árvore inteira do sítio de exploração seria inconveniente, pois a distribuição dos nutrientes na biomassa foi de 37% na copa, 15% na casca e 48% no lenho do fuste, mesmo que isso corresponda a 14% de copa, 13% de casca e 73 % de lenho da biomassa total.

Outras culturas ou povoamentos também são objetos de estudo sobre exportação de nutrientes e biomassa na literatura. TRANI et al. (1981) trabalhando com galhos e folhas de poda de formação em macieira observaram que folhas e galhos no início de dormência exportam quantidades diferentes de nutrientes conforme o cultivo e a idade da planta.

Em *Hevea brasiliensis* a taxa de crescimento mostrou ser da mesma ordem que uma floresta secundária ou do mesmo valor que um povoamento de dendê (SHORROCKS, 1965). Esse autor trabalhou com várias idades de um mesmo clone, obtendo valores de matéria seca total acumulada discordantes aos 6 (333,83 kg/árvore) e 9 anos (282,24 kg/árvore).

Dados apresentados por BARTOS & JONHSTON (1978) em *Populus tremuloides* concluíram que os galhos e tronco armazenaram entre 85 a 90% da biomassa total da árvore, e que partes em crescimento (folhas, etc.) acumularam 3,6% aproximadamente do peso total.

Há ainda outros trabalhos com eucalipto, que dão conta da importância de aspectos fundamentais em estudos da dinâmica de povoamentos florestais, tais como: acúmulo de nutrientes, eficiência de utilização de nutrientes, exigências nutricionais da espécie, concentração de nutrientes em seus componentes, e sugestões de ordem diversa.

TEIXEIRA (1987), trabalhando com eucalipto, visando estudar propriedades do solo e características silviculturais sobre a produção de biomassa e absorção de nutrientes, nos vários componentes da árvore, concluiu que, o índice de eficiência de utilização de nutrientes parece ser um bom parâmetro para predizer a tendência a exaustão de nutrientes no solo, e que o *E. saligna* mostrou ser uma espécie muito mais eficiente na utilização de Ca e Mg para a produção do tronco, que o *E. citriodora*.

No trabalho de LEAL (1978) com fosfatos naturais na produção e absorção de nutrientes em *E. grandis*, em solos de cerrado, concluiu que os coeficientes de utilização biológico, indicaram acentuada limitação de crescimento pela deficiência de K em um sítio e nas testemunhas, e também pela deficiência de P e Ca em ambos os locais.

MORAIS (1988) estudou sítios diferenciados, visando comparar crescimento e comportamento nutricional de eucaliptos, concluindo que o *E. citriodora* é a espécie mais exigente em potássio, e a que apresentou maiores concentrações do elemento nas folhas e madeira. Segundo o mesmo autor, uma avaliação da eficiência nutricional das espécies em relação aos sítios, poderia auxiliar no aumento da produtividade florestal e na economia de fertilizantes.

SILVA (1983) avaliando a biomassa, concentração e conteúdo de nutrientes em diferentes espécies de

*Eucalyptus*, observou que as concentrações de nutrientes nas cinco espécies foram maiores nas folhas, ramos, casca e lenho. Observou ainda, que o *E. grandis* apresentou o mais elevado índice de eficiência de utilização para P e K, e que há necessidade de se implantar estudos relativos a eficiência de utilização de nutrientes em espécies arbóreas.

Em estudos conduzidos por DRUMOND (1985) com *Pinus* e *Liquidambar* em parcelas puras e mistas, foi observado que a biomassa arbórea em *Liquidambar* nos diversos componentes foi distribuída na ordem decrescente: lenho > galho > casca > folhas; nas árvores de *Pinus* foi lenho > casca > galhos > folhas. Nas parcelas puras, os troncos das árvores de *Pinus* e *Liquidambar* representaram 82,5 e 82,2%, respectivamente, sendo as árvores de *Pinus* mais eficientes na utilização dos macronutrientes.

Trabalhando com duas espécies de eucaliptos, visando obter dados de biomassa e ciclagem de nutrientes minerais em povoamentos jovens, PEREIRA (1990) concluiu que a concentração de nutrientes foi menor nas idades mais avançadas, e que para todos os nutrientes as concentrações decresceram na seguinte ordem: folhas > casca > galhos > tronco. A acumulação de nutrientes variou com a idade, o espaçamento e a espécie; a eficiência de utilização de nutrientes pelas plantas foi inversamente relacionada com o conteúdo do elemento no tecido da planta; o P foi o nu-

triente mais eficientemente utilizado na produção de matéria seca, seguido do Mg, Ca, K e N.

Em contraste com a profusão de pesquisas dentro do enfoque mencionado, feitas em outras regiões do país ou fora dele, há uma carência quase total desse tipo de trabalho na região amazônica.

Tem-se conhecimento de dois trabalhos, sendo um com seringueira (GUERRINI, 1983) sob condições do Estado do Acre, visando aferir dados de crescimento, concentração e acúmulo de nutrientes a diferentes idades, e outro com feijó (FRAZÃO, 1985) conduzido na mesma área do presente estudo, visando também a produção de matéria seca, concentração, acúmulo e exportação de nutrientes em 4 idades diferentes.

No trabalho com seringueira, foram obtidos dados de extração de nutrientes, que mostram que a seguinte ordem decrescente foi obtida para os macronutrientes:  $N > K > Ca > Mg > S > P$ , enquanto que para os micronutrientes foi a seguinte:  $Fe > Mn > Zn > B > Cu$ . Constatou ainda o autor que as maiores concentrações de nutrientes ocorreram nas folhas, com exceção do cobre.

No trabalho sobre feijó, a distribuição de matéria seca obedeceu a seguinte ordem decrescente: caule, ramos e folhas, sendo que as maiores concentrações ocorreram nas folhas, com exceção do zinco que foi nos ramos; a quantidade de nutrientes por kg de matéria seca decresceu com a idade da planta.

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

O material utilizado para determinação dos teores de nutrientes foi obtido em populações de taxi-branco-da-terra-firme (*Sclerolobium paniculatum*, Vogel) com diferentes idades, cujas plantas apresentavam bom estado vegetativo e fitossanitário. Todas as populações são oriundas de plantios homogêneos.

#### **3.1. Localização e Caracterização da Área**

O material vegetal utilizado no experimento foi coletado no Campo Experimental de Belterra, localizado na Vila de Belterra, município de Santarém, Estado do Pará, situado nas seguintes coordenadas geográficas: latitude 02°38'S, longitude 54°37'W a uma altitude com 175 m aproximadamente (YARED et al., 1983).

Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Am, cujo regime pluviométrico anual define uma estação relativamente seca de um a cinco meses, começando em julho ou agosto, onde a precipitação chega a

ser inferior a 60 mm. No período de 1974-1983, observações meteorológicas mostram que a precipitação média anual foi de cerca de 1748 mm, com uma umidade relativa do ar de 90% e uma insolação de 2239 horas por ano, enquanto que a temperatura média anual foi de 25,1°C e as temperaturas mínimas e máximas variaram entre 20,6°C e 30,5°C, respectivamente.

A área experimental apresenta relevo plano e o solo é classificado como Latossolo Amarelo Distrófico textura muito argilosa (EMBRAPA, 1992), cujos dados analíticos de um perfil representativo, são mostrados na Tabela 1.

TABELA 1. Resultados de análises química e granulométrica de um perfil de solo representativo da área experimental (Laboratório de Solos do SNLCS-EMBRAPA).

Perfil		pH	Ca <sup>++</sup> +Mg <sup>++</sup>	K <sup>+</sup>	Al <sup>+++</sup>	P	Granulometria (%)			
Horizonte	Profundidade						A.grossa	A.fina	Silte	Argila
	cm	H <sub>2</sub> O	meq/100 g		ppm					
Ap	0-7	3,7	0,4	0,10	3,4	4	2	1	9	88
A3	-34	4,0	0,2	0,02	2,5	1	1	1	6	92
B1	-61	4,1	0,2	0,02	2,2	1	1	1	4	94
B21	-95	4,4	0,2	0,02	1,6	1	1	1	5	93
B22	-180	4,6	0,2	0,01	1,1	1	1	1	7	91

Para cada idade (12, 25, 60, 72, 108 e 180 meses), foram coletadas amostras de solo a uma profundidade de 0 a 20cm e analisadas quimicamente de acordo com métodos adotados pelo Laboratório de Solos da ESALQ - USP (Tabela 2).

TABELA 2. Resultados de análise química de solo\* (0 a 20cm) amostradas em áreas de população de taxi com diferentes idades.

Populações				K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	T	V	m
idade	pH	M.O.	P									
(meses)	CaCl <sub>2</sub>	%	ug/cm <sup>3</sup>	meq/100 cm <sup>3</sup>								
12	3,9	8,5	6	0,03	0,8	0,5	2,5	16,6	1,3	17,9	7	66
24	3,3	4,2	15	0,07	0,4	0,3	3,5	16,6	0,8	17,4	5	81
60	3,6	3,6	9	0,06	0,3	0,3	3,3	16,6	0,7	17,3	4	83
72	3,5	2,6	8	0,03	0,1	0,2	6,8	20,5	0,3	20,8	1	96
108	3,6	3,8	11	0,06	0,3	0,3	4,0	15,0	0,7	15,7	4	85
180	3,4	3,8	11	0,05	0,6	0,4	3,1	15,0	1,1	16,1	7	74

\*Laboratório de Análises de Solos - ESALQ-USP.

### 3.2. Seleção de Material e Coleta de Amostras

No período de 13 a 23 de fevereiro de 1990 foram coletadas plantas de taxi-branco de diferentes populações, isto é, com 12 meses de idade, espaçadas em 5 metros; com 24 meses de idade, no espaçamento de 3x3 m; com

60, 72, 108 e 180 meses de idade no espaçamento de 4x4 m. Foram coletadas cinco plantas por idade, com exceção da idade de 180 meses onde apenas quatro plantas foram amostradas. Das plantas coletadas foram anotados dados de altura de fuste e diâmetro do fuste (DAP a 1,30 m do solo).

Após a derrubada das plantas escolhidas, essas foram divididas em folhas, ramos e fuste, sendo posteriormente pesadas, obtendo-se os respectivos pesos do material fresco. Acondicionaram-se a seguir amostras em embalagens apropriadas e levaram-nas para secar, em estufa com a temperatura variando entre 70 a 75°C, até peso constante. Em seguida estimou-se o peso de todos os componentes secos da árvore. No caso específico do fuste, essas amostras consistiram de três discos com cerca de 3 cm de espessura, das porções basal, mediana e apical do fuste, para compor uma amostra representativa. Os conteúdos de nutrientes dos vários componentes das árvores, para cada idade, foram estimados, multiplicando-se as concentrações de nutrientes pelos valores de biomassa de cada componente, estimados em kg/planta.

### 3.3. Preparo das Amostras

Do material colhido como amostragem das diversas partes, foi tomado o peso úmido e levado para estufa com a finalidade de se proceder a uma pré-secagem.

Posteriormente todo o material foi enviado para o Centro de Pesquisa Agroflorestral da Amazônia Oriental (CPATU), onde foi feita a secagem final do material até peso constante. Nos discos de madeira, foram amostradas quatro porções em cruz, contendo tanto o lenho quanto a casca, para representarem fielmente o disco como um todo (YOUNG & CARPENTER, 1976). Todo o material foi moído em moinho tipo Wiley para posterior análise dos teores de macro e micronutrientes.

#### **3.4. Análises Químicas**

As amostras moídas foram submetidas às digestões nítrico-perclórica e sulfúrica de acordo com a metodologia descrita por SARRUGE & HAAG (1974) onde nos extratos, foram determinadas as concentrações dos elementos.

As determinações de nitrogênio foram realizadas pelo método analítico do micro Kjeldahl. O fósforo foi determinado por colorimetria pelo método vanadato-molibdato de amônia, enquanto que os teores de potássio, cálcio, magnésio, cobre, ferro, manganês e zinco foram determinados por espectrofotometria de absorção atômica.

As determinações de enxofre foram feitas por turbidimetria da suspensão de sulfato de bário, após a adição de cloreto de bário (TABATABAI & BREMER, 1970).

O boro foi determinado por colorimetria utilizando-se o método da azometina (CRUZ et al., 1984).

### **3.5. Planejamento Experimental e Análises Estatísticas**

As plantas foram selecionadas através de uma amostragem aleatória simples, em populações homogêneas de idades diferentes. Foi realizada a análise de variância dos resultados obtidos referentes a altura das plantas, diâmetro do fuste (DAP), produção de matéria seca, concentração e acúmulo de nutrientes pelas diferentes partes da planta em função da idade.

Foi realizada a análise de regressão para as quantidades acumuladas, concentração de nutrientes e matéria seca das diversas partes da planta em função da idade, tomando-se o cuidado de escolher as equações de regressão com o maior grau de significância.

Foi utilizado o Coeficiente de Utilização Biológica para medir a eficiência de utilização dos nutrientes em função da idade (BARROS et al., 1986).

A percentagem exportada foi calculada através da relação quantidade de nutrientes acumulada no caule pela quantidade total de nutrientes extrido pela planta.

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1. Crescimento**

O crescimento das plantas foi avaliado através de dados de altura do fuste, diâmetro do fuste (DAP) e produção de matéria seca total da parte aérea e dos diversos componentes da planta.

#### **4.1.1. Altura e Diâmetro do Fuste**

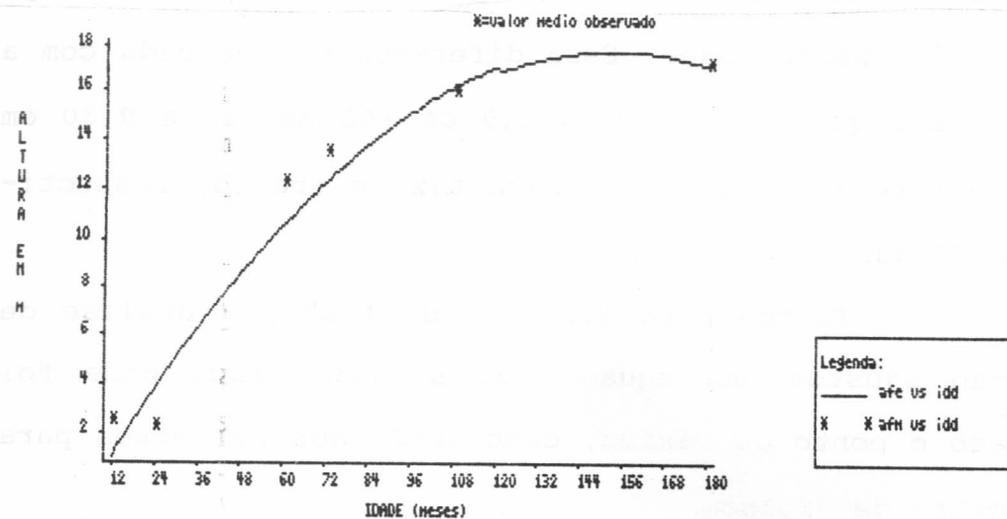
Avaliando os dados de altura e diâmetro do fuste, verifica-se que houve diferenças acentuadas em função da idade, com relação a essas variáveis (Tabela 3).

Observa-se na altura das plantas (Figura 1), três estratos distintos, o primeiro composto das duas idades mais jovens, o segundo composto das idades intermediárias (60 e 72 meses), e o último composto pelas plantas de idade mais avançada (108 e 180 meses).

TABELA 3. Médias de altura do fuste (m) e diâmetro do fuste (cm) em função da idade (meses).

Parâmetro	Idade						C.V.(%)	Média
	12	24	60	72	108	180		
Altura do fuste	2,32c	2,09c	12,18b	13,36b	15,80a	17,10a	10,25	10,83
Diâmetro do fuste	5,21d	5,55d	18,49c	22,65b	25,05b	36,84a	7,59	18,53

Obs. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.



$$Y = -1,8915 + 0,2574x - 0,000844x^2 \quad (R^2 = 0,91)$$

FIGURA 1. Curva de regressão de altura do fuste de taxi, em função da idade.

Para altura do fuste, foi ajustada equação de regressão do segundo grau, obtendo-se ponto de máximo aos 152,5 meses com 17,75 metros

Os dados de altura são superiores aos encontrados em freijó (FRAZÃO, 1985), onde foram observadas plantas com 5,02 m aos 48 meses, contra 12,18 m aos 60 meses, em taxi-branco. A última idade está com a altura (17,10 m) próxima da média comercial da espécie que é de 19m (PADT/RECORD, 1981). O diâmetro, entretanto, continua em expansão, pois está longe dos valores médios da espécie, que são de 70 a 100 cm (CARPANEZZI et al., 1983).

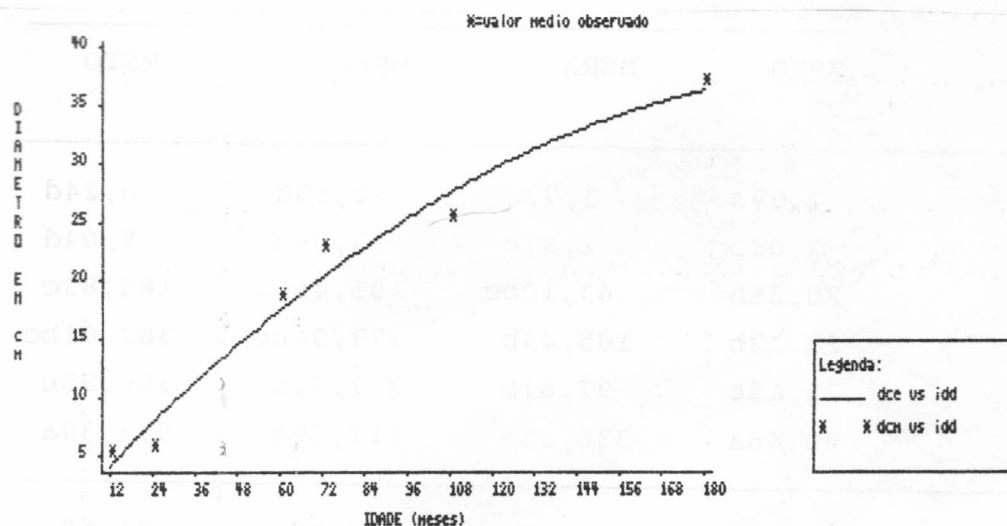
O diâmetro do fuste do taxi também apresentou valores maiores (5,55 cm aos 24 meses) que o freijó (4,44 cm) de mesma idade. Essa diferença é acentuada com a idade, visto que valores de 18,49 cm (60 meses) e 9,30 cm (48 meses) foram registrados para taxi e freijó, respectivamente (Figura 2).

Também para diâmetro do fuste, a análise de regressão ajustou uma equação do segundo grau, onde foi calculado o ponto de máximo, como sendo aos 231 meses para um diâmetro de 38,15cm

#### **4.1.2. Produção de Biomassa**

Observa-se na Tabela 4, que houve diferença na produção de matéria seca da parte aérea nos diferentes componentes e na planta inteira em função da idade. Constatou-se que houve aumento na matéria seca de folhas, que se

estabilizou em torno de 22 kg entre o quinto e o nono ano. Para ramos houve um acréscimo até os 6 anos para estabelecer um patamar em torno de 101 kg entre o sexto e o nono ano. O fuste acusou uma produção ascendente em todas as idades, muito semelhante a produção de matéria seca total.



$$Y = 1,3870 + 1,0263x - 0,0022x^2 \quad (R^2 = 0,96)$$

FIGURA 2. Curva de regressão de diâmetro do fuste do taxi, em função da idade.

A produção de biomassa em taxi, guarda alguma relação com o comportamento do freijó (FRAZÃO, 1985), que também aumentou a produção de folhas, ramos e fuste com o avanço da idade, diferindo entretanto, da produção de biomassa de eucalipto, plantado em povoamentos puros em Minas Gerais, onde apenas a matéria seca da madeira aumentou,

em oposição a folhas e ramos que diminuíram com a idade (PEREIRA et al., 1984a).

TABELA 4. Médias de matéria seca (kg/planta) nas folhas (MSFO), ramos (MSRA), fuste (MSFU) e total (MSTO) em função da idade (meses).

Fator	Variáveis			
	MSFO	MSRA	MSFU	MSTO
Idade (meses)				
12	1,99c	1,73c	2,53d	6,24d
24	3,08c	2,87c	3,09d	9,04d
60	20,28b	63,10bc	105,46cd	188,83c
72	23,22b	105,43b	173,36bc	302,01bc
108	22,13b	97,81b	247,01b	366,95b
180	40,46a	336,34a	617,59a	994,39a
C.V. (%)	44,55	51,25	33,82	21,68
Média Geral	17,77	93,11	176,81	287,69

Obs. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

As médias de matéria seca total de taxi-branco aos 24 meses foram 1,4 vezes superiores aquelas observada em freijó de mesma idade, e 8,2 vezes maior quando comparados os valores aos 60 e 48 meses, para taxi e freijó, respectivamente. Comparados com valores observados em eucalipto por PEREIRA (1984a) anos 6 anos de idade

(30,7kg), essa produção é aproximadamente 10 vezes maior no taxi (302,01 kg/planta). Em seringueira (GUERRINI, 1983) a taxa de matéria seca aos 24 meses é 11 vezes menor (0,78 kg) que em taxi de mesma idade (9,04 kg).

Em eucalipto com 9 anos de idade (PEREIRA, 1984b) encontrou 106 kg/planta nas duas espécies estudadas, que apesar do menor contraste ainda é inferior ao taxi de mesma idade (366,95 kg/planta).

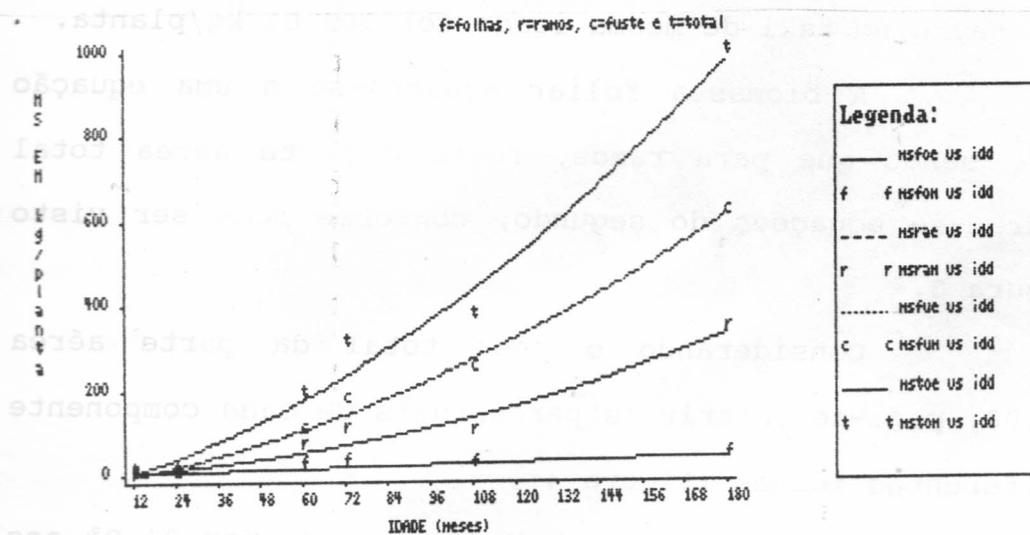
No trabalho de BELLOTE et al. (1980a) o máximo de biomassa foi observado aos 6 anos com 193,07 kg/planta, e no taxi de mesma idade foi 302,01 kg/planta.

A biomassa foliar ajustou-se a uma equação linear, sendo que para ramos, fuste e parte aérea total ajustaram-se equações do segundo, conforme pode ser visto na Figura 3.

Considerando o peso total da parte aérea como 100, pode-se inferir os percentuais de cada componente nas diferentes idades (Figura 4).

A biomassa das folhas responde por 31,9% aos 12 meses, sofrendo um decréscimo acentuado com o avanço da idade, até que aos quinze anos representa apenas 4% da biomassa total. Segundo PEREIRA (1990), a biomassa de folhas para árvores de grandes diâmetros, corresponde entre 2 a 3% da biomassa total e que mais de 75% da biomassa é composta de madeira.

A produção de biomassa em eucaliptos, vegetando em solos de cerrado foi estimada aos 18 meses de idade, constatando-se que os componentes diversos não apresentaram diferenças nas percentagens de matéria seca (PEREIRA et al., 1984). Essa mesma tendência foi observada nos componentes de taxi aos 24 meses de idade. Em seringueira, as folhas variaram de 28,0 a 17,9 % entre o primeiro e o quarto ano (GUERRINI, 1983), sendo que no taxi foi mais acentuada, passando de 31,9 a 10,7 % entre o primeiro e o quarto ano.



$$y_f = 1,5302 + 0,2243x \quad (R^2 = 0,69)$$

$$y_r = -43,0833 + 1,8807x \quad (R^2 = 0,82)$$

$$y_c = -23,1361 + 1,4866x + 0,01136893x^2 \quad (R^2 = 0,92)$$

$$y_t = -26,7836 + 2,2858x + 0,01834664x^2 \quad (R^2 = 0,95)$$

FIGURA 3. Curvas de regressão de matéria seca das diferentes partes e da planta inteira, em função da idade.

Em eucalipto com 9 anos (PEREIRA et al., 1984b), as folhas representaram 9,15, as folhas 7,37 e o tronco com casca 83,48%, todos valores superiores ao taxi que apresentou 6,0, 26,6 e 67,3%, para os componentes citados, e com a mesma idade.

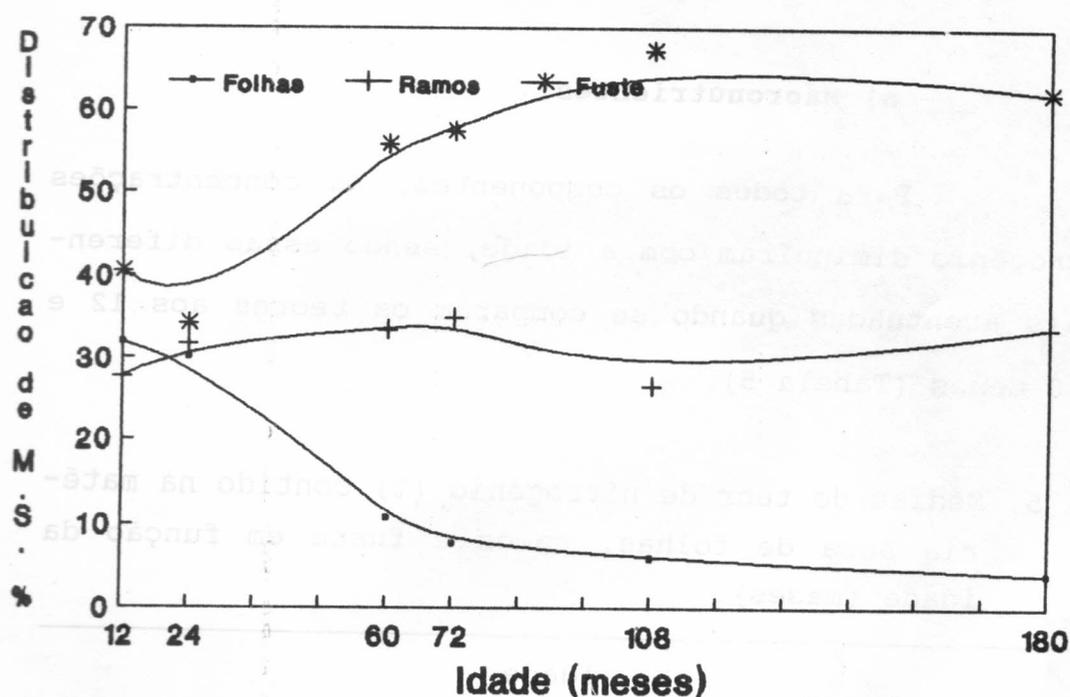


FIGURA 4. Distribuição percentual de matéria seca nos diversos órgãos da planta, em função da idade.

Os ramos em taxi permaneceram constante em torno de 30,0 %, sendo que o menor percentual foi aos 108 meses (26,6%) e o maior aos 72 meses (34,9%). Em eucalipto eles tendem a diminuir, passando de 30,6 no primeiro para 7,3 % no sétimo ano (PEREIRA et al., 1984a).

O fuste apesar de apresentar valores percentuais mais baixos, compensa esses desníveis com valores mais altos de matéria seca, quando comparados com as outras espécies.

#### 4.1.3. Concentração de Nutrientes

##### a) Macronutrientes

Para todos os componentes, as concentrações de nitrogênio diminuíram com a idade, sendo essas diferenças mais acentuadas quando se comparam os teores aos 12 e aos 180 meses (Tabela 5).

TABELA 5. Médias do teor de nitrogênio (%) contido na matéria seca de folhas, ramos e fuste em função da idade (meses).

Parte da Planta	Idade					
	12	24	60	72	108	180
Folhas	1,97a	1,66cd	1,88ab	1,75bc	1,55c	1,69e
Ramos	0,39a	0,40a	0,46a	0,44a	0,39a	0,28b
Fuste	0,31a	0,25a	0,24a	0,30a	0,21a	0,24a

Obs. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Verifica-se que as maiores concentrações de nutriente foram encontradas nas folhas. Também em freijó

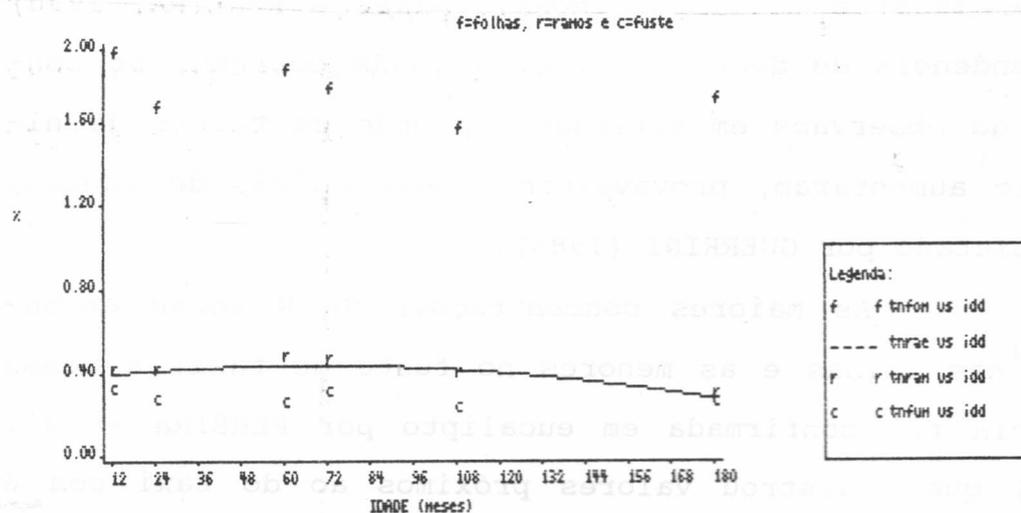
(FRAZÃO, 1985) e eucalipto (MORAIS, 1988 e PEREIRA, 1990) essa tendência de decréscimo com a idade ocorreu, ao contrário do observado em seringueira, onde os teores de nitrogênio aumentaram, provavelmente pela adição de adubos, como relatado por GUERRINI (1983).

As maiores concentrações de N foram encontradas nas folhas e as menores no fuste de taxi, a mesma tendência foi confirmada em eucalipto por PEREIRA et al. (1984a) que registrou valores próximos ao do taxi com 6 anos, com teores de 1,75 e 0,30% para folhas e fuste.

Na Figura 5 observa-se que para ramos a equação quadrática foi a que melhor se ajustou para a concentração de nitrogênio, enquanto que para folhas e fuste não foi significativo até o 3º grau.

A concentração de fósforo nas diversas partes da planta em função da idade, mostrou diferenças significativas nas partes estudadas, conforme mostrado pela Tabela 6. Houve uma tendência de diminuição na concentração de fósforo, tanto nas folhas como no fuste, com um comportamento indiferenciado para os ramos.

Teores de fósforo em folhas de freijó não mostraram qualquer diferença estatística nas diferentes idades, havendo entretanto, como no taxi, um leve decréscimo na concentração nas de maior idade (FRAZÃO, 1985), ocorrendo o mesmo na concentração de P no fuste de seringueira (GUERRINI, 1983).



$Y_f = \text{n.s. até o } 3^{\text{a}} \text{ grau}$

$$Y_r = 0,3744 + 0,00177x - 0,00001292x^2 \quad (R^2 = 0,49)$$

$Y_c = \text{n.s. até o } 3^{\text{a}} \text{ grau.}$

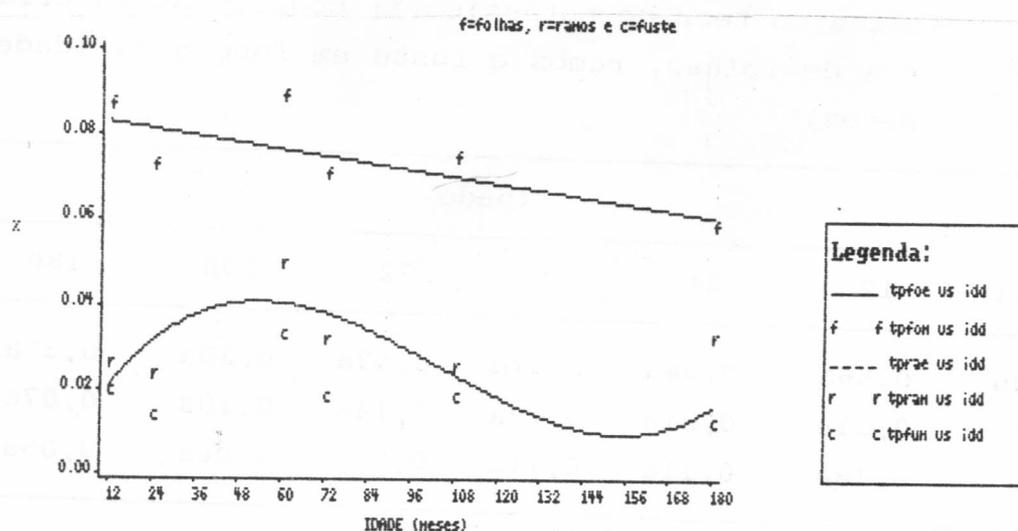
FIGURA 5. Curvas de regressão dos teores de nitrogênio nas diferentes partes da planta, em função da idade.

TABELA 6. Médias do teor de fósforo (%) contido na matéria seca de folhas, ramos e fuste em função da idade (meses).

Parte da Planta	Idade					
	12	24	60	72	108	180
Folhas	0,09ab	0,07c	0,09a	0,07c	0,08bc	0,05b
Ramos	0,02b	0,02b	0,05a	0,03b	0,02b	0,02b
Fuste	0,02ab	0,01b	0,03a	0,02b	0,02b	0,01b

Obs. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

Para folhas a concentração de fósforo foi representada por uma equação linear, para ramos por uma equação cúbica e para fuste não foi significativa até o 3º grau (Figura 6).



$$Y_f = 0,0848 - 0,00013316x \quad (R^2 = 0,20)$$

$$Y_r = 0,0052 + 0,0015x - 0,0000188x^2 + 0,00000006x^3 \quad (R^2 = 0,59)$$

$$Y_c = \text{n.s. até o 3º grau.}$$

FIGURA 6. Curvas de regressão dos teores de fósforo nas diferentes partes da planta, em função da idade.

A concentração de potássio (Tabela 7) mostra que não houve diferenças nas concentrações de potássio para todas as partes estudadas, em função da idade. Observa-se também que as maiores concentrações ocorreram aos 12 meses

em todas as partes da planta. Os teores são extremamente baixos (0,56 a 0,25 para folhas) quando comparados com os obtidos em freijó (1,78 a 0,42 para folhas) por FRAZÃO (1985) e GUERRINI (1983) em seringueira (1,11 a 1,13% para folhas). Também em freijó, os maiores teores foram observados nas idades mais jovens.

TABELA 7. Médias do teor de potássio (%) contido na matéria seca de folhas, ramos e fuste em função da idade (meses)

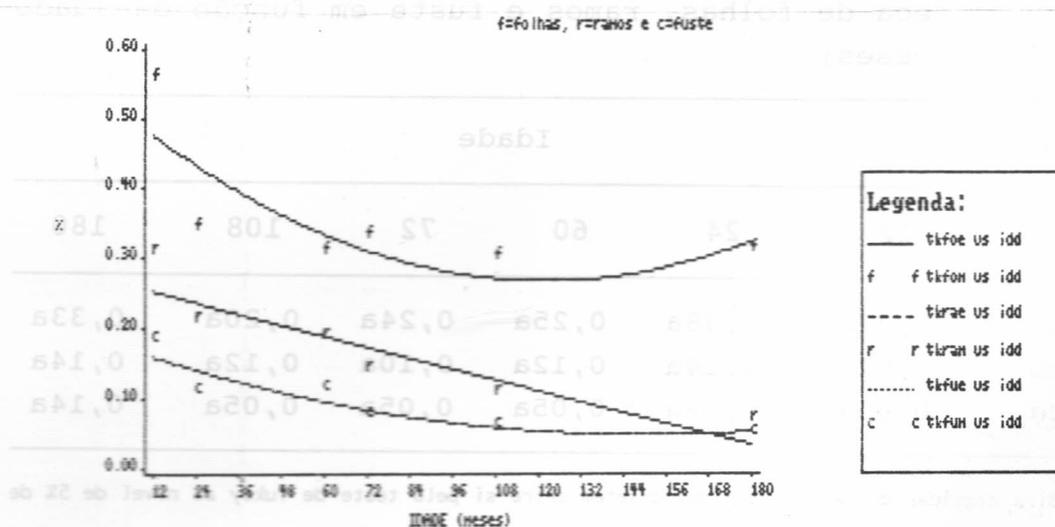
Parte da Planta	Idade					
	12	24	60	72	108	180
Folhas	0,56a	0,34a	0,31a	0,33a	0,30a	0,31a
Ramos	0,31a	0,21a	0,19a	0,14a	0,10a	0,07a
Fuste	0,18a	0,11a	0,11a	0,07a	0,06a	0,05a

Obs. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

Concentrações de 0,7% em folhas de eucaliptos com 4 anos, são relatadas por PEREIRA (1990), que afirma que esse nutriente diminui com a idade em todos os componentes da árvore. Entretanto MORAIS (1988), observa que a concentração desse nutriente apresentou valores dispersos em folhas de eucalipto com 8 anos de idade.

Valores de 0,51 e 0,56% em folhas, foram encontrados em parcelas puras de *Liquidambar* e *Pinus*, res-

pectivamente, aos 10 anos de idade. Pela Figura 7 verifica-se que a concentração de potássio nas folhas e fuste ajustou-se a uma equação quadrática, e que para ramos a equação linear foi a de melhor ajuste.



$$Y_f = 0,5262 - 0,0423x + 0,00001728x^2 \quad (R^2 = 0,31)$$

$$Y_r = 0,2675 - 0,00130164x \quad (R^2 = 0,53)$$

$$Y_c = 0,1803 - 0,001756x + 0,0000058x^2 \quad (R^2 = 0,55)$$

FIGURA 7. Curvas de regressão dos teores de potássio nas diferentes partes da planta, em função da idade.

Observa-se pela Tabela 8, que os teores de cálcio não diferiram estatisticamente com o aumento da idade da planta, em todos os componentes estudados. Pela Figura 8, verifica-se que o teor de cálcio nas folhas e no

fuste foi melhor representado por uma equação do segundo grau, sendo que para ramos não foi significativo até o terceiro grau.

TABELA 8. Médias do teor de cálcio (%) contido na matéria seca de folhas, ramos e fuste em função da idade (meses)

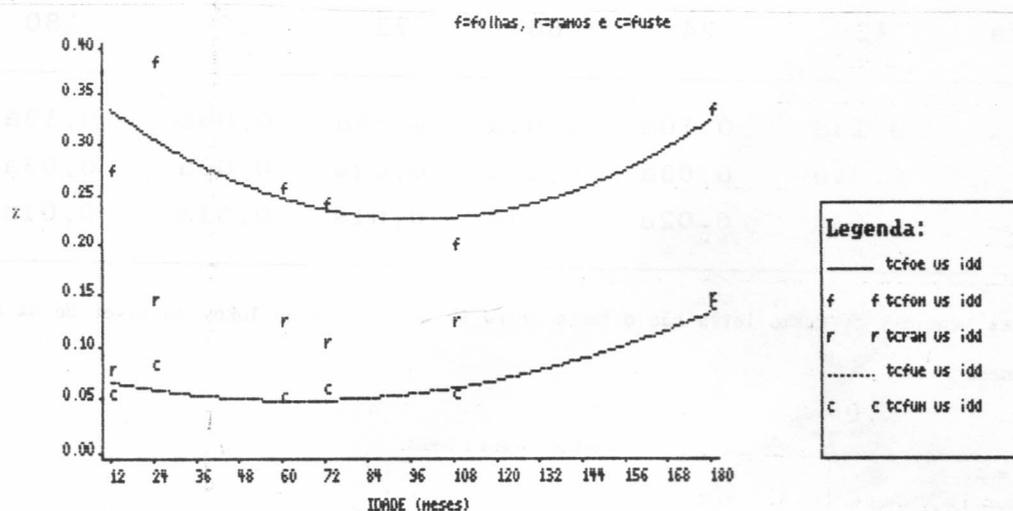
Parte da Planta	Idade					
	12	24	60	72	108	180
Folhas	0,27a	0,38a	0,25a	0,24a	0,20a	0,33a
Ramos	0,07a	0,14a	0,12a	0,10a	0,12a	0,14a
Fuste	0,05a	0,08a	0,05a	0,05a	0,05a	0,14a

Obs. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

A concentração de cálcio em folhas de taxi aos 9 anos (0,20%) tem correspondência com aquela observada por DRUMOND (1985) em *Pinus* de 10 anos (0,19%), porém muito diferente do teor de 0,56%, encontrada em eucalipto com 8 anos por MORAIS (1988). Ao se comparar os valores de eucalipto (PEREIRA, 1990) com 4 anos (0,50%) constata-se que o valor é 2 vezes o observado em taxi com 5 anos (0,25%).

Concentrações maiores também foram observadas em freijó (FRAZÃO, 1985), com valores entre 0,66 e 1,02% aos 2 e 8 anos, sendo seus valores correspondentes em idade a 0,38 e 0,20% aos 2 e 9 anos, em taxi. É difícil se atribuir a causa da baixa concentração desse nutriente, uma

vez que o trabalho com freijó, foi feito em área contigua ao trabalho com taxi, podendo-se supor uma melhor eficiência de utilização do nutriente pela árvore de taxi.



$$Y_f = 0,3676 - 0,0029x + 0,00001477x^2 \quad (R^2 = 0,15)$$

$Y_r = \text{n.s. até o } 3^\circ \text{ grau}$

$$Y_c = 0,0756 - 0,00083x + 0,00000638x^2 \quad (R^2 = 0,69)$$

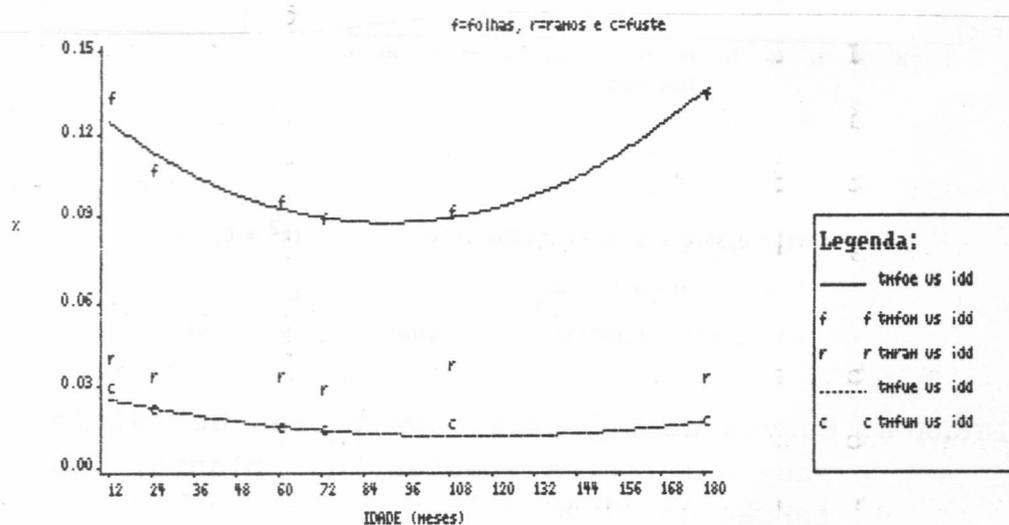
FIGURA 8. Curvas de regressão dos teores de cálcio nas diferentes partes da planta, em função da idade.

Observa-se pela Tabela 9, que não houve diferença significativa entre a concentração de magnésio nas diferentes idades, tanto em folhas como para ramos e fuste. A equação quadrática foi a de melhor ajuste para folhas e fuste, não sendo significativo até o 3º grau para ramos. (Figura 9).

TABELA 9. Médias do teor de magnésio (%) contido na matéria seca de folhas, ramos e fuste em função da idade (meses)

Parte da Planta	Idade					
	12	24	60	72	108	180
Folhas	0,13a	0,10a	0,09a	0,09a	0,09a	0,13a
Ramos	0,04a	0,03a	0,03a	0,02a	0,03a	0,03a
Fuste	0,03a	0,02a	0,01a	0,01a	0,01a	0,01a

Obs. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade



$$Y_f = 0,1378 - 0,001x + 0,00000606x^2 \quad (R^2 = 0,58)$$

$Y_r = \text{n.s. até o } 3^{\text{a}} \text{ grau}$

$$Y_c = 0,02825 - 0,00029499x + 0,00000127x^2 \quad (R^2 = 0,46)$$

FIGURA 9. Curvas de regressão dos teores de magnésio nas diferentes partes da planta, em função da idade.

Tal como no cálcio, os teores de magnésio em taxi foram bem inferiores aos observados em seringueira por GUERRINI (1983) e em freijó (FRAZÃO, 1985). As concentrações de magnésio observadas aos 12 e 180 meses foram de 0,09 e 0,11% para folhas; 0,10 e 0,03% para ramos e 0,03 e 0,01 para fuste, valores também inferiores ao de eucalipto com oito anos que apresentou 0,02 e 0,34% para tronco e folhas, respectivamente (MORAIS, 1988), e sem nenhuma similaridade com *Pinus*, onde foram encontrados valores de 0,24 e 0,07% para folhas e e galhos, com 10 anos de idade (DRUMOND, 1985).

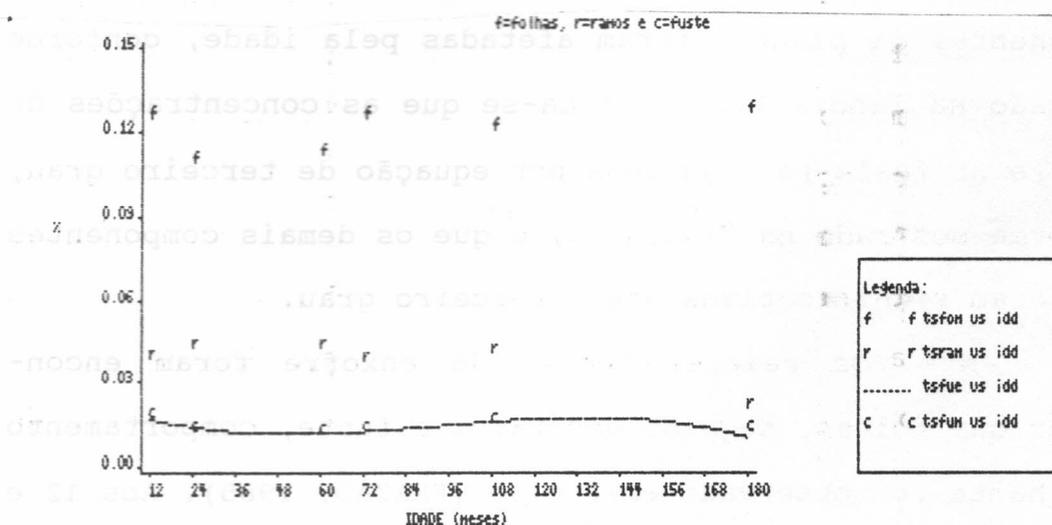
As concentrações de enxofre nos diversos componentes da planta, foram afetadas pela idade, conforme mostrado na Tabela 10. Verifica-se que as concentrações de enxofre no fuste foi ajustada por equação de terceiro grau, conforme mostrado na Figura 10, e que os demais componentes ano foram significativos até o terceiro grau.

Os maiores teores de enxofre foram encontrados nas folhas, seguido dos ramos e fuste, comportamento semelhante foi observado em freijó (FRAZÃO, 1985). Aos 12 e 180 meses de idade, as concentrações de enxofre na planta foram de 0,08 e 0,10% nas folhas; 0,04 e 0,02% para ramos e 0,02 e 0,01% para fuste, valores inferiores aos observados por FRAZÃO (1985) em plantas de freijó deficientes.

TABELA 10. Médias do teor de enxofre (%) contido na matéria seca de folhas, ramos e fuste em função da idade (meses)

Parte da Planta	Idade					
	12	24	60	72	108	180
Folhas	0,12a	0,11a	0,11a	0,12a	0,12a	0,13a
Ramos	0,04a	0,04a	0,04a	0,04a	0,04a	0,02a
Fuste	0,02a	0,01a	0,01a	0,01a	0,01a	0,01a

Obs. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade



$$Y_f = \text{n.s. até o 3}^\circ \text{ grau}$$

$$Y_r = \text{n.s. até o 3}^\circ \text{ grau}$$

$$Y_c = 0,02045 - 0,00042074x + 0,0000056x^2 - 0,00000002x^3 \quad (R^2 = 0,23)$$

FIGURA 10. Curvas de regressão dos teores de enxofre nas diferentes partes da planta, em função da idade.

A concentração de enxofre aos 12 meses (0,08%) está de acordo com valores observados em folhas (0,08%) de seringueiras por GUERRINI (1983).

#### 4.2.2. Micronutrientes

Foi observado efeito de concentração de boro para folhas e ramos em função da idade, não sendo observado nenhum efeito significativo da concentração no fuste, a diferentes idades, como mostrado na Tabela 11.

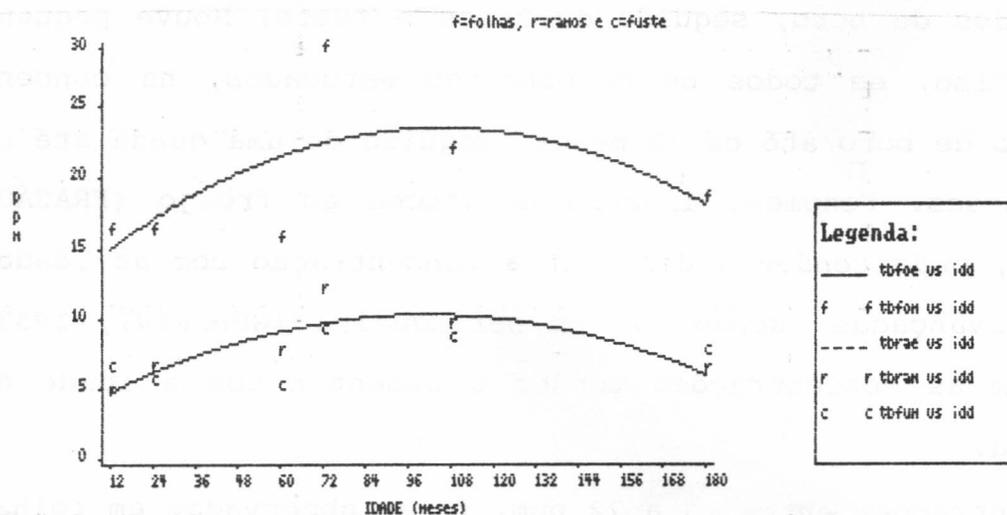
Nas folhas foram observados os teores mais elevados de boro, seguido de ramos e fuste. Houve pequeno acréscimo, em todos os componentes estudados, na concentração de boro até os 72 meses, seguido de uma queda até os 180 meses. Fenômeno inverso aconteceu em freijó (FRAZÃO, 1985), onde tendeu a diminuir a concentração com as idades mais avançadas, sendo que em seringueira (GUERRINI, 1983) também as concentrações tendem a aumentar com a idade da planta.

Concentrações entre 20 a 72 ppm, foram observadas em folhas de *Gmelina arborea* (EVANS, 1979) com 6,5 anos de idade, valores próximos aos observados em taxi com 6 anos (30 ppm) que foi semelhante (29 ppm) ao registrado em seringueira por SHORROCKS (1965). Na Figura 11 são mostradas as curvas e equações de regressão para folhas e ramos, visto que para fuste não foi significativo até o terceiro grau.

TABELA 11. Médias do teor de boro (ppm) contido na matéria seca de folhas, ramos e fuste em função da idade (meses)

Parte da Planta	Idade					
	12	24	60	72	108	180
Folhas	16,2c	16,1c	15,7c	29,9a	21,7b	18,3c
Ramos	4,6b	6,4ab	7,5ab	12,0a	9,5ab	6,1ba
Fuste	6,2a	5,4a	4,9a	9,1a	8,3a	7,4a

Obs. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade



$$Y_f = 12,7623 + 0,2045x - 0,00097164x^2 \quad (R^2 = 0,19)$$

$$Y_r = 3,1215 + 0,1421x - 0,00070135x^2 \quad (R^2 = 0,470)$$

$$Y_c = \text{n.s. até o 3º grau}$$

FIGURA 11. Curvas de regressão dos teores de boro nas diferentes partes da planta, em função da idade.

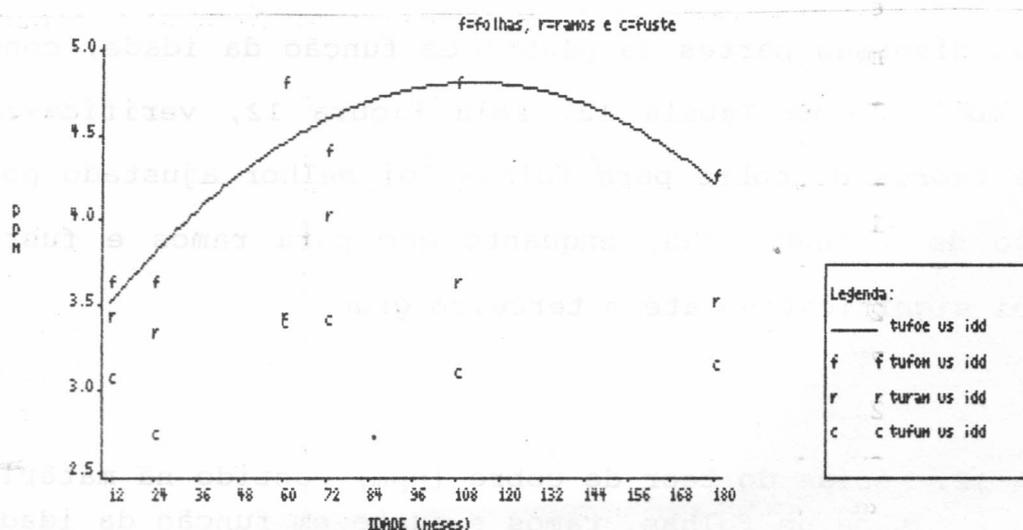
Não houve diferenças na concentração de cobre nas diversas partes da planta em função da idade, conforme mostrado na Tabela 12. Pela Figura 12, verifica-se que os teores de cobre para folhas foi melhor ajustado por equação de segundo grau, enquanto que para ramos e fuste não foi significativo até o terceiro grau.

TABELA 12. Médias do teor de cobre (ppm) contido na matéria seca de folhas, ramos e fuste em função da idade (meses)

Parte da Planta	Idade					
	12	24	60	72	108	180
Folhas	3,6bc	3,6ab	4,8a	4,4ab	4,8a	4,2c
Ramos	3,4ab	3,3ab	3,4ab	4,0a	3,6ab	3,5b
Fuste	3,0ab	2,7ab	3,4a	3,4a	3,1ab	3,1b

Obs. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Aos 24 e 108 meses de idade as concentrações de cobre foram de 3,6 a 4,8 ppm para folhas; 3,3 e 3,6 ppm para ramos e 2,7 e 3,1 para fuste, todos valores mais baixos que os observados em freijó por FRAZÃO (1985), aos 24 e 96 meses, sendo também inferior aos teores encontrados em seringueira (7,3 e 11,0 ppm) por GUERRINI (1983) e SHORROCKS (1965), respectivamente, e em folhas de *Gmelina* (7 ppm) com 6,5 anos de idade (EVANS, 1979).



$$Y_f = 3,1707 + 0,0294x - 0,0001304x^2 \quad (R^2 = 0,41)$$

$$Y_r = \text{n.s. até o 3}^\circ \text{ grau}$$

$$Y_c = \text{n.s. até o 3}^\circ \text{ grau}$$

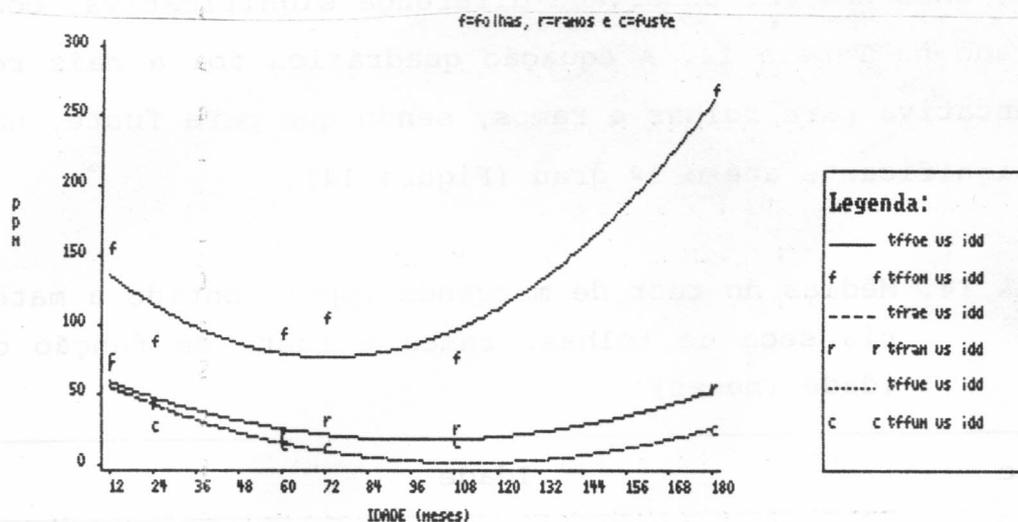
FIGURA 12. Curvas de regressão dos teores de cobre nas diferentes partes da planta, em função da idade.

Constata-se através da Tabela 13, que não houve diferenças significativas nas concentrações de ferro em função da idade, e que as maiores concentrações ocorreram nas folhas. As concentrações de ferro nas folhas e ramos obedeceram a equações quadráticas, enquanto que para fuste a equação linear foi a de melhor ajuste, conforme mostrado na Figura 13.

TABELA 13. Médias do teor de ferro (ppm) contido a matéria seca de folhas, ramos e fuste em função da idade (meses)

Parte da Planta	Idade					
	12	24	60	72	108	180
Folhas	152,0a	85,0a	90,2a	101,2a	72,6a	267,0a
Ramos	67,3a	39,0a	18,2a	27,5a	22,3a	51,5a
Fuste	72,8a	24,1a	10,3a	8,3a	12,8a	22,8a

Obs. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade



$$Y_f = 163,0213 - 2,366x + 0,01619548x^2 \quad (R^2 = 0,49)$$

$$Y_r = 70,367 - 1,0576x + 0,00534209x^2 \quad (R^2 = 0,41)$$

$$Y_c = 68,7638 - 1,2045x + 0,0054 \quad (R^2 = 0,48)$$

FIGURA 13. Curvas de regressão dos teores de ferro nas diferentes partes da planta, em função da idade.

As folhas de taxi apresentaram valores entre 72 e 219 ppm de ferro a diferentes idades, valores esses dentro dos padrões observados em seringueira, que foram de 176 ppm (GUERRINI, 1983) e 182 ppm encontrado por SHORROCKS (1965). Os valores observados de 187 e 99 ppm em *Pinus* por CASTRO et al (1980) e YOUNG & CARPENTER (1976), respectivamente, são concordantes com o taxi. Valores maiores foram registrados em eucalipto (10 a 325 ppm) por WISE & PITMAN (1981) e também menores em trabalhos sobre amostragem em *Gmelina arborea*, conduzido por EVANS (1975).

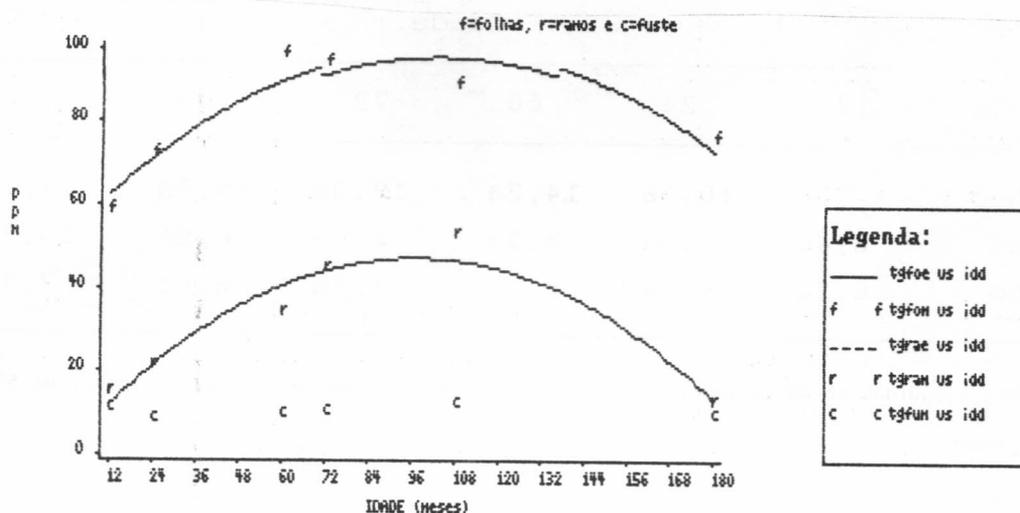
Teores de manganês nas folhas e ramos variaram muito em função da idade, o que não ocorreu no fuste, onde não foi observada diferença significativa, como mostrado na Tabela 14. A equação quadrática foi a mais representativa para folhas e ramos, sendo que para fuste, não foi significativa até o 3º grau (Figura 14).

TABELA 14. Médias do teor de manganês (ppm) contido a matéria seca de folhas, ramos e fuste em função da idade (meses)

Parte da Planta	Idade					
	12	24	60	72	108	180
Folhas	58,6b	72,0ab	98,6ac	96,2a	88,4ab	75,7c
Ramos	14,0bc	20,1bc	33,2bc	44,2ab	52,5a	11,7c
Fuste	10,0a	7,7a	8,5a	9,2a	11,3a	9,0a

Obs. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

As folhas de taxi registraram valores entre 58 a 99 ppm nas diferentes idades, que apesar de maiores estão mais próximas aos observados em freijó, que se situaram entre 35 e 46 ppm (FRAZÃO, 1985) e em *Gmelina arborea*, entre 20 e 38 ppm (EVANS, 1979). Nos trabalhos conduzidos com *Pinus* (CASTRO, 1980 e YOUNG & CARPENTER, 1976) foram registrados valores de 220 e 184 ppm, respectivamente, sendo que as maiores concentrações foram registradas em seringueira (662-414 ppm) por GUERRINI (1983) e em eucalipto (120-205 ppm) por WISE & PITMAN (1981).



$$Y_f = 52,844 + 0,8739x - 0,00422919x^2 \quad (R^2 = 0,23)$$

$$Y_r = 0,2898 + 0,9634x - 0,00494621x^2 \quad (R^2 = 0,45)$$

$$Y_c = \text{n.s. até o } 3^{\text{º}} \text{ grau}$$

FIGURA 14. Curvas de regressão dos teores de manganes nas diferentes partes da planta, em função da idade.

A análise de variância das concentrações de zinco mostra que não houve diferenças em função da idade, para folhas, ramos e fuste, (Tabela 15). O componente folhas não foi significativo até o terceiro grau, para ramos foi ajustada equação de primeiro grau, enquanto que para fuste a equação quadrática foi a de melhor ajuste, como mostrado na Figura 15.

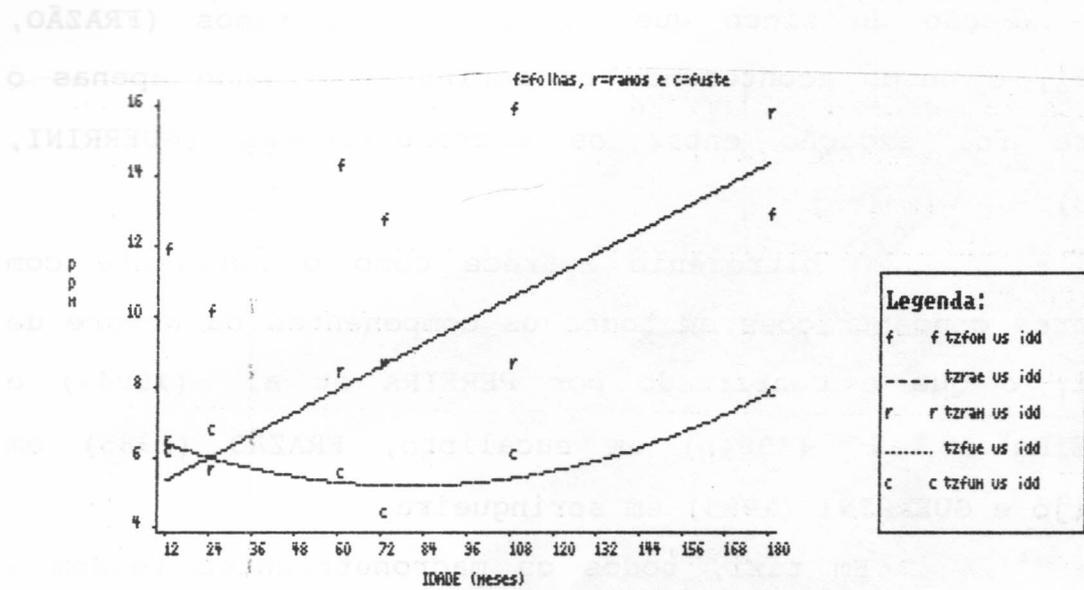
TABELA 15. Médias do teor de zinco (ppm) contido a matéria seca de folhas, ramos e fuste em função da idade (meses)

Parte da Planta	Idade					
	12	24	60	72	108	180
Folhas	11,8a	10,0a	14,2a	12,6a	15,8a	12,7a
Ramos	6,4a	5,5a	8,3a	8,5a	8,5a	15,7a
Fuste	6,1a	6,6a	5,4a	4,3a	6,0a	7,7a

Obs. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

As concentrações de zinco entre a menor e a maior idade estudada foram 58 e 60 ppm para folhas; 14 e 9 ppm para ramos e 10 7 ppm para fuste. De um modo geral, a literatura cita valores menores que os observados em folhas de taxi, visto que nos trabalhos relativos a região, foram observados valores menores tanto em seringueira(GUERRINI,

1983) como em freijó (FRAZÃO, 1985). Nos estudos com *Pinus* foram citados valores entre 16 a 19 ppm por CASTRO et al. e 50 ppm no trabalho de YOUNG & CARPENTER (1976). Em estudo com *Gmelina arborea* (25 a 45 ppm) conduzido por EVANS (1979) e em eucalipto (15 a 40 ppm) conduzido por WISE & PITMAN (1981), esses valores também foram inferiores.



$Y_f = n.s. \text{ até o } 3^{\text{a}} \text{ grau}$

$Y_r = 4,6882 + 0,0539x \quad (R^2 = 0,32)$

$Y_c = 6,8849 - 0,0423x + 0,00026249x^2 \quad (R^2 = 0,24)$

FIGURA 15. Curvas de regressão dos teores de zinco nas diferentes partes da planta, em função da idade.

Nas Tabelas 16 e 17 são apresentadas as concentrações médias dos nutrientes, nas diversas partes da planta em todas as idades em estudo. Constata-se que as

maiores concentrações de nutrientes ocorrem nas folhas, seguido de ramos e fuste. Os resultados estão de acordo com os obtidos por SILVA (1983) em trabalho com diversas espécies de eucalipto. As árvores de *Pinus* apresentaram a seguinte ordem decrescente: folhas > galhos > casca > lenho (CASTRO et al., 1984) Em árvores de freijó também as maiores concentrações de macronutrientes ocorreram nas folhas, com exceção do zinco que foi maior nos ramos (FRAZÃO, 1985), o mesmo acontecendo em seringueira, onde apenas o cobre foi exceção entre os macronutrientes (GUERRINI, 1983).

O nitrogênio aparece como o nutriente com maiores concentrações em todos os componentes da árvore de taxi, o que é confirmado por PEREIRA et al. (1984a) e PEREIRA et al. (1984b) em eucalipto, FRAZÃO (1985) em freijó e GUERRINI (1983) em seringueira.

Em taxi, todos os macronutrientes tendem a decrescer com a idade. Com relação aos micronutrientes verifica-se que as concentrações de ferro são superiores em todas as partes estudadas, não sendo observada, entretanto, uma lógica sobre o comportamento desse nutriente com o avanço da idade da planta.

Outras plantas tiveram comportamento semelhante com relação a concentração de ferro. Em eucalipto com 8 anos de idade, em freijó a várias idades, foi também o ferro o elemento com as maiores concentrações (MORAIS, 1988 e FRAZÃO, 1985)

TABELA 16. Concentração de macronutrientes nas diversas partes da planta de taxi, em função da idade.

Parte da planta	Idade (meses)	N	P	K	Ca	Mg	S
		%					
Folhas	12	1,97	0,09	0,56	0,27	0,13	0,12
	24	1,66	0,07	0,34	0,38	0,10	0,11
	60	1,88	0,09	0,30	0,25	0,09	0,11
	72	1,75	0,07	0,33	0,24	0,09	0,12
	108	1,55	0,07	0,30	0,20	0,09	0,12
	180	1,69	0,06	0,31	0,33	0,13	0,13
Ramos	12	0,39	0,02	0,31	0,07	0,04	0,04
	24	0,40	0,02	0,21	0,14	0,03	0,04
	60	0,46	0,05	0,19	0,12	0,03	0,04
	72	0,44	0,03	0,14	0,10	0,02	0,04
	108	0,39	0,02	0,10	0,12	0,03	0,04
	180	0,28	0,03	0,07	0,14	0,03	0,02
Fuste	12	0,31	0,02	0,18	0,05	0,03	0,02
	24	0,25	0,01	0,11	0,08	0,02	0,01
	60	0,24	0,03	0,11	0,05	0,01	0,01
	72	0,30	0,02	0,07	0,05	0,01	0,01
	108	0,21	0,02	0,06	0,05	0,01	0,01
	180	0,24	0,01	0,05	0,14	0,01	0,01

TABELA 17. Concentração de micronutrientes nas diversas partes da planta de taxi, em função da idade.

Parte da planta	Idade (meses)	B	Cu	Fe	Mn	Zn
		ppm				
Folhas	12	16,2	3,6	152,0	58,6	11,8
	24	16,0	3,6	85,0	72,0	10,0
	60	15,7	4,8	90,2	98,6	14,2
	72	29,9	4,4	101,2	96,2	12,6
	108	21,7	4,8	72,6	88,4	15,8
	180	18,3	4,2	267,0	75,7	12,7
Ramos	12	4,6	3,4	67,3	14,0	6,4
	24	6,4	3,3	39,0	20,1	5,5
	60	7,5	3,4	18,2	33,2	8,3
	72	12,0	4,0	27,5	44,2	8,5
	108	9,5	3,6	22,3	52,5	8,5
	180	6,1	3,5	51,5	11,7	15,7
Fuste	12	6,2	3,0	72,8	10,0	6,1
	24	5,4	2,7	24,1	7,7	6,6
	60	4,9	3,4	10,3	8,5	5,4
	72	9,1	3,4	8,3	9,2	4,3
	108	8,3	3,1	12,8	11,3	6,0
	180	7,4	3,1	22,8	9,0	7,7

A ordem relativa das concentrações de nutrientes nas folhas de taxi foi: N > K > Ca > Mg > S > P > Fe > Mn > B > Zn > Cu. No fuste foi: N > K > Ca > P > Mg > S > Fe > Mn > B > Zn > Cu.

Nas Tabelas 18 e 19 são apresentados os dados comparativos dos teores de nutrientes em folhas de taxi, em relação a outras espécies florestais nativas da Amazônia, em trabalho conduzido por DECHEN & HAAG citados por HAAG et al. (1981). Observa-se que o taxi, apresenta teores de nitrogênio bem próximo aos observados em andiroba e peroba, e inferior as demais espécies.

TABELA 18. Dados comparativos de macronutrientes em folhas de diversas espécies florestais nativas da Amazônia e taxi.

Espécies	N	P	K	Ca	Mg	S	
	%						
<i>Carapa guianensis</i> (a)	1,65	0,05	0,41	0,39	0,25	0,13	(1)
<i>Pithecolobium racemosum</i> (b)	2,53	0,05	0,48	0,20	0,16	0,13	(1)
<i>Scleronema microthum</i> (c)	2,59	0,08	0,56	0,27	0,28	0,09	(1)
<i>Cedrela fissilis</i> (d)	2,35	0,13	0,81	0,68	0,27	0,27	(2)
<i>Aspidosperma polyneuron</i> (e)	1,63	0,23	1,44	1,62	0,39	-	(3)
<i>Cordia goeldiana</i> (f)	2,61	0,10	0,41	1,01	0,65	0,28	(4)
<i>Sclerolobium paniculatum</i>	1,69	0,06	0,31	0,33	0,13	0,13	(5)

(a) andiroba; (b) angelim-rajado; (c) cardeiro; (d) cedro; (e) peroba; (f) freijó; (1)-DECHEN & HAAG; (1981); (2)-HAAG et al. (1977); (3)-DALL'ORTO et al. (1976); (4)-FRAZÃO (1985); (5)-Presente estudo.

TABELA 19. Dados comparativos de micronutrientes em folhas de diversas espécies florestais nativas da Amazônia e taxi.

Espécies	B	Cu	Fe	Mn	Zn	
<i>Carapa guianensis</i> (a)	52	7	38	11	18	(1)
<i>Pittecolobium racemosum</i> (b)	27	4	25	24	11	(1)
<i>Scleronema microthum</i> (c)	21	5	45	44	17	(1)
<i>Cedrela fissilis</i> (d)	16	8	177	54	23	(2)
<i>Aspidosperma polyneuron</i> (e)	-	12	139	60	25	(3)
<i>Cordia goeldiana</i> (f)	53	30	52	39	21	(4)
<i>Sclerolobium paniculatum</i>	18	4	267	76	13	(5)

(a) andiroba; (b) angelim-rajado; (c) cardeiro; (d) cedro; (e) peroba; (f) freijó; (1)-DECHEN & HAAG (1981); (2)-HAAG et al. (1977); (3)-DALL'ORTO et al. (1976); (4)-FRAZÃO (1985); (5)-Presente estudo.

A concentração de 0,06% de fósforo em taxi é muito semelhante aquelas encontradas em andiroba e angelim-rajado, sendo entretanto inferior as concentrações das outras espécies. A concentração de potássio em taxi foi menor que todas as espécies apresentadas na Tabela 18. Quanto a concentração de cálcio observa-se que os valores das outras espécies foram muito superiores, com exceção da andiroba que foi relativamente próximo, e dos teores de cardeiro e angelim-rajado que foram inferiores ao do taxi.

Os teores de magnésio observados nas outras espécies são todos superiores ao observado em taxi (0,13%).

Concentrações de enxofre semelhante as do taxi, foram observadas em andiroba e angelim-rajado, sendo que a do cardeiro foi superior.

Dentre os micronutrientes, constata-se que as concentrações de ferro e manganês em taxi, são superiores a todas as espécies nativas estudadas. Os valores de boro registrados nas espécies de plantas estudadas, são maiores que o teor observado em taxi, exceção feita ao cedro que mostrou concentração ligeiramente inferior. O mesmo comportamento foi observado nos teores de zinco, quando apenas o angelim-rajado mostrou teor mais baixo.

Com relação a concentração de cobre, observa-se na Tabela 19 que todas as espécies florestais, registraram valores superiores, e que apenas o angelim-rajado mostrou teor semelhante ao do taxi.

### **4.3. Conteúdo e Distribuição de Nutrientes**

#### **4.3.1. Macronutrientes**

O conteúdo de nutrientes é consequência de suas concentrações e da produção de biomassa. O conteúdo de nitrogênio é mostrado na Tabela 20, onde se verifica que houve efeito da idade, nas quantidades de nitrogênio acumuladas, nas diversas partes e planta inteira. Não houve di-

ferença no acúmulo dos dois primeiros anos, sendo que a partir do quinto ano foi bastante significativa.

TABELA 20. Médias de quantidade de nitrogênio (g) acumuladas nas diversas partes da planta, em função da idade (meses).

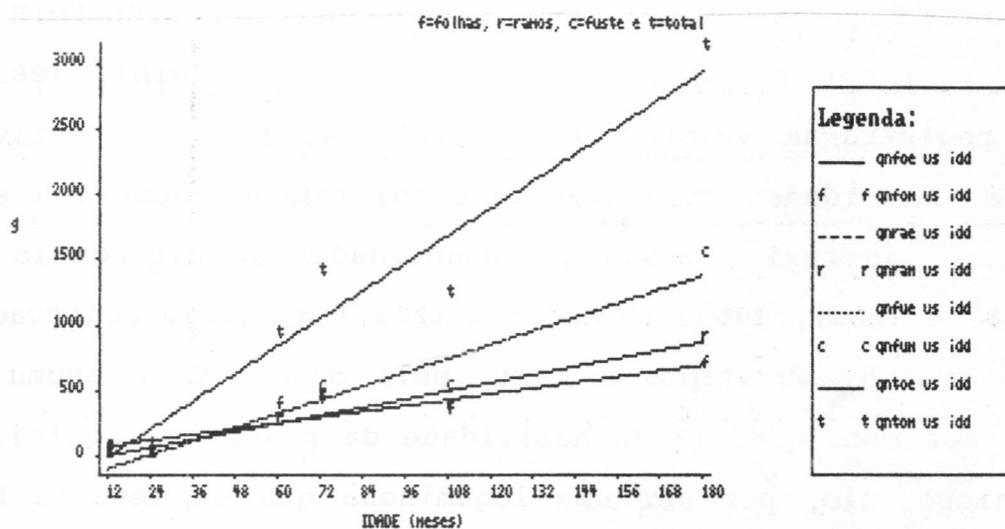
Parte da Planta	Idade					
	12	24	60	72	108	180
Folhas	38,90a	50,10b	381,04ab	406,80ab	330,33ab	685,57a
Ramos	6,70b	11,27b	276,48ab	466,61ab	371,08ab	897,03a
Fuste	7,85c	7,82c	251,93bc	515,67bc	522,28bc	1527,13a
Total	53,45c	69,20c	904,4bc	1389,08b	1223,70b	3109,73a

Obs. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

Quantidades acumuladas de nitrogênio nas folhas, ramos, fuste e total foram representadas por equações do primeiro grau, como mostrado na Figura 16.

A quantidade total de nitrogênio acumulada aos 24 meses em taxi (69,20 g) foi inferior ao valor (86,4 g) observado em freijó (FRAZÃO, 1985). Nas idades subsequentes, houve uma inversão desse quadro, visto que aos 60 e 48 meses o taxi e o freijó apresentaram valores de 909,4 e 169,2 g, respectivamente. Números que são muito superiores ao encontrado por GUERRINI (1983) em seringueira com 48 meses de idade (31,0 g).

Quantidades acumuladas de nitrogênio nas folhas, ramos, fuste e total foram representadas por equações do primeiro grau, como mostrado na Figura 16.



$$Y_f = 37,4038 + 3,6636x \quad (R^2 = 0,62)$$

$$Y_r = -53,8041 + 5,1473x \quad (R^2 = 0,81)$$

$$Y_c = -197,5895 + 8,7459x \quad (R^2 = 0,82)$$

$$Y_t = -213,9899 + 17,5568x \quad (R^2 = 0,86)$$

FIGURA 16. Curvas de regressão das quantidades de nitrogênio nas diferentes partes e planta inteira, em função da idade.

A quantidade total de nitrogênio acumulada aos 24 meses em taxi (69,20 g) foi inferior ao valor (86,4 g) observado em freijó (FRAZÃO, 1985). Nas idades subsequentes, houve uma inversão desse quadro, visto que aos 60 e 48 meses o taxi e o freijó apresentaram valores de 909,4

e 169,2 g, respectivamente. Números que são muito superiores ao encontrado por GUERRINI (1983) em seringueira com 48 meses de idade (31,0 g).

A quantidade de nitrogênio acumulado aos 24 meses em taxi também foi menor que em eucalipto (BELLOTE et al., 1984a) e maior que em seringueira (GUERRINI, 1983), que registraram valores de 132,76 e 4,12 g, respectivamente. Nas idades mais avançadas foi também notória a supremacia do taxi, visto que quantidades de nitrogênio de 981,8 (8 anos), 195,2 (9 anos) e 1223,7 g, foram observados para freijó, eucalipto e taxi, pela ordem. Esse acúmulo, deve ser consequência da habilidade da planta na aquisição de nitrogênio, por ser uma leguminosa que se associa bem com *Rhizobium* (MAGALHÃES et al., 1982).

FRAZÃO (1985) encontrou em seu trabalho valores estimados de 28,05 g/kg de folhas para freijó com dois anos de idade, maiores que os valores obtidos neste trabalho que foi de 19,5 g/kg de folhas (Tabela 21). Valores intermediários de 22,6 g/kg de folhas foram observados no estudo de PEREIRA et al. (1984a) com eucalipto. Para fuste foram registrados valores de 22,7, 1,5, e 1,96 em eucalipto por REZENDE et al. (1983), PEREIRA et al. (1984a) e BELLOTE et al. (1984a), respectivamente, enquanto que em freijó foi de 7,4 g/kg de fuste. No presente estudo (Tabela 22) os valores de 2,53 g/kg de fuste estão mais próximos daqueles encontrado em eucalipto por PEREIRA et al. (1984a) e PEREIRA et al. (1984b).

Considerando a quantidade total de nitrogênio na planta como sendo igual a 100%, a distribuição percentual desse elemento em cada órgão da planta é apresentada na Figura 17. As folhas apresentaram as maiores quantidades desse elemento, decrescendo de 72,4 nos dois primeiros anos até 22,0% aos quinze anos. Essa queda é bem acentuada até os 6 anos, tornando-se mais suave nos anos subsequentes. Esses valores são superiores aqueles observados em seringueira com dois anos (66,8%) por GUERRINI (1983).

TABELA 21. Acúmulos estimados de nutrientes/kg folhas de taxi, em função da idade.

Idade (meses)	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	g						mg				
12	19,55	0,85	5,28	2,79	1,32	1,26	16,40	3,53	151,3	54,33	11,80
24	16,09	0,66	3,17	4,21	1,09	1,07	15,46	3,51	66,37	72,46	9,16
60	18,79	0,87	3,05	2,43	0,94	1,23	15,79	4,77	89,95	100,00	13,82
72	17,51	0,70	3,38	2,50	0,92	1,23	28,33	4,32	97,74	98,54	12,85
108	14,93	0,73	2,99	1,96	0,09	1,18	19,71	4,76	69,04	74,49	16,63
180	16,94	0,60	2,97	3,48	1,29	1,25	16,14	3,49	271,40	71,70	12,12

Em árvores de *Liquidambar* (DRUMOND, 1985) com 10 anos de idade, as folhas são responsáveis por apenas 22,5% do nitrogênio, enquanto que no presente estudo elas

representam 27,0% aos 9 anos, entretanto no fuste daquela espécie, o nitrogênio representa 52,4 contra apenas 42,7% no taxi.

TABELA 22. Acúmulos estimados de nutrientes/kg fuste de taxi, em função da idade.

Idade (meses)	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	g						mg				
12	3,10	0,18	1,66	0,53	0,28	0,17	6,95	3,02	70,62	9,05	6,16
24	2,53	0,13	1,08	0,78	0,20	0,12	5,13	2,71	24,42	7,71	6,56
60	2,39	0,32	1,14	0,48	0,13	0,11	4,85	3,40	10,10	8,75	5,34
72	2,97	0,17	0,74	0,56	0,12	0,13	9,02	3,38	8,11	3,43	4,15
108	2,11	0,16	0,61	0,49	0,14	0,20	8,14	3,04	13,00	11,24	6,04
180	2,47	0,12	0,51	1,40	0,16	0,12	7,12	3,17	21,14	9,03	7,66

Os resultados obtidos sobre o acúmulo de fósforo nas diversas partes da planta, e análise de variância, são mostrados na Tabela 23. Curvas de regressão e coeficientes de determinação são mostrados na Figura 18. Observa-se que todos os componentes da planta e parte aérea total foram representadas por equações de primeiro grau.

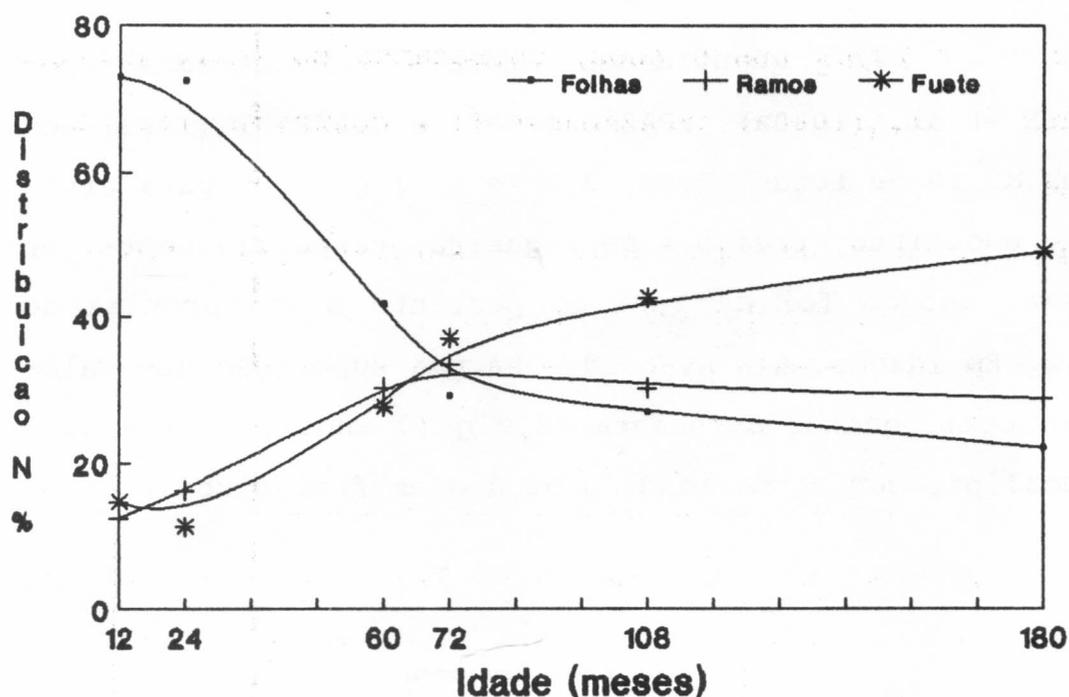


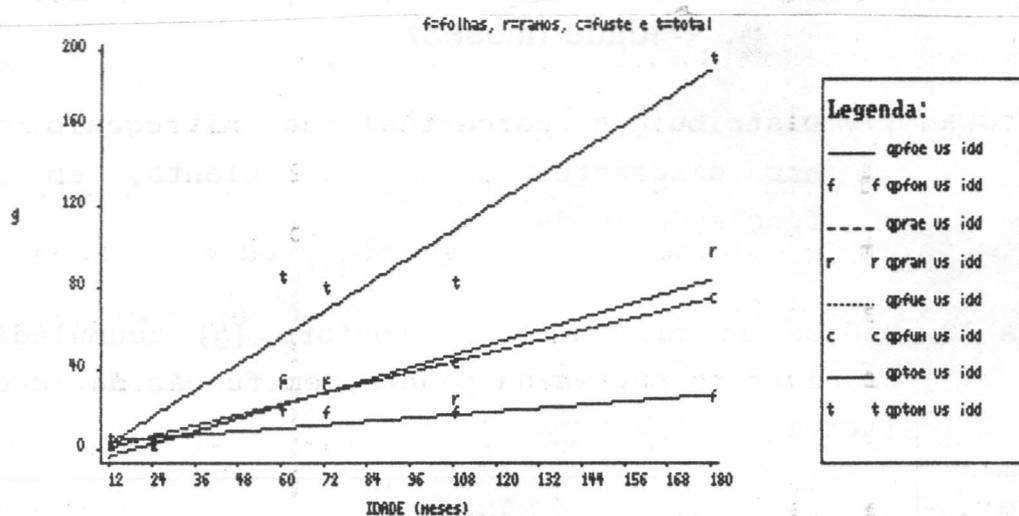
FIGURA 17. Distribuição percentual de nitrogênio nas diferentes partes da planta, em função da idade.

TABELA 23. Médias de quantidade de fósforo (g) acumuladas as diversas partes da planta, em função da idade (meses)

Parte da Planta	Idade					
	12	24	60	72	108	180
Folhas	1,69a	2,02a	17,73a	16,26a	16,28a	24,23a
Ramos	0,42b	0,63b	31,09b	32,32b	20,09b	96,41a
Fuste	0,47b	0,39b	33,36ab	28,85ab	40,51	73,73a
Total	2,65c	3,04c	82,18b	77,43b	76,88b	194,37a

Obs. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

As quantidades totais encontradas por BELLOTE et al. (1980a), FRAZÃO (1985) e GUERRINI (1983) aos 2 anos de idade foram, 7,64, 2,99 e 0,61 g de N, para arvores de eucalipto, freijó e seringueira, respectivamente. No presente estudo foi de 3,04 g, portanto muito próxima do freijó. Em idades mais avançadas há uma superação dos valores de taxi, quando apresenta 76,9 g (9 anos), contra 41,2 de eucalipto com mesma idade e 50,3 g em freijó com 8 anos.



$$Y_f = 2,9723 + 0,1339x \quad (R^2 = 0,47)$$

$$Y_r = -9,2374 + 0,5194x \quad (R^2 = 0,64)$$

$$Y_c = -3,7381 + 0,4387x \quad (R^2 = 0,72)$$

$$Y_t = -10,0034 + 1,092x \quad (R^2 = 0,82)$$

FIGURA 18. Curvas de regressão das quantidades de fósforo nas diferentes partes e planta inteira, em função da idade.

Valores estimados de fosforo foram encontrados por BELLOTE et al. (1980a), PEREIRA et al. (1984a) PEREIRA et al. (1984b) e FRAZÃO (1985): 0,23, 0,39, 0,11 e 0,43 aos 2 anos, contra 0,13 g/kg de fuste no presente estudo. Em folhas FRAZÃO (1985) encontrou 1,06 aos 8 anos, contra 0,73 g/kg de folhas de taxi, com 9 anos.

A distribuição percentual de fósforo nas diferentes idades, em cada componente da planta, é apresentada na Figura 19. Também esse elemento foi mais acumulado nas folhas, atingindo um valor máximo aos 24, diminuindo com a idade até 12,5% aos 180 meses. Nos ramos há maior tendência de aumento até as idades intermediarias, variando de 18,5 aos 12 meses até 49,0% aos 180 meses. No fuste os valores foram muito inconsistentes, com quedas e aumentos sucessivos nas diferentes idades, sendo que em seringueira igual comportamento foi observado por GUERRINI (1983).

As quantidades de potássio acumuladas nas diferentes partes da planta e análise de variância são mostrados na Tabela 24. Pela Figura 20 pode-se observar que todos os componentes da planta e seu total ajustaram-se a equações lineares, evidenciando que acumulam esse nutriente com a maturidade da planta.

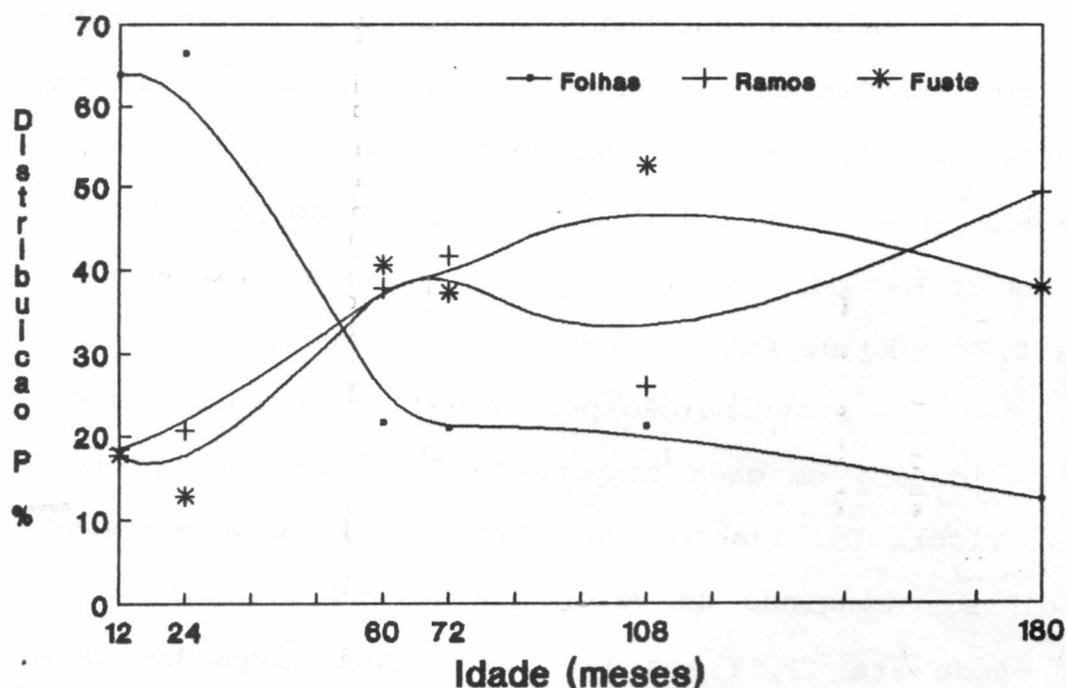
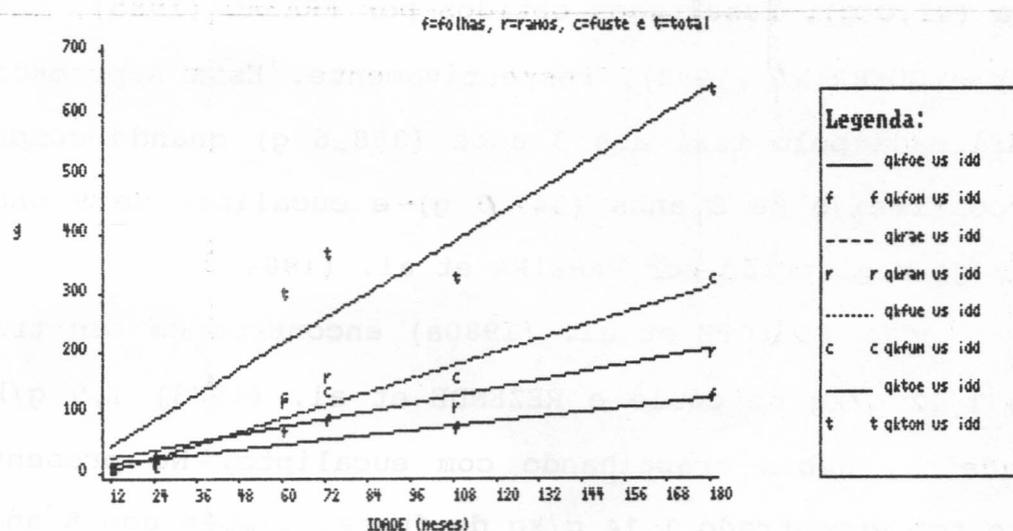


FIGURA 19. Distribuição percentual de fósforo nas diferentes partes da planta, em função da idade.

TABELA 24. Médias de quantidade de potássio (g) acumuladas as diversas partes da planta, em função da idade (meses)

Parte da Planta	Idade					
	12	24	60	72	108	180
Folhas	10,51a	9,74a	61,88a	78,54a	66,21a	120,40a
Ramos	5,03a	5,67a	11,55a	151,61a	100,35a	190,68a
Fuste	4,19a	3,34a	119,90a	128,48a	150,98a	316,80a
Total	19,73a	18,75a	293,32b	358,32b	317,54b	627,88a

Obs. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade



$$Y_f = 8,7734 + 0,6484x \quad (R^2 = 0,63)$$

$$Y_r = 12,8084 + 1,077x \quad (R^2 = 0,52)$$

$$Y_c = -19,4044 + 1,8401x \quad (R^2 = 0,78)$$

$$Y_t = 2,1774 + 3,5656x \quad (R^2 = 0,74)$$

FIGURA 20. Curvas de regressão das quantidades de potássio nas diferentes partes e planta inteira, em função da idade.

Ao compararmos acúmulos totais de potássio aos 2 anos de idade verifica-se que o maior foi registrado em freijó por FRAZÃO (1985) com 82,3 g, vindo a seguir o eucalipto com 65,4 g (BELLOTE et al., 1980a), o taxi com 18,7 g e finalmente a seringueira onde foi observado 3,9 g (GUERRINI, 1983). Resultados em árvores mais maduras, mostraram para o taxi quantidades bem superiores (293,3 g) se comparado com freijó (128,0 g), eucalipto (52,0 g) e serin-

gueira (41,0 g), resultados obtidos por FRAZÃO (1985), LEAL (1978) e GUERRINI (1983), respectivamente. Essa supremacia é confirmada pelo taxi aos 6 anos (358,6 g) quando comparado com freijó de 8 anos (347,3 g) e eucalipto de 9 anos (201,2 g) registrado por PEREIRA et al. (1984b).

BELLOTE et al. (1980a) encontrou em seu trabalho 1,42 g/kg de caule e REZENDE et al. (1983) 1,9 g/kg de madeira, ambos trabalhando com eucalipto. No presente estudo foi encontrado 1,14 g/kg de fuste, também com 5 anos de idade. Os acúmulos mais significativos registrados em folhas foram feitos em freijó, com 2 anos, quando registrou 18,2 g/kg de folhas, muito acima do observado em taxi (3,17).

A distribuição percentual de potássio em cada componente da planta é apresentada na Figura 21. O fuste acumulou as maiores quantidades do elemento, variando de 21,2 no primeiro ano até 50,4% aos quinze anos, confirmando a mesma tendência observada em seringueira por GUERRINI (1983) e DRUMOND (1985) em trabalho com *Liquidambar styraciflua*.

O componente ramos apresentou incremento até o sexto ano (42,3%) para declinar os valores nas idades subseqüentes. No trabalho com seringueira que foi até o quarto ano, também foi observado comportamento semelhante nos ramos. A distribuição nas folhas obedeceu a mesma ten-

dência dos nutrientes anteriores, isto é, decresceu com a idade da planta, variando de 53,3% no primeiro ano até 19,2% aos quinze anos. Esse resultado discorda do obtido em seringueira, onde as folhas tiveram valores menores que o tronco, entretanto, está de acordo com os percentuais obtidos por DRUMOND (1985) em plantas de 10 anos, onde a sequência é a mesma do taxi aos 9 anos, isto é, fuste, ramos e folhas.

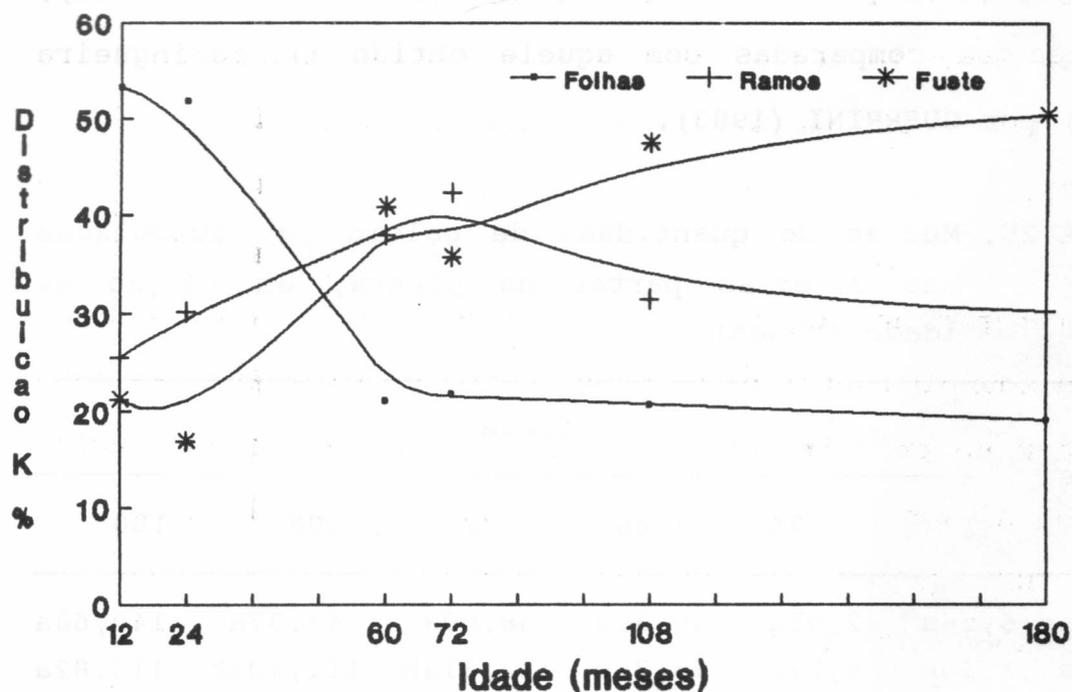


FIGURA 21. Distribuição percentual de potássio nas diferentes partes da planta, em função da idade.

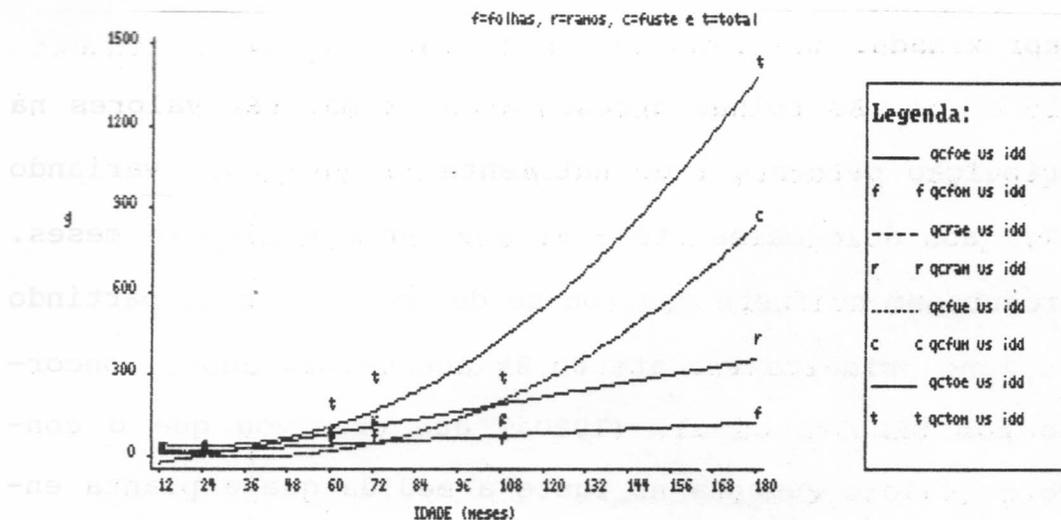
As quantidades acumuladas de cálcio nas diferentes idades, são mostradas na Tabela 25. As quantidades de cálcio acumuladas nas folhas e ramos foram representadas por equações lineares, enquanto que para fuste e total, a equação quadrática foi a que melhor se ajustou, conforme mostrado na Figura 22.

Os acúmulos observados para quantidades de Ca em g/planta de taxi aos 24 e 108 meses foram de 19,6 e 276,9 g, são baixos se comparados com valores de 54,9 e 51,9 g obtidos por FRAZÃO (1985) e BELLOTE et al. (1980a), e, altas se comparadas com aquele obtido em seringueira (3,79) por GUERRINI (1983).

TABELA 25. Médias de quantidade de cálcio (g) acumuladas nas diversas partes da planta, em função da idade (meses)

Parte	Idade					
	12	24	60	72	108	180
Folhas	5,56a	12,95a	49,30a	58,00a	43,37a	140,68a
Ramos	1,30b	4,22b	73,75b	112,81ab	111,40ab	415,82a
Fuste	1,33b	2,41b	50,34b	97,47b	121,94b	865,15a
Total	8,19b	19,58b	173,39	268,28b	276,85b	1421,53a

Obs. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade



$$Y_f = -3,7683 + 0,7228x \quad (R^2 = 0,56)$$

$$Y_r = -57,5534 + 2,3098x \quad (R^2 = 0,66)$$

$$Y_c = 58,034 - 3,2497x + 0,0423x^2 \quad (R^2 = 0,82)$$

$$Y_t = 68,1167 - 2,6768x + 0,0555x^2 \quad (R^2 = 0,86)$$

FIGURA 22. Curvas de regressão das quantidades de cálcio nas diferentes partes e planta inteira, em função da idade.

Nos acúmulos estimados em g de cálcio por quilograma do órgão ou componente da planta, verificou-se que os maiores valores foram observados em eucalipto (6,86) e freijó (10,1) quando no presente estudo foi registrado um acúmulo de 4,21 g/kg de folhas, considerando todas as espécies com a mesma idade.

Dados observados no fuste, mostram valores de 0,52 (BELLOTE et al., 1980a) em eucálio, 0,4 em freijó

(FRAZÃO, 1985) e 0,14g/kg de fuste de taxi, todos com idades aproximadas.

As folhas apresentaram os maiores valores na distribuição percentual do nutriente (Figura 23), variando de 67,9 aos doze meses até 9,9% aos cento e oitenta meses. A percentagem no fuste mostrou-se de modo inverso, partindo de 16,2 no primeiro ano até 60,8% aos quinze anos, concordando com BELLOTE et al. (1980a) que observou que o conteúdo de cálcio aumenta no fuste a medida que a planta envelhece.

PEREIRA et al. (1984a) trabalhando com diferentes idades de eucalipto, encontrou que aos 7 anos, 75% do cálcio estava acumulado no tronco, enquanto que DRUMOND (1985) obteve 60,8% acumulado no tronco de eucalipto com 10 anos, idêntico ao valor obtido (60,8%) em taxi com 15 anos de idade. Os dados percentuais nos ramos aumentaram até o quarto ano (42,5%) estabilizando em torno desse valor até o nono ano.

As quantidades de magnésio acumuladas nas diversas partes e na planta inteira e resumo de análise de variância, são apresentadas na Tabela 26. O acúmulo de magnésio foi crescente em todas as partes e na planta inteira, destacando-se a idade de quinze anos que foi bem superior ao bloco intermediário que engloba as idades de 5, 6 e 9 anos, que por sua vez foi diferente das duas primeiras idades estudadas.

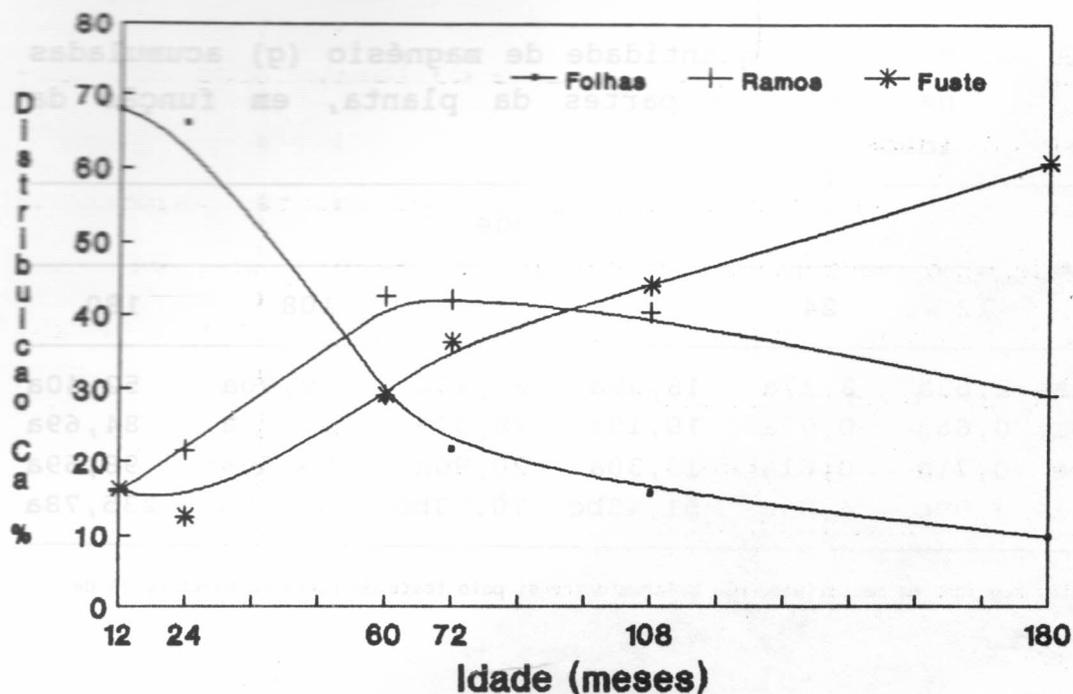


FIGURA 23. Distribuição percentual de cálcio nas diferentes partes da planta, em função da idade.

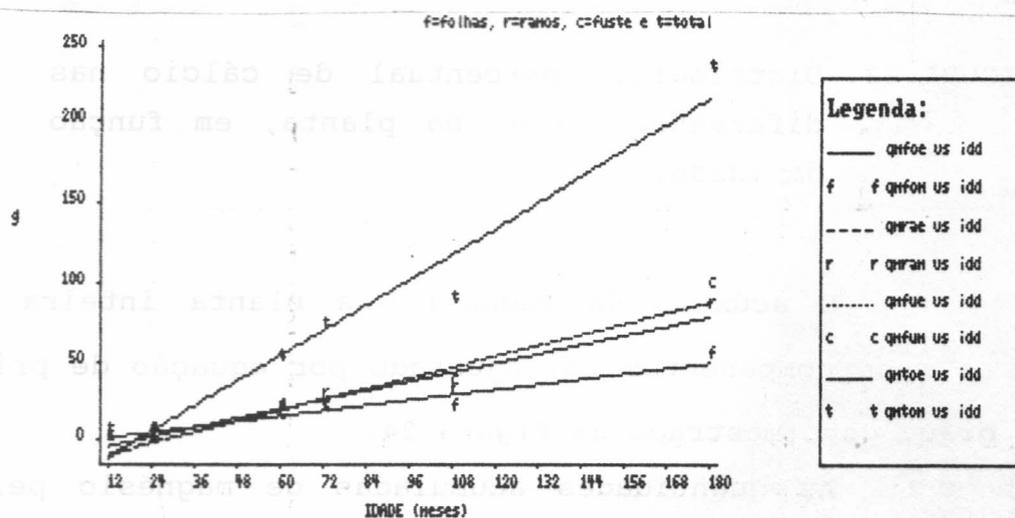
O acúmulo de magnésio na planta inteira e todos os seus componentes foi ajustado por equação de primeiro grau, como mostrado na Figura 24.

As quantidades acumuladas de magnésio pelo taxi (4,89 g) estão mais de acordo com o valor registrado em freijó (5,6g) que o obtido em eucalipto (16,4 g) por BELLOTE et al. (1980a), ambos com 2 anos de idade. Ao serem comparadas quantidades acumuladas em idades mais avançadas (8 e 9 anos) verifica-se que o eucalipto (PEREIRA et al., 1984a) registrou valores bem próximos ao do taxi, que foram de 85,6 e 87,2 g, respectivamente, valores bem menores que o obtido por FRAZÃO (1985) em freijó que alcançou 330,5 g.

TABELA 26. Médias de quantidade de magnésio (g) acumuladas nas diversas partes da planta, em função da idade (meses)

Parte	Idade					
	12	24	60	72	108	180
Folhas	2,62a	3,37a	18,99a	21,49a	19,80a	52,40a
Ramos	0,66a	0,91a	19,19a	28,34a	31,71a	84,69a
Fuste	0,71a	0,61a	13,30a	20,90a	35,69a	98,69a
Total	3,99c	4,89c	51,48bc	70,73bc	87,20b	235,78a

Obs. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade



$$Y_f = -1,5445 + 0,2788x \quad (R^2 = 0,72)$$

$$Y_r = -9,4909 + 0,4848x \quad (R^2 = 0,67)$$

$$Y_c = -15,4441 + 0,5708x \quad (R^2 = 0,68)$$

$$Y_t = -26,4669 + 1,3345x \quad (R^2 = 0,78)$$

FIGURA 24. Curvas de regressão das quantidades de magnésio nas diferentes partes e planta inteira, em função da idade.

Considerando a quantidade total de magnésio na planta como sendo igual a 100%, a distribuição percentual desse nutriente é apresentado na Figura 25.

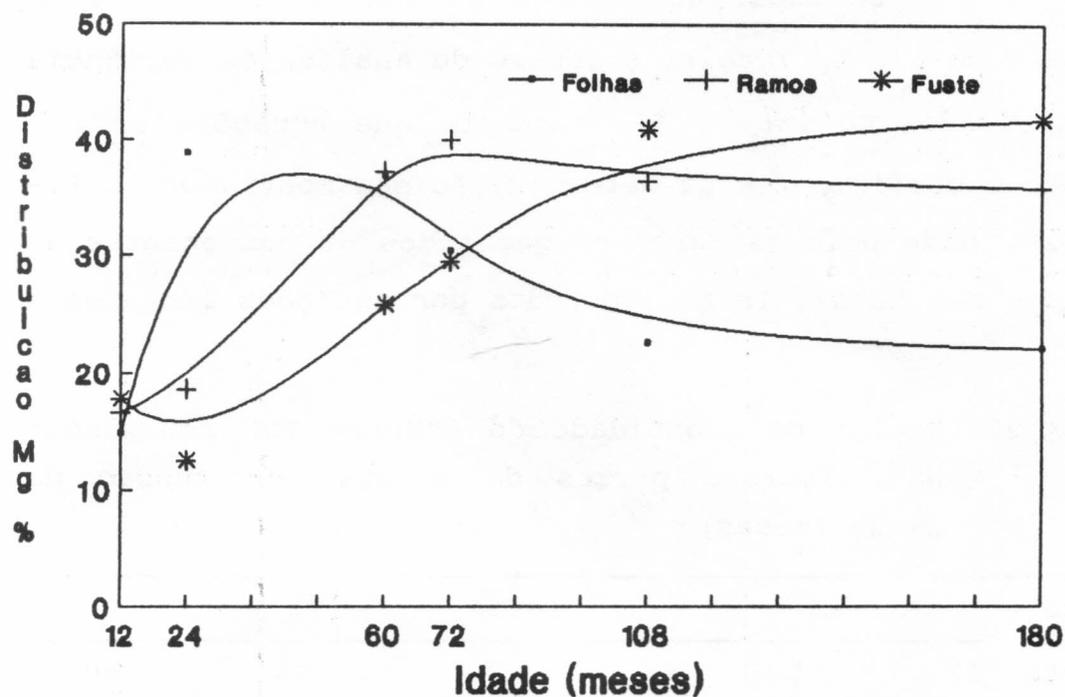


FIGURA 25. Distribuição percentual de magnésio nas diferentes partes da planta, em função da idade.

Constata-se que somente no fuste esse elemento acumulou quantidades crescentes, partindo de 17,8 no primeiro ano até 41,8% aos quinze anos, ocorrendo o contrário nas folhas que registraram um valor alto aos 2 anos (68,9%) decrescendo até 22,2% aos quinze anos. Também em

eucalipto (PEREIRA et al., 1984a) e seringueira (GUERRINI, 1983) foi observado o mesmo comportamento. Os ramos cresceram percentualmente até os 6 anos (40,0%) para posteriormente decrescerem até 35,9% aos quinze anos.

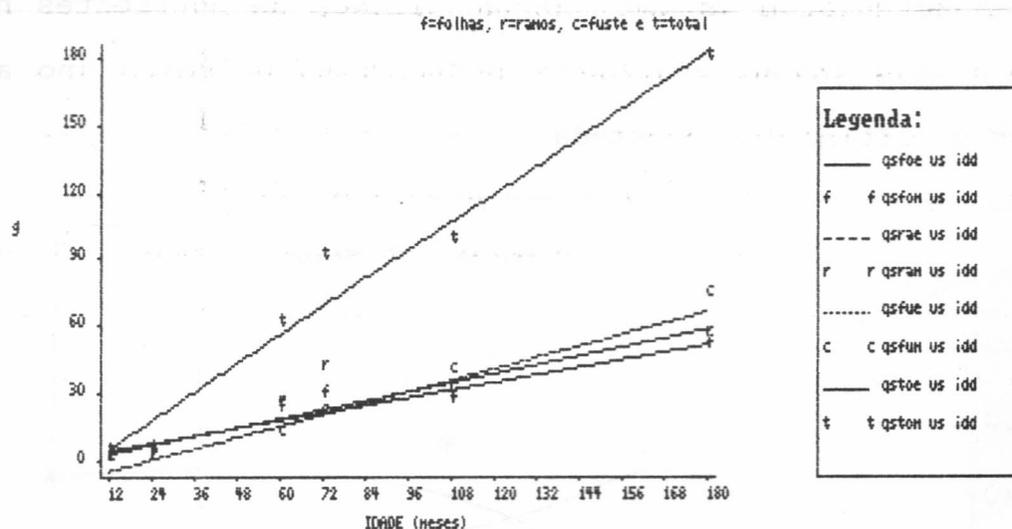
Os dados de acúmulo de enxofre nas diversas partes e na planta inteira e resumo de análise de variância são mostrados na Tabela 27, enquanto que equações de regressão e coeficientes de determinação são mostrados na Figura 26, onde pode-se perceber que todos os componentes da planta e seu total, foram ajustados por equações lineares.

TABELA 27. Médias de quantidade de enxofre (g) acumuladas nas diversas partes da planta, em função da idade (meses)

Parte da Planta	Idade					
	12	24	60	72	108	180
Folhas	2,51a	3,28a	22,91a	28,67a	26,17a	50,60a
Ramos	0,69a	1,14a	25,08a	41,10a	32,07a	55,26a
Fuste	0,34a	0,38a	11,86a	21,29a	49,28a	75,26a
Total	3,63c	4,80c	59,85bc	91,06b	107,52b	181,48a

Obs. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

As quantidades acumuladas de enxofre aos 2 anos por eucalipto (BELLOTE et al., 1980a) e freijó (FRAZÃO, 1985) foram maiores que a observada em taxi (3,49 g) de mesma idade. Valor bem menor (0,64 g) foi observado em seringueira por GUERRINI (1983).



$$Y_f = 1,0583 + 0,2807x \quad (R^2 = 0,74)$$

$$Y_r = 1,0289 + 0,33x \quad (R^2 = 0,52)$$

$$Y_c = -9,9674 + 0,4528x \quad (R^2 = 0,75)$$

$$Y_t = -7,8803 + 1,0636x \quad (R^2 = 0,79)$$

FIGURA 26. Curvas de regressão das quantidades de enxofre nas diferentes partes e planta inteira, em função da idade.

Os acúmulos estimados de enxofre em taxi foram 0,12 g/kg de fuste e 1,07 g/kg de folhas aos 2 anos de idade; 1,18 g/kg de fuste e 1,09 g/kg de folhas aos 9 anos de idade. Esses valores são menores que os observados em feijó que registrou 0,53 e 3,71 aos 2 anos e 0,44 e 2,8 g/kg de fuste e folhas, respectivamente.

Na Figura 27 é apresentada a distribuição percentual de enxofre nos diferentes órgãos da planta. As

folhas acumularam as maiores quantidades de nutrientes nas idades mais jovens, variando de 69,1% no primeiro ano até 20,0% na última idade estudada.

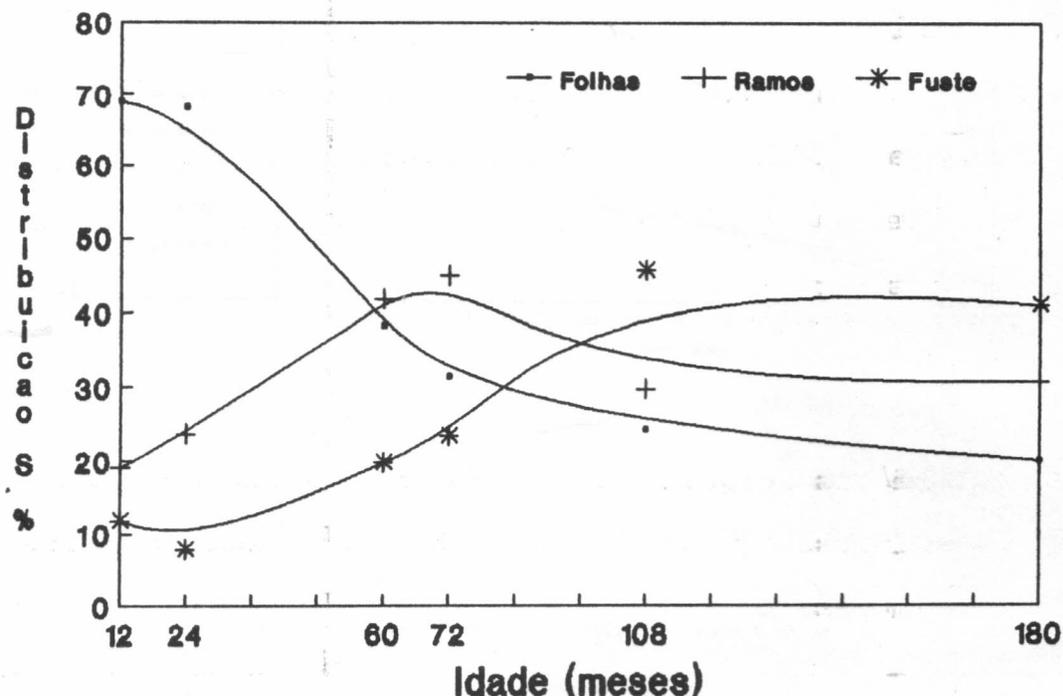


FIGURA 27. Distribuição percentual de enxofre nas diferentes partes da planta, em função da idade.

Nos ramos ocorreu um acréscimo até o sexto ano (45,1%), para uma posterior queda com estabilização, em torno de 30,0% nos anos subsequentes. O fuste acumulou 11,8% no primeiro ano, crescendo até um valor máximo de 45,8% no nono ano, bem diferente do que ocorreu em seringueira, onde os maiores acúmulos foram no tronco nos três primeiros anos de vida (GUERRINI, 1983).

#### 4.3.2. Micronutrientes

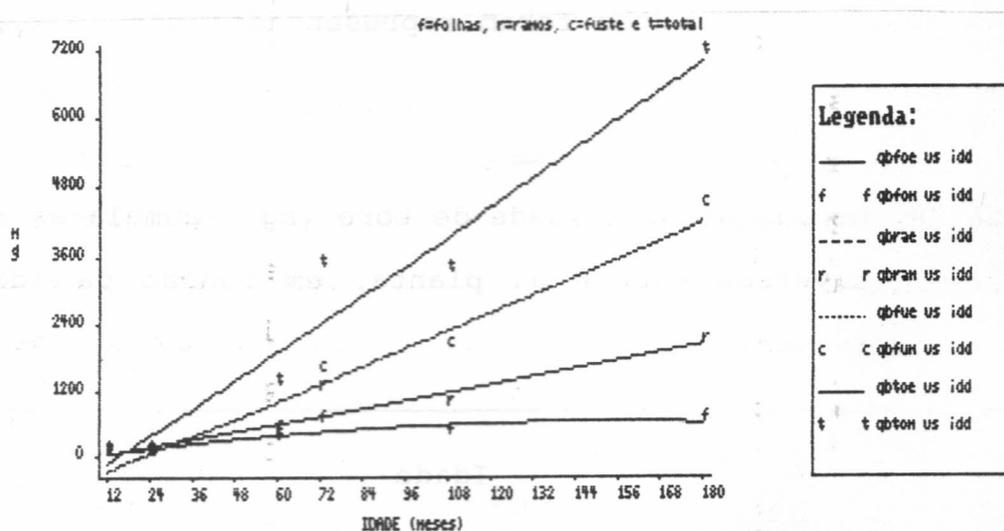
Observa-se que para folhas não houve diferença significativa no acúmulo de boro, em função da idade (Tabela 28), mesmo mostrando acentuados valores nas idades mais avançadas. Pela Figura 28, constatou-se que a equação que melhor se ajustou para folhas foi a quadrática, sendo que os demais componentes foram representados por equações lineares.

TABELA 28. Médias de quantidade de boro (mg) acumuladas nas diversas partes da planta, em função da idade (meses)

Parte da	Idade					
	12	24	60	72	108	180
Planta	32,63a	47,56a	320,80a	658,04a	436,14a	653,87a
Folhas	7,80b	18,06b	471,61ab	1230,32ab	922,84ab	2044,44a
Ramos	17,57d	15,85d	511,62cd	1563,60bc	2010,87b	4398,16a
Fuste	58,01c	81,47c	1303,42c	3451,97b	3369,86b	7096,47a
Total						

Obs. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

Aos quatro anos de idade os acúmulos de boro sofreram uma variação muito grande, indo de 66,11 e 1100 em seringueira (GUERRINI, 1983 e SHORROCKS, 1965) a 443,4 mg em freijó (FRAZÃO, 1985). No presente estudo, acusou valor de ordem de 1303,4 mg aos 5 anos de idade. BELLOTE et al. (1980b), observou valor de 884,16 mg em eucalipto com 7 anos. No presente estudo 3369,9 mg aos 9 anos de idade.



$$Y_f = -100,2598 + 9,7657x - 0,03190667x^2 \quad (R^2 = 0,73)$$

$$Y_r = -129,5277 + 12,0454x \quad (R^2 = 0,69)$$

$$Y_c = -614,9787 + 26,8034x \quad (R^2 = 0,86)$$

$$Y_t = -671,4372 + 42,6437x \quad (R^2 = 0,88)$$

FIGURA 28. Curvas de regressão das quantidades de boro nas diferentes partes e planta inteira, em função da idade.

Aos 12 meses foram os acúmulos estimados de 16,14 e 6,16 em taxi no presente estudo e para eucalipto,

segundo trabalho de BELLOTE et al. (1980b), enquanto que FRAZÃO (1985), observou valores bem maiores, da ordem de 76,3 mg/kg de folha. Para folha de eucalipto com 7 anos foram observados acúmulos menores, 7,00 mg/kg folha, para folhas de freijó com 8 anos foram encontrados valores de 53,2 mg/kg folhas, sendo que no presente estudo, valores de 16,14 mg/kg de folha foram observados, quantidades essa bastante inferior aos registrados em freijó.

A distribuição percentual de boro nos diferentes órgãos da planta e apresentada na Figura 29. As folhas acumularam as maiores quantidades (57,0%) desse nutriente nos 2 primeiros anos, com uma queda nos anos posteriores, até um valor de 9,2% aos 180 meses. Os ramos apresentaram uma curva onde houve uma ascensão máxima aos 60 meses (36,2%) e posterior declínio.

O fuste apresentou um comportamento inverso ao de folhas, apresentando valores mais baixos nos primeiros anos, até um valor máximo aos 180 meses (62,0%). Esse comportamento, difere daquele apresentado pela seringueira nos primeiros anos, quando o maior percentual é de domínio do tronco (GUERRINI, 1983).

As quantidades de cobre acumuladas pelas partes e pela planta inteira, em função das idades aparecem na Tabela 29. Na Figura 30, aparecem as respectivas equações de regressão.

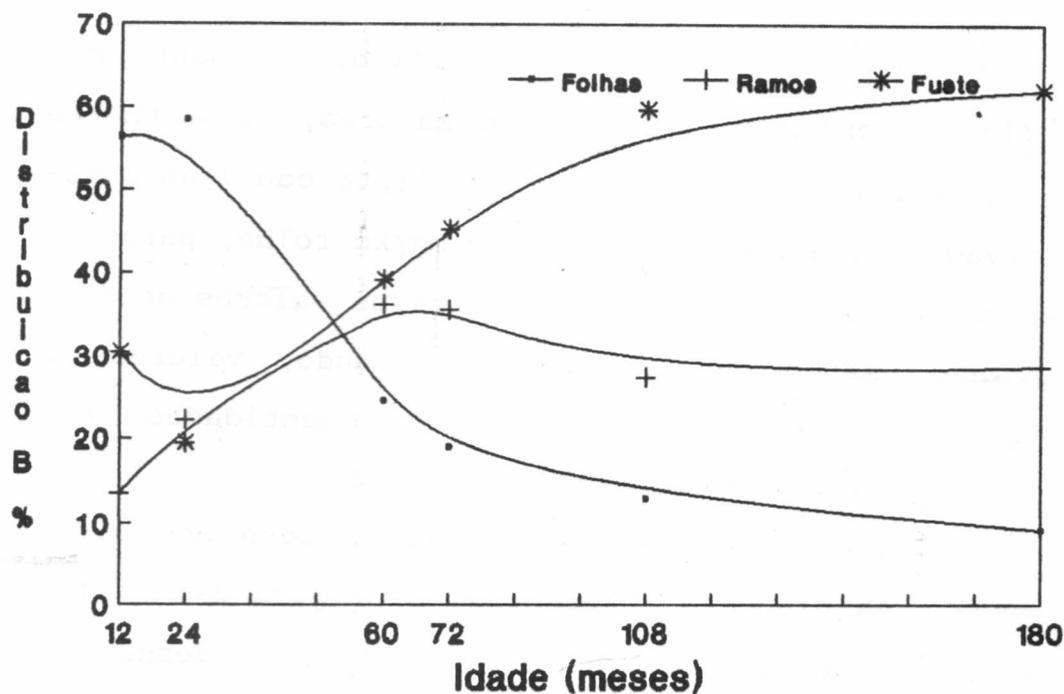
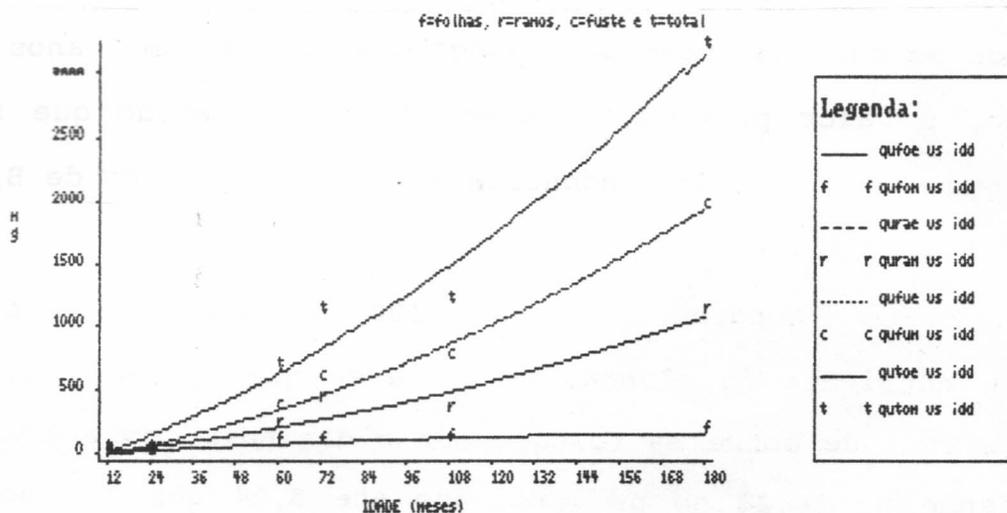


FIGURA 29. Distribuição percentual de boro nas diferentes partes da planta, em função da idade.

TABELA 29. Médias de quantidade de cobre (mg) acumuladas nas diversas partes da planta, em função da idade (meses)

Parte da Planta	Idade					
	12	24	60	72	108	180
Folhas	7,03a	10,80a	96,86a	100,37a	105,45a	167,72a
Ramos	5,89b	9,29b	217,14b	425,05ab	349,61b	1110,14a
Fuste	7,63c	8,39c	358,58bc	586,20b	752,32b	1960,31a
Total	20,55c	28,47c	672,58b	1111,62b	1237,38b	3238,18a

Obs. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade



$$Y_f = -16,2951 + 1,8281x - 0,00464x^2 \quad (R^2 = 0,75)$$

$$Y_r = -24,028 + 2,7338x + 0,0188x^2 \quad (R^2 = 0,86)$$

$$Y_c = -69,5619 + 4,8617x + 0,03489042x^2 \quad (R^2 = 0,87)$$

$$Y_t = -109,885 + 9,4236x + 0,0490698x^2 \quad (R^2 = 0,91)$$

FIGURA 30. Curvas de regressão das quantidades de cobre nas diferentes partes e planta inteira, em função da idade.

Aos quatro anos GUERRINI (1983) observou acúmulo de 41,03% mg de cobre. Valores maiores foram observados por FRAZÃO (1985) em plantas de feijó de mesma idade (159,5 mg), sendo observado valores de 672,5 mg planta de taxi no presente estudo. Em plantas de idade mais avançada (8 a 9 anos), os valores encontrados em feijó são superiores (1895,7 mg) aos observados nesse estudo (1207,4 mg) e a seringueira por SHORROCKS (1965), que foi de 1000 mg.

BELLOTE et al. (1980b) encontrou acúmulo estimado de boro da ordem de 4,9 mg/kg de folha com 7 anos de idade, e valor próximo ao observado nesse estudo que foi 4,47 mg. FRAZÃO (1985) encontrou valores de 29,9 mg de B/kg de folha.

Considerando como 100 a quantidade total desse nutriente na planta, verifica-se que a distribuição percentual de cobre na folha tende a diminuir com a idade, variando de 34,2% no primeiro ano até 5,2% aos 180 meses (Figura 31). O fuste acumulou as maiores quantidades em quase todas as idades, variando de 29,3 a 62,3 aos 24 e 108 meses, respectivamente. Também em seringueira (GUERRINI, 1983) os maiores acúmulos se verificaram no tronco. Os ramos obedeceram uma tendência de estabilização em todas as idades, variando entre 28,7 a 38,2%, aos 12 e 72 meses, respectivamente.

As quantidades de ferro acumuladas pelas diversas partes das plantas, pela planta inteira em função das idades, encontram-se na Tabela 30. As folhas, ramos, fuste e planta inteira, acumularam ferro com o avanço da idade das plantas, ocorrendo um aumento ajustado f equação do segundo grau, conforme mostrado na Figura 32.

Aos 24 e 108 meses foram observados acúmulos para quantidade de ferro (mg/planta) de 204,6 e 1527,7 mg em folhas; 105,1 e 2172,7 para ramos; 70,5 e 3212,5 para

fuste e 384,8 e 5912,9 mg para planta inteira. Tal como em outros nutrientes os valores observados por GUERRINI (1983) em seringueira foram mais baixos (17,04 aos 24 meses), enquanto que o observado por FRAZÃO (1985) aos 24 meses foi superior.

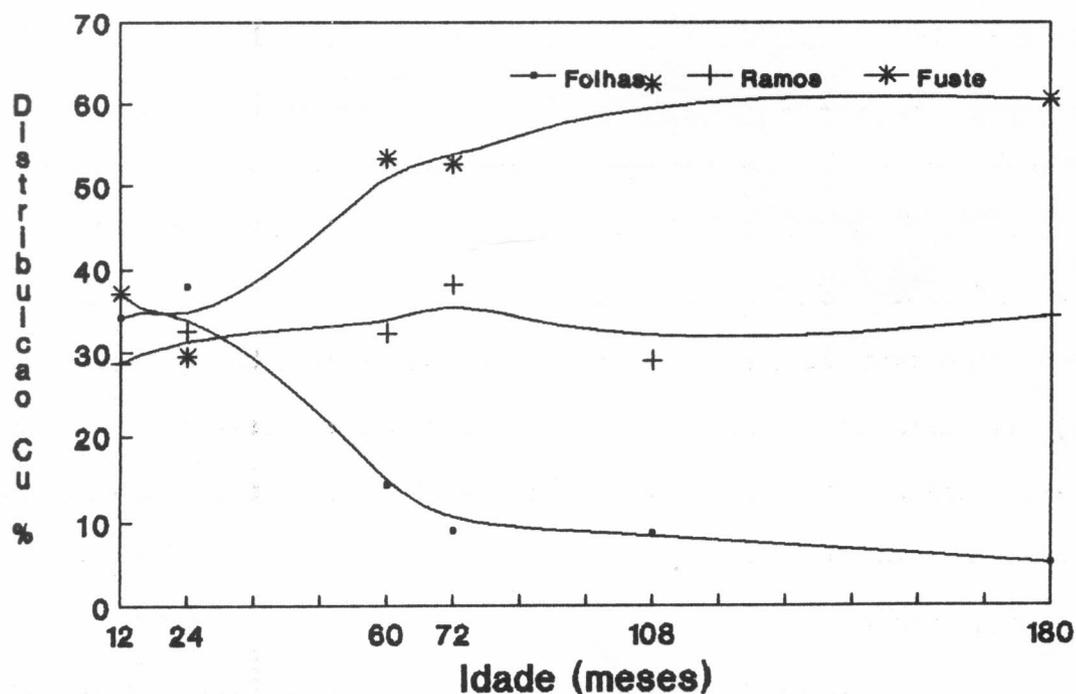


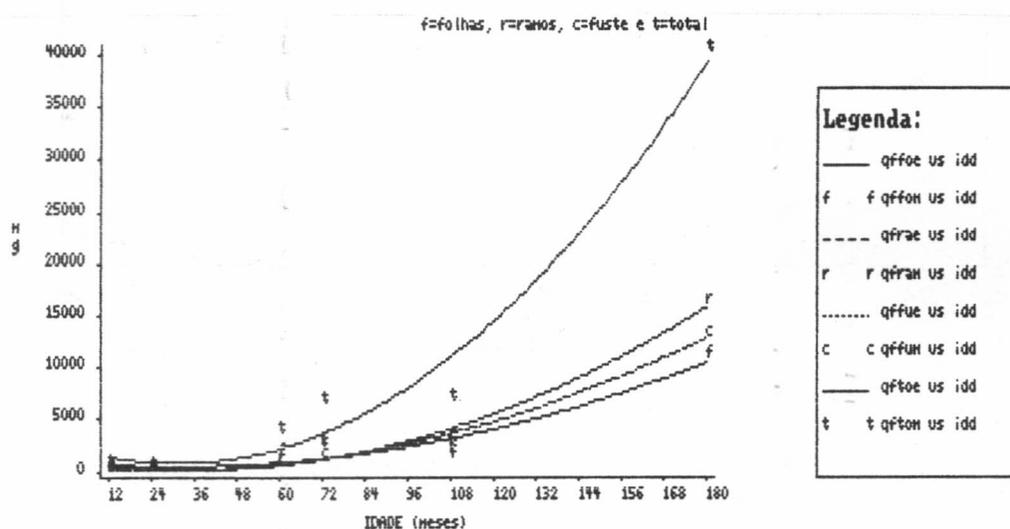
FIGURA 31. Distribuição percentual de cobre nas diferentes partes da planta, em função da idade.

Os valores totais de acúmulo observados em taxi com 9 anos de idade, são muito superiores aos observados em freijó (3936,5 mg) e em eucalipto com 2618,2 mg, e diferem em muito dos observados em seringueira (SHORROCKS, 1965) com 15560 mg de ferro acumulado.

TABELA 30. Médias de quantidade de ferro (mg) acumuladas nas diversas partes da planta, em função da idade (meses)

Parte da Planta	Idade					
	12	24	60	72	108	180
Folhas	330,97a	266,85a	1824,89a	2270,10a	1527,75	10981,44a
Ramos	117,15a	105,15a	991,86a	3005,67a	2172,69a	16386,55a
Fuste	178,49a	57,52a	1065,55a	1406,41a	3212,49a	13059,47a
Total	596,61b	447,52b	3881,80b	6682,18b	6912,93b	40427,46a

Obs. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade



$$Y_f = 942,0505 - 28,1946x + 0,4535x^2 \quad (R^2 = 0,56)$$

$$Y_r = 1089,5318 - 52,74x + 0,7503675x^2 \quad (R^2 = 0,75)$$

$$Y_c = 585,302 - 31,1977x + 0,5545x^2 \quad (R^2 = 0,90)$$

$$Y_t = 2616,8843 - 112,1324x + 1,7583633x^2 \quad (R^2 = 0,87)$$

FIGURA 32. Curvas de regressão das quantidades de ferro nas diferentes partes e planta inteira, em função da idade.

O ferro distribuído nas diferentes idades, percentualmente, em cada órgão da planta é mostrado na Figura 33. As folhas apresentadas as mais altas quantidades de ferro nos primeiros cinco anos, havendo um posterior decréscimo nas idades mais avançadas, variando de 59,6 a 22,1% aos 24 e 108 meses, respectivamente. O componente ramos aumentou até aos 72 meses (45,0%) para um posterior decréscimo e estabilização nos anos posteriores. O fuste teve um comportamento indistinto, ora aumentando, ora diminuindo em seus valores, que variaram entre o menor e o maior, de 16,9 a 46,5%, aos 24 e 108 meses, respectivamente.

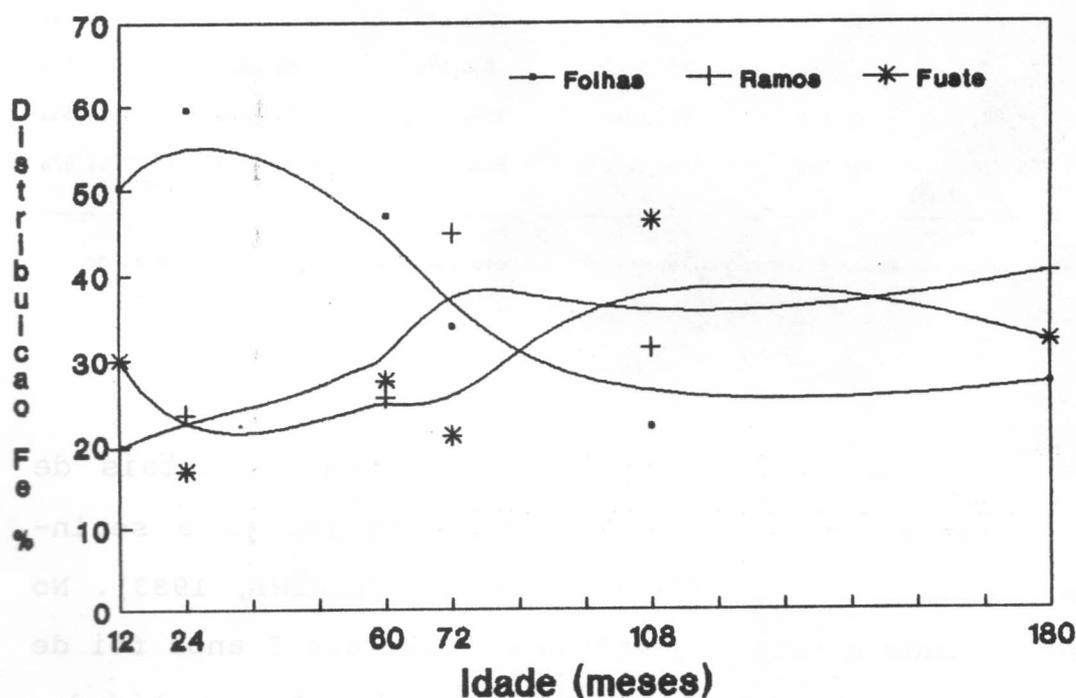


FIGURA 33. Distribuição percentual de ferro nas diferentes partes da planta, em função da idade.

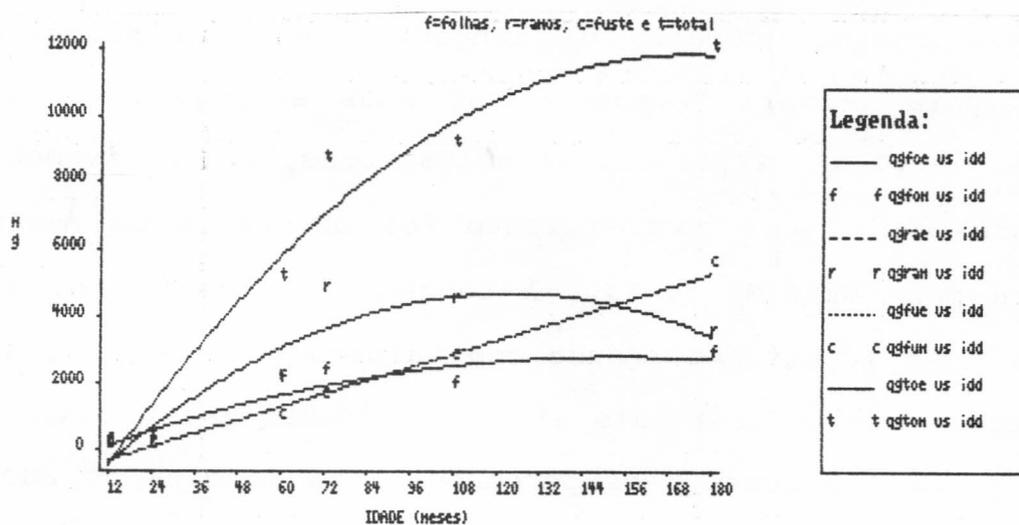
As quantidades de manganês acumuladas pelas partes e planta inteira, aparecem na Tabela 31. As folhas, ramos e planta inteira foram representadas por equações do 2º grau, enquanto que o fuste foi melhor ajustado por uma equação linear (Figura 34).

TABELA 31. Médias de quantidade de manganês (mg) acumuladas nas diversas partes da planta, em função da idade (meses)

Parte da Planta	Idade					
	12	24	60	72	108	180
Folhas	108,06a	238,25a	2028,07a	2288,64a	2095,02a	2901,15a
Ramos	24,77b	56,43b	2176,98ab	4804,87a	4463,43a	3535,54a
Fuste	22,88c	23,84c	922,67bc	1594,71bc	2775,71ab	5574,38a
Total	155,71c	318,52c	5127,72bc	8688,22ab	9334,16a1	2011,07a

Obs. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

Aos 4 anos de idade os acúmulos totais de manganês foram de 361,9 e 979,2 mg para freijó e seringueira respectivamente (FRAZÃO, 1985 e GUERRINI, 1983). No presente estudo a taxa registrada em taxi aos 5 anos foi de 5127,7 mg, isto é, 14 e 15 vezes superior às quantidades acumuladas em freijó e seringueira. As quantidades de manganês acumuladas em folhas de taxi aos 24 e 108 meses, foram 6 vezes maior quando comparadas com freijó de mesma idade.



$$Y_f = -380,5093 + 41,488x - 0,1337718x^2 \quad (R^2 = 0,59)$$

$$Y_r = -1626,79 + 102,766x - 0,414138706x^2 \quad (R^2 = 0,53)$$

$$Y_c = -759,4364 + 33,8192x \quad (R^2 = 0,74)$$

$$Y_t = -2399,6186 + 165,358x - 0,477211x^2 \quad (R^2 = 0,72)$$

FIGURA 34. Curvas de regressão das quantidades de manganês nas diferentes partes e planta inteira, em função da idade.

Os valores de acúmulo de manganês em folhas de seringueira foram mais próximos (126 mg), porém ainda inferior ao do taxi. Folhas de eucalipto (BELLOTE et al., 1980b) com 7 anos de idade acumularam 397,6 mg/kg de folhas, dados bem superiores aos observados no presente estudo que foi de 98,5 mg, mais próximos foram os dados registrados em freijó com 74,5 mg/kg de folhas.

Em termos percentuais, as folhas apresentaram os maiores acúmulos de manganês nos dois primeiros anos, para posterior redução nos anos subseqüentes, variando de 71,8 a 22,4% aos 24 e 108 meses, respectivamente (Figura 35). Igual comportamento foi observado em seringueira por GUERRINI (1983). A tendência do fuste foi inversa das folhas, começando com valores baixos (7,5% aos 24 meses) até valores mais altos nas idades mais avançadas (46,4% aos 180 meses). Os percentuais na madeira de eucalipto, acompanharam o comportamento observado em taxi, visto que aos 8 anos, foram registrados valores de 58,7%, somando-se madeira mais casca (MORAIS, 1988).

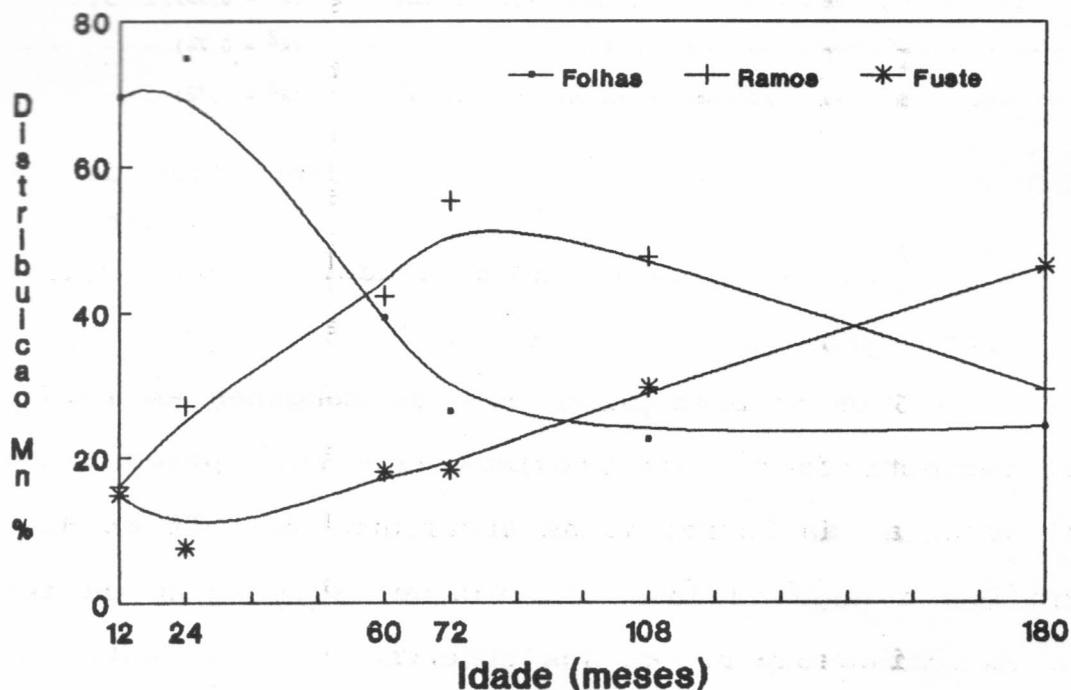


FIGURA 35. Distribuição percentual de manganês nas diferentes partes da planta, em função da idade.

As quantidades de zinco nas partes das plantas, e na planta inteira, em função da idade, estão resumidas na Tabela 32. As respectivas equações de regressão, estão na Figura 36.

TABELA 32. Médias de quantidade de zinco (mg) acumuladas nas diversas partes da planta, em função da idade (meses)

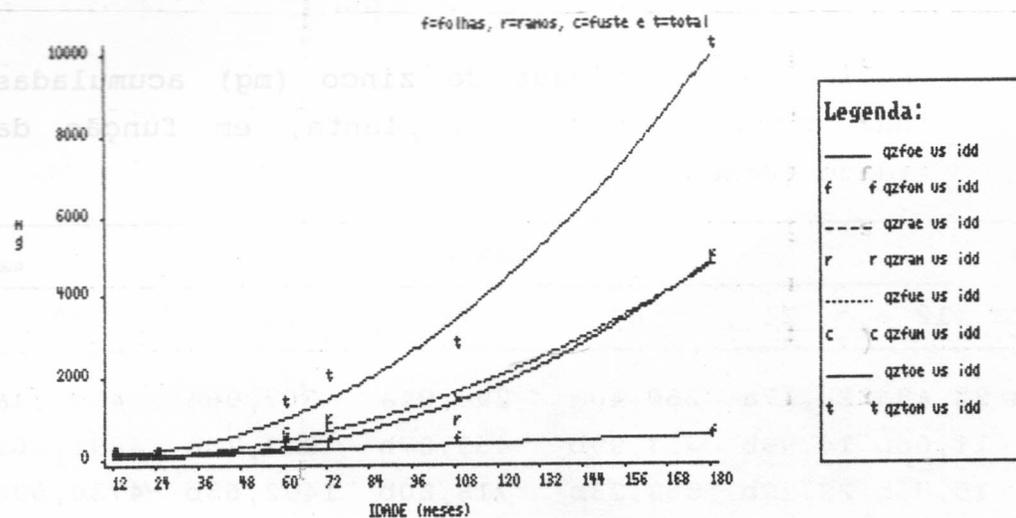
Parte da Planta	Idade					
	12	24	60	72	108	180
Folhas	23,48a	28,17a	260,40a	298,94a	367,96a	490,34a
Ramos	11,06b	14,99b	453,99b	453,87b	833,70b	4894,26a
Fuste	15,54b	20,29b	563,23b	718,80b	1492,63b	4730,59a
Total	50,17c	63,45c	1297,51bc	1903,48bc	2694,29b	10115,19a

Obs. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

Aos 24 meses de idade os acúmulos observados em taxi para quantidades de zinco (mg/planta) foram 11,8, 6,4, 6,2, e 61,3 mg em folhas, ramos, fuste e planta inteira, respectivamente. Os valores observados em ramos e planta inteira são várias vezes inferiores aos observados em freijó por FRAZÃO (1985), e muito superiores aos registrados em seringueira por GUERRINI (1983).

Os acúmulos totais, aos 4 anos, observados em seringueira (117,4 mg) e em taxi (1297,5 mg). Em idades

mais avançadas, BELLOTE et al. (1980b) registrou 258,7 mg em eucalipto. No presente estudo foram observados valores médios (2850 mg) e o observado em freijó (2398 mg).



$$Y_f = 27,4614 + 2,9332x \quad (R^2 = 0,56)$$

$$Y_r = 237,524 - 11,61707758x + 0,20421942x^2 \quad (R^2 = 0,89)$$

$$Y_c = 33,072 - 2,398x + 0,1573744x^2 \quad (R^2 = 0,85)$$

$$Y_t = 203,5318 - 7,8256x + 0,3442x^2 \quad (R^2 = 0,92)$$

FIGURA 36. Curvas de regressão das quantidades de zinco nas diferentes partes e planta inteira, em função da idade.

Quantidades acumuladas de 15,0 mg/kg de folhas no primeiro e quarto ano, foram encontradas em eucalipto por BELLOTE et al. (1980b), sendo semelhante ao valor observado em freijó (15,1), e maior que no presente estudo, onde foram observados valores de 11,8. Mais uma vez, os da-

dos de acúmulo de nutrientes em folhas de seringueira foram menores (4,2 mg/kg de folhas).

A distribuição percentual de zinco é apresentada na Figura 37. Nas duas primeiras idades, as folhas apresentaram as maiores quantidades (46,05), sofrendo em seguida um decréscimo nas idades posteriores, chegando até 4,8% aos 180 meses. O fuste apresentou um comportamento inverso, variando de 31,0% aos 12 até 55,4% aos 180 meses. Plantas de seringueira apresentaram também quantidades superiores nos primeiros anos, sendo em seguida ultrapassado pelo tronco (GUERRINI, 1983). Os ramos também apresentaram acréscimos percentuais com a idade mais avançada (48,4% aos 180 meses).

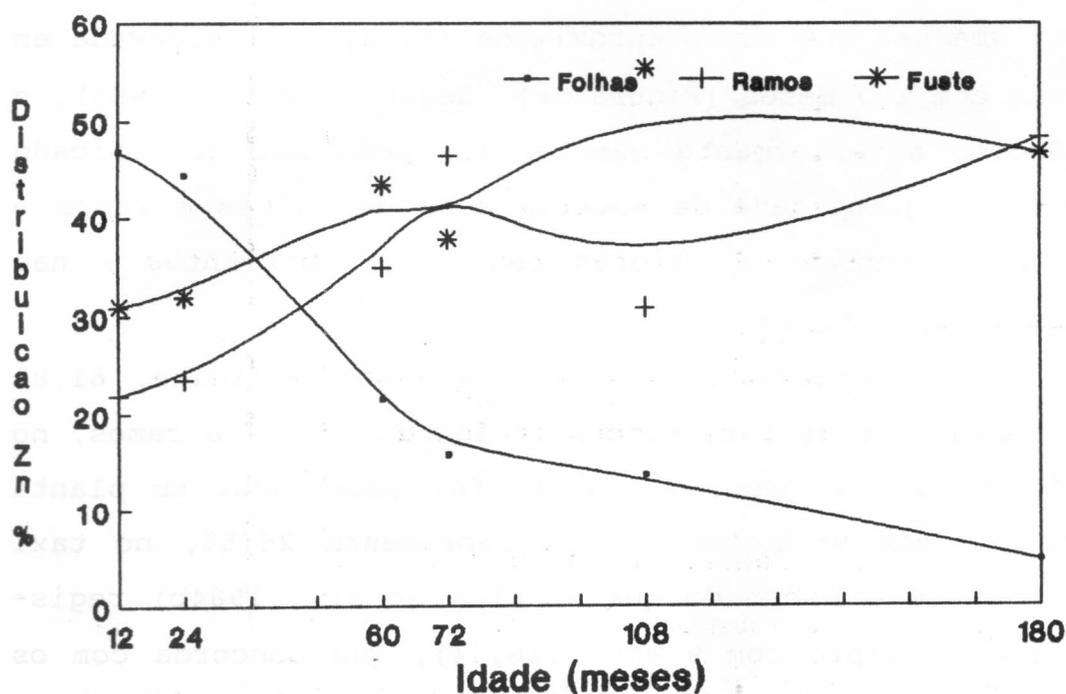


FIGURA 37. Distribuição percentual de zinco nas diferentes partes da planta, em função da idade.

As quantidades de nutrientes acumuladas e distribuídas nas diversas partes da planta em função da idade, são apresentadas nas Tabelas 33 e 34.

Verifica-se que a quantidade de nutrientes aumenta pelo incremento da matéria seca, sendo entretanto um acréscimo inversamente proporcional, uma vez que a razão nutriente/matéria seca decresce com o aumento da idade da planta. Aos 12 meses essa razão foi de 14,82 g/kg de matéria seca, diminuindo para 5,76 aos 108 meses. Valores de 31,7 e 19,4 g de nutrientes/kg de matéria seca foram observados por FRAZÃO (1985), trabalhando com freijó de 24 e 96 meses, respectivamente.

Pelos valores observados, constata-se que essa razão em taxi tende a se estabelecer a partir dos 108 meses, uma vez que razão aproximada (5,87) foi observada em plantas com 180 meses (Figura 38). Segundo FRAZÃO (1985), o decréscimo anteriormente mencionado, pode ser justificado pela menor quantidade de matéria seca de folhas e ramos - onde se encontram os maiores teores de nutrientes - nas idades mais avançadas.

Observa-se que aos 24 meses de idade, 61,8% da matéria seca do taxi e constituída de folhas e ramos, no freijó valor bem próximo (60,4%) foi observado. Em planta de freijó com 96 meses a copa representa 25,5%, no taxi 32,6%, quase o dobro do que PEREIRA et al. (1984b) registrou em eucalipto com 9 anos (16,4%), que concorda com os dados de POGGIANI et al. (1983a) em plantas mais jovens (16%).

TABELA 33. Distribuição de macronutrientes acumulados pelas diversas partes da planta de taxi, em função da idade.

Parte da planta	Idade (meses)	g/planta					
		N	P	K	Ca	Mg	S
Folhas	12	38,90	1,69	10,51	5,56	2,62	2,51
	24	50,10	2,02	9,74	12,95	3,37	3,28
	60	381,04	17,73	61,88	49,30	18,99	22,91
	72	406,81	16,26	78,54	58,00	21,49	28,67
	108	330,33	12,28	66,21	43,37	19,80	26,17
	180	685,57	24,23	120,40	140,68	52,40	50,61
Ramos	12	6,70	0,42	5,03	1,30	0,66	0,69
	24	11,27	0,63	5,67	4,22	0,91	1,14
	60	276,48	31,09	11,55	73,75	19,19	25,08
	72	466,61	32,32	151,61	112,81	28,34	41,10
	108	371,08	20,09	100,35	111,54	31,71	32,07
	180	897,0	96,41	190,68	415,82	84,70	55,62
Fuste	12	7,85	0,47	4,19	1,33	0,71	0,43
	24	7,82	0,39	3,34	2,41	0,61	0,38
	60	251,93	33,36	119,89	50,34	13,30	11,86
	72	515,67	28,85	128,48	97,47	20,90	21,29
	108	522,29	40,51	150,98	121,94	35,69	49,28
	180	1527,13	73,73	316,80	865,15	98,69	74,36
Total	12	53,45	2,65	19,73	8,19	3,99	3,63
	24	69,19	3,04	18,75	19,58	3,89	4,80
	60	909,45	82,18	293,33	173,39	51,48	59,85
	72	1389,09	77,43	358,63	268,28	70,73	91,06
	108	1223,70	76,88	317,54	276,85	87,20	107,52
	180	3109,73	194,37	627,88	1421,65	235,78	180,60

TABELA 34. Distribuição de micronutrientes acumulados pelas diversas partes da planta de taxi, em função da idade.

Parte da planta	Idade (meses)	B	Cu	Fe	Mn	Zn
		mg/planta				
Folhas	12	32,63	7,03	300,9	108,06	23,54
	24	47,56	10,80	266,85	238,25	28,17
	60	320,18	96,86	1824,39	2028,40	280,40
	72	658,04	100,37	2270,10	2288,64	298,94
	108	436,14	105,45	1527,75	2095,02	367,96
	180	653,87	167,62	10981,44	2901,15	490,34
Ramos	12	7,81	5,89	117,15	24,77	11,06
	24	18,06	9,29	105,15	56,46	14,99
	60	471,61	217,14	991,86	2178,98	453,87
	72	1230,32	425,05	3005,67	4804,87	887,71
	108	922,84	349,61	2172,69	4463,43	833,70
	180	2044,44	1110,14	16386,54	3535,54	4894,26
Fuste	12	17,57	7,63	178,49	22,88	15,75
	24	15,85	8,39	75,52	23,84	20,29
	60	511,62	358,58	1065,55	922,67	563,23
	72	1563,60	586,20	1406,41	1294,71	718,83
	108	2010,87	752,32	3212,49	2775,71	1492,63
	180	4398,15	1960,31	13059,47	5574,38	4730,59
Fuste	12	58,01	20,55	596,61	155,71	50,17
	24	81,47	28,47	447,52	318,52	63,45
	60	1303,42	672,58	3881,81	5127,71	1297,51
	72	3451,97	111,62	6682,18	8688,22	1903,48
	108	3369,86	1207,38	6912,93	9334,16	2694,29
	180	7096,47	3238,18	40427,46	12011,07	10115,19

Em *Liquidambar* e *Pinus* com 10 anos, os valores registrados foram de 82,9% para tronco de ambas as espécies e 17,1 e 17,8% para copa nas duas espécies, respectivamente (DRUMOND, 1985). Nota-se que as espécies exóticas são concordantes nos seus percentuais, e que as nativas da região, também mantem certo equilíbrio entre as espécies, mesmo com a escassez de dados conclusivos sobre o assunto.

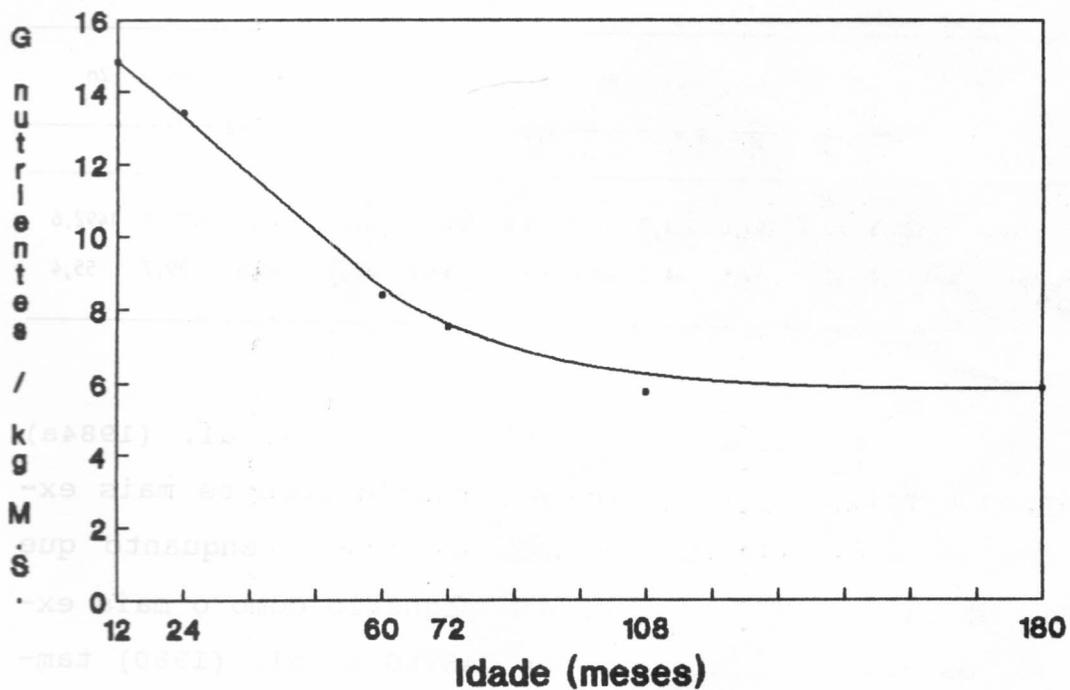


FIGURA 38. Distribuição percentual de nutrientes nas diferentes partes da planta, em função da idade.

Na Tabela 35 encontram-se as quantidades de nutrientes extraídas e percentagem de exportação pelo fuste de taxi aos 108 meses de idade. Entre os macronutrientes o

nitrogênio foi o mais extraído, seguido do potássio e do cálcio, enquanto que o fósforo foi o mais exportado, seguido do potássio e enxofre. Esses dados concordam com outros autores e com idades equivalentes, visto que em *Liquidambar* e *Pinus* também o nitrogênio foi o mais extraído (DRUMOND, 1985).

TABELA 35. Quantidades de nutrientes extraídas e exportadas pelo fuste de taxi aos 108 meses de idade.

	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	g						mg				
Extração/planta	522,3	40,5	151,0	121,9	35,7	49,3	2010,9	752,3	3512,5	2775,7	1492,6
% exportada	42,7	52,7	47,5	44,0	40,9	45,8	59,7	62,3	46,5	29,7	55,4

em estudos correlatos PEREIRA et al. (1984a) encontrou o nitrogênio, cálcio e potássio como os mais exportados em eucalipto com 7 anos de idade, enquanto que BELLOTE et al. (1980a) registrou o magnésio como o mais exportado. Os dados registrados por CASTRO et al. (1980) também em eucalipto, mostra que o nitrogênio foi o mais exportado entre os macronutrientes, no que concorda com outro estudo feito por PEREIRA et al. (1984b) que ratifica o nitrogênio como o mais exportado. No trabalho conduzido por FRAZÃO (1984) foi o nitrogênio o nutriente mais extraído pela planta, porém o magnésio foi o mais exportado, seguido do cálcio e do potássio.

Entre os micronutrientes o ferro e o manganês foram os mais extraídos, enquanto que o cobre e o boro foram os mais exportados. Os dados de extração foram confirmados em freijó na totalidade, posto que também naquela planta foram os mais extraídos (FRAZÃO, 1985) e confirmados em parte pelos trabalhos de GUERRINI (1983) e SHORROCKS (1965) com seringueira, que apontam o ferro como o nutriente mais extraído. No trabalho de BELLOTE et al. (1980b) com eucalipto, houve uma inversão, visto que o mais extraído foi o manganês, seguido do ferro.

Quanto a exportação de micronutrientes, foi observado em freijó, que os mais extraídos foram também os mais exportados. Em eucalipto, o molibdênio foi o mais exportado, seguido do zinco.

#### **4.4. Coeficiente de Utilização Biológico**

A eficiência de utilização de nutrientes foi calculada de acordo com o Coeficiente de Utilização Biológico (CUB), que foi obtido, dividindo-se o peso da matéria seca da parte aérea pela quantidade de nutriente na planta, segundo conceitos fundamentados na trabalho de BARROS et al. (1986).

O índice de utilização de nutrientes é uma relação que permite verificar com qual eficiência as árvo-

res utilizam os nutrientes, servindo portanto de um instrumento de comparação, entre diferentes espécies e diferentes idades (DRUMOND, 1985).

Segundo TEIXEIRA (1987), esse índice parece ser um bom parâmetro para predizer a tendência de exaustão de nutrientes no solo, ou uma maior restrição no fornecimento dos elementos do solo para a planta, segundo PEREIRA et al. (1990), que afirma ainda que com o aumento da idade da planta, a eficiência de utilização de todos os macronutrientes aumenta, no que é ratificado por PEREIRA et al. (1984a) em relação a eficiência de fósforo.

Em taxi (Tabela 36), os maiores índices foram obtidos pelo fósforo, entre todos os macronutrientes estudados, na idades iniciais. Nas idades intermediárias do presente estudo (5 e 6 anos), o magnésio foi o mais eficientemente utilizado, enquanto o enxofre foi o mais eficiente aos quinze anos de idade. Em contrapartida, o nitrogênio em todas as idades foi o nutriente menos eficiente.

Valores semelhantes ( $\pm 300$ ) para nitrogênio foram observados em árvores de eucalipto com 8 anos de idade (MORAIS, 1988), concordantes com os valores observados em *Pinus* por DRUMOND (1985), que também registrou o nitrogênio como o menos eficiente entre os macronutrientes. Apesar dos baixos índices registrados no presente estudo, verifica-se que há um aumento na eficiência de utilização

do nitrogênio com o aumento da idade, concordando com os dados de PEREIRA et al. (1984a) em estudo com eucalipto até os 7 anos.

TABELA 36. Coeficiente de utilização biológica de nutrientes (kg de matéria seca/kg de nutriente absorvido) em árvores de taxi, em função da idade (meses).

Idade (meses)	N	P	K	Ca	Mg	S
12	117	2430	316	762	1565	1720
24	131	2674	482	462	1849	1883
60	208	2297	644	1089	3668	3155
72	217	3901	842	1126	4269	3317
108	300	4773	1156	1325	4208	3413
180	320	5116	1584	699	4217	5506

O fósforo que foi o mais eficiente em quase todas as idades no presente estudo, também o foi em eucalipto com 4 anos (PEREIRA, 1990) e três anos e meio (REZENDE et al., 1983)

No trabalho de PEREIRA et al. (1984a) o cálcio aumentou sua eficiência de utilização com o aumento da idade, o que também ocorreu com taxi até os 9 anos de idade, ocorrendo entretanto, uma queda brusca do índice aos quinze anos. Também a eficiência do magnésio aumenta com o aumento da idade em taxi, igual comportamento foi registrado em eucalipto.

## 5. CONCLUSÕES

- O período de maior crescimento em altura de taxi ocorreu até o nono ano, quando tendeu a se estabilizar, enquanto que o diâmetro do fuste continuou em expansão mesmo aos quinze anos de idade.

- As maiores concentrações de nutrientes ocorreram nas folhas, seguido de ramos e fuste, sendo o nitrogênio o nutriente com maiores concentrações em todos os componentes da planta.

- Todos os macronutrientes decresceram suas concentrações com o aumento da idade da planta.

- A ordem relativa das concentrações de nutrientes as folhas foi:  $N > K > Ca > Mg > S > P > Fe > Mn > B > Zn > Cu$ . No fuste:  $N > K > Ca > P > Mg > S > Fe > Mn > B > Zn > Cu$ .

- A razão nutriente/matéria seca decresceu com o aumento da idade da planta, visto que aos 12 meses foi de 14,8 g/kg de matéria, diminuindo para 5,76 aos 108 meses de idade.

- Aos 24 meses de idade 61,8% da biomassa da parte aérea de plantas de taxi é constituída pela copa.

- O nitrogênio foi o macronutriente mais extraído pelo fuste de plantas com 108 meses de idade, seguido do potássio e do cálcio, enquanto que o fósforo foi o nutriente mais exportado.

- O ferro e o manganês, foram os micronutrientes mais extraídos pelo fuste de plantas com 108 meses, enquanto que o cobre e o boro foram os mais exportados.

- Os maiores índices de eficiência de utilização de nutrientes foram obtidos pelo fósforo nas idades iniciais, pelo magnésio nas idades intermediárias e pelo enxofre em plantas com idade mais avançada.

- O menor índice de eficiência de utilização entre todos os macronutrientes, foi obtido pelo nitrogênio, em todas as idades estudadas.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ATTWILL, P.M.F. Nutrient cycling in a *Eucalyptus obliqua* (L'Herit.) forest. III Growth, biomass, and net primary production. **Australian Journal of Botany**, Melbourne, 27:439-58, 1979.
- BALLONI, E.A. Influência do espaçamento de plantio na produtividade florestal. **Silvicultura**, Sao Paulo, 31:588-93, jul./ago. 1983.
- BARROS, N.F. ; NOVAIS, R.F.; CARMO, D. ; NEVES, J.C.L. Classificação nutricional de sítios florestais - Descrição de uma metodologia. **Revista Árvore**, Viçosa, 10(1):112-20, 1986.
- BARTOS, D.L. & JONHSTON, R.S. Biomass and nutrient content of quaking aspen at two sites in Western United States. **Forest Science**, Washington, 24(2):273-80, 1978.
- BELLOTE, A.F.J.; SARRUGE, J.R.; HAAG, H.P.; OLIVEIRA, G.D. de Extração e exportação de nutrientes pelo *Eucalyptus grandis* Hill, ex-Maiden em função da idade. 1- Macronutrientes. **IPEF**, Piracicaba, (20):1-23, jun. 1980a.

BELLOTE, A.F.J.; SARRUGE, J.R.; HAAG, H.P.; OLIVEIRA, G.D.  
Extração e exportação de nutriente pelo *Eucalyptus grandis* Hill ex-Maiden função da idade: 2-Micronutrientes. **IPEF**, Piracicaba, (20):27-45, 1980b.

BRADSTOCK, R. Biomass in a age series of *Eucalyptus grandis* plantations. **Australian Forest Research**, Melbourne, 11:111-27, 1981.

BREWBAKER, J.C.; VAN DER BELDT, R.; MAC DICHEIV, K. Propriedades e utilização como lenha de árvores fixadoras de N<sub>2</sub>. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, 19(S/N):193-204, 1984.

CARPANEZZI, A.A.; MARQUES, L.C.T.; KANASHIRO, M. Aspectos ecológicos e silviculturais de taxi-branco-da-terra-firme (*Sclerolobium paniculatum* Vogel). Curitiba, EMBRAPA-URPFCS, 1983. 10p. (EMBRAPA-URPFCS. Circular Técnica, 8).

CARVALHO FILHO, A.P. & MARQUES, L.C.T. Seleção de espécies promissoras para atividades de reflorestamento em função das características silviculturais. Relatório técnico de avaliação preliminar. **Brasil Florestal**, Brasília, 10(37):72-87, 1979.

CASTRO, C.F. A.; POGGIANI, F.; NICOLIELO, N. Distribuição da fitomassa e de nutrientes em talhões de *Pinus oocarpa* com diferentes idades. **IPEF**, Piracicaba, (20):61-74, jun. 1980.

CRUZ, M.C.P.; & FERREIRA, M.E. Seleção de métodos para avaliação do boro disponível em solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, 19:1457-64, 1984.

DALL, ORTO, F.A.C.; GARLIPP, R.C.D.; BRAUNER, J.L.; MIRANDA, M.T. Concentração de alguns macro e micronutrientes em essências florestais do Parque da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". **Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"**, Piracicaba, 33:233-42, 1976.

DETIENNE, P. Atlas d'identification des bois de l'Amazonie et des régions voisines. Nogent-Sur-Marne, Centre Technique Forestier Tropical, 1983.

DRUMOND, M.A. Distribuição da biomassa arbórea e dos nutrientes em plantações puras e consorciadas de *Liquidambar styraciflua* L. e *Pinus caribaea* var. *hondurensis* RAR. et GOELF. Piracicaba, 1985. 87p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).

DUCKE, F.F. Notas sobre a flora neotrópica. II- As leguminosas da Amazônia Brasileira. **Boletim Técnico do Instituto Agrônomo do Norte**, Belém, (18):131-5, 1949.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação do Solo. Rio de Janeiro. **Levantamento semidetalhado de solos do Campo Experimental de Belterra (Santarém-PA)**. Belém, EMBRAPA-SNLCS, 1992 (Relatório em Andamento).

- EVANS, J. The effects of leaf position in foliar analysis of *Gmelina arborea*. **Plant and Soil**, 52:547-52, 1979.
- FORREST, W.G. & OVINGTON, J.D. Variation in dry weight and mineral nutrient content of *Pinus radiata* progeny. **Silvae Genética**, Frankfurt, (20):174-9, 1971.
- FRAZÃO, D.A.C. Sintomatologia das carências de macronutrientes pelo freijó (*Cordia goeldiana*, Huber) aos 2, 3, 4 e 8 anos de idade implantado em Latossolo Amarelo Distrófico, Belterra, Pará. Piracicaba, 1985. 194p. (Doutorado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
- GUERRINI, I.A. Crescimento e recrutamento de macro e micronutrientes no período de quatro anos pela *Hevea brasiliensis* clone Fx 3864 a região de Rio Branco, AC. Piracicaba, 1983. 105p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
- HAAG, H.P.; GONÇALVES, A.; TENÓRIO, Z.; TENÓRIO, U.A. Distúrbios nutricionais em *Gmelina arborea*. **O Solo**, Piracicaba, 73(2):33-8, 1981.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE DESENVOLVIMENTO FLORESTAL. Potencial Madeireiro do Grande Carajás. Brasília, 78-97, 1983.

- LE COINTE, P. **Árvores e plantas úteis (indígenas e aclimadas)**. São Paulo, Nacional, 1947. 505p.
- LEAL, P.G.L. Produção de biomassa e distribuição de nutrientes em *Eucalyptus grandis* influenciadas pela aplicação de fósforo natural em solos de cerrado. Viçosa, 1978. 44p. (M.S. - Universidade Federal de Viçosa).
- MAGALHÃES, F.M.; MAGALHÃES, L.M.S.; OLIVEIRA, L.A.; DOBEREINER, J. Ocorrência de nodulação em leguminosas florestais de terra firme na região de Manaus. **Acta Amazônica**, Manaus, 12(3):509-14, 1982.
- MATOS, A. O. Ocorrência de nodulação espontânea em leguminosas florestais nativas de Belterra-PA. In: XX CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO. Campinas, **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, 1985. p.55.
- MORAIS, E.J. Crescimento e eficiência nutricional de espécies de eucaliptos em duas regiões bioclimáticas de Minas Gerais. Viçosa, 1988. 56p. (M.S. - Universidade Federal de Viçosa).
- OKIGBO, E.. Legumes in farming systems of the humid tropics. In: AYANABA, A. & DART, P.J., ed. **Biological nitrogen fixation in farming systems of the tropics**. New York, John Wiley, 1977. p.61-72.

PADT/ REPORT. Description general y anatomica de 105 madeiras del grupo andino. Lima, Juta del Acuerdo de Cartagena, 1981.

PAULA, J.E. Espécie nativa com perspectivas energéticas. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSENCIAS NATIVAS, São Paulo, Instituto Florestal, 1982. p.1259-315.

PEREIRA, A.R. Biomassa e ciclagem de nutrientes minerais em povoamentos jovens de *Eucalyptus urophylla* em região de cerrado. Viçosa, 1990. 167p. (D.S. - Universidade Federal de Viçosa).

PEREIRA, A.R.; ANDRADE, D.C. ; LEAL, P.G.L.; TEIXEIRA, N.C. S. Produção de biomassa e remoção de nutrientes em povoamentos de *Eucalyptus citriodora* e *Eucalyptus saligna* cultivado na região de cerrado de Minas Gerais. Revista Floresta, Viçosa, 15(1/2):8-16, 1984b.

PEREIRA, A.R.; BARROS, F. ; ANDRADE, D.C. ; CAMPOS, P.T. A. Concentração e distribuição de nutrientes em *Eucalyptus grandis* em função da idade, cultivado na região do cerrado. Brasil Florestal, Brasília (59):27-37, jun./set. 1984a.

POGGIANI, F. & COUTO, H.T.Z. Biomass and nutrients estimates in short rotation intensively cultured plantation of *Eucalyptus grandis*. IPEF, Piracicaba, (23):37-42, 1983a.

- POGGIANI, F.; COUTO, H.T.Z. ; CORRADINI, L.; FAZZIO, E.C.M.  
Exportação de biomassa e nutrientes através da exploração dos troncos e das copas de um povoamento de *Eucalyptus saligna*. **IPEF**, Piracicaba (25):37-9, 1983b.
- POGGIANI, F.; COUTO, H.T.Z. do; SIMÕES, J.W. Aspectos ecológicos das "mini-rotações" e do aproveitamento dos resíduos vegetais. **Circular Técnica-IPEF**, Piracicaba. (74):1-7, out. 1979.
- RECORD, S.J. **Timbers of the new world**. New Haven, Yale University Press, 1943. 325 p.
- REIS, M. G.F.; BARROS, N.F.; KIMMINS, J.P. Acúmulo de nutrientes em uma seqüência de idade de *Eucalyptus grandis* Hill (ex-Maiden) plantado no cerrado, em duas áreas com diferentes produtividades, em Minas Gerais. **Revista Árvore**. Viçosa, 11(1):1-15, jan./jun. 1987.
- REZENDE, G.C. ; BARROS, N.F. ; MORAES, T.S.A.; MENDES, C.J. Produção e macronutrientes em florestas de eucalipto sob duas densidades de plantio. **Revista Árvore**, Viçosa, 7(2):165-76, 1983.
- SARRUGE, J.R. & HAAG, H.P. **Análise química nas plantas**. Piracicaba, ESALQ. 1974. 56 p.

SHORROCKS, V.M. Mineral nutrition, growth and nutrient cycle of *Hevea brasiliensis*. I- Growth and nutrient content. *Journal the of Rubber Research Institute of Malaya*, Kuala Lumpur, 19(1):32-47, 1965.

SILVA, H.A. da. Biomassa e aspectos nutricionais de cinco espécies do gênero *Eucalyptus* plantadas em solo de baixa fertilidade. Piracicaba, 1983. 91p. (M.S. - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).

SILVA, H.D. ; POGGIANI, F.; COELHO, L.C. Biomassa, concentração e conteúdo de nutrientes em cinco espécies de *Eucalyptus* plantadas em solos de baixa fertilidade. *Boletim de Pesquisa Florestal*, Curitiba (6/7):9-25, jun./dez. 1983.

MINISTERIO DO INTERIOR. Superintendencia de Desenvolvimento da Amazonia. **Estudo de grupamento de espécies tropicais da Amazônia por similaridade de características básicas e por utilização.** Belém, 1981. 273p.

TABATABAI, M.A. & BREMER, J.M. A simple turbidimetric method of determining total sulfur in plant materials. *Agronomy Journal*, Madison, 62:805-6, 1970.

TEIXEIRA, J.L. Conteúdo de nutrientes e produção de eucalipto em diferentes ambientes do Rio Doce. Viçosa, 1987. 70p. (M.S. - Universidade Federal de Viçosa).

TOMASELLI, I.; MARQUES, L.C.T.; CARPANEZZI, A.A.; PEREIRA, J.C.D. Caracterização da madeira de taxi-branco-da-terra-firme (*Sclerolobium paniculatum* VOGEL) para energia. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Curitiba (6/7):33-44, jun./dez. 1983.

TRANI, P.E; HAAG, H.P.; DECHEN, A.R.; CATANI, C.B. Nutrição mineral da macieira. IV. Acúmulo de matéria seca e exportação de nutrientes pelas folhas e galhos podados. **Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"**, Piracicaba, 33:415-33, 1981.

WISE, P.K. & PITMAN, M.G. Nutrient removal and replacement associated with short rotation eucalypt plantations. **Australian Forest**, Canberra, 44(3):142-52, 1981.

YARED, J.A.G.; CARPANEZZI, A.A.; CARVALHO FILHO, A.P. Ensaio de espécies florestais no planalto do Tapajós. Belém, EMBRAPA-CPATU, 1983. 22p. (EMBRAPA-CPATU. Boletim de Pesquisa, 11).

YOUNG, H.E. & CARPENTER, P.. Sampling variation of nutrient element content within and between trees of the same species. In: OSLO BIOMASS STUDIES, Oslo, June 22, 1976. Oslo, 1976. p.75-99.