

## 4.5. Parâmetros avaliados

### 4.5.1. Variáveis dendrométricas

Os indivíduos foram identificados com placas de alumínio contendo o número da árvore. Foi realizada a coleta dos parâmetros dendrométricos no início do experimento, obtendo-se:

- Altura Total (HT): determinada a partir da mensuração da altura da planta do nível do solo até o ponto mais elevado da copa;
- Diâmetro da Copa (DC): determinado a partir da mensuração entre os pontos mais extremos da copa;
- Diâmetro à Altura do Colo (DAC): determinada a partir da mensuração do diâmetro a 5 cm do solo (somente para o plantio de 3 anos de idade);
- Diâmetro à Altura do Peito (DAP): determinada a partir da mensuração a 1,30m do solo (direto), sendo aplicada para o plantio de 5 anos de idade.

### 4.5.2. Biomassa dos galhos e folhas de *Aniba rosaeodora* Ducke

Para a biomassa dos galhos e folhas foi adotado o método direto, onde a medida em que as árvores eram podadas, os galhos e folhas eram pesados em campo. O peso fresco foi determinado com o auxílio de uma balança com capacidade de até 300 Kg.

Foram separadas amostras de galhos finos, com diâmetro igual ou inferior a 5 cm, e folhas em sacos de papel, levadas para o laboratório e colocadas em estufa a 65 °C para determinação das concentrações de macro e micronutrientes, através do método de análise química utilizado no Laboratório Temático de Solos e Plantas (LTSP), do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA).

#### 4.5.3. Análise química dos nutrientes dos galhos e folhas

As análises químicas dos nutrientes dessas amostras foram de acordo com a metodologia descrita pela Embrapa (1999), e realizada no laboratório LTSP, do INPA.

A determinação dos macronutrientes (Ca, K, S, Mg) e micronutrientes (B, Fe, Zn, Mn), foi feita através da digestão nitroperclórica. Sendo utilizados 500 mg de galhos e 500 mg de folhas secos em estufa a  $\square 65$  °C para retirada da umidade, moídos, e colocados diretamente em tubo de digestão para cada amostra. A leitura foi feita com espectrofotômetro de absorção atômica, com chama ar-acetileno (comprimento de onda 725 nm). O  $P_{disp}$  foi realizado por solução Mehlich 1 (duplo ácido: HCl 0,05 mol/L + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,0125 mol/L) com leitura realizada no espectrofotômetro UV-VIS-120-01.

Para a determinação N total foi utilizado 10 g de galhos e 10 g de folhas secos e moídos. Utilizou-se o método Kjeldahl, em duas etapas: digestão sulfúrica e destilação seguida de titulação, e determinado por acidimetria. O C total foi determinado através do método volumétrico pelo bicromato de potássio e titulação pelo sulfato ferroso.

#### 4.5.4. Biomassa da rebrota de galhos e folhas de *Aniba rosaeodora* Ducke

Após 12 meses da realização da poda e adubação, determinou-se a biomassa das rebrotas de galhos e folhas, das 40 árvores selecionadas em cada plantio, realizando novamente o mesmo tipo de intensidade de poda que cada árvore recebeu no início do experimento. Foi adotado o método direto, onde à medida que as árvores foram sendo podadas, os galhos e folhas foram colocados em sacos de ráfia de 20 Kg, e obtido o peso verde com o auxílio de uma balança com capacidade de até 300 Kg.

Foram coletadas amostras de galhos finos e folhas das rebrotas para a avaliação da produtividade de óleo essencial.

O monitoramento das rebrotas foi realizado após 6 meses e 12 meses da realização da poda e adubação, quantificando o número de rebrotas e mensurando o comprimento e diâmetro, das quatro maiores rebrotas por árvore (Figura 7), para determinar o tipo de intensidade de poda e adubação que estimulou a maior produção de rebrota por árvore.



**Figura 7.** Rebrotas de pau-rosa (*Aniba rosaeodora*) após a poda e adubação.

A biometria das rebrotas foi feita com o auxílio de uma fita métrica para a mensuração do comprimento, e de um paquímetro digital, para o diâmetro.

#### 4.5.5. *Rendimento do óleo essencial de A. rosaeodora*

Para avaliar a quantidade de óleo produzida pelas rebrotas de galhos e folhas, foram amostradas 20 árvores de cada experimento, coletando-se 1 Kg de folhas e 1 Kg de galhos de cada planta. As amostras coletadas foram armazenadas em sacos de papel ainda em campo, para evitar a exposição do material à luz e a perda dos componentes voláteis. No fim de cada coleta diária os sacos de papel foram abertos em local com sombra para uma pré-secagem, em temperatura ambiente, durante dois dias, e posteriormente, armazenados em sacos de papel, e estes em sacos de plástico, bem fechados.

O material foi transportado via fluvial para Manaus, onde foi colocado, novamente, para secagem à sombra por sete dias, e posteriormente, em estufa a 40 °C até a obtenção do peso seco constante. Após a secagem em estufa, o material foi armazenado em sacos de papel, e estes em sacos plásticos, ficando armazenados em ambiente com ar-condicionado, por 7 dias, até o início da extração do óleo essencial de cada amostra por hidrodestilação. O material passará pelo processo de moagem, em moinho de facas, um dia antes em que será realizada a extração do óleo. A extração de todo material durou cerca de 25 dias.

Para a extração do óleo essencial, as amostras de galhos e folhas passaram pelo processo de moagem, em moinho de facas, no máximo um dia antes de cada extração. Foram pesados 40 g de galhos ou folhas, secas e moídas, de cada indivíduo, sendo feitas em duplicatas, com 20 g cada, e colocadas com 500 mL de água destilada, em balão volumétrico com capacidade para 1000 mL. A extração foi feita através do método de arraste à vapor, com o auxílio do sistema de hidrodestilação de Clevenger, com tempo de extração de três horas, contando após o início da destilação. Posteriormente, foi utilizado Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> anidro para a retirada da água do óleo. Os óleos foram armazenados em frascos de vidro sob refrigeração, para evitar perdas de constituintes voláteis, e então submetidos a análises por cromatografia em fase gasosa.

Estas atividades foram realizadas no Laboratório de Princípios Ativos da Amazônia (LAPAAM), na Coordenação de Pesquisas de Produtos Naturais (CPPN), no INPA.

A partir dos resultados obtidos na extração do óleo essencial dos galhos e folhas, o rendimento médio do óleo, produzido por indivíduo, foi calculado através da fórmula:

$$\text{Rendimento do óleo} = \frac{\text{peso do óleo extraído}}{\text{peso de matéria seca}} \times 100$$

#### *4.5.6. Quantificação do linalol do óleo essencial*

Para a quantificação do linalol foram selecionadas três amostras de galhos e três amostras de folhas do tratamento (poda + adubação) que obteve melhor resultado quanto à produção de biomassa da rebrota e o rendimento de óleo das rebrotas de galhos e folhas, em cada plantio. Todas as amostras foram feitas em duplicatas.

As análises quantitativas do linalol das amostras de óleo foram feitas por cromatografia gasosa com detector de ionização de chamas (CG-FID), utilizando cromatógrafo Varian CP3800, equipado com injetor split, injetando 1 µL da amostra diluídas em hexano P.A. A temperatura do injetor foi de 250 °C, operando com temperatura programa iniciando a 80 °C, a uma razão de aquecimento de 8 °C/min até 150 °C, passando a aquecer 30 °C/min até 250 °C por um tempo de 10 minutos. A temperatura do detector foi de 300 °C.

Utilizou-se a coluna capilar com fase estacionária em 100 % dimetilpolisiloxano (15 m x 0,25 mm x 0,25 µm) e gás de arraste hélio.

As curvas analíticas foram construídas com padrões na faixa de 200 µL a 1000 µL/1,5 mL. Os cálculos das concentrações foram feitos pelas equações das retas obtidas nas curvas analíticas pelo método do padrão externo.

As análises foram realizadas no Laboratório de Pesquisas e Ensaio de Combustíveis (LAPEC), da Universidade Federal do Amazonas (UFAM).

#### 4.6. Análise estatística dos dados

As análises da quantificação de biomassa e dos nutrientes na avaliação inicial dos experimentos e o teor de linalol foram baseadas nas médias de produção de biomassa obtido com as podas de 50 % e 100 %, e de teores de nutrientes, assim como, o teor de linalol dos galhos e folhas das rebrotas.

A influência entre os parâmetros avaliados em cada experimento foi determinada através da correlação de Pearson, ao nível de 5 % de probabilidade pelo *t* de Student.

A análise estatística dos dados obtidos, após 12 meses da implantação dos experimentos, como a produção de biomassa da rebrota, o número de rebrotas, o comprimento e diâmetro das rebrotas e o rendimento do óleo, foram feitas através da análise de variância (ANOVA), seguindo o delineamento experimental inteiramente ao acaso. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade.

O modelo matemático que explica os fatores de variação é apresentado a seguir:

$$Y_{ij} = m + A + B + (A \times B) + e_{ij}$$

Onde:

$Y_{ij}$  = Valor da variável encontrada de qualquer indivíduo no experimento

$m$  = Média geral

$A$  = Efeito do tratamento A (poda)

$B$  = Efeito do tratamento B (adubação)

$e_{ij}$  = Efeito do tratamento erro experimental

As análises foram efetuadas com o auxílio do programa SYSTAT 10 para todas as variáveis analisadas.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1. Avaliação inicial das árvores de pau-rosa (*Aniba rosaeodora*) em plantios comerciais de 3 e 5 anos de idade

#### 5.1.1. Características dendrométricas e produção de biomassa de galhos e folhas de plantios de pau-rosa aos 3 e 5 anos de idade

Os dados dendrométricos e de produção de biomassa estudada quando submetidos a podas de 50 % e 100 % estão apresentados na tabela 2.

Aos 3 anos de idade, a biomassa de galhos e folhas de pau-rosa cujas copas foram podadas a 50 % apresentou média de 800 g/planta, enquanto que as árvores podadas a 100 %, produziram 1,6 Kg/planta, aos 3 anos de idade. Estima-se que em 1 ha, com espaçamento de 2,0 m x 1,5 m, podando 50 % da copa das árvores, seria possível obter 0,83 ton/ha/ano, e a 100 %, cerca de 1,67 ton/ha/ano.

A média de biomassa de galhos e folhas das árvores, aos 5 anos de idade, podadas a 50% foi de 13,9 Kg/planta, e quando podadas a 100 %, produziram 29,1 Kg/planta. Estimando-se a produção de biomassa, no plantio de 5 anos, verificou-se que é possível obter 2,3 ton/ha/ano, podando as árvores a 50 %, e 4,8 ton/ha/ano, aplicando a poda a 100 %, em plantios a plena abertura com espaçamento de 3 m x 4 m.

Pelos resultados encontrados pode-se verificar que a idade e o espaçamento influenciaram na produção de biomassa da copa das árvores em plantios florestais. O plantio de 5 anos em espaçamento 3 m x 4 m, produziu maior biomassa de galhos e folhas em relação à biomassa da copa das árvores do plantio de 3 anos, com espaçamento de 2 m x 1,5 m, apresentando maiores altura, diâmetro à altura do peito e diâmetro da copa e, conseqüentemente maior produção de biomassa (Tabela 2).

Resultados semelhantes foram encontrados por Rondon (2002), avaliando o crescimento e produção de biomassa da espécie *Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke, aos 5 anos de idade, obtendo maior altura, diâmetro e biomassa aérea das plantas em espaçamentos maiores, ocorrendo o inverso com espaçamentos menores. O mesmo foi observado por Rondon (2006) em povoamentos de *Tectona grandis* L.f., onde o espaçamento de 3 m x 4 m possibilitou maior produção de biomassa.

No entanto, Sampaio *et al.* (2005), estudando a produção de biomassa da copa das árvores de pau-rosa (*A. rosaeodora*), com 37 anos, em espaçamento de 10 m x 5 m, na Reserva Florestal Adolpho Ducke, estimaram a produção de 12 ton/ha de biomassa de galhos e folhas, quantidade inferior ao obtido neste estudo com plantios mais jovens (3 e 5 anos de idade), podendo ser explicado pelo ambiente de floresta primária, envolvendo disponibilidade de radiação solar e de nutrientes no solo, e por se tratar de indivíduos adultos, tendo crescimento e produção de biomassa mais lenta.

**Tabela 2.** Comparação de médias pelo teste de Tukey entre as intensidades de poda, as variáveis dendrométricas e a biomassa da copa das árvores de pau-rosa (*Aniba rosaeodora*), em plantios de 3 e 5 anos de idade.

Plantio (anos)	Poda	HT (m)	DAC (cm)	DAP (cm)	DC (m)	Biomassa (kg)
3	50 %	2,38a	3,28a	---	1,40a	0,79
	100 %	2,20a	3,46a	---	1,44a	1,64
5	50 %	5,93b	---	8,86a	4,24b	13,95
	100 %	6,15b	---	9,25a	3,46b	29,06

DAC = Diâmetro à altura do colo; DAP = Diâmetro à altura do peito; DC = Diâmetro da copa; HT = Altura total.

Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem significativamente a 5 % de probabilidade pelo teste de Tukey.

Analisando as variáveis dendrométricas das árvores selecionadas, através da ANOVA, observou-se que não houve variações significativas, a 5 % de probabilidade, entre altura total, diâmetro à altura do colo/peito e diâmetro da copa, demonstrando que as árvores selecionadas de cada plantio, podem ser consideradas homogêneas para as variáveis analisadas.

Os baixos valores de altura e DAC (Diâmetro à Altura do Colo) do plantio de 3 anos podem ser devido à espécie apresentar crescimento inicial lento, atingindo maiores valores a partir de uma determinada idade, como no caso aos 5 anos, que se verificou um aumento de mais de 50 % em todas as variáveis dendrométricas, além dos diferentes espaçamentos adotados. Segundo Rondon (2006), estudando a biomassa de *Tectona grandis*, aos 76 meses de idade, em diferentes espaçamentos, onde espaçamentos menores promoveram redução significativa de DAP, encontrando maiores valores em espaçamento igual ou superior aos utilizados no plantio de 5 anos (4 m x 3m). O mesmo foi encontrado por Rondon (2002), trabalhando com o *Schizolobium amazonicum*, aos 60 meses de idade, com sete espaçamentos, conclui que o espaçamento 4 m x 3m e 4 m x 4m proporcionaram maiores

crescimentos em altura e diâmetro médios, ocorrendo o inverso com os espaçamentos menores.

As análises feitas por meio da correlação de Pearson entre as variáveis: altura total, diâmetro à altura do colo (DAC), diâmetro à altura do peito (DAP), diâmetro da copa e biomassa da copa, indicaram que existe correlação positiva entre a maioria das variáveis.

No plantio de 3 anos, a biomassa da copa apresentou correlação positiva significativa quando relacionada com o DAC ( $r = 0,752$ ;  $p < 0,0001$ ). Correlações positivas também foram encontradas entre a altura total e DAC ( $p = 0,01$ ), altura total e diâmetro da copa ( $p = 0,004$ ), e diâmetro da copa e DAC ( $p = 0,01$ ), indicando que à medida que aumenta o DAC, aumenta o diâmetro da copa e a altura total da árvore (Tabela 3). Vale ressaltar que não houve correlação entre o diâmetro da copa e a biomassa da copa ( $r = 0,401$ ;  $p = 0,103$ ), indicando que o diâmetro da copa, em plantio de 3 anos de idade, não foi a principal variável que influenciou na quantidade de biomassa produzida na copa das árvores.

**Tabela 3.** Matriz correlação entre as variáveis dendrométricas e a biomassa da copa e da rebrota da copa das árvores de pau-rosa (*Aniba rosaeodora*), no plantio de 3 anos de idade.

	HT	DAC	DC	B
DAP	0,502 (0,010)			
DC	0,531 (0,004)	0,500 (0,010)		
B	0,256 (1,000)	0,752 (0,0001)	0,401 (0,103)	
BR	-0,038 (1,000)	0,316 (0,472)	0,319 (0,449)	0,613 (0,0001)

B = Biomassa da copa; BR = Biomassa da rebrota; DAC = Diâmetro à altura do colo; DC = Diâmetro da copa; HT = Altura total. O valor entre parênteses corresponde à probabilidade.

A biomassa da copa do plantio de 5 anos não apresentou correlação significativa com as variáveis dendrométricas analisadas (Tabela 4). Porém, houve relação positiva significativa entre o diâmetro da copa e o DAP ( $r = 0,585$ ;  $p = 0,001$ ), diferente do observado no plantio de 3 anos. Desse modo, é possível afirmar que à medida que aumenta o DAP, aumenta o diâmetro da copa.



**Tabela 4.** Matriz correlação entre as variáveis dendrométricas e as biomassas da copa e da rebrota da copa das árvores de pau-rosa (*Aniba rosaeodora*), no plantio de 5 anos de idade.

	HT	DAP	DC	B
DAP	0,485 (0,015)			
DC	0,325 (0,407)	0,585 (0,001)		
B	0,169 (1,000)	0,335 (0,344)	0,295 (0,645)	
BR	0,215 (1,000)	0,434 (0,052)	0,525 (0,005)	0,618 (0,0001)

B = Biomassa da copa; BR = Biomassa da rebrota; DAP = Diâmetro à altura do peito; DC = Diâmetro da copa; HT = Altura total. O valor entre parênteses corresponde à probabilidade.

#### 5.1.4. Teores de nutrientes da biomassa de galhos e folhas das árvores nos plantios de 3 e 5 anos de idade

Os resultados dos teores de C, N, P, K, Ca, Mg, Fe, Zn e Mn, nas diferentes partes da biomassa aérea das árvores de pau-rosa, são apresentados na tabela 5.

De acordo com estes resultados, foi encontrado que as folhas apresentam maiores teores de macronutrientes (C, N, Ca, Mg e K) quando comparados com os galhos, com exceção do P, com a seguinte ordem de quantidade: C > N > Ca > K > Mg > P. Nos galhos foram observados maiores teores de micronutrientes, porém com diferentes ordens conforme a idade do plantio. O plantio de 3 anos apresentou a seguinte ordem: Fe > Mn > Zn, e o plantio de 5 anos: Mn > Fe > Zn.

Os teores de macronutrientes e micronutrientes variam de acordo com a espécie e com a parte da planta analisada. Em estudos realizados com diferentes espécies foi observado que a ordem de distribuição dos teores de macronutrientes é semelhante aos resultados encontrados neste estudo, como exemplos, o *Eucalyptus* (Schumacher & Caldeira, 2001) e outras 37 espécies nativas da Amazônia (Ferraz *et al.*, 1997).

Os teores encontrados nas folhas de pau-rosa enquadram-se na faixa adequada de macronutrientes, e os micronutrientes, no nível baixo, considerados por Malavolta (1992) para a seringueira. Valores semelhantes dos teores de nutrientes foram encontrados por Caldeira *et al.* (2000), trabalhando com *Acacia mearnsii*, com exceção do K, apresentando teores bem menores, mostrando a grande mobilidade deste elemento na planta. Roque *et al.* (2004), avaliando o estado nutricional e a produtividade da seringueira, obteve teor de Ca foliar

semelhante ao encontrado no plantio de 3 anos, aproximadamente 7,8 g/Kg, associando este valor com a máxima produção do produto não-madeireiro, a borracha seca.

Estudos feitos por Caldeira *et al.* (2003) com a espécie *Acacia mearnsii* aos 2,4 anos de idade, mostraram resultados diferentes com relação aos teores de micronutrientes presentes nas folhas. Acredita-se que o acúmulo de nutrientes nas diferentes partes da planta varia de acordo com a espécie, a concentração de nutrientes no solo, a atividade fotossintética, entre outros. Considerando as folhas, por apresentarem maiores teores da maioria dos nutrientes, um importante componente vegetal na ciclagem de nutrientes.

Quando relacionados os nutrientes das folhas com as variáveis dendrométricas (altura total, diâmetro à altura do colo e diâmetro da copa) verifica-se que não houve correlação positiva significativa para os plantios de 3 e 5 anos (Apêndices 1 e 2). O mesmo foi observado com relação aos nutrientes presentes nos galhos das árvores dos plantios de pau-rosa analisados (Apêndices 3 e 4). Diferindo de estudos feitos por Ferraz *et al.* (1997) em floresta primária, onde à medida que a planta cresce em altura e diâmetro, menos nutrientes são alocados nas folhas, em função da atividade fotossintética e crescimento das árvores.

**Tabela 5.** Médias dos teores de nutrientes na biomassa de galhos e folhas da copa das árvores de pau-rosa (*Aniba rosaeodora*), em plantios de 3 e 5 anos de idade.

Plantio (anos)	Parte da planta	Nutrientes								
		C	N	Ca	Mg	K	P	Fe	Zn	Mn
		(g/kg)						(mg/kg)		
3	Galhos	400,80	8,33	3,31	0,82	4,80	1,68	79,93	22,75	41,38
	Folhas	457,49	16,93	7,90	2,22	6,32	1,01	40,03	13,75	33,40
5	Galhos	391,02	8,32	4,01	0,81	4,64	1,20	62,88	33,58	72,75
	Folhas	441,85	18,11	6,54	2,59	4,75	0,94	36,98	10,10	43,93

C = Carbono; Ca = Cálcio; Fe = Ferro; K = Potássio; Mg = Magnésio; Mn = Manganês; N = Nitrogênio; P = Fósforo; Zn = Zinco.

É importante ressaltar, que para os nutrientes C e N apenas uma amostra composta de cada tratamento foi analisada.

## **5.2. Avaliação da influência da poda e adubação na produção de rebrotas de galhos e folhas de pau-rosa (*Aniba rosaeodora*) no plantio de 3 anos de idade, após 12 meses**

### *5.2.1. Produção de biomassa da rebrota de galhos e folhas de pau-rosa*

A análise de variância (ANOVA) indicou diferenças significativas, entre os tratamentos (Tabela 6), ressaltando que a diferença foi influenciada apenas pela intensidade de poda, a 5 % de probabilidade ( $p < 0,0001$ ). Os tratamentos tiveram a seguinte ordem de produção de biomassa da rebrota: tratamento 3 > tratamento 4 > tratamento 2 > tratamento 1. Através da comparação de médias pelo teste de Tukey (Apêndice 5), verificou-se que essas diferenças ocorreram entre os tratamentos 1 e 3, 1 e 4, 2 e 3, 2 e 4, porém o mesmo não ocorreu entre os tratamentos 1 e 2, e 3 e 4.

Estudos feitos por Barros *et al.* (1997) e Farias *et al.* (1997), obtiveram resultados contrários com relação à produção de biomassa de rebrotas e o acúmulo de nutrientes em plantios, mostrando-se bem distinta entre os compartimentos da planta, onde a copa da árvore teve melhor resposta à adubação, aumentando a produção de biomassa. Porém, este ganho na produção de biomassa não foi obtido neste estudo, onde a adubação e a interação dos fatores (intensidade de poda e adubação), não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos, a 5% de probabilidade. Indicando que no plantio de 3 anos os teores de nutrientes presentes no solo e na planta, estão suprimindo as necessidades nutricionais para a produção de biomassa de rebrota de galhos e folhas, não necessitando de custos adicionais com a adubação para o primeiro ano após a realização da poda.

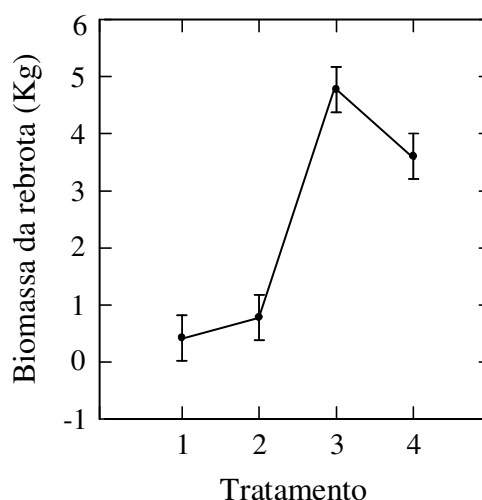
A eficiência da poda das árvores de pau-rosa observada neste estudo também foi constatada em estudos feitos por Alencar & Fernandes (1978), Leite *et al.* (2001) e Sampaio *et al.* (2005), obtendo maior produção de biomassa através da poda das copas, quando comparadas com a produção de biomassa da rebrota de cepas.

**Tabela 6.** Análise de variância (ANOVA) para a biomassa da rebrota de galhos e folhas de pau-rosa (*Aniba rosaeodora*) do plantio de 3 anos de idade, aos 12 meses após a poda e adubação.

Fonte de Variação	GL	SQ	MQ	F	P
Poda	1	128,684	128,684	80,885	0,0001
Adubação	1	1,659	1,659	1,042	0,3140
Poda x Adubação	1	5,818	5,818	3,657	0,0640
Erro	36	57,274	1,591		
Total	39				

O tratamento 3 (poda a 100 % + sem adubação) obteve maior produção de biomassa da rebrota (Figura 8), com média de 5 Kg/planta de rebrotas de galhos e folhas, estimando-se a produção de 16 ton/ha. Seguido do tratamento 4 (poda a 100 % + adubação), que obteve média de 4 Kg/planta de rebrotas, estimando-se a produção de 13 ton/ha.

Os tratamentos 1 (poda a 50 % + sem adubação) e 2 (poda a 50 % + adubação) apresentaram produção de biomassa da rebrota de galhos e folhas inferior aos tratamentos 3 e 4, com médias de 0,78 Kg/planta e 0,44 Kg/planta, respectivamente. Demonstrando que podar 100 % da copa da árvore proporcionou maior produção de biomassa da rebrota quando comparadas com a produção das árvores podadas a 50 %, no intervalo de 12 meses após a poda e adubação.



**Figura 8.** Quantidade média, por planta, de biomassa da rebrota de galhos e folhas de pau-rosa (*Aniba rosaeodora*) do plantio de 3 anos de idade, após 12 meses.

Quando comparadas à produção de biomassa da rebrota de galhos e folhas com biomassa obtida da copa das árvores podadas a 100 % no início do experimento, verifica-se que a quantidade de biomassa da rebrota produzida (16 ton/ha) foi maior que a biomassa da copa das árvores (5 ton/ha). Portanto, é possível afirmar que o pau-rosa possui grande capacidade de brotação da copa aos 3 anos de idade, proporcionando maior produção de biomassa de rebrotas, em apenas 12 meses. Esta grande produção de biomassa, em curto período, pode ser explicada pelo fato dos indivíduos jovens estarem em fase de crescimento, além da maior exposição à radiação solar, com a abertura das copas, estimulando o processo fotossintético da planta.

Vale ressaltar a influência do espaçamento adotado neste plantio (1,5 x 2,0 m) na produção de biomassa da rebrota, devido o plantio ser mais adensado, obtendo-se maior quantidade de biomassa por hectare. Porém, Bernardo (1995) cita que em espaçamentos mais densos, aumenta a competição entre as plantas, resultando na estabilização do acúmulo de biomassa em menor idade que aquela observada em espaçamentos mais amplos. Estudos realizados por Higa & Sturion (2000), a fim de avaliar o efeito do espaçamento na capacidade de brotações de *Eucalyptus*, demonstraram que o espaçamento não afetou no crescimento em altura e no número de brotos produzidos em plantios com 4 anos de idade.

A relação positiva da radiação solar direta na produção de biomassa da rebrota da copa de árvores de pau-rosa foi observada por Sampaio *et al.* (2007). Resultados similares foram obtidos por Useche (2003), avaliando o desenvolvimento inicial de plântulas de pau-rosa em clareiras artificiais, onde em ambientes com maior incidência de radiação solar direta obteve maior crescimento das plântulas. Porém, Marques *et al.* (1999), estudando a produção de mudas de pau-rosa em viveiros, concluíram que a espécie necessita de 30 a 50 % de sombreamento para ter um desenvolvimento favorável, apresentando sensibilidade às condições de luz durante o crescimento das plantas jovens, podendo acarretar em baixo desenvolvimento em altura e diâmetro, diminuindo o acúmulo de biomassa.

#### 5.2.2. Avaliação do comprimento e diâmetro da rebrota e do número de rebrotas por planta de pau-rosa

A análise de variância (ANOVA) demonstrou que houve diferença significativa em todas as variáveis analisadas, porém verifica-se que essas diferenças são influenciadas apenas

pela intensidade poda aplicada nas copas das árvores, após 12 meses. O mesmo não foi observado para o fator adubação que não apresentou diferença significativa a 5 % de probabilidade entre os indivíduos adubados e não adubados (Tabela 7).

**Tabela 7.** Análise de variância (ANOVA) para o número, comprimento e diâmetro das rebrotas de pau-rosa (*Aniba rosaeodora*) do plantio de 3 anos de idade, aos 12 meses, após poda e adubação.

Variável	Fonte de Variação	GL	SQ	MQ	F	P
Número de rebrotas/planta	Poda	1	2822,400	2822,400	24,152	0,0001
	Adubação	1	96,100	96,100	0,822	0,371
	Poda x Adubação	1	44,100	44,100	0,377	0,543
	Erro	36	4207,000	116,861		
	Total	39				
Comprimento da rebrota	Poda	1	16892,100	16892,100	17,010	0,0001
	Adubação	1	384,400	384,400	0,387	0,538
	Poda x Adubação	1	1876,900	1876,900	1,890	0,178
	Erro	36	35750,600	993,072		
	Total	39				
Diâmetro da rebrota	Poda	1	147,725	147,725	13,253	0,001
	Adubação	1	0,0001	0,0001	0,0001	0,996
	Poda x Adubação	1	1,760	1,760	0,158	0,693
	Erro	36	401,275	11,147		
	Total	39				

A comparação das médias pelo teste de Tukey, mostrou que os tratamentos com poda a 100 % da copa (tratamento 3 e 4) apresentaram maiores médias de número de rebrotas por planta, e de comprimento e diâmetro da rebrota, diferindo significativamente das médias observadas nos tratamentos com poda a 50 % (tratamentos 1 e 2).

De acordo com Leite *et al.* (2001) o potencial da poda das árvores de pau-rosa na produção de rebrota é evidente, obtendo resultados satisfatórios, e quando os indivíduos são podados no ramo apical a 1 ou 2 anos de idade do plantio, faz com que se ramifique, produzindo muitos ramos secundários.

O tratamento 3 (poda a 100 % + sem adubação) obteve maiores médias de todos os parâmetros avaliados, com cerca de 33 rebrotas por planta; 106,30 cm de comprimento e 10,82 mm de diâmetro. Seguido do tratamento 4 (poda a 100 % + adubação), com média de 28 rebrotas por planta; 98,80 cm de comprimento e 10,40 mm de diâmetro da rebrota (Tabela 8).

Os tratamentos 1 (poda a 50 % + sem adubação) e 2 (poda a 50 % + adubação) tiveram menores médias quando comparados aos tratamentos 3 e 4, variando entre eles com relação aos parâmetros avaliados, onde o tratamento 1 apresentou média de 14 rebrotas por planta; 51,50 cm de comprimento e 6,56 mm de diâmetro. Enquanto que o tratamento 2 produziu média de 13 rebrotas por planta; 71,40 cm de comprimento e 6,97 mm de diâmetro.

**Tabela 8.** Comparação de médias, pelo teste de Tukey, do número de rebrotas por planta (NR), comprimento (CR) e diâmetro da rebrota (DR) de árvores do plantio de pau-rosa (*Aniba rosaeodora*) de 3 anos de idade, após 12 meses.

Tratamento	NR	CR (cm)	DR (mm)
1	14a	51,50a	6,56a
2	13a	71,40a	6,97a
3	33b	106,30b	10,82b
4	28b	98,80b	10,40b

CR = Comprimento da rebrota; DR = Diâmetro da rebrota; NR = Número de rebrotas. Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem significativamente a 5 % de probabilidade pelo teste de Tukey.

Análises feitas por meio da correlação de Pearson entre as variáveis: altura total, diâmetro à altura do colo (DAC), diâmetro à altura do peito (DAP), diâmetro da copa, biomassa da copa, biomassa da rebrota, número de rebrota por planta (NR), comprimento (CR) e diâmetro da rebrota (DR), mostraram que não houve correlação significativa entre as variáveis dendrométricas altura total e diâmetro da copa, e os parâmetros avaliados da rebrota do plantio de 3 anos (Apêndice 7).

Correlações positivas foram observadas entre o DAC e o NR ( $r = 0,523$  e  $p = 0,049$ ), assim como entre o NR e a biomassa da rebrota ( $r = 0,764$ ;  $p < 0,0001$ ). Entre os demais parâmetros da rebrota (comprimento e diâmetro), verifica-se que existe correlação positiva significativa entre a biomassa da rebrota e o DR ( $r = 0,542$ ;  $p = 0,028$ ), e o CR e DR ( $r = 0,571$ ;  $p = 0,011$ ). Demonstrando que o DR é influenciado pelo CR, tendo relação direta com a biomassa da rebrota, e conseqüentemente com o NR.

Estudos anteriores confirmam a eficiência da poda da copa das árvores de *A. rosaeodora*, não comprometendo a capacidade de rebrota como verificado em estudos feitos por Sampaio *et al.* (2005) e Sampaio *et al.* (2007).

Além de gerar rebrotas mais vigorosas, as podas periódicas aumentam a produção de biomassa vegetal, e possibilitam assim maior produção de óleo essencial (Chaar, 2000). Porém, o vigor das rebrotas pode ser afetado pela competição por água, luz e nutrientes, conforme a densidade dos plantios, onde plantios com espaçamentos menores resultam em maior competição (Reis & Reis, 1997).

### **5.3. Avaliação da influência da poda e adubação na produção de rebrotas de galhos e folhas de pau-rosa (*Aniba rosaeodora*) no plantio de 5 anos de idade, após 12 meses**

#### *5.3.1. Produção de biomassa da rebrota de galhos e folhas de pau-rosa*

A análise de variância (ANOVA) indicou diferenças significativas, entre os tratamentos (Tabela 9), ressaltando que a diferença foi influenciada apenas pela intensidade de poda, a 5 % de probabilidade ( $p < 0,0001$ ). A adubação e a interação dos fatores (intensidade de poda e adubação), não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos, a 5% de probabilidade. Através da comparação de médias pelo teste de Tukey (Apêndice 6), verificou-se que essas diferenças ocorreram entre os tratamentos 1 e 3, 1 e 4, 2 e 3, 2 e 4, porém o mesmo não ocorreu entre os tratamentos 1 e 2, e 3 e 4.



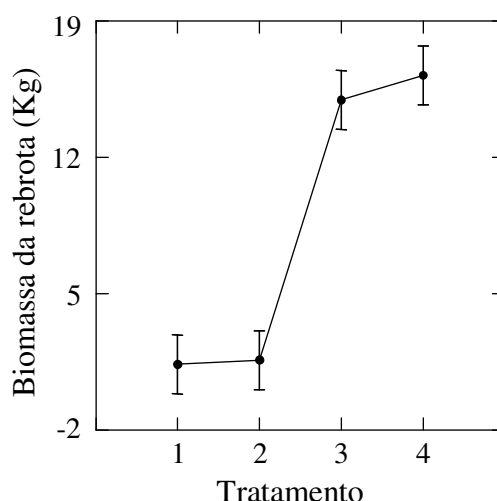
**Tabela 9.** Análise de variância (ANOVA) para a biomassa da rebrota de galhos e folhas de pau-rosa (*Aniba rosaeodora*) do plantio de 5 anos de idade, aos 12 meses após a poda e adubação.

Fonte de Variação	GL	SQ	MQ	F	P
Poda	1	1986,408	1986,408	86,598	0,0001
Adubação	1	5,461	5,461	0,238	0,629
Poda x Adubação	1	2,767	2,767	0,121	0,730
Erro	36	825,781	22,938		
Total	39				

As análises feitas por meio da correlação de Pearson entre as variáveis: altura total, diâmetro à altura do colo (DAC), diâmetro à altura do peito (DAP), diâmetro da copa, biomassa da copa e biomassa da rebrota da copa, indicaram que a biomassa da rebrota da copa das árvores do plantio de 5 anos apresentou correlação positiva significativa apenas quando relacionada com a biomassa da copa ( $r = 0,618$ ;  $p < 0,0001$ ) (Apêndice 8). O diâmetro da copa apresentou relação positiva significativa com a biomassa da rebrota ( $r = 0,525$ ;  $p = 0,005$ ), diferente do observado no plantio de 3 anos. É possível afirmar que, após 12 meses, à medida que aumenta o diâmetro da copa, aumenta a produção de biomassa da rebrota de pau-rosa.

O plantio de 5 anos obteve maior produção de biomassa da rebrota de galhos e folhas no tratamento 4 (poda a 100 % + adubação), com média de 16 Kg/planta de rebrotas de galhos e folhas (Figura 9), estimando-se a produção de 13 ton/ha. Seguido do tratamento 3 (poda a 100 % + sem adubação), produzindo em média 15 Kg/planta, e produção estimada de 12 ton/ha de rebrotas de galhos e folhas.

Os tratamentos 1 (poda a 50 % + sem adubação) e 2 (poda a 50 % + adubação) apresentaram produção de biomassa da rebrota de galhos e folhas inferior aos tratamentos 3 e 4, com média de 1,37 Kg/planta e 1,59 Kg/planta, respectivamente. Confirmando a maior produção de biomassa da rebrota de árvores podadas a 100 %, no intervalo de 12 meses, quando comparada com as árvores podadas a 50 %.



**Figura 9.** Quantidade média, por planta, de biomassa da rebrota de galhos e folhas de pau-rosa (*Aniba rosaeodora*) do plantio de 5 anos de idade, após 12 meses.

A produção de biomassa da rebrota de galhos e folhas (13 ton/ha) foi inferior a biomassa da copa das árvores (24 ton/ha) obtida no início do experimento, demonstrando que a espécie *Aniba rosaeodora* aos 5 anos possui menor capacidade de brotação quando comparado ao plantio de 3 anos, tendo como possíveis fatores o espaçamento (3 x 4 m) e a idade da planta, verificando o acúmulo mais lento de biomassa da parte aérea.

Segundo Rondon (2002), estudando diferentes espaçamentos em plantio de *Schizolobium amazonicum* com 5 anos de idade, obteve menor produção de biomassa com o espaçamento (3 x 4 m). No entanto, Rondon (2006), avaliando plantio de *Tectona grandis*, com 6 anos de idade, verificou maior produção de biomassa aérea seca com o mesmo espaçamento. Desse modo, é possível evidenciar a influência de diferentes espaçamentos sobre a produção de biomassa, variando de acordo com a espécie e idade das plantas (Bernardo, 1995).

Portanto, há necessidade de estudos sobre plantios com diferentes idades, em espaçamentos iguais, de modo que seja possível inferir sobre a época em que ocorre equilíbrio na produção de biomassa da rebrota de cada espécie.

5.3.2. Avaliação do comprimento e diâmetro da rebrota e do número de rebrotas por planta de pau-rosa

A análise de variância (ANOVA) demonstrou que houve diferença significativa em todas as variáveis analisadas, porém verificou-se que essas diferenças são influenciadas apenas pela intensidade poda aplicada nas copas das árvores, após 12 meses (Tabela 10).

**Tabela 10.** Análise de variância (ANOVA) para o número, comprimento e diâmetro das rebrotas de pau-rosa (*Aniba rosaeodora*) do plantio de 5 anos de idade, aos 12 meses, após poda e adubação.

Variável	Fonte de Variação	GL	SQ	MQ	F	P
Número de rebrotas/planta	Poda	1	26936,100	26936,100	40,618	0,0001
	Adubação	1	1742,400	1742,400	2,627	0,114
	Poda x Adubação	1	115,600	115,600	0,174	0,679
	Erro	36	23873,800	663,161		
	Total	39				
Comprimento da rebrota	Poda	1	105678,400	105678,400	172,629	0,0001
	Adubação	1	84,100	84,100	0,137	0,713
	Poda x Adubação	1	396,900	396,900	0,648	0,426
	Erro	36	22038,200	612,172		
	Total	39				
Diâmetro da rebrota	Poda	1	1751,520	1751,520	239,279	0,0001
	Adubação	1	22,156	22,156	3,027	0,090
	Poda x Adubação	1	6,233	6,233	0,852	0,362
	Erro	36	263,515	7,320		
	Total	39				

Estudos feitos por Maffeis *et al.* (2000) com adubação de *Eucalyptus*, indicaram aumento no incremento das árvores e influência na produtividade de rebrotas. O mesmo não foi observado neste estudo, pois não apresentou diferença significativa a 5 % de probabilidade entre os indivíduos adubados e não adubados (Tabela 10).

A comparação das médias pelo teste de Tukey, como pode ser visto na tabela 11, mostrou que as árvores que receberam poda a 100 % na copa (tratamento 3 e 4) apresentaram maiores médias de número de rebrotas por planta, e de comprimento e diâmetro da rebrota, diferindo significativamente das médias observadas nas árvores podadas a 50 % (tratamentos 1 e 2).

**Tabela 11.** Comparação de médias, pelo teste de Tukey, do número de rebrotas por planta (NR), comprimento (CR) e diâmetro da rebrota (DR) de árvores do plantio de pau-rosa (*Aniba rosaeodora*) de 5 anos de idade, após 12 meses.

Tratamento	NR	CR (cm)	DR (mm)
1	37a	66,30a	6,59a
2	54a	57,10a	5,92a
3	93b	162,80b	20,64b
4	102b	149,20b	18,37b

CR = Comprimento da rebrota; DR = Diâmetro da rebrota; NR = Número de rebrotas. Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem significativamente a 5 % de probabilidade pelo teste de Tukey.

O tratamento 4 (poda a 100 % + adubação) apresentou maior média de número de rebrotas por planta, com 102 rebrotas. Enquanto que o tratamento 3 (poda a 100 % + sem adubação) obteve rebrotas mais vigorosas entre os tratamentos, em comprimento e diâmetro, com médias de 162,80 cm e 20,64 mm, respectivamente.

Os tratamentos 1 (poda a 50 % + sem adubação) e 2 (poda a 50 % + adubação) tiveram menores médias quando comparados aos tratamentos 3 e 4, variando entre eles com relação aos parâmetros avaliados. O tratamento 1 apresentou média de 37 rebrotas por planta; 66,30 cm de comprimento e 6,59 mm de diâmetro; e o tratamento 2 produziu média de 54 rebrotas por planta; 57,10 cm de comprimento e 5,92 mm de diâmetro.

O plantio de 5 anos de idade apresentou melhores resultados, com relação aos parâmetros avaliados das rebrotas, que o plantio de 3 anos. Isso se deve as condições ambientais em que se encontra o plantio, com espaçamentos entre plantas maiores (3 m x 4

m), reduzindo a competição dos fatores ambiental (água, luz e nutrientes) e espacial, ocasionando aumento da disponibilidade de reservas para as rebrotas (Reis & Reis, 1997).

Análises feitas através da correlação de Pearson mostraram que houve correlação significativa entre a biomassa da rebrota com todos os parâmetros avaliados da rebrota (número por planta, comprimento e diâmetro) (Apêndice 8). O mesmo resultado não pôde ser observado em árvores de pau-rosa submetidas ao processo de talhadia, não sendo encontradas correlações entre o diâmetro da cepa e o comprimento e o número de rebrotas por cepa (Ohashi *et al.*, 2004).

Através do exposto é correto afirmar que o manejo dos plantios de pau-rosa através do sistema de poda da copa das árvores oferece grandes vantagens e mostra-se como alternativa de uso e conservação da espécie, contribuindo para diminuir a pressão da exploração de corte raso das populações remanescentes existentes na Amazônia, além de reduzir os custos de implantação dos plantios e de produção do óleo essencial, devido à presença do sistema radicular já formado das árvores podadas, facilitando a absorção de água e nutrientes do solo (Sampaio *et al.*, 2007).

#### **5.4. Avaliação da influência da poda e adubação no rendimento e quantidade de linalol do óleo das rebrotas de pau-rosa (*Aniba rosaeodora*) nos plantios de 3 e 5 anos de idade, após 12 meses**

##### *5.4.1. Rendimento do óleo das rebrotas de galhos e folhas do plantio de 3 anos de idade*

A análise de variância (ANOVA), para o plantio de 3 anos, mostrou que as médias dos rendimentos de óleo produzido pelos galhos entre os tratamentos não diferiram estatisticamente. Com relação às folhas, observaram-se diferenças significativas, a 5 % de probabilidade, influenciadas pelo fator intensidade de poda e pela interação entre os fatores poda e adubação (Tabela 12).

A adubação não foi responsável pelas variações ocorridas, pois não houve diferença significativa das médias de rendimentos dos indivíduos adubados e não adubados. Este resultado está de acordo com os estudos feitos por Carvalho *et al.* (2005), concluindo que os tipos de adubação utilizados no experimento não influenciaram no rendimento do óleo essencial de capim-santo.

Segundo Santos & Innecco (2004), a produção de óleo de erva-cidreira também resultou na ausência de diferenças significativas entre os tratamentos de adubação, e com relação as variáveis estudadas (limoneno e carvona) houve influência negativa de produção de carvona e com a ausência da adubação ocorreu maior produção deste componente.

**Tabela 12.** Análise de variância (ANOVA) do rendimento de óleo dos galhos e folhas de rebrotas de pau-rosa (*A. rosaeodora*) do plantio de 3 anos de idade, aos 12 meses, após poda e adubação.

Parte da planta	Fonte de Variação	GL	SQ	MQ	F	P
Galhos	Poda	1	0,01	0,01	0,068	0,797
	Adubação	1	0,042	0,042	0,299	0,592
	Poda x Adubação	1	0,004	0,004	0,028	0,870
	Erro	16	2,265	0,142		
	Total	19				
Folhas	Poda	1	3,579	3,579	28,381	0,0001
	Adubação	1	0,077	0,077	0,610	0,446
	Poda x Adubação	1	2,339	2,339	18,552	0,001
	Erro	16	2,017	0,126		
	Total	19				

Comparando as médias pelo teste de Tukey, verificou-se que, no rendimento de óleo das folhas, não houve diferença entre os tratamentos 1 (poda a 50 % + sem adubação) e 3 (poda a 100 % + sem adubação), assim como o tratamento 3 não diferiu do tratamento 4 (poda a 100 % + adubação). O tratamento 2 (poda a 50 % + adubação) diferiu de todos os outros tratamentos com média inferior (Tabela 13).

**Tabela 13.** Comparação de médias, pelo teste de Tukey, do rendimento de óleo de galhos e folhas das rebrotas de pau-rosa (*Aniba rosaeodora*) do plantio de 3 anos de idade, aos 12 meses.

Tratamento	Volume (mL/Kg)		Rendimento (%)	
	Galhos	Folhas	Galhos	Folhas
T <sub>1</sub>	28,25	41,85	2,30a	3,56a
T <sub>2</sub>	28,70	32,00	2,36a	2,75b
T <sub>3</sub>	29,60	44,15	2,31a	3,72a
T <sub>4</sub>	29,80	48,55	2,43a	4,28c

Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem significativamente a 5 % de probabilidade pelo teste de Tukey.

A produção de óleo obtida das folhas foi superior a produzida pelos galhos, com média de 41,64 mL/Kg e 29,09 mL/Kg, respectivamente. O rendimento médio de óleo das folhas foi de 3,58 %, e dos galhos, 2,35 %.

O tratamento 4 (poda a 100 % + adubação) obteve maior produção de óleo tanto de galhos quanto de folhas, com rendimento médio de 2,43 % e 4,28 %, respectivamente. Seguido do tratamento 3 (poda a 100 % + sem adubação) produzindo média de rendimentos de óleo de galhos de 2,31 %, e de folhas, 3,72 %.

O tratamento 2 (poda a 50 % + adubação) foi o que obteve resultados inferiores de todos os tratamentos estudados, produzindo rendimento de óleo dos galhos de 2,36 %, e das folhas, de 2,75 %.

Os maiores valores obtidos de rendimento de óleo neste estudo foram superiores aos encontrados por Leite *et al.* (2001), estudando folhas e galhos jovens, com rendimentos de 2,4 % e 1,1 %, respectivamente. O mesmo pode ser observado, quando comparado a estudos feitos por Ohashi *et al.* (1997), cuja quantidade de óleo obtida, de folhas adultas de pau-rosa, foi de 2,6 %. Esse aumento na produção de óleo pode ter sido influenciado pelo rigoroso processo de secagem das amostras, pois diminui os teores de umidades das amostras de galhos e folhas analisados, obtendo maior quantidade de óleo no final da extração e evitando a possível perda de constituintes químicos voláteis (Vitti & Brito, 1999; Melo *et al.*, 2004).

Verificou-se que entre os tratamentos com poda a 100 %, o tratamento 3 obteve quantidade de óleo menor do que o tratamento 4. Porém, quando relacionados à quantidade de óleo e a biomassa da rebrota produzidos em cada tratamento, é possível afirmar que o tratamento 3 produziria maior quantidade final de óleo, pois estimulou maior produção de

biomassa da rebrota de galhos e folhas (16 ton/ha). Confirmando que a produção de óleo é diretamente proporcional à biomassa aérea (Maffeis *et al.*, 2000; Sampaio *et al.*, 2005), não havendo necessidade de investimentos em adubação para este plantio a fim de obter maior volume de óleo de pau-rosa no primeiro ano de extração de óleo.

#### 5.4.2. Rendimento do óleo das rebrotas de galhos e folhas do plantio de 5 anos de idade

Através da análise de variância (ANOVA) observou-se que não houve diferença significativa, a 5 % de probabilidade, entre os tratamentos e rendimento de óleo de galhos e de folhas das rebrotas de pau-rosa. Esta ausência de diferença não permitiu afirmar qual tratamento foi melhor quando considerado o rendimento de óleo, sendo possível apenas quando relacionado com a biomassa da rebrota produzidas por estes órgãos vegetais (Tabela 14).

**Tabela 14.** Análise de variância (ANOVA) do rendimento de óleo dos galhos e folhas de rebrotas de pau-rosa (*A. rosaeodora*) do plantio de 3 anos de idade, aos 12 meses, após poda e adubação.

Parte da planta	Fonte de Variação	GL	SQ	MQ	F	P
Galhos	Poda	1	0,972	0,972	4,088	0,060
	Adubação	1	0,071	0,071	0,298	0,593
	Poda x Adubação	1	0,223	0,223	0,936	0,348
	Erro	16	3,806	0,238		
	Total	19				
Folhas	Poda	1	0,652	0,652	1,740	0,206
	Adubação	1	0,214	0,214	0,572	0,460
	Poda x Adubação	1	0,418	0,418	1,115	0,307
	Erro	16	5,992	0,374		
	Total	19				



A média de óleo produzida pelas folhas foi maior que a média produzida pelos galhos, com 38,68 mL/Kg e 26,56 mL/Kg, respectivamente. O rendimento de óleo das folhas foi de 3,37 %, e dos galhos, 2,24 % (Tabela 15). Quando comparados com os resultados do volume e rendimento produzidos pelas folhas e galhos do plantio de 3 anos, verificou-se que foram inferiores para ambos os componentes da árvore analisados, porém as condições de plantio são diferentes em idade e espaçamento.

O tratamento 2 (poda a 50 % + adubação) produziu maior volume de óleo extraído de galhos (30,55 mL/Kg), com rendimento de 2,63 %. O volume médio de óleo de folhas do tratamento 2 foi semelhante ao encontrado no tratamento 1 (poda a 50 % + sem adubação), com médias de 41,20 mL/Kg e 40,55 mL/Kg, e rendimentos médios de 3,59 % e 3,51 %, respectivamente.

**Tabela 15.** Comparação de médias, pelo teste de Tukey, do volume e do rendimento de óleo de galhos e folhas das rebrotas de pau-rosa (*A. rosaeodora*) do plantio de 5 anos de idade, aos 12 meses.

Tratamento	Volume (mL/kg)		Rendimento (%)	
	Galhos	Folhas	Galhos	Folhas
T <sub>1</sub>	26,65	41,20	2,30a	3,59a
T <sub>2</sub>	30,55	40,55	2,63a	3,51a
T <sub>3</sub>	24,85	33,90	2,07a	2,94a
T <sub>4</sub>	24,20	38,95	1,98a	3,43a

Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem significativamente a 5 % de probabilidade pelo teste de Tukey.

O contrário ocorreu nos tratamentos 3 e 4, cujas copas foram podadas a 100 %, e que apresentaram menores rendimentos entre os tratamentos, tanto para o óleo extraído dos galhos (2,07 % e 1,98 %, respectivamente) quanto das folhas (2,94 % e 3,43 %, respectivamente).

Os valores obtidos de rendimento de óleo neste estudo, foram superiores aos encontrados por Freitas *et al.* (2005) e Maia *et al.* (2000), que obtiveram rendimentos de óleo a partir de folhas de pau-rosa de 1,72 % e 1,6 %, respectivamente.

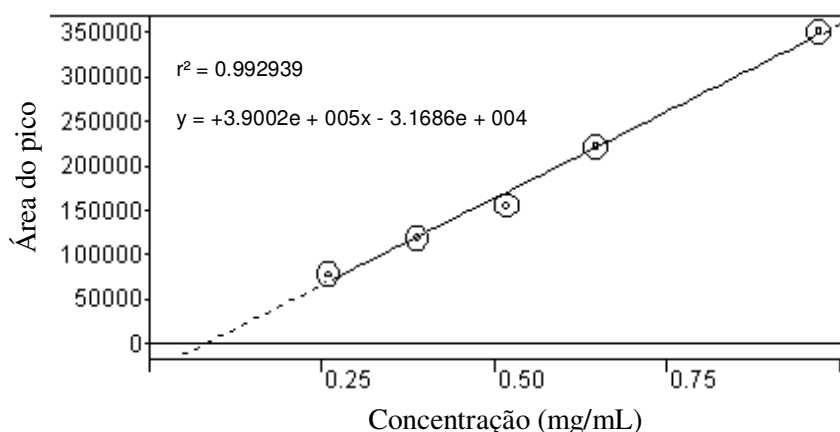
A estação climática, de pouca precipitação, em que foi feita a coleta da biomassa da rebrota de galhos e folhas, pode ser um dos fatores que influenciou no rendimento de óleo de pau-rosa em ambos os plantios. Segundo estudos feitos por Lima *et al.* (2007) com folhas de

pau-rosa, na Amazônia Central, no mesmo período tiveram o rendimento de 2,3 %, enquanto que no período chuvoso o rendimento foi de 2,1 %. Resultados superiores aos encontrados por Cunha (2002), estudando a mesma espécie, cujo rendimento variou entre 1,2 % e 1,6 %.

#### 5.4.3. Quantidade de linalol no óleo das rebrotas de galhos e folhas dos plantios de 3 e 5 anos de idade

As amostras do tratamento 3 (poda a 100 % + sem adubação) foram selecionadas para as análises de quantificação do linalol, devido este tratamento ter obtido maior produção de biomassa da rebrota de galhos e folhas no intervalo de 12 meses após a realização da poda e adubação, com relação aos outros tratamentos, sendo escolhidas as três amostras que tiveram maior rendimento de óleo em cada plantio.

As concentrações de linalol das amostras de óleo essencial extraído das rebrotas de galhos e folhas foram determinadas pela equação da reta gerada na curva analítica (Figura 10), construída pelo método do padrão externo.



**Figura 10.** Curva analítica obtida pelo método do padrão externo para a determinação das concentrações do linalol no óleo essencial extraído de rebrotas de galhos e folhas de pau-rosa (*Aniba rosaeodora*) dos plantios de 3 e 5 anos de idade.

No plantio de 3 anos de idade, o teor de linalol encontrado no óleo das rebrotas dos galhos foi maior, apresentando cerca de 64 % de linalol, enquanto que nas folhas a média do teor de linalol foi de 50 % (Tabela 16).

Resultados semelhantes foram obtidos no óleo extraído das rebrotas dos galhos do plantio de 5 anos de idade, onde o teor médio foi, aproximadamente, 65 %. Quando

comparado com o teor de linalol obtido do óleo das folhas, verificou-se uma diferença de quase 20 % de linalol a menos, com média de 38 % de linalol.

**Tabela 16.** Valores médios do teor de linalol no óleo essencial das rebrotas de galhos e folhas de pau-rosa (*Aniba rosaeodora*), nos plantios de 3 e 5 anos de idade.

	Plantio de 3 anos		Plantio de 5 anos	
	Concentração (mg/mL)	% Linalol	Concentração (mg/mL)	% Linalol
<b>Folhas</b>	0,43	49,78	0,33	38,10
<b>Galhos</b>	0,34	63,83	0,35	65,12

De maneira geral, não se verificou grandes variações no teor de linalol nas diferentes idades analisadas com relação aos teores encontrados nos óleos extraídos das rebrotas de galhos. Entretanto, no óleo das folhas o teor de linalol foi inferior ao dos galhos, principalmente do plantio de 5 anos, onde se observou o menor teor de linalol.

O conteúdo de linalol pode variar de acordo com a variação da estação climática, onde esta redução pode estar associada ao aumento da temperatura. Considerando o período de coleta das amostras de folhas e galhos deste estudo, verificou-se que foi feita no período de menor precipitação (agosto-setembro) no estado do Amazonas, obtendo resultado semelhante ao de Lima *et al.* (2007) encontrando maior teor de linalol no óleo proveniente das folhas de pau-rosa do período chuvoso, com 73,9 % em detrimento do período de menor precipitação (62,6 %).

De acordo com estudos feitos por Freitas *et al.* (2005), o teor de linalol do óleo de folhas jovens foi de 57 %, em plantio a pleno sol, semelhante ao deste estudo, ocorrendo diferença quando o experimento foi realizado sob sombra onde percentual de linalol contido no óleo foi relativamente superior, pois com o aumento da temperatura ocorre maior perda de linalol, por ser um componente muito volátil.

Teores superiores foram encontrados por Chaar (2000), cerca de 78 % de linalol nos galhos finos e 68 % nas folhas, confirmando que os galhos apresentam maior concentração de linalol que as folhas. Enquanto que, em estudos feitos por Ohashi *et al.* (1997) foram observados teores de linalol ainda maiores no óleo extraído de folhas de pau-rosa (73 – 78 %), sendo 10 % a menos que o encontrado no óleo da madeira.

Como pôde ser visto, o teor de linalol variou de acordo com o órgão vegetal da árvore de pau-rosa e a estação climática, onde os galhos apresentam maior percentagem de linalol

que as folhas, porém menores quando comparados com a madeira. No entanto, a partir da extração de óleo dos galhos e folhas consegue-se maior volume e rendimento de óleo, e, por conseguinte, mais massa de linalol (Chaar, 2000).

## 6. CONCLUSÃO

- A maior produção de biomassa total da copa de árvores de pau-rosa (*Aniba rosaeodora*) foi obtida no plantio de 5 anos de idade, com espaçamento de 3 m x 4 m, quando comparada com a obtida no plantio de 3 anos, com espaçamento de 1,5 m x 2 m.
- O plantio de 3 anos produziu maior quantidade de biomassa das rebrotas, do que a produção obtida com a poda no início do experimento, em apenas 12 meses após aplicação da poda e adubação. O plantio de 5 anos produziu quantidade inferior de biomassa da rebrota com relação à biomassa obtida no início do experimento.
- As plantas cujas copas foram podadas a 100 % tiveram melhor resposta na produção de biomassa das rebrotas de galhos e folhas, em ambos os plantios, quando comparados com as plantas podadas a 50 %.
- A adubação não foi o fator determinante na produção de biomassa das rebrotas de galhos e folhas de pau-rosa (*A. rosaeodora*), nos plantios de 3 e 5 anos de idade, no intervalo de tempo de 12 meses. Não sendo necessários custos adicionais com a adubação dos plantios para obter quantidade de biomassa da rebrota satisfatória neste curto período de tempo.
- A quantidade de óleo produzida foi maior no plantio de 3 anos idade, pois quando relacionada com a quantidade de biomassa produzida, este plantio produziu maior quantidade final de óleo, demonstrando que a produtividade de óleo é diretamente proporcional à biomassa aérea.
- Em ambos os plantios, o rendimento de óleo extraído das rebrotas de folhas foi superior aos do óleo das rebrotas de galhos. No entanto, o óleo das rebrotas de galhos apresentou maior teor de linalol que o óleo das folhas.

- O conteúdo de óleo essencial nas folhas e galhos finos mostrou que é mais rentável a extração de óleo destes órgãos da planta do que os obtidos da madeira. Além de evitar a extinção da espécie, proporciona maior produção, principalmente, se for adotado o sistema de podas periódicas, pois através desta técnica silvicultural a planta produz rebrotas mais vigorosas, em maior volume de biomassa e em menor escala de tempo, trazendo retorno financeiro mais rápido e valorizando mais o produto por ter um processo produtivo menos prejudicial ao meio ambiente.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alencar, J.C.; Fernandes, N. P. 1978. Desenvolvimento de árvores nativas em ensaios de espécies, Pau-rosa (*Aniba duckei* Kosterm.). *Acta Amazonica*, 8(4): 523-541.
- Andrade, A.M.; Gomes, S.S. 2000. Influência de alguns fatores não genéticos sobre o teor de óleo essencial em folhas de *Eucalyptus citriodora* Hook. *Floresta e Ambiente*, 7(1): 181-189.
- Araújo, V.C.de; Corrêa, G.C.; Maia, J.G.S.; Silva, M.L.da; Gottlieb, O.R.; Marx, M.C.; Magalhães, M.T. 1971. Óleos essenciais da Amazônia contendo linalol. *Acta Amazonica*, 1 (3): 45-47.
- Araújo, M.H.T.; Sampaio, P.T.B.; Vieira, G.; Spironello, W.; Useche, F. L.; Bruno, F.M.S. 2005. Sobrevivência e crescimento de plantas de pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke) em clareiras artificiais abertas em capoeiras. In *VI Simpósio Nacional e Congresso Latino-americano sobre Recuperação de Áreas Degradadas – SINRAD*, Curitiba, PR.
- Balloni, E.A.; Silva, A.P. 1978. Condução de touças de *Eucalyptus*: resultados preliminares. In: Barros, N.F.; Teixeira, P.C.; Teixeira, J.L. 1997. Nutrição e produtividade de povoamentos de eucalipto manejados por talhadia. *Ser. Téc. IPEF*, 30 (11): 79-88.
- Balloni, E.A.; Simões, J.W. 1980. Influência do espaçamento de plantio na produtividade das florestas de *Eucalyptus*. *Ser. Téc. IPEF*, 1 (3): 1-16.
- Barbosa, A.P.; Azevedo, I.M.G.; Lopes, R.B.C; Carneiro, N.B.M. 2007. Plantios de pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke) e a produção de óleo a partir de mudas plantadas. In: *IV Simpósio Brasileiro de Óleos Essenciais*, Fortaleza, Ce, PADETEC.
- Barros, N.F.; Teixeira, P.C.; Teixeira, J.L. 1997. Nutrição e produtividade de povoamentos de eucalipto manejados por talhadia. *Sér. Téc. IPEF*, 30 (11): 79-88.

- Bellote, A.F.J.; Ferreira, C.A. 1993. Nutrientes minerais e crescimento de árvores adubadas de *Eucalyptus grandis*, na região do cerrado, no estado de São Paulo. Colombo, *Bol. Pesq. Fl.*, 26/27: 17-28.
- Bellote, A.F.J.; Silva, H.D.da. 2003. *Cultivo do Eucalipto*. Sistema de Produção, 4. Disponível em: < [http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Eucalipto/CultivodoEucalipto/05\\_03\\_adubacao\\_e\\_calagem.htm](http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Eucalipto/CultivodoEucalipto/05_03_adubacao_e_calagem.htm)>. Acessado em: 08 mai. 2007.
- Bernardo, A.L. 1995. *Crescimento e eficiência nutricional de Eucalyptus spp. sob diferentes espaçamentos na região de cerrado de Minas Gerais*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 102 p.
- Botelho, S.A.; Davide, A.C.; Faria, J.M.R. 1996. Desenvolvimento inicial de seis espécies florestais nativas em dois sítios, na região sul de Minas Gerais. *Revista Cerne*, 2(1): 4-13.
- Caldeira, M.V.W.; Schumacher, M.V.; Tedesco, N.; Santos, E.M.dos. 2000. Ciclagem de nutrientes em *Acacia mearnsii* DE WILD. V. *Ciência Rural*, 30 (6): 977-982.
- Caldeira, M.V.W.; Rondon Neto, R.M.; Schumacher, M.V. 2003. Conteúdo e exportação de micronutrientes em acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild.) procedência Batemans Bay (Austrália). *Revista Árvore*, 27 (1): 9-14.
- Carvalho, C.M.de; Cosa, C.P.de M.; Sousa, J.dos S.; Silva, R.H.D.da; Oliveira, C.L.; Paixão, F.J.R.da. 2005. Rendimento da produção de óleo essencial de capim-santo submetido a diferentes tipos de adubação. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, 5 (2).
- Castro, O.M. 1995. Cultivo mínimo e propriedades físicas do solo. In: *Anais do 1º Seminário sobre Cultivo Mínimo do Solo em Florestas*. Curitiba, Paraná. p.34-42.
- Castro, S.W.V.de; Farias Neto, J.T.de; Cavalcante, E.da S. 1998. Efeito do espaçamento na produtividade de biomassa de taxi-branco (*Sclerolobium paniculatum* Vogel). *Acta Amazonica*, 28 (2): 141-146.



- Castro, N.E.A.; Carvalho, G.J.; Cardoso, M.G.; Pimentel, F.A.; Correa, R.M.; Guimarães, L.G.L. 2008. Avaliação de rendimento e dos constituintes químicos do óleo essencial de folhas de *Eucalyptus citriodora* Hook. colhidas em diferentes épocas do ano em municípios de Minas Gerais. *Rev. Bras. Pl. Med.*, 10(1): 70-75.
- Chaar, J.da S. 2000. *Estudos analíticos e modificação química por acetilação do linalol contido no óleo essencial da espécie Aniba duckei* Kosterm. Tese de doutorado, Universidade de São Paulo, Instituto de Química de São Carlos, São Carlos, São Paulo. 125 p.
- Chalchat, J.C.; Kundakovic, T.; Gorunovic, M.S. 2001. Essential oil the leaves of *Eucalyptus camaldulensis* Dehn., Myrtaceae from Jerusalem. In: Castro, N.E.A.; Carvalho, G.J.; Cardoso, M.G.; Pimentel, F.A.; Correa, R.M.; Guimarães, L.G.L. 2008. Avaliação de rendimento e dos constituintes químicos do óleo essencial de folhas de *Eucalyptus citriodora* Hook. colhidas em diferentes épocas do ano em municípios de Minas Gerais. *Rev. Bras. Pl. Med.*, 10 (1): 70-75.
- City Brazil. 2007. *Maués*. Disponível em: <<http://www.citybrazil.com.br/am/maues/geral.htm>>. Acessado em: 12 mar. 2007.
- Cravo, M.S.; Smyth, T.J. 1991. Sistemas de cultivo com altos insumos na Amazônia brasileira. In: Smyth, T.J.; Raun, W.R.; Bertsch, F. *Manejo de Suelos tropicales en latinoamerica*. Raleigh: North Carolina State University. p. 144-156.
- Cunha, L.N. 2002. *Influência sazonal no teor de linalol da espécie Aniba duckei* Kosterm. *plantadas em ambiente natural*. Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Amazonas, Manaus.
- Embrapa – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 1999. *Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes*. Embrapa Solos. Rio de Janeiro, RJ.
- Farias, J.M.R.; Davide, A.C.; Botelho, S.A. 1997. Comportamento de espécies florestais em área degradada, com duas adubações de plantio. *Revista Cerne*, 3 (1): 1-20.

- Ferraz, J.B.S.; Higuchi, N.; Santos, J.dos; Biot, Y.; Marques, F.; Baker, K.; Baker, R.; Hunter, I.; Proctor, J. 1997. *Distribuição de nutrientes nas árvores e exportação de nutrientes pela exploração seletiva de madeira*. Relatório Final - Projeto Bionte. MCT-INPA- DFID. p. 133-149.
- Figueiredo, E.O. 2001. Recomendações para a poda em reflorestamentos de sumaúma. *Instruções Técnicas*, Embrapa-AC, (36): 1-2.
- Freitas, M.S.de; Santos, A.T.C.dos; Barbosa, A.P.; Chaar, J.da S. 2005. Produção de óleo de pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke) a partir de mudas plantadas. *In: II Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel*, UFLA, Varginha, Minas Gerais. p. 433-438.
- Gonçalves, J.L.M. 1995. Recomendações de adubação para *Eucalyptus*, *Pinus* e espécies típicas da Mata Atlântica. *Documentos Florestais*, 15: 1-23.
- Green, M. 2004. *Avaliação nutricional e fatores de sítio do solo em plantios de pau-de-balsa (Ochroma pyramidale Cav. ex Lamb.) Urb) e andiroba (Carapa guianensis Aubl.) sobre áreas degradadas na Amazônia Central*. Dissertação de mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Universidade Federal do Amazonas, Manaus. 132p.
- Higa, R.C.V.; Sturion, J.A. 2000. Efeito do espaçamento na capacidade de brotação de *Eucalyptus viminalis*. Colombo, *Bol. Pesq. Fl.*, 40: 77-83.
- Higuchi, N.; Santos, J. dos; Ribeiro, R.J.; Minette, L.; Biot, Y. 1998. Biomassa da parte aérea da vegetação da floresta tropical úmida de terra firme da Amazônia brasileira. *Acta Amazônica*, 28 (2): 153-166.
- Kageyama, P.Y.; Freixêdas, V.M.; Geres, W.L.A.; Dias, J.H.P.; Borges, A.S. 1992. Consórcio de espécies nativas de diferentes grupos sucessionais em Teodoro Sampaio, SP. *In: Botelho, S.A.; Davide, A.C.; Faria, J.M.R.* 1996. Desenvolvimento inicial de seis espécies florestais nativas em dois sítios, na região sul de Minas Gerais. *Revista Cerne*, 2(1): 4-13.

- Kubitzki, K.; Renner, S. 1982. Lauraceae (*Aniba*). *Flora Neotropica, Monograph 31*. New York Botanic Garden, New York.
- Leite, A.M.C.; Quisen, R.C.; Sampaio, P.T.B. 2001. Pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke) Lauraceae): informações sobre o sistema de plantio e o manejo sustentável da espécie. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, *Documentos 13*. 20 p.
- Lima, R.B.S.; Atroch, E.M.A.C.; Gonçalves, J.F.de C.; Pohlit, A.M.; Chaar, J.da S.; Rocha, D.; Nogueira, K.L. 2007. *Variação no rendimento de óleos voláteis em folhas de árvores de pau-rosa em dois períodos distintos de precipitação, na Amazônia Central*. Livro de resumos da 30ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química, Águas de Lindóia, São Paulo.
- Maffeis, A.R.; Silveira, R.L.V.A.; Brito, J.O. 2000. Reflexos das deficiências de macronutrientes e boro no crescimento de plantas, produção e qualidade de óleo essencial em *Eucalyptus citriodora*. *Scientia Florestalis*, 57: 87-98.
- Magalhães, L.M.S.; Alencar, J.C. 1979. Fenologia do pau-rosa (*Aniba duckei* Kosterm.), Lauraceae, em floresta primária na Amazônia Central. *Acta Amazonica*, 9(4): 23-35.
- Magalhães, L.M.S.; Blum, W.E.H. 1999. Concentração e distribuição de nutrientes nas folhas de espécies florestais na Amazônia Ocidental. *Floresta e Ambiente*, 6(1): 127-137.
- Maia, J.G.S.; Zoghbi, M.das G.B.; Andrade, E.H.de A. 2000. *Plantas aromáticas na Amazônia e seus óleos essenciais*. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi. p. 55.
- Malavolta, E. 1992. *ABC da análise de solos e folhas: amostragem interpretação e sugestões de adubação*. São Paulo: Agronômica Ceres. p. 85-98.
- Malavolta, E.; Vitti, G.C.; Oliveira, S.A. de. 1997. *Avaliação do estado nutricional das plantas*. Piracicaba: POTAFOS. 319p.

- Marques, A.S.J.; Varela, V.P.; Melo, Z.L.O. 1999. Influência da cobertura e do sombreamento do canteiro na germinação e desenvolvimento inicial de plântulas de pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke). *Acta Amazonica*, 29(2): 303-312.
- May, P.H.; Barata, L.E.S. 2004. Rosewood exploitation in the Brazilian Amazon: options for sustainable production. *Economic Botany*, 58 (2): 257-265.
- Melo, E.de C.; Radünz, L.L.; Melo, R.C.de A. 2004. Influência do processo de secagem na qualidade de plantas medicinais – Revisão. *Engenharia na Agricultura*, 12 (4): 307-315.
- Morais, A.A.de; Rezende, C.M.A.de M.; Bulow, M.V. von; Mourão, J.C.; Gottlieb, O.R.; Marx, M.C.; Rocha, A.I.; Magalhães, M.T. 1972. Óleos essenciais de espécies do gênero *Aniba*. *Acta Amazonica*, 2 (1): 41-44.
- Moraes Neto, S.P.de; Gonçalves, J.L.de M.; Arthur Júnior, J.C.; Ducatti, F.; Aguirre Júnior, J.H. 2003. Fertilização de mudas de espécies arbóreas nativas e exóticas. *Revista Árvore*, 27 (2): 129-137.
- Murbach, M.R.; Boaretto, A.E.; Muraoka, T.; Silveira, R.I.; Boaretto, R.M. 1999. Adubação NPK e produção de borracha seca pela seringueira (*Hevea brasiliensis*). *Scientia Agrícola*, 56(1): 71-76.
- Ohashi, S.T.; Rosa, L. S.; Santana, J. A. 1997. Brazilian rosewood oil: sustainable production and oil quality management. *Perfumer & Flavorist*, 22: 1-5.
- Ohashi, S.T.; Rosa, L.dos S. 2004. Pau-rosa – *Aniba rosaeodora* Ducke. *Informativo Técnico Rede de Sementes da Amazônia* (4). 2 p.
- Ohashi, S.T.; Rosa, L.dos S.; Mekdece, F.S. 2004. Influência do diâmetro e da altura de corte das cepas na brotação de pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke). *Rev. Ciênc. Agrár.*, 41: 137-144.

- Oliveira, E.C.P.; Lameira, O.A.; Zoghbi, M.G.B. 2006. Identificação da época de coleta do óleo-resina de copaíba (*Copaifera* spp.) no município de Mojú, PA. *Rev. Bras. Pl. Med.*, 8 (3): 14-23.
- Paiva, H.N.; Jacovine, L.A.G.; Rebeiro, G.T. 2001. Cultivo de eucalipto em propriedades rurais. *In: Rondon, E.V. 2006. Estudo de biomassa de *Tectona grandis* L.f. sob diferentes espaçamentos no Estado de Mato Grosso. Revista *Árvore*, 30 (3): 337-341.*
- Peres, L.E.P. 2002. *Nutrição mineral de plantas*. Sociedade Brasileira de Fisiologia Vegetal (Material didático), Universidade Federal de Pelotas, Rio Grande do Sul. 30 p.
- Piva, H.L. 2006. Plantio florestal: oportunidade para um futuro sustentável. *Informativo da Associação Brasileira de Celulose e Papel*, 13 (609). 1p.
- Poggiani, F.; Stape, J.L.; Gonçalves, J.L.de M. 1998. Indicadores de sustentabilidade das plantações florestais. *Sér. Téc. IPEF*, 12 (31): 33-44.
- Raoul, W. 1985. *Contribuição para o estudo do óleo essencial de pau-rosa do Brasil*. Ministério do Trabalho, Indústria e Comércio, Instituto Nacional de Tecnologia, Rio de Janeiro. 33 p.
- Raven, P.H.; Evert, R.F.; Eichhorn, S.E. 2001. *Biologia vegetal*. 6ª edição. 906 p.
- Reis, G.G.; Reis, M.G.F. 1997. Fisiologia da brotação de eucalipto, com ênfase nas suas relações hídricas. *Sér. Téc. IPEF*, 11(30): 9-22.
- Rezende, G.C.; Suiter Filho, W. & Mendes, C.J. 1980. Regeneração dos maciços florestais da Cia. Agrícola e Florestal Santa Bárbara. *In: Barros, N. F.; Teixeira, P. C.; Teixeira, J. L. 1997. Nutrição e produtividade de povoamentos de eucalipto manejados por talhadia. Sér. Téc. IPEF*, 30 (11): 79-88.
- Ribeiro, J.E.L.S.; Hopkins, M.J.G.; Vincentini, A.; Sothers, C.A.; Costa, M.A.S.; Brito, J.M.; Souza, M.A.D.; Martins, L.H.; Lohmann, L.G.; Assunção, P.A.C.L.; Pereira, E.C.; Silva, C.F.; Mesquita, M.R.; Procópio, L.C. 1999. *Flora da reserva Ducke: guia de*

*identificação de plantas vasculares de uma floresta de terra-firme na Amazônia Central.*  
Manaus, INPA. 816p.

Roque, C.G.; Prado, R.de M.; Natale, W.; Beutler, A.N.; Centurion, J.F. 2004. Estado nutricional e produtividade da seringueira em solo com calcário aplicado superficialmente. *Pesq. Agropec. Bras.*, 39(5): 485-490.

Rondon, E.V. 2002. Produção de biomassa e crescimento de árvores de *Schizolobium amazonicum* (Huber) Ducke sob diferentes espaçamentos na região de mata. *Revista Árvore*, 26 (5): 573-576.

Rondon, E.V. 2006. Estudo de biomassa de *Tectona grandis* L.f. sob diferentes espaçamentos no Estado de Mato Grosso. *Revista Árvore*, 30 (3): 337-341.

Sampaio, P.T.B.; Vieira, G.; Gomes, L.A.; Leite, A.; Quisen, R. 2000. *Regeneração natural como propágulos para produção de mudas de pau-rosa (Aniba rosaeodora Ducke) em viveiro.* Livro de resumo do 6º Congresso e Exposição Internacional sobre Florestas (FOREST 2000). Porto Seguro, Bahia, p. 177-180.

Sampaio, P.T.B.; Ferraz, I.D.K.; Camargo, J.L.C. 2003. Pau-rosa - *Aniba rosaeodora* Ducke – Lauraceae. *Manual de sementes da Amazônia* (3). 7 p.

Sampaio, P.T.B.; Barbosa, A.P.; Vieira, G.; Spironello, W.R.; Bruno, F.M.S. 2005. Biomassa da rebrota de copas de pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke) em plantios sob sombra parcial em floresta primária. *Acta Amazonica*, 35 (4): 491-494.

Sampaio, P.T.B.; Santos, M.C.dos; Vieira, G.; Spironello, W.; Useche, F.L.; Bruno, F.M.S. 2007. Avaliação rebrota da copa das árvores de pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke) em sistema de podas sucessivas. *Acta Amazonica*, 37 (1): 55-60.

Santos, M.R.A.; Innecco, R. 2004. Adubação orgânica e altura de corte da erva-cidreira brasileira. *Hortic. bras.*, 22 (2): 182-185.

- Schumacher, M.V.; Caldeira, M.V.W. 2001. Estimativa da biomassa e do conteúdo de nutrientes de um povoamento de *Eucalyptus globulus* (Labillardière) subsp. *Maidenii*. *Ciência Florestal*, 1 (11): 45-53.
- SDS – Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. 2006. Notícias: Semana do Meio Ambiente. Disponível em: <<http://www.sds.am.gov.br/noticia.php?xcod=2255>>. Acessado em: 21 mar. 2007.
- Silva, P.H.M.da. 2005. A importância da adubação no plantio florestal. Disponível em: <[http://www.ipef.br/silvicultura/importancia\\_adubacao.asp](http://www.ipef.br/silvicultura/importancia_adubacao.asp)>. Acessado em: 19 out. 2006.
- Simão, S. 1998. *Tratado de fruticultura*. Piracicaba: FEALQ. São Paulo. 760 p.
- Souza, P.A.de; Venturin, N.; Macedo, R.L.G.de; Alvarenga, M.I.N.; Silva, V.F.da. 2001. Estabelecimento de espécies arbóreas em recuperação de áreas degradadas pela extração de areia. *Revista Cerne*, 7(2): 43-52.
- Terezo, E. 1972. O extrativismo do pau-rosa (*Aniba duckei* Kosterm. – *A. rosaeodora* Ducke): aspectos silviculturais e econômicos. SUDAM, Belém, Pará. *Documentos da Amazônia*, 3 (1/4): 5-55.
- Thibau, C.E. 2000. *Produção sustentada em florestas: Conceitos e tecnologias, biomassa energética, pesquisas e constatações*. Belo Horizonte. 509 p.
- Useche, F.L. 2003. *Estabelecimento e desenvolvimento inicial de plântulas de Aniba rosaeodora Ducke em clareiras artificiais*. Dissertação de mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Universidade Federal Rural da Amazônia, Manaus. 66 p.
- Vieira, A.N. 1970. Aspectos silviculturais do pau-rosa (*Aniba duckei* Kosterm.) I – Estudos preliminares sobre o incremento volumétrico. *In*: Alencar, J. C.; Fernandes, N. P. 1978. Desenvolvimento de árvores nativas em ensaios de espécies, Pau-rosa (*Aniba duckei* Kosterm.). *Acta Amazonica*, 8(4): 523-541.

Vitti, A.M.S.; Brito, J.O. 1999. Produção de óleo essencial de eucalipto. *IPEF Notícias* 23 (146):11. ESALQ/USP. São Paulo, Piracicaba.

Vitti, A.M.S.; Brito, J.O. 2003. Óleo essencial de eucalipto. *Documentos Florestais* 17: 1-26, ESALQ/USP. São Paulo, Piracicaba.



## **APÊNDICE**

**Apêndice 1.** Matriz de correlação de Pearson entre as variáveis dendrométricas, biomassa da copa, biomassa da rebrota e os nutrientes das folhas de pau-rosa (*Aniba rosaeodora*), no plantio de 3 anos de idade.

	HT	DAC	DC	B	BR	Ca	Mg	P	K	Fe	Zn
<b>DAC</b>	0,502 (0,063)										
<b>DC</b>	0,531 (0,028)	0,500 (0,067)									
<b>B</b>	0,256 (1,000)	0,752 (0,000)	0,401 (0,677)								
<b>BR</b>	-0,038 (1,000)	0,316 (1,000)	0,319 (1,000)	0,613 (0,002)							
<b>Ca</b>	0,000 (1,000)	-0,225 (1,000)	-0,083 (1,000)	0,234 (1,000)	-0,285 (1,000)						
<b>Mg</b>	0,075 (1,000)	-0,024 (1,000)	-0,121 (1,000)	0,096 (1,000)	-0,155 (1,000)	0,801 (0,0001)					
<b>P</b>	-0,255 (1,000)	-0,289 (1,000)	-0,162 (1,000)	0,241 (1,000)	-0,193 (1,000)	-0,115 (1,000)	-0,320 (1,000)				
<b>K</b>	0,213 (1,000)	0,210 (1,000)	0,207 (1,000)	0,135 (1,000)	-0,088 (1,000)	0,540 (0,021)	0,461 (0,183)	-0,118 (1,000)			
<b>Fe</b>	-0,175 (1,000)	-0,103 (1,000)	-0,021 (1,000)	0,112 (1,000)	0,187 (1,000)	-0,360 (1,000)	-0,439 (0,305)	0,282 (1,000)	-0,115 (1,000)		
<b>Zn</b>	0,128 (1,000)	0,035 (1,000)	0,190 (1,000)	0,093 (1,000)	-0,052 (1,000)	0,040 (1,000)	-0,059 (1,000)	0,166 (1,000)	0,016 (1,000)	0,238 (1,000)	
<b>Mn</b>	-0,180 (1,000)	-0,136 (1,000)	0,050 (1,000)	0,093 (1,000)	0,146 (1,000)	0,195 (1,000)	0,225 (1,000)	-0,153 (1,000)	0,011 (1,000)	0,080 (1,000)	0,319 (1,000)

B = Biomassa da copa; BR = Biomassa da rebrota; Ca = Cálcio; DAC = Diâmetro à altura do colo; DC = Diâmetro da copa; Fe = Ferro; HT = Altura total; K = Potássio; Mg = Magnésio; P = Fósforo; Zn = Zinco. O valor entre parênteses corresponde a probabilidade.

**Apêndice 2.** Matriz de correlação de Pearson entre as variáveis dendrométricas, biomassa da copa, biomassa da rebrota e os nutrientes das folhas de pau-rosa (*Aniba rosaeodora*), no plantio de 5 anos de idade.

	HT	DAP	DC	B	BR	Ca	Mg	P	K	Fe	Zn
<b>DAP</b>	0,485 (0,099)										
<b>DC</b>	0,325 (1,000)	0,585 (0,005)									
<b>B</b>	0,169 (1,000)	0,335 (1,000)	0,295 (1,000)								
<b>BR</b>	0,215 (1,000)	0,434 (0,340)	0,525 (0,034)	0,618 (0,001)							
<b>Ca</b>	0,236 (1,000)	0,183 (1,000)	0,327 (1,000)	-0,064 (1,000)	-0,158 (1,000)						
<b>Mg</b>	0,335 (1,000)	0,186 (1,000)	0,373 (1,000)	-0,034 (1,000)	-0,064 (1,000)	0,865 (1,000)					
<b>P</b>	-0,246 (1,000)	-0,112 (1,000)	-0,078 (1,000)	-0,031 (1,000)	0,094 (1,000)	-0,268 (1,000)	-0,186 (1,000)				
<b>K</b>	-0,156 (1,000)	0,100 (1,000)	0,102 (1,000)	0,215 (1,000)	0,124 (1,000)	0,264 (1,000)	0,172 (1,000)	0,001 (1,000)			
<b>Fe</b>	-0,186 (1,000)	-0,249 (1,000)	-0,248 (1,000)	-0,112 (1,000)	0,005 (1,000)	-0,104 (1,000)	-0,103 (1,000)	0,123 (1,000)	-0,055 (1,000)		
<b>Zn</b>	-0,086 (1,000)	0,021 (1,000)	-0,064 (1,000)	0,206 (1,000)	0,115 (1,000)	-0,141 (1,000)	-0,001 (1,000)	0,162 (1,000)	0,172 (1,000)	0,161 (1,000)	
<b>Mn</b>	-0,074 (1,000)	-0,066 (1,000)	-0,037 (1,000)	-0,101 (1,000)	-0,107 (1,000)	0,042 (1,000)	0,078 (1,000)	-0,045 (1,000)	-0,214 (1,000)	0,470 (0,146)	0,474 (0,131)

B = Biomassa da copa; BR = Biomassa da rebrota; Ca = Cálcio; DAP = Diâmetro à altura do peito; DC = Diâmetro da copa; Fe = Ferro; HT = Altura total; K = Potássio; Mg = Magnésio; P = Fósforo; Zn = Zinco. O valor entre parênteses corresponde a probabilidade.

**Apêndice 3.** Matriz de correlação de Pearson entre as variáveis dendrométricas, biomassa da copa, biomassa da rebrota e os nutrientes dos galhos de pau-rosa (*Aniba rosaeodora*), no plantio de 3 anos de idade.

	<b>HT</b>	<b>DAC</b>	<b>DC</b>	<b>B</b>	<b>BR</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>	<b>P</b>	<b>K</b>	<b>Fe</b>	<b>Zn</b>
<b>DAC</b>	0,502 (0,063)										
<b>DC</b>	0,531 (0,028)	0,500 (0,067)									
<b>B</b>	0,256 (1,000)	0,752 (0,000)	0,401 (0,677)								
<b>BR</b>	-0,038 (1,000)	0,316 (1,000)	0,319 (1,000)	0,613 (0,002)							
<b>Ca</b>	0,181 (1,000)	-0,156 (1,000)	0,091 (1,000)	-0,080 (1,000)	-0,205 (1,000)						
<b>Mg</b>	0,142 (1,000)	-0,267 (1,000)	0,007 (1,000)	-0,222 (1,000)	-0,071 (1,000)	0,734 (0,0001)					
<b>P</b>	0,211 (1,000)	-0,064 (1,000)	-0,081 (1,000)	-0,202 (1,000)	-0,323 (1,000)	0,624 (0,001)	0,618 (0,001)				
<b>K</b>	0,25 (1,000)	0,16 (1,000)	0,345 (1,000)	-0,029 (1,000)	-0,007 (1,000)	0,285 (1,000)	0,113 (1,000)	0,166 (1,000)			
<b>Fe</b>	0,12 (1,000)	0,087 (1,000)	-0,008 (1,000)	0,043 (1,000)	-0,075 (1,000)	0,529 (0,029)	0,443 (0,279)	0,546 (0,018)	0,283 (1,000)		
<b>Zn</b>	0,158 (1,000)	-0,14 (1,000)	0,078 (1,000)	-0,010 (1,000)	0,082 (1,000)	0,675 (0,0001)	0,696 (0,0001)	0,498 (0,071)	0,204 (1,000)	0,435 (0,334)	
<b>Mn</b>	-0,018 (1,000)	0,107 (1,000)	0,168 (1,000)	0,328 (1,000)	0,380 (1,000)	0,217 (1,000)	0,379 (1,000)	0,033 (1,000)	0,082 (1,000)	0,392 (0,816)	0,432 (0,352)

B = Biomassa da copa; BR = Biomassa da rebrota; Ca = Cálcio; DAC = Diâmetro à altura do colo; DC = Diâmetro da copa; Fe = Ferro; HT = Altura total; K = Potássio; Mg = Magnésio; P = Fósforo; Zn = Zinco. O valor entre parênteses corresponde a probabilidade.

**Apêndice 4.** Matriz de correlação de Pearson entre as variáveis dendrométricas, biomassa da copa, biomassa da rebrota e os nutrientes dos galhos de pau-rosa (*Aniba rosaeodora*), no plantio de 5 anos de idade.

	HT	DAP	DC	B	BR	Ca	Mg	P	K	Fe	Zn
<b>DAP</b>	0,485 (0,099)										
<b>DC</b>	0,325 (1,000)	0,585 (0,005)									
<b>B</b>	0,169 (1,000)	0,335 (1,000)	0,295 (1,000)								
<b>BR</b>	0,215 (1,000)	0,434 (0,340)	0,525 (0,034)	0,618 (0,001)							
<b>Ca</b>	0,120 (1,000)	0,227 (1,000)	0,264 (1,000)	-0,289 (1,000)	0,050 (1,000)						
<b>Mg</b>	-0,015 (1,000)	0,205 (1,000)	0,066 (1,000)	0,022 (1,000)	0,248 (1,000)	0,487 (0,096)					
<b>P</b>	-0,103 (1,000)	0,227 (1,000)	-0,047 (1,000)	0,255 (1,000)	0,235 (1,000)	0,010 (1,000)	0,476 (0,125)				
<b>K</b>	0,027 (1,000)	0,252 (1,000)	0,203 (1,000)	0,299 (1,000)	0,369 (1,000)	-0,150 (1,000)	0,047 (1,000)	0,263 (1,000)			
<b>Fe</b>	-0,066 (1,000)	-0,113 (1,000)	-0,172 (1,000)	-0,080 (1,000)	0,063 (1,000)	0,367 (1,000)	0,340 (1,000)	0,007 (1,000)	0,001 (1,000)		
<b>Zn</b>	-0,105 (1,000)	-0,164 (1,000)	-0,092 (1,000)	-0,175 (1,000)	-0,054 (1,000)	0,400 (0,691)	0,388 (0,890)	0,144 (1,000)	-0,178 (1,000)	0,250 (1,000)	
<b>Mn</b>	-0,049 (1,000)	0,008 (1,000)	-0,148 (1,000)	-0,274 (1,000)	-0,103 (1,000)	0,533 (0,026)	0,336 (1,000)	0,181 (1,000)	-0,181 (1,000)	0,198 (1,000)	0,426 (0,408)

B = Biomassa da copa; BR = Biomassa da rebrota; Ca = Cálcio; DAP = Diâmetro à altura do peito; DC = Diâmetro da copa; Fe = Ferro; HT = Altura total; K = Potássio; Mg = Magnésio; P = Fósforo; Zn = Zinco. O valor entre parênteses corresponde a probabilidade.

**Apêndice 5.** Comparação das médias pelo teste de Tukey entre os tratamentos e a biomassa da rebrota de galhos e folhas de pau-rosa (*Aniba rosaeodora*), no plantio de 3 anos de idade, com suas respectivas probabilidades entre parênteses.

Tratamento	1	2	3
<b>2</b>	0,355 (0,922)		
<b>3</b>	4,350 (0,0001)	3,994 (0,0001)	
<b>4</b>	3,180 (0,0001)	2,824 (0,0001)	-1,170 (0,181)

**Apêndice 6.** Comparação das médias pelo teste de Tukey entre os tratamentos e a biomassa da rebrota de galhos e folhas de pau-rosa (*Aniba rosaeodora*), no plantio de 5 anos de idade, com suas respectivas probabilidades entre parênteses.

<b>Tratamento</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	0,213 (1,000)		
<b>3</b>	13,568 (0,0001)	13,355 (0,0001)	
<b>4</b>	14,833 (0,0001)	14,620 (0,0001)	1,265 (0,934)

**Apêndice 7.** Matriz de correlação entre as variáveis dendrométricas, a biomassa e os parâmetros da rebrota de árvores de pau-rosa (*Aniba rosaeodora*), no plantio de 3 anos de idade.

	<b>HT</b>	<b>DAC</b>	<b>DC</b>	<b>B</b>	<b>BR</b>	<b>NR1</b>	<b>CR1</b>
<b>DAC</b>	0,502 (0,087)						
<b>DC</b>	0,531 (0,038)	0,500 (0,092)					
<b>B</b>	0,256 (1,000)	0,752 (0,0001)	0,401 (0,934)				
<b>BR</b>	-0,038 (1,000)	0,316 (1,000)	0,319 (1,000)	0,613 (0,002)			
<b>NR1</b>	0,017 (1,000)	0,523 (0,049)	0,362 (1,000)	0,642 (0,001)	0,764 (0,0001)		
<b>CR1</b>	-0,089 (1,000)	0,150 (1,000)	-0,075 (1,000)	0,394 (1,000)	0,460 (0,255)	0,415 (0,706)	
<b>DR1</b>	-0,246 (1,000)	0,199 (1,000)	0,067 (1,000)	0,386 (1,000)	0,542 (0,028)	0,507 (0,078)	0,571 (0,011)

B = Biomassa da copa; BR = Biomassa da rebrota; CR1 = Comprimento da rebrota com 1 ano; DAC = Diâmetro à altura do colo; DC = Diâmetro da copa; DR1 = Diâmetro da rebrota com 1 ano; HT = Altura total; NR1 = Número de rebrotas por árvore com 1 ano; T = Tratamento. O valor entre parênteses corresponde a probabilidade.

**Apêndice 8.** Matriz de correlação entre as variáveis dendrométricas, a biomassa da rebrota e os parâmetros da rebrota de árvores de pau-rosa (*Aniba rosaeodora*), no plantio de 5 anos de idade.

	<b>HT</b>	<b>DAP</b>	<b>DC</b>	<b>B</b>	<b>BR</b>	<b>NR1</b>	<b>CR1</b>
<b>DAP</b>	0,485 (0,082)						
<b>DC</b>	0,325 (1,000)	0,585 (0,004)					
<b>B</b>	0,169 (1,000)	0,335 (1,000)	0,295 (1,000)				
<b>BR</b>	0,215 (1,000)	0,434 (0,283)	0,525 (0,028)	0,618 (0,001)			
<b>NR1</b>	0,003 (1,000)	0,228 (1,000)	0,485 (0,084)	0,499 (0,058)	0,802 (0,0001)		
<b>CR1</b>	0,090 (1,000)	0,232 (1,000)	0,357 (1,000)	0,604 (0,002)	0,872 (0,0001)	0,769 (0,0001)	
<b>DR1</b>	0,104 (1,000)	0,334 (1,000)	0,315 (1,000)	0,631 (0,001)	0,890 (0,0001)	0,729 (0,0001)	0,940 (0,0001)

B = Biomassa da copa; BR = Biomassa da rebrota; CR1 = Comprimento da rebrota com 1 ano; DAC = Diâmetro à altura do colo; DC = Diâmetro da copa; DR1 = Diâmetro da rebrota com 1 ano; HT = Altura total; NR1 = Número de rebrotas por árvore com 1 ano; T = Tratamento. O valor entre parênteses corresponde a probabilidade.