



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS - UFAM
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS
FLORESTAIS E AMBIENTAIS – PPGCIFA

Caracterização de plantios inequiâneos de *Aniba rosodora*
Ducke em área Sateré Mawé com fins de produtividade

Paulo Vinícius da Silva Santos

Manaus – Amazonas

2021

Paulo Vinícius da Silva Santos

Caracterização de plantios inequiâneos de *Aniba rosodora*
Ducke em área Sateré Mawé com fins de produtividade

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais e Ambientais da Universidade Federal do Amazonas (PPG-CIFA/UFAM) como parte dos requisitos para a obtenção do grau de Mestre em Ciências Florestais e Ambientais.

Orientador: Dr. Manuel de Jesus Vieira Lima Junior

Coorientador: Dr. Pedro Medrado Krainovic

Manaus – Amazonas

2021

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

S237c Santos, Paulo Vinícius da Silva
Caracterização de plantios inequiâneos de Aniba rosodora Ducke em área Sateré Mawé com fins de produtividade / Paulo Vinícius da Silva Santos . 2021
122 f.: il. color; 31 cm.

Orientador: Manuel de Jesus Vieira Lima Junior
Coorientador: Pedro Medrado Krainovic
Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais) -
Universidade Federal do Amazonas.

1. pau-rosa. 2. Sateré Mawé. 3. linalol. 4. Amazônia. I. Lima Junior, Manuel de Jesus Vieira. II. Universidade Federal do Amazonas III. Título

SINOPSE : Estudou-se a caracterização dendrométrica, quantificação de biomassa, o rendimento e a qualidade do óleo proveniente de galhos e folhas de plantios de pau-rosa (*Aniba rosodora* Ducke) Sataré-Mawé nos municípios de Barreirinha, Maués e Parintins, no Estado do Amazonas, Brasil.

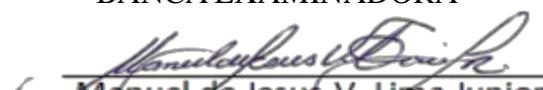
PAULO VINICIUS DA SILVA SANTOS

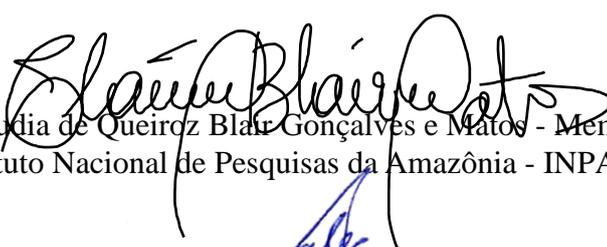
CARACTERIZAÇÃO DE PLANTIOS INEQUIÂNEOS DE
ANIBA ROSODORA DUCKE EM ÁREA
SATERÉ MAWÉ COM FINS DE PRODUTIVIDADE

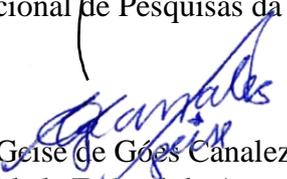
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais e Ambientais da Universidade Federal do Amazonas, como requisito para obtenção do título de Mestre em Ciências Florestais e Ambientais, área de concentração em Ciências Florestais e Ambientais.

Aprovada em 20 de setembro de 2021

BANCA EXAMINADORA


Manuel de Jesus V. Lima Junior
Dr. Manuel de Jesus Vieira Lima Junior - Presidente
Universidade Federal do Amazonas - UFAM


Dr^a. Claudia de Queiroz Blair Gonçalves e Matos - Membro
Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA


Dr^a. Geise de Góes Canalez - Membro
Universidade Federal do Amazonas - UFAM

Dedico

*Às pessoas mais importantes da minha
vida, meus pais Rosângela e Ricardo.*

Agradecimentos

À Deus por tudo o que está acontecendo em minha vida e por todos que fazem parte dela.

A minha família: Meus pais, Paulo Ricardo e Rosângela Alves, por todo amor, sacrifício, esforço, dedicação e apoio, para me proporcionar sempre o melhor, em todos os momentos da minha.

Ao povo indígena Sataré-Mawé que nos recebeu de braços abertos para podermos trabalhar no projeto.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais e Ambientais – PPGCIFA da Universidade Federal do Amazonas.

A CAPES, pela bolsa de estudos concedida, pelo apoio financeiro fundamental para o projeto.

Ao Dr. Manuel de Jesus Vieira Lima Junior pela orientação e pela oportunidade de desenvolver o projeto e toda equipe do Centro de Sementes Nativas do Amazonas.

Ao Dr. Pedro Medrado Krainovic pela co-orientação, sempre solicito para dirimir minhas dúvidas, por participar mesmo que de longe, mas sempre encontrando um tempo na sua agenda para conversarmos. Pela imensa ajuda nas análises estatísticas e no projeto como um todo.

Ao professor Dr. Eron Bezerra do Laboratório de Agroclimatologia e Sensoriamento Remoto por emprestar alguns equipamentos quando solicitado.

A professora Dra. Maria Tereza do Laboratório de Melhoramento Vegetal da UFAM por está sempre disponível para dirimir minhas dúvidas.

Ao professor Dr. Emmanoel Vilaça Costa do Laboratório de Produtos Naturais (LPN) e Grupo de Estudos Químicos de Biomoléculas (GEQBiom) da UFAM, por todo o apoio e paciência para tirar dúvidas na parte química do projeto.

Ao professor Dr. Nabor do Laboratório de Secagem por disponibilizar sua estufa para a secagem do material.

A professora Dra. Fernando do Laboratório Fitophar pela imensa ajuda no processo de destilação de óleo essencial de Pau-rosa, abrindo as portas do seu laboratório e me recebendo de braços abertos, assim como sua equipe, a técnica Natalie, a Doutoranda Talita e a Dra. Ana Cristina pela explicação de como utilizar os equipamentos e apoio durante as extrações de óleo essencial.

A Dra. Marcela Amazonas do Carmos responsável pelo laboratório de Carvão Vegetal, assim como o técnico Manuel Cavalcante Pessoa pela ajuda, paciência e disponibilidade para utilização do laboratório para realizar a trituração do material da coleta.

Ao Dr. Sérgio Duvoisin pela grande ajuda na análise química das amostras de óleo essencial de Pau-rosa por meio do seu cromatógrafo. Disponibilizou o seu laboratório para fazermos essa identificação e quantificação de constituintes presentes no óleo, assim como a disponibilidade para retirar minhas dúvidas.

A Secretaria de Meio Ambiente de Maués, na figura da Secretaria Jane Crespo por todo apoio dado para a realização da coleta das amostras no município de Maués, assim como sua equipe que esteve envolvida.

Ao amigo Obadias e toda a equipe da Associação CPSM pela ajuda durante as coletas.

A todos que direta ou indiretamente me ajudaram a finalizar esse projeto.

MUITO OBRIGADO!

“Não andem ansiosos por coisa alguma, mas em tudo, pela oração e súplicas, e com ação de graças, apresentem seus pedidos a Deus”.

Filipenses 4:6

SUMÁRIO	
LISTA DE FIGURAS	x
LISTA DE TABELAS	xii
RESUMO	xiii
ABSTRACT	xv
1. INTRODUÇÃO	17
2. OBJETIVOS	20
2.1. Objetivo Geral.....	20
2.2. Objetivos específicos.....	20
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	21
3.1. <i>Aniba rosodora</i> Ducke	21
3.1.1. Descrição botânica	21
3.1.2. Taxonomia.....	22
3.1.3. Distribuição geográfica e habitat.....	23
3.1.4. Aspectos ecológicos.....	24
3.1.5. Manejo e usos da espécie	25
3.1.6. O papel do pau-rosa na bioeconomia da Amazônia.....	26
4. MATERIAL E MÉTODOS	30
4.1. Descrição da Área	30
4.2. Coleta de dados em campo	39
4.2.1. Inventário Florestal dos plantios	39
4.2.2. Amostras de folhas e galhos finos para análise química.....	41
4.3. Parte Laboratorial	43
4.3.1. Caracterização alométrica de plantios inequiâneos de pau-rosa.	43
4.3.2. Extração de óleo essencial.....	44
4.3.3. Análise da composição química dos óleos essenciais	46
4.4. Análise de dados	48
4.4.1. Caracterização alométrica de plantios inequiâneos de Pau-rosa.....	48
4.4.2. Análise Química	49
4.4.2.1. Determinar a composição química do OE dentro e entre plantios inequiâneos.....	50
4.4.2.2. Determinar a porcentagem em área de linalol de plantios de pau-rosa de diferentes idades, componentes e tratamentos.....	51
4.4.2.3. Determinar e comparar o rendimento de OE entre folhas e galhos finos de plantios de pau-rosa de diferentes idades.....	51
5. RESULTADOS	52
5.1. Caracterização alométrica de plantios inequiâneos de Pau-rosa.....	52

5.2.	Composição química do OE dentro e entre plantios inequiâneos.	61
5.2.1.	Análise de NMDS para os plantios indígenas	65
5.2.2.	Análise de Componentes Principais - PCA para os plantios indígenas	70
5.3.	Determinação da porcentagem em área de linalol de plantios de pau-rosa de diferentes idades, componentes e tratamentos.	79
5.4.	Determinação e comparação do rendimento de OE entre folhas e galhos finos de plantios de pau-rosa de diferentes idades.....	86
6.	DISCUSSÃO	95
7.	CONCLUSÃO	101
8.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	102
9.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	104
10.	ANEXOS	120

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Características botânicas de <i>Aniba rosodora</i> Ducke.	22
Figura 2: Área de ocorrência de <i>Aniba rosodora</i> Ducke no Brasil.	23
Figura 3: Área indígena Sateré Mawé.	31
Figura 4: Rios que dão acesso à área indígena Sateré Mawé.	32
Figura 5: Locais de coleta.	34
Figura 6: Plantio de pau-rosa de 12 anos de posse do Sr. Portuga.	35
Figura 7: Plantio de pau-rosa de 10 anos da Sra. Jucilene.	36
Figura 8: Plantio de pau-rosa de 5 anos de propriedade do Sr. Carlos Alves.	37
Figura 9: Plantio de pau-rosa de 9 anos de propriedade do Sr. Edanderson.	38
Figura 10: Plantio de pau-rosa de 21 anos de propriedade do Sr. Tuchaua Rosê. ...	39
Figura 11: Registro de coordenadas geográficas dos indivíduos.	39
Figura 12: Confeção das placas de alumínio para marcar as árvores.	40
Figura 13: Inventário florestal.	40
Figura 14: Triplicata de pau-rosa.	41
Figura 15: Coleta de material vegetativo.	41
Figura 16: a) Coleta do material vegetativo; b) e c) organização do material vegetativo.	42
Figura 17: a) Secagem; b) e c) Trituração do material vegetativo; d) Material triturado.	43
Figura 18: a) Extração de óleo essencial em nível de bancada; b) Clevenger.	45
Figura 19: a) Pesagem do frasco com óleo essencial; b) Identificação do frasco; c) Organização das amostras; d) Armazenamento em freezer das amostras.	46
Figura 20: a) Organização das amostras no cromatógrafo; b) Análise dos picos das substâncias das amostras.	47
Figura 21: Biomassa seca no fuste (kg).	48
Figura 22: Quilograma de óleo por compartimento.	49
Figura 23: Valor estimado por compartimento.	52
Figura 24: Altura Total média (m) em função do Plantio.	53
Figura 25: Diâmetro a Altura do Peito - DAP (cm) médio em função do Plantio.	54
Figura 26: Biomassa média (kg) em função do Plantio.	55
Figura 27: Incremento médio em Altura (m) em função do Plantio.	56
Figura 28: Incremento médio em DAP (cm) em função do Plantio.	57
Figura 29: Incremento médio em Biomassa (kg) em função do Plantio.	58
Figura 30: a) NMDS para o plantio Maués 1 - componentes. b) NMDS para o plantio M1 - tratamentos. c) NMDS para o plantio M1 tratamento entre folha sol e sombra. d) NMDS para o plantio M1 tratamento entre galho sol e sombra.	66
Figura 31: a) NMDS para o plantio Maués 2 - componentes. b) NMDS para o plantio M2 - tratamentos. c) NMDS para o plantio M2 tratamento entre folha sol e sombra. d) NMDS para o plantio M2 tratamento entre galho sol e sombra.	67
Figura 32: a) NMDS para o plantio Barreirinha 1 - componentes. b) NMDS para o plantio B1 - tratamentos. c) NMDS para o plantio B1 tratamento entre folha sol e sombra. d) NMDS para o plantio B1 tratamento entre galho sol e sombra.	68
Figura 33: a) NMDS para o plantio Barreirinha 2 - componentes. b) NMDS para o plantio B2 - tratamentos. c) NMDS para o plantio B2 tratamento entre folha sol e sombra. d) NMDS para o plantio B2 tratamento entre galho sol e sombra.	69

Figura 34: a) NMDS para o plantio Parintins - componentes. b) NMDS para o plantio P - tratamentos. c) NMDS para o plantio P tratamento entre folha sol e sombra. d) NMDS para o plantio P tratamento entre galho sol e sombra.....	70
Figura 35: a) PCA para o plantio Maués 1 - componentes. b) PCA para o plantio M1 - tratamentos. c) PCA para o plantio M1 tratamento entre folha sol e sombra. d) PCA para o plantio M1 tratamento entre galho sol e sombra.	72
Figura 36: a) PCA para o plantio Maués 2 - componentes. b) PCA para o plantio M2 - tratamentos. c) PCA para o plantio M2 - tratamento entre folha sol e sombra. d) PCA para o plantio M2 tratamento entre galho sol e sombra.	73
Figura 37: a) PCA para o plantio Barreirinha 1 - componentes. b) PCA para o plantio M2 - tratamentos. c) PCA para o plantio M2 - tratamento entre folha sol e sombra. d) PCA para o plantio M2 tratamento entre galho sol e sombra.	75
Figura 38: a) PCA para o plantio Barreirinha 2 - componentes. b) PCA para o plantio B2 - tratamentos. c) PCA para o plantio B2 - tratamento entre folha sol e sombra. d) PCA para o plantio B2 tratamento entre galho sol e sombra.....	77
Figura 39: a) PCA para o plantio Parintins - componentes. b) PCA para o plantio P - tratamentos. c) PCA para o plantio P - tratamento entre folha sol e sombra. d) PCA para o plantio P tratamento entre galho sol e sombra.	78
Figura 40: (%) em Área de linalol em função do Plantio.....	79
Figura 41: Plantio M1. a) (%) em Área de linalol em função do Componente. b) (%) em Área de linalol em função do Tratamento.....	80
Figura 42: Plantio M2. a) (%) em Área de linalol em função do Componente. b) (%) em Área de linalol em função do Tratamento.....	81
Figura 43: Plantio B1. a) (%) em Área de linalol em função do Componente. b) (%) em Área de linalol em função do Tratamento.....	82
Figura 44: Plantio B2. a) (%) em Área de linalol em função do Componente. b) (%) em Área de linalol em função do Tratamento.....	83
Figura 45: Plantio Parintins. a) (%) em Área de linalol em função do Componente. b) (%) em Área de linalol em função do Tratamento.	84
Figura 46: Rendimento Geral (%) em função do Componente.....	86
Figura 47: Rendimento Geral (%) em função do Tratamento.	87
Figura 48: Plantio Maués1. a) Rendimento (%) em função do Componente. b) Rendimento (%) em função do Tratamento.	88
Figura 49: Plantio Maués2. a) Rendimento (%) em função do Componente. b) Rendimento (%) em função do Tratamento.	89
Figura 50: Plantio Barreirinha 1. a) Rendimento (%) em função do Componente. b) Rendimento (%) em função do Tratamento.	90
Figura 51: Plantio Barreirinha 2. a) Rendimento (%) em função do Componente. b) Rendimento (%) em função do Tratamento.	91
Figura 52: Parintins. a) Rendimento (%) em função do Componente. b) Rendimento (%) em função do Tratamento.	92
Figura 53: Parecer favorável do IBAMA para o manejo dos plantios de Pau-rosa Sateré Mawé.	121

LISTA DETABELAS

Tabela 1: Plantios de Pau-rosa na área indígena Sateré Mawé.....	32
Tabela 2: Plantio de pau-rosa de posse do Sr.Portuga.....	35
Tabela 3: Plantio de pau-rosa da Sra. Jucilene.....	35
Tabela 4: Plantio de pau-rosa Sr. Carlos Alves.....	36
Tabela 5: Plantio de pau-rosa do Sr. Edanderson.....	37
Tabela 6: Plantio de pau-rosa do Sr. Tuchaua Rosê.....	38
Tabela 7: Caracterização alométrica dos plantios inequiâneos.....	59
Tabela 8: Diferenças na composição química de óleos essenciais extraídos de plantios localizados em três municípios diferentes da Amazônia Central para folha e galho finos de Pau-rosa.....	62
Tabela 9: Diferenças na composição química de óleos essenciais extraídos de plantios localizados em três municípios diferentes da Amazônia Central para folha e galhos finos de pau-rosa.....	64
Tabela 10: Porcentagem (%) em Área de linalol.....	85
Tabela 11: Rendimento Médio dos Plantios.....	92
Tabela 12: Estimativa preliminar de renda a partir do manejo dos plantios de pau-rosa Sateré Mawé.....	94
Tabela 13: Diferentes compostos entre folhas e galhos.....	120

RESUMO

Visando estimular a bioeconomia na Amazônia, o presente estudo teve como objetivo geral criar base técnica científica para a bioeconomia de plantios de *Aniba rosodora* Ducke, na área indígena Sateré Mawé, no Estado do Amazonas. Foram estudadas a caracterização dendrométrica e quantificação da biomassa dos plantios, assim como a determinação da composição química e rendimento de óleo essencial. Selecionamos quatro áreas produtivas de pau-rosa: dois plantios com 10 e 12 anos de idade em Barreirinha, dois em Maués com 5 e 9 anos e um plantio em Parintins com 21 anos idade. Realizamos um inventário a 100% (censo) dos plantios inequiâneos de pau-rosa, seguido da coleta em triplicata de amostras de folhas (sol e sombra) e galhos finos (sol e sombra) para extração de óleo essencial e análise química, totalizando 60 (sessenta) amostras de material vegetativo. O rendimento em óleo essencial foi determinado a partir da razão entre o peso de massa seca dos galhos e folhas de pau-rosa e do peso de óleo extraído dessa massa. A composição química do óleo foi determinada através de cromatografia gasosa e a análise dos cromatogramas gerados, onde foram observados os teores de linalol e dos constituintes minoritários. Quanto a caracterização dendrométrica, os maiores valores em Altura Total, DAP, Biomassa e Incremento em Biomassa, foram do plantio de 21 anos, como era de se esperar, visto o tempo de crescimento em relação aos plantios mais jovens. No entanto, quando observamos o incremento em Altura Total e incremento em DAP, é destacável que os plantios de Barreirinha tiveram maior Incremento em Altura Total do que o plantio de 21 anos no período analisado. Enquanto que para o Incremento em DAP, o menor incremento foi para o plantio de 21 anos, que pode ser explicado pela morte de alguns indivíduos, assim como pela estabilização do crescimento vertical e horizontal do plantio. A diferenciação na composição química dos óleos essenciais de pau-rosa ocorreu de acordo com o município, entre componentes folhas e galhos. Para os tratamentos, foi observada uma sobreposição parcial entre os tratamentos de sol e sombra para folhas e galhos. A porcentagem em área de linalol apresenta-se ser uma característica heterogênea do óleo essencial para os plantios mais antigos, não sendo observado o mesmo para plantios mais novos. O rendimento médio de óleo

essencial foi maior em folhas (1,61%) do que em galhos finos (1,45%) e não foi observada diferença no rendimento de óleo essencial para os tratamentos (sol e sombra), mostrando que não é necessário realizar a estratificação da copa da árvore para a obtenção de maiores rendimentos de óleo essencial.

Palavras-chave: Pau-rosa, Sateré Mawé, Linalol, Amazônia.

ABSTRACT

Aiming to stimulate the bioeconomy in the Amazon, the present study had the general objective of creating a scientific technical basis for the bioeconomy of *Aniba rosodora* Ducke plantations, in the Sateré Mawé indigenous area, in the State of Amazonas. The dendrometric characterization and quantification of the biomass of the plantations were studied, as well as the determination of the chemical composition and essential oil yield. We selected four rosewood productive areas: two plantations with 10 and 12 years of age in Barreirinha, two in Maués with 5 and 9 years of age and one plantation in Parintins with 21 years of age. We carried out a 100% inventory (census) of uneven rosewood plantations, followed by the collection in triplicate of leaf samples (sun and shade) and thin branches (sun and shade) for essential oil extraction and chemical analysis, totaling 60 (sixty) samples of vegetative material. The essential oil yield was determined from the ratio between the dry mass of rosewood branches and leaves and the weight of oil extracted from this mass. The chemical composition of the oil was determined through gas chromatography and the analysis of the generated chromatograms, where the contents of linalool and minor constituents were observed. As for the dendrometric characterization, the highest values in Total Height, DBH, Biomass and Increment in Biomass, were from the 21-year-old plantation, as expected, given the growth time in relation to the younger plantations. However, when we observe the increase in Total Height and increase in DBH, it is noteworthy that the Barreirinha plantations had a greater Increment in Total Height than the 21-year-old plantation in the analyzed period. While for the DAP increase, the smallest increase was for the 21-year-old plantation, which can be explained by the death of some individuals, as well as by the stabilization of vertical and horizontal growth of the plantation. Differentiation in the chemical composition of rosewood essential oils occurred according to the municipality, between leaves and twigs components. For treatments, a partial overlap between sun and shade treatments was observed for leaves and branches. The percentage in area of linalool appears to be a heterogeneous characteristic of the essential oil for older plantations, not being observed for newer plantations. The average essential oil yield was higher in leaves (1.61%) than in thin branches (1.45%) and no difference was observed in the

essential oil yield for the treatments (sun and shade), showing that it is not necessary to carry out the stratification of the tree crown to obtain higher essential oil yields.

Keywords: Rosewood, Sateré Mawé, Linalool, Amazon.

1. INTRODUÇÃO

A floresta amazônica, maior floresta tropical do mundo, abrange 7,41 milhões de km² da América do Sul (OTCA, 1998), sendo que deste valor, aproximadamente 5 milhões de km² são considerados território da Amazônia Legal Brasileira (SKOOLER e TUCKER, 1993). Sua dimensão continental traz consigo uma rica biodiversidade que tem significativa relevância no mundo por seus inúmeros recursos e atrativos para as mais diversas áreas do conhecimento e interesses que possa a vir atrair, sendo credenciada como um dos maiores bancos genéticos do planeta (FEARNSIDE, 2005; PINTO, 2008).

Estudar esse ecossistema complexo e heterogêneo é instigante e difícil, devido as suas inúmeras características próprias. Pois ao mesmo tempo em que a floresta amazônica é caracterizada por sua grande biodiversidade e exuberância (BRAGA 1979; TER STEEGE, 2013, 2019), é vista também por sua fragilidade a quaisquer interferências antrópicas (KITAMURA, 2001; BRASIL, 2004). Na Amazônia existem diversos povos tradicionais vivendo na floresta e da floresta, que só tiveram seus direitos garantidos a partir do Decreto 6.040/2007 que institui a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável dos Povos e Comunidades Tradicionais (PNPCT) (BRASIL, 2007). Esses povos são essenciais para manter a conservação da biodiversidade e precisam estar integrados aos estudos e planos de desenvolvimentos na região amazônica a partir de produtos naturais oriundos da floresta (SILVA, 2019).

A *Aniba rosodora* Ducke (da família Lauraceae), conhecida popularmente por pau-rosa, pau-rosa-itaúba (Brasil), cara-cara, rosewood (Guiana), bois-de-rose (Guiana Francesa) e enclit-rosenhout (Suriname) (SAMPAIO et al., 2003), é uma das espécies de destaque da Amazônia, tendo relação pareada com a economia da região no início do século XX (LEITE et al, 1999). O alto teor de linalol encontrado no óleo essencial da espécie despertou o interesse de indústrias de perfumaria, química, farmacológica e médica (GOTTLIEB, 1957; BRULEAUX, 1990; SANTOS, 2017; KRAINOVIC, 2018), fazendo com que quase levasse a extinção da

mesma, devido ao modelo extrativista de corte seletivo, característico na região, que não permitia a renovação de estoque na floresta (HOMMA, 2014).

Com o abate de indivíduos maduros, ocorre a diminuição de produção de sementes, conseqüentemente, aceleração da deriva genética e redução do fluxo gênico inter-populacional (YOUNG et al., 1996; SANTOS et al., 2008; BENZAQUEM, 2009) que somado a baixa densidade de espécies florestais, por vezes ocorrendo com um ou menos de um indivíduo em período reprodutivo por hectare na Amazônia Central (AMARAL et al., 2000; OLIVEIRA, 2000), acelera-se o processo de extinção de uma espécie.

Com base nesse cenário, o governo federal junto com órgãos internacionais viram a necessidade de colocá-la na lista de espécies ameaçadas de extinção (IBAMA 1992; CITES 2010; IUCN 2014), assim como criar uma portaria (Portaria N° 443 12/2014, MMA), que o caracterizou como uma espécie “Em Perigo (EN)”, ficando protegida de forma integral, sendo vedado, coleta, corte, transporte, armazenamento, manejo, beneficiamento e comercialização de indivíduos da espécie oriundos da floresta nativa, podendo ser utilizada apenas indivíduos oriundos de plantio florestal.

Em um estudo realizado por Chaar (2000), a partir da análise química de folhas e galhos de pau-rosa, foi observado que é possível manejar a copa do indivíduo ao invés do corte raso, pois com as podas, aumenta a produção de massa vegetal e volume, contribuindo para a obtenção de maior volume de óleo extraído. Em outros estudos realizados na Amazônia Central, Ohashi et al., (1997; 2004), Sampaio et al. (2005) e Krainovic et al. (2011; 2018) observaram também que o pau-rosa é uma espécie que tem alta capacidade de rebrota e o maior rendimento de óleo advém de galhos e folhas em relação ao tronco, indicando que é possível desenvolver plantios da espécie em larga escala e que seu manejo pode ser iniciado aos quatro (4) anos de idade (KRAINOVIC et al., 2011), evitando a pressão nas populações naturais, conseqüentemente uma possível extinção da espécie.

A composição química do óleo essencial pode ser afetada por diversos fatores, como procedência e idade da árvore (TAKEDA; 2008; LARA, 2012; KRAINOVIC, 2017), época de colheita (CHAAR, 2000; MAIA et al., 2007) e parte da planta (CHAAR, 2000; TAKEDA, 2008; KRAINOVIC, 2011, 2017; FIDELIS et al, 2012, 2013; LARA, 2012). Estudar a caracterização química de

populações naturais da espécie, pensando no domínio de parâmetros qualitativos do óleo essencial é de interesse do mercado mundial, principalmente dos mercados dos Estados Unidos e Europeu, que demandam o óleo de pau-rosa, principalmente para perfumaria fina, praticando o valor de \$400,00/kg.

Sobre o cultivo de pau-rosa, vide o seu alto valor comercial de venda do óleo extraído, é estratégico, por ser uma exploração não destrutiva da planta, ideal para integrar, Área de Preservação Permanente (APP), Área de Reserva Legal (ARL) ou áreas ociosas, que são fatores de interesse predominante na Amazônia, visando à conservação da biodiversidade, assim como a obtenção de uma renda. Nos plantios Sateré Mawé foram observados em plantios puros, enriquecendo capoeiras antigas, até o cultivo em sistemas agroflorestais, principalmente com consórcio com guaraná, cupuaçu e andiroba (relatório final PROJETO PPGATI-FUNAI, 2016, no prelo). O pau-rosa se apresenta como uma grande aliada para o desenvolvimento econômico da região, principalmente de pequenos produtores e comunidades tradicionais, pois do pau-rosa se aproveita tudo (HOMMA, 2016).

Em 2018, foi aprovado o projeto “Consolidação do Plano de Manejo de Pau-rosa (*Aniba rosodora* Ducke), na terra indígena Sateré Mawé”, com o intuito de realizar o inventário florestal dos plantios de pau-rosa indígenas nos municípios de Barreirinha, Maués e Parintins, com fins de licenciamento junto ao IBAMA, no qual ocorreu simultaneamente a coleta de dados do presente estudo. Tendo como número geral de indivíduos inventariados igual a 1133 árvores de pau-rosa de diferentes idades e tamanhos, divididas em 7 comunidades indígenas, contidas nos 3 municípios mencionados anteriormente.

O presente estudo teve como objetivo geral criar base técnica científica para a bioeconomia de plantios de *Aniba rosodora* Ducke, na área indígena Sateré Mawé. Com o universo de 1133 árvores de 3 municípios da Amazônia Central, avaliamos o crescimento e caracterizamos quimicamente os plantios selecionados a partir do óleo essencial oriundo de folhas e galhos finos da espécie.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Criar base técnica-científica para bioeconomia de plantios de pau-rosa em terras indígenas da Amazônia Central.

2.2. Objetivos específicos

1. Caracterização alométrica de plantios inequiâneos de pau-rosa.
2. Determinar a composição química do óleo essencial dentro e entre plantios inequiâneos;
3. Determinar e comparar o rendimento de óleo essencial entre folhas e galhos finos de plantios de pau-rosa de diferentes idades;
4. Determinar a porcentagem em área de linalol de plantios de pau-rosa de diferentes idades, componentes e tratamentos.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. *Aniba rosodora* Ducke

3.1.1. Descrição botânica

Espécie pertencente à família Lauraceae (TROPICOS, 2020), sendo a árvore de grande porte, podendo atingir até 30 m de altura por 2 m de diâmetro, fuste reto e cilíndrico, com uma casca pardo-amarelada ou avermelhada que se desprende facilmente em grandes placas. O alborno é amarelo-claro com estrias avermelhadas e cerne esbranquiçado a amarelado (LOUREIRO et al, 1979). A copa é estreita ou ovalada, ocupando o dossel intermediário ou superior da floresta (DUCKE, 1938; KUBITZKI e RENNER, 1982); As Folhas são simples, elípticas, papiráceas e espiraladas (CAMARGO et al, 2008), com textura coriácea e formato obovado a elíptico ou lanceolado, com uma grande variação em tamanho, geralmente 14 (6-25) cm de comprimento por 5 (2,5 -8,0) cm de largura. A base é obtusa a arredondada, o ápice é bastante acuminado, com margens planas ou levemente revolutas. A superfície adaxial é verde e glabra e a superfície abaxial é amarelo-pálida, papilhosa e levemente pubescente (KUBITZKI e RENNER, 1982; RIBEIRO et al, 1999). Sua inflorescência é uma panícula subterminal de 4 a 17 cm de comprimento, densamente coberta por um indumento ferrugíneo-tomentoso, tendo origem nas axilas de brácteas caducas ou folhas persistentes. Cada panícula possui múltiplas flores diminutas (KUBITZKI e RENNER, 1982). As flores são hermafroditas e muito pequenas (1,5 a 1,8 mm de comprimento) amarelas a levemente ferrugíneas ou amarelo-esverdeadas. As tépalas são eretas e organizadas em dois verticilos cada um com três tépalas (2x3), sendo que as do verticilo exterior podem ser um pouco menores (KUBITZKI e RENNER, 1982). Seu fruto é do tipo baga, com uma cúpula, sendo sua cúpula cônica, espessa, com superfície externa áspera marrom-esverdeada e superfície interna glabra e marrom. A baga é de forma obovóide a ovóide, de cor verde quando imatura, tornando-se roxa-escura quando madura, contendo apenas uma semente (KUBITZKI e RENNER, 1982). A semente tem o mesmo formato ovóide, tegumento delgado, liso e opaco, de cor marrom clara com estrias longitudinais marrom-escuras. O tegumento quando seco é

quebradiço. A semente tem dois cotilédones grandes, convexos, duros, lisos, de cor creme. O eixo embrionário é reto, central, próximo à base, com 3 mm de comprimento e também de cor creme (KUBITZKI e RENNER, 1982; CAMARGO et al, 2008).

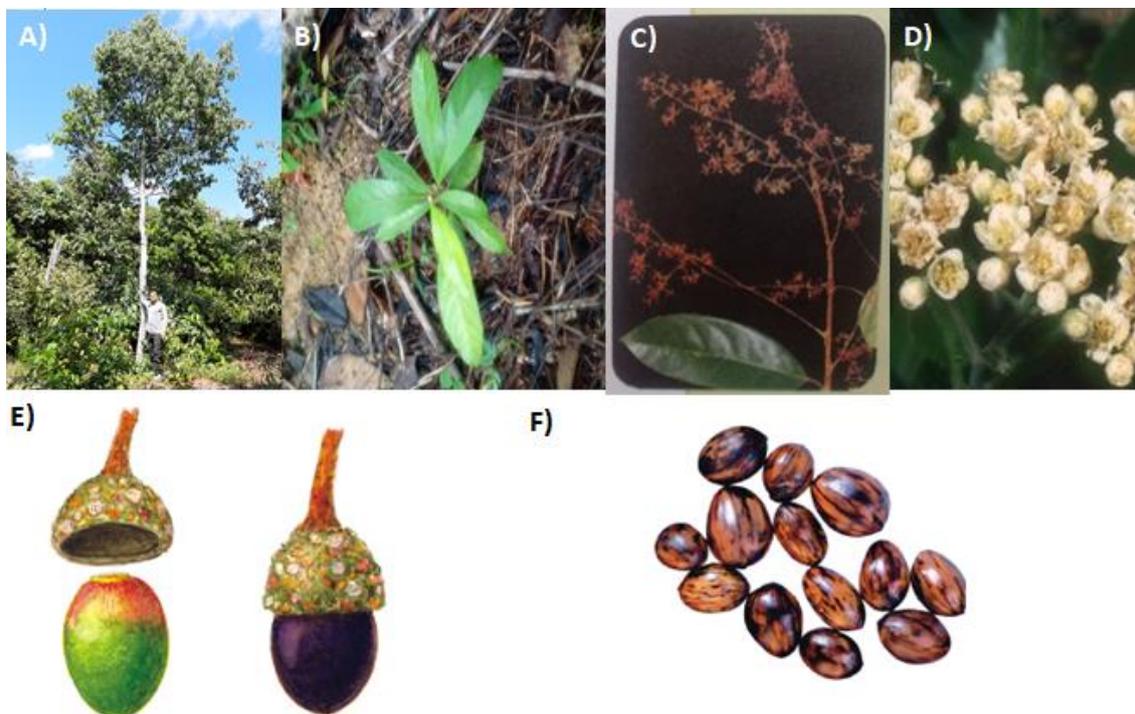


Figura 1: Características botânicas de *Aniba rosodora* Ducke.

A) árvore, B) folha, C) inflorescência, D) flor, E) fruto, F) semente. **Fonte:** A) e B) Própria; C) e D) Ferraz, I.D.K, 2003; E) e F) Sampaio et al, 2003.

3.1.2. Taxonomia

Durante seus estudos realizado na Amazônia, Kubitzki e Renner (1982) afirmaram que *Aniba rosodora* integra o complexo *A. panurensis*, com outras 11 espécies de folhas papilosas. A identificação taxonômica do gênero *Aniba* é de difícil aplicação devido às similaridades dos caracteres vegetativos, indicando uma delimitação taxonômica que gera dúvida entre as espécies que fazem parte do complexo panurensis. No estudo desenvolvido por Barbosa et al. (2016) é reforçado esse ponto, pois através da análise morfológica e de espectros de 306 amostras botânicas do gênero, ele verificou que apenas 3 correspondiam às descrições de Kubitzki e Renner (1982), indicando que os limites entre as espécies do complexo *Aniba panurensis* não são claros e o

conhecimento sobre a variação morfológica neste grupo é ainda muito superficial.

3.1.3. Distribuição geográfica e habitat

A espécie é endêmica da região Amazônica, ocorrendo em países como Suriname, Guiana Francesa, Venezuela, Peru, Colômbia, Equador e Brasil (CAMARGO e FERRAZ, 2016). No Brasil, a área de ocorrência se dá entre a região sul e norte do rio Amazonas em duas faixas, cuja meridional se estende de Juruti Velho (limite ocidental do estado do Pará), até o baixo rio Purus (estado do Amazonas), cujo limite setentrional vai do rio Trombetas até as terras altas do norte (DUCKE, 1938; MITJA e LESCURE, 1996). A espécie pode ser encontrada em floresta de terra firme como também em área de campinarana, presente nas regiões norte e central da Amazônia, com habitat preferencial em platôs e nascentes de igarapés (KUBITZKI e RENNER, 1982).



Figura 2: Área de ocorrência de *Aniba rosodora* Ducke no Brasil.

Fonte: (WREGE, 2020).

3.1.4. Aspectos ecológicos

É uma árvore amazônica perene, ocorrendo maior mudança foliar na estação seca (ARAÚJO, 1970; MAGALHÃES e ALENCAR, 1979), tem padrões de florescimento diferentes para populações naturais e plantadas pelo homem. Alencar e Fernandes (1978) observaram que os meses de floração na Reserva Florestal Adolpho Ducke entre outubro e novembro e a frutificação, entre novembro e março. No ano seguinte Magalhães e Alencar constataram que na Amazônia Central a floração ocorria entre junho e março e a frutificação apresentava um pico entre fevereiro e junho. Lorenzi (1998) afirmou que no estado do Amazonas a floração concentra-se de maio a junho e que os frutos amadurecem de setembro a outubro. Sampaio (2000) observou que na estação experimental de Curuá-Una (PA) a floração ocorreu entre outubro e novembro e a frutificação entre dezembro e junho. Spironello et al (2001), observaram dois picos de floração para as árvores de um plantio da Reserva Florestal Adolpho Ducke: o primeiro no final de abril e início de maio e o segundo no final de julho, tendo tempo de maturação do fruto de 13 a 14 meses e frutificação de 3 a 4 meses. Como pode ser visto a fenologia da espécie varia de local para local, tendo uma floração anual ou supra-anual, sendo que a espécie floresce anualmente apenas em condições de plantio, não ocorrendo o mesmo na natureza (BARBOSA, 2008).

A polinização se dá principalmente por insetos, pois o pau-rosa têm características florais que atraem abelhas, onde foi observada a visita de duas espécies (*Trigona* spp.), pertencentes à família Meliponinae (KUBITZKI e KURZ, 1984) e os coleópteros (GRANT, 1963; SILVA, 2010). Spironello et al (2003) observou a visita de pequenos insetos do Gênero *Thrips* em árvores do plantio na Reserva Ducke, na época da floração. A dispersão se dá por pássaros, principalmente psitacídeos e tucanos (SPIRONELLO et al, 2003), porém segundo a Alencar e Magalhães (1979), essas aves também podem ser considerados predadoras. Seu estágio sucessional é considerado como uma secundária tardia (MAY e BARATA, 2004).

3.1.5. Manejo e usos da espécie

Para seu desenvolvimento inicial (dois anos), o pau-rosa necessita de 30% a 50% de sombreamento (GONÇALVES et al, 2005), apesar de ser considerado uma espécie heliófila quando juvenil para maior incremento de biomassa área (ALENCAR e FERNADES, 1978). Em um plantio em Maués, Krainovic (2017) observou que a poda possibilitou recomposição por rebrota de 40,11% da massa seca inicial enquanto o corte apenas 1,45%, após 12 meses. Este fato interessa ao produtor que deseja extrair óleo da espécie, visto que as podas estimulam vigorosas brotações (OHASHI et al., 2004, SAMPAIO et al., 2007; KRAINOVIC et al., 2017). Essa informação tem significativa importância para o extrator de óleo e para quem deseja realizar um plantio da espécie, visto que a produtividade de óleo é diretamente proporcional à biomassa área (SAMPAIO et al, 2000).

O pau-rosa brasileiro tem variação da presença de linalol no óleo essencial de 78% a 93% (OHASHI, 1997; CHAAR, 2000; TAKEDA, 2008; KRAINOVIC, 2011; FIDELIS et al., 2012; 2013), Takeda (2008) observou que a partir de rebrotas de plantios de 3 e 5 anos, as folhas obtiveram maior rendimento de óleo em relação aos galhos, no entanto a produção de linalol foi maior nos galhos, visto que em plantios de 3 anos, a proporção foi de 64% contra 50% das folhas, já no plantio de 5 anos a proporção foi de 65% contra 38 % nas folhas. Segundo Leite et al., (2001), o conteúdo de linalol pode variar de acordo com a estação climática, ou seja, por ser um componente muito volátil, pode sofrer alterações com a variação da temperatura (OHASHI et al, 1997; CHAAR, 2000), assim como os componentes minoritários do óleo essencial como foi observado por Krainovic (2017), onde a partir da análise química de óleo essencial de plantios de pau-rosa de Novo Aripuanã e de Maués percebeu-se a presença e ausência de componentes químicos quando se observava o material oriundo dos municípios citados acima. É de significativa importância lembrar que o rendimento em si não é fator primordial na extração do óleo essencial da espécie, visto que a indústria procura seu constituinte majoritário que é o linalol, assim como no bouquet de fragrâncias obtido a partir dos constituintes minoritários (KRAINOVIC, 2017).

Esses estudos realizados nos sinalizam que é possível realizar o manejo sustentável da espécie, favorecendo a renda da população local através do plantio da mesma, que aos quatro anos pode-se iniciar o manejo da copa (KRAINOVIC, 2011), gerando matéria prima para a indústria, que deseja destinar aos diversos usos que se dão através do óleo essencial da espécie, como medicinais (LORENZI e MATOS, 2008), religiosos (LUPE, 2007) e de perfumaria (BASTOS, 1943). Logo, observa-se a necessidade de criação de linhas de crédito para a atividade em longo prazo, estimular instituições de pesquisas para o contínuo estudo da espécie, assim como assistência técnica para os interessados em desenvolver plantios (HOMMA, 2003).

3.1.6. O papel do pau-rosa na bioeconomia da Amazônia

A “descoberta” pelo homem branco da espécie (*Aniba rosodora* Ducke), remonta a 3 (três) séculos atrás, mais precisamente em 1762 na Guiana Francesa, por Aublet (BASTOS, 1943), onde os indígenas contaram-lhe sobre uma espécie que exalava um cheiro muito apreciado pela população local. Relatos de Bastos (1943) nos informam que a primeira extração de óleo da espécie se deu em 1875 por Samarin e em 1991 Morin separou o álcool que dá o cheiro peculiar o qual denominou de linalol. A extração de óleo essencial de pau-rosa na Guiana Francesa começou antes da I Guerra Mundial, onde as toras eram embarcadas em navios com destino a países europeus (HOMMA. 2003). Em 1910, as exportações de pau-rosa segundo Leite et al., (1999), atingiram 1.262.000 kg de madeira e 22.100 kg de essência. Nesta data já sentia-se a dificuldade de se encontrar a espécie na mata local, vista que era explorada sem nenhum tipo de controle (LEITE et al., 1999).

A fama do pau-rosa aumentou significativamente com o lançamento do perfume Chanel nº 5 em 5 de maio de 1921, mais conhecido por Coco Chanel, usado pela atriz Marilyn Monroe (HOMMA, 2003). A partir de relatos de Ducke (1926) em sua viagem às regiões do baixo e médio Amazonas, foi observada a presença da espécie no local, estendendo-se de Juriti Velho-PA até Maués-AM. No mesmo ano foi instalada a primeira usina para beneficiamento de pau-rosa em Juruti Velho-PA, fato esse que a caracterizou

como a primeira agroindústria flora-química implantada na Amazônia (HOMMA, 2003). Nesse mesmo ano foi exportado quase 16 t de óleo essencial da espécie, onde 12.752 kg eram oriundos das populações do baixo e médio Amazonas, no entanto esta usina funcionou apenas no primeiro ano, fazendo que surgissem outras usinas nos locais de ocorrência da espécie. Diante disso, o valor do óleo essencial despencou, fazendo com que o Governo do Amazonas, em 1932, obrigasse as oito usinas que funcionavam no estado a se reunirem em um consórcio, por meio do Decreto 1.455, para controlar a produção anual e conseqüentemente o preço de exportação do óleo essencial. Seguindo os passos do Amazonas, o Governo do Pará em 1935 tomou a mesma atitude, estabilizando o preço do produto. (BASTOS, 1943).

A partir das medidas de controle da produção foi realizado o replantio de 28 mil árvores no período de 1933 a 1943 (HOMMA, 2014). Com a entrada do Japão no mercado comprador o preço do óleo essencial aumentou significativamente, fazendo o produto ocupar o terceiro lugar nas exportações de produtos da Amazônia (PEDROSO 1986). Com a saída do Japão devido a segunda guerra mundial a extração de linalol a partir de árvores de "ho-il" (*Cinnamomum camphora* Sieb var. *linalolifera* Fujita) foi interrompida, ocorrendo aumento da procura pelo óleo essencial de pau-rosa que levou o preço do quilograma chegar a CR\$ 200,00 (LEITE et al., 1999; HOMMA, 2003). O auge de volume exportado se deu em 1951, com 444 t, que gerou um montante da ordem de US\$ 1.388,00/tambor de 180 kg (LEITE et al., 1999).

No final da década de 1950 a síntese química em laboratórios americanos, permitiu a comercialização dos componentes básicos do linalol e acetado de linalila, diminuindo a procura pelo óleo de origem natural, que deu origem ao linalol (GOTTLIEB, 1957). Após esse período, a exportação do produto só volta a atingir valores superiores a 1951, quando ocorreu o aumento do preço do petróleo em 1973 devido a Guerra do Yom Kippur, tendo os países árabes organizados na OPEP aumentando o preço do petróleo em mais de 400% (MAFFEO, 2003), fato esse que fez com que as unidades produtoras paralisassem a produção, fazendo a procura pelo óleo essencial de pau-rosa atingir em 1974 o preço de US\$5.148,00/tambor

(HOMMA, 2003). Com o retorno da produção do linalol sintético a preços de US\$ 595,00 a US\$ 714,00/tambor (BENCHIMOL, 1977), o preço do linalol natural voltou a cair, devido também a escassez das reservas naturais, chegando ao triênio de 2012/2014 em menos de 2 t ao preço de US\$567,00/kg (HOMMA, 2016).

Para atender a demanda pela espécie, muitas comunidades tradicionais foram utilizadas para a coleta dessas árvores na floresta amazônica, como exemplo, temos relatos Sateré Mawé segundo CANALEZ (2017):

“(...) o pau-rosa é uma árvore que existe aqui na tribo Sateré. Quando eu não tinha conhecimento da importância do pau-rosa nós puxáva no mato para os brancos, ai os brancos entravam aqui, nessa época em 1978 nós puxáva o pau-rosa. Para nós como era primário conhecer o branco, era uma animação” **(Tuxaua Amado)**.

As populações indígenas têm relação ancestral com essas áreas, desenvolvendo ao longo do tempo, um precioso saber, fato esse que lhes deram experiências para o manejo de espécies que eles identificaram como necessárias para seu desenvolvimento como sociedade (DESCOLA, 1990; SALISBURY, 2007).

O trabalho com os indígenas do povo Sateré Mawé começou no ano de 2014, através da solicitação da ACOPIAMA junto ao Centro de Sementes Nativas do Amazonas (CSNAM) para realizar o inventário florestal dos plantios existentes em Barreirinha, Maués e Parintins, onde obteve-se um total de 1017 indivíduos de pau-rosa. Posteriormente em 2015-2016, através do “Projeto Waraná”, executado pela equipe INPA e UFAM, com financiamento da Petrobras, foram inventariadas 96 matrizes de pau-rosa na área indígena e implantando 10 Saf’s (Guaraná com pau-rosa) em 5 comunidades indígenas em áreas degradadas. O próximo projeto se deu através do Programa de Pequenos Projetos de Gestão Ambiental e Territorial Indígena “PPPGATI”, pelo Consórcio de Produtores Sateré Mawé em parceria com CSNAM, onde foram inventariados um total de 311 indivíduos de pau-rosa em Barreirinha na comunidade Nova União e Vinte Quilos e 52

indivíduos em Parintins na comunidade Vila Batista. Além disso, foram plantadas 635 mudas na comunidade Nova União, 34 mudas na comunidade Araticum, 103 mudas na comunidade Boa Fé, totalizando 772 mudas de pau-rosa plantadas no município de Barreirinha. Além de 37 novas matrizes identificadas, sendo 20 na Comunidade Vila da Paz (Parintins) e 17 em Barreirinha. Por fim, em 2018 foi aprovado o “Projeto de Consolidação do Plano de Manejo de Pau-rosa (*Aniba roseadora* Ducke)”, na terra indígena Sateré Mawé, que teve como resultado, 1133 indivíduos inventariados, sendo eles divididos entre os municípios de Barreirinha, Maués e Parintins. No município de Barreirinha, obteve-se um total de 541 indivíduos inventariados, sendo 463 indivíduos na Comunidade Nova União, de posse de 6 produtores, e 78 indivíduos na Comunidade Vinte Quilos, de posse de 2 produtores. Em Maués, obteve-se um total de 766 indivíduos inventariados, sendo 405 indivíduos na Comunidade Ilha Michilis, de posse de 14 produtores, 187 indivíduos na Comunidade Nova Esperança, de posse de 1 produtor e 174 indivíduos na Comunidade Monte Horebe, de posse de 10 produtores, o qual encontra-se com parecer positivo do IBAMA para o licenciamento da atividade, aguardando parecer da FUNAI para a atividade ser liberada.

O Serviço Florestal Brasileiro (2016) informou que cerca de 136 milhões de hectares de florestas públicas brasileiras, são categorizadas como florestas comunitárias ou sociais, visto que estão destinadas a povos e comunidades tradicionais como: indígenas, extrativistas, ribeirinhos, quilombolas, entre outros. Com o potencial de geração de renda para mais de 2 milhões de habitantes, apresentando maior grau de conservação frente a outras áreas da mesma região. A partir desses números, podemos entender que o futuro da conservação das florestas tropicais depende significativamente da inclusão das populações tradicionais no âmbito da produção florestal (madeireira ou não madeireira) (ALMEIDA, 2011; HOMMA, 2014).

Nos últimos 10 anos, a produção florestal de não madeireiros vem aumentando e os ingressos totalizam mais de 10 bilhões de reais, distribuídos nas diversas regiões brasileiras (BRASIL, 2019), destacando-se no cenário mundial, principalmente, quanto à importância para as comunidades locais que fazem o manejo dos produtos não madeireiros da floresta (GUERRA,

2008). No Brasil, país que apresenta a maior diversidade do mundo e a segunda maior área de florestas, a produção florestal não madeireira representa cerca de 35% do montante do extrativismo florestal, onde desse valor, 45% é correspondente a região norte do Brasil (BRASIL, 2019).

Diante desses números, podemos entender que o futuro da conservação desses ambientes, assim como a preservação de espécies como o pau-rosa, depende significativamente da inclusão dessas populações tradicionais no âmbito do desenvolvimento de uso e produção florestal (madeireira ou não madeireira), podendo ter a volta do pau-rosa como destaque entre as espécies mais exportadas como foi no passado, no entanto, o futuro que se espera é uma organização dessa atenuante, necessitando de um esforço público-privado que envolva desde a seleção de matrizes para a coleta de sementes até a produção em larga escala através do manejo da copa da espécie (SAMPAIO et al., 2005; TAKEDA, 2008; ALMEIDA, 2011; KRAINOVIC et al., 2011; LARA et al., 2012; HOMMA, 2014; KRAINOVIC et al., 2017).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Descrição da Área

Este estudo foi desenvolvido na terra indígena Sateré Mawé, que abrange cinco municípios da Amazônia brasileira, dois no estado do Pará (Aveiro e Itaituba) e três no estado do Amazonas (Parintins, Barreirinha e Maués), totalizando uma área de 788.528 hectares (SILVA et al., 2010).

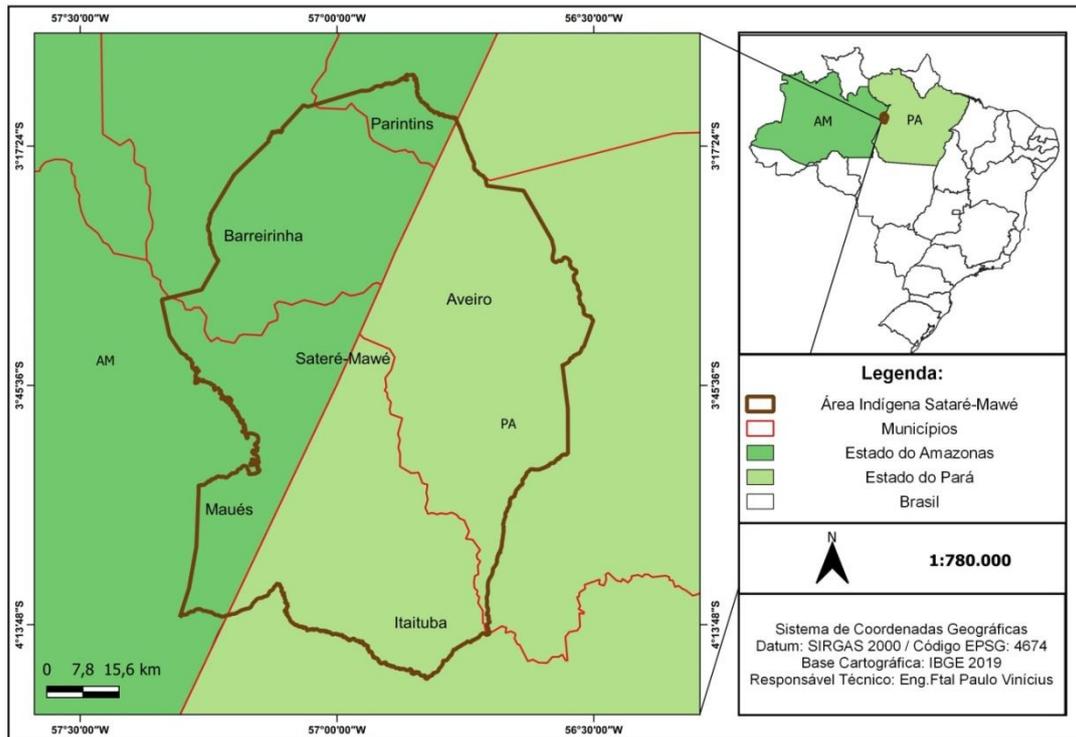


Figura 3: Área indígena Sateré Mawé.

Fonte: Autor, 2021.

A terra indígena Andirá-Marau é unidade de referência dos povos indígenas Sateré Mawé, conforme atesta a Portaria nº. 1.216, de 06/05/1982 do processo de sua regularização administrativa. Foi homologada pelo Decreto Nº. 93.069 publicado no Diário Oficial da União em 07 de agosto de 1986 e está localizada na região do Baixo Rio Amazonas. Politicamente, divide-se em três áreas caracterizadas pelos rios que banham seu território, como podemos ver na figura 4: rio Andirá, no município de Barreirinha (servindo de acesso para os indígenas atingirem o estado do Pará), rio Marau, no município de Maués e rio Uaicurapá no município de Parintins (SILVA et al., 2010).

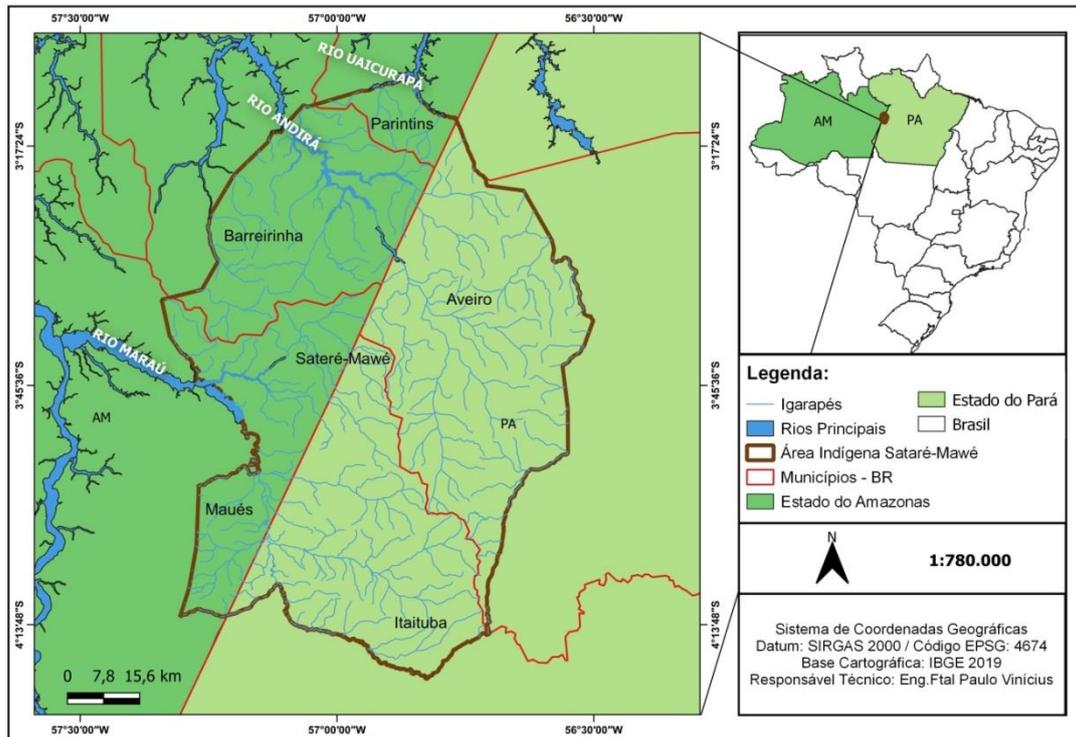


Figura 4: Rios que dão acesso à área indígena Sateré Mawé.

Fonte: Autor, 2021.

Os municípios selecionados para a coleta de dados para este estudo estão localizados no estado do Amazonas, Brasil, na Amazônia Central (FITTKAU et al., 1975), sendo eles, Barreirinha, Maués e Parintins com plantios de diferentes idades, em diferentes comunidades, como podemos ver na tabela 1.

Tabela 1: Plantios de Pau-rosa na área indígena Sateré Mawé.

Terra Indígena Sateré Mawé				
Município	Comunidade	Idade (anos)	N.ár.v.	N.produtores
Maués	Ilha Michilis	6 a 11	167	9
Maués	Nova Esperança	11	187	1
Maués	Monte Horebe	6 a 10	174	10
Barreirinha	Nova União	8 a 13	463	6
Barreirinha	Vinte Quilos	8 a 14	78	2
Parintins	Vila da Paz	21	46	1
Parintins	Vila Batista	21	18	1
Total			1133	30

O clima de **Barreirinha** é classificado como tipo Am, quente e úmido de acordo com Köppen-Geiger, com uma precipitação média anual de 2.334 mm e uma temperatura média anual de 27.6°C. Os solos da região são predominantemente classificados como latossolo amarelo distrófico (SILVA et al., 2010). O clima em **Maués** é quente e úmido, com chuvas regulares e abundantes, com uma pluviosidade média anual de 2.101 mm e uma temperatura média anual de 27.2°C, segundo Köppen-Geiger, o clima é do tipo Af. O solo é classificado como latossolo vermelho amarelo distrófico (KRAINOVIC, 2017). O clima de **Parintins** é classificado como tropical chuvoso (Amw), segundo a classificação de Köppen-Geiger (COUTO, 2005), caracterizado por uma precipitação pluviométrica superior a 2000 mm/ano, marcado por uma estação seca de curta duração, com temperatura média anual em torno de 26°C. Os solos da região são classificados como Latossolo amarelo álico (DEZORDI e TEIXEIRA, 2009).

A área de estudo pode ser observada na figura 5, onde se apresenta as duas comunidades indígenas (Vinte Quilos e Nova União), no município de Barreirinha, a comunidade indígena Ilha Michilis no município de Maués e a comunidade indígena Vila da Paz, no município de Parintins, todas no estado do Amazonas. Para a elaboração dos mapas, usamos o software QGIS 3.16 - Hannover.

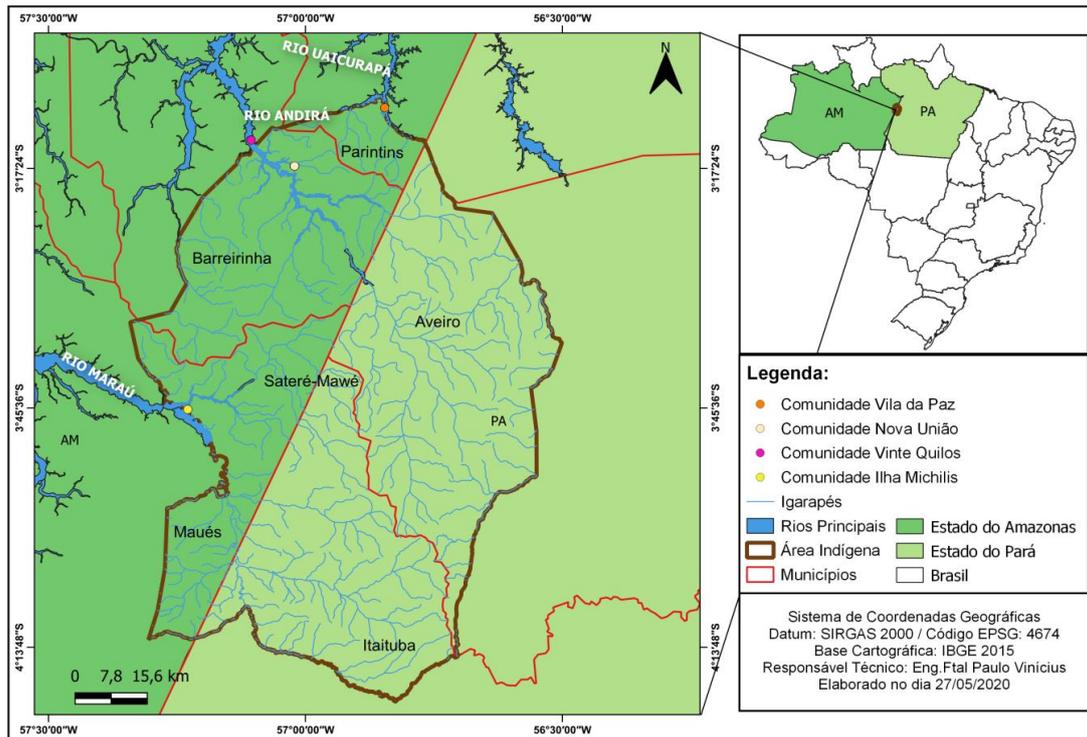


Figura 5: Locais de coleta.

Fonte: Autor, 2021.

4.1.1. Barreirinha

Os estudos no município de Barreirinha foram realizados na comunidade indígena Vinte Quilos (-03° 14' 00,65039"S; -057° 06' 20,18159"W), no plantio de (12) doze anos (B12), com (61) sessenta e um indivíduos de pau-rosa, com uma área estimada de 0,6299 ha e área estimada por indivíduo de 103,30 m², em ambiente de Saf's. Lembrando que o Saf's indígena não é parametrizado, ou seja, o plantio é colocado de acordo com o entendimento dos indígenas. Foi observado que o Saf's foi abandonado ao longo do tempo e os indivíduos de pau-rosa cresceram, necessitando de intervenção silvicultural (limpeza do dossel) no local. Esse plantio é de propriedade do CPSM, onde o Sr. Portuga toma conta, como pode ser visto na Tabela 2, assim como sua espacialização pode ser vista na figura 6.

Tabela 2: Plantio de pau-rosa de posse do Sr.Portuga.

Comunidade	area_est. (ha)	N	area_est_ind(m ²)	Ambiente
Vinte Quilos	0,6299	61	103,30	Saf's

area_est. (ha) = área estimada por hectare;

area_est_ind(m²) = área estimada de um indivíduo por m²; N = número de indivíduos.

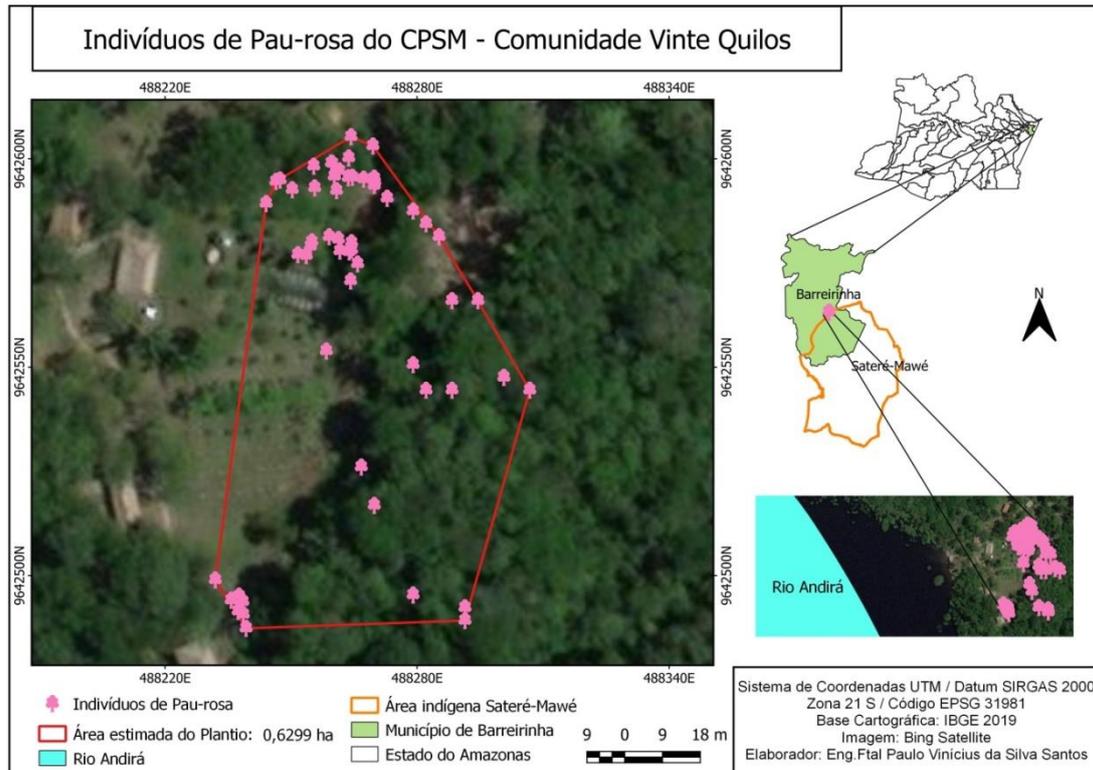


Figura 6: Plantio de pau-rosa de 12 anos de posse do Sr. Portuga.

Fonte: Autor, 2021.

Na comunidade indígena Nova União (-03° 17' 06,16919"S; -057° 01' 18,93719"W), foi realizado a coleta, no plantio de (10) dez anos (B10) de propriedade da Sra. Jucilene, com (91) noventa e um indivíduos de pau-rosa, com uma área estimada de 0,9837 ha e área estimada por indivíduo de 99,36 m², em ambiente de Enriquecimento de Floresta, como pode ser visto na Tabela 3. Foi observado necessidade de intervenção silvicultural (limpeza do dossel) no local. Sua espacialização pode ser vista na figura 7.

Tabela 3: Plantio de pau-rosa da Sra. Jucilene.

Comunidade	area_est. (ha)	N	area_est_ind(m ²)	Ambiente
Nova União	0,9837	91	99,36	Enr.Floresta

area_est. (ha) = área estimada por hectare;

area_est_ind(m²) = área estimada de um indivíduo por m²;

N = número de indivíduos.

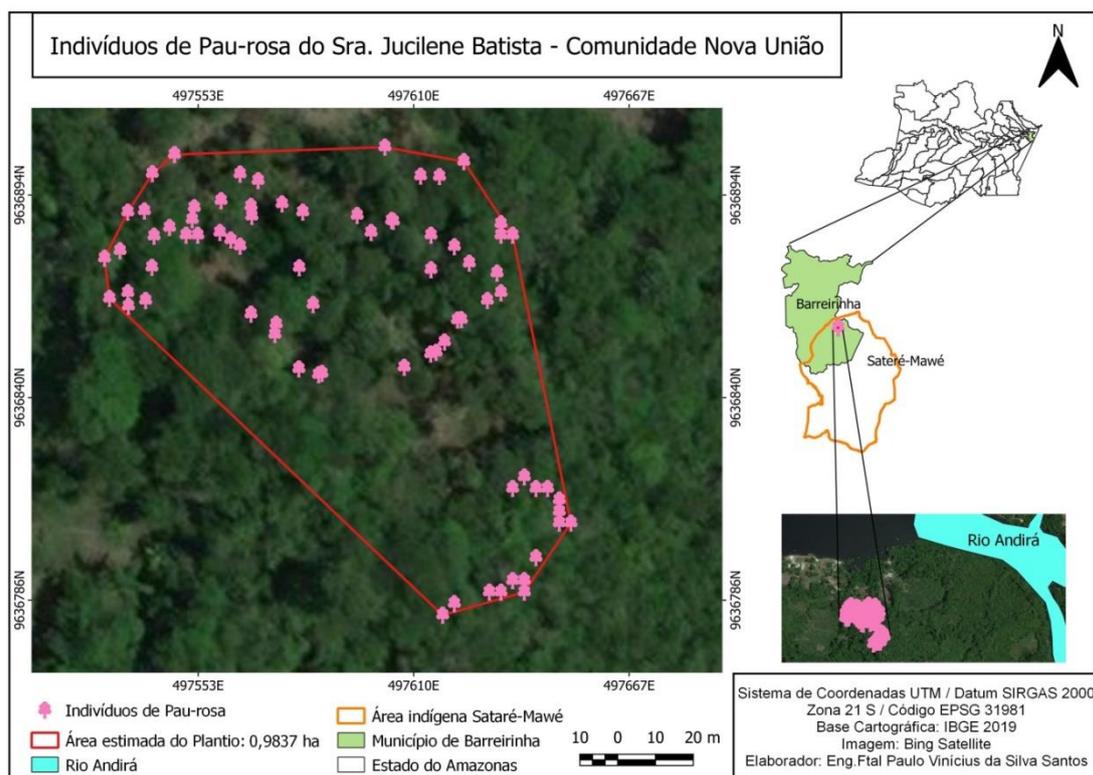


Figura 7: Plantio de pau-rosa de 10 anos da Sra. Jucilene.

Fonte: Autor, 2021.

4.1.2. Maués

No município de Maués os estudos foram realizados na comunidade indígena Ilha Michilis (-03° 44' 52,08359"S; -057° 16' 45,24239"W), em plantios de cinco (M5) e nove (M9) anos de idade. O plantio de (5) anos (M5) é de propriedade do Sr. Carlos Alves, com um total de (133) cento e trinta e três árvores de pau-rosa, com uma área estimada de 2,7923 ha e área estimada por indivíduo de 209,95 m², em ambiente de Enriquecimento de Capoeira como pode ser visto na Tabela 4. Foi observado necessidade de intervenção silvicultural (limpeza do dossel) no local. Sua espacialização pode ser vista na figura 8.

Tabela 4: Plantio de pau-rosa Sr. Carlos Alves.

Comunidade	area_est. (ha)	N	area_est_ind(m ²)	Ambiente
Ilha Michilis	2,7923	133	209,95	Enr.Capoeira

area_est. (ha) = área estimada por hectare;

area_est_ind(m²) = área estimada de um indivíduo por m²;

N = número de indivíduos; Enr.Capoeira = enriquecimento de capoeira.

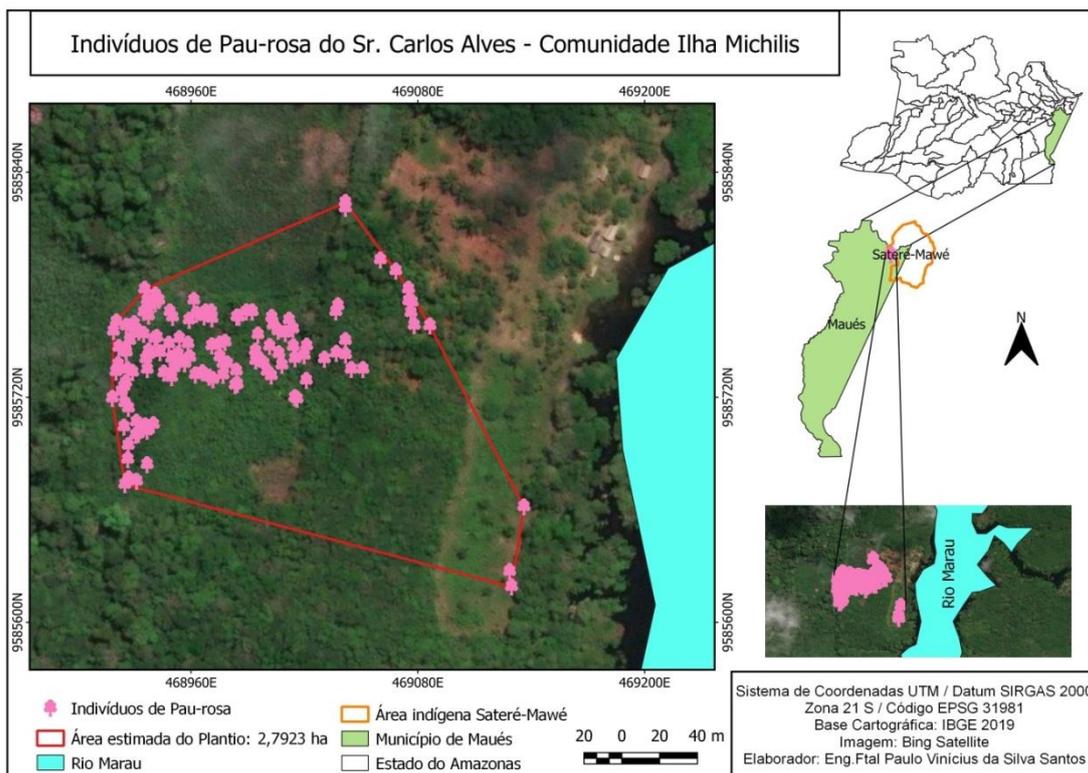


Figura 8: Plantio de pau-rosa de 5 anos de propriedade do Sr. Carlos Alves.

Fonte: Autor, 2021.

A segunda coleta realizada no município de Maués aconteceu no plantio de (9) nove anos (M9), de propriedade do Sr. Edanderson, com um total de (58) cinquenta e oito árvores de Pau-rosa, com uma área estimada de 0,2265 ha e área estimada por indivíduo de 39,73 m², em ambiente de Plantio Puro como pode ser visto na Tabela 5, assim como sua espacialização pode ser vista na figura 9.

Tabela 5: Plantio de pau-rosa do Sr. Edanderson.

Comunidade	area_est. (ha)	N	area_est_ind(m ²)	Ambiente
Ilha Michilis	0,2265	58	39,73	Plantio Puro

area_est. (ha) = área estimada por hectare;

area_est_ind(m²) = área estimada de um indivíduo por m²;

N = número de indivíduos.

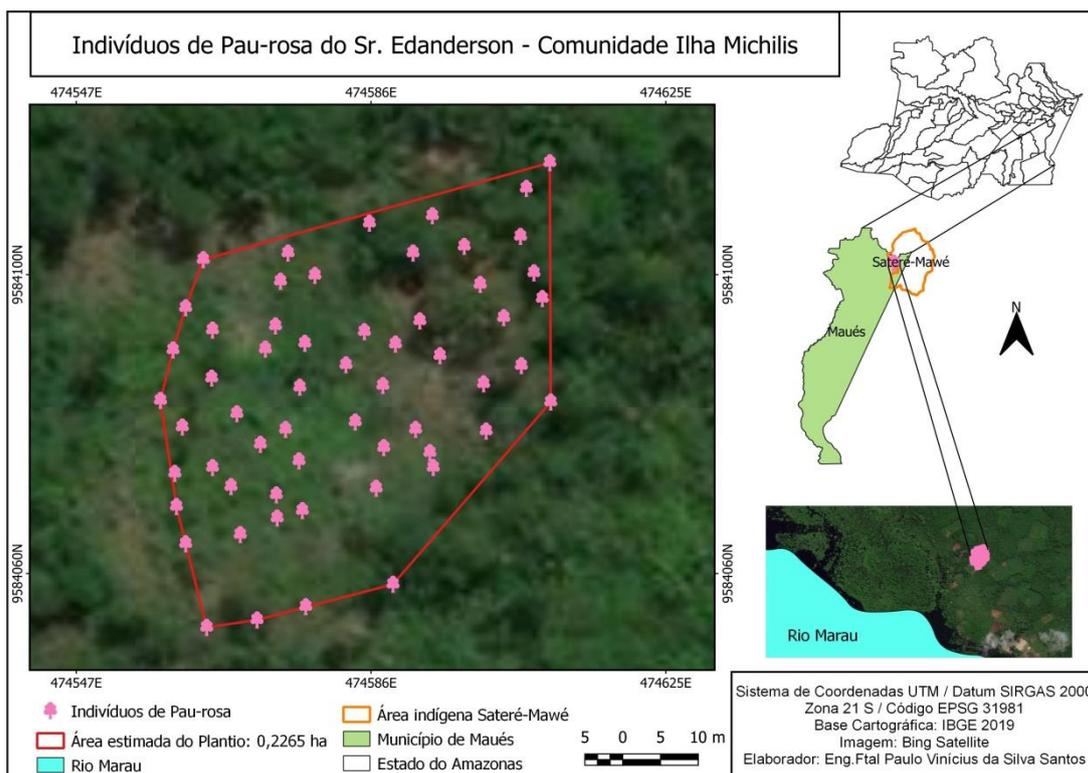


Figura 9: Plantio de pau-rosa de 9 anos de propriedade do Sr. Edanderson.

Fonte: Autor, 2021.

4.1.3. Parintins

Em Parintins a coleta foi realizada na comunidade Vila da Paz ($-03^{\circ} 10' 14,5''S$; $-056^{\circ} 50' 46,0''W$), com o plantio de (21) vinte e um anos, com (46) quarenta e seis indivíduos de Pau-rosa de propriedade do Sr. Tuchaua Rosê, com uma área estimada de 0,1835 ha e área estimada por indivíduo de 43,69 m², em ambiente de Plantio Puro como pode ser visto na Tabela 6. Foi observado necessidade de intervenção silvicultural (limpeza do dossel) no local. Sua espacialização pode ser vista na figura 10.

Tabela 6: Plantio de pau-rosa do Sr. Tuchaua Rosê.

Comunidade	area_est. (ha)	N	area_est_ind(m ²)	Ambiente
Vila da Paz	0,1835	46	43,69	Plantio Puro

area_est. (ha) = área estimada por hectare;

area_est_ind(m²) = área estimada de um indivíduo por m²;

N = número de indivíduos.

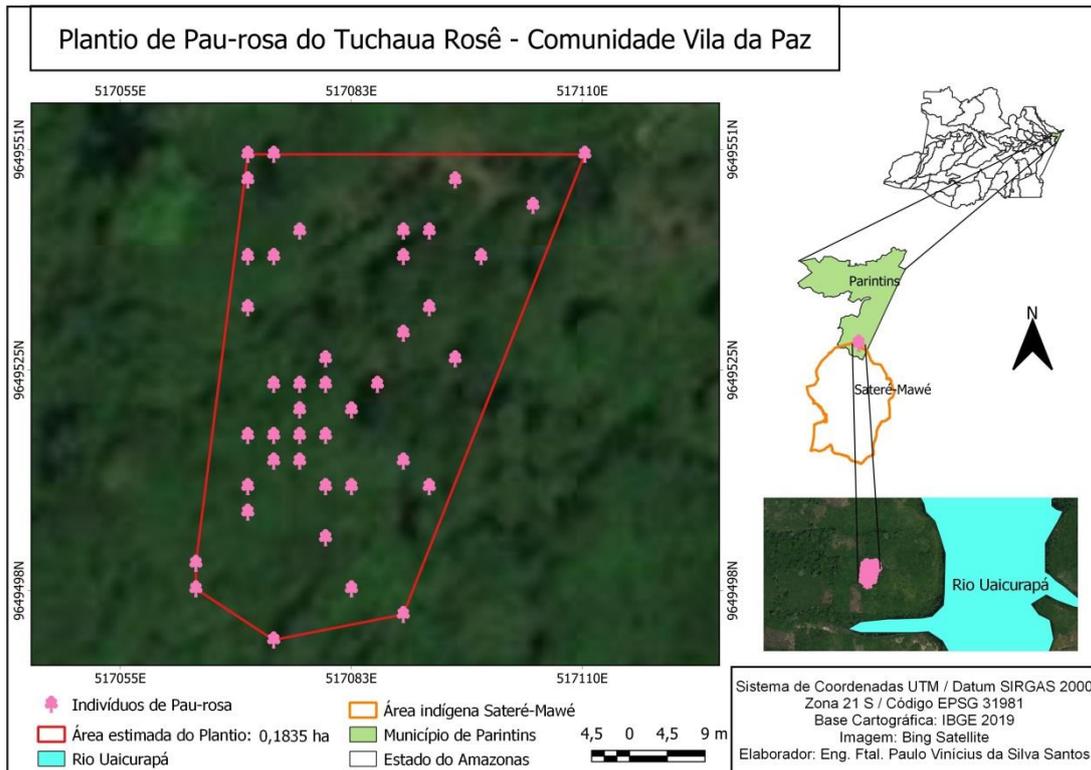


Figura 10: Plantio de pau-rosa de 21 anos de propriedade do Sr. Tuchaua Rosê.

Fonte: Autor, 2021.

4.2. Coleta de dados em campo

4.2.1. Inventário Florestal dos plantios

Realizamos um inventário a 100% (censo) dos plantios inequidêneos de Pau-rosa, onde coletamos informações sobre a localização dos indivíduos, com uso do GPS Garmim, modelo 78S.



Figura 11: Registro de coordenadas geográficas dos indivíduos.

Fonte: Autor, 2021.

Posteriormente, identificamos as árvores com placas de alumínio e número correspondente que foi realizado por meio de marcador punção alfanumérico 10 peças.



Figura 12: Confeção das placas de alumínio para marcar as árvores.

Fonte: Autor, 2021.

Mensuramos a altura (m), Centímetro a Altura do Peito (CAP), depois fizemos a conversão para DAP, comprimento de copa (x e y) (m), por meio de trena de 10 e 30 m, fita métrica de 1,5 m, vara de 3 metros para auxiliar nas medições de altura, ficha de campo, lápis e borracha.

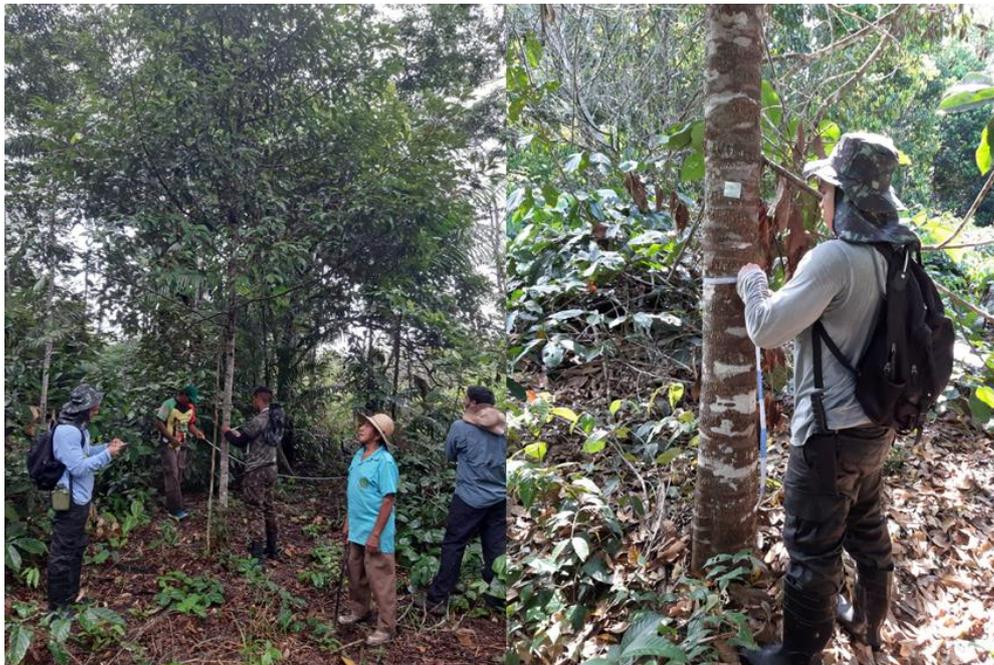


Figura 13: Inventário florestal.

Fonte: Autor, 2021.

4.2.2. Amostras de folhas e galhos finos para análise química

A amostra foi definida em triplicata (CHAAR et al., 2000), onde em cada plantio foi coletado material vegetativo de três indivíduos escolhidos aleatoriamente no centro do plantio para evitar efeitos de borda.



Figura 14: Triplicata de pau-rosa.

Fonte: Autor, 2021.

Dos três indivíduos foram coletadas 600 gramas de folhas e 600 gramas de galhos do terço superior e do terço inferior da copa, onde por meio de um luxímetro, registramos informações: intensidade de lux (lx) no terço superior (folha e galho de sol) e inferior da copa (folha e galho de sombra), temperatura no momento da coleta (°C) e umidade relativa do ar (%) segundo metodologia utilizada por Rosatto et al. (2010). O peso fresco foi determinado com o auxílio de uma balança móvel com capacidade de até 50 Kg.



Figura 15: Coleta de material vegetativo.

Fonte: Autor, 2021.

Para a coleta do material vegetativo, utilizamos tesoura de poda, podão de 4 metros e escada. Por cada indivíduo obtivemos 4 (quatro) amostras, totalizando 12 (doze) amostras por plantio. Ao final da coleta, obtivemos 60 (sessenta) amostras de material vegetativo, oriundo das três áreas de estudo. A coleta foi realizada em períodos diferentes: em Maués a coleta se deu em Agosto de 2019; em Barreirinha a coleta se deu em Novembro de 2019; em Parintins a coleta se deu em Fevereiro de 2021. Essa diferença nas datas ocorreu devido à disponibilidade de recursos e agendas dos envolvidos (pesquisadores e povo indígena Sateré Mawé).



Figura 16: a) Coleta do material vegetativo; b) e c) organização do material vegetativo.

Fonte: Autor, 2021.

As amostras coletadas foram armazenadas em sacos de pano, evitando a exposição do material à luz e a consequente perda de constituintes voláteis. Após a secagem em estufa a 40°C por 48 horas no Laboratório de Secagem da Madeira e Centro de Sementes do Amazonas, da Universidade Federal do Amazonas, as amostras de galhos e folhas foram levadas para o Laboratório de Carvão Vegetal do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) e trituradas em um moinho de facas, para que ficassem em textura de pó, atentando para limpeza do maquinário para garantir a independência entre amostras.



Figura 17: a) Secagem; b) e c) Trituração do material vegetativo; d) Material triturado.

Fonte: Autor, 2021.

As amostras foram pesadas e a partir dos pesos encontrados, realizamos uma padronização das amostras, ou seja, peso médio entre todas as amostras foi de 350 gramas. Essa padronização foi necessária visando futuramente o cálculo de rendimento. Depois foram armazenadas em sacos plásticos em uma câmara de armazenamento a 6° C no Centro de Sementes Nativas do Amazonas.

4.3. Parte Laboratorial

4.3.1. Caracterização alométrica de plantios inequiâneos de pau-rosa.

Foi realizado um inventário florestal para cada plantio da área de estudo, onde posteriormente foi comparado com os dados de inventário florestal que já existia no banco de dados do Centro de Sementes Nativas do

Amazonas, realizado em 2014, para realizar uma avaliação de crescimento e incremento desses plantios, com os dados que foram coletados em 2019.

A partir dos dados coletados no inventário florestal, quantificamos a biomassa por método indireto, utilizando as equações desenvolvidas por Krainovic et al., (2017):

Volume (V):

$$V = 0,000071579 \times DAP^{1,624} \times H^{1,189}$$

Biomassa seca acima do solo (MSAS):

$$BSAS = 0,14867 \times DAP^{1,50003} \times H^{0,93917}$$

Biomassa fresca acima do solo (MFAS):

$$BFAS = 0,24537 \times DAP^{1,64861} \times H^{0,073956}$$

Biomassa seca na copa (BSC):

$$BSC = 0,4507 \times DAP^{1,1659} \times H^{0,2965}$$

Biomassa fresca na copa (BFC):

$$BFC = 0,94096 \times DAP^{1,28087} \times H^{0,07649}$$

4.3.2. Extração de óleo essencial

A extração do óleo essencial foi realizada no Laboratório FITOPHAR da Universidade Federal do Amazonas, utilizando o método de hidrodestilação a partir do sistema Clevenger em nível de bancada.

As amostras foram pesadas e separadas entre folhas e galhos, sendo analisadas de forma individual. Feito isso, misturamos o material vegetativo padronizado com água destilada em balão de vidro, na proporção de 100:1 (100 gramas de material vegetativo: 1 litro de água destilada) com capacidade de dois litros e hidrodestiladas a uma temperatura compatível com a ebulição suave do material dentro do balão. Todas as extrações foram realizadas com as mesmas mantas térmicas e no menor tempo possível, para reduzir

variações que poderiam influenciar os resultados da destilação. Após cada destilação, o aparelho Clevenger foi lavado com solução de acetato de hexano a 80%. As amostras oriundas da destilação, óleo essencial + água, foram secas com sulfato de sódio anidro (Na_2SO_4).



Figura 18: a) Extração de óleo essencial em nível de bancada; b) Clevenger.

Fonte: Autor, 2021.

Após a secagem, o óleo essencial foi pipetado para um frasco de vidro âmbar de 10 ml que foram fornecidos pelo Laboratório de Produtos Naturais (LPN)/GEQBiom (Grupo de Estudos Químicos de Biomoléculas), sendo levado para a pesagem em uma balança analítica de precisão. Após pesado o frasco foi fechado com uma tampa de borracha envolta com papel alumínio, para que não haja contato da borracha com o óleo e por fora do frasco foi colocado um plástico filme para evitar a possibilidade de qualquer vazamento de óleo. Sendo assim, depois de identificados, os frascos de âmbar foram armazenados em pequenas caixas de isopor de 500 gramas e colocados em um freezer.



Figura 19: a) Pesagem do frasco com óleo essencial; b) Identificação do frasco; c) Organização das amostras; d) Armazenamento em freezer das amostras.

Fonte: Autor, 2021.

Para o cálculo de rendimento das amostras (R%) foi utilizado à relação entre a quantidade de óleo extraído e o peso padrão estabelecido para as amostras:

$$R(\%) = \frac{\text{massa do óleo essencial (g)}}{\text{* massa seca (g)}} \times 100$$

* peso padrão (g) – peso estabelecido após as amostras passarem pelo moinho de facas.

4.3.3. Análise da composição química dos óleos essenciais

A composição química do óleo essencial foi analisada pelo método de cromatografia em fase gasosa acoplada a espectrômetro de massas (CG-MS) sendo observado no cromatograma gerado, o tempo transcorrido desde o instante da introdução da amostra ao instante de máximo pico (tempo de retenção), além das respectivas áreas dos picos. Foi observada a área sob os picos formados, para quantificar a porcentagem em área de cada componente da amostra, somamos o total dos componentes e dividimos cada componente

pela área total, dessa forma, temos a porcentagem em área de cada componente na amostra.

A técnica analítica consiste na eluição da amostra, através de uma corrente de gás que passa continuamente por uma coluna contendo uma fase estacionária. Quando a amostra é introduzida no CG, é rapidamente vaporizada, e nessa corrente de gás, ela é arrastada através da coluna. As substâncias presentes na amostra depois de separadas chegam ao detector, que gera um sinal para o sistema de registro de tratamentos de dados, gerando o cromatograma.

Este cromatograma foi gerado utilizando cromatógrafo Agilent Technologies, modelo CG – 7890B e o espectrômetro de massas também é da Agilent Technologies, modelo MS – 5977A. O mesmo é equipado com injetor split, injetando 0,5 μL da amostra diluídas em hexano P.A., em proporção de 20:1. A temperatura do injetor foi de 290 $^{\circ}\text{C}$, operando com temperatura programada iniciando a 25 $^{\circ}\text{C}$, a uma razão de aquecimento de 10 $^{\circ}\text{C}$ por minuto até 150 $^{\circ}\text{C}$, passando a aquecer 30 $^{\circ}\text{C}$ por minuto até 250 $^{\circ}\text{C}$ por um tempo de 12,5 minutos. A temperatura do detector foi de 325 $^{\circ}\text{C}$. 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 atingindo a temperatura máxima de 300 $^{\circ}\text{C}$.

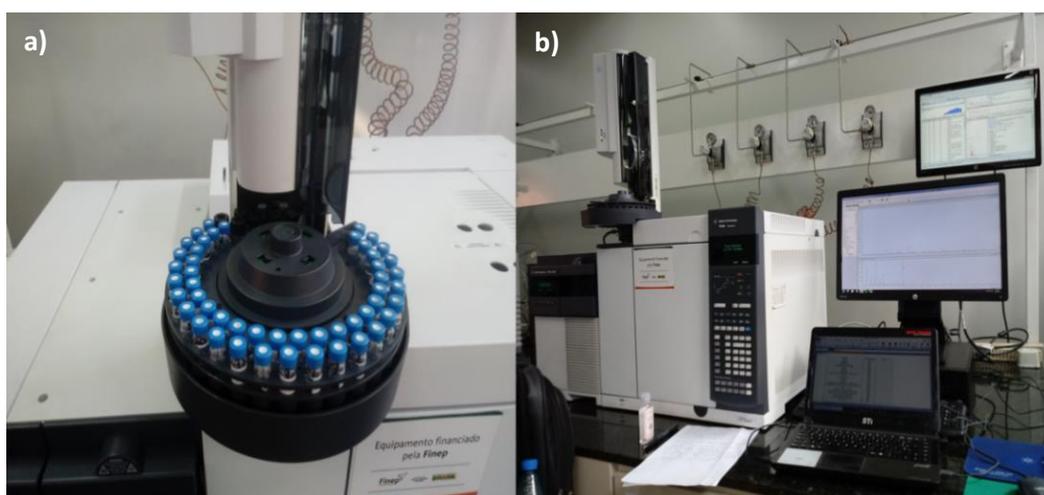


Figura 20: a) Organização das amostras no cromatógrafo; b) Análise dos picos das substâncias das amostras.

Fonte: Autor, 2021.

4.4. Análise de dados

4.4.1. Caracterização alométrica de plantios inequiâneos de Pau-rosa.

Para realizar a avaliação de crescimento e incremento dos plantios comparamos as medições de 2014 com as de 2019, lançando mão das medidas de dispersão entre esses dois conjuntos de dados. Para essa análise, utilizamos os dados médios de altura, DAP e biomassa para encontrar o incremento referente a cada variável mencionada.

Para o cálculo preliminar de produtividade por plantio, usamos as equações de estimativa de biomassa de plantios de pau-rosa desenvolvidas por Krainovic et al. (2017), através das variáveis Biomassa Seca na Copa e Biomassa Seca Acima do Solo, obtendo os valores em kg dessas duas variáveis. A partir desses valores encontrados, subtraímos a Biomassa da Copa da Biomassa Acima do Solo para encontrar a Biomassa do Fuste, como podemos ver na figura abaixo: as quais foram a base para que possamos, a partir do rendimento em óleo essencial e dos dados de biomassa, determinar o volume de óleo essencial estimado por unidade de produção, estimando por fim, de forma preliminar, quanto cada plantio analisado pode render em dinheiro a partir dos valores praticados no presente.



Figura 21: Biomassa seca no fuste (kg).

Fonte: Própria.

as quais foram a base para que possamos, a partir do rendimento em óleo essencial e dos dados de biomassa, determinar o volume de óleo essencial estimado por unidade de produção, estimando por fim, de forma preliminar, quanto cada plantio analisado pode render em dinheiro a partir dos valores praticados no presente.

Diante do valor encontrado de Biomassa Seca da Copa (kg) e da Biomassa Seca no Fuste (kg), multiplicamos pelo rendimento médio encontrado através das extrações de óleo essencial desses compartimentos para ter o rendimento médio da Copa. Como não realizamos coleta de material do fuste, utilizamos o rendimento médio igual a 1 (LEITE et al. 2001; MAY e BARATA 2004; IBAMA, 2011). Posteriormente multiplicamos o valor do peso seco (kg) dos plantios pelo rendimento de copa e fuste e dividimos por 100, para obter o valor do kg do óleo.

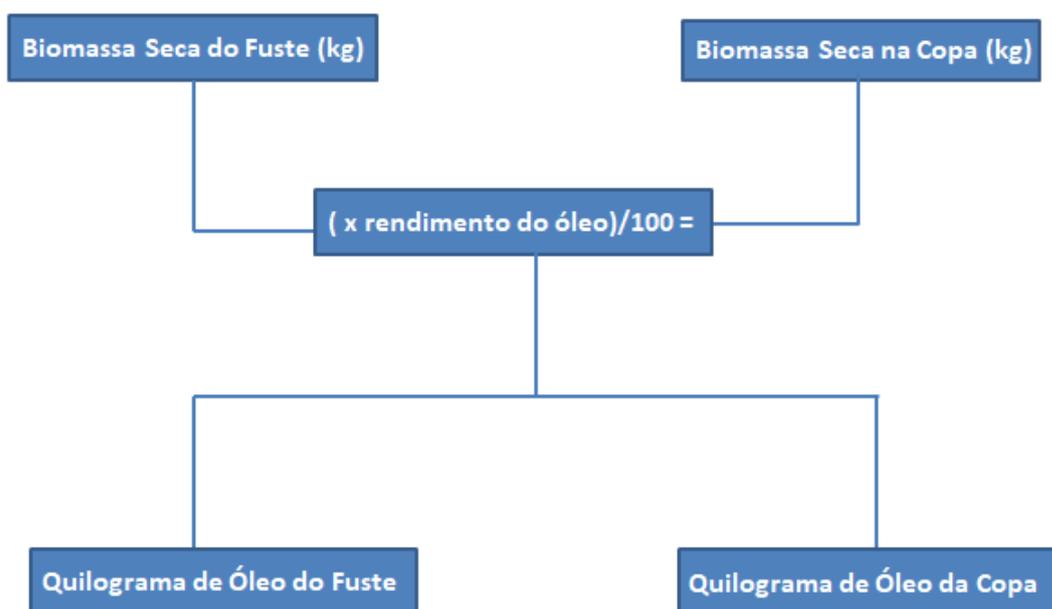


Figura 22: Quilograma de óleo por compartimento.

Fonte: Própia.

A partir do rendimento em óleo essencial e dos dados de biomassa, determinamos o volume de óleo essencial estimado por unidade de produção, estimando por fim, de forma preliminar, quanto cada plantio analisado pode render em dinheiro a partir dos valores praticados no presente.

4.4.2. Análise Química

Levamos em consideração em nossa análise, o compartimento do indivíduo (folha ou galhos finos), a influência da insolação (folha e galho de sol; folha e galho de sombra), idade e origem geográfica dos plantios. Para facilitar as análises, separamos o material inicialmente por origem geográfica, idade do plantio e parte da planta do mesmo indivíduo, identificando se são do terço superior ou do terço inferior da copa. Dessa forma, começamos de

forma macro até a separação mais específica. No momento das análises no CG organizamos de forma inversa ao mencionado na separação. Começamos de forma micro até atingir o macro, ou seja, por parte da planta de um mesmo indivíduo, identificando se são do terço superior ou do terço inferior da copa, idade de plantio e por fim, passaremos para o nível de origem geográfica.

Dessa forma a separação do material ficou:

1. Origem geográfica;
2. Idade dos plantios;
3. Partes do mesmo indivíduo (folha ou galho), subdividindo se são do terço superior ou terço inferior da copa.

As análises como mencionado anteriormente foram o inverso:

1. Partes do mesmo indivíduo (folha ou galho), subdividindo se são do terço superior ou terço inferior da copa;
2. Idade dos plantios;
3. Origem geográfica.

4.4.2.1. Determinar a composição química do OE dentro e entre plantios inequiâneos.

Fizemos análises multivariadas para exploração dos dados: PCA (análise de componentes principais) e escalonamento multidimensional não métrico (NMDS). Com a NMDS trabalhamos a presença e ausência de constituintes químicos, ao passo que com a análise de PCA, observamos as tendências de agrupamento dos dados, quando componente e quando tratamento. Quando os nomes das substâncias se repetiram em diferentes tempos de retenção, para diferenciá-las, inserimos um asterisco e a numeração seguida de acordo com a ordem cronológica que o mesmo nome apareceu em diferente tempo de retenção.

4.4.2.2. Determinar a porcentagem em área de linalol de plantios de pau-rosa de diferentes idades, componentes e tratamentos.

Para determinar a porcentagem em área de linalol de plantios de pau-rosa de diferentes idades, componentes e tratamentos, utilizamos os valores médios de porcentagem e desvios em área obtidos a partir da análise no cromatógrafo. Todas as análises e produção de materiais gráficos foram realizadas usando o software R (R Core Team, 2018).

4.4.2.3. Determinar e comparar o rendimento de OE entre folhas e galhos finos de plantios de pau-rosa de diferentes idades.

Realizamos análise da variância seguida do teste de médias (post-hoc) mais adequado para o comportamento dos dados quanto a normalidade (Teste de Shapiro-Wilk), homogeneidade da variância (Teste de Levene) e independência das amostras (Anova), seguido de teste de médias (PostHoc) para diferenciar o material vegetativo oriundo do terço superior da copa e do terço inferior da copa. A sequência de análise ficou da seguinte forma: primeiro, realizamos o teste de Shapiro-Wilk para avaliar a normalidade dos dados, quando normal, usamos a Anova, quando não normal, fizemos o teste de Kruskal-Wallis, esse, quando significativo, usamos o teste de Wilcoxon, para observar as diferenças entre os componentes e tratamentos. Quando usamos a Anova e deu diferença significativa, fizemos posteriormente o teste de PostHoc, utilizando como método o teste Tukey para observar as diferenças entre os componentes e tratamentos.

Para o cálculo preliminar de rentabilidade econômica dos plantios de pau-rosa, utilizamos os dados do kg do óleo encontrado, multiplicamos pelo preço do kg do óleo praticado no presente, que é \$ 400,00 dólares/kg. Chegamos ao valor estimado total por compartimento, fazendo uma simples conversão de dólar para real, tendo o valor estimado de cada compartimento em moeda brasileira. O fluxo é apresentado na figura 23. Para realizar esse cálculo preliminar, utilizamos o Microsoft Excel 2010. As análises da

quantificação de biomassa, rendimento em óleo e retorno financeiro foram baseadas nas médias de produção de biomassa obtida dos plantios analisados.

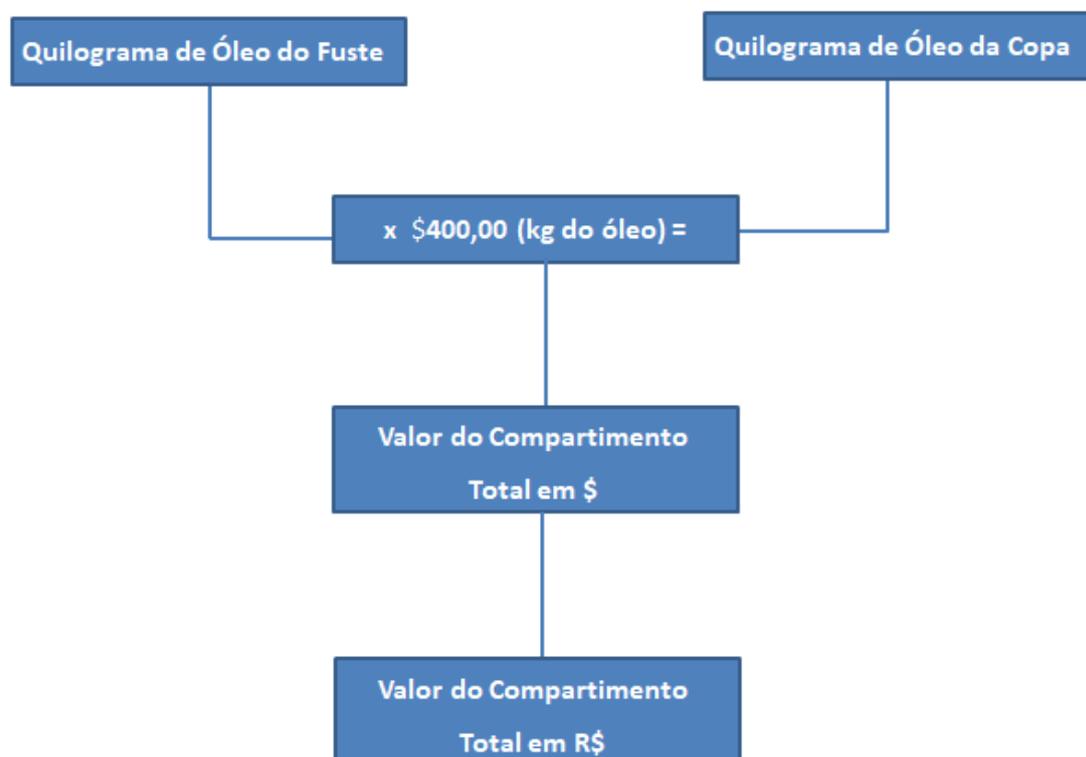


Figura 23: Valor estimado por compartimento.

Fonte: Própria

5. RESULTADOS

5.1. Caracterização alométrica de plantios inequidêneos de Pau-rosa.

Os dados dendrométricos e da biomassa de galhos finos e folhas de árvores de pau-rosa, estão presentes na tabela 7.

Na figura 24 abordamos a relação entre Altura Total média dos plantios analisados. Podemos observar que houve diferença estatística diante da anova realizada (p -valor = $2e-16^{***}$) para a variável em questão. É possível observar na figura 24 (a) que, para Altura Total média, os plantios: Barreirinha1 se diferenciou de todos os tratamentos, exceto Barreirinha2 e que o plantio de Parintins, se diferenciou de todos os outros plantios, o que

era de se esperar, visto que ele é o plantio mais antigo, 21 anos, consequentemente, as maiores alturas das árvores $15,9 \pm 6,9$.

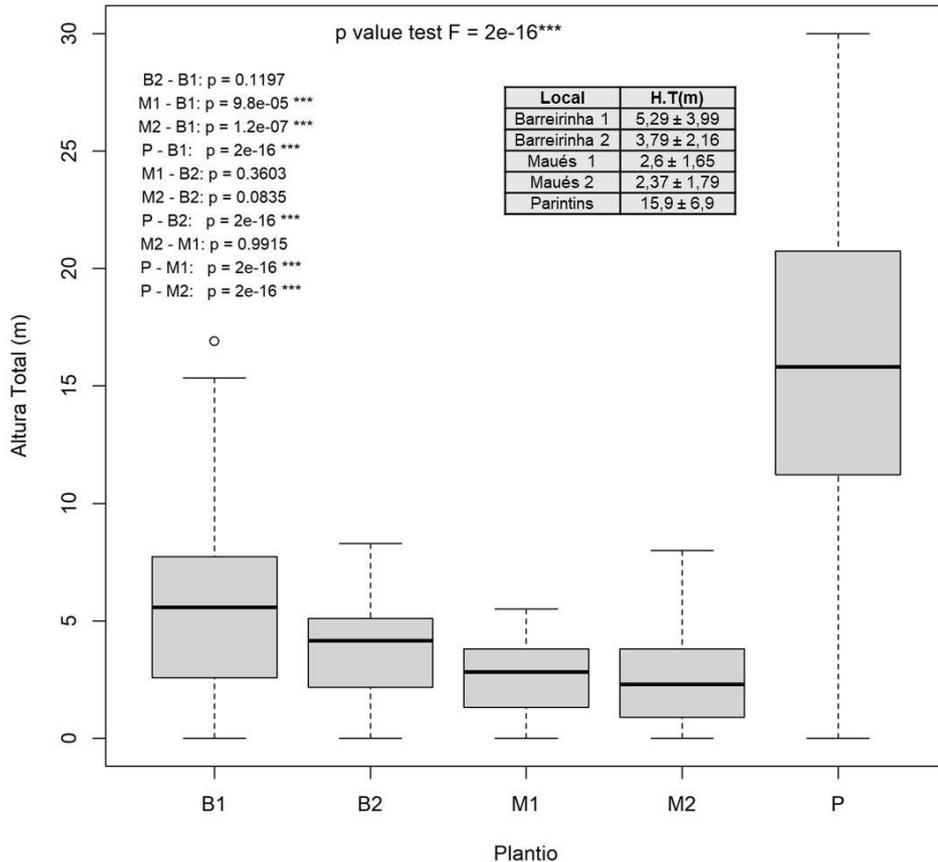


Figura 24: Altura Total média (m) em função do Plantio.

Na figura 25 abordamos a relação entre o Diâmetro a Altura do Peito (DAP) médio dos plantios analisados. Podemos observar que houve diferença estatística diante da anova realizada (p-valor = $2e-16^{***}$) para a variável em questão. Portando observamos que os plantios: Maués2 se diferenciou de todos os tratamentos, exceto Maués1 e que o plantio de Parintins, se diferenciou de todos os outros plantios, o que era de se esperar, visto que ele é o plantio mais antigo, 21 anos, consequentemente, os maiores DAP das árvores $13,42 \pm 6,1$.

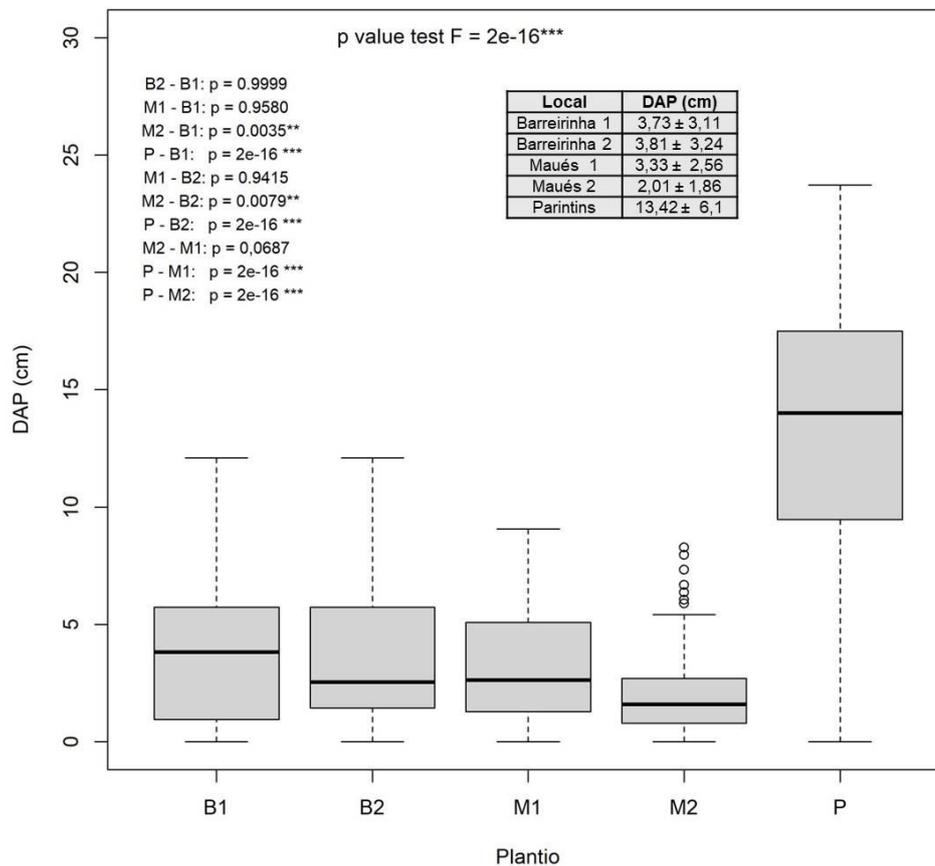


Figura 25: Diâmetro a Altura do Peito - DAP (cm) médio em função do Plantio.

Na figura 26 abordamos a relação entre a Biomassa (kg) média dos plantios analisados. Podemos observar que houve diferença estatística diante da anova realizada (p-valor = 2e-16***) para a variável em questão. Portanto, o único plantio que se diferenciou dos outros foi o plantio de Parintins, o que era de se esperar, visto que ele é o plantio mais antigo, 21 anos, consequentemente, a maior Biomassa (kg) das árvores 127,62 ± 104,56.

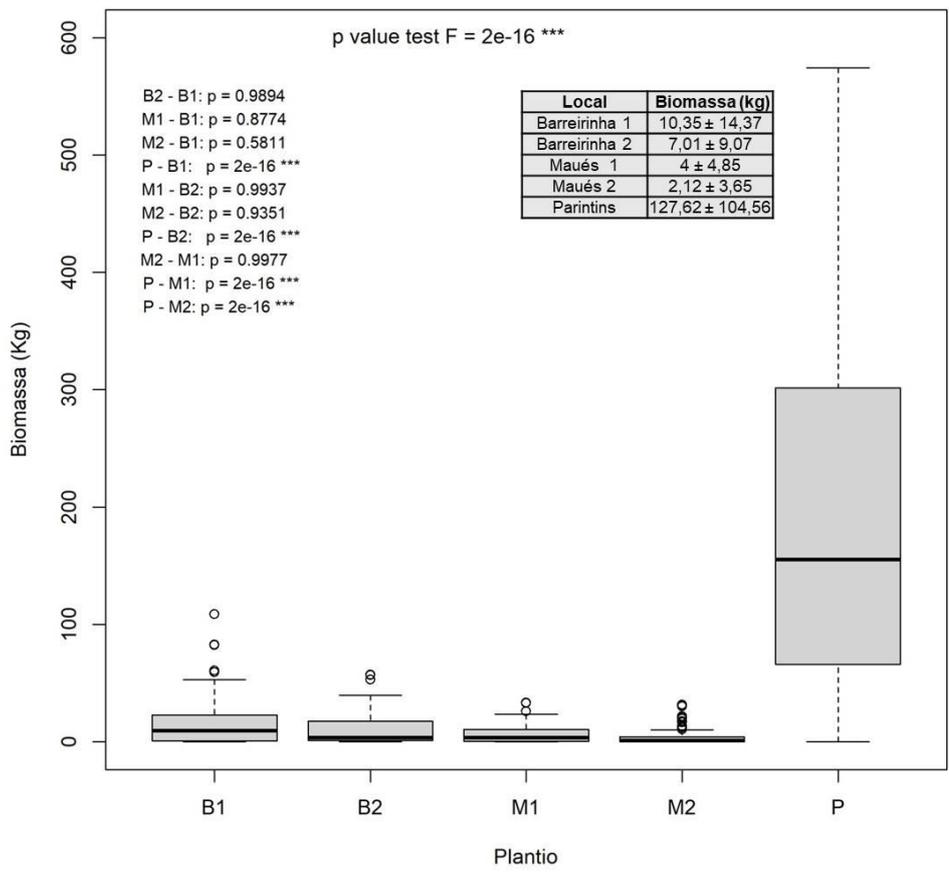


Figura 26: Biomassa média (kg) em função do Plantio.

Na figura 27 abordamos a relação entre o Incremento médio em Altura (m) dos plantios analisados. Podemos observar que houve diferença estatística diante da anova realizada (p-valor = 2.81e-05) para a variável em questão. Portanto, para o Incremento médio em Altura (m), observamos que o plantio de Barreirinha 1 se diferenciou de todos os outros plantios, exceto Barreirinha 2.

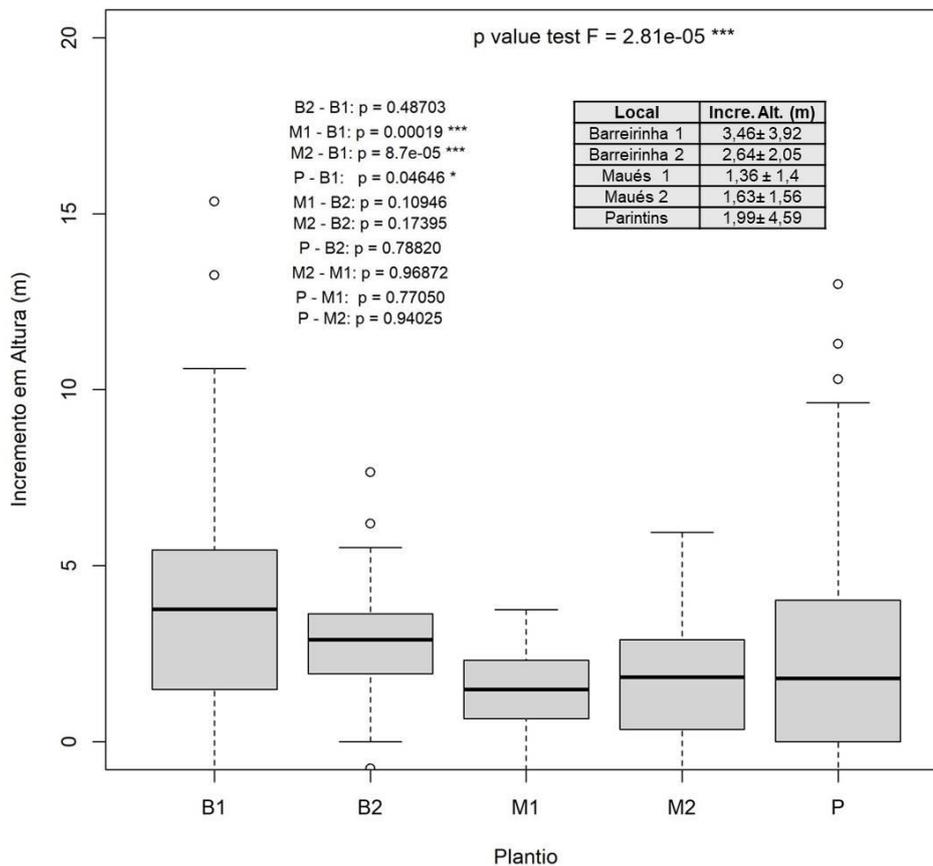


Figura 27: Incremento médio em Altura (m) em função do Plantio.

Na figura 28 abordamos a relação entre o Incremento médio em DAP (cm) dos plantios analisados. Podemos observar que houve diferença estatística diante da anova realizada (p-valor = 1.52e-08***) para a variável em questão. Portanto, para o Incremento médio em Altura (m), observamos que o plantio de Parintins foi o único que se diferenciou dos plantios.

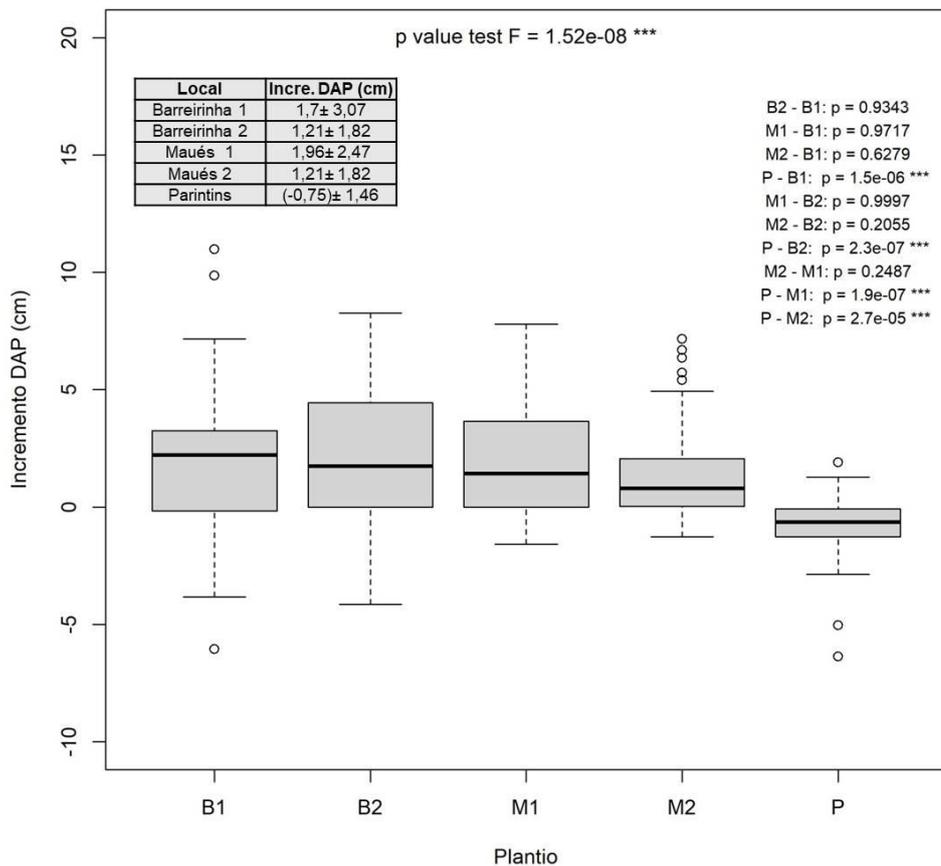


Figura 28: Incremento médio em DAP (cm) em função do Plantio.

Na figura 29 abordamos a relação entre o Incremento médio em Biomassa (kg) dos plantios analisados. Podemos observar que houve diferença estatística diante da anova realizada (p-valor = 0.000954***) para a variável em questão. Os tratamentos que se diferenciaram foram: Maués2 - Barreirinha1 (p-valor = 0.0250*); Parintins - Maués1 (p-valor = 0.0488*); Parintins - Maués2 (p-valor = 0.0019**).

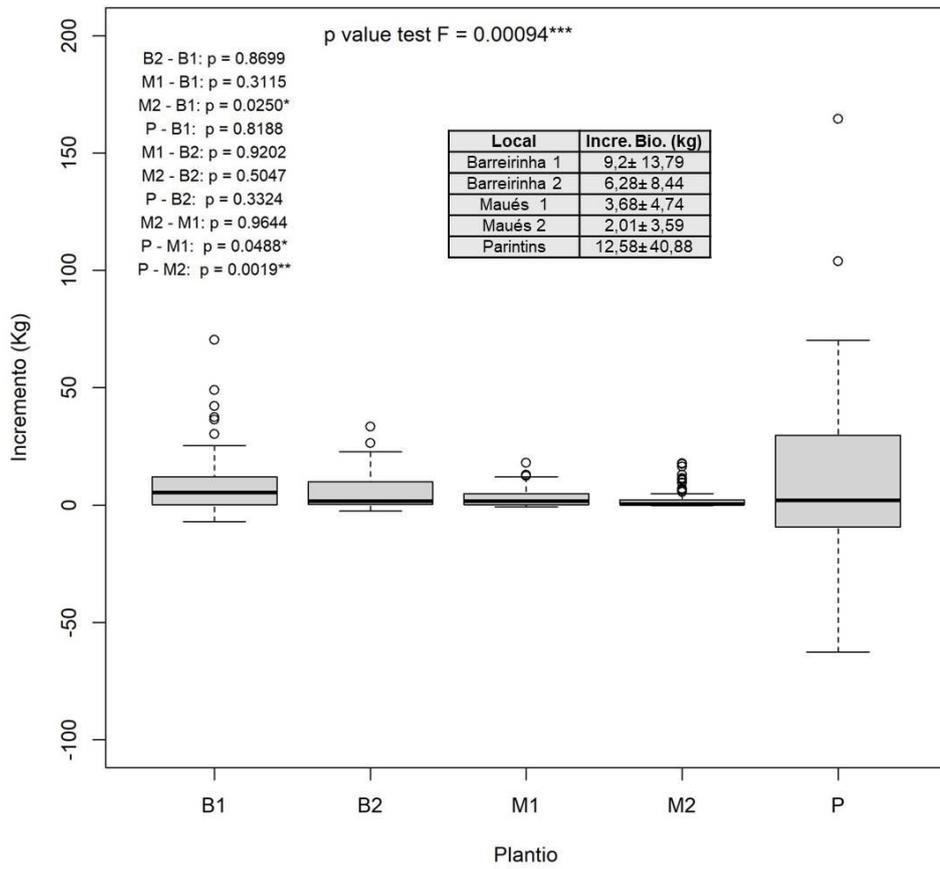


Figura 29: Incremento médio em Biomassa (kg) em função do Plantio.

Tabela 7: Caracterização alométrica dos plantios inequiâneos.

Plantio	Idade	N	Área_est.(ha)	esp._médio (m ²)	HT (m)	DAP (cm)	Biomassa (kg)	Incre(H)	Incre (DAP)	Incre(Kg)	Ambiente
Maués 1	9	58	0,2265	39,05	2,6 ± 1,65	3,33 ± 2,56	4 ± 4,85	1,36 ± 1,4	1,96± 2,47	3,68± 4,74	Enr.Capoeira
Maués 2	5	133	1,1795	88,68	2,37 ± 1,79	2,01 ± 1,86	2,12 ± 3,65	1,63± 1,56	1,21± 1,82	2,01± 3,59	Plantio Puro
Barreirinha 1	10	99	1,0832	109,41	5,29 ± 3,99	3,73 ± 3,11	10,35 ± 14,37	3,46± 3,92	1,7± 3,07	9,2± 13,79	Saf's
Barreirinha 2	12	61	0,63	103,28	3,79 ± 2,16	3,81 ± 3,24	7,01 ± 9,07	2,64± 2,05	2,05± 2,88	6,28± 8,44	Enr.Floresta
Parintins	21	42	0,2342	55,76	15,9 ± 6,9	13,42 ± 6,1	127,62 ± 104,56	1,99± 4,59	(-0,75)± 1,46	12,58± 40,88	Plantio Puro

Incremento foi baseado nos valores do inventário realizado em 2014 e 2019. Área_est = área estimada; esp._médio = espaçamento médio; HT = altura total;

Incre = Incremento;

Enr. = Enriquecimento

As médias de biomassa aérea dos plantios M1, M2, B1, B2 e P foram iguais a 4; 2; 10,35; 7,01 e 127,62 kg/árvore respectivamente. Individualmente, foram observados valores que variaram de 0,077 a 18,57 kg no M1; 0,0001 a 18,32 kg no M2; 0,2505 a 70,34 kg no B1; 0,1569 a 33,63 no B2 e 0,4935 a 397,93 kg. O plantio P estocou a maior biomassa média (127,62 kg), seguido pelo plantio B1 (10,35 kg), B2 (7,01 Kg), M2 (2,12 kg) e por fim (4 kg). A altura média observada variou de 2,37 metros no plantio M2 a 15,9 metros no plantio P. O plantio M1 apresentou 2,6 metros de altura média, com mínima e máxima de 0,67 a 5,5, M2 apresentou 2,37 metros de altura média, com mínima e máxima de 0,20 a 8 m, B1 apresentou 5,29 metros de altura média, com mínima e máxima de 2,33 a 16,90 m, B2 apresentou 3,79 metros de altura média, com máxima e mínima de 1,14 a 8,3 m, P1 apresentou 2,6 metros de altura média, com mínima e máxima de 2,30 a 15,9 m, respectivamente. O plantio M1 apresentou 2,01 cm de DAP médio, com mínima e máxima de 0,67 a 9,07 cm, M2 apresentou 3,33 cm de DAP médio, com mínima e máxima de 0,0159 a 8,28 cm, B1 apresentou 3,73 cm de DAP médio, com mínima e máxima de 0,7958 a 12,10 cm, B2 apresentou 3,81 cm de DAP médio, com máxima e mínima de 0,7958 a 12,10 cm, P apresentou 13,42 cm de DAP médio, com mínima 1,3210 e máxima de 23.

Podemos observar através da tabela 7, que as maiores variações para HT, DAP, Biomassa e Incremento de Biomassa, ocorreram no plantio de Parintins de 21 anos, 15,9 (m); 13,42 (cm); 127,62 (kg); 12,58 (kg) respectivamente, enquanto a maior variação de incremento para Altura, foi no plantio Barreirinha 1 de 10 anos, 3,46 metros e para o incremento em DAP foi no plantio de Barreirinha 2 de 12 anos, 2,05 cm. As menores variações para HT, DAP, Biomassa e Incremento de Biomassa ocorreram no plantio Maués 2 de 5 anos, 2,37 (m); 2,01 (cm); 2,12 (kg); 2,01 (kg) enquanto a menor variação para Incremento em Altura foi no plantio Maués 1 de 9 anos, com 1,36 metros. Para a variável Incremento de DAP, a menor variação se deu no plantio de Parintins de 21 anos, com incremento negativo, -0,75 (kg).

5.2. Composição química do OE dentro e entre plantios inequiâneos.

Diante da análise química feita através do Cromatógrafo acoplado ao Espectro de Massas nos óleos essenciais dos plantios analisados, tivemos um total de 123 substâncias. Diferenças na composição química dos óleos essenciais foram observadas entre os três municípios amostrais, sendo que para folha, o que mais apresentou substâncias específicas foi Barreirinha, de um total de 79 substâncias, 11 foram específicas. Maués de um total de 78 substâncias, 10 foram específicas e Parintins, de um total de 70 substâncias, 6 foram específicas. Para galho a tendência foi à mesma, diferenciando a quantidade de substâncias entre os municípios. Para Barreirinha, de um total de 82 substâncias, 13 foram específicas. Para Maués, de um total de 71 substâncias, 4 foram específicas e para Parintins, de um total de 67 substâncias, 2 foram específicas, como podemos ver na tabela 8.

Tabela 8: Diferenças na composição química de óleos essenciais extraídos de plantios localizados em três municípios diferentes da Amazônia Central para folha e galho finos de Pau-rosa.

Parte da Planta	Região	N.picos	N.S.E	Diferentes substâncias entre os plantios
Folha	Maués	78	10	"(Naphthalene, 1,2,3,4,4a,5,6,8a-octahydro-4a,8-dimethyl-2-(1-methylethenyl)-,[2R-(2 α ,4 α ,8 α β)]-)*2" "(Neointermedeol)*1" "((-)-Spathulenol)*3" "(1H-Cycloprop[e]azulen-7-ol, decahydro-1,1,7-trimethyl-4-methylene-, [1 α -1 α ,4 α ,7 β ,7 α β])-*4" "(6-Isopropenyl-4,8a-dimethyl-1,2,3,5,6,7,8,8a-octahydro-naphthalen-2-ol)*6" "3-Carene" "2-Naphthalenemethanol, decahydro- α , α ,4a-trimethyl-8-methylene-, [2R-(2 α ,4 α ,8 α β)]-" " α -Vetivol" "5-Hepten-2-one, 6-methyl-" "Ledene oxide(II)"
	Barreirinha	79	11	"(Naphthalene, decahydro-4a-methyl-1-methylene-7-(1-methylethenyl)-, [4 α R-(4 α ,7 α ,8 α β)]-)*2" "(Naphthalene, decahydro-4a-methyl-1-methylene-7-(1-methylethenyl)-, [4 α R-(4 α ,7 α ,8 α β)]-)*3" "(Isoaromadendrene epoxide)*1" "(Isoaromadendrene epoxide)*4" "(6-Isopropenyl-4,8a-dimethyl-1,2,3,5,6,7,8,8a-octahydro-naphthalen-2-ol)*2" "(Tricyclo[5.2.2.0(1,6)]undecan-3-ol, 2-methylene-6,8,8-trimethyl-)*1" "L- α -Terpineol" "Bicyclo[3.1.1]hept-2-ene, 3,6,6-trimethyl-" "Naphthalene, 2,3,4,4a,5,6-hexahydro-1,4a-dimethyl-7-(1-methylethyl)-" "10, 10-Dimethyl-2,6-dimethylenebicyclo[7.2.0]undecan-5 β -ol" "Cyclohexanol, 1-methyl-4-(1-methylethenyl)-, acetate"
	Parintins	70	6	"(1,1,4,7-Tetramethyldecahydro-1H-cyclopropa[e]azulene-4,7-diol)*4" "(Aromadendrene)*2" "1H-Cycloprop[e]azulene, 1 α ,2,3,4,4a,5,6,7b-octahydro-1,1,4,7-tetramethyl-, [1 α R-(1 α ,4 α ,4 α β ,7 β)]-" "Alloaromadendrene" "Naphthalene, 1,2,3,5,6,8a-hexahydro-4,7-dimethyl-1-(1-methylethyl)-, (1S-cis)-" "trans-Geranylgeraniol"
Galho	Maués	71	4	"(Isoaromadendrene epoxide)*3" "(6-Isopropenyl-4,8a-dimethyl-1,2,3,5,6,7,8,8a-octahydro-naphthalen-2-ol)*2" "Terpinen-4-ol" "Bicyclo[2.2.1]heptan-2-ol, 1,7,7-trimethyl-, (1S-endo)-"
	Barreirinha	82	13	" β -Pinene" "(Isoaromadendrene epoxide)*1" "(Isoaromadendrene epoxide)*6" "((-)-Spathulenol)*1" "((-)-Spathulenol)*3" "(1,1,4,7-Tetramethyldecahydro-1H-cyclopropa[e]azulene-4,7-diol)*1" "(1,1,4,7-Tetramethyldecahydro-1H-cyclopropa[e]azulene-4,7-diol)*4" "(6-Isopropenyl-4,8a-dimethyl-1,2,3,5,6,7,8,8a-octahydro-naphthalen-2-ol)*1" "(τ -Cadinol)*2" "Bicyclo[7.2.0]undec-4-ene, 4,11,11-trimethyl-8-methylene-" "Bicyclo[3.1.1]hept-2-ene, 3,6,6-trimethyl-" "Bicyclo[3.1.0]hexane, 4-methylene-1-(1-methylethenyl)-" "1H-Cycloprop[e]azulene, 1 α ,2,3,4,4a,5,6,7b-octahydro-1,1,4,7-tetramethyl-, [1 α R-(1 α ,4 α ,4 α β ,7 β)]-"
	Parintins	67	2	"((-)-Spathulenol)*4" "(1S,3aS,4S,5S,7aR,8R)-5-Isopropyl-1,7a-dimethyloctahydro-1H-1,4-methanoiden-8-ol"

Quando abordamos as diferenças na composição química dos óleos essenciais entre os tratamentos, foram observadas diferenças entre os três

municípios analisados. O que mais apresentou substâncias específicas para folha sombra foi Barreirinha de um total de 67 substâncias, 13 (19,4%) foram específicas, Maués, de um total de 68 substâncias, 8 (11,8%) foram específicas e Parintins, de um total de 63 substâncias, 6 (9,5%) foram específicas. Para folha sol a tendência foi à seguinte: para Maués, de um total de 73 substâncias, 11 (15,1%) foram específicas. Para Barreirinha, de um total de 70 substâncias, 9 (12,9%) foram específicas e para Parintins, de um total de 60 substâncias, 4 (6,7%) foram específicas. Para galho sombra, Maués e Barreirinha, ocorreram 67 substâncias, sendo que foram 8 (11,9%) substâncias específicas para Maués e 7 (10,4) para Barreirinha, já para Parintins, ocorreram 60 só observamos 3 (5,0%) substâncias específicas. No tratamento galho sol, Barreirinha se apresentou com a maior quantidade de substâncias, 71, sendo 12 (16,9%) específicas para galho sol. Para Maués, de um total de 60 substâncias, tivemos apenas 1 (1,7%) substância específica, enquanto para Parintins ocorreram 57 substâncias, não foi observada nenhuma substância específica para galho sol, como podemos ver na tabela 9.

Tabela 9: Diferenças na composição química de óleos essenciais extraídos de plantios localizados em três municípios diferentes da Amazônia Central para folha e galhos finos de pau-rosa.

Tratamento	Região	N.pícos	N.S.E	Diferentes substâncias entre os plantios
Folha Sombra	Maués	68	8	"Ethyl 2-(5-methyl-5-vinyltetrahydrofuran-2-yl)propan-2-yl carbonate" "3,7-Octadiene-2,6-diol, 2,6-dimethyl" "(Isoaromadendrene epoxide)*5" "3-Carene" "2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-, (Z)-" "2-Naphthalenemethanol, decahydro- $\alpha,\alpha,4a$ -trimethyl-8-methylene-, [2R-(2 $\alpha,4\alpha,8a\beta$)]-" "a-Vetivol" "5-Hepten-2-one, 6-methyl-"
	Barreirinha	67	13	"(Isoaromadendrene epoxide)*4" "Calarene epoxide" "(6-Isopropenyl-4,8a-dimethyl-1,2,3,5,6,7,8,8a-octahydro-naphthalen-2-ol)*2" "1,4-Methanoazulen-9-one, decahydro-1,5,5,8a-tetramethyl-, [1R-(1 $\alpha,3\alpha\beta,4\alpha,8a\beta$)]" "(Tricyclo[5.2.2.0(1,6)]undecan-3-ol, 2-methylene-6,8,8-trimethyl-)*1" "Longipinocarveol, trans-" "Cyclohexene, 1-methyl-5-(1-methylethenyl)-, (R)-" "Aristolene epoxide" "Bicyclo[3.1.1]hept-2-ene, 3,6,6-trimethyl-" "Naphthalene, 2,3,4,4a,5,6-hexahydro-1,4a-dimethyl-7-(1-methylethyl)-" "(-)- α -Panasinsen" "10, 10-Dimethyl-2,6-dimethylenebicyclo[7.2.0]undecan-5 β -ol" "Cyclohexanol, 1-methyl-4-(1-methylethenyl)-, acetate"
	Parintins	63	6	"((-)-Spathulenol)*5" "a-Maaliene" "1H-Cycloprop[e]azulene, 1a,2,3,4,4a,5,6,7b-octahydro-1,1,4,7-tetramethyl-, [1aR-(1 $\alpha,4\alpha,4a\beta,7b\alpha$)]-" "Alloaromadendrene" "Naphthalene, 1,2,3,5,6,8a-hexahydro-4,7-dimethyl-1-(1-methylethyl)-, (1S-cis)-" "trans-Geranylgeraniol"
Folha Sol	Maués	73	11	"(Linalool)*2" "(Naphthalene, 1,2,3,4,4a,5,6,8a-octahydro-4a,8-dimethyl-2-(1-methylethenyl)-, [2R-(2 $\alpha,4\alpha,8a\beta$)]-)*2" "(Neointermedeol)*1" "((-)-Spathulenol)*3" "(1H-Cycloprop[e]azulen-7-ol, decahydro-1,1,7-trimethyl-4-methylene-, [1aR-(1 $\alpha,4\alpha,7\beta,7a\beta,7b\alpha$)]-)*4" "Calarene epoxide" "(6-Isopropenyl-4,8a-dimethyl-1,2,3,5,6,7,8,8a-octahydro-naphthalen-2-ol)*6" "2-Naphthalenemethanol, decahydro- $\alpha,\alpha,4a$ -trimethyl-8-methylene-, [2R-(2 $\alpha,4\alpha,8a\beta$)]-" "a-Vetivol" "2-(4a,8-Dimethyl-1,2,3,4,4a,5,6,7-octahydro-naphthalen-2-yl)-prop-2-en-1-ol" "Ledene oxide(II)"
	Barreirinha	70	9	"(Naphthalene, decahydro-4a-methyl-1-methylene-7-(1-methylethenyl)-, [4aR-(4 $\alpha,7\alpha,8a\beta$)]-)*2" "(Naphthalene, decahydro-4a-methyl-1-methylene-7-(1-methylethenyl)-, [4aR-(4 $\alpha,7\alpha,8a\beta$)]-)*3" "(Isoaromadendrene epoxide)*1" "(Isoaromadendrene epoxide)*4" "(Tricyclo[5.2.2.0(1,6)]undecan-3-ol, 2-methylene-6,8,8-trimethyl-)*1" "2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-, (Z)-" "Diepicedrene-1-oxide" "L- α -Terpineol" "a-Maaliene"
	Parintins	60	4	"(1,1,4,7-Tetramethyldecahydro-1H-cyclopropa[e]azulene-4,7-diol)*4" "(Aromadendrene)*2" "(-)- α -Panasinsen" "1H-Cycloprop[e]azulene, 1a,2,3,4,4a,5,6,7b-octahydro-1,1,4,7-tetramethyl-, [1aR-(1 $\alpha,4\alpha,4a\beta,7b\alpha$)]-"

Galho Sombra	Maués	67	8	"(Linalool)*2" "4a,8-Dimethyl-2-(prop-1-en-2-yl)-1,2,3,4,4a,5,6,7-octahydronaphthalene" "(Isoaromadendrene epoxide)*3" "(6-Isopropenyl-4,8a-dimethyl-1,2,3,5,6,7,8,8a-octahydro-naphthalen-2-ol)*2" "Limonene" "Terpinen-4-ol" "Bicyclo[2.2.1]heptan-2-ol, 1,7,7-trimethyl-, (1S-endo)-" "7-Tetracyclo[6.2.1.0(3.8)0(3.9)]undecanol, 4,4,11,11-tetramethyl-"
	Barreirinha	67	7	"β-Pinene" "(Isoaromadendrene epoxide)*6" "((-)-Spathulenol)*3" "((-)-Spathulenol)*5" "(1,1,4,7-Tetramethyldecahydro-1H-cyclopropa[e]azulene-4,7-diol)*1" "(6-Isopropenyl-4,8a-dimethyl-1,2,3,5,6,7,8,8a-octahydro-naphthalen-2-ol)*1" "1H-Cycloprop[e]azulene, 1a,2,3,4,4a,5,6,7b-octahydro-1,1,4,7-tetramethyl-, [1aR-(1aα,4a,4aβ,7bo)]-"
	Parintins	60	3	"Aristolene epoxide" "1-Isopropyl-4,7-dimethyl-1,2,3,5,6,8a-hexahydronaphthalene" "(1S,3aS,4S,5S,7aR,8R)-5-Isopropyl-1,7a-dimethyloctahydro-1H-1,4-methanoinden-8-ol"
Galho Sol	Maués	60	1	"(Linalool)*2"
	Barreirinha	71	12	"(Isoaromadendrene epoxide)*1" "((-)-Spathulenol)*1" "(1,1,4,7-Tetramethyldecahydro-1H-cyclopropa[e]azulene-4,7-diol)*4" "(.tau.-Cadinol)*2" "Naphthalene, 1,2,3,4-tetrahydro-1,6-dimethyl-4-(1-methylethyl)-, (1S-cis)-" "7-Tetracyclo[6.2.1.0(3.8)0(3.9)]undecanol, 4,4,11,11-tetramethyl-" "Aristolene epoxide" "Bicyclo[7.2.0]undec-4-ene, 4,11,11-trimethyl-8-methylene-" "Bicyclo[3.1.1]hept-2-ene, 3,6,6-trimethyl-" "Bicyclo[3.1.0]hexane, 4-methylene-1-(1-methylethenyl)-" "1H-Cycloprop[e]azulene, 1a,2,3,4,4a,5,6,7b-octahydro-1,1,4,7-tetramethyl-, [1aR-(1aα,4a,4aβ,7bo)]-" "1R,4S,7S,11R-2,2,4,8-Tetramethyltricyclo[5.3.1.0(4,11)]undec-8-ene"
	Parintins	56	0	0

Essas diferenças nos mostram a importância da avaliação dos constituintes minoritários já que no óleo essencial de pau-rosa é necessário avaliar não somente o linalol, mas os constituintes minoritários, que compõem seu bouquet de fragrâncias, que varia de acordo com a região do plantio, como vimos na tabela 9.

5.2.1. Análise de NMDS para os plantios indígenas

A presença e ausência dos constituintes químicos podem ser observadas através das NMDS realizadas, para observar as tendências de agrupamento dos dados em função da presença e ausência dessas substâncias nos plantios analisados.

Maués1 (9 anos):

A figura 30 (a) e (b), nos mostra a tendência de agrupamento em função dos componentes folha e galho, dividindo a NMDS em dois grupos. Quando realizamos a NMDS em função dos tratamentos, de forma separada para folha, figura (c) e galho, figura (d) observa-se que a tendência de agrupamento entre os tratamentos (sol e sombra) foi parcial, diferente da observada em função dos compartimentos (folha (a) e galho (b)).

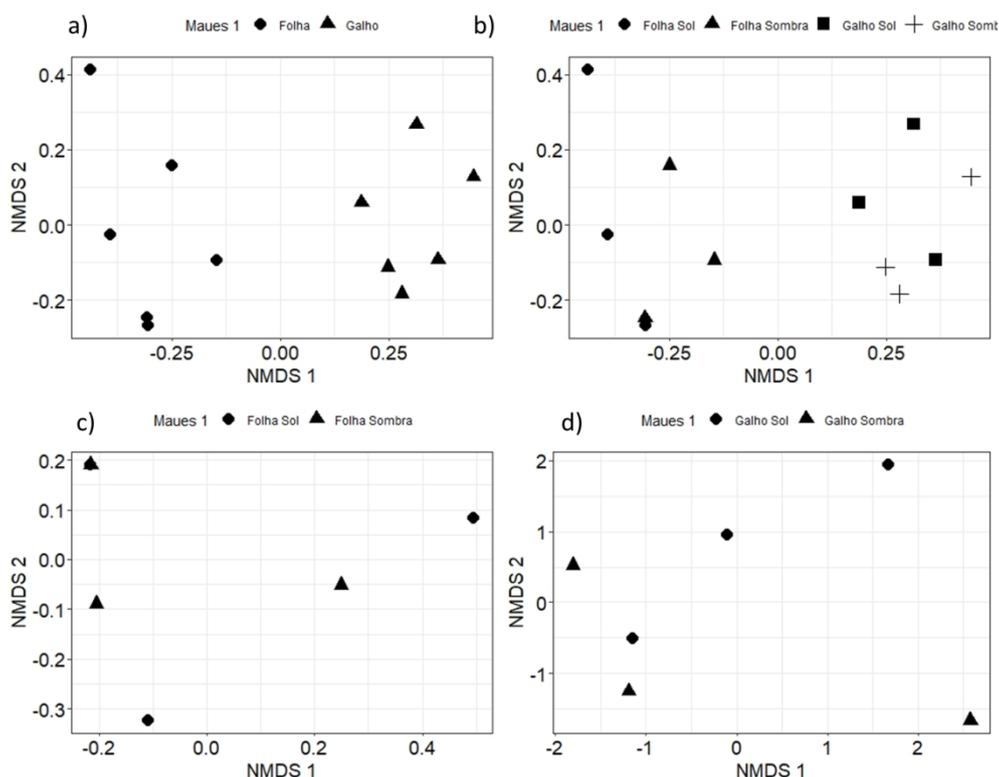


Figura 30: a) NMDS para o plantio Maués 1 - componentes. b) NMDS para o plantio M1 - tratamentos. c) NMDS para o plantio M1 tratamento entre folha sol e sombra. d) NMDS para o plantio M1 tratamento entre galho sol e sombra.

Maués2 (5 anos):

Podemos perceber na figura 31 (a) e (b), que ocorreu uma tendência de agrupamento em função dos compartimentos folha e galho, dividindo a NMDS em dois grupos, tendo o grupo referente a galho, ficado mais concentrado do que o de folha. Quando realizamos a NMDS em função dos tratamentos, de forma separada para folha, figura (c) e galho, figura (d) observa-se que a tendência de agrupamento entre os tratamentos (sol e

sombra) foi parcial, diferente da observada em função dos compartimentos (folha (a) e galho (b)).

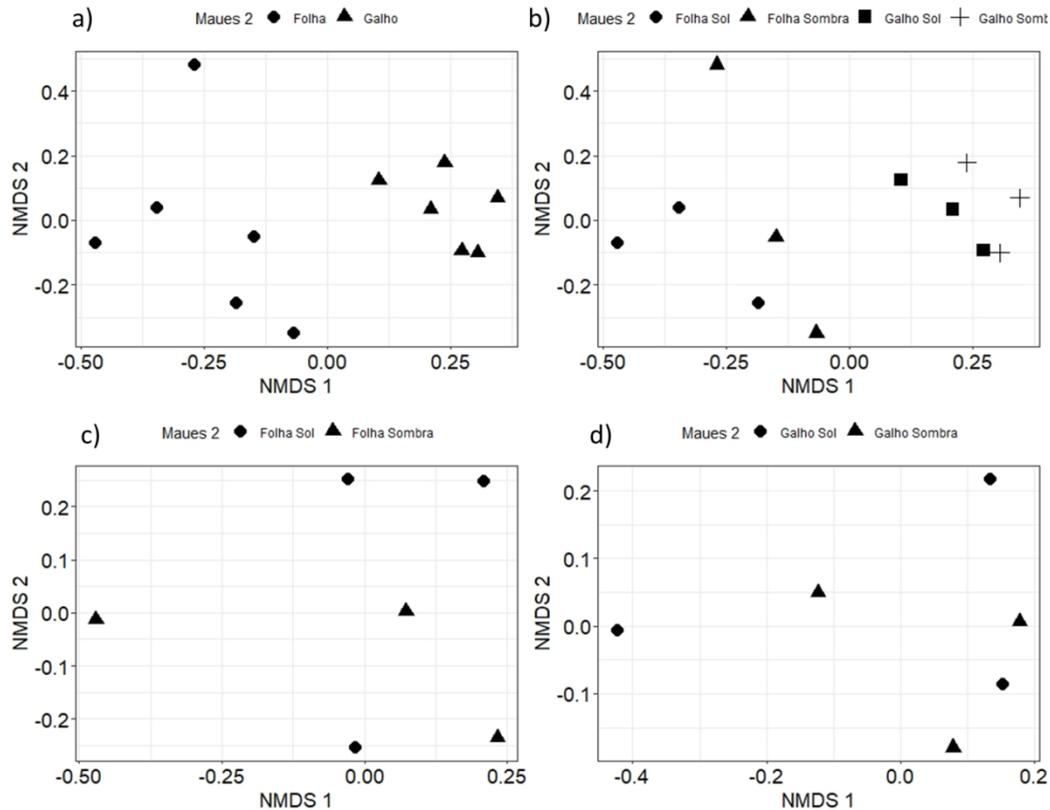


Figura 31: a) NMDS para o plantio Maués 2 - componentes. b) NMDS para o plantio M2 - tratamentos. c) NMDS para o plantio M2 tratamento entre folha sol e sombra. d) NMDS para o plantio M2 tratamento entre galho sol e sombra.

Barreirinha1 (10 anos):

Podemos perceber na figura 32 (a) e (b), que ocorreu uma tendência forte de agrupamento em função dos componentes folha e galho, dividindo a NMDS em dois grupos. Quando realizamos a NMDS em função dos tratamentos, de forma separada para folha, figura (c) e galho, figura (d) observa-se que a tendência de agrupamento entre os tratamentos (sol e sombra) foi parcial, diferente da observada em função dos compartimentos (folha (a) e galho (b)).

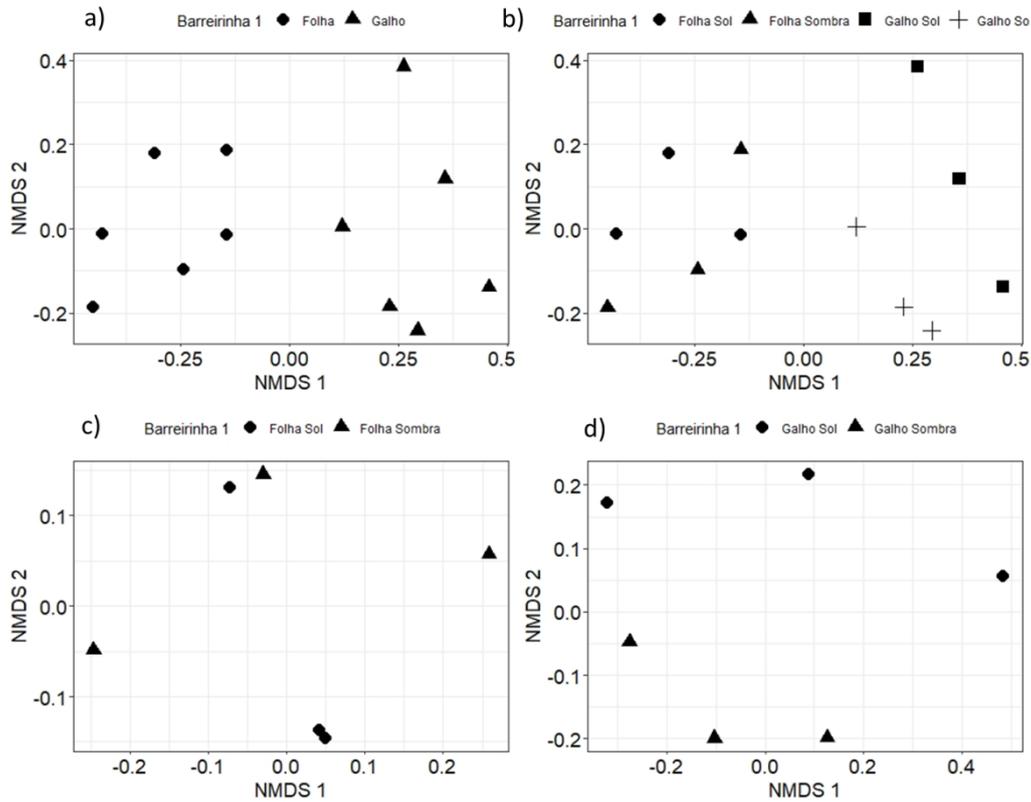


Figura 32: a) NMDS para o plantio Barreirinha 1 - componentes. b) NMDS para o plantio B1 - tratamentos. c) NMDS para o plantio B1 tratamento entre folha sol e sombra. d) NMDS para o plantio B1 tratamento entre galho sol e sombra.

Barreirinha2 (12 anos):

Podemos perceber na figura 33 (a) e (b), que ocorreu uma tendência forte de agrupamento em função dos componentes folha e galho, dividindo a NMDS em dois grupos. Ao realizamos a NMDS em função dos tratamentos, de forma separada para folha, figura (c) e galho, figura (d), observa-se que a tendência de agrupamento entre os tratamentos foi parcial, diferente da observada em função dos compartimentos (folha (a) e galho (b)).

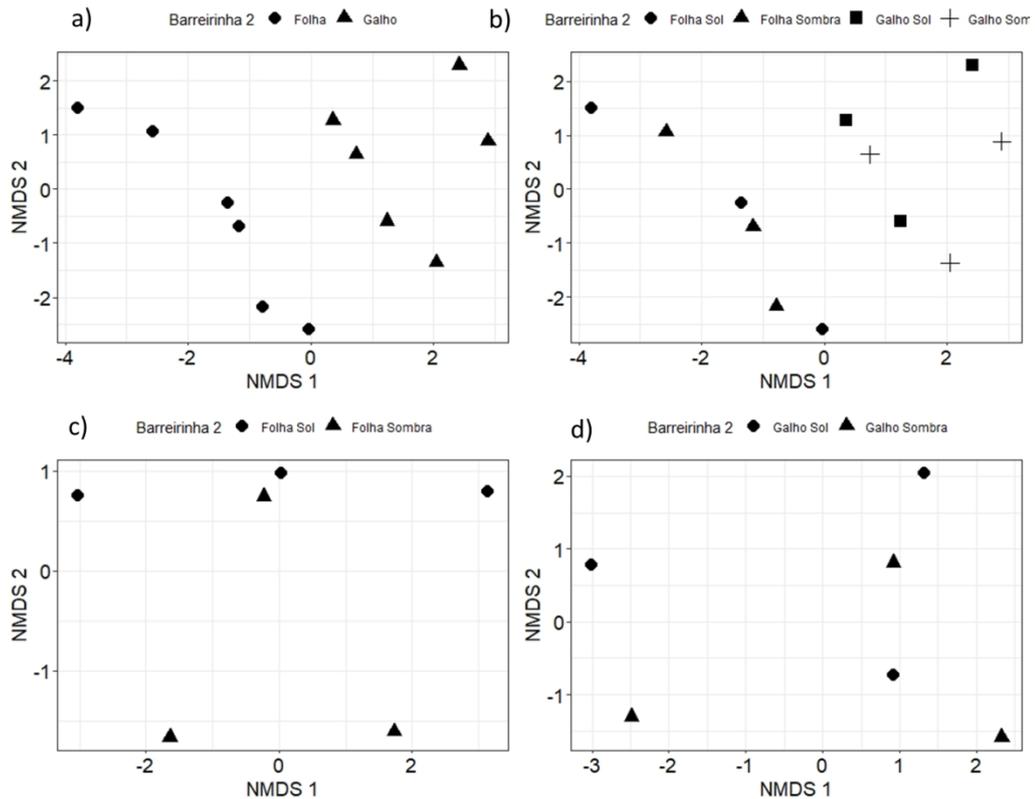


Figura 33: a) NMDS para o plantio Barreira 2 - componentes. b) NMDS para o plantio B2 - tratamentos. c) NMDS para o plantio B2 tratamento entre folha sol e sombra. d) NMDS para o plantio B2 tratamento entre galho sol e sombra.

Parintins (21 anos):

Podemos perceber na figura 34 (a) e (b), que ocorreu uma tendência forte de agrupamento em função dos componentes folha e galho, dividindo a NMDS em dois grupos, tendo o grupo referente à folha, ficado mais concentrado do que o de galho. Ao realizamos a NMDS em função dos tratamentos, de forma separada para folha, figura (c) e galho, figura (d), observa-se que a tendência de agrupamento entre os tratamentos foi parcial, diferente da observada em função dos compartimentos (folha (a) e galho (b)).

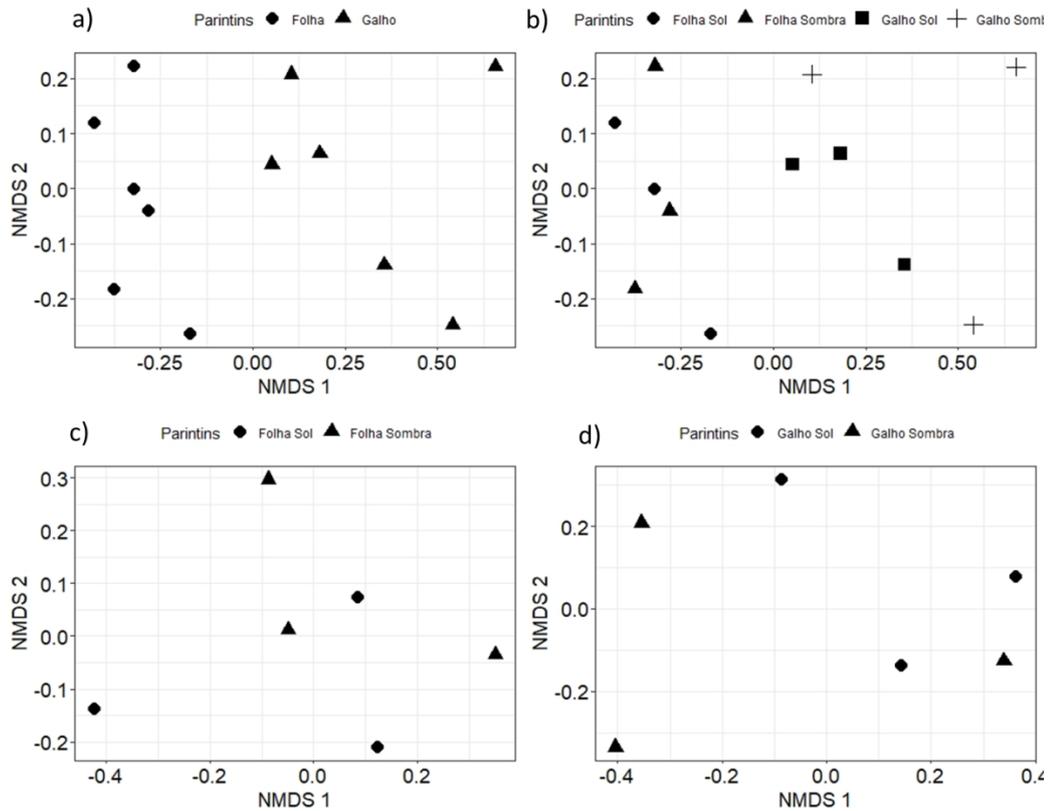


Figura 34: a) NMDS para o plantio Parintins - componentes. b) NMDS para o plantio P - tratamentos. c) NMDS para o plantio P tratamento entre folha sol e sombra. d) NMDS para o plantio P tratamento entre galho sol e sombra.

Após observar as NMDS realizadas para cada plantio, podemos inferir que para o pau-rosa, a tendência de agrupamento por presença e ausência de constituintes químicos responde mais quando analisamos folha e galho, do que quando analisamos o extrato (sol ou sombra) da copa do indivíduo.

5.2.2. Análise de Componentes Principais - PCA para os plantios indígenas

As análises de componentes principais seguiram o padrão da NMDS, houve a tendência de formação de dois grupos, folha e galho e uma tendência de sobreposição entre os tratamentos quando foi feito a PCA para sol e sombra, tanto para folha como para galho. Podemos observar a PCA de cada plantio abaixo.

Maués1 (9 anos):

Na figura 35 (a), observamos a tendência que vimos na NMDS, a formação de 2 grupos, folha e galho bem distintos sem sobreposição. A substância que mais influenciou essa tendência de agrupamento positivamente para o PCA 1 foi **α -Terpineol** (loading = 0,18327700) e a que influenciou essa tendência de agrupamento negativamente foi **Naphthalene,1,2,3,5,6,7,8,8a-octahydro-1,8a-dimethyl-7-(1methylethenyl)-, [1S-(1 α ,7 α ,8 α)]-** (loading = -0,16463920). Para o PCA 2, positivamente foi **Neointermedeol*2** (loading = 0,229348728) e negativamente foi o **Linalol** (loading = -0,159983479). Esses dois PCA's respondem por 43,09% da variância total.

Quando realizamos a PCA por tratamento, observamos a sobreposição parcial entre os tratamentos, onde para folha, a substância que mais influenciou a tendência positivamente para o PCA1 foi **Linalol** (loading = 0,174197859) e negativamente foi **Neointermedeol*3** (loading) = -0,182351317 e para o PCA 2 foram, **β -Pinene; 3,7-Octadiene-2,6-diol,2,6-dimethyl;Neointermedeol*1; Longipinocarveol,trans-**, todas essas substâncias, com o loading = 0,236423823, enquanto que negativamente foi a substância **Bicyclo[3.1.1]heptane,6,6-dimethyl-2-methylene-,(1S)-**, loading = -0,158393137, tendo esses dois PCA's, representado 63,01 % da variância total.

Para galho, observamos uma sobreposição total do tratamento sombra dentro do tratamento sol. Tendo como substância que mais influenciou a tendência de agrupamento dos dados positivamente, **Benzoic acid, 4-methoxy-, methyl ester** (loading 0,1717058867), enquanto que negativamente foi **1,1,4,7-Tetramethyldecahydro-1H-cyclopropa[e]azulene-4,7-diol*3**, com o loading = -0,2048491485, para PCA 1. Para PCA 2, a substância que mais influenciou para a tendência de agrupamento de dados positivamente foi **6-Isopropenyl-4,8a-dimethyl-1,2,3,5,6,7,8,8a-octahydro-naphthalen-2-ol*3** (loading = 0,213012572 e negativamente foi **α -Pinene** (loading = -0,220979187), tendo esses dois PCA's, representado 66,29 % da variância total.

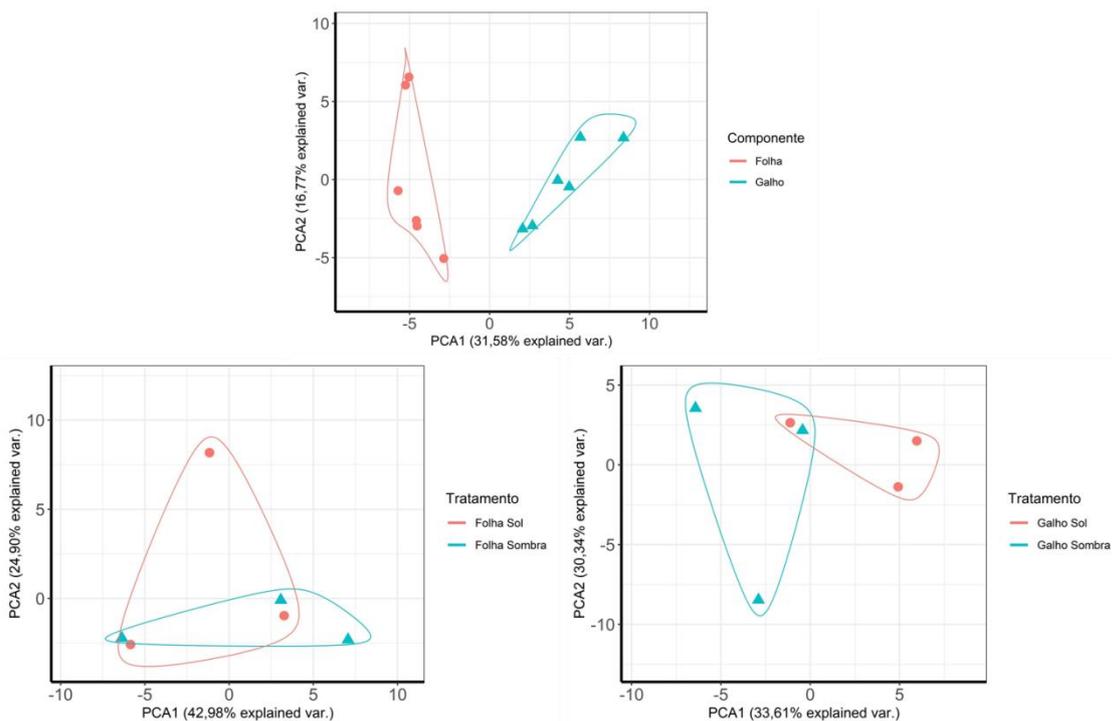


Figura 35: a) PCA para o plantio Maués 1 - componentes. b) PCA para o plantio M1 - tratamentos. c) PCA para o plantio M1 tratamento entre folha sol e sombra. d) PCA para o plantio M1 tratamento entre galho sol e sombra.

Maués2 (5 anos):

Na figura 36 (a), observamos a tendência que vimos na NMDS, a formação de 2 grupos, folha e galho bem distintos sem sobreposição. A substância que mais influenciou essa tendência de agrupamento positivamente para o PCA 1 foi **Benzyl Benzoate** (loading = 0,171145724) e a que influenciou essa tendência negativamente foi **Naphthalene, decahydro-4a-methyl-1-methylene-7-(1-methylethenyl)-, [4aR-(4a α ,7 α ,8a β)]-***1 (loading = -0,211685105). Para o PCA 2, positivamente foi **2-Furanmethanol, 5-ethenyltetrahydro- α , α ,5-trimethyl-,cis-** (loading = 0,2397027275) e negativamente foi **1,6,10-Dodecatrien-3-ol, 3,7,11-trimethyl-, (E)-** (loading = -0,2249468104). Esses dois PCA's respondem por 43,09% da variância total.

Quando realizamos a PCA por tratamento, observamos a sobreposição parcial entre os tratamentos, onde para folha, figura 36 (b), a substância que mais influenciou a tendência positivamente para o PCA1 foi **Linalol** (loading = 0,174197859) e negativamente foi **Neointermedeol*3**

(loading) = - 0,182351317 e para o PCA 2 foram, **β -Pinene**; **3,7-Octadiene-2,6-diol,2,6-dimethyl**; **Neointermedeol*1**; **Longipinocarveol,trans-**, todas essas substâncias, com o loading = 0,236423823, enquanto que negativamente foi a substância **Bicyclo[3.1.1]heptane,6,6-dimethyl-2-methylene-(1S)-**, loading = -0,158393137, tendo esses dois PCA's, representado 63,01% da variância total.

Para galho, figura 36 (c), observamos uma sobreposição parcial mais forte do que entre os tratamentos de folha. Tendo como substância que mais influenciou a tendência de agrupamento dos dados positivamente, **Linalol** (loading = 0,19368857), enquanto que negativamente foi **(6-Isopropenyl-4,8a-dimethyl-1,2,3,5,6,7,8,8a-octahydro-naphthalen-2-ol)*3**, com o loading = -0,22036986, para PCA 1. Para PCA 2, as substâncias que mais influenciaram para a tendência de ordenamento de dados positivamente foram **((-)-Spathulenol)*2**, **α -Cubebene**, **(3-Isopropyl-6,7-dimethyltricyclo[4.4.0.0(2,8)]decane-9, 10-diol)*1** (loading = 0,242744746) e negativamente foi **(1,1,4,7-Tetramethyldecahydro-1H-cyclopropa[e]azulene-4,7-diol)*5** (loading = -0,237828527), tendo esses dois PCA's, representado 66,29 % da variância total.

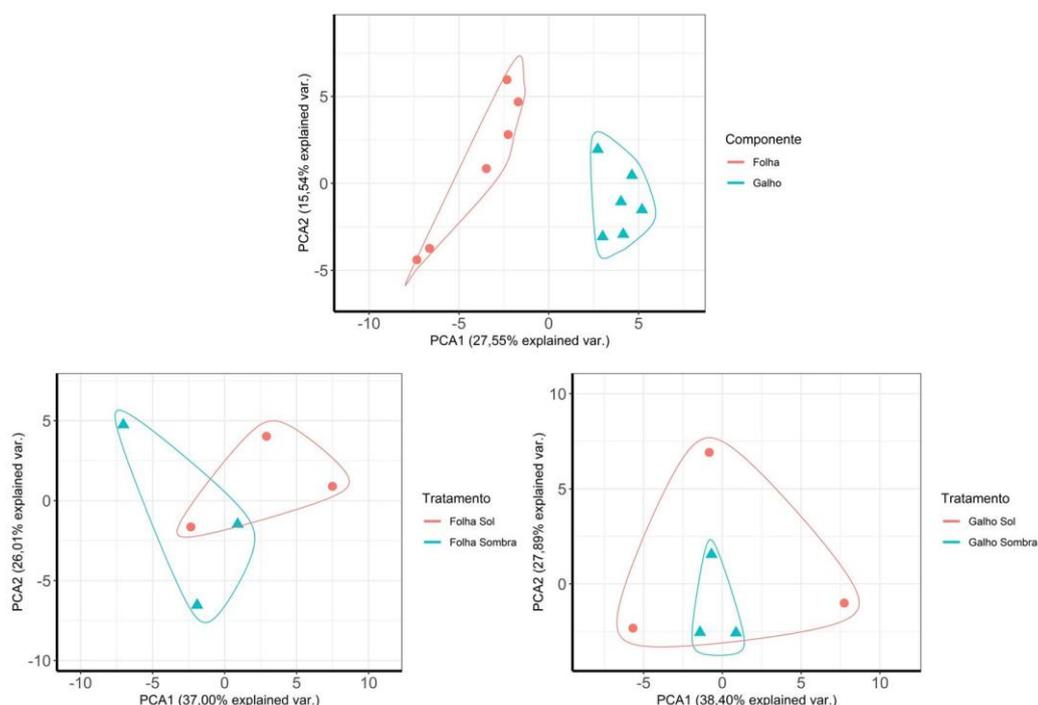


Figura 36: a) PCA para o plantio Maués 2 - componentes. b) PCA para o plantio M2 - tratamentos. c) PCA para o plantio M2 - tratamento entre folha sol e sombra. d) PCA para o plantio M2 tratamento entre galho sol e sombra.

Barreirinha1 (10 anos):

Na figura 37 (a), observamos a tendência que vimos na NMDS, a formação de 2 grupos, folha e galho bem distintos sem sobreposição. A substância que mais influenciou essa tendência de agrupamento positivamente para o PCA 1 foi **α -Terpineol** (loading = 0,1823478358) e a que influenciou essa tendência negativamente foi **Naphthalene, 1,2,3,5,6,7,8,8a-octahydro-1,8a-dimethyl-7-(1-methylethenyl)-, [1S-(1 α ,7 α ,8 α)]-** (loading = -0,1844610498). Para o PCA 2, positivamente foi **Caryophyllene** (loading = 0,2021163316) e negativamente foi **Cyclohexane, 1-ethenyl-1-methyl-2,4-bis(1-methylethenyl)-, [1S-(1 α ,2 β ,4 β)]-** (loading = -0,2234608020). Esses dois PCA's respondem por 48,14% da variância total.

Quando realizamos a PCA por tratamento, observamos a sobreposição parcial entre os tratamentos, onde para folha, figura 37 (b), a substância que mais influenciou a tendência de agrupamento positivamente para o PCA1 foi **Bicyclo[3.1.1]heptane, 6,6-dimethyl-2-methylene-, (1S)-** (loading = 0,1914321785) e negativamente foi **(Isoaromadendrene epoxide)*4** (loading = -0,1887181142) e para o PCA 2, a substância que mais influenciou a tendência positivamente foi **2H-Pyran-3(4H)-one, 6-ethenyldihydro-2,2,6-trimethyl-** (loading = 0,236642623), enquanto que negativamente foi a substância **.alfa.-Copaene**, loading = -0,243551385, tendo esses dois PCA's, representado 63,99% da variância total.

Para galho, figura 37 (c), observamos uma sobreposição parcial mais forte do que entre os tratamentos de folha. Tendo como substância que mais influenciou a tendência de agrupamento dos dados positivamente, **(6-Isopropenyl-4,8a-dimethyl-1,2,3,5,6,7,8,8a-octahydro-naphthalen-2-ol)*5** (loading = 0,190420172), enquanto que negativamente foi **α -Terpineol** (loading = -0,190258615, para PCA 1. Para PCA 2, a substância que mais influenciou a tendência de ordenamento de dados positivamente foi **Benzyl Benzoate** (loading = 0,253718588) e negativamente foram **7-Tetracyclo[6.2.1.0(3.8)0(3.9)]undecanol,4,4,11,11-tetramethyl-;** **Bicyclo[3.1.1]hept-2-ene,3,6,6-trimethyl-;** **1-Isopropyl-4,7-dimethyl-1,2,3,5,6,8a-hexahydronaphthalene**, (loading de -0,210449055), tendo esses dois PCA's, representado 61,13 % da variância total.

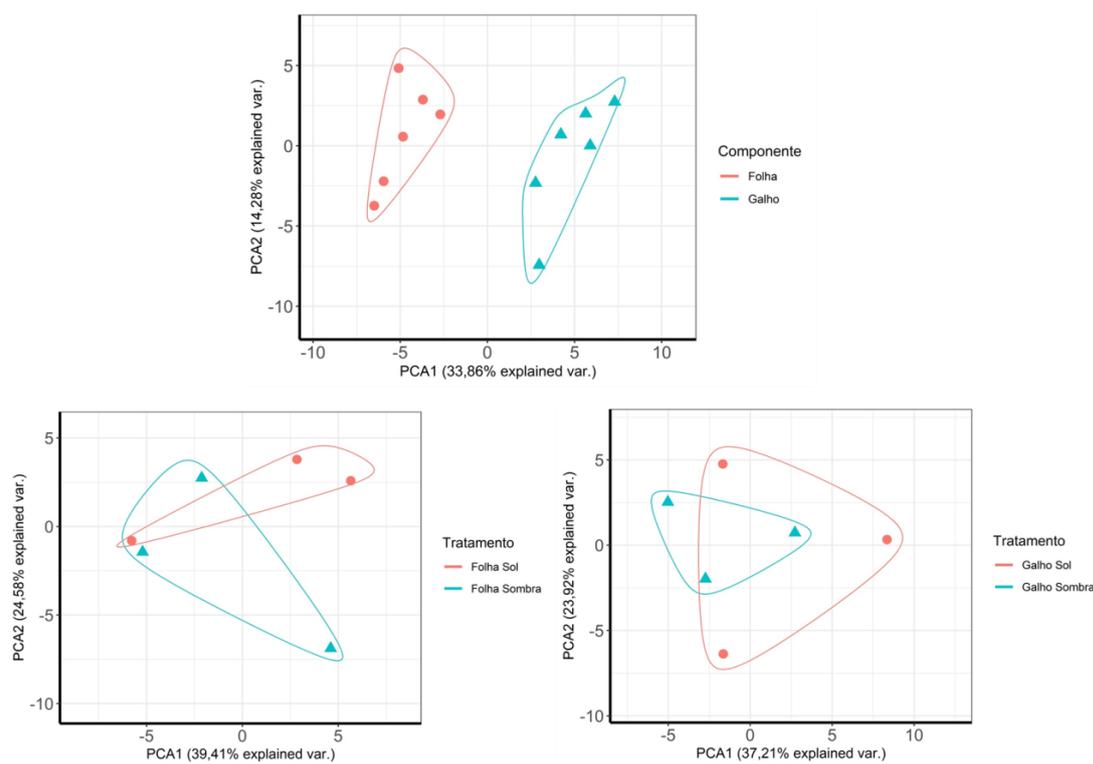


Figura 37: a) PCA para o plantio Barreirinha 1 - componentes. b) PCA para o plantio M2 - tratamentos. c) PCA para o plantio M2 - tratamento entre folha sol e sombra. d) PCA para o plantio M2 tratamento entre galho sol e sombra.

Barreirinha2 (12 anos):

Na figura 38 (a), observamos a tendência que vimos na NMDS, a formação de 2 grupos, folha e galho bem distintos sem sobreposição. A substância que mais influenciou essa tendência de agrupamento positivamente para o PCA 1 foi **(Naphthalene, decahydro-4a-methyl-1-methylene-7-(1-methylethenyl)-, [4aR-(4a α ,7 α ,8a β)]-)*1** (loading = 0,184739550) e a que influenciou essa tendência negativamente foi **Linalol** (loading = -0,176998599). Para o PCA 2, positivamente foi **.tau.-Muurolol** (loading = 0,219468165) e negativamente foram **β -Pinene; Murolan-3,9(11)-diene-10-peroxy; ((-)-Spathulenol)*5; (1,1,4,7-Tetramethyldecahydro-1H-cyclopropa[e]azulene-4,7-diol)*1** (loading = -0,165919337). Esses dois PCA's respondem por 44,1% da variância total.

Quando realizamos a PCA por tratamento, observamos a sobreposição parcial entre os tratamentos, onde para folha, figura 38 (b), a substância que mais influenciou a tendência de agrupamento positivamente para o PCA1 foi

(1,1,4,7-Tetramethyldecahydro-1H-cyclopropa[e]azulene-4,7-diol)*3 (loading = 0,17151616) e negativamente foi **(1H-Cycloprop[e]azulen-7-ol, decahydro-1,1,7-trimethyl-4-methylene-,[1ar-(1a α ,4a α ,7 β ,7a β ,7b α)]-)*2** (loading = -0,16384306) e para o PCA 2 a substância que influenciou mais positivamente foi **2H-Pyran-3(4H)-one, 6-ethenyldihydro-2,2,6-trimethyl-** (loading = 0,167068813), enquanto que negativamente foi a substância **Caryophyllene oxide** (loading = -0,227042958), tendo esses dois PCA's, representado 65,58% da variância total.

Para galho, figura 38 (c), observamos uma sobreposição parcial entre os tratamentos, tendo como substância que mais influenciou a tendência de agrupamento dos dados positivamente, **(6-Isopropenyl-4,8a-dimethyl-1,2,3,5,6,7,8,8a-octahydro-naphthalen-2-ol)*5** (loading = 0,187557428), enquanto que negativamente foi **Linalol**, com o (loading = -0,176998599), para PCA 1. Para PCA 2 a substância que mais influenciou para a tendência de agrupamento dos dados positivamente foi **.tau.-Muurolol** (loading = 0,219468165 e negativamente foram **Cyclohexene, 1-methyl-5-(1-methylethenyl)-,(R)-; Murolan-3,9(11)-diene-10-peroxy;((-)-Spathulenol)*5; β -Pinene; (1,1,4,7-Tetramethyldecahydro-1H-cyclopropa[e]azulene-4,7-diol)*1; (1,1,4,7-Tetramethyldecahydro-1H-cyclopropa[e]azulene-4,7 diol)*2**, tendo esses dois PCA's, representado 62,75% da variância total.

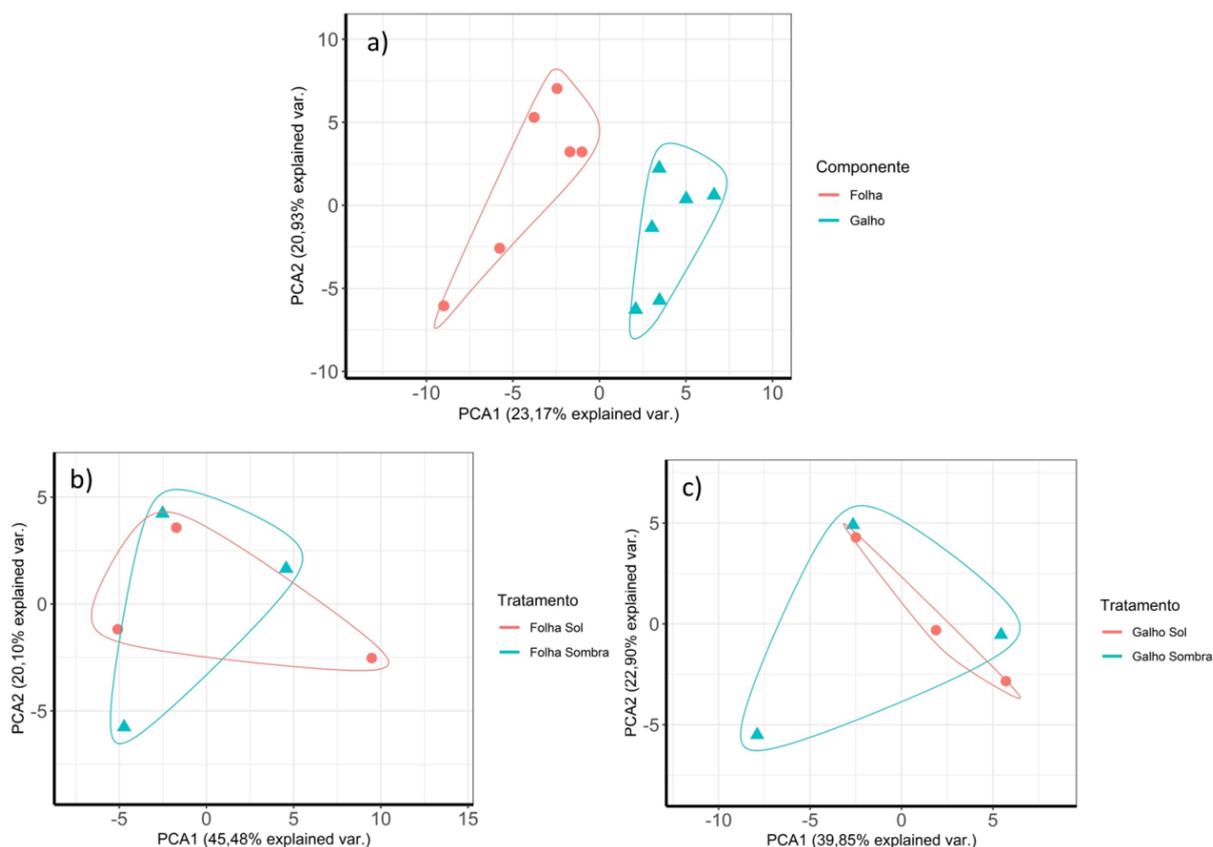


Figura 38: a) PCA para o plantio Barreirinha 2 - componentes. b) PCA para o plantio B2 - tratamentos. c) PCA para o plantio B2 - tratamento entre folha sol e sombra. d) PCA para o plantio B2 tratamento entre galho sol e sombra.

Parintins (21 anos):

Na figura 39 (a), observamos a tendência que vimos na NMDS, a formação de 2 grupos, folha e galho bem distintos sem sobreposição. A substância que mais influenciou essa tendência de agrupamento positivamente para o PCA 1 foi **2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-, (Z)-** (loading = 0,160765299) e a que influenciou essa tendência negativamente foi **Isospathulenol** (loading = -0,178760839). Para o PCA 2, positivamente foi **(1,1,4,7-Tetramethyldecahydro-1H-cyclopropa[e]azulene-4,7-diol)*5** (loading = 0,2120871596) e negativamente foi o **trans-Linalol oxide (furanoid)** (loading = -0,2204422941), tendo esses dois PCA's respondido por 44,1% da variância total.

Quando realizamos a PCA por tratamento, observamos a sobreposição parcial entre os tratamentos, onde para folha, figura 39 (b), a substância que

mais influenciou a tendência de agrupamento positivamente para o PCA1 foi **Benzyl Benzoate** (loading = 0,18409206) e negativamente foi **(Isoaromadendrene epoxide)*2** (loading = -0,18658482) e para PCA 2, a substância que mais influenciou positivamente a tendência de agrupamento foi **Isospathulenol** (loading = 0,2213112671), enquanto que negativamente foi **(1R,3E,7E,11R)-1,5,5,8-Tetramethyl-12-oxabicyclo[9.1.0]dodeca-3,7-diene** (loading = -0,2356539696).

Para galho, figura 39 (c), a substância que mais influenciou positivamente a tendência de agrupamento para o PCA1 foi **2H-Pyran-3(4H)-one, 6-ethenyldihydro-2,2,6-trimethyl-** (loading = 0,1992234122, e negativamente foi **(Tricyclo[5.2.2.0(1,6)]undecan-3-ol, 2-methylene-6,8,8-trimethyl-)*2** (loading = -0,1854899486) e para o PCA2, a substância que mais influenciou positivamente foi **Linalol** (loading = 0,169675102) e negativamente foi **Caryophyllene** (loading = -0,227530991), tendo esses dois PCA's, representado 62,55% da variância total.

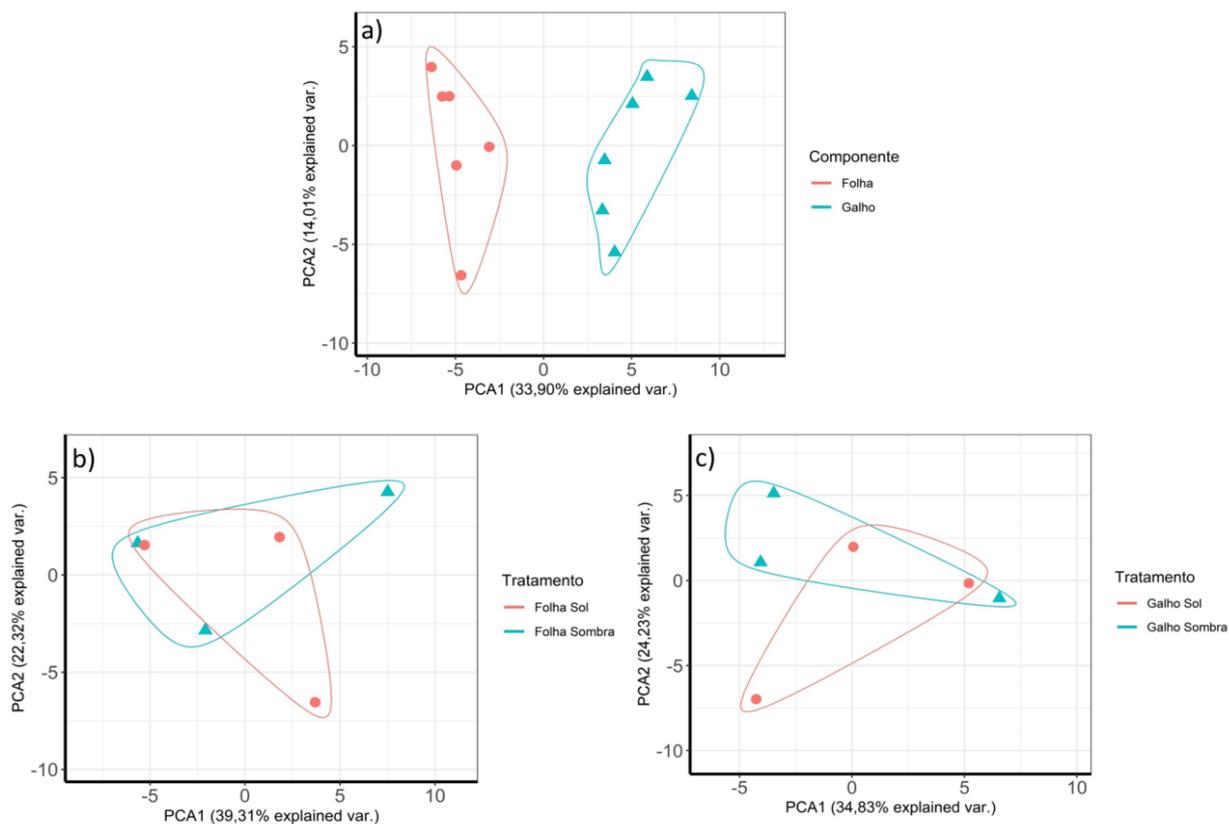


Figura 39: a) PCA para o plantio Parintins - componentes. b) PCA para o plantio P - tratamentos. c) PCA para o plantio P - tratamento entre folha sol e sombra. d) PCA para o plantio P tratamento entre galho sol e sombra.

Diante da PCA realizada para todos os plantios, observamos que existiu um padrão apresentado. Quando abordou-se folha e galho, formaram-se dois grupos bem distintos, ou seja, sem sobreposição entre os mesmos. Já quando abordou-se os estratos da copa (sol e sombra) observamos que ocorreu uma tendência de sobreposição tanto para folha sombra e folha sol, como para galho sombra e galho sol.

5.3. Determinação da porcentagem em área de linalol de plantios de pau-rosa de diferentes idades, componentes e tratamentos.

Na figura 40 abordamos a relação entre porcentagem em área média de linalol (%) em função dos plantios analisados. Podemos observar que não houve diferença estatística diante da anova realizada (p-valor = 0,809). Nas próximas páginas, iremos observar os resultados referentes a cada plantio quanto à porcentagem em área de linalol.

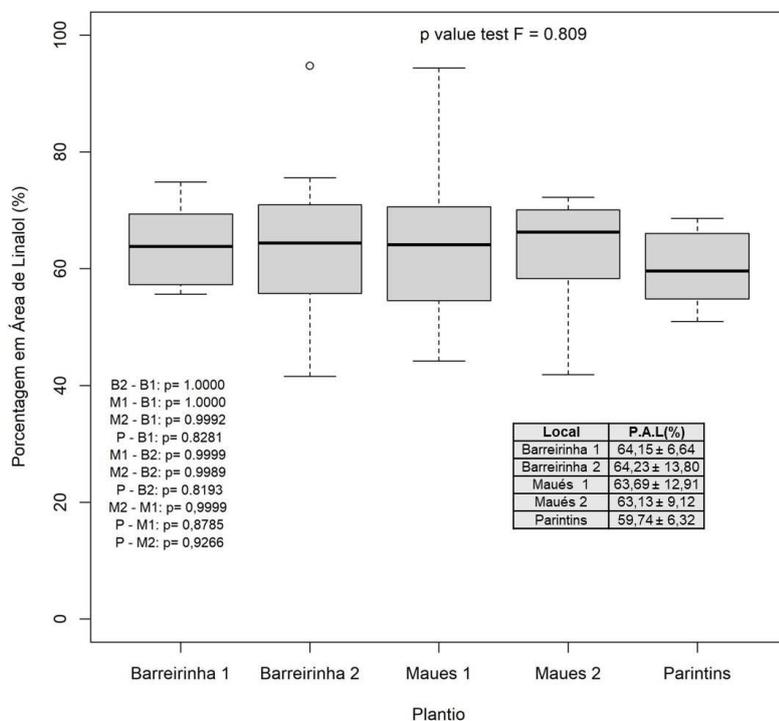


Figura 40: (%) em Área de linalol em função do Plantio.

Maués1 (9 anos):

Para o plantio Maués1, observamos através da figura 41 (a) que não houve diferença estatística diante da anova realizada (p -valor = 0,204) na porcentagem média em área para linalol entre os componentes folha e galho, apesar de a porcentagem em área média de linalol da folha ter sido maior que do galho. Na figura 41 (b), no qual analisamos os diferentes tratamentos, observamos que também não houve diferença estatística através da anova realizada (p -valor = 0,5294) na porcentagem média em área de linalol entre os tratamentos apresentados. No entanto, podemos observar que entre folhas, o tratamento que obteve maior porcentagem média em área foi o tratamento da sombra, enquanto que para galho, o tratamento que obteve ligeira maior porcentagem média, foi o tratamento do sol.

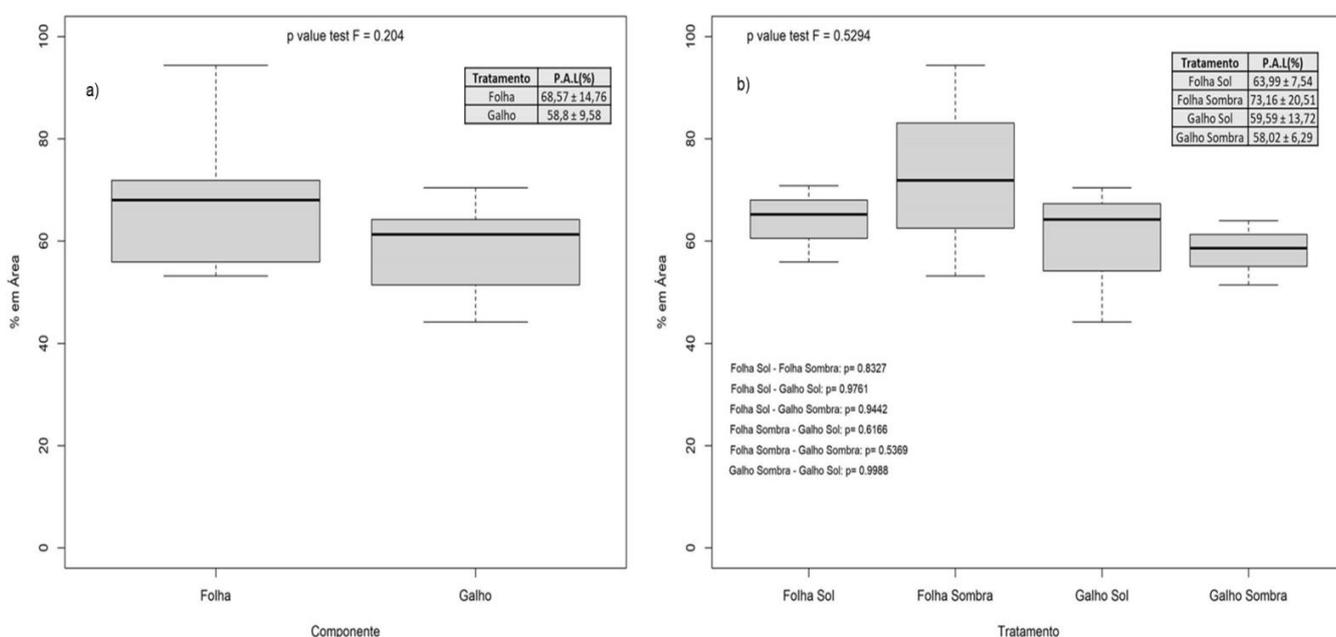


Figura 41: Plantio M1. a) (%) em Área de linalol em função do Componente. b) (%) em Área de linalol em função do Tratamento.

Maués2 (5 anos):

Para o plantio Maués2, observamos através da figura 42 (a) que não houve diferença estatística diante da anova realizada (p -valor = 0,0718) na porcentagem média em área para linalol entre os componentes folha e galho,

apesar de a porcentagem em área média de linalol do galho ter sido maior que da folha. Na figura 42 (b), no qual analisamos os diferentes tratamentos, observamos que também não houve diferença estatística através da anova realizada (p-valor = 0,401) na porcentagem média em área de linalol entre os tratamentos apresentados. No entanto, podemos observar que entre folhas, o tratamento que obteve maior porcentagem média em área foi o tratamento de sombra, enquanto que para galho, o tratamento que obteve ligeira maior porcentagem média, foi o tratamento de sol.

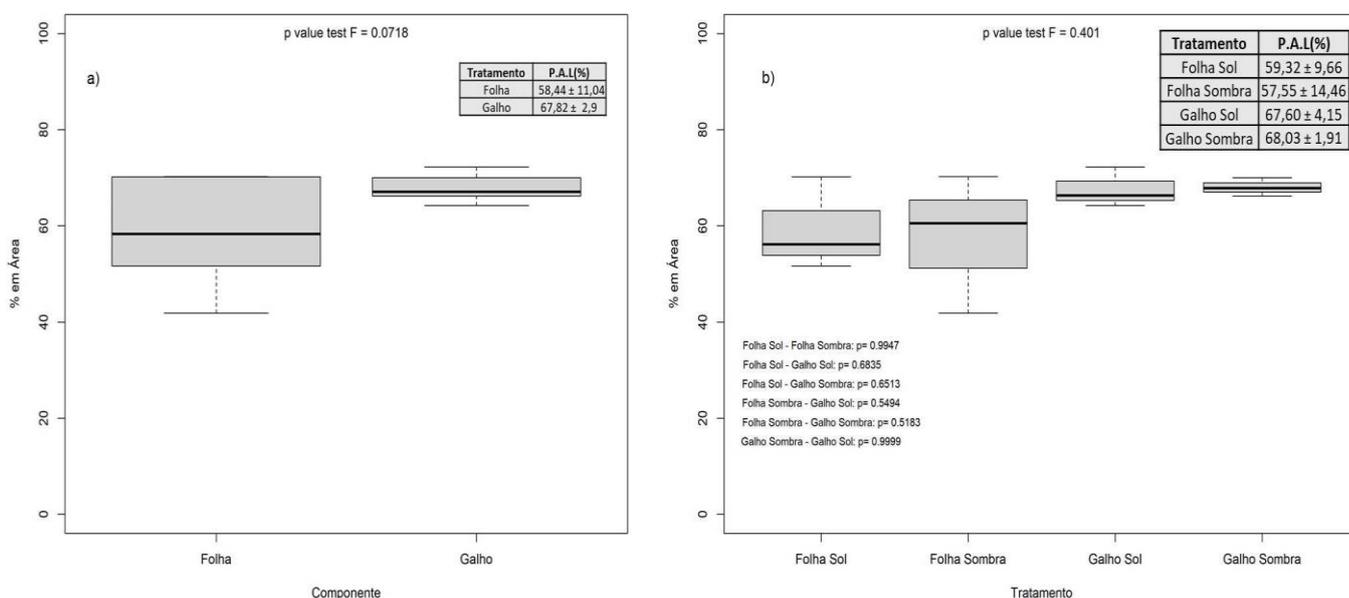


Figura 42: Plantio M2. a) (%) em Área de linalol em função do Componente. b) (%) em Área de linalol em função do Tratamento.

Barreirinha1 (10 anos):

Para o plantio Barreirinha1, observamos através da figura 43 (a) que houve diferença estatística diante da anova realizada (p-valor = 4,77e-05^{***}) na porcentagem em área de linalol entre os componentes folha e galho, tendo a porcentagem em área média do galho, maior que da folha. Na figura 43 (b), na qual analisamos os diferentes tratamentos, observamos que houve diferença estatística através da anova realizada (p-valor = 0,000969^{***}) na porcentagem em área média de linalol entre os tratamentos apresentados. Dessa forma, foi preciso realizar o teste de PostHoc (tukey), para identificar quais os tratamentos se diferenciavam , sendo possível observar na figura 42

(b) que os tratamentos que se diferenciaram foram: Folha Sol – Galho Sol (p-valor = 0,0163*); Folha Sol – Galho Sombra (p-valor = 0,0130*); Folha Sombra – Galho Sol (p-valor = 0,0028*), Folha Sombra – Galho Sombra (p-valor = 0,0023**). Podemos observar que entre folhas, o tratamento que obteve maior porcentagem média em área foi o tratamento do sol, assim como para galho.

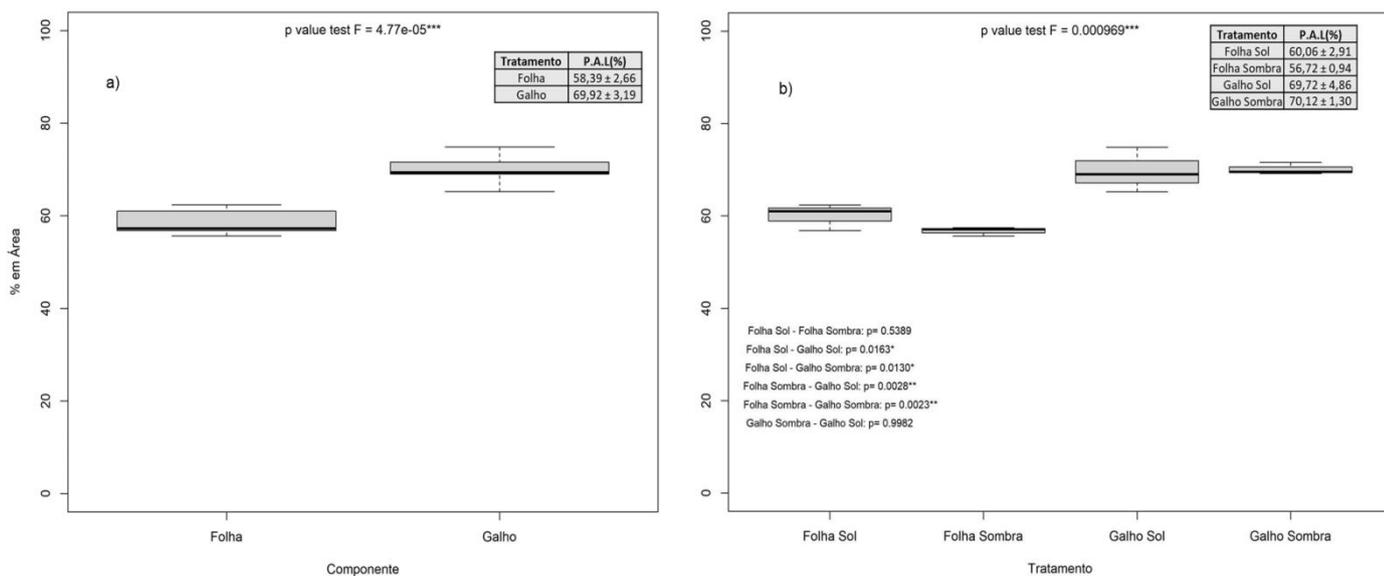


Figura 43: Plantio B1. a) (%) em Área de linalol em função do Componente. b) (%) em Área de linalol em função do Tratamento.

Barreirinha2 (12 anos):

Para o plantio Barreirinha2, observamos através da figura 44 (a) que houve diferença estatística diante da anova realizada (p-valor = 0,0112) na porcentagem em área de linalol entre os componentes folha e galho, tendo a porcentagem em área média do galho, maior que da folha. Na figura 44 (b), na qual analisamos os diferentes tratamentos, observamos que não houve diferença estatística através da anova realizada (p-valor = 0,0617) na porcentagem em área média de linalol entre os tratamentos apresentados. Fizemos o teste de PostHoc (tukey), para observar como foi a relação entre os tratamentos, visto que, quando componente, houve diferença significativa. No entanto, como podemos ver, nenhum tratamento foi significativamente diferente dos outros, o mais próximo de 0,05 foi à interação entre Folha

Sombra – Galho Sombra, no entanto, não deu diferença significativa para 95% de confiança. Podemos observar ainda que entre folhas, o tratamento que obteve maior porcentagem média em área foi o tratamento do sol, enquanto que para galho, o tratamento que obteve maior porcentagem média em área, foi o tratamento da sombra.

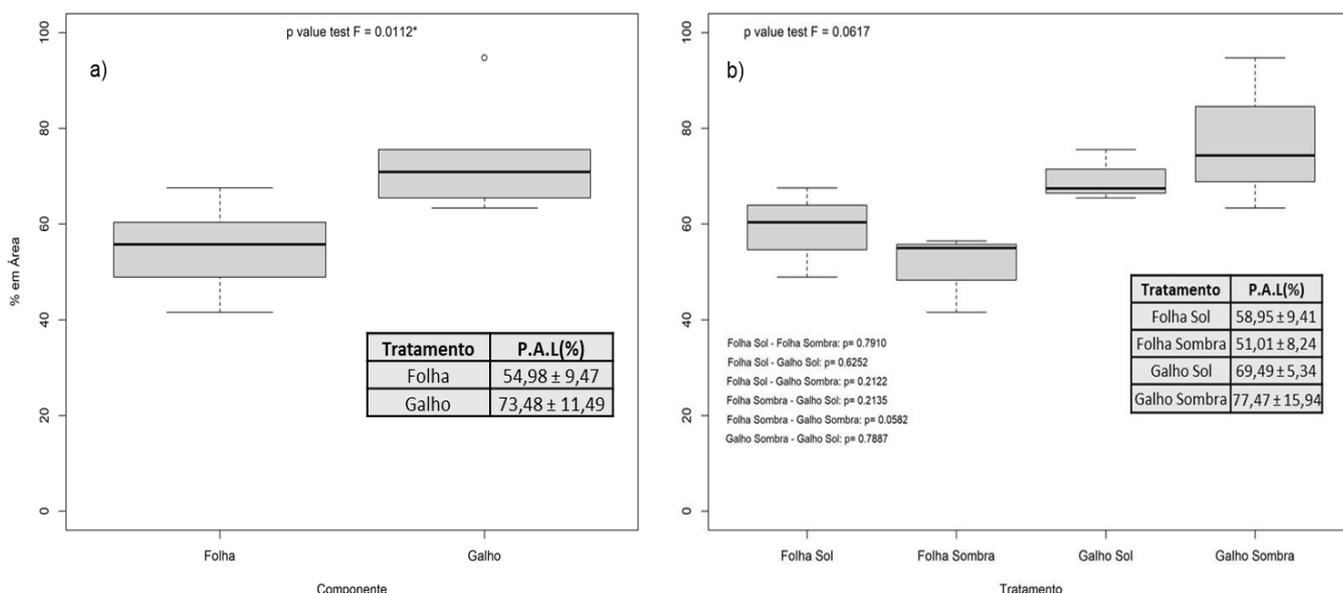


Figura 44: Plantio B2. a) (%) em Área de linalol em função do Componente. b) (%) em Área de linalol em função do Tratamento.

Parintins (21 anos):

Para o plantio de Parintins, observamos através da figura 45 (a) que houve diferença estatística diante da anova realizada (p-valor = 9,833-05) na porcentagem média em área de linalol entre os componentes folha e galho, tendo a porcentagem média em área de linalol maior que da folha. Na figura 43 (b), na qual analisamos os diferentes tratamentos, observamos que também houve diferença estatística através da anova realizada (p-valor = 0,000474***) na porcentagem em área de linalol entre os tratamentos apresentados, tendo diferença estatística entre o tratamento Folha Sol – Galho Sol (p-valor = 0,02716*), Folha Sol – Galho Sombra (p-valor = 0,00160*), Folha Sombra – Galho Sol (p-valor = 0,00967), Folha Sombra – Galho Sombra (p-valor = 0,00071*). Podemos observar que entre folhas, o

tratamento que foi ligeiramente maior foi o de Sol, enquanto que para galho, o tratamento que obteve maior porcentagem em área de linalol, foi o tratamento de sombra.

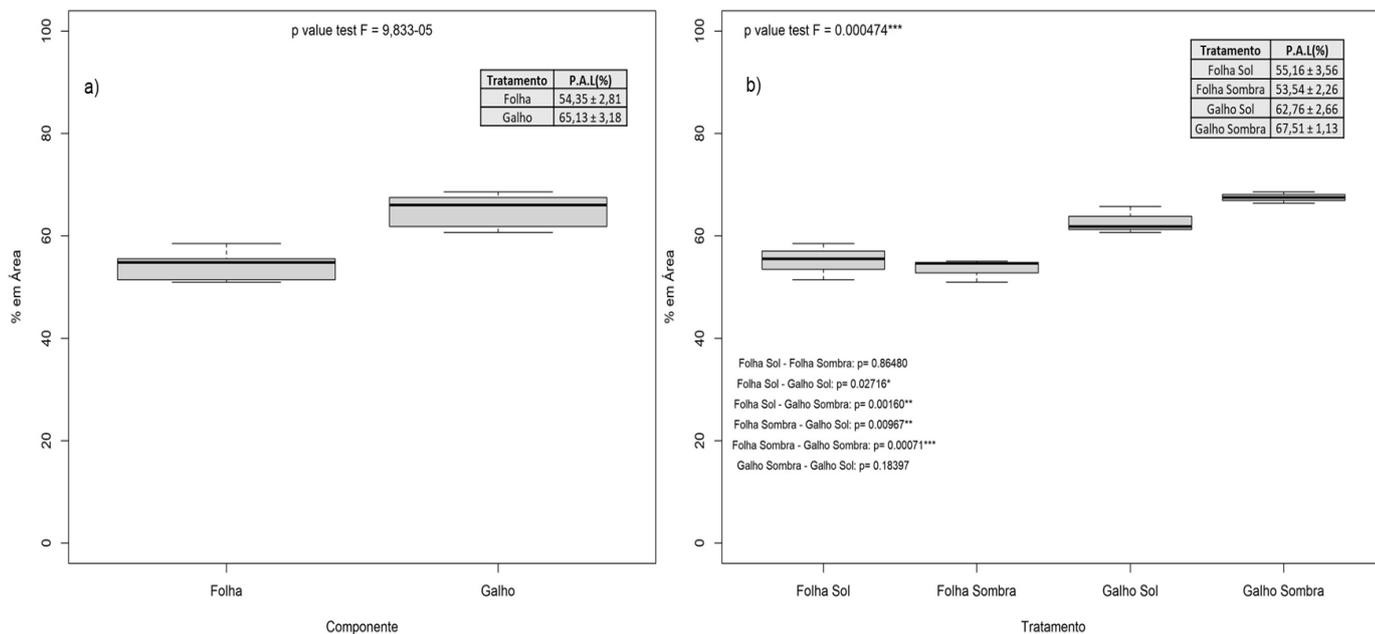


Figura 45: Plantio Parintins. a) (%) em Área de linalol em função do Componente. b) (%) em Área de linalol em função do Tratamento.

Diante dos testes estatísticos realizados para todos os plantios, observamos que alguns apresentaram diferença estatística e outros não. O plantio M1 não apresentou diferença estatística na porcentagem em área de linalol para componentes (Folha $68,57 \pm 14,76$ e Galho $58,8 \pm 9,58$) nem para os tratamentos (Folha Sol $63,99 \pm 7,54$; Folha Sombra $73,16 \pm 20,51$; Galho Sol $59,59 \pm 13,72$; Galho Sombra $58,02 \pm 6,29$). O plantio M2 não apresentou diferença estatística na porcentagem em área de linalol para componentes (Folha $58,44 \pm 11,04$; Galho $67,82 \pm 2,9$) nem para tratamentos (Folha Sol $59,32 \pm 9,66$; Folha Sombra $57,55 \pm 14,46$; Galho Sol $67,60 \pm 4,15$; Galho Sombra $68,03 \pm 1,91$). O plantio B1 apresentou diferença estatística tanto para porcentagem em linalol tanto entre componente (Folha $58,39 \pm 2,66$; Galho $69,92 \pm 3,19$) como entre tratamentos (Folha Sol $60,06 \pm 2,91$ - Galho Sol $69,72 \pm 4,86$; Folha Sol $60,06 \pm 2,91$ - Galho Sombra $70,12 \pm 1,3$; Folha Sombra $56,72 \pm 0,94$ - Galho Sol $69,72 \pm 4,86$; Folha Sombra $56,72 \pm 0,94$ -

Galho Sombra $70,12 \pm 1,3$). O plantio B2 apresentou diferença estatística entre componente (Folha $54,98 \pm 9,42$ e Galho $73,48 \pm 11,49$), mas não entre tratamentos (Folha Sol $58,95 \pm 9,41$; Folha Sombra $51,01 \pm 8,24$; Galho Sol $69,49 \pm 5,34$; Galho Sombra $77,47 \pm 15,94$) para porcentagem em área de linalol. Por fim, o plantio P apresentou diferença estatística entre componentes (Folha $54,35 \pm 2,81$ e Galho $65,13 \pm 3,18$) e tratamentos (Folha Sol $55,16 \pm 3,56$ – Galho Sol $62,76 \pm 2,66$; Folha Sol $55,16 \pm 3,56$ – Galho Sombra $67,51 \pm 1,13$; Folha Sombra $53,54 \pm 2,26$ – Galho Sol $62,76 \pm 2,66$; Folha Sombra $53,54 \pm 2,26$ - Galho Sombra $67,51 \pm 1,13$) para porcentagem em área de linalol. Diante desses resultados, foi possível perceber que nos tratamentos que ocorreram diferença significativa, a porcentagem em área de linalol foi maior nos galhos do que nas folhas. Já no rendimento de óleo essencial, observamos um rendimento maior nas folhas do que nos galhos. O resumo dos dados referente à porcentagem em área de linalol entre componentes e entre tratamentos estão presentes na tabela 10 abaixo:

Tabela 10: Porcentagem (%) em Área de linalol.

Plantio	Idade	Componente	P.A.L(%)	Tratamento	P.A.L(%)
Maues 1	9	Folha	$68,57 \pm 14,76$	Folha Sol	$63,99 \pm 7,54$
				Folha Sombra	$73,16 \pm 20,51$
		Galho	$58,8 \pm 9,58$	Galho Sol	$59,59 \pm 13,72$
				Galho Sombra	$58,02 \pm 6,29$
Maues 2	5	Folha	$58,44 \pm 11,04$	Folha Sol	$59,32 \pm 9,66$
				Folha Sombra	$57,55 \pm 14,46$
		Galho	$67,82 \pm 2,9$	Galho Sol	$67,60 \pm 4,15$
				Galho Sombra	$68,03 \pm 1,91$
Barreirinha 1	10	Folha	$58,39 \pm 2,66$	Folha Sol	$60,06 \pm 2,91$
				Folha Sombra	$56,72 \pm 0,94$
		Galho	$69,92 \pm 3,19$	Galho Sol	$69,72 \pm 4,86$
				Galho Sombra	$70,12 \pm 1,3$
Barreirinha 2	12	Folha	$54,98 \pm 9,42$	Folha Sol	$58,95 \pm 9,41$
				Folha Sombra	$51,01 \pm 8,24$
		Galho	$73,48 \pm 11,49$	Galho Sol	$69,49 \pm 5,34$
				Galho Sombra	$77,47 \pm 15,94$
Parintins	21	Folha	$54,35 \pm 2,81$	Folha Sol	$55,16 \pm 3,56$
				Folha Sombra	$53,54 \pm 2,26$
		Galho	$65,13 \pm 3,18$	Galho Sol	$62,76 \pm 2,66$
				Galho Sombra	$67,51 \pm 1,13$

5.4. Determinação e comparação do rendimento de OE entre folhas e galhos finos de plantios de pau-rosa de diferentes idades.

Avaliando todos os plantios, podemos observar através da figura 46 que não houve diferença significativa entre o rendimento de óleo de folhas e galhos (p -valor = 0,1389). No entanto, é possível notar, que o rendimento médio das folhas foi maior que dos galhos.

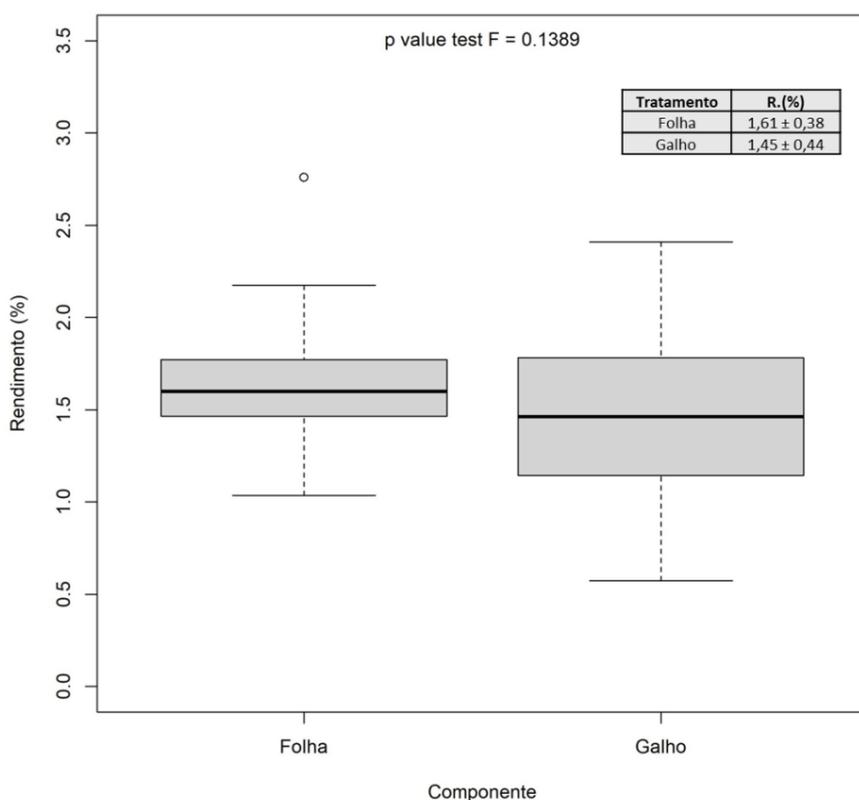


Figura 46: Rendimento Geral (%) em função do Componente.

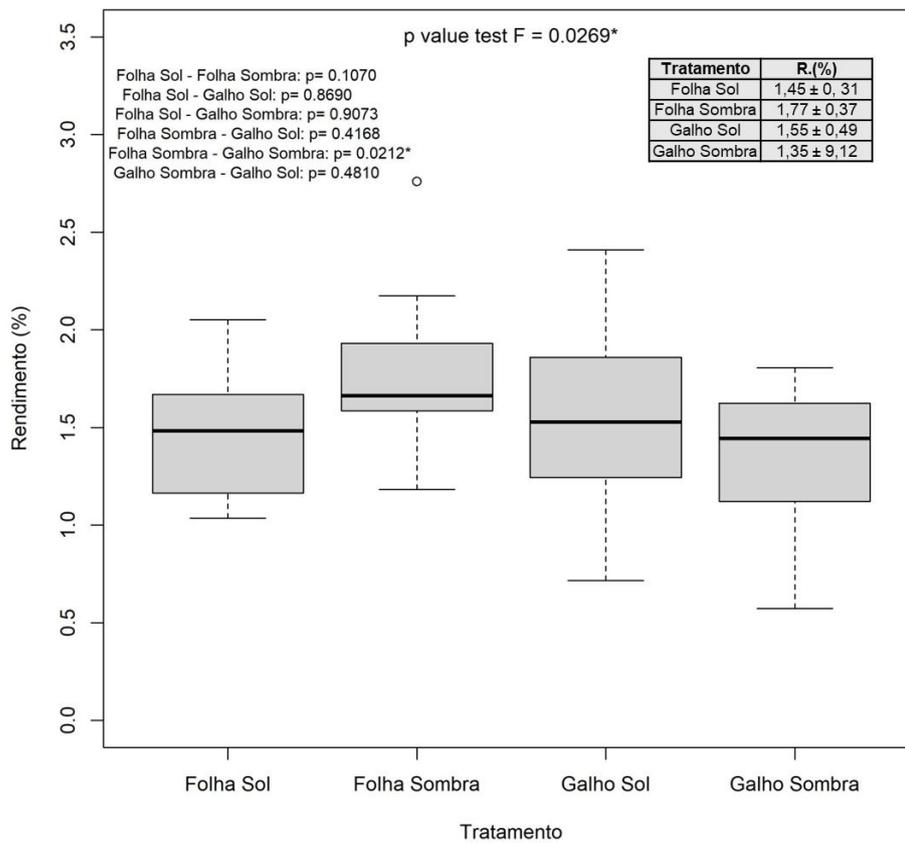


Figura 47: Rendimento Geral (%) em função do Tratamento.

A figura 47, nos mostra que houve diferença entre os tratamentos através da anova (p-valor = 0,0212). Dessa forma, realizamos o teste de PostHoc e identificamos que o único tratamento que deu diferença estatística foi entre Folha Sombra – Galho Sombra.

Maués1 (9 anos):

Para o plantio Maués1, observamos através da figura 48 (a) que não houve diferença estatística diante da anova realizada (p-valor = 0,313) no rendimento de óleo essencial entre os componentes folha e galho, apesar de o rendimento médio do galho (1,74 ± 0,37) ter sido maior que da folha (1,49 ± 0,46). Na figura 48 (b), no qual analisamos os diferentes tratamentos, observamos que também não houve diferença estatística através da anova realizada (p-valor = 0,131) no rendimento de óleo essencial entre os tratamentos apresentados. No entanto, podemos observar que entre folhas, o

tratamento que obteve maior rendimento médio, foi o tratamento da sombra (1,74 ± 0,30), enquanto que para galho, o tratamento que obteve maior rendimento médio, foi o tratamento do sol (1,99 ± 0,54).

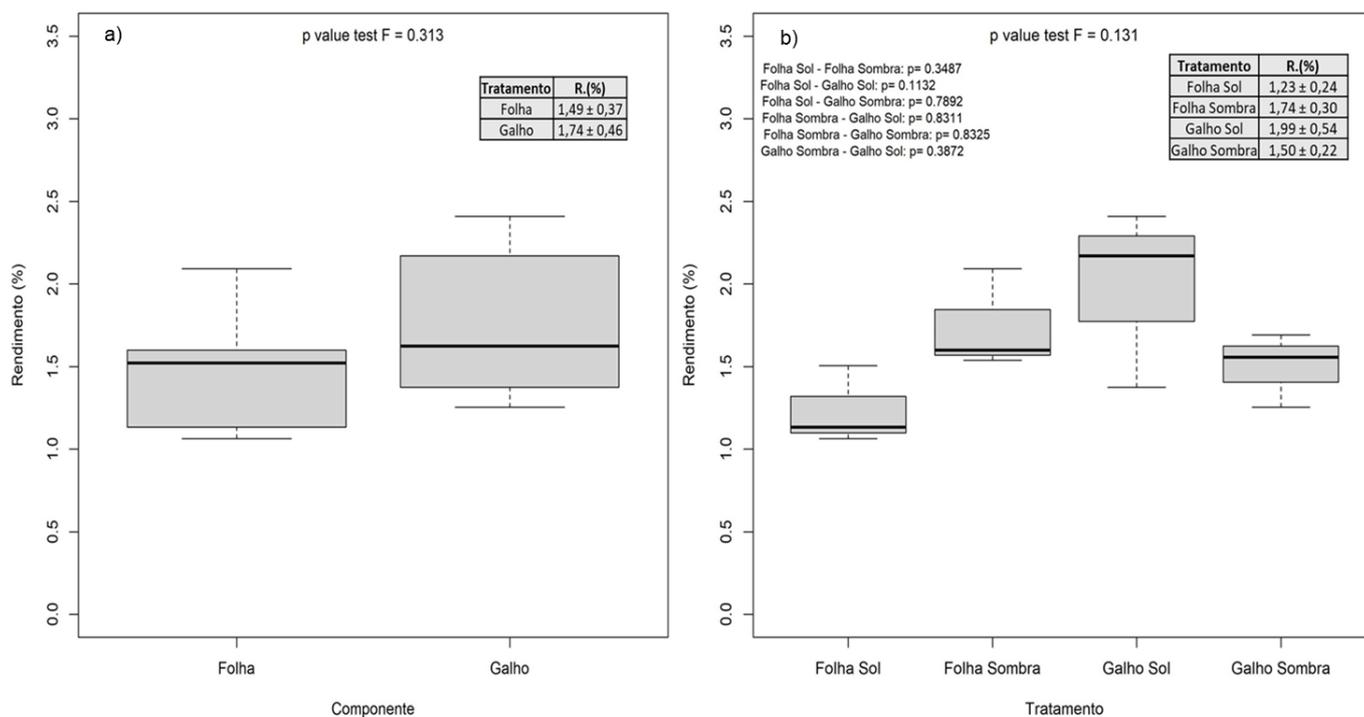


Figura 48: Plantio Maués1. a) Rendimento (%) em função do Componente. b) Rendimento (%) em função do Tratamento.

Maués2 (5 anos):

Para o plantio Maués2, observamos através da figura 49 (a) que não houve diferença estatística diante da anova realizada (p-valor = 0,494) no rendimento de óleo essencial entre os componentes folha e galho, apesar de o rendimento médio da folha (1,60 ± 0,49) ter sido maior que do galho (1,44 ± 0,27). Na figura 49 (b), no qual analisamos os diferentes tratamentos, observamos que houve diferença estatística através da anova realizada (p-valor = 0,00414**) no rendimento de óleo essencial entre os tratamentos apresentados. Dessa forma, foi preciso realizar o teste de PostHoc (tukey), para identificar quais os tratamentos se diferenciavam. Podemos observar que quando avaliado entre componentes, não houve diferença significativa, pois o rendimento médio da folha sombra compensou o rendimento médio da

folha sol. No entanto, quando avaliamos os tratamentos, observamos diferença estatística entre os mesmos, tendo diferença estatística entre o tratamento Folha Sol - Folha Sombra (p-valor = 0,0052**), assim como entre o tratamento Folha Sombra - Galho Sombra (p-valor = 0,0087**) para rendimento médio de óleo essencial. Podemos observar que entre folhas, o tratamento que obteve maior rendimento médio, foi o tratamento da sombra (2,01 ± 0,15), enquanto que para galho, o tratamento que obteve maior rendimento médio, foi o tratamento do sol (1,62 ± 0,22).

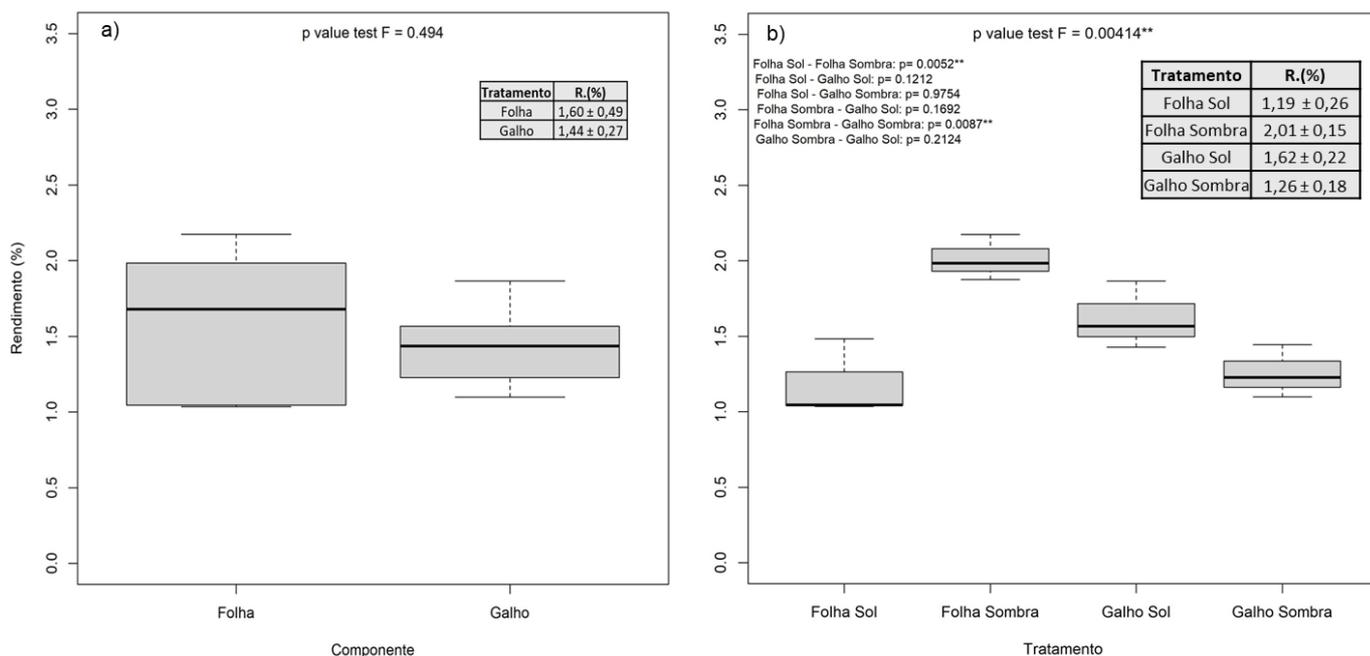


Figura 49: Plantio Maués2. a) Rendimento (%) em função do Componente. b) Rendimento (%) em função do Tratamento.

Barreirinha1 (10 anos):

Para o plantio Barreirinha1, observamos através da figura 50 (a) que não houve diferença estatística diante da anova realizada (p-valor = 0,665) no rendimento de óleo essencial entre os componentes folha e galho, apesar de o rendimento médio do galho (1,68 ± 0,31) ter sido ligeiramente maior que o rendimento médio da folha (1,62 ± 0,12). Na figura 50 (b), no qual analisamos os diferentes tratamentos, observamos que também não houve diferença estatística através da anova realizada (p-valor = 0,968) no rendimento de óleo

essencial entre os tratamentos apresentados, fato esse que podemos ver no gráfico que não houve um rendimento médio discrepante entre os tratamentos. No entanto, entre folhas, o tratamento que obteve ligeiramente maior rendimento médio, foi o tratamento do sol ($1,63 \pm 0,18$), enquanto que para galho, o tratamento que obteve ligeiramente maior rendimento médio, foi o tratamento de sombra ($1,70 \pm 0,14$).

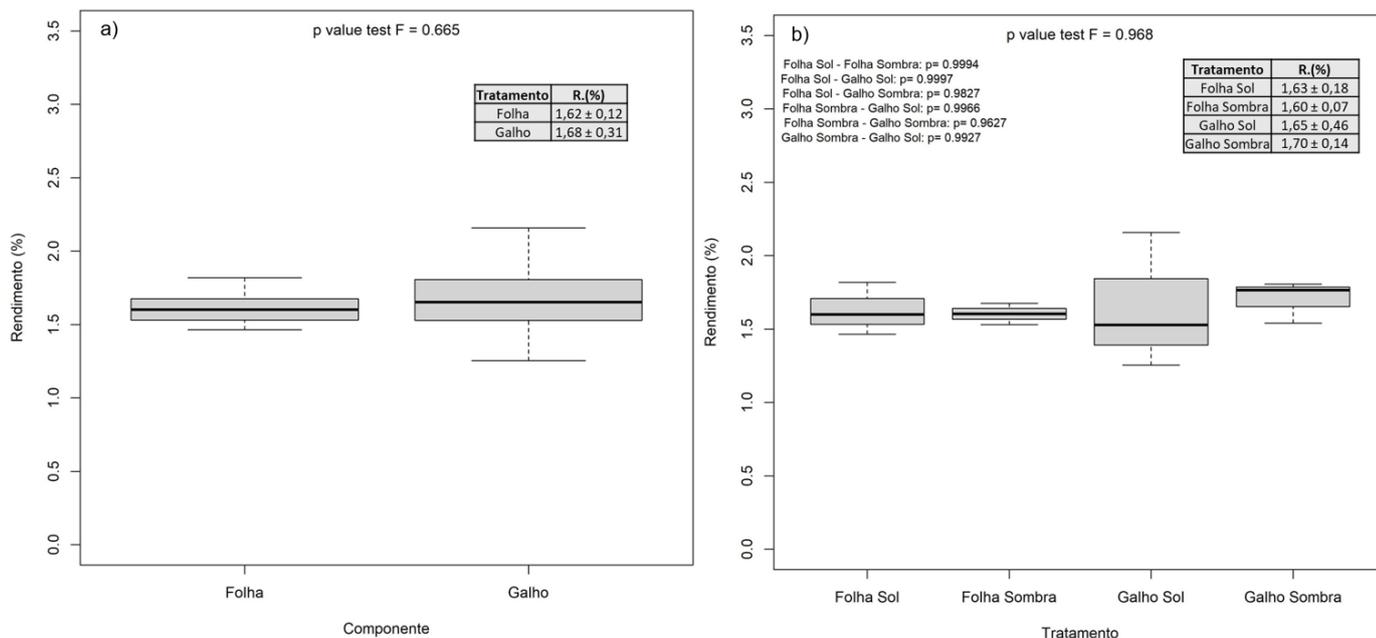


Figura 50: Plantio Barreirinha 1. a) Rendimento (%) em função do Componente. b) Rendimento (%) em função do Tratamento.

Barreirinha2 (12 anos):

Para o plantio Barreirinha2, observamos através da figura 51 (a) que não houve diferença estatística diante da anova realizada ($p\text{-valor} = 0,0707$) no rendimento de óleo essencial entre os componentes folha e galho, apesar de o rendimento médio da folha ($1,88 \pm 0,47$) ter sido maior que o rendimento médio do galho ($1,35 \pm 0,44$). Na figura 51 (b), no qual analisamos os diferentes tratamentos, observamos que também não houve diferença estatística através da anova realizada ($p\text{-valor} = 0,352$) no rendimento de óleo essencial entre os tratamentos apresentados, apesar de observamos maior rendimento médio nas folhas do que nos galhos, como era esperado, visto que entre os componentes já tinha ocorrido rendimento médio maior de óleo

essencial nas folhas do que nos galhos. Nos tratamentos de folha, o que obteve maior rendimento médio, foi o tratamento da sombra ($2,00 \pm 0,66$), mesmo foi observado para galho, um rendimento médio ligeiramente maior para o tratamento de sombra ($1,37 \pm 0,66$).

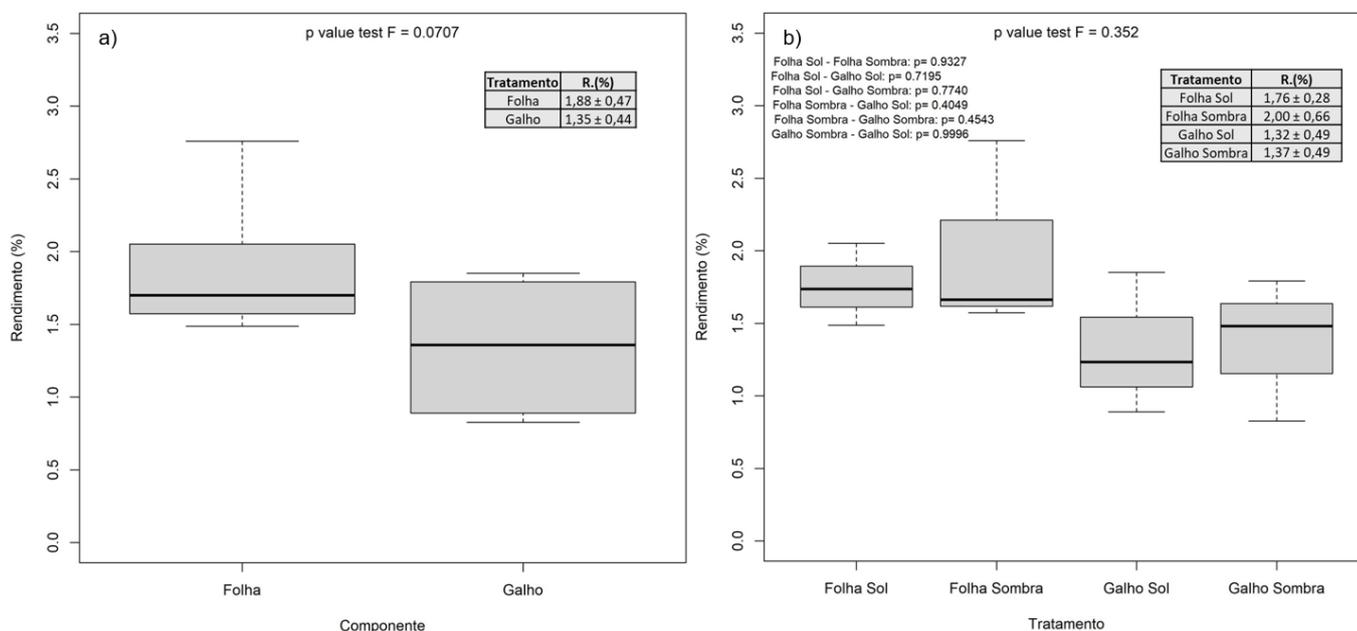


Figura 51: Plantio Barreirinha 2. a) Rendimento (%) em função do Componente. b) Rendimento (%) em função do Tratamento.

Parintins (21 anos):

Para o plantio de Parintins, observamos através da figura 52 (a) que não houve diferença estatística diante da anova realizada (p-valor = 0,0735) no rendimento de óleo essencial entre os componentes folha e galho, apesar de o rendimento médio da folha ($1,47 \pm 0,28$) ter sido maior que o rendimento médio do galho ($1,06 \pm 0,42$). Na figura 52 (b), na qual analisamos os diferentes tratamentos, observamos que também não houve diferença estatística através da anova realizada (p-valor = 0,290) no rendimento de óleo essencial entre os tratamentos apresentados observamos maior rendimento médio nas folhas do que nos galhos, como era esperado, visto que entre os componentes já tinha ocorrido rendimento médio maior de óleo essencial nas folhas. Nos tratamentos de folhas, o tratamento que obteve maior rendimento médio, foi o tratamento da sombra ($1,52 \pm 0,30$), enquanto para galho, o

tratamento que obteve maior rendimento médio foi o tratamento de sol ($1,19 \pm 0,54$).

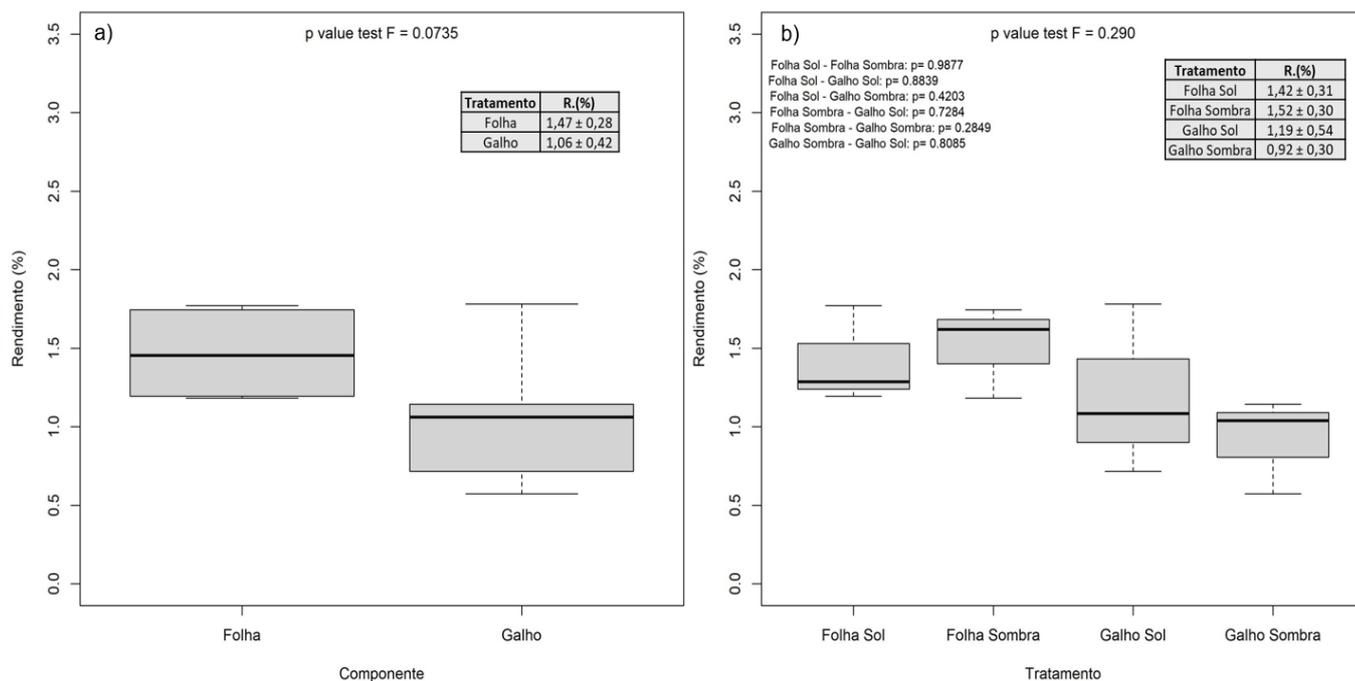


Figura 52: Parintins. a) Rendimento (%) em função do Componente. b) Rendimento (%) em função do Tratamento.

O resumo dos dados referente à determinação e comparação do rendimento de óleo essencial entre componentes e entre tratamentos, assim como a intensidade de luz, temperatura e umidade relativa do ar na hora da coleta estão presentes na tabela 11 abaixo:

Tabela 11: Rendimento Médio dos Plantios.

Plantio	Idade	Componente	R.M(%)	Tratamento	R.M(%)	Lumin.(lux)	Temp. (C°)	UR%
Maues 1	9	Folha	$1,49 \pm 0,37$	Folha Sol	$1,23 \pm 0,24$	558,67 ^10	35,2	56,2
				Folha Sombra	$1,74 \pm 0,30$	1503,33		
		Galho	$1,74 \pm 0,46$	Galho Sol	$1,99 \pm 0,54$	558,67 ^10		
				Galho Sombra	$1,5 \pm 0,22$	1503,33		
Maues 2	5	Folha	$1,6 \pm 0,49$	Folha Sol	$1,19 \pm 0,26$	283,67 ^10	33	66,3
				Folha Sombra	$2,01^* \pm 0,15$	1270,67		
		Galho	$1,44 \pm 0,27$	Galho Sol	$1,62 \pm 0,22$	283,67 ^10		
				Galho Sombra	$1,26 \pm 0,18$	1270,67		
Barreirinha 1	10	Folha	$1,62 \pm 0,12$	Folha Sol	$1,63 \pm 0,18$	394^10	30	68,5
				Folha Sombra	$1,6 \pm 0,07$	965,67		
		Galho	$1,68 \pm 0,31$	Galho Sol	$1,65 \pm 0,46$	394^10		

				Galho Sombra	$1,7 \pm 0,14$	965,67		
Barreirinha 2	12	Folha	$1,88 \pm 0,47$	Folha Sol	$1,76 \pm 0,28$	$1802,33^{*10}$	31	67,5
				Folha Sombra	$2 \pm 0,66$	1398		
		Galho	$1,35 \pm 0,44$	Galho Sol	$1,32 \pm 0,49$	$1802,33^{*10}$		
				Galho Sombra	$1,37 \pm 0,49$	1398		
Parintins	21	Folha	$1,47 \pm 0,28$	Folha Sol	$1,42 \pm 0,31$	$153,67^{*10}$	28	78,5
				Folha Sombra	$1,52 \pm 0,30$	840,67		
		Galho	$1,06 \pm 0,42$	Galho Sol	$1,19 \pm 0,54$	$153,67^{*10}$		
				Galho Sombra	$0,92 \pm 0,30$	840,67		

Para o estudo preliminar de rentabilidade econômica dos plantios analisados, foi feita uma estimativa de retorno em dinheiro com as médias de rendimento obtido através dos plantios analisados para Copa e para o Fuste. Considerando o preço do quilograma do óleo na faixa de \$ 400,00, o retorno financeiro por hectare e por hectare/ano referente aos plantios analisados é apresentado na tabela 12 abaixo:

Tabela 12: Estimativa preliminar de renda a partir do manejo dos plantios de pau-rosa Sateré Mawé.

Local	Idade	N_ind	area_est. (ha)	esp_médio_p (m²)	Comp part.	P.F (kg)	P.S (kg)	P.S.T (kg)	P.S.P (kg)	R(ml)	Óleo (kg)	Kg = \$400,00	Dólar 02.08.21 = R\$ 5,20	Total/area	Total/area/ano
Maues 1	9	58	0,2265	39,05	Copa	313,75	166,10	398,37	6,87	1,5942	2,65	\$1.059,18	R\$ 5.507,73	R\$ 47.780,03	R\$ 5.308,89
					Fuste	425,71	232,27			1,1	2,56	\$1.022,01	R\$ 5.314,45		
Maues 2	5	133	1,1795	88,68	Copa	504,22	215,32	497,90	3,74	1,5192	3,27	\$1.308,45	R\$ 6.803,96	R\$ 11.250,02	R\$ 2.250,00
					Fuste	504,22	282,58			1,1	3,11	\$1.243,35	R\$ 6.465,44		
Barreirinha 1	10	99	1,0832	109,41	Copa	452,43	278,66	1411,22	14,25	1,631	4,54	\$1.817,99	R\$ 9.453,57	R\$ 32.650,05	R\$ 3.265,01
					Fuste	693,56	1132,56			1,1	12,46	\$4.983,26	R\$ 25.912,97		
Barreirinha 2	12	61	0,6300	103,28	Copa	327,34	183,63	527,19	8,64	1,612	2,96	\$1.184,06	R\$ 6.157,10	R\$ 22.250,20	R\$ 1.854,18
					Fuste	603,55	343,55			1,1	3,78	\$1.511,64	R\$ 7.860,53		
Parintins	21	42	0,2342	55,76	Copa	1463,49	968,07	6455,85	153,71	1,2615	12,21	\$4.884,86	R\$ 25.401,29	R\$ 644.585,06	R\$ 30.694,53
					Fuste	8310,88	5487,79			1,1	60,37	\$24.146,26	R\$ 125.560,53		
Total														R\$ 758.515,36	R\$ 43.372,61

area_est. = área estimada; esp_médio_p = área média ocupada por planta; P.F = peso fresco; P.S = peso seco; P.S.T = peso seco total; P.S.P = peso seco por planta; R = rendimento.

6. DISCUSSÃO

Para Altura Total (cm), DAP (cm) e Biomassa, ocorreu diferença significativa entre os plantios. O plantio de Parintins se diferenciou de todos os outros plantios em relação a sua altura total, DAP e Biomassa, o que era de se esperar, pois ele é o plantio mais antigo, com 21 anos. Segundo Krainovic (2011), analisando um plantio homogêneo de pau-rosa em Maués com espaçamento regular, apresentando em 1 hectare 833 indivíduos, identificou que dos plantios analisados para a Altura e DAP, a diferença se deu para o plantio de 4 anos, visto que o plantio de 10 anos e de 20, dispunham de maior Altura e DAP, como era de se esperar. Fato esse que observamos no presente estudo, quando falamos sobre a diferença estatística do plantio de Parintins para os outros plantios mais jovens.

Em um estudo realizado por DESCONCI et al., (2016), em um plantio de pau-rosa em idades diferentes 10, 12 anos e 17 anos, cultivados sob um espaçamento de 3,0 x 4,0 m, os dois primeiros, que inicialmente era 3,0 x 2,0 m e sofreram desbastes e o segundo no espaçamento 6,0 x 10,0 m ele observou uma produção de biomassa média de 58,62, 53,61 e 60,39 kg/árvore, respectivamente. Bem maior do que observamos no presente estudo, com as médias de biomassa aérea dos plantios 5, 9, 10, 12 e 21 foram iguais a 2,0; 4,0; 10,35; 7,01 e 127,62 kg/árvore respectivamente. Essa diferença pode ser explicada pelo fato da área de coleta dos dados do presente estudo não ter tido um espaçamento padrão, visto que foi realizada pelos próprios índios Sateré Mawé, escolhendo os melhores locais, segunda a visão deles para a realização do plantio.

Pelos resultados encontrados, podemos observar que a idade foi um fator de destaque para influenciar na produção de biomassa dos plantios, tendo o plantio de 21 anos maiores valores médio. Importante observar que quando deseja-se trabalhar de forma sustentável com o pau-rosa, ou seja, através do manejo da copa do indivíduo, necessita-se de uma avaliação aprofundada quanto a biomassa produzida a partir da rebrota do indivíduo. Segundo Krainovic (2017) o manejo da copa proporcionou uma recomposição de 40,11% da massa seca inicial após 1 ano do corte, enquanto o corte a 50 cm, proporcionou uma recomposição de 1,45% da massa seca inicial,

mostrando que o manejo da copa de pau-rosa é a melhor saída para a promoção do aumento de plantios dessa espécie. É válido lembrar que para conseguir produzir a quantidade de biomassa quando se realiza o corte a 50 cm do indivíduo, é necessário um número maior de indivíduos dos quais se maneja a copa (SAMPAIO et al., 2005, 2007).

Quando abordamos a variável incremento, observamos que para o incremento em altura, o plantio de Parintins não se diferenciou de nenhum outro plantio, mostrando que o mesmo se encontra estabilizado, quanto ao incremento em altura, necessitando da intervenção silvicultural. A diferença nessa variável ficou por conta dos plantios mais jovens (M1, M2, e B1), visto que ainda não atingiram a estabilidade de incremento em altura. Quanto ao diâmetro, os plantios mais novos (M2 e M1) se diferenciaram estatisticamente dos plantios de Parintins e Barreirinha 1. Um dos fatores que alteram o incremento horizontal é o espaçamento entre os indivíduos (RONDON, 2002 e 2006; RIBEIRO, 2017), como mencionado anteriormente, a área de coleta dos dados do presente estudo, não se seguiu um espaçamento pré-estabelecido para os plantios dos indivíduos de pau-rosa, muito menos selecionado um tamanho de área conhecido para desenvolver o plantio. Dessa forma, apenas pôde-se calcular a área estimada do plantio total, verificando que o diferencial para os plantios analisados foi à idade dos mesmos. Para o incremento em DAP é de se destacar que o plantio mais antigo, o de Parintins, foi diferente estatisticamente de todos os outros plantios, tendo a menor média de incremento em DAP. O que colabora com o que foi falado para o incremento em altura, por se tratar de um plantio adulto, onde através dos resultados, mostra-se uma tendência à estabilidade em crescimento vertical e horizontal, necessitando-se realizar o manejo desse plantio (DURLO et al., 2004; ALVINO et al., 2006; JAQUETTI et al., 2012).

Observa-se a diferença entre as metodologias utilizadas para obtenção de óleo essencial da espécie o que dificulta muitas vezes a comparação entre os estudos. É sabido que a composição química dos óleos essenciais varia entre partes do vegetal, idade, estação do ano, luminosidade, temperatura, pluviosidade, época, que podem influenciar na produção e na composição química desses metabólitos secundários (GOBBO-NETO E LOPES, 2007,

AMARAL et al., 2008; MORAIS, 2009; LARA et al, 2012; MIRANDA et al., 2016; KRAINOVIC et al, 2017; DE CASTRO et al., 2020).

Em um estudo realizado por Rosatto et al., (2010), avaliando características funcionais de folhas de sol e sombra de espécies arbóreas, ele observou que o rendimento e abertura estomática foram as variáveis de destaque para folha de sol, enquanto para folhas de sombra apenas o rendimento quântico do fotossistema foi influente. Em nossas análises, não observamos diferença de rendimento de óleo essencial para folha de sombra, folha de sol, galho de sombra e galho de sol, mostrando que para o pau-rosa o rendimento do óleo não é influenciado pela insolação. No entanto, observamos que a composição química foi influenciada pela idade do plantio, componente (folha ou galho), extrato da copa (sol ou sombra), tendo como constituinte majoritário em todos eles o linalol, encontrado em outros estudos realizados para a espécie (SAMPAIO et al., 2003, 2005; LARA et al, 2012, FIDELIS et al., 2012, 2013; DESCONCI et al, 2016, KRAINOVIC et al., 2018), substância essa, importante na indústria farmacêutica, sendo utilizada como fixador de fragrâncias, mas também pela medicina popular para efeitos anti-inflamatórios (PEANA et al. (2003; BURGOS, 2009), analgésicos (PEANA et al., 2004; KATSUYAMA et al., 2012), hipotensores e vasorrelaxantes (RODRIGUES, 2010; ANJOS et al., 2013), antinociceptivos (PEANA et al., 2006; BATISTA et al. 2008); BATISTA (2010), atividade antimicrobiana (ALVIANO et al., 2005; YANG et al., 2014; TELLES et al., 2021), antileishmanial (ROSA et al., 2003; TELLES et al., 2021) e antioxidante (SEOL et al., 2016; TELLES et al., 2021).

Além do linalol, que é constituinte majoritário do óleo essencial de pau-rosa, existem os constituintes minoritários que compõe o óleo essencial da espécie. Observou-se presença e ausência dessas substâncias nos óleos essenciais analisados, assim como observado por Lara et al, (2012) que observou variação na composição química dos óleos essenciais e que esta, pode estar associada à localização geográfica dos indivíduos. Resultados observados por Krainovic e colaboradores (2018), em estudos realizados em plantios na Amazônia Central, relatam a presença e ausência de substâncias nas diferentes localizações dos plantios e partes das plantas, constatando a

importância da identificação dos componentes minoritários para compor o bouquet de substâncias que formam o óleo essencial de pau-rosa.

O espathulenol, por exemplo, só ocorreu nas folhas de Maués, é sabido que essa substância além de influenciar no aroma de muitos óleos de interesse comercial para a indústria de perfumes possui propriedade antibacteriana e moderada atividade citotóxica contra células do tipo KB (CHINOUE et al., 1996; PACCIARONI, et al., 2000; ALCANTARA, 2010). O L- α -terpineol é um importante constituinte químico, utilizado na prática clínica, observado no óleo essencial de *Melaleuca* L. (Myrtaceae Juss.) (MONTEIRO et al., 2014), assim como anti-asmático (HARREWIJN et al., 2000) que no presente estudo, só foi observado nas folhas de Barreirinha. Outra substância foi o β -pineno, que apresenta atividades antimicrobianas contra células bacterianas e fúngicas, reduzindo a atividade celular em 57,7% (SILVA et al., 2012) e no presente estudo, só foi identificada nos galhos de Barreirinha. Krainovic et al., (2017) em seus estudos, observou que o eucalyptol não foi encontrado no plantio de referência em Novo Aripuanã, apenas na rebrota, substância essa, de interesse comercial por ser importante na composição do óleo essencial de pau-rosa (RASTOGI et al. 2001; SURBURG e PANTEN, 2008; CHEN e VILJOEN, 2010; CANÉPA et al. 2011; XU et al. 2017; (MANI et al. 2017), ocorreu em todas as nossas amostras.

Quanto ao rendimento de OE entre folhas e galhos finos, tivemos uma média geral de 1,61 para folhas e 1,45 para galhos, concordando com os resultados encontrados por Araujo et al. (1971), Chaar (2000), Maia et al. (2007), Souza et al., (2007), Krainovic et al., (2017), que observaram maior rendimento de óleo para folhas em relação a galhos. Com relação aos plantios analisados, de diferentes idades, não houve diferença significativa entre folhas e galhos, no entanto, entre os tratamentos de sol e de sombra, ocorreu diferença significativa no plantio Maués 2, entre folha sombra - galho sombra, o que se apresentou como uma exceção, não regra.

Na presente pesquisa, as coletas foram realizadas em meses diferentes. A coleta em Maués foi realizada em agosto de 2019, as coletas em Barreirinha foram em novembro de 2010, enquanto a coleta em Parintins se deu em Fevereiro de 2020. No entanto, esta diferença parece não ter influenciado nos rendimento em de óleo, pois não foi observado diferença

estatística para essa variável, assim como observado para Lara et al, 2012 e Krainovic et al, 2017. Importante lembrar que no presente estudo, nossa avaliação de rendimento foi baseada no peso seco, que apesar de dificultar a comparação com outros estudos, possibilitou a padronização dentro do estudo e uma comparação já que as amostras foram coletadas em épocas diferentes.

Estudos realizados mencionam que o rendimento de óleo de pau-rosa tanto para galho como para folha sofrem alteração devido a variação sazonal (ARAUJO et al., 1971; CHAAR, 2000; MAIA et al., 2007) tendo maior rendimento de óleo no período seco do que no período chuvoso, como visto por Lima et al., (2007), tendo menor rendimento no período chuvoso, 2,1%, enquanto no período seco, 2,4%. Há de se destacar que nesse estudo só foram avaliados as folhas e os galhos dos indivíduos, contudo, foram valores médios maiores do que os encontrados no presente estudo, 1,61% para folha e 1,45% para galho.

Quanto à porcentagem em área de linalol, no presente estudo, observamos diferença estatística nos plantios, sendo maior nos galhos do que nas folhas, resultado também observado por Chaar, (2000), Takeda et al., (2008), Lara et al., (2012). Quando se abordou o rendimento de óleo essencial, observou-se o inverso, o rendimento maior nas folhas do que nos galhos. Krainovic et al, (2017) destaca que o rendimento em si não é isoladamente o fator mais importante a ser considerado quando se esta avaliando plantios comerciais de pau-rosa, visto que as indústrias de perfumaria fina mundial têm foco principal voltado para o óleo essencial e a variação da proporção relativa entre os constituintes.

Os valores presentes no estudo de porcentagem em área de linalol foram maiores que os encontrados por Lara et al., (2012) em um plantio de pau-rosa na Reserva Ducke, onde os mesmos apresentaram teor médio de linalol igual a 51,3% ($\pm 8,8$) e 59,2% ($\pm 8,3$) para folhas e galhos finos respectivamente, não tendo diferença significativa. É importante destacar que no presente estudo, não foi possível realizar uma curva de calibração para ter exatamente a quantidade de linalol, usamos a porcentagem em área que é proporcional a concentração de linalol na amostra.

Com relação ao retorno financeiro por hectare, que tem relação direta com o rendimento de óleo produzido pelos mesmos, tabela 12, observamos que o destaque foi o plantio de 21 anos. Pôde-se observar que Maués 1 de 9 anos, com apenas 58 indivíduos, em uma área menor do que os plantios B1 e B2 que eram mais antigos e tinham maior quantidade de indivíduos apresentou melhores resultados que esses. Em um plantio de 4 anos a nível de produção, com espaçamento 3x4 m com 833 indivíduos, Krainovic et al., (2011) observaram um peso médio de 11,19 kg/planta, nos plantios que analisamos, os únicos que tiveram biomassa produzida por planta acima do valor encontrado no plantio anteriormente mencionado, foram os plantios Barreirinha 1 com 99 indivíduos de 10 anos com 14,25 kg/planta e o plantio Parintins com 42 indivíduos de 21 anos com 153,71 kg/planta.

Em um estudo realizado por Giatti et al., (2021) na reserva de desenvolvimento sustentável do Uatumã, Amazonas, observou a diversidade de produtos da sociobiodiversidade manejados pela população naquele local, estimando o retorno remunerado: Castanha (R\$ 25-55,00/lata), Tucumã (R\$ 25-190,00/saca de 50 kg), Breu (R\$ 3-4,00/kg), Copaíba (25-30,00/kg), Andiroba (50-80,00/litro), Cipós (5,50-7,00/vasoura), valores esses, bem abaixo do que é praticado no mercado para a obtenção de óleo de pau-rosa, que no presente, custa \$400,00 o litro. Lembrando que todos esses produtos da biodiversidade amazônica são de extrema e importância e precisam ser manejados de forma eficaz, trazendo cada vez mais retorno para os produtores.

Essas métricas mostram a necessidade de adoção de técnicas de manejo nos plantios indígenas abordados, visto que em um plantio a nível de produção de 4 anos, teve maior rendimento de kg/planta do que plantios de 5, 9 e 12 anos. Lembrando que aumentando a produção de biomassa vegetal, possibilita-se maior produção de óleo essencial (CHAAR, 2000), conseqüentemente, maior retorno financeiro (DESCONCI et al, 2016; KRAINOVIC et al., 2017). Lembrando que não há recomendações claras de adubação e nem de solo ideal, o que dificulta a análise comparativa, uma vez que o plantio de 4 anos apresentou-se mais fértil que os demais avaliados por Krainovic e colaboradores (2018).

Plantios de pau-rosa se mostram rentáveis, sendo uma atividade que não demanda muitos cuidados no trato com a espécie, não existe recomendação de necessidade de minerais, embora já tenha sido mensurada a exportação de nutrientes decorrentes do manejo da biomassa de pau-rosa, não foi observado que a espécie sofra déficit nutricional, que empate o crescimento da espécie (KRAINOVIC et al., 2017). Com isso, identifica-se a necessidade da realização da parametrização dos plantios indígenas, com áreas definidas, quantidades de indivíduos definidos por plantios e necessidade de intervenção silvicultural para obter-se o melhor rendimento possível desses plantios, assim como acompanhamento qualificado para tal, somado a necessidade das contínuas realizações de projetos com o povo Sataré-Mawé relacionados com o pau-rosa, para que eles no futuro próximo, possam está conduzindo seus plantios da espécie a pleno desenvolvimento e ajudando, conseqüentemente, a evitar a extinção da espécie.

7. CONCLUSÃO

- Os maiores valores em Altura Total, DAP, Biomassa e Incremento em Biomassa, foram do plantio de 21 anos;
- Para o Incremento em DAP, o menor incremento foi para o plantio de 21 anos;
- Os tratamentos realizados para o estudo tiveram uma sobreposição parcial, mostrando que a diferenciação na composição química dos óleos essenciais de pau-rosa esteve mais ligada a folha e galho, do que aos tratamentos de sol e sombra.
- As localizações geográficas dos plantios influenciaram na composição química dos óleos.
- A porcentagem em área de linalol apresentou-se ser uma característica heterogênea do óleo essencial para os plantios mais antigos, não sendo observado o mesmo para plantios mais novos.

- O rendimento médio de óleo essencial foi maior em folhas do que em galhos finos.
- Não foi observado diferença no rendimento de óleo essencial para os tratamentos (sol e sombra) apresentados nesse estudo, mostrando que não é necessário realizar a estratificação da copa de pau-rosa para a obtenção de maiores rendimentos de óleo essencial.
- Destaca-se através do estudo a necessidade de padronização de estudos sobre métodos silviculturais e estabelecimento de curva de crescimento.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As conclusões geradas a partir desse estudo fizeram-nos avaliar o incremento dos plantios analisados a partir de dois momentos distintos de inventário florestal, sendo o segundo momento, determinante para quantificar a biomassa desses plantios e, por conseguinte calcular a produção estimada de óleo essencial de pau-rosa dos plantios analisados da tribo Sateré Mawé. Assim como, avaliar o perfil dos componentes químicos dos óleos essenciais analisados de diferentes origens geográficas, idades, partes da planta e influência da insolação. Conclusões essas que estão auxiliando a aprovação do Primeiro Plano de Manejo de Pau-rosa (*Aniba roseadora* Ducke), na terra indígena Sateré Mawé, que no presente momento já recebeu parecer positivo do IBAMA (ANÁLISE Nº 8/2021/NUBIO-AM/DITEC-AM/SUPES-AM, PROCESSO Nº 02005.001515/2020-64), faltando o parecer da FUNAI, para que seja aprovado o plano de manejo e os índios possam realizar o manejo dos seus plantios, que vão ser de grande valia para compor a renda das famílias indígenas Sateré Mawé. Famílias essas que possuem experiência em trabalhar com o Guaraná (*Paullinia cupana* H.B.K var. *sorbilis* (Mart.) Ducke), exportando seus produtos para Europa e que vislumbram realizar o mesmo com o óleo essencial de pau-rosa.

Estes resultados são de grande valia, visto que através desse estudo, foi possível associar o povo indígena Sateré Mawé com uma espécie florestal

ameaçada de extinção, unindo dois fatores importantíssimos: comunidades tradicionais e avanço dos conhecimentos científicos sobre a espécie, através da conservação e manejo florestal de uma espécie Amazônica, que poderão subsidiar as tomadas de decisões e contribuir desta maneira para a elaboração de políticas públicas e para o uso sustentável da espécie, fortalecendo cada vez mais a Bioeconomia da Amazônia.

Para contribuir com o manejo sustentável da espécie na área indígena Sataré-Mawé, algumas lacunas para que ocorra o melhor desenvolvimento da espécie devem ser superadas. Portanto, sugerimos que:

- Seja realizado um acompanhamento de perto de um Engenheiro Florestal para realizar o manejo e ensinar os índios Sateré Mawé a manejar a espécie da forma correta para que eles consigam obter melhor rendimento dos seus plantios.

- Estudo detalhado de viabilidade econômica na produção de óleo essencial de pau-rosa através do manejo da copa e dos indivíduos nos plantios indígenas, considerando todos os diferentes custos da extração e valor do produto final;

- Implementação de uma área de coleta de sementes da espécie na área indígena, assim como a criação de um viveiro para que eles possam manter esse material genético vivo, visando à manutenção da diversidade genética da população existentes nas terras indígenas;

- Escolha de árvores matrizes com características mais interessantes para a indústria de perfumaria através de análises químicas e sensoriais, para formação de bancos de germoplasma e propagação da espécie, possibilitando a formação de plantios de alta qualidade.

- Análise genética dos plantios de pau-rosa Sateré Mawé para avaliar o grau de variabilidade genética dos mesmos.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALCÂNTARA, J.M. et al. Composição química de óleos essenciais de espécies de Aniba e Licaria e suas atividades antioxidante e antiagregante plaquetária. **Química Nova**, v. 33, n.1, p. 141-145, 2010.

ALENCAR, J.C.; FERNANDES, N.P. Desenvolvimento de árvores nativas em ensaios de espécies. I. Pau-rosa (*Aniba duckei* kostermans). **Acta Amazônica**, v. 8, n. 4, p. 523-541, 1978.

ALMEIDA, A.W.B. A reconfiguração das agro estratégias: novo capítulo da guerra ecológica. Terras e Territórios na Amazônia. Brasília: **UNB/Abaré**, p. 40, 2011.

ALVIANO, W.S. et al. Antimicrobial activity of *Croton cajucara* Benth Linalol-rich essential oil on artificial biofilms and planktonic microorganisms. **Oral Microbiol. Immunol.**, v. 20, n. 2, p.101-105, 2005.

ALVINO, O.F.; RAYOL, B.P.; DA SILVA, M.F.F. Avaliação de tratamentos silviculturais aplicados a espécies competidoras de *Platonia insignis* Mart. (Clusiaceae), em florestas secundárias na zona bragantina, Pará, Brasil. **Revista de Ciências Agrárias**, n. 45, p. 45-57, 2006.

AMARAL, I.L.; MATOS, F.D.; LIMA, J. Composição florística e parâmetros estruturais de um hectare de floresta densa de terra firme no Rio Uatumã, Amazônia, Brasil. **Acta Amazônica**, v. 30, n. 3, p. 377-392, 2000.

AMARAL, J.G. Estudos das variações sazonais e intrapopulacional dos metabólitos secundários majoritários das folhas de *Eremanthus glomerulatus* Less (Asteraceae). Tese de Doutorado. **Universidade de São Paulo**. 2008.

ANGRIZANI, R.C.; CONTIM, L.A.S.; LEMES, M.R. Development and Characterization of Microsatellite Markers for the Endangered Amazonian Tree *Aniba rosaeodora* (Lauraceae). **Applications in Plant Sciences**, v. 1, n. 9, p. 01-03, 2013.

ANJOS, P.J.C. et al. Cardiovascular effects induced by Linalol in normotensive and hypertensive rats. **Z. Naturforsch. C. Tubingen**, v. 68, n. 56, p. 181-190, 2013.

- ARAÚJO, V.C. Fenologia de essências florestais amazônicas. Bol. Pesq. Florestais 4, **Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA**, Manaus. 1970.
- BARBOSA, A.P. Comunicação Pessoal. Workshop sobre o pau-rosa, realizado nos dias 24 e 25 de novembro de 2008, na sede do **IBAMA**.
- BARBOSA, A.S.M. et al. Testando delimitação de espécies em monografias – um estudo de caso em Aniba Aubl. (Lauraceae). **Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA**. Manaus. 2016.
- BASTOS, A.M. O pau-rosa da industria da essência. **Rodriguésia**, v. 7, n. 16, p.45-54, 1943.
- BATISTA, P.A. et al. Evidence for the involvement of ionotropic glutamatergic receptors on the antinociceptive effect of (-) -Linalol in mice. **Neurosci. Lett.**, v. 440, n. 3, p. 299-303, 2008.
- BATISTA, P.A. Participação dos receptores glutamatérgicos e dos receptores de potencial transitório na ação antinociceptiva do (-) Linalol. 2010. 100f. Tese (Doutorado em Farmacologia) – **Universidade Federal de Santa Catarina**, Florianópolis, 2010.
- BENCHIMOL, S. Amazônia: um pouco – antes e além – depois. Manaus: Ed. Umberto Calderaro, 841 p. (**Amazoniana**, 1). 1977.
- BENZAQUEM, D.C. Estudo do polimorfismo genético de espécies do gênero Aniba (Lauraceae) utilizando marcadores ISSRs. **Dissertação apresentada a Universidade do Estado do Amazonas como parte da exigência do Programa de Pós-graduação em Biotecnologia e Recursos Naturais**. Manaus. 2009.
- BRAGA, P.I.S. Subdivisão fitogeográfica, tipos de vegetação, conservação e inventário florístico da floresta amazônica. **Acta amazônica**, v. 9, n. 4, p. 53-80, 1979.
- BRASIL**. Decreto nº 93.069, de 06 de agosto de 1986. Homologa a demarcação administrativa da Terra Indígena Andirá Maráú. Publicado no Diário Oficial da União de 07 de agosto de 1986.

BRASIL. Decreto nº 6.040, de 7 de fevereiro de 2007. Institui a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável dos Povos e Comunidades Tradicionais. Brasília. 2007.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Bioeconomia da floresta: a conjuntura da produção florestal não madeireira no Brasil / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Serviço Florestal Brasileiro. – Brasília: MAPA/SFB, 84 p. 2019.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). Plano de ação para a prevenção e controle do desmatamento na Amazônia legal, Brasília. 2004.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Produtos Madeireiros e Não Madeireiros. Disponível em: <<https://www.mma.gov.br/florestas/manejo-florestal-sustentavel/produtos-madeireiros-e-nao-madeireiros>>. Acesso em 05/05/2020.

BRASIL. Portaria Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, Nº 06-N de 15 de janeiro de 1992. Reconhece como Lista Oficial de Espécies da Flora Brasileira Ameaçada de Extinção.

BRASIL. Portaria Ministério do Meio Ambiente nº 443, de 17 de dezembro de 2014. Reconhece como espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção aquelas constantes da "Lista Nacional Oficial de Espécies da Flora Ameaçadas de Extinção".

BRASIL. Serviço Florestal Brasileiro. Florestas Comunitárias. 2016. Disponível em: <<http://www.florestal.gov.br/florestas-comunitarias>>. Acesso em: 08/05/2020.

BRASIL. Subchefia de Assuntos Jurídicos. Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação e dá outras providências.

BRULEAUX, A.M. Deux productions passées de la forêt guyanaise: l' essence de bois de rose et la gomme de balata. **Bois et Forêts des Tropiques**, v. 219, n.1, p. 99-113, 1990.

BURGOS, L. Avaliação das propriedades antinociceptivas e anti-inflamatórias do (-) -Linalol. 2009. 49f. Dissertação (Mestrado e Genética e Toxicologia) – **Universidade Luterana do Brasil**, Canoas, 2009.

CAMARGO, J.L.C. et al. Guia de Propágulos e Plântulas da Amazônia. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. Vol 1. Manaus: **Editora INPA**, p.82. 2008.

CAMARGO, J.L.C.; FERRAZ, I.D.K. Notas taxonômicas e morfológicas de *Aniba rosaeodora* Ducke. In SAMPAIO, P.T.B. et al. Uso e Conservação do Pau-rosa. 1°. Ed. Manaus: **EDUA**, cap. 1, p.9. 2016.

CANALEZ, G.G. et al. Cartilha: Pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke) – Ecologia, Usos e Saberes. **Universidade Federal do Amazonas**; Projeto Pau-rosa –PNGATI / Consórcio dos Produtos Sateré Mawé – CPSM. Manaus, 2017.

CÁNEPA, A.L. et al. H₂O₂ based α -pinene oxidation over Ti-MCM-41. A kinetic study. **Journal of Molecular Catalysis A: Chemical**, v. 347, n.1, p. 1-7, 2011.

CGEE - Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. Um projeto para a Amazônia no século 21: desafios e contribuições. Brasília: **Centro de Gestão e Estudos Estratégicos**, 2009. 426 p.

CHAAR, J.S. Estudos analíticos e modificação química por acetilação do linalol contido no óleo essencial da espécie *Aniba Duckei* Kostermans. Tese de Doutorado. **Universidade de São Paulo**. 2000.

CHANTRAINE, J.M.; DHÉNIN, J.M.; MORETTI, C. Chemical variability of rosewood (*Aniba rosaeodora* Ducke) essential oil in french guiana. **Journal of Essential Oil Research**, v. 21, n. 6, p. 486-495, 2009.

CHEN, W.; VILJOEN, A. M. Geraniol — uma revisão de um material de fragrância comercialmente importante. **South African Journal of Botany**, v. 76, n. 4, p. 643-651, 2010.

CHINO, I.B. et al. Estudos químicos e biológicos em duas espécies de *Helichrysum* de origem grega. **Planta medica**, v. 62, n. 04, p. 377-379, 1996.

CHINO, I.B.; ROUSSIS, V.; PERDETZOGLOU, D.; Loukis, A.; **Planta Med.** 62, 377. 1996.

CITES, E.C.O.S.O. Convention on International trade in endangered species of wild fauna and flora, 2010. Disponível em: <http://http://www.cites.org/esp/app/appendices.shtml>. 5. Acesso em: 03/05/2020.

CONTE, R.; REIS, M.S.; MANTOVANI, A.; VENCOVSKY, R. Genetic Structure and Mating System of *Euterpe edulis* Mart. Populations: A Comparative Analysis Using Microsatellite and Allozyme Markers. **Journal of Heredity**, v. 99, n.5, p.1-7, 2008.

CONTIM, L.A.S. et al. Nuclear DNA content and karyotype of Rosewood (*Aniba rosaeodora* Ducke). **Genetics Molecular Biology**, v.28, n. 4, p. 754-757, 2005.

COUTO, R. Plano Municipal de Desenvolvimento Rural Sustentável: Parintins–AM, 2005-2012/Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar. Projeto de Apoio aos Pequenos Produtores Rurais do Estado do Amazonas–Manaus: **Ibama, ProVárzea**, 2005.

CRESTE, S.; TULMANN NETO, A.; FIGUEIRA, A. Detection of single sequence repeat polymorphisms in denaturing polyacrylamide sequencing gels by silver staining. **Plant Molecular Biology Reporter**, v. 19, n.1, p. 299-306, 2001.

DE CASTRO, A.W.V.; DE FARIAS, J.T.; CAVALCANTE, E.S. Efeito do espaçamento na produtividade de biomassa de taxi-branco (*Sclerolobium paniculatum* Vogel). **Acta Amazônica**, v. 28, n. 2, p. 141-141, 1998.

DE CASTRO, C.C. et al. Caracterização química do óleo essencial das folhas, galhos e frutos de *Cinnamomum verum* J. Presl (Lauraceae). **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 6, p. 41320-41333, 2020.

DESCOLA, P. “Limites ecológicos e sociais do desenvolvimento da Amazônia”. In: BOLOGNA, G. (org.) Amazônia Adeus. Rio de Janeiro. Ed. **Nova Fronteira**, deus 1990.

DESCONCI, D. et al. Biomassa e alocação de nutrientes em plantios comerciais de Pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke), em duas regiões da Amazônia central. 2016.

DEZORDI, C.; TEIXEIRA, W.G. EMBRAPA, SEMINÁRIO DE PÓS-GRADUAÇÃO NA et al. Integrando esforços para o desenvolvimento da

Amazônia. Embrapa Amazônia Ocidental 2009. Disponível em: <<https://www.mma.gov.br/informma/item/616-preven%C3%A7%C3%A3o-e-controle-do-desmatamento-na-amaz%C3%B4nia.html>>. Acesso em: 03/05/2020.

DIEGUES, A.C.; ARRUDA, R.S.V.(Org). Saberes tradicionais e biodiversidade no Brasil. Brasília: **Ministérios do Meio Ambiente**. 2001.

DOS SANTOS, M.G.S. et al. Análise da prospecção fitoquímica da espécie *Ziziphus cotinifolia* Reissek. **Diversitas Journal**, v. 6, n. 2, p. 2839-2858, 2021.

DOYLE, J.J; Doyle, J.L. 1990. Isolamento do DNA da planta do tecido fresco. **Foco 12: 13–15**.

DUCKE, A. Lauráceas aromáticas do Amazonas. **Reunião Sul Americana de Botânica**, v. 3, n..1, p. 55-74, 1938.

DURLO, M.A.; SUTILI, F.J.; DENARDI, L. Modelagem da copa de *Cedrela fissilis* Vellozo. **Ciência florestal**, v. 14, n. 2, p. 79-89, 2004. EXCOFFIER, L.; SMOUSE, P.E.; QUATTRO, J.M. Analysis of molecular variance inferred from metric distances among DNA haplotypes: application to human mitochondrial DNA restriction data. **Genetics**, v. 131, n. 2, p. 479-491, 1992.

FAO. Bancos de dados estatísticos da FAO FAOSTAT. 2014. Disponível em: <http://faostat3.fao.org/>. Acessado em 05/05/2020.

FEARNSIDE, P. M. Deforestation in Brazilian Amazonia: history, rates, and consequences. **Conservation biology**, v. 19, n. 3, p. 680-688, 2005.

FEARNSIDE, P.M. A Floresta Amazônica nas Mudanças Globais. Manaus, AM: **Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA)**, 134p, 2003a.

FEARNSIDE, P.M. Spatial concentration of deforestation in the Brazilian Amazon. **Ambio**, v.15, n.2, p. 74-81, 1986.

FIDELIS, C.H. et al. Chemical characterization of rosewood (*Aniba rosaeodora* Ducke) leaf essential oil by comprehensive two-dimensional gas chromatography coupled with quadrupole mass spectrometry. **Journal of Essential Oil Research**, v. 24, n.3, p. 245-251, 2012.

- FIDELIS, C.H. et al. Correlation between maturity of tree and gcx gc-qms chemical profiles of essential oil from leaves of *Aniba rosaeodora* Ducke. **Microchemical Journal**, v. 109, n.1, p. 73-77, 2013.
- FIEDLER, N.C.; SOARES, T.S.; DA SILVA, G.F. Produtos florestais não madeireiros: importância e manejo sustentável da floresta. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, v. 10, n. 2, p. 263-278, 2008.
- FITTKAU, E.J. et al. Productivity, Biomass, and Population Dynamics in Amazonian Water Bodies. **Tropical Ecological Systems**, v.11, n. 1, p. 289-311, 1975.
- GIBAS, C.; JAMBECK, P. Desenvolvendo Bioinformática: ferramentas de software para aplicações em biologia. Tradução: Cristina de Amorim Machado. Campus, **Rio de Janeiro**, 440p. 2001.
- GOBBO-NETO, L.; LOPES, N.P. Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. **Química Nova**, v. 30, n. 2, p. 374-381, 2007.
- GONÇALVES, J.F.C. et al. Growth, photosyntheses and stress indicators in Young rosewood plants (*Aniba rosaeodora* Ducke) under different light intensities. **Brasilian journal Plant Physiology**, v.17, n. 3, p. 325-334, 2005.
- GOTTLIEB, O.R. Pau-rosa, potencial de riqueza. **Revista de Química Industrial**, v. 26, n. 307, p. 15-18, 1957.
- GRANT, V. The Origin of adaptations. New York: **Columbia University Press**, 606p. 1963.
- GUERRA, F.G.P. de Q. Contribuição dos Produtos Florestais Não Madeireiros na geração de renda na Floresta nacional do Tapajós-Pará. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado). **Universidade Federal do Paraná, Curitiba**. 2008.
- HARREWIJN, P.; VAN OOSTEN, A. M.; PIRON, P.G.M. Produção de terpenos e terpenóides. In: Terpenóides naturais como mensageiros. Springer, **Dordrecht**, 2000. p. 11-57.

HAVES, T.P. et al. Variação sazonal na produção de metabólitos secundários e na atividade antimicrobiana de espécies vegetais do semiárido brasileiro. 2012.

HIGUCHI, N. O desmatamento insustentável na Amazônia. **Ciência Hoje**, v. 9, p. 67-71, 2006.

HOFERL, M. Chirality influences the effects of Linalol on phy-siological parameters of stress. **Planta Medica**, v. 72, n. 13, p.1188-1192, 2006.

HOMMA, A.K.O. Extrativismo do óleo essencial de pau-rosa na Amazônia. Extrativismo Vegetal na Amazônia: histórico, ecologia, economia e domesticação. 1°. Ed. Brasília: **EMBRAPA**. Cap. 3, p.75-94. 2014.

HOMMA, A.K.O. O extrativismo do óleo essencial de pau-rosa na Amazônia. **Embrapa Amazônia Oriental**-Documentos (INFOTECA-E). 2003.

HOMMA, A.K.O. Políticas para expansão do plantio de pau-rosa na Amazônia. In: SAMPAIO, P.T.B. et al. Uso e Conservação do Pau-rosa. 1°. Ed. Manaus: **EDUA**. Cap. 11, p.151-152. 2016.

IUCN, The IUCN Red List of Threatened Species, Version 2014.3 (IUCN, 2014); Disponível em: <http://www.iucnredlist.org>. Acesso em 03/05/2020.

JAQUETTI, R.K. et al. Crescimento inicial e respostas fotossintéticas de três espécies leguminosas arbóreas submetidas à adubação verde e química em um plantio florestal na Amazônia. 2012.

KITAMURA, P.C. Biodiversidade na Amazônia: por uma abordagem regional das unidades de conservação. **Embrapa Meio Ambiente-Capítulo em livro científico (ALICE)**, 2001.

KRAINOVIC, P.M. Plantios de Rosewood (*Aniba rosaeodora* Ducke) em áreas com histórico de degradação por atividades agrícolas e pecuárias. Master dissertation. (in Portuguese) **Instituto Nacional de pesquisas da Amazônia. Manaus**, Brasil. 2011.

KRAINOVIC, P.M.; ALMEIDA, D.; SAMPAIO, P. New allometric equations to support sustainable plantation management of rosewood (*Aniba rosaeodora* Ducke) in the Central Amazon. **Forests**, v. 8, n.9, p. 02-28. 2017.

- KRAINOVIC, P.M. et al. Changes in rosewood (*Aniba rosaeodora* Ducke) essential oil in response to management of commercial plantations in Central Amazonia. **Forest Ecology and Management**, v. 429, n. 1, p.143-157. 2018.
- KUBITZKI, K.; KURZ, H. Synchronized diachogamy and dioecy in neotropical Lauraceae. **Plant Systematics and Evolution**, v.147, n.1, p. 253-266. 1984.
- KUBITZKI, K.; RENNER, S. Lauraceae (Aniba and Aiouea). Flora Neotropica. Monograph 31. **Botanical Garden**. New York, US. 125p. 1982.
- LARA, C.S. Produção e variabilidade química do óleo essencial de folhas e galhos finos de pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke), em duas populações naturais localizadas na Amazônia Central. **Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA**. Manaus. 2012.
- LEITE, A.M.C. et al. Diretrizes para o resgate e conservação da variabilidade genética de espécies amazônicas I Pau-rosa. **EMBRAPA**, ISSN 1517-3135, 30p. 1999.
- LEITE, A.M.C.; QUISEN, R.C.; SAMPAIO, P.T.B. Pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke, Lauraceae): informações sobre o sistema de plantio e o manejo sustentável da espécie. **Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental**, 2001.
- LORENZI, H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: **Plantarum**, v.2. 1998.
- LORENZI, H.; MATOS, F.J.A. Plantas Medicinais no Brasil: nativas e exóticas. 2ª ed. Nova Odessa, **Instituto Plantarum**. 2008.
- LOUREIRO, A.A. Considerações sobre problemas florestais da Amazônia Brasileira. **Acta Amazônica**, v.9, n. 4, p. 147-153, 1979.
- LUPE, F.A. Estudo da composição química de óleos essenciais de plantas aromáticas da Amazônia. 126p. Dissertação (mestrado) - **Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Química, Campinas, SP**. 2007.
- MAFFEO, A. J. La Guerra de Yom Kippur y la crisis del petróleo de 1973. **Revista Relaciones Internacionales**, v. 25, n.1, p. 2-6, 2003.

MAGALHÃES, L.M.S.; ALENCAR, J.C. Fenologia do pau-rosa (*Aniba duckei* Kostermans), Lauraceae, em floresta primária na Amazônia Central. **Acta Amazônica**, v.9, n.2, p. 227-232, 1979.

MAIA, J.G.S. et al. Plant sources of Amazon rosewood oil. **Química Nova**, v.30, n.8, p.1906-1910, 2007.

MANI, B.K. et al. Analysis of constituents in different Fractions collected during distillation of Cardamom oil for flavour and fragrance applications. **Journal of Applied Pharmaceutical Science**, v. 7, n. 01, p. 177-183, 2017.

MANTEL, N. The detection of disease clustering and a generalized regression approach. **Cancer Research**, v. 27, n. 1, p. 209-220, 1967.

MARIOT, M.P.; BARBIERI, R.L. Metabólitos secundários e propriedades medicinais da espinheira-santa (*Maytenus ilicifolia* Mart. ex Reiss. e *M. aquifolium* Mart.). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 9, n. 3, p. 89-99, 2007.

MAY, P.H.; BARATA, L.E.S. Rosewood exploitation in the Brazilian Amazon: options for sustainable production. **Economic Botany**, v. 58, n. 2, p. 257-265, 2004.

MIRANDA, C.A.S.F. et al. Óleos essenciais de folhas de diversas espécies: propriedades antioxidantes e antibacterianas no crescimento de espécies patogênicas. **Revista Ciência Agronômica**, v. 47, n. 1, p. 213-220, 2016.

MITJA, D.; LESCURE, J.P. Du bois pour da parfum: le bois de rose doit-il disparaître. Le forêt en jeu l'extrativisme en Amazonie Centrale. **UNESCOORSTOM**, Paris, 93-102. 1996.

MONTEIRO, M.H.D.A. et al. Óleos essenciais terapêuticos obtidos de espécies de Melaleuca L. (Myrtaceae Juss.). Fiocruz. 2014.

MORAIS, L.A.S. Influência dos fatores abióticos na composição química dos óleos essenciais. **Horticultura Brasileira**, v. 27, n. 2, p. 4050-4063, 2009.

OHASHI, S.T.; ROSA, L.S.; MEKDECE, F.S. Influência do diâmetro e da altura de corte das cepas na brotação de pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke). **Ciências Agrárias**, v. 41, n. 1, p. 137-144, 2004.

OHASHI, S.T.; ROSA, L.S.; SANTANA, J.A. Brazilian pau-rosa oil: sustainable production and oil quality management. **Perfume & Flavorist**, v. 22, n. 1, p. 1-5, 1997.

OLIVEIRA, A.A. Inventários quantitativos de árvores em florestas de terra firme: revisão com enfoque na Amazônia Brasileira. **Acta Amazônica**, v. 30, n. 4, p. 543-567, 2000.

Organización del Tratado de Cooperación Amazónica (OTCA). Nuestra Amazonia. 1998. Disponível em: http://www.otca-oficial.info/amazon/our_amazon. Acesso em: 02/05/2020.

PACCIARONI, A. D. V. et al.. **Planta Med.** 66, 720. 2000.

PARCEIROS PELA AMAZÔNIA (PPA). BIOECONOMIA: UMA CHAVE DE DESENVOLVIMENTO POTENTE E SUSTENTÁVEL PARA A AMAZÔNIA. 2019. Disponível em: <<https://ppa.org.br/2019/11/29/bioeconomia-uma-chave-de-desenvolvimento-potente-e-sustentavel-para-a-amazonia/>>. Acesso em:12/05/2020.

PEANA, A.T. et al. (-) -Linalol produces antinociception in two experimental models of pain. **Eur. J. Pharm**, v. 460, n. 1, p. 37-41, 2003.

PEANA, A.T. et al. (-) -Linalol inhibits in vitro NO formation: Probable involvement in the antinociceptive activity of this monoterpene compound. **Life Sci.**, v. 78, n. 7, p. 719-723, 2006.

PEANA, A.T. et al. Effects of (-) -Linalol in the acute hyperalgesia induced by carrageen an, L-glutamate and prostaglandin E2. **Eur. J. Pharmacol**, v. 485, n. 1-3, p. 165-174, 2004.

PEDROSO, L.M.A. Silvicultura do pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke). In: Simpósio do Trópico Úmido, 1., 1984, Belém, PA. Flora e flores. **EMBRAPACPATU**, p. 313-328. 1986.

PFENNINGER, M.; POSADA, D. Phylogeographic history of the land snail *Candidula unifasciata* (*Helicellianae, stylommatophora*): fragmentation, corridor migration, and secondary contact. **Evolution**, v. 56, n.9, p. 1776 – 1788, 2002.

PINTO, A.C.M. Dinâmica de uma floresta de terra firme manejada experimentalmente na região de Manaus (AM). **Programa Integrado de Pós-Graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais do convênio INPA/UFAM**. 2008.

QUINTANS JUNIOR, L.J. et al. B-Cyclodextrin-complexed (-) -Linalol produces antinociceptive effect superior to that of (-) -Linalol in experimental pain protocols. *Basic Clin. Pharmacol. Toxicol.*, v. 113, n. 3, p. 167-172, 2013.

RASTOGI, S.C.; HEYDORN, S.; JOHANSEN, J.D.; BASKETTER, D.A. Fragrance chemicals in domestic and occupational products. **Contact Dermatitis**, v. 45, n. 4, p. 221-225, 2001.

Relatório Final PROJETO PGATI-FUNAI, em prelo. Projeto de Pau-rosa Conservação genética e produção de linalol de cultivado em agroflorestas dos povos Sateré Mawé, Calha Marau-Andirá-Uicurapá. 02 a 07 de maio de 2016.

RIBEIRO, J.E.L.S. et al. Flora da Reserva Florestal Ducke: guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra-firme na Amazônia Central. Manaus: **INPA**. 816p. 1999.

RIBEIRO, M.D.S.B. et al. Avaliação da produção de biomassa do fuste de um clone híbrido de eucalipto sob diferentes espaçamentos. **Ciência florestal**, v. 27, n. 1, p. 31-45, 2017.

ROCHA, D.S. Ação antiespasmódica do Linalol sobre músculo liso de traqueia isolada de ratos. 2011. 69f. Dissertação (Mestrado em Ciências Fisiológicas) – **Universidade Estadual do Ceará**, Fortaleza, 2011.

RODRIGUES, K.M.S. Ação do Linalol sobre o sistema cardiovascular de ratos normotensos. 2010. 146f. Dissertação (Mestrado em Ciências Fisiológicas) – **Universidade Estadual do Ceará**, Brasil, Fortaleza, 2010.

ROHLF, F.J. NTSYS – PC Numerical taxonomy and multivariate analysis system. Applied Biostatistics, Inc. **Exerter Publishing**, New York, 218p. 1998.

- RONDON, E.V. Estudo de biomassa de *Tectona grandis* L.f. sob diferentes espaçamentos no Estado de Mato Grosso. **R. Árvore**, v. 30, n. 3, p. 337-341, 2006.
- RONDON, E.V. Produção de biomassa e crescimento de árvores de *Schizolobium amazonicum* (Huber) Ducke sob diferentes espaçamentos na região de mata. **R. Árvore**, v. 26, n. 5, p. 573-576, 2002.
- ROSA, M.S.S. et al. Antileishmanial Activity of a Linalol-Rich Essential Oil from Croton cajucara. Antimicrob. **Agents Chemother.**, v. 47, n. 6, p. 1895-1901, 2003.
- ROSSATTO, D.R. et al. Características funcionais de folhas de sol e sombra de espécies arbóreas em uma mata de galeria no Distrito Federal, Brasil. **Acta Botânica Brasílica**, v. 24, n. 3, p. 640-647, 2010.
- RUSSO, C.A.M.; MIYAKI, C.Y.; PEREIRA, S.L. Reconstrução filogenética: métodos geométricos. In: **Biologia Molecular e Evolução**. MATIOLI, S.R. (ed.). Ribeirão Preto, São Paulo, p.108-16. 2001.
- SALISBURY, D.; SCHMINK, M. Cows versus rubber: Changing livelihoods among Amazonian extractivists. **Geoforum**, v. 38, n. 6, p. 1233 – 1249, 2007.
- SAMPAIO, P.T.B. et al. Avaliação da rebrota da copa das árvores de Pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke) em sistema de podas sucessivas. **Acta Amazônica**, v. 37, n. 1, p. 55-60, 2007.
- SAMPAIO, P.T.B. et al. Biomassa da rebrota de copas de pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke) em plantios sob sombra parcial em floresta primária. **Acta Amazônica**, v. 35, n.4, p. 491-494, 2005.
- SAMPAIO, P.T.B. et al. Regeneração natural como propágulos para produção de mudas de pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke) em viveiro. In: **Embrapa Amazônia Ocidental-Resumo em anais de congresso** (ALICE). In: WORKSHOP INTERMEDIÁRIO DO PROJETO JACARANDA-FASE II, 2000, Manaus, AM.
- SAMPAIO, P.T.B. et al. Rosewood - *Aniba rosaeodora* D.ucke – Lauraceae. Manual de sementes da Amazônia (3). 7 pp. **INPA**. 2003.

SANTOS, E.R.Q. et al. Óleos essenciais ricos em linalol (*Aniba Rosaeodora*, *A. Parviflora* e *Aeollanthus suaveolens*) na Amazônia e seus efeitos neurocomportamentais em roedores. Dissertação apresentada ao Programa de **Pós-Graduação em Ciências Farmacêuticas, Instituto de Ciências da Saúde, da Universidade Federal do Pará**. 2017.

SANTOS, R.P. et al. Geographic pattern of genetic diversity in natural populations of Rosewood (*Aniba rosaeodora*), in the Central Amazonia. **Acta Amazônica**, v. 38, n. 3, p.459-466, 2008.

SCHNEIDER, S.; EXCOFFIER, L.; LAVAL, G. Arlequin Version 3.1: An integrated software package for population genetics data analysis. Computational and Molecular Population Genetics Lab (CMPG), **Institute of Zoology, University of Berne**. Adquirido de: <http://cmpg.unibe.ch/software/arlequin3>. 2006.

SEOL, G.H. et al. Antioxidant activity of linalol in patients with carpal tunnel syndrome. **BMC Neurol**, v.16, n. 17, p. 01 – 06, 2016.

SILVA, A.C.R. et al. Atividades biológicas dos enantiômeros α -pineno e β -pineno. **Molecules**, v. 17, n. 6, p. 6305-6316, 2012.

SILVA, A.T.R. Áreas protegidas, populações tradicionais da Amazônia e novos arranjos conservacionistas. **Revista Brasileira de Ciências Sociais**, v. 34, n. 99, p. 01-22, 2019.

SILVA, M. A. P. et al. Plano Territorial de Desenvolvimento Rural Sustentável do Baixo Amazonas. **Cáritas Arquidiocesana de Manaus**. Estudo Técnico – Manaus. 138. 2010.

SILVA, R.PG. et al. Estudo morfossintático da língua Sateré Mawé. 2010. Tese apresentada ao Instituto de Estudos da Linguagem da **Universidade Estadual de Campinas**. Disponível em: http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/270868/1/Silva_RayniceGeraldinePereirada_D.pdf> Acesso em: 05/05/2020.

SIQUEIRA, R.J. et al. Linalol-rich Rosewood Oil Induces Vago-vagal Bradycardic and Depressor Reflex in Rats. **Phytother. Res.**, v. 28, n. 1, p. 42-48, 2014.

SKOLE, D.; TUCKER, C. Tropical deforestation and habitat fragmentation in the Amazon. Satellite data from 1978 to 1988. **Forest Science**, v. 260, n.1, p. 1905-1910, 1993.

SNEATH, P.H.A.; SOKAL, R.R. Numerical taxonomic. **San Francisco: W.R. Freeman**, 573p. 1973.

SOUZA, K.S. et al. Atividade biológica de extratos, hidrolatos e óleos voláteis de pau-rosa (*Aniba duckei* Kostermans) e quantificação do linalol no hidrolato de folhas. **Rev. Bras. Pl. Med**, v. 9, n. 2, p. 1-7, 2007.

SPIRONELLO et al. Ecologia reprodutiva do pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke, Lauraceae) em uma mata de terra-firme na Amazônia Central. In: HIGUCHI, N et al. (Eds). Projeto Jacaranda: Fase II. Manaus: **CPST/INPA**, 252p. 2003.

SPIRONELLO, et al. Ecologia reprodutiva, manejo e conservação do pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke). In: **Anais do V Congresso de Ecologia do Brasil**. Porto Alegre, RS. p. 289. 2001.

STURION, J. A.; PEREIRA, J. C. D.; CHEMIN, M. Qualidade da madeira de *Eucalyptus viminalis* para fins energéticos em função do espaçamento e idade de corte. **Embrapa Florestas-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 1988.

SURBURG, H.; PANTEN, J. Common fragrance and flavor materials: preparation, properties and uses. **John Wiley & Sons, New Jersey, USA**. 325 p. 2008.

TAKEDA, P.S. Avaliação de biomassa e óleo de rebrotas de galhos e folhas de Pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke) em plantios comerciais submetidos à poda e adubação. **Masters Theses, National Institute of Amazonian Research (INPA)**, Manaus, 73 p. 2008.

TELES, A.M. et al. Óleo essencial de *Aniba rosaeodora* (Var. Amazônica Ducke): Composição química, atividade antibacteriana, antioxidante e antitripanossômica. **Antibióticos**, v. 10, n. 1, p. 24, 2021.

TER STEEGE, H. et al. Hyperdominance in the Amazonian tree flora. **Science**, v. 342, n. 6156, 2013.

TER STEEGE, H. et al. Rumo a uma lista dinâmica de espécies de árvores da Amazônia. **Sci Rep** **9**, 3501. 2019.

TROPICOS. Missouri Botanical Garden. Disponível em: <<http://legacy.tropicos.org/name/100448901>> Acesso em: 05/05/2020.

UNHA, P.S. Efeito vasorrelaxante dos isômeros (+) e (-) – Linalol em artéria mesentérica de rato. 2013. 70f. Dissertação (Mestrado em Ciências Fisiológicas) – **Universidade Federal de Sergipe**, Aracaju, 2013.

VOS, P. et al. AFLP: a new technique for DNA fingerprinting. **Nucleic Acids Research**, v. 23, n. 21, p. 4407-4414, 1995.

WRIGHT, S. Evolution and the genetics of populations. **The University of Chicago Press**, London. 1978.

XU, J. et al. Converting S-limonene synthase to pinene or phellandrene synthases reveals the plasticity of the active site. **Phytochemistry**, v. 137, n. 1, p. 34-41, 2017.

YANG, T.S. et al. Antimicrobial activity of the essential oil of *Glossogyne tenuifolia* against selected pathogens. **J. Sci. Food Agric.**, v. 94, n. 14, p. 2965-71, 2014.

YOUNG, A.; BOYLE, T.; BROWN, T. The population genetics consequences of habitat fragmentation for plants. **Tree**, v. 11, n. 10, p. 413-418, 1996.

10. ANEXOS

Tabela 13: Diferentes compostos entre folhas e galhos.

Parte da Planta	N.picos	N.S.E	Diferentes substâncias entre folha e galho
Folha	100	30	<p>[1] "Ethyl 2-(5-methyl-5-vinyltetrahydrofuran-2-yl)propan-2-yl carbonate"</p> <p>[2] "α-Guaiene"</p> <p>[3] "Humulene"</p> <p>[4] "Naphthalene, 1,2,3,5,6,7,8,8a-octahydro-1,8a-dimethyl-7-(1-methylethenyl)-, [1S-(1α,7α,8α)]-"</p> <p>[5] "(Naphthalene, decahydro-4a-methyl-1-methylene-7-(1-methylethenyl)-, [4aR-(4αα,7α,8αβ)]-)*2"</p> <p>[6] "(Naphthalene, decahydro-4a-methyl-1-methylene-7-(1-methylethenyl)-, [4aR-(4αα,7α,8αβ)]-)*3"</p> <p>[7] "(Naphthalene, 1,2,3,4,4a,5,6,8a-octahydro-4a,8-dimethyl-2-(1-methylethenyl)-, [2R-(2α,4α,8αβ)]-)*2"</p> <p>[8] "(Isoaromadendrene epoxide)*4"</p> <p>[9] "(Isoaromadendrene epoxide)*5"</p> <p>[10] "(Neointermedeol)*1"</p> <p>[11] "(1H-Cycloprop[e]azulen-7-ol, decahydro-1,1,7-trimethyl-4-methylene-, [1aR-(1αα,4αα,7β,7aβ,7ba)]-)*2"</p> <p>[12] "Calarene epoxide"</p> <p>[13] "1,4-Methanoazulen-9-one, decahydro-1,5,5,8a-tetra methyl-, [1R-(1α,3αβ,4α,8αβ)]"</p> <p>[14] "(3E,7E)-4,8,12-Trimethyltrideca-1,3,7,11-tetraene"</p> <p>[15] "(Aromadendrene)*1"</p> <p>[16] "(Aromadendrene)*2"</p> <p>[17] "2-Naphthalenemethanol, decahydro-α,α,4a-trimethyl-8-methylene-, [2R-(2α,4α,8αβ)]-"</p> <p>[18] "2-(4a,8-Dimethyl-1,2,3,4,4a,5,6,7-octahydro-naphthalen-2-yl)-prop-2-en-1-ol"</p> <p>[19] "5-Hepten-2-one, 6-methyl-"</p> <p>[20] "Longipinocarveol, trans-"</p> <p>[21] "Ledene oxide(II)"</p> <p>[22] "L-α-Terpineol"</p> <p>[23] "α-Maaliene"</p> <p>[24] "Naphthalene, 2,3,4,4a,5,6-hexahydro-1,4a-dimethyl-7-(1-methylethyl)-"</p> <p>[25] "(-)-α-Panasinsen"</p> <p>[26] "10, 10 -Dimethyl-2,6-dimethylenebicyclo[7.2.0]undecan-5β-ol"</p> <p>[27] "Cyclohexanol, 1-methyl-4-(1-methylethenyl)-, acetate"</p> <p>[28] "Alloaromadendrene"</p> <p>[29] "Naphthalene, 1,2,3,5,6,8a-hexahydro-4,7-dimethyl-1-(1-methylethyl)-, (1S-cis)-"</p> <p>[30] "trans-Geranylgeraniol"</p>
Galho	93	23	<p>[1] "(Isoaromadendrene epoxide)*6"</p> <p>[2] "((-)-Spathulenol)*1"</p> <p>[3] "((-)-Spathulenol)*4"</p> <p>[4] "(6-Isopropenyl-4,8a-dimethyl-1,2,3,5,6,7,8,8a-octahydro-naphthalen-2-ol)*1"</p> <p>[5] "Limonene"</p> <p>[6] "Terpinen-4-ol"</p> <p>[7] "Ledol"</p> <p>[8] "Di-epi-1, 10-cubenol"</p> <p>[9] "(.tau.-Cadinol)*1"</p> <p>[10] "(.tau.-Cadinol)*2"</p> <p>[11] "((4aS,8S,8aR)-8-Isopropyl-5-methyl-3,4,4a,7,8,8a-hexahydronaphthalen-2-yl)methanol"</p> <p>[12] "Murolan-3,9(11)-diene-10-peroxy"</p> <p>[13] "α-Cubebene"</p> <p>[14] "(-)-Globulol"</p> <p>[15] "Naphthalene, 1,2,3,4-tetrahydro-1,6-dimethyl-4-(1-methylethyl)-, (1S-cis)-"</p> <p>[16] "Bicyclo[2.2.1]heptan-2-ol, 1,7,7-trimethyl-, (1S-endo)-"</p> <p>[17] "7-Tetracyclo[6.2.1.0(3.8)0(3.9)]undecanol, 4,4,11,11-tetramethyl-"</p> <p>[18] "Bicyclo[7.2.0]undec-4-ene, 4,11,11-trimethyl-8-methylene-"</p> <p>[19] ".tau.-Muurolool"</p> <p>[20] "Bicyclo[3.1.0]hexane, 4-methylene-1-(1-methylethenyl)-"</p> <p>[21] "1-Isopropyl-4,7-dimethyl-1,2,3,5,6,8a-hexahydronaphthalene"</p> <p>[22] "1R,4S,7S,11R-2,2,4,8-Tetramethyltricyclo[5.3.1.0(4,11)]undec-8-ene"</p> <p>[23] "(1S,3aS,4S,5S,7aR,8R)-5-Isopropyl-1,7a-dimethyloctahydro-1H-1,4-methanoiden-8-ol"</p>



INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS

ANÁLISE Nº 8/2021/NUBIO-AM/DITEC-AM/SUPES-AM

PROCESSO Nº 02005.001515/2020-64

INTERESSADO: UFAM - UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS, MANUEL DE JESUS VIEIRA LIMA JR.

1. ASSUNTO

1.1. Análise de pedido de autorização de exploração: SINAFLO

2. EMENTA

2.1. Em 21/08/2020 o responsável técnico Manuel de Jesus Vieira Lima Junior protocolizou os documentos 8220473 (email), 8220681 (Ofício 034/2020-FCA/DCF/CSNAM) e 8220710 (Ofício 034/2020-FCA/DCF/CSNAM) que trata de cadastro do projeto de manejo do pau-rosa (Aniba rosaeodora) no SINAFLO e solicita a continuidade e celeridade na avaliação e aprovação do projeto.

2.2. Por tratar-se de atividade em terra indígena, por meio da Informação nº 75/2020/NUBIO-AM/DITEC-AM/SUPES-AM-IBAMA (8321407) e Despacho nº 8454193/2020-SUPES-AM foi realizada consulta a Diretoria de Uso Sustentável da Biodiversidade e Florestas (DBFLO) que através de suas coordenações realizou manifestações técnicas, resumidas no Despacho nº 9059994/2021-NUBIO-AM/DITEC-AM/SUPES-AM, no qual ao final, considerando a viabilidade na condução e exploração do plantio florestal sugeriu: a apresentação de documentos para análise do projeto e inventário florestal 100%; após aprovação do projeto e emissão da autorização, sem a prévia realização de vistoria técnica pelo IBAMA, deve-se autorizar a exploração florestal no plantio, considerando o estado de pandemia do COVID-19; após a fase de exploração, deve-se encaminhar ao IBAMA o relatório pós-exploratório; a vistoria técnica para comprovar a efetivação do plantio poderá ser realizada tão logo haja condições sanitárias e de segurança da equipe técnica e das comunidades indígenas; a liberação do acesso das áreas indígenas para realização das atividades dependerá da manifestação favorável da FUNAI, de acordo com NOTA TÉCNICA Nº 49/2020/COUSF/CGBIO/DBFLO (8491583).

***Coordenação de Uso Sustentável de Recursos Florestais (COUSF):**

Na **NOTA TÉCNICA Nº 49/2020/COUSF/CGBIO/DBFLO (8491583)** a COUSF informa que é favorável ao projeto desde que a FUNAI, por meio da Secretaria-Executiva do Comitê Gestor da PANGATI se manifeste conforme seu eixo 6, alínea "b", para que o projeto seja reconhecido por aquela Secretaria-Executiva, como sendo uma iniciativa indígena em parceria com a UFAM, e que o projeto seja registrado pelo IBAMA, devendo ser conduzido pela SUPES/AM.

NOTA TÉCNICA Nº 49/2020/COUSF/CGBIO/DBFLO

Figura 53: Parecer favorável do IBAMA para o manejo dos plantios de Pau-rosa Sateré Mawé.