

NELSILIA MATOS DE NORONHA

Tabebuia barbata (E. MEY.) SANDWITH: ASPECTOS
MORFO - ANATÔMICOS, FITOCOSMÉTICO E DE
CONSERVAÇÃO DE UMA BIGNONIACEAE NO
BAIXO RIO NEGRO.



MANAUS

2010

UNIVERSIDADE DO ESTADO DO AMAZONAS – UEA
ESCOLA SUPERIOR DE CIÊNCIAS DA SAÚDE – ESA
MESTRADO EM BIOTECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS – MBT



***Tabebuia barbata* (E. Mey.) Sandwith: aspectos morfo-anatômicos, fitocosmético e de conservação de uma Bignoniaceae no Baixo Rio Negro.**

Autora: Nelsília Matos de Noronha

Orientadora: Dra. Veridiana Vizoni Scudeller.

Manaus

2010

NELSÍLIA MATOS DE NORONHA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação “Stricto Sensu” em Biotecnologia e Recursos Naturais (MBT) da Universidade do Estado do Amazonas (UEA) como requisito para obtenção do Título de Mestre em Biotecnologia e Recursos Naturais.

Orientadora: Dra. Veridiana Vizoni Scudeller.

**Manaus
2010**

NELSÍLIA MATOS DE NORONHA

Dissertação defendida e aprovada como requisito para obtenção do Título de Mestre em Biotecnologia e Recursos Naturais, defendida e aprovada, em 17 de dezembro de 2010 pela banca examinadora constituída por:

Dra. Veridiana Vizoni Scudeller

Dr. Wilson Castro

Dr. Ézio Sargentini Júnior

Ficha Catalográfica

N852t

Noronha, Nelsilia Matos de

Tabebuia barbata (E. Mey.) Sandwith: Aspectos morfo-anatômicos, fitocosmético e de conservação de uma Bignoniaceae no Baixo Rio Negro. /Nelsilia Matos de Noronha. -- Manaus: Universidade do Estado do Amazonas, 2010.

xvi, 118f. : il.

Dissertação (Mestrado) - Universidade do Estado Amazonas - Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia e Recursos Naturais da Amazônia, 2011. Orientadora: Dr^a.Veridiana Vizoni Scudeller.

1.Tabebuia. 2. Bignoniaceae. 3. Amazônia Central. 4. Lapachol. 5.Extrato vegetal. 6. Biotecnologia.

I. Scudeller, Veridiana Vizoni. II. Título

CDU: 604

Ficha catalográfica elaborada por
Maria Eliana N. Silva – CRB- 11/248

Capa

Foto: Flor de *T. barbata* (Bignoniaceae). Baixo Rio Negro, Manaus.

Contracapa

Ilustração botânica: *T. barbata* (Bignoniaceae). Arquivo Missouri Botanical Garden. St. Louis, US. W³Tropicos WWW.mobot.org

AGRADECIMENTOS

Aos professores, professoras e equipe técnica e administrativa do Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia e Recursos Naturais da Universidade do Estado do Amazonas. Ao programa de bolsas da FAPEAM. À Dra. Veridiana Scudeller pela oportunidade de ser sua orientanda. Aos colegas da turma de 2008, especialmente Rejane Simões pelas palavras de apoio. Aos amigos e amigas do laboratório da Fucapi (Irani, Cris, Mônica, Diego, Marciana) que me permitirem concretizar esse trabalho. Às palavras decisivas dos Drs. Wilson Castro e Ézio Sargentini Júnior na finalização da dissertação e por participarem da Banca Examinadora. Ao Fagner Vasconcelos pela paciência e apoio logístico. Aos meus pais, Nelsonez (*in memoriam*) e Geraci. Aos meus irmãos. Aos meus antepassados dos seringais do Alto Solimões, Dona Adília, Seu Theódulo, Vó Jovita e Vó Dudu (Delmira) pela inspiração. A todos que estiveram comigo nessa jornada. **Meus respeitos e sinceros agradecimentos!**

Moça (Moço) é preciso força pra sonhar e perceber que a estrada vai além do que se vê....

Los hermanos.

SUMÁRIO

I – LISTA DE FIGURAS.....	04
II – LISTA DE QUADROS.....	06
III – LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS.....	07
IV – LISTA DE SÍMBOLOS	09
V – RESUMO	10
VI – ABSTRACT	11
1. INTRODUÇÃO.....	12
1.1 Bioprospecção e conservação da biodiversidade	12
1.2 Contextualização	14
1.2.1 História Geomorfológica e Hidrologia da Bacia Amazônica	14
1.2.2 Sazonalidade do nível das águas na Amazônia	17
1.3 Características da espécie vegetal	18
1.3.1 Bignoneaceae	18
1.3.2 Da planta ao medicamento: potencial farmacológico de <i>Tabebuia spp.</i>	21
1.3.3 Capitari ou pau d’arco do igapó	24
1.3.4 Polinização e Dispersão de sementes	28
2. OBJETIVOS.....	31
2.1 Objetivo Geral	31
2.2 Objetivos específicos	31
3. METODOLOGIA.....	32
3.1 Descrição geral e delimitações da área de estudo	32
3.2 Furo Acurau	34
4. Apresentação dos capítulos	39

Capítulo 1: Morfo-anatomia foliar de <i>Tabebuia barbata</i> (E. Mey) Sandwith (Bignoniaceae)	40
1 – Introdução.....	41
2 – Material e Método	44
2.1 Coleta de material botânico.....	44
2.2 Conservação, cortes histológicos e coloração	45
4 - Resultados e Discussão	47
3.1 Nervura central	47
3.2 Mesofilo	51
Capítulo 2: Potencial fitocosmético do Capitarizeiro, Ipê-roxo ou Pau d’arco – <i>Tabebuia barbata</i> (E. Mey) Sandwith (Bignoniaceae)	57
1 – Biotecnologia e Cosmetologia	58
2 – Material e Método	63
2.1. Etapa botânica	63
2.1.1 Caracterização macroscópica	64
2.1.2 Caracterização microscópica	66
2.2 Coleta, secagem e moagem do material botânico	69
2.3 Extrato glicólico da casca do Pau d’arco	69
2.4 Extrato oleoso da folha do Pau d’arco	70
2.5 Preparação de sabonete glicerinado com extrato oleoso 10%	71
2.6 Preparação de xampu com extrato glicólico 20%	72
2.7 Ensaio organolépticos	73
2.8 Controle microbiológico	73
2.8.1 Diluição dos produtos	74

2.8.2 Diluição dos meios de cultura	75
2.8.3 Testes de semeadura e profundidade	77
2.9 Pesquisa de Metabólitos Secundários (extratos da casca e da folha)	79
2.9.1 Condições cromatográficas	80
2.9.2 Espectroscopia de Infravermelho	81
3 – Resultados e Discussão	82
5. CONCLUSÃO.....	92
6 .REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS – Capítulo 1	95
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS – Capítulo 2	104
8. ANEXOS	108

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Formação da bacia amazônica.....	4
Figura 2 – Distribuição de <i>T. barbata</i> na América do Sul.....	8
Figura 3 – Principais naftoquinonas presentes em drogas vegetais clássicas.....	22
Figura 4 – Flores e fruto de <i>T. barbata</i>	25
Figura 5 – Foto: arbusto de <i>T. barbata</i>	26
Figura 6 – Folha e flor de <i>T. barbata</i>	27
Figura 7 – Fruto tipo cápsula e semente de <i>T. barbata</i>	29
Figura 8 – Limites da RDS-Tupé. Furo Acurau	32
Figura 9 – Distribuição de <i>T. barbata</i> no Furo Acurau	35
Figura 10 – Fotos: Furo Acurau	36
Figura 11 – Igapó no Furo Acurau	37
Figura 12 – Igapó no Furo Acurau: Floresta inundável	37
Figura 13 – Aparência das folhas de indivíduos de <i>T. barbata</i>	44
Figura 14 – Fragmentos do terceiro folíolo da folha de <i>T. barbata</i>	45
Figura 15 – Corte transversal da nervura principal de <i>T. barbata</i>	48
Figura 16 – Lâmina foliar (mesofilo) de <i>T. barbata</i>	51
Figura 17 – Lâmina foliar (mesofilo) de <i>T. barbata</i>	52
Figura 18 – Mesofilo – face adaxial	53
Figura 19 – Cortes paradérmicos da face abaxial de <i>T. barbata</i>	54
Figura 20 – Desenvolvimento foliar de <i>T. barbata</i>	56
Figura 21 – Caracteres macroscópicos de <i>T. barbata</i>	65
Figura 22 – Seções transversais da nervura mediana	67
Figura 23 - Seções transversais da nervura mediana	68

Figura 24 – Matéria-prima utilizada no xampu de capitarizeiro	84
Figura 25 – Matéria-prima utilizada no sabonete glicerinado de capitarizeiro	85
Figura 26 – Teste de prateleira do xampu e sabonete de capitarizeiro.....	86
Figura 27 – Fórmula estrutural do pentacosano	90
Figura 28 – Fórmula molecular do benzenoacetaldeído.....	90

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Levantamento etnobotânico e farmacológico de <i>Tabebuia barbata</i>	24
Quadro 2: Estimativas das plantas medicinais brasileiras mais negociadas no EUA.....	61
Quadro 3: Rendimento das folhas de <i>T. barbata</i> na formulação de sabonete glicerinado.....	87
Quadro 4: Rendimento da casca de <i>T. barbata</i> na formulação de xampu	87

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ADS	Agência de Desenvolvimento Sustentável do Amazonas
AFEAM	Agência de Fomento do Estado do Amazonas
CPRM	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais/Serviço Geológico do Brasil
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EUA	Estados Unidos da América
FAA	Formolacetaldéido
GPS	Global Positioning System
IDAM	Instituto de Desenvolvimento Agropecuário e Florestal Sustentável do Estado do Amazonas
INPA	Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia
IPAAM	Instituto de Proteção Ambiental do Estado do Amazonas
IR	Radiação Infravermelha
KBr	Brometo de potássio
OMS	Organização Mundial da Saúde
PMM	Prefeitura Municipal de Manaus
PVC	Policloreto de vinila
q.s	Quantidade suficiente
RDS	Reserva de Desenvolvimento Sustentável
RMN	Ressonância Magnética Nuclear
RMN ¹³ C	Ressonância Magnética Nuclear de Carbono

RMN ¹ H	Ressonância Magnética Nuclear de Hidrogênio
S	Sul
SBPC	Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência
SDS	Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável
SEBRAE/AM	Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas do Amazonas
SECT	Secretaria de Estado de Ciência e Tecnologia do Amazonas
SEMMA	Secretaria Municipal de Meio Ambiente
SEPLAN	Secretaria de Planejamento
SEPROR	Secretaria de Estado de Produção Rural
SWAB:	Cotonete
SUFRAMA	Superintendência da Zona Franca de Manaus
UEA	Universidade do Estado do Amazonas
UV	Radiação Ultravioleta
W	Oeste

LISTA DE SÍMBOLOS

m	Metro
nm	Nanômetro
mm	Milímetro
cm	Centímetro
mL	Mililitro
mL/min	Mililitro por minuto
min	Minuto
h	Hora
μm	Micrômetro
mmHg	Milímetro de mercúrio
g	Gramma
pH	Potencial hidrogeniônico
psi	1 libra por polegada quadrada.
$^{\circ}\text{C}$	Grau Celsius
$^{\circ}\text{C}/\text{min}$	Grau Celsius por minuto
%	Porcentagem
m/Z	Massa por carga elétrica

RESUMO

Tabebuia barbata (Bignoniaceae), capitari ou pau d'arco do igapó é uma árvore da Amazônia Central, distribuída pelos Rios Orinoco, Negro e Amazonas. Na RDS Tupé é comumente utilizada para fornecimento de madeira e pouco para fins medicinais. Tem importância medicinal devido à presença de Lapachol, que é característico das Tabebuias. O Lapachol é uma naftoquinona com propriedades antitumoral e antiinflamatória. Outras espécies do mesmo gênero são fornecedoras de extratos da casca para uso em formulações cosméticas no Mercado Comum Europeu e dos EUA. Com o objetivo de gerar estratégias para conservação e uso sustentável foram verificadas quantidades mínimas necessárias de matéria-prima (folhas e cascas) para a obtenção de extratos. Os extratos foram utilizados na formulação de xampus e sabonetes. Dessa maneira, procurou-se agregar valor ao produto final, apontando outra forma de uso do capitari. A pesquisa possibilitou verificar o potencial cosmético de *T. barbata* a nível artesanal, pois a abundância natural da população vegetal, a sazonalidade do nível da águas e da espécie (deciduidade, floração, produção de sementes) e as condições do mercado local voltado aos bioprodutos não mostram condições de exploração em larga escala. A possível produção de sabonetes e xampus pelas Comunidades da RDS-Tupé possui um nível médio de tecnologia, a qual poderá ter valor agregado aos produtos “naturais da Amazônia”. Testes deverão ser realizados verificando as prováveis propriedades dos extratos vegetais de *T. barbata* (antifúngico e plastificante queratínico), além da citotóxicidade. A caracterização morfo-anatômica, neste trabalho, valida a originalidade (controle de qualidade) da matéria-prima a qual servirá também de referencial através de divulgação em revista científica especializada.

Palavras-chave: *Tabebuia barbata*. Bignoniaceae. Amazônia Central. Lapachol. Extrato vegetal. Cosmético. Bioproducto. Escala artesanal. Biotecnologia.

ABSTRACT

Tabebuia barbata (Bignoniaceae), pau d'arco or capitari is a tree in Central Amazonia, distributed by the River Orinoco, Negro and Amazon. In RDS Tupé is commonly used for production of wood and some for medicinal purposes. It has medicinal importance by the presence of Lapachol, which is characteristic of the *Tabebuia*. The Lapachol is a naphthoquinone with antitumor and anti-inflammatory properties. Other species of the genus are suppliers of bark extracts for use in cosmetics in the European Common Market and the U.S. Aiming to generate strategies for conservation and sustainability use were found required minimum amounts of raw material (leaves and bark) to obtain extracts. The extracts were used in the formulation of shampoos and soaps. Thus, it sought to add value to the final product, pointing to another way of using capitari. The research enable us to verify the cosmetic potential of *T. barbata* the handmade scale because the natural abundance of plant population, the seasonality of water level and species (deciduous, flowering, seed production) and market in the region facing the bioproducts conditions show is impossible exploration on a large scale. The possible production of soaps and shampoos for Communities of RDS Tupé has an average level of technology, which may have added value to the "Amazon natural" products. Tests should be conducted by checking the likely properties of plant extracts of *T. barbata* (antifungal and plasticizer keratin), and cytotoxicity. The characterization morpho-anatomical, this work validates the originality of raw material (quality control) which will serve as a reference through dissemination on specialized scientific journal.

Keywords: *Tabebuia barbata*. Bignoniaceae. Central Amazon. Lapachol. Plant extract. Cosmetic. Bioproduct. Handmade scale. Biotechnology.

1. INTRODUÇÃO

1.1 Bioprospecção e conservação da biodiversidade

A importância da biodiversidade e a preocupação mundial com o meio ambiente estão levando às sociedades um novo modo de pensar e, principalmente, de agir frente à preservação dos recursos naturais. Estudos genéticos, ecológicos e agrônômicos visam, entre outros fatores, a eficiência da composição química e da atividade biológica, bem como a sustentabilidade do material biológico, enquanto recurso natural inserido em um ecossistema específico. A preocupante taxa de extinção de espécies vegetais leva à necessidade de se considerar urgente o estabelecimento de políticas e ações de conservação e, ao mesmo tempo, de se obter grandes quantidades de matéria-prima vegetal para a obtenção de substâncias dela derivadas (Borris, 1996).

A América do Sul detém 52% das florestas megadiversas do mundo. Contudo é desalentador assinalar que o maior país deste continente – o Brasil – respondeu, na década de 80, por 28% das perdas das florestas tropicais e 14% dos outros tipos de florestas (Soulé, 1991). Estudos de capacidade regenerativa indicam, conforme esse autor, que o planeta necessitaria de milhões de anos para recuperar a diversidade biológica por meio de mecanismos evolutivos, mesmo ocorrendo uma paralisação total da perda da biodiversidade.

Toda essa preocupação tem que ser levada em consideração no que diz respeito à exploração ou uso de um recurso natural, pois, a conservação *in situ* garante uma gama de possibilidades ou combinações da estrutura genética da comunidade biológica com potencial para uso fitoterápico e fitofármaco (Guerra e Nodari, 2007).

A normatização do registro de medicamentos de origem vegetal junto aos organismos governamentais de vigilância sanitária produziu uma nova série de exigências, relacionadas com a comprovação da eficácia, segurança e especificação da qualidade, que envolvem aspectos da matéria-prima, da coleta e identificação, do processamento tecnológico e do produto final (Simões *et al.*, 2007).

Segundo informações da Organização Mundial de Saúde (OMS), 60% da população mundial utilizam medicamentos tradicionais de maneira prolongada, com histórico milenar (OMS, 2002b). Entre as práticas consideradas tradicionais destaca-se o uso de produtos à base de plantas medicinais.

No Brasil, estima-se que 25% dos US\$ 8 bilhões de faturamento, em 1996, da indústria farmacêutica nacional foram originados de medicamentos derivados de plantas (Garcia *et al.*, 1996). Para os autores, apenas 8% das espécies vegetais da flora brasileira foram estudadas em busca de compostos bioativos e 1.100 espécies vegetais tiveram avaliadas suas propriedades medicinais. Destas, 590 plantas foram registradas no Ministério da Saúde para comercialização (Ortega *et al.*, 1989).

De 119 substâncias químicas extraídas de plantas para o uso medicinal no Brasil, 74% foram obtidas com base no conhecimento popular fitoterápico. Somente na Amazônia, calcula-se que existam cerca de 80 mil espécies vegetais, das quais nem 4% foram estudadas cientificamente (Franco, 1996). A amplificação desses trabalhos sobre plantas medicinais, certamente, fornecerá um maior número de espécies promissoras, devido, justamente, a própria territorialidade amazônica. As opções são amplas, porém, o estudo das plantas medicinais deverá contemplar enfaticamente a

interdisciplinaridade e a busca de formas de retorno para as comunidades detentoras do conhecimento tradicional de usos das espécies (Guarin Neto, 1987).

1.2 Contextualização

1.2.1. História Geomorfológica e Hidrologia da Bacia Amazônica

Há 700 milhões de anos, os Escudos do período Pré-Cambriano, na parte setentrional da América do Sul, consolidaram-se em rochas cristalinas: ao norte, o Escudo das Guianas e, ao sul, o Escudo Central Brasileiro (Putzer, 1984). Mais tarde, no Mioceno, os Andes surgiram e criaram um grande mar continental, o qual foi gradualmente preenchido por sedimentos, criando um gigantesco lago. O processo de sedimentação continuou através do Terciário, separando o oceano Atlântico do Pacífico. O sistema subsequente de escoamento, do Quaternário, foi formado a partir desta contínua deposição de sedimentos, oriundos principalmente dos Andes e áreas circundantes. Recentemente, os movimentos tectônicos e as variações do nível do mar durante o Pleistoceno (períodos glaciais) exerceram profundas influências na evolução da bacia amazônica (Prance, 1978; Klammer, 1984; Putzer, 1984) (Figura 1).

Segundo a classificação do relevo, Klammer (1984) descreve a bacia do Rio Negro como lacustrino do terciário e planícies inundáveis de origem quaternária (Figura 1). O autor também distinguiu os limites entre as áreas dos relevos, onde as primeiras cachoeiras de cada afluente do Amazonas são pontos por onde passam as divisórias entre bacia aluvial e o pavimento cristalino. Para o autor, áreas acima destes trechos

estão sobre os Escudos, enquanto aquelas abaixo estão sobre solos terciários, onde o gigantesco lago do Mioceno estava localizado.

A morfologia dos leitos dos rios e a estrutura das planícies inundáveis na bacia amazônica são, geralmente, influenciadas pelas diferenças nas propriedades químicas e físicas da água (Furch, 1984; Sioli, 1984), que, por sua vez, são conseqüências da geologia dos substratos sobre os quais os rios passam. A vegetação às margens de cada tipo de rio também é distinta, devido às diferentes características edáficas das suas planícies inundáveis (Putzer, 1984).

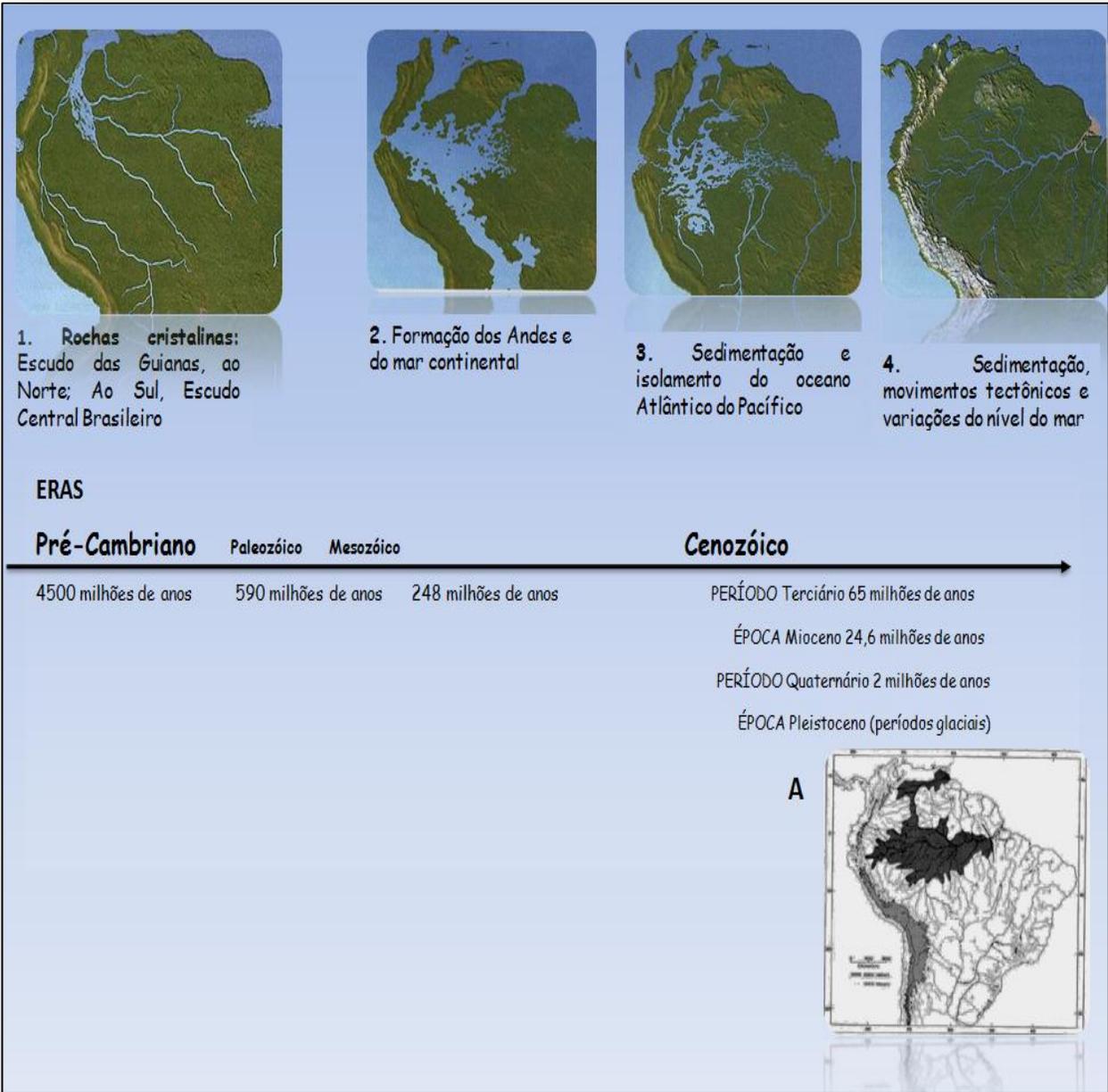


Figura 1. Formação da bacia amazônica. Fonte: Ilustrações de Carina Hoorn, Scientific American Brasil, 2008. **A.** Reconstrução do Lago Amazonas e do Vale do Rio Orinoco, no Pleistoceno/Holoceno. Fonte: Frailey *et al*, ACTA AMAZONICA, 18 (3-4); 119-143. 1988.

1.2.2 Sazonalidade do nível das águas na Amazônia

O ciclo anual do nível d'água pode variar em até 15m em algumas áreas, exercendo considerável influência na atividade biológica da região (Sioli, 1984). Segundo o autor, o nível d'água varia como consequência das chuvas, com o mínimo e o máximo diferindo anual e regionalmente na Amazônia. Esta variação é ditada mais pelo volume de chuvas nas áreas mais altas dos rios do que por fatores locais. Nas regiões de mais baixas altitudes da Bacia Amazônica, as diferenças no nível d'água são relativamente pequenas (4-7m), ao passo que nas regiões do rio Solimões podem chegar a 15-20m, como no baixo Juruá.

A determinação do nível máximo de água entre as diferentes seções e afluentes do Amazonas também é importante. Conforme Junk (1983), esta variação está relacionada ao sentido do escoamento do Amazonas, que corre ao longo do Equador, sendo que o Rio Amazonas recebe água de afluentes que se estendem tanto a norte quanto a sul da faixa equatorial, o que faz com que passem por diferentes regimes climáticos.

Na Amazônia, as florestas alagáveis podem permanecer inundadas até 270 dias em média por ano, dependendo da altura do relevo considerada (Junk, 1983). Essas áreas alagáveis são zonas de transição terrestre-aquática (ZTTA), na qual alternam anualmente entre uma fase aquática e uma fase terrestre, sendo ambientes de grande importância na produtividade do ecossistema fluvial (Junk, 1983). As ZTTA ocupam uma área de cerca de 300.000 km² (200.000 km² de várzeas e 100.000 km² de igapós).

As florestas de várzeas são alagadas por rios de águas brancas, de pH próximo da neutralidade, ricas nutricionalmente por receberem um pulso anual de inundação, o qual transporta sedimentos de intemperismo recente, oriundo dos Andes e encostas Pré-Andinas (Figura 1) (Furch, 1984). As florestas de igapós são banhadas por rios de águas claras ou pretas (Prance, 1978), com pH ácido, pobres em nutrientes e oriundas dos Escudos das Guianas e do Brasil Central (formações geológicas mais antigas, Figura 1) (Sioli, 1984).

1.3 Características da espécie vegetal

1.3.1 Bignoneaceae

Na região compreendida entre o Trópico de Câncer e o Trópico de Capricórnio, as Bignoniáceas estão distribuídas com, aproximadamente, 645 espécies (77% do total das 837 espécies), ocorrendo nos neotrópicos e apenas poucos representantes distribuídos pelas regiões temperadas. Para a família como um todo, o Brasil é o centro de diversidade, incluindo 55% das espécies neotropicais. São conhecidas por apresentarem diversas espécies utilizadas na medicina popular (Gentry, 1992).

Tabebuia compreende cerca de 100 (cem) espécies de árvores e arbustos popularmente conhecidos como ipês e ocorre do norte do México e Antilhas ao norte da Argentina, estando presente em todos os grandes biomas brasileiros. O especialista dessa família, Gentry, cita que as propriedades medicinais das Tabebuias são devidas as substâncias químicas naftoquinonas (β -lapachona), obtidas do extrato da casca do “lapacho”. Segundo o autor, esta substância é capaz de aumentar o sistema

imunológico, ajudar a combater infecções, melhorar a vitalidade, fortalecer células, ajudar a reduzir e eliminar a dor e inflamação.

Estudos moleculares recentes têm demonstrado que indivíduos de *Tabebuia* spp. são polifiléticos por possuir mais de uma origem, necessitando revisão taxonômica (Grose e Olmstead, 2007). Os autores relatam que dois gêneros contêm clados separados da *Tabebuia*: *Roseondendron* (Miranda) e *Handroanthus* (Mattos). *Roseondendron* (Miranda) consiste de duas espécies com cálices de textura parecida às pétalas de rosa. *Handroanthus* (Mattos) inclui espécies de flores amarelas com pêlos cobrindo as folhas e o cálice, sendo também caracterizadas por possuírem madeira extremamente densa com grande quantidade de lapachol. Dessa maneira, as *Tabebuias* ficam restritas àquelas espécies de flores brancas ao vermelho e raramente de flores amarelas.

Na Figura 2, a distribuição de *Tabebuia barbata*, objeto de estudo deste trabalho, ocorre, em sua maioria, em água preta inundada na floresta ao longo da Bacia do Rio Negro/Amazonas e acima do Rio Orinoco e seus afluentes, sendo considerada predominantemente restrita à área alagável; também ao longo do Rio Amazonas e de seus principais afluentes, mas não alcançando a fronteira com o Peru (10-150 m de elevação) (Gentry, 1992). Percebe-se, pela distribuição geográfica, que é nativa das regiões do Rio Orinoco e Rio Negro. Portanto, de maneira ecológica, o patrimônio genético dessa espécie deve estar harmonicamente estabelecido ou adaptado às condições de cheia e de seca das áreas alagáveis, do clima e do solo desses habitats.

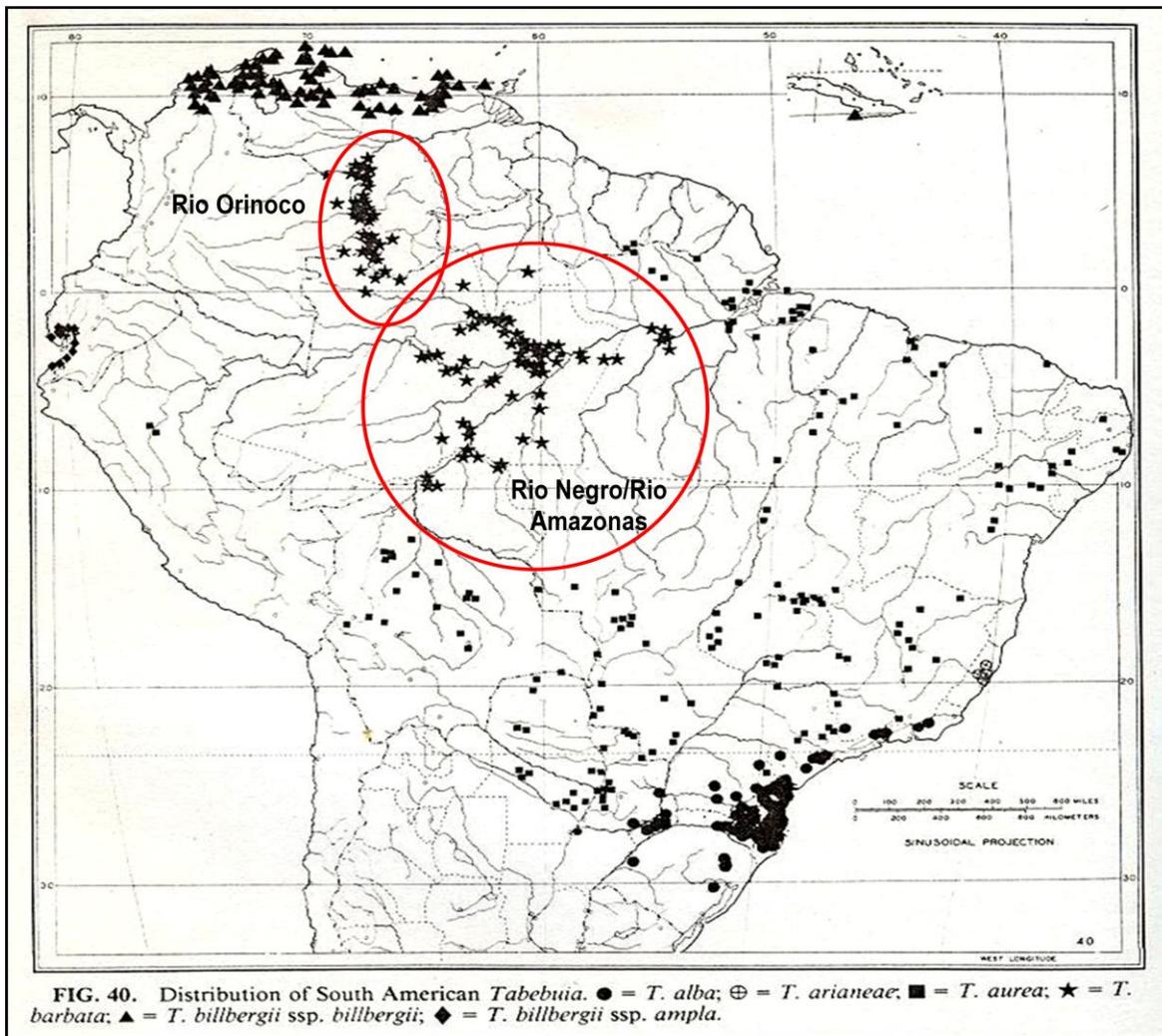


Figura 2: Distribuição de *Tabebuia barbata* (E.Mey.) Sandwith na América do Sul. Gentry, 1992, p.141.

1.3.2 Da planta ao medicamento: potencial farmacológico de *Tabebuia* spp.

A atividade antitumoral das cascas do ipê-roxo é atribuída às naftoquinonas lapachol e outras quinonas (Figura 3). Os extratos do lenho de várias espécies de *Tabebuia* contêm, sobretudo, lapachol e des-hidro- α -lapachona, enquanto os extratos das cascas contêm apenas traços dessas substâncias e teores maiores de furonaftoquinonas citotóxicas (Girard *et al.*, 1988).

O lapachol apresentou atividade antitumoral *in vitro*, e chegou a ser testado clinicamente pelo NCI (*National Cancer Institute*, EUA). As investigações foram suspensas devido à baixa disponibilidade da substância que se tornava necessárias altas doses para atingir concentrações terapêuticas no plasma. Essas doses implicavam efeitos tóxicos, entre os quais o prolongamento do tempo de protombina, sendo esse efeito anticoagulante devido, possivelmente, à similaridade estrutural do lapachol com a vitamina K (Duke, 1985). O lapachol e outras quinonas de *Bignoneaceae* continuam, entretanto, sendo objeto de interesse científico e tema de muitas investigações (Houghton *et al.*, 1994; Dinnen e Ebisuzaki, 1997; Pinto *et al.*, 2000; Shetgiri *et al.*, 2001; Teixeira *et al.*, 2001).

Entre os grupos de metabólitos secundários dos vegetais de uso fitoterápico estão as quinonas. Quinonas são compostos orgânicos que podem ser considerados como produtos da oxidação de fenóis; de forma reversa, a redução de quinonas pode originar os correspondentes fenóis (Falkenberg, 2007; Van der Beg e Labadie, 1989). Desde a antiguidade, plantas contendo quinonas têm sido usadas por suas atividades biológicas ou como fonte de corantes (Thomson, 1971).

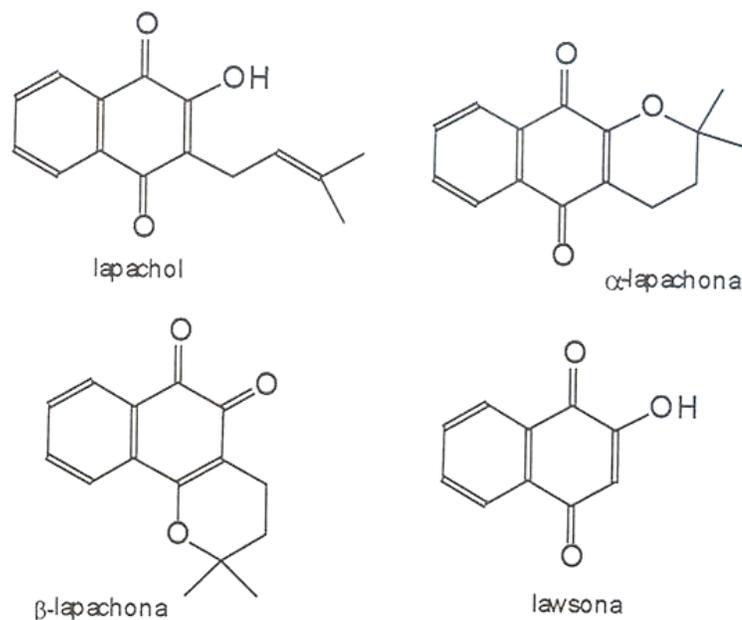


Figura 3: Principais naftoquinonas presentes em drogas vegetais clássicas.
 Fonte: Falkenberg, 2007. In: Farmacognosia, da planta ao medicamento: Quinonas, p.678.

Colman de Saizarbitoria *et al.* (1997), através da separação do extrato etanólico da casca de *T. barbata* por Cromatografia Líquida de Alto Desempenho – HPLC - e pela combinação de técnicas de espectroscopia (UV, IR e RMN), isolaram cinco princípios ativos nessa espécie, os quais foram identificados como naftoquinonas. As atividades biológicas dos compostos isolados também foram avaliadas em ratos.

Estudos anatomo-morfológicos são particularmente úteis, no processo de preservação, porque fornecem subsídios importantes, principalmente quando associados à farmacognosia e taxonomia na caracterização de espécies de importância medicinal (Mauro *et al.*, 2007). Os estudos etnodirigidos buscam, entre outros fins, a preservação da biodiversidade, evidenciando a necessidade de estudar o

habitat da espécie medicinal, a fim de acrescentar informações para a bioprospecção e conservação dos biomas que abrigam essas espécies (Albuquerque e Hanazaki, 2006).

As descrições dos caracteres morfológicos externos (macroscópicos) e anatômicos (microscópicos) são elaboradas utilizando-se nomenclatura botânica própria, com a qual alguns profissionais que executam o controle de qualidade têm pouca familiaridade. Quando complementadas com ilustrações do material em análise, o reconhecimento das estruturas vegetais é facilitado sobremaneira (Duarte, 2007).

Informações sobre ecologia e genética, em populações naturais, são incipientes na literatura, em função da alta diversidade e complexidade das espécies vegetais, trazendo isso dificuldades na amostragem e nas metodologias apropriadas ao seu estudo. Tal conhecimento é essencial para o entendimento da estrutura genética de populações e, portanto, para o delineamento de estratégia de conservação, melhoramento e manejo sustentável com atividades voltadas a definição do tamanho de reservas, manejo adequado das espécies, recuperação de áreas degradadas e coleta de sementes destinadas a plantios de espécies nativas (Kageyama *et al.*, 2003).

Justifica-se assim um estudo populacional sobre *Tabebuia barbata* (E.Mey.) Sandwith na região do Baixo Rio Negro, e a viabilidade de procedimentos iniciais para o processo de obtenção de um possível fitofármaco ou fitocosmético. Coletas para herborização, estudos de anatomia foliar, levantamento bibliográfico e caracterização do habitat são importantes para complementação deste estudo. Pretende-se, dessa maneira, contribuir no estudo dessa espécie endêmica, potencial matéria prima

medicinal e cosmética, além de levantar informações necessárias à definição de estratégias quanto ao seu uso e conservação.

1.3.3 O capitari ou pau d'arco do igapó

Gentry (1992) relata denominações como apamate, mosquito palo, jaico, palo de mosquito, as quais são usuais na Venezuela. No Brasil, a espécie é conhecida por pau-d'arco, pau-d'arco-roxo, pau-d'arco-de-flor roxa, ipê-roxo e capitari (Quadro 1). Silva *et al.* (1977) descreve para capitari ou pau d'arco-do-igapó flores roxas e sementes que fornecem óleo secativo (Figuras 4 e 5). Também como uma árvore pequena a mediana, comum nos igapós e nas margens de rios (Figura 5).

Quadro 1: Levantamento etnobotânico e farmacológico de *Tabebuia barbata* (E. Mey.) Sandwith.

Names populares	Habitat	Estudos farmacológicos	Uso popular
<ul style="list-style-type: none"> Venezuela: Apamate, mosquito palo, jaico, palo de mosquito. 	“Planícies inundáveis do Rio Orinoco, Rio Negro e do Rio Amazonas”. (Mapa de distribuição, Gentry, 1992)	Atividade antitumoral in vitro (NCI/UEA) (Duke, 1985).	Antiinflamatório, antioxidante, antitumoral (Gentry, 1992).
<ul style="list-style-type: none"> Brasil: Pau-d'arco, pau-d'arco-do-igapó, pau-d'arco-roxo, Ipê-roxo, capitari (Gentry, 1992). 		Atividade Trypanocida (Pinto, C.N., <i>et al</i> , 2000)	Adstringente, febrífugo, anti-reumático (Pio Corrêa, 1984; Duke, 1985).

Conhecida por capitari, *Tabebuia barbata* é decídua (Figura 5) (Schöngart *et al.*, 2002), que floresce de dezembro a maio e frutifica entre março e junho (Maia, 2001). A espécie pode ser encontrada em florestas alagáveis desde estágios sucessionais iniciais até estágios clímax. Na Amazônia Central, em áreas mais antigas, as espécies

dominantes se caracterizam por um ciclo de vida longo, com crescimento lento e elevada densidade da madeira; entre essas espécies está o capitazeiro (Wittmann *et al.*, 2004) (Figura 5).

Os arbustos, que podem variar em altura de pequeno a médio e a 15 metros, possuem folhas palmadas (5 -7 folíolos): folíolos pequenos (19 cm X 9 cm) estreitamente ovais ou quase lanceolada, base arredondada, com textura cartácea a coriácea (Figura 6), tricoma tector simples no eixo dos nervos laterais, nervura central mais escura em relação às nervuras secundárias. As flores possuem cálice (sépalas) em forma de sino que são cobertos por pêlos crespos “bronzeados”; e as pétalas (corola) se organizam em forma de tubo, cobertas, externamente, por pêlos crespos, internamente são amarelas esbranquiçadas. O fruto consiste de uma cápsula retangular-linear, encolhido em direção ao ápice, coberto de pêlos crespos com áreas glandulares densamente amarelo-estrelado, sementes um tanto achatadas com alas curtas, marrons escuras (Figura 4) (Gentry, 1992).



Figura 4: Flores e fruto de *Tabebuia barbata* (E. Mey.) Sandwith. Foto: flores, no Furo Acurau-Baixo Rio Negro, junho de 2009; fruto, em Alter do Chão, Pará, Brasil por A. Gentry, 1992.



Figura 5: *Tabebuia barbata* (E. Mey.) Sandwith. Foto: arbusto, Furo Acurau - Baixo Rio Negro, junho de 2009.



Figura 6: A. Folha e flor de *Tabebuia barbata* (E. Mey.) Sandwith, coletados no Furo Acurau, em junho de 2009; folha palmada com cinco folíolos. B e D, folhas coletadas no Furo Acurau, em fevereiro de 2010. C. Flor e folha, por A. Gentry, Alter do Chão, Pará, Brasil, 1992.

1.3.4. Polinização e dispersão de sementes

Existem diversas maneiras de polinização que podem ser classificadas, de acordo com o tipo de agente, em biótica e abiótica. Vários fatores exercem influência na polinização biótica (cores e formas das flores, néctar e concentração de açúcares, entre outros). As flores agrupadas são as consideradas as mais atrativas (Faegri e van der Pijl, 1979). A inflorescência de *T. barbata* apresenta flores roxas Ø 8-10 cm, onde a floração em massa se dá no pico da cheia (Wittman *et al.*, in prep.) (Figura 4). O padrão floração maciça (“big bang”) foi relacionado por Gentry (1974a, b) às espécies que geralmente produzem muitas flores durante poucos dias do ano e são polinizadas por abelhas.

Conforme Gentry (1974b, 1980) o tipo morfológico da corola de *T. barbata* se enquadra em Anemopaegma (mais comum entre as Bignoneáceas), no qual se caracteriza por apresentar flores que produzem odor suave, néctar, corola com tubo cilíndrico, freqüentemente amarela ou lilás e com interior do tubo de coloração diversa, observadas em espécies melitófilas (Faegri e van der Pijl, 1979) (Figura 04).

Segundo o etnoconhecimento Mura (Comunidade Muritinga, no Município de Autazes-Am), o capitarizeiro (*T. barbata*) é utilizado por abelhas sem ferrão para a nidificação natural (Colleto-Silva, 2006). Oliveira *et al.*, 2002, citou que, na Amazônia Central, encontraram abelhas sem ferrão denominadas Jupará (*Melipona compressipes manosensis* Schwarz 1932) em árvores de *T. barbata*.

Planícies alagadas dos rios da Amazônia, tanto várzeas como igapós, possuem diversas espécies de plantas hidrocóricas, as quais produzem frutos na época da cheia. Estas florestas alagadas são importantes fontes de recurso alimentar, abrigo e

locais de reprodução para algumas espécies de peixes (Saint-Paul *et al.*, 2000). O mecanismo mais importante para a dispersão de sementes é a capacidade de flutuação, na qual pode aumentar a distância entre as mesmas, principalmente daquelas menores, mais prováveis de serem ingeridas por peixes (Oliveira-Wittmann *et al.*, 2006).

Os frutos de *T. barbata* são cápsulas lineares medindo cerca de 38 x 3 cm, com exocarpo rugoso, marrom avermelhado, contendo em média 65 a 20 sementes presas pela base (Figura 7). A deiscência ocorre por formação de uma fenda ao longo da nervura mediana da cada lóculo, às vezes incompleta, por onde as sementes são dispersas (Figura 7b). Geralmente, as sementes apresentam embrião mais largo do que longo com adaptações para dispersão pela água (testa suberosa e impermeável) (Barroso *et al.*, 1999), flutuando de 12 a 24 horas (Ziburski, 1991).

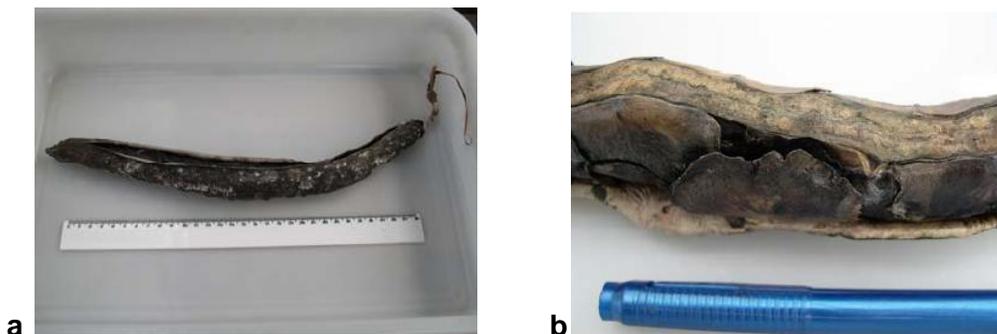


Figura 7: *Tabebuia barbata*: fruto fechado (a); inserção das sementes no fruto (b).
Fonte: Auristela dos Santos Conserva, 2007.

Para ser eficiente em ambiente alagados, como várzea e igapó, a germinação deverá ser rápida, onde a espécie terá que se estabelecer o mais rapidamente possível no ambiente, no qual essa estratégia deverá ter sincronidade com o período de dispersão dos propágulos. No caso de *T. barbata*, a dispersão ocorre no final do pico

máximo da cheia (Schöngart *et al.*, 2002), aumentando as chances das sementes estarem viáveis e aptas a germinar tão logo se inicie a fase terrestre, contudo essa tendência precisa ser confirmada com estudos fenológicos (Conserva-Santos, 2007). No trabalho da autora citada, a duração da inundação aumentou a germinabilidade da espécie.

As sementes de *T. barbata* servem de alimento para algumas espécies de peixes, como matrinhã e tambaqui, porém não devem ser dispersas, já que são bem frágeis (Sr. João, com. pess., 2010); flutuam nas florestas inundadas e são facilmente acessíveis ao tambaqui (Lima e Goulding, 1998).

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

O objetivo deste trabalho é caracterizar a morfologia externa e a anatomia foliar da espécie *Tabebuia barbata* (E. Mey.) Sandwith, como também promover uma aplicação biotecnológica utilizando conhecimentos técnicos e partes desse vegetal como matéria-prima tendo a preocupação com a conservação e uso sustentável do recurso natural na Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Tupé (RDS Tupé), Baixo Rio Negro.

2.2 Objetivos específicos

- Identificar características anatômicas e morfológicas de *T. barbata*, dando ênfase aos caracteres diagnósticos, uma vez que não foram encontrados trabalhos morfo-anatômicos sobre a espécie.
- Caracterizar as condições ambientais, geológicas e climáticas dos sítios ou locais onde foram coletadas as amostras da espécie, levantando dados estratégicos para possível manejo.
- Desenvolver dois produtos cosméticos a partir de extratos da folha e da casca de *T. barbata*, observando controle de qualidade e viabilidade do produto, gerando alternativas para o uso sustentável dos recursos vegetais.

3. METODOLOGIA

3.1. Descrição e delimitação da área de estudo

A Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Tupé foi criada pelo Decreto n.º 8.044, de 25 de agosto de 2005 pelo poder público municipal de Manaus. Foi regulamentada com área total de 11.973ha e perímetro de 47.056m. A RDS Tupé localiza-se na zona rural, à margem esquerda do rio Negro, a oeste de Manaus distante aproximadamente 25 km em linha reta do centro da cidade (Figura 8) (PMM; SEMMA, 2008).

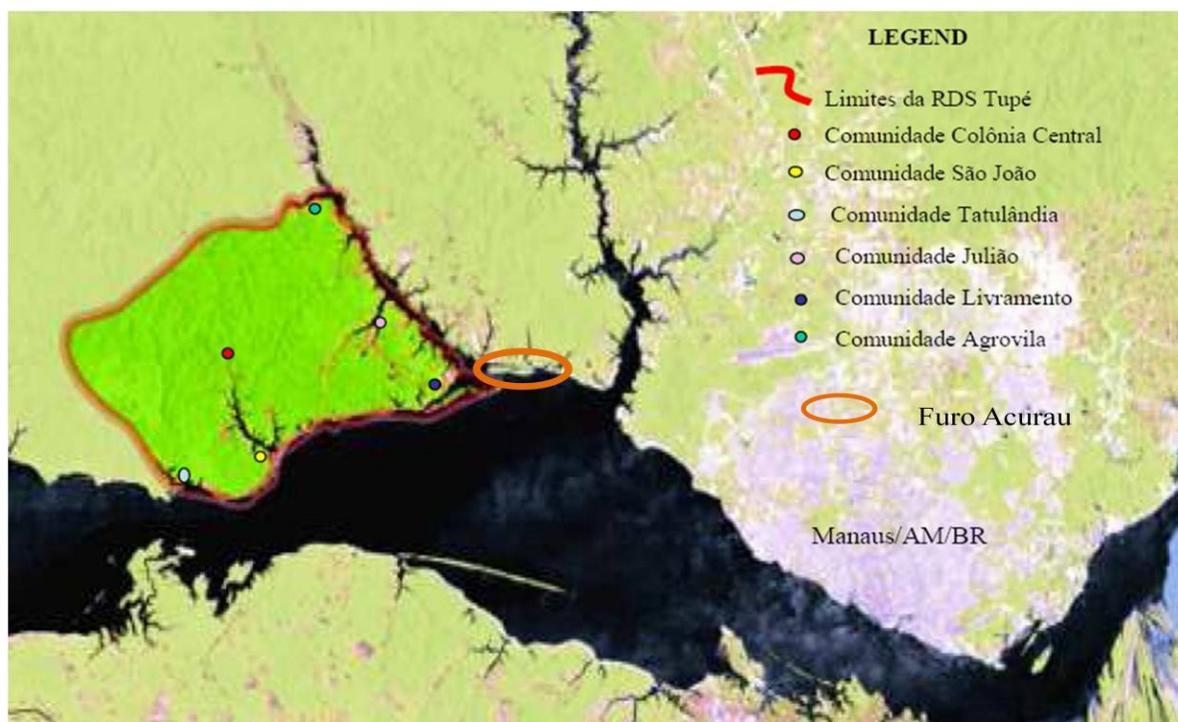


Figura 8: Limites da Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Tupé e localização do Furo Acurau. Fonte: Projeto Biotupé.

A RDS Tupé está constituída por seis comunidades: Agrovila, Julião, Nossa Senhora do Livramento, Colônia Central, São João do Tupé e Tatu. A praia do Tupé foi

construída por seus moradores para terem uma alternativa de renda. A ocupação demográfica da área vem se dando ao longo de aproximadamente 40 anos (Santos-Silva, *et al.*, 2005).

O clima da área é classificado genericamente pelo sistema de Köppen como do tipo “Am”, ou seja, quente e constantemente úmido em sua quase totalidade, muito embora tenha uma estação seca pouco pronunciada no setor leste onde o clima é classificado com o tipo “Aw” (quente e ligeiramente seco). A constância anual da temperatura é marcada por uma amplitude térmica que não ultrapassa os 5 °C. O índice pluviométrico encontra-se entre as isopletas 2.000 e 2.200mm e apresenta precipitação anual máxima de 2.210mm (Radam Brasil, 1978).

3.2 Furo Acurau

Com cerca de 1,42 Km de extensão, o Furo Acurau está a leste da RDS Tupé, fazendo limite com a Comunidade do Livramento (Figuras 8 e 9). Na margem esquerda do Baixo Rio Negro encontramos a Bacia do Rio Tarumã-Mirim. Esta é uma via fluvial transitável de barcos, que possui inúmeros igarapés, paranás, e vários canais entre as ilhas (PMM; SEMMA, 2008).

Percorremos o canal do Furo no mês de junho de 2009, no período de cheia, localizando indivíduos de *T. barbata* às margens do rio. Foram marcadas as coordenadas de cinco indivíduos através de GPS (Sistema de Posicionamento Global), coletando-se amostras para análise anatômica foliar (Figura 9). A cota máxima do Rio Negro, no ano de 2010, foi de 2.977 cm (30 m) (Boletim n ° 1 CPRM, 2010). Em fevereiro de 2010, quando as águas estavam baixas, localizamos vinte indivíduos dessa espécie, uma vez que, nesse período de tempo, havia áreas não alagadas no igapó (Figura 9). Não foi possível marcar as coordenadas de todos os indivíduos encontrados por falha no equipamento.



Figura 9: Distribuição de *T. barbata* no Furo Acurau, coordenadas 3° 1'50.23"S e 60° 8'38.10"W. □ População com vinte indivíduos de *Tabebuia barbata*, 3° 1'45.40"S e 60° 8'54.80"W. ● Cinco indivíduos com coordenadas: 1. 3° 1'41.80"S / 60° 9'8.30"W 2. 3° 1'40.89"S / 60° 9'14.98"W 3. 3° 1'38.30"S / 60° 9'18.70"W 4. 3° 1'36.30"S / 60° 9'24.00"W 5. 3° 1'46.90"S / 60° 9'2.60"W.

O Furo Acurau faz parte da bacia hidrográfica do Rio Negro, originária das terras baixas do Terciário da Amazônia. Suas águas são de uma cor café/coca-cola, por causa do alto conteúdo de húmus dissolvido e do baixo nível de sedimentos e nutrientes (Junk, 1983; Furch, 1984).

Conforme os autores citados, o Rio Negro e outros rios de água preta não transportam material em suspensão em grandes quantidades, têm um relevo suave e pouco movimentado, onde os processos de erosão são pouco intensos e reduzidos

ainda pela densa mata pluvial. Conseqüentemente, a carga de sedimentos é baixa. Por falta de cálcio e magnésio na maioria das formações geológicas, as águas são ácidas. Também se encontram na sua área de captação, enormes florestas inundáveis (igapós) e o material orgânico produzido pela floresta (folhas, galhos). Esse material orgânico decompõe-se formando compostos solúveis e de coloração marrom ou avermelhada (ácidos húmicos e fúlvicos), provocando a cor escura da água (Figura 10) (Junk, 1983; Furch, 1984).



Figura 10: Furo Acurau, em fevereiro (seca) de 2010: água preta e material orgânico (folhas, galhos, gravetos e troncos caídos).

Planícies inundáveis de rios de águas pretas consistem em solos arenosos (podsolos) pobres em nutrientes, intercalados com praias arenosas (Prance, 1978), e servem de suporte a um tipo de floresta conhecida como igapó. Segundo Pires (1973), o termo Igapó é empregado para designar áreas de florestas inundáveis localizadas ao longo dos rios de águas claras e águas pretas e também algumas áreas encharcadas próximas a terra firme. Pedologicamente, os igapós se caracterizam por apresentarem solo encharcado, inconsistente e excessivamente ácido, com abundância de matéria orgânica (Figura 10). Todavia estes solos não existem no

sentido agrícola do termo (Moreira, 1976). Nessa região, os solos de baixio são arenosos, correspondendo a Areias Quartzosas Álicas (Figura 11) (Arruda, 2005).

Segundo RADAMBRASIL (1978), este tipo de floresta está classificado como Floresta Densa Tropical com Dossel Uniforme, ocorrendo ao longo das margens do rio Negro, intercalada com árvores emergentes sobre terraços. Há ocorrência da Floresta de Baixio nas planícies aluviais ao longo dos igarapés, com presença de muitas raízes superficiais e cipós (Figura 12).



Figura 11: Igapó no Furo do Acurau: Perfil do solo arenoso (areias quartzos álicas) e cobertura vegetal.



Figura 12: Igapó no Furo do Acurau: área de floresta inundável onde foram localizados vinte indivíduos de *Tabebuia barbata*.

No canal, durante a seca, predominavam plântulas e vegetação herbácea sobre chavascal, hora margeada por solo arenoso descoberto, hora por subbosque, caracterizando uma área de restinga (Figura 11). O interior do subbosque era pouco denso, sendo a floresta de fácil acesso, com ocorrência de cipós e com árvores de pouco diâmetro; o solo, coberto com serrapilheira, encontrava-se encharcado em algumas áreas (Figura 12).

De acordo com Nascimento (2009), essa região do baixo Rio Negro, entre o arquipélago de Anavilhanas e o igarapé Tarumã, a natureza já dá sinais de degradação. A causa deste problema, entre outros, é o turismo. Em 40 km de extensão, onde há dezenas de praias e as atividades de turismo e recreação são intensas, já é comum ver lixo nas margens do rio e matas ciliares impactadas; o acesso às praias ocorre apenas por meio de barco; são muito utilizadas como recreação pelos moradores de Manaus, mas também recebe um fluxo significativo de turistas. Pôde-se constatar esse fluxo de “usuários”, durante as visitas ao Furo, tanto na cheia (nos restaurantes flutuantes) como na seca.

4. APRESENTAÇÃO DOS CAPÍTULOS

Esta dissertação foi dividida em dois capítulos. O Capítulo 1 trata da caracterização morfo-anatômica de *Tabebuia barbata*. No Capítulo 2 apresentamos o potencial e perspectivas da espécie como fitocosmético.

Os trabalhos desenvolvidos nos capítulos se complementam em relação à bioprospecção da espécie.

Capítulo 1

MORFO-ANATOMIA FOLIAR DE *Tabebuia barbata* (E. MEY.)

SANDWICH (BIGNONIACEAE)

1. Introdução

Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), no início da década de 1990, mais de 80% da população mundial já utilizavam tratamentos tradicionais à base de plantas medicinais, principalmente países em desenvolvimento. No entanto, nesses países tem ocorrido uma perda importante do conhecimento tradicional sobre o uso de plantas medicinais e sua disponibilidade tem sido reduzida pela degradação dos ambientes naturais. Essas plantas também têm importantes aplicações na medicina moderna, pois são fontes diretas de agentes terapêuticos, sendo empregada como matéria-prima na fabricação de medicamentos mais complexos. A estrutura química de seus princípios ativos pode servir de modelo para a elaboração de drogas sintéticas e tais princípios podem ser utilizados como marcadores taxonômicos na busca de novos medicamentos (Akerele, 1993).

A investigação sobre o uso de plantas medicinais é parte da etnobotânica, que tem sido definida como o estudo das inter-relações entre os grupos humanos e as plantas (Bermúdez *et al.*, 2005). Ming *et al.* (2002) já havia ampliado o conceito, abrangendo todos os aspectos da relação do ser humano com as plantas, seja de ordem concreta (uso material, conservação, uso cultural, desuso) ou aberta (símbolos de culto, folclore, tabus, plantas sagradas).

A verificação da autenticidade de uma espécie vegetal para análise fitoquímica ou para busca de substâncias ativas é dada pelos parâmetros de identificação botânica através de ensaios macro (descrição botânica) e microscópicos (cortes histológicos) bem como pela presença dos constituintes ativos e ou característicos da espécie (Farias, 2007). No caso, em que a análise morfológica impossibilita a identificação das

espécies, podem-se utilizar marcadores moleculares com o objetivo de identificar espécies ou variedades (Shaw e But, 1995).

A anatomia vegetal tem se mostrado uma importante ferramenta para a taxonomia, principalmente se as espécies estudadas não estiverem em período reprodutivo, no ato da coleta. Para *Tabebuia*, os caracteres anatômicos dos órgãos vegetativos são úteis como dados adicionais às características morfológicas externas, podendo ser usados para resolver problemas de ordem taxonômica (Barbosa *et al.*, 2009). *Tabebuia* possui espécies com caracteres vegetativos muito semelhantes entre si que, quando sem flores, são de difícil identificação (Gentry, 1992; Grose e Olmstead, 2007).

Quando se considera a complexidade dos ecossistemas tropicais, ocorrem nas condições *in situ* interações complexas entre os componentes desse ecossistema que não são passíveis de serem reconstituídas nas condições *ex situ*. O fato das inundações na Amazônia serem cíclicas durante milhões de anos possibilitou às espécies arbóreas das áreas alagáveis o surgimento de diversas adaptações e estratégias eficientes às fases aquáticas e terrestres (Junk e Wantzen, 2005).

As folhas de diferentes ambientes apresentam estruturas muito diversas. Em ambiente aéreo, mas muito úmido, a folha terá uma estrutura vigorosa, onde, nas matas pluviais, por exemplo, as folhas de plantas que crescem à sombra de outras, revelam epiderme que pode apresentar alguns cloroplastos, em virtude da pouca luminosidade ambiente. Nessas folhas não há, geralmente, um parênquima paliádico nítido, nem abundante tecido mecânico. Segundo o autor, caracteres xeromorfos são supostamente de adaptação à falta d'água, entre eles: epiderme multiseriada, ou

hipoderme e outros tecidos de reserva de água; estômatos situados em depressões da epiderme, ou abrigados; abundância de pêlos, de tecidos mecânicos, entre outros. No entanto, tais caracteres podem ser devidos a outros fatores como a falta de minerais no solo. Nesse caso, o xeromorfismo é um fenômeno de oligotrofismo (solo pobre em nutrientes) (Ferri, 2007).

Assim, pode parecer estranho que em ambientes extremamente úmidos como os das matas pluviais (igapó é um deles) se encontrem folhas coriáceas ou de superfícies brilhantes e numerosos pêlos. Secas ocorrem em tais ambientes, admitindo caracteres xeromorfos. Entretanto, os solos na Amazônia são extremamente pobres (Ferri, 2007).

As variações na estrutura das folhas das angiospermas estão relacionadas com o habitat e a disponibilidade de água é um fator importante que afeta o seu formato e estrutura. Elas podem ser mesófitas, hidrófitas e xerófitas. Contudo, tais diferenças não são restritas, e as folhas comumente apresentam combinações de aspectos, os quais são característicos de tipos ecológicos específicos (Raven *et al.*, 2001).

As análises morfológicas e anatômicas originam informações para a autenticidade da espécie vegetal, além de visualizar esses caracteres de forma adaptativa ao habitat. Metcalfe e Chalk (1950) apontam determinados caracteres com considerável valor taxonômico, merecendo destaque a presença de diferentes tipos de tricomas, dutos secretores e endoderme. Esses dados podem ser complementados com o estudo da variabilidade genética, através de marcadores moleculares, pois há de se pensar, entre outras questões, como a espécie vem evoluindo genotipicamente, podendo elaborar estratégias para seu uso e conservação.

2. Material e Método

2.1. Coleta do material botânico

Amostras de folhas de cinco indivíduos de *T. barbata* foram coletadas para estudo anatômico. Estas coletas foram realizadas no mês de junho (2009), onde o Rio Negro se encontra no período de cheia. As árvores estavam localizadas às margens do Furo Acurau (ver item 3.2 desta dissertação), sendo de fácil acesso, por meio de navegação de pequeno porte. Nessa época, a espécie apresentava abscisão de folhas e as poucas que foram encontradas eram antigas, apresentando coloração marron-amarelada. As copas das árvores, pelo posicionamento das mesmas, encontravam-se sob intensa radiação luminosa (Figura 13).



Figura 13: Aparência das folhas de indivíduos de *Tabebuia barbata* localizados no Furo Acurau, Baixo Rio Negro, junho de 2009.

2.2. Conservação, cortes histológicos e coloração (Kraus e Arduin, 1997)

Fragmentos do limbo foliolar foram retirados na região do terço médio (nervura central), do ápice e da base do terceiro folíolo, sendo fixados em FAA₇₀ para análise sob Microscópio óptico, modelo Leica DFC290DM1000, Aplicativo Leica Versão 2.6.0R1 Copyright© 2003-2007 (figura 14).

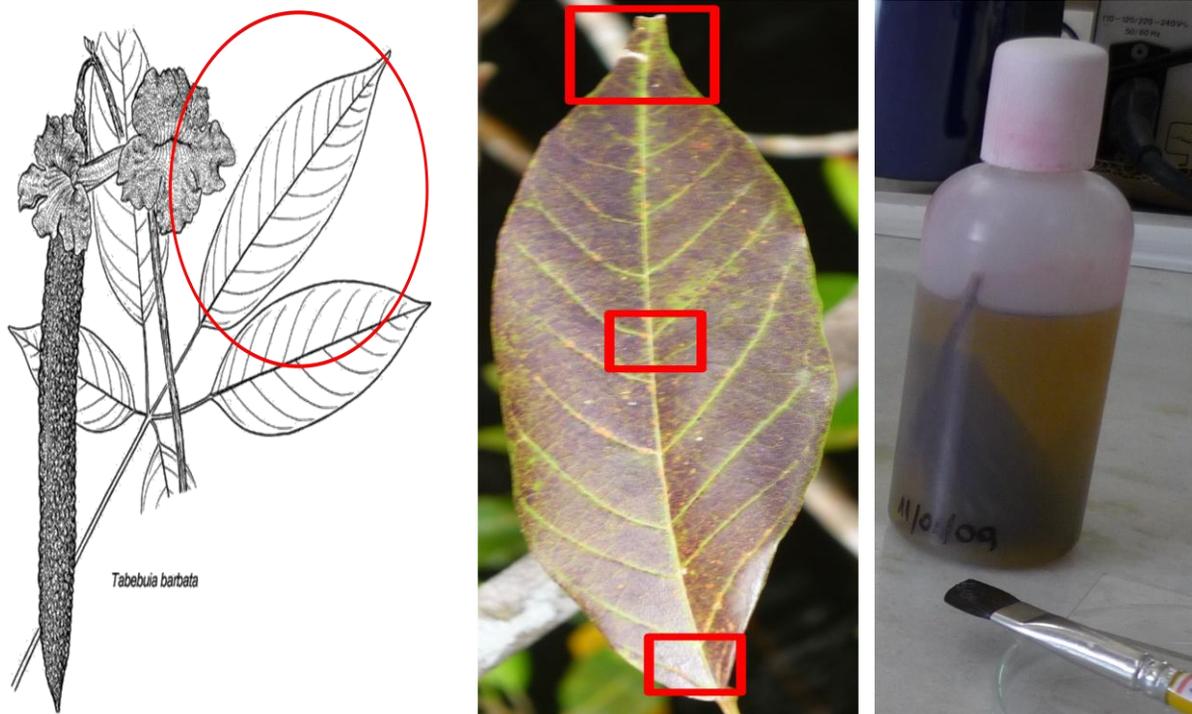


Figura 14: Fragmentos do terceiro folíolo da folha espalmada de *Tabebuia barbata* para análise anatômica.

Cortes transversais da nervura central e cortes paradérmicos foram feitos à mão livre. No corte transversal do material vegetal, a amostra foi mantida com firmeza entre um suporte (isopor) seccionado longitudinalmente. Por meio de uma lâmina de barbear, cortou-se a superfície superior do material. Colocou-se uma gota de água sobre a superfície a ser cortada, facilitando o deslize da lâmina. Os cortes delgados foram

transferidos, por meio de um pincel fino, para um vidro de relógio contendo água destilada.

No vidro de relógio, os cortes mais finos foram selecionados e alvejados com água sanitária 10% durante 1 (um) minuto. Transferiu-se o material para outro vidro relógio e se coloriu com uma gota de safrablau por cerca de 1 (um) minuto. Após esse tempo, hidratou-se com água destilada.

O corte selecionado e corado foi depositado, por meio de um pincel fino, em uma lâmina histológica. Pingou-se uma gota de glicerina sobre o material, cobrindo cuidadosamente com lamínula para evitar o acúmulo de bolhas de ar. Esse é um método semipermanente de montagem das lâminas.

Nos cortes paradérmicos, posicionou-se a face abaxial da folha voltada para frente de seu manipulador, enrolando-a sobre o dedo indicador, para cortar lascas bem delgadas do material através de uma lâmina de barbear. Os cortes são mais ou menos oblíquos e se estendem da epiderme superior à inferior, sendo paralelos à epiderme (Raven *et al.*, 2001). Novamente, selecionaram-se os cortes mais finos, os quais foram alvejados, corados e depositados em lâminas histológicas, conforme procedimentos anteriores.

Visualizou-se no corte transversal da nervura central, por meio de microscopia a organização dos tecidos vasculares e dos tecidos de preenchimento, tricomas e mesofilo foliar. Já para os cortes paradérmicos o objetivo foi visualizar a organização dos estômatos e dos tricomas, na face abaxial da folha. Fotografaram-se as imagens obtidas das estruturas anatômicas foliares para estudo e análise (Aplicativo Leica Versão 2.6.0R1 Copyright© 2003-2007)

3. Resultados e discussão

3.1 Nervura central

A nervura principal de *T. barbata*, em secção transversal, apresenta contorno ligeiramente triangular. O feixe vascular é disposto na forma de meio arco, em ilhotas, preenchido com parênquima na região central da nervura, no qual o tecido parenquimático é circundado por células do colênquima. O Padrão de vascularização da nervura central de *Tabebuia barbata* apresenta um conjunto de traços livres ao redor da abertura principal, formando uma leve triangulação (Radford *et al.*, 1974) (Figura 15A). As células da epiderme formam uma única camada, logo após a cutícula espessa, na qual apresenta tricomas peltados e tectores ou cônicos (Figuras 15: A2, B1) Logo abaixo da epiderme, observa-se colênquima com 3-4 camadas, seguido por parênquima com paredes delgadas, (Figuras 15: A, A1, B).

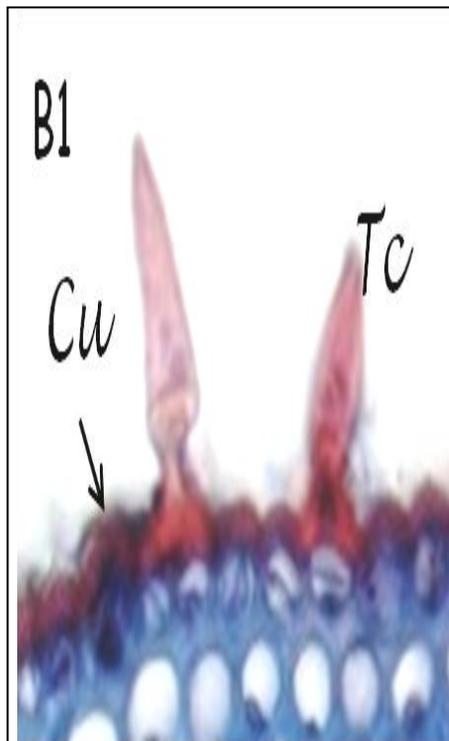
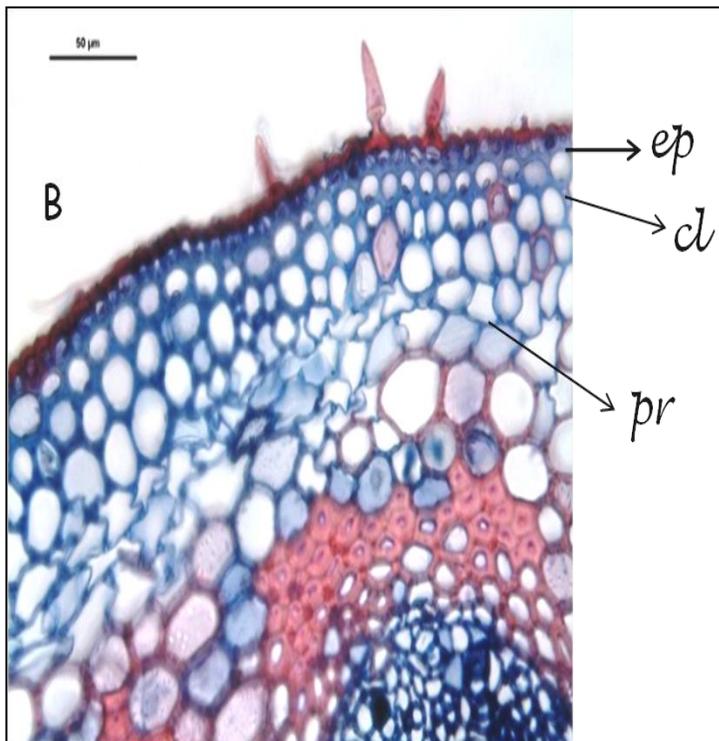
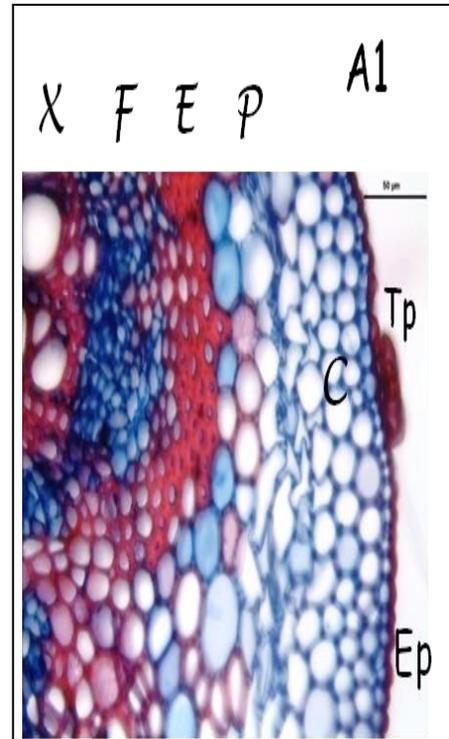
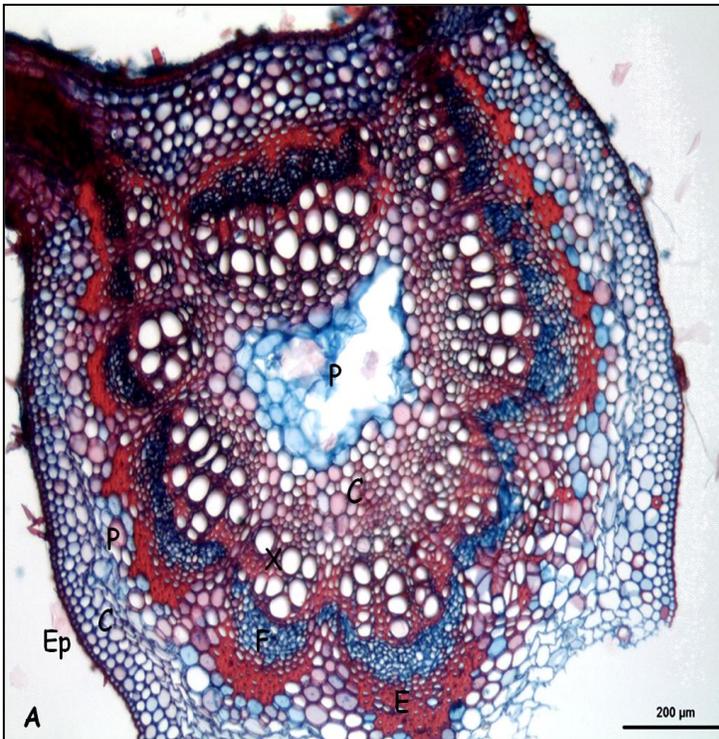


Figura 15: A. Corte transversal da nervura principal de *Tabebuia barbata*, cheia no Baixo Rio Negro – Furo Acurau: P: parênquima, C: colênquima. A1: E: esclerênquima, F: floema, X: xilema. A2: Tp: tricoma peltado B: Ep: epiderme, Cl: colênquima, Pr: parênquima. B1: Cu: cutícula, Tc: tricoma cônico, tector.

As nervuras maiores são circundadas por células do parênquima. As células parenquimáticas estão envolvidas em atividades como fotossíntese, reserva e secreção (atividades que dependem de protoplasto vivo); podendo também atuarem no movimento da água e transporte de substâncias de reserva nas plantas. Em dicotiledôneas, as nervuras centrais são margeadas por células de colênquima e de esclerênquima, que fornecem suporte à folha. Células de colênquima, assim como as células de parênquima são vivas na maturidade; contêm espessamentos irregulares e paredes primárias não lignificadas, oferecendo pouca resistência ao alongamento da região da planta na qual elas se encontram. A característica principal das células esclerenquimáticas são as paredes secundárias espessadas e lignificadas. Ligninas são polímeros associados à celulose na parede celular cuja função é de conferir rigidez, impermeabilidade e resistência a ataques microbiológicos e mecânicos aos tecidos vegetais. Estão presentes nas partes mais endurecidas, sendo elementos importantes de resistência e de sustentação das plantas (Raven *et al.*, 2001). As células do esclerênquima são geralmente desprovidas de protoplasma (Esau, 1976; Fahn, 1990).

Xilema e floema formam um sistema contínuo de tecido vascular que se estende pelo corpo da planta, os quais foram originados a partir do câmbio vascular, um meristema de crescimento secundário. O xilema ocorre no lado superior da nervura e o floema ocorre no lado inferior (Figuras 15: A, A1). O sistema fundamental é constituído por tecido parenquimático, tecido colenquimático e tecido esclerenquimático (Figuras 15: A, A1, B). Esses tecidos são de sustentação e preenchimento, elasticidade e de proteção, respectivamente (Esau, 1976; Fahn, 1990).

As células epidérmicas se encontram dispostas compactamente e cobertas com cutícula (Figura 15 B1). A cutícula é composta de cutina, um polímero de lipídeo, que atua como uma substância impermeabilizante, reduzindo a perda de água. Pêlos epidérmicos ou tricomas podem ocorrer em uma ou em ambas as superfícies da folha. Coberturas de pêlos epidérmicos especiais e as resinas secretadas por alguns tricomas também podem retardar a perda de água pelas folhas (Esau, 1976; Fahn, 1990; Raven *et al.*, 2001).

Espécies de *Tabebuia* apresentam variados tipos de tricomas – estrelado, peltado, entre outros (Gentry, 1992). Em *T. barbata*, encontramos tricomas epidérmicos do tipo peltado e cônico, conforme classificação de Radford *et al.* (1974) (Figuras 15: A2, B1). Os tricomas tectores ou cônicos são eretos, pluricelulares, exibindo célula apical alongada e de extremidade afilada. Estes estão em maior número sobre a epiderme da nervura de maior calibre. Os tricomas glandulares ou peltados são curtos e achatados sobre a epiderme (Figura 15).

3.2 Mesofilo

Geralmente as folhas de Bignoniáceas são dorsiventrais (Gentry, 1992). Em corte transversal, observa-se o mesofilo com duas camadas de células na epiderme adaxial e uma camada de células na epiderme abaxial. As células da epiderme adaxial se apresentam maiores e mais arredondadas e as da epiderme abaxial, mais alongadas. (Figura 16 A). Epiderme abaxial se apresenta com tricoma peltado glandular (Figura 16 A1) e com estômatos (Figura 17 B1.). Tricoma peltado também situado em depressão na epiderme superior (Figura 17 B1). O parênquima paliçádico, com duas camadas de células colunares e o lacunoso com células arredondadas dispostas irregularmente, com 4-5 camadas interrompidas por câmaras subestomáticas (Figuras 16 e 17).

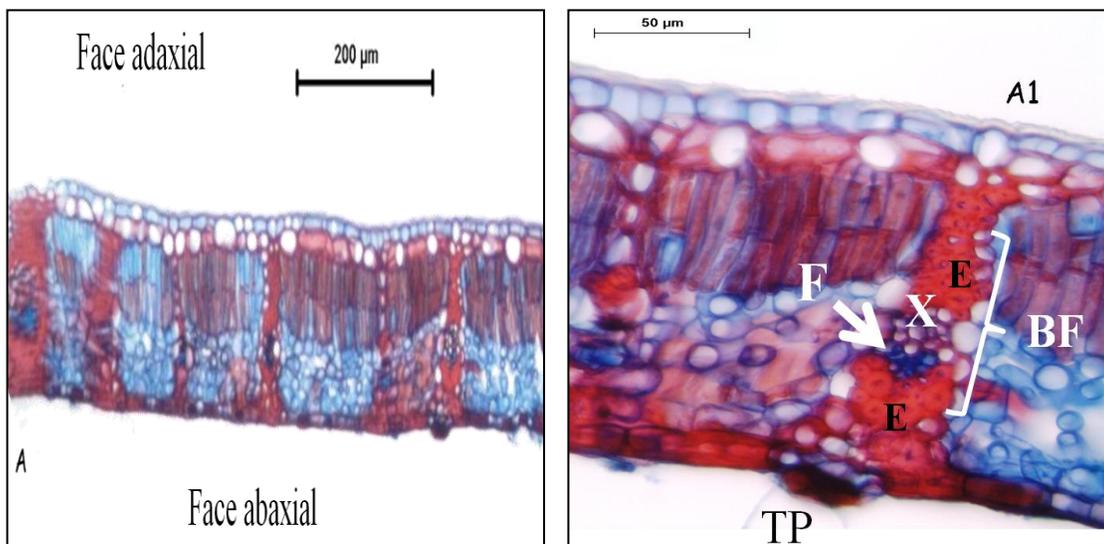


Figura 16: Lâmina foliar (mesofilo) de *Tabebuia barbata*. A. Coloração seguida de fotografia. **A1**-Nervura de menor calibre: - E: esclerênquima, F: floema, X: xilema, Bf: bainha do feixe, Tp: tricoma peltado na epiderme inferior.

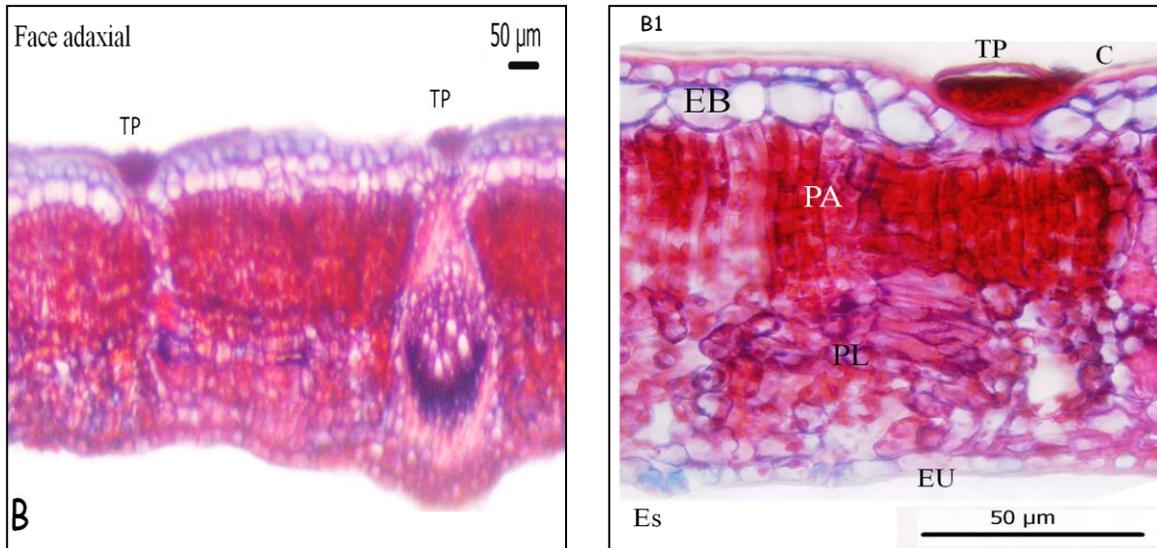


Figura 17: Lâmina foliar (mesofilo) de *Tabebuia barbata*. B. Tp: tricomas peltados em depressões da epiderme superior. Em destaque, nervura de menor calibre. **B1-** Dois dias após a coloração. Es: epiderme superior, Ei: epiderme inferior. -Pp: parênquima paliádico, Pl: parênquima lacunoso, C: cutícula. Estômatos na epiderme inferior, EB: epiderme biestratificada, EU: epiderme uniestratificada

O mesofilo de *T. barbata* é totalmente percorrido por um sistema de numerosos feixes vasculares ou nervuras de menor calibre, as quais se encontram relativamente imersas nesse tecido (Figuras 16 e 17). Essas nervuras menores desempenham papel importante na captação dos fotoassimilados das células do mesofilo. Apresentam-se envolvidas por uma ou mais camadas de células dispostas compactamente, formando a bainha do feixe (Figuras 16 A1 e 17 B). As bainhas dos feixes prolongam-se até as terminações das nervuras, assegurando que nenhuma parte do tecido vascular fique exposta ao ar dos espaços intercelulares e que todas as substâncias que entrem ou saiam dos tecidos vasculares tenham que passar através da bainha. As extensões da bainha do feixe fazem conexão com ambas as epidermes, fornecendo suporte mecânico à folha e conduzindo água do xilema para a epiderme (Esau, 1976; Fahn, 1990; Kozlowski *et al.*, 1971).

Segundo Raven *et al.* (2001) esse padrão é observado nas mesófitas, onde o mesófilo comumente se apresenta diferenciado em parênquima paliçádico e parênquima lacunoso. As células do tecido paliçádico são colunares, com seus eixos mais longos orientados em ângulo retos com a epiderme, e as células do parênquima lacunoso apresentam formato irregular. A maior parte da fotossíntese na folha, aparentemente, ocorre nas células do parênquima paliçádico (Figura 18).

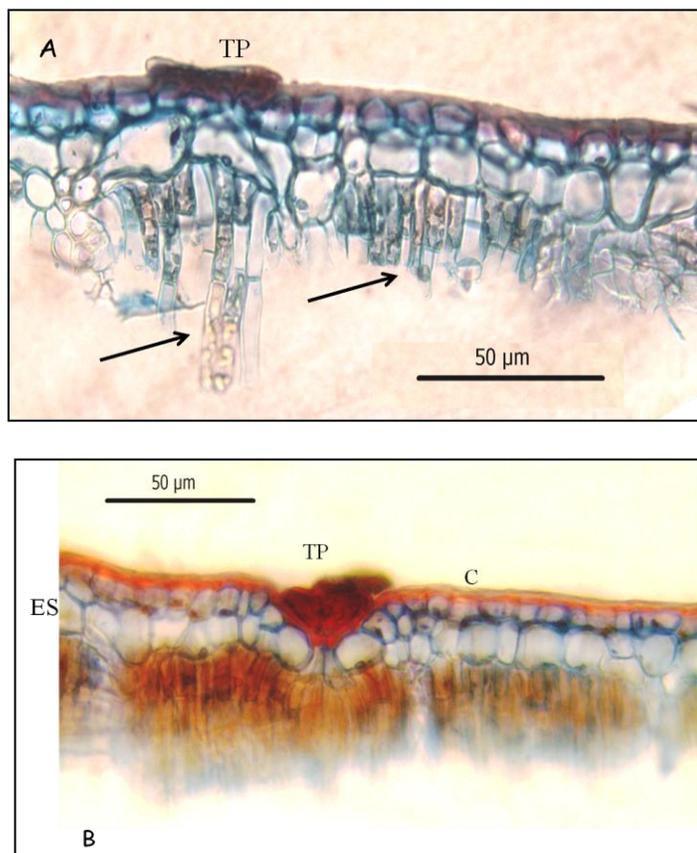


Figura 18: Mesófilo – face adaxial: Mesófilo é o conjunto de tecidos parenquimáticos posicionados entre as epidermes adaxial e abaxial das folhas dos vegetais. É constituído pelos parênquimas paliçádico (face adaxial) e lacunoso (face abaxial). Essa disposição permite maior eficiência na produção de fotoassimilados (fotossíntese). **A:** setas indicam a presença de cloroplastos no parênquima paliçádico. **B:** TP – tricoma peltado sobre depressão da epiderme adaxial, ES: epiderme superior ou adaxial com duas camadas de células, C: cutícula.

Somente na epiderme abaxial, em vista frontal, visualizam-se estômatos anomocíticos com células guardas grandes, circundadas por células subsidiárias com paredes anticlinais sinuosas. (Figura 16).

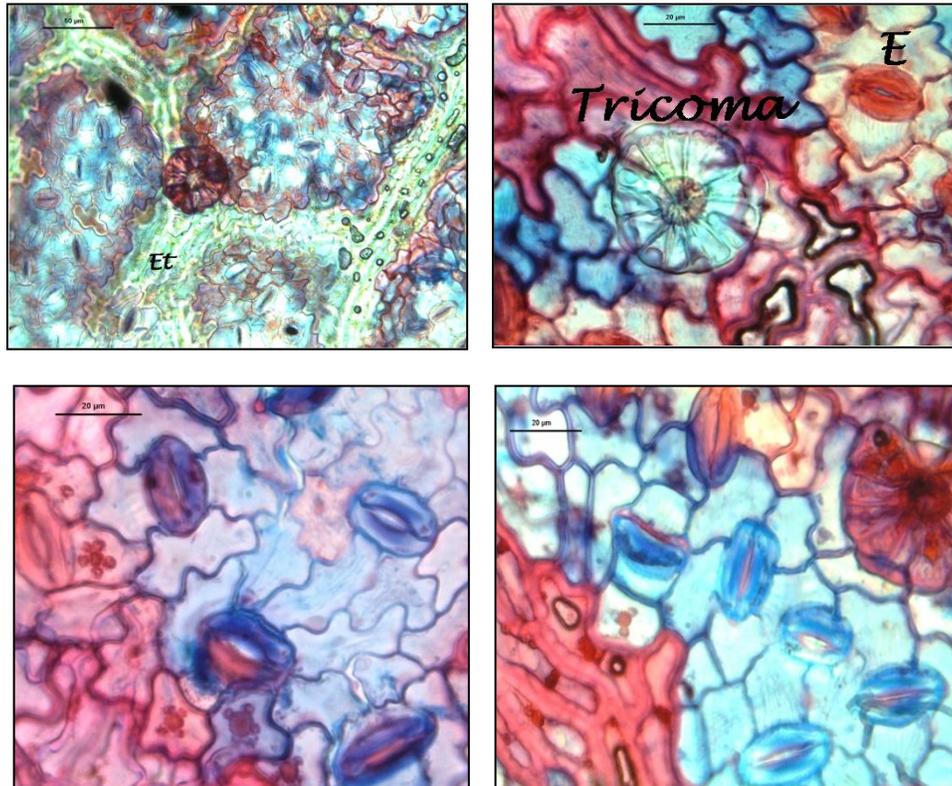


Figura 19: Cortes paradérmicos da face abaxial da folha de *Tabebuia barbata*, evidenciando estômatos anomocíticos, onde o número e a disposição de células subsidiárias são variáveis (Radford *et al.*, 1974). Tricomas peltados na epiderme inferior; E: estômato; Et: elementos traqueais.

Tabebuia barbata ocorre em floresta alagável (Gentry, 1992, Figura 2, item 1.2), e como tal apresenta características relativas à adaptação a um ambiente úmido e de solo pobre em nutrientes. Foram encontrados caracteres considerados mesófitos, como folha dorsiventral, sendo que os estômatos são restritos apenas à face abaxial da lâmina foliar (comum em plantas xerófitas). Tricomas tectores e/ou glandulares foram encontrados. As espécies xerófitas, geralmente, apresentam um grande número de

tricomas tectores, que teriam papel importante na redução da perda d'água pela transpiração e também para isolar o mesofilo do calor e/ou luz excessiva. Comum também foi a presença de esclerênquima desenvolvido (caráter xeromorfo). Entretanto, nem sempre a presença dessas características está relacionada com o fator água; eles também podem ser resultado de um solo deficiente em nutrientes. Segundo Ferri (2007) e Kozlowski e Hillel (1971), a falta de nitrogênio conduz à formação adicional de esclerênquima. Nesse caso, a presença de uma grande quantidade de esclerênquima seria uma consequência da deficiência daquele nutriente no solo e não devido a pouca disponibilidade de água (Ferri, 2007).

No entanto a espécie é decídua, onde as folhas sofrem abscisão geralmente na estação de cheia do Rio Negro e nesse período as poucas folhas encontradas se apresentaram com aspecto mais enrijecido (Fahn, 1990 e Kozlowski *et al.*, 1971). Para caracterização diagnóstica da espécie quando usada como matéria - prima, deve-se levar em conta o a sazonalidade da região como também os ciclos do vegetal, especialmente a questão foliar (figura 20). Estudos comparativos da anatomia foliar em ambientes distintos (solo alagado e solo drenado) demonstram diferenças no diâmetro e espessura das estruturas anatômicas de outra espécie de ipê como a *Tabebuia cassinoides* (Lam.) DC (Bignoniaceae). Em solo drenado, as dimensões das estruturas anatômicas foliares são menores (Carrera-Silveira, 2008).

De acordo com Pigliucci (1998) e Sultan (2000), a capacidade do genótipo de um indivíduo em expressar diferentes fenótipos quando exposto à ambientes distintos é um atributo genotípico denominado plasticidade fenotípica (Fahn, 1990; Kozlowski e Hillel, 1971). Waldhoff (2003), analisando a estrutura foliar de espécies de florestas

alagáveis na Amazônia Central, demonstrou variações nas estruturas sobre efeitos da inundação.



Figura 20: Desenvolvimento foliar de *Tabebuia barbata*. A: Primeira coleta em Julho de 2009, durante cheia do Rio Negro. B e C: Setembro de 2009, cheia do Rio Negro. D: Fevereiro de 2010, durante seca. E: julho de 2010, coleta durante cheia.

Capítulo 2

POTENCIAL FITOCOSMÉTICO DO CAPITARIZEIRO, IPÊ ROXO
OU PAU D'ARCO - *Tabebuia barbata* (E. MEY.) SANDWITH
(BIGNONIACEAE)

1. Biotecnologia e Cosmetologia

A Convenção sobre Diversidade Biológica da Organização das Nações Unidas (ONU) possui uma das muitas definições de Biotecnologia. Define-se pelo uso de conhecimento sobre os processos biológicos e sobre as propriedades dos seres vivos, com o objetivo de resolver problemas e criar produtos de utilidade (Nações Unidas no Brasil, 2010). Nesse contexto, a aplicação cosmética dos conhecimentos da biotecnologia moderna deve acelerar bastante os resultados em relação ao rejuvenescimento cutâneo como também benefícios no trato geral do corpo humano (Peyrefitte *et al.*, 1998).

O termo “cosmética” foi criado no século XVI a partir do grego *Kosmêticos*, que significa “relativo ao adorno”, sendo a raiz da palavra Kosmos: “ordem” (Peyrefitte *et al.*, 1998). A utilização de produtos cosméticos remonta ao antigo Egito. Os faraós e suas esposas pintavam o rosto, tingiam os cabelos com a hena (*Lawsonia inermis* L., Lythraceae), que é um dos cosméticos mais antigos que conhecemos. Um dos componentes responsáveis pela ação do corante é a naftoquinona lawsona (consultar Figura 3) obtida das folhas desse vegetal (Simões *et al.*, 2007).

A arte de parecer tem assim atravessado todas as épocas sem obstrução. Mas hoje, diante do sucesso crescente dos cosméticos e da multiplicidade dos produtos oferecidos, todos os países ocidentais editaram leis para garantir a inocuidade desses produtos, deixando sobre responsabilidade dos pesquisadores a avaliação científica de sua eficácia (Peyrefitte *et al.*, 1998).

Fitocsméticos são preparações constituídas por substâncias naturais, de uso externo nas diversas partes do corpo humano, pele, sistema capilar, unhas, lábios,

órgãos genitais externos, dentes e membranas mucosas da cavidade oral, com o objetivo exclusivo ou principal de limpá-los, perfumá-los, alterar sua aparência, corrigir odores corporais e ou protegê-los ou mantê-los em bom estado (APL de fitoterátipos e fitocosméticos, 2008). Fitocosmético pode ser definido como o cosmético que contém ativo natural, de origem vegetal, seja um extrato, óleo ou óleo essencial, cuja ação define a atividade do produto (Isaac *et al.*, 2008).

Franco *et al.*, em 1986, avaliaram formulações de tinturas capilares à base de Lapachol as quais atuam segundo um processo de difusão no fio de cabelo, fixando-se pela penetração no tecido, o que lhes confere durabilidade e estabilidade à cor obtida. As cores avaliadas foram Preta, Vermelha, Castanha e Loura. Observou ainda que o Lapachol absorve energia no espectro UV (Ultravioleta) na faixa de 200-350nm, considerada como sendo a faixa eritremática do espectro eletromagnético. Esta absorção dá ao Lapachol características de filtro solar criando um efeito protetor para a fibra do cabelo. Além disso, a penetração do Lapachol no tecido capilar, por entre as células das cutículas (fibra do cabelo), age como um plastificante da córnea, conferindo flexibilidade, volume e brilho ao cabelo, aliado a resistência à lavagem. Devido às características estruturais da molécula do Lapachol, que apresenta maior componente apolar, funciona melhor como plastificante queratínico. Como já relatamos nessa dissertação, o Lapachol é uma das naftoquinonas naturais (são pigmentos cuja cor vai desde o amarelo, passando pelo alaranjado, ao vermelho intenso). Encontra-se em maior quantidade nas plantas superiores. O Lapachol ou 2-hidroxi - 3 - (3-metil-2-butenil) – 1,4 naftoquinona (consultar Figura 3) se encontra na casca e madeira das espécies de *Tabebuia* (Revilla, 2004).

O Plano de Desenvolvimento APL (Arranjos Produtivos Locais) de Fitoterápicos e Fitocosméticos (2008), elaborado a partir da parceria entre a SEPLAN, SDS, SEPROR, SECT, IDAM, ADS, Prefeituras, UEA, SEBRAE/AM, SUFRAMA, EMBRAPA, INPA, IPAAM, AFEAM, Banco da Amazônia, Banco do Brasil, entre outras instituições e representações da sociedade civil organizada aponta a expansão da demanda por produtos naturais, onde parte da indústria de cosméticos esta voltada para extratos e óleos essenciais. Segundo este documento a American Chemical Society e a Royal Society of Chemistry, as indústrias de cosméticos dos EUA vendem cerca de US\$ 18 bilhões por ano, dos quais 10% são de produtos com bases naturais. A participação dos insumos naturais no valor de vendas é da ordem de 10%. Neste contexto, a indústria de cosméticos foi buscar no conhecimento tradicional, receitas para rejuvenescimento, hidratação e relaxamento da pele e dos cabelos.

As principais empresas de porte médio e grande que utilizam os produtos naturais são: Clarins, Yver Rocher, Biotherm, Ushua, Rose Brier e Mahogany. Recentemente empresas como L'Oreal, Esther Laudel e Clinique criaram linhas específicas de produtos com bases naturais. Na Ásia, as japonesas Shiseido e Mitsubishi têm crescido muito nos últimos anos, devido aos grandes investimentos nesta linha de bases naturais, principalmente com o uso de antioxidantes naturais em seus cosméticos. O faturamento da Clarins demonstra a potencialidade do mercado de cosméticos contendo bases naturais: atingiu 10 US\$ bilhões em 1999, com crescimento anual médio de 10% na última década. Em nível nacional e local, apenas pequenas empresas comercializam cosméticos com bases naturais, tais como a Natura, Boticário, Chamma e Juruá, além de farmácias de manipulação.

No mercado internacional foram identificados alguns fornecedores e produtores, principalmente nos EUA. Baseado nesse aspecto estimou-se os produtos mais comercializados nesse país. O guaraná é o destaque, embora muito inferior se comparado com as plantas de maior sucesso comercial. Em seguida o Pau d'Arco (Quadro 2), usado há anos como adstringente, antiinflamatório e analgésico, tem seus constituintes químicos e ingredientes ativos bem documentados (APL de fitoterápicos e fitocosméticos, 2008).

Quadro 2: Estimativas das plantas medicinais brasileiras mais negociadas no EUA, segundo APL de Fitoterápicos e Fitocosméticos.

Planta Medicinal	Nº de fornecedores identificados	Nº de produtores identificados
• Guaraná – <i>Paullinia cupana</i>	49	99
• Pau d'Arco – <i>Tabebuia impetiginosa</i>	7	59
• Suma – <i>Pfaffia paniculata</i>	29	46

Fonte: Catálogos de produtores e fornecedores e lojas virtuais de suplementos nutricionais.

Segundo os Arranjos Produtivos Locais (APLs) de fitoterápicos e fitocosméticos (2008), os fatores apontados como entraves, são: dificuldades de fornecimento nas quantidades desejadas; fornecimento contínuo de matéria-prima da mesma espécie vegetal; falta de controle de qualidade; excesso de peróxido nos extratos de plantas amazônicas, sem a existência de unidades de purificação, para eliminação ou redução destes elementos a níveis aceitáveis internacionalmente; e ausência de certificação ambiental. Também, a demanda no trato do embelezamento pessoal demonstra e

justifica a importância, dos que fazem uso da técnica, em aprimorar os seus conhecimentos técnico-científicos, necessários ao bom desempenho do seu papel, portanto é de suma importância o treinamento e a formação profissional de mão-de-obra qualificada.

Quanto ao controle de qualidade, o órgão governamental regulamentador e fiscalizador é a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). O controle de qualidade é o conjunto de atividades destinadas a verificar e assegurar que os ensaios necessários e relevantes sejam executados e que o produto não seja disponibilizado para uso e venda até que cumpra com a qualidade preestabelecida. Essas atividades não devem se limitar às operações laboratoriais, mais abranger todas as decisões relacionadas à qualidade do produto (ANVISA, 2008).

É de responsabilidade das empresas fabricantes e importadores submeter os produtos cosméticos ao controle de qualidade. Para isso, devem disponibilizar recursos para garantir que todas as atividades a ele relacionadas sejam realizadas adequadamente e por pessoas devidamente treinadas. O pessoal que realiza as tarefas específicas deve ser qualificado com base na sua formação, experiência profissional, habilidades pessoais e treinamento (ANVISA, 2008).

É fundamental que esse processo seja permanentemente auditado, de maneira a corrigir possíveis distorções e garantir a sua melhoria contínua (ANVISA, 2008). No Brasil, A Lei nº 6.437/77- configura as infrações sanitárias, estabelece as sanções respectivas e dá outras providências sobre insumos farmacêuticos, produtos de higiene, cosméticos, saneantes e outros. Recomenda-se a consulta ao endereço

eletrônico WWW.anvisa.gov.br/cosmeticos/legis/index.htm, considerando as atualizações (decretos, portarias e resoluções).

2. Material e Método

Para a elaboração dos cosméticos, cuidados especiais no manuseio e manipulação da matéria prima devem ser seguidos, tanto no ato da coleta como no uso dos reagentes, protocolando cada etapa do processo. No laboratório, as bancadas devem permanecer sempre esterilizadas, assim como as vidrarias e recipientes. O manipulador deverá estar equipado com equipamento de proteção individual (EPI) como máscara, luvas e jaleco. Esses cuidados são imprescindíveis tanto para a proteção do manipulador como para que não haja contaminação dos materiais por microrganismos (ANVISA, 2008).

Além desses procedimentos, testes microbiológicos e ensaios organolépticos foram realizados, garantindo a qualidade do produto final, conforme recomendação da ANVISA (2008).

2.1. Etapa botânica

Estudos que envolvam plantas medicinais, tanto na área de etnobotânica, etnofarmacologia, farmacologia, farmacognosia, fitoquímica, agronomia ou biotecnologia, para que mereçam confiabilidade, devem partir da certeza de que as espécies envolvidas estejam corretamente identificadas (Mentz e Bordignon, 2007).

Nesse aspecto, a etapa botânica, relacionada à identificação do material em estudo, é de muita importância. Nesse trabalho, a caracterização da espécie, para sua determinação ou identificação, se iniciou pela observação de estruturas maiores,

macroscópicas, as quais foram complementadas por estudo anatômico foliar (caracterização microscópica).

2.1.1. Caracterização macroscópica

No momento da coleta (julho de 2010), o indivíduo fornecedor da matéria-prima não se encontrava na floração. As observações macroscópicas foram realizadas na árvore, folhas e frutos. Nesse período, a árvore tipo arbusto com cerca de 10 a 12 metros estava sobre solo alagado (Figura 21 A). Na Figura 12 pode-se observar o mesmo arbusto na seca (fevereiro de 2010).

A amostra para exsicata consta de folha palmada com cinco folíolos medindo 19 cm X 9 cm, quase lanceolado e com base arredondada, textura cartácea a coriácea (Figura 19 B). O tricoma tector simples no eixo dos nervos laterais, e a nervura central mais escura em relação às nervuras secundárias (Figuras 21: C, D, E e F). No arbusto encontramos cápsulas secas (frutos) de formato retangular-linear (Figura 21 G).

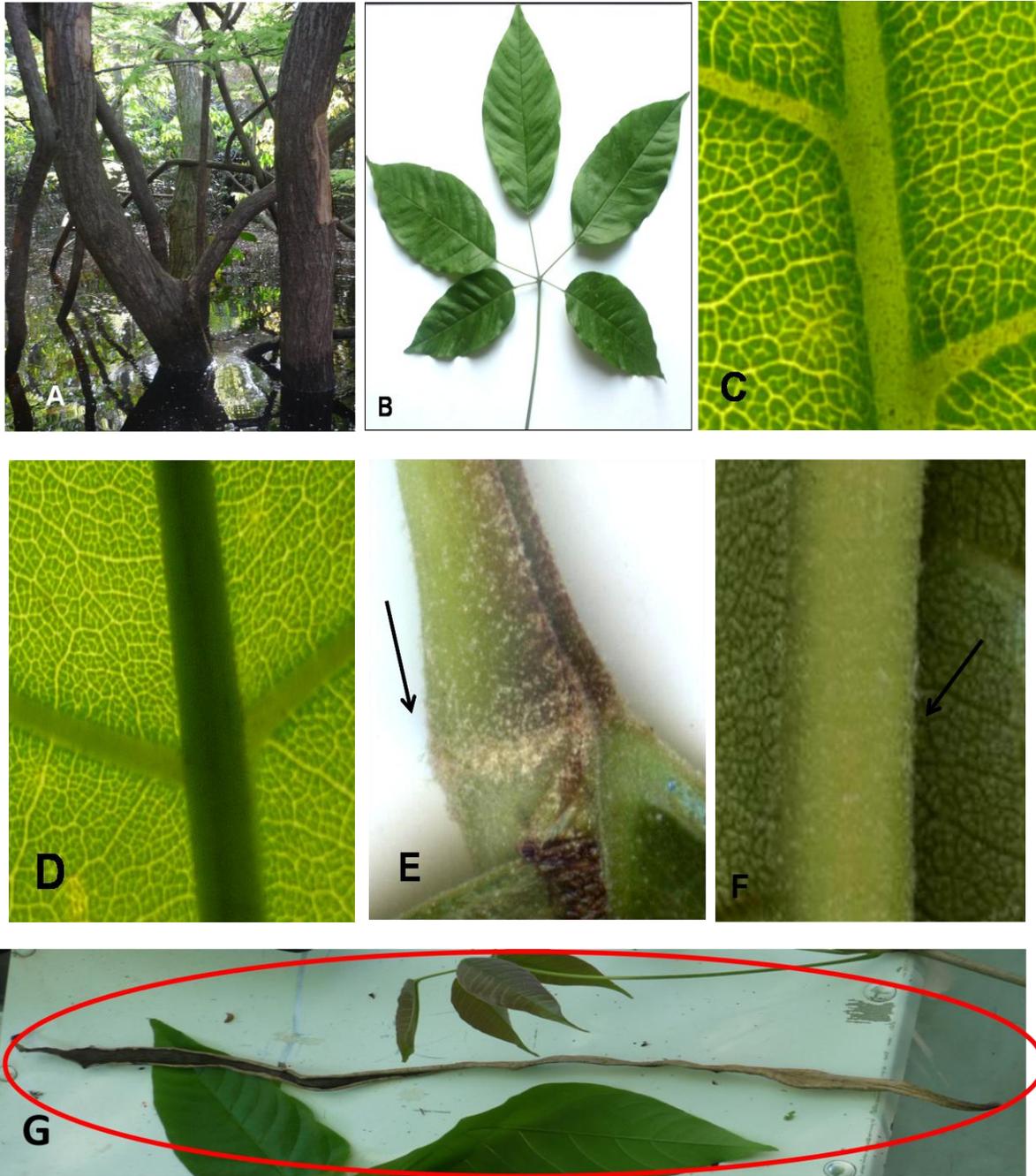


Figura 21: Caracteres macroscópicos de *Tabebuia barbata*: **A:** Árvore em igapó na cheia do Rio Negro. **B:** Folha palmada com cinco folíolos de textura cartácea a coriácea, coloração verde brilhante. **C:** Detalhe da face adaxial: disposição das nervuras. **D:** Face abaxial: nervura central mais escura em relação às nervuras secundárias. **E e F:** Detalhe do pecíolo e nervura central recoberta por tricomas tectores simples. **G:** cápsula linear medindo cerca de 38 x 3 cm do fruto de *Tabebuia barbata*.

2.1.2. Caracterização microscópica

Fragmentos do limbo foliolar foram retirados na região do terço médio (nervura central), do terceiro folíolo, sendo fixados em FAA₇₀ para análise sob Microscópio óptico, modelo Leica DFC290DM1000, Aplicativo Leica Versão 2.6.0R1 Copyright© 2003-2007.

Cortes transversais da nervura central foram feitos à mão livre. O corte selecionado e corado com safrablau foi depositado, por meio de um pincel fino, em uma lâmina histológica. Pingou-se uma gota de glicerina sobre o material, cobrindo cuidadosamente com lamínula para evitar o acúmulo de bolhas de ar.

A nervura mediana evidenciou-se desenvolvida, com feixe disposto na forma de meio arco, em ilhotas, preenchido com parênquima na região central da nervura, no qual o tecido parenquimático é circundado por células do colênquima. O Padrão de vascularização da nervura central de *T. barbata* apresenta um conjunto de traços livres ao redor da abertura principal, formando uma leve triangulação (Radford *et al.*, 1974) (Figura 22 A). O tecido esclerenquimático pouco desenvolvido está evidenciado nas Figuras 22 A, 22 C e 22 D. Tricomas tectores de diferentes tamanhos foram encontrados na face abaxial e na face adaxial (Figuras 22 – A e B).

O tecido fundamental apresentou espaços intercelulares reduzidos e cristais de forma variada nas células do parênquima e nas células do colênquima (Figura 23).

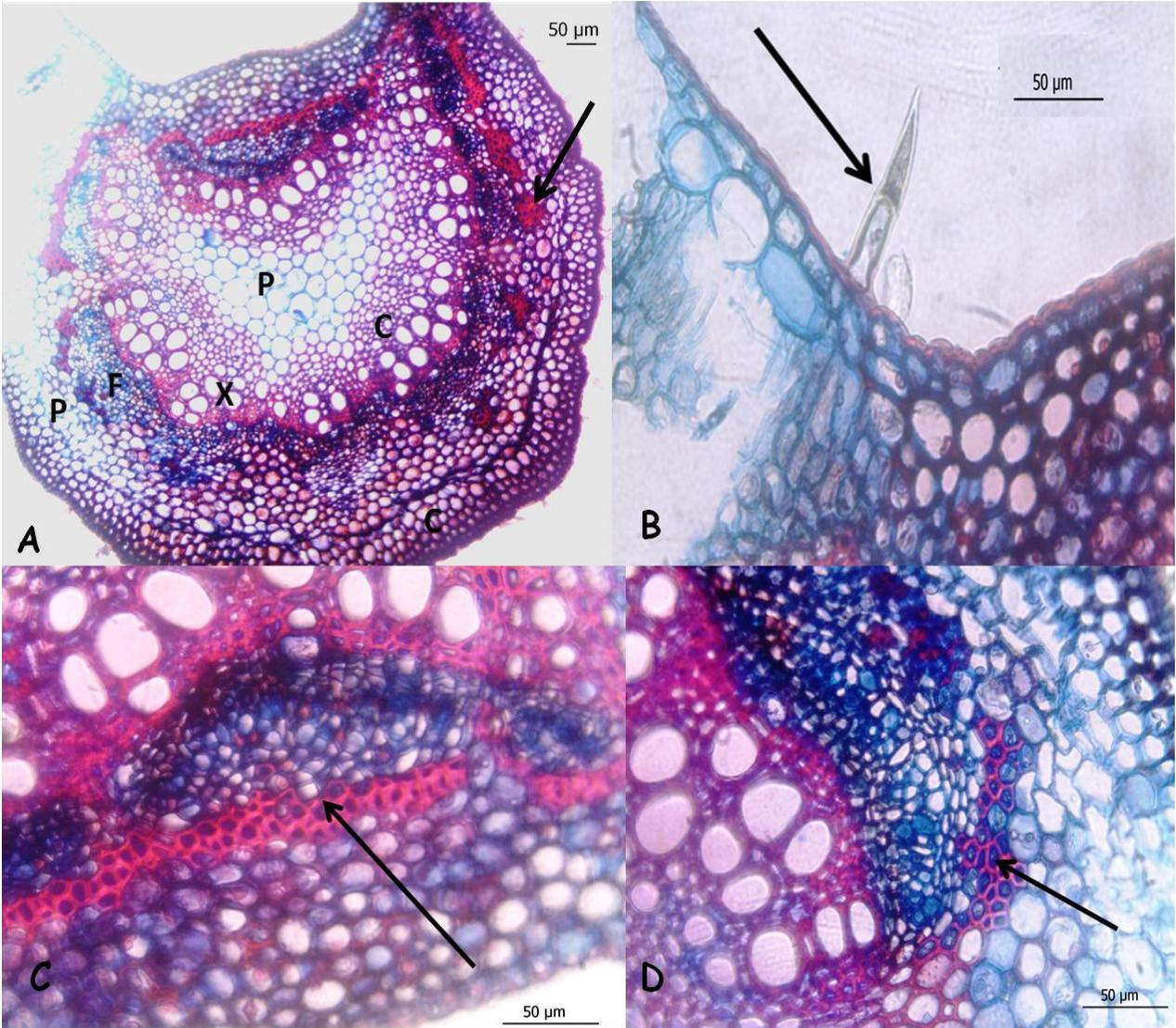


Figura 22: Seções transversais da nervura mediana. A. Feixe vascular. P: parênquima, C: colênquima. Seta: esclerênquima, F: floema, X: xilema. B: Seta indicando tricoma tector pluricelular. C e D: setas indicando células do esclerênquima.

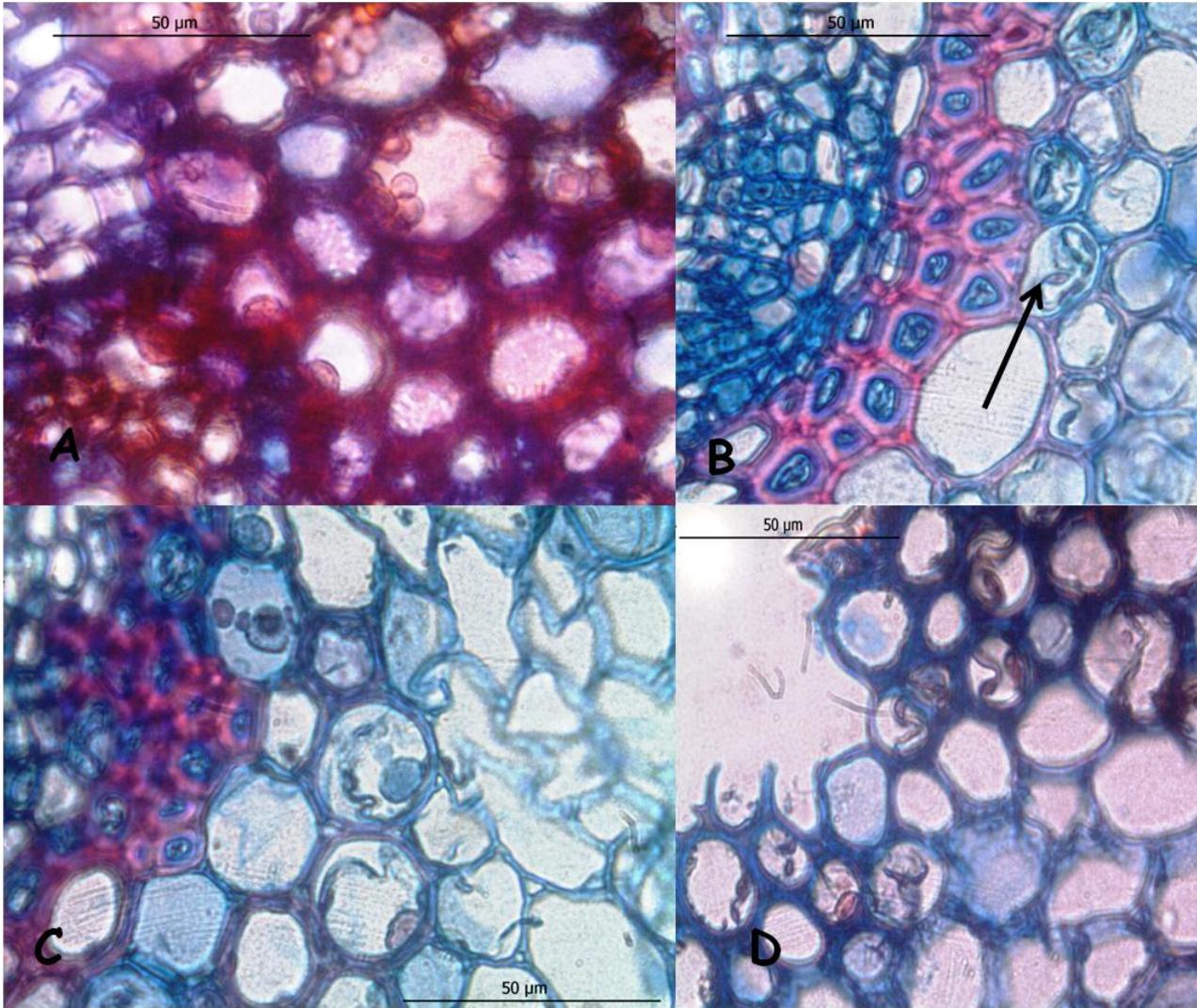


Figura 23: Seções transversais da nervura mediana. A: Detalhes de cristais ou estruturas de formas variadas nas células do colênquima. **B, C e D:** Detalhes de cristais ou estruturas variadas nas células do parênquima.

2.2. Coleta, secagem e moagem do material botânico

Amostras da casca e das folhas foram coletadas no Furo Acurau em julho de 2010 e identificadas como sendo de *T. barbata* (E. Mey) Sandwith conforme acervo do Missouri Botanical Garden ([http://www.tropicos.org/](http://www.tropicos.org/http://www.tropicos.org/Name/3701525) <http://www.tropicos.org/Name/3701525>) e pela Dra Veridiana Vizoni Scudeller, especialista em Bignoneáceas, como também, através de bibliografia especializada (Gentry, 1992).

As cascas e folhas foram secas ao sol, em local ventilado e em caixa de papelão, evitando-se contaminação por fungos. O material foi inspecionado continuamente. A secagem tem por finalidade a retirada de água, impedindo reações de hidrólise e de crescimento microbiano. A umidade residual dependerá do tipo de órgão que constitui o material vegetal (Bacchi, 1996).

Após a secagem, o material foi moído manualmente, lavado em água corrente e em água destilada. A moagem tem por finalidade reduzir, mecanicamente, o material vegetal a fragmentos de pequenas dimensões, preparando-o para a extração. O aumento da área de contato entre o material sólido e o líquido extrator torna mais eficiente a operação (Simões *et al.*, 2007).

2.3. Extrato glicólico da casca do Pau d'arco

O extrato glicólico é utilizado em loções, hidratantes, sabonetes, géis, xampu e condicionador. No extrato glicólico (hidrossolúvel), o solvente utilizado foi o propilenoglicol (1,2- propilenoglicol diminui o risco de contaminação bacteriana na preparação de cosméticos).

A maceração designa a operação na qual a extração da matéria-prima vegetal é realizada em recipiente fechado, em diversas temperaturas, durante um período prolongado, sob agitação ocasional e sem renovação do líquido extrator (Voigt, 2000). Em béquer de 1000 mL pesou-se 200 g da casca moída e lavada em balança semi-analítica. Em erlenmeyer de 1000 mL, adicionou-se 300 mL de propilenoglicol e 450 mL de água às cascas, os quais permaneceram por uma semana em refrigerador (2 °C). Nesse período o erlenmeyer permaneceu lacrado. A maceração designa a operação na qual a extração da matéria-prima vegetal é realizada em recipiente fechado, em diversas temperaturas, durante um período prolongado, sob agitação ocasional e sem renovação do líquido extrator (Voigt, 2000).

Após a maceração, o material foi filtrado em algodão, 453 mL de extrato glicólico 20%. Para a conservação do produto, adicionou-se 0,11g de ETDA (Ácido etilenodiaminotetracético -estabilizante para evitar a descoloração oxidativa em cosméticos) (0,05%). O extrato obtido (pH 4.92) foi acondicionado em vidro âmbar, à 2 °C, até o momento da formulação do cosmético.

2.4. Extrato oleoso da folha do Pau d'arco

No extrato oleoso o solvente utilizado foi óleo mineral. A vinte (20) gramas de folhas secas, lavadas em água corrente e em água destilada, foram acrescentados 160 mL de óleo mineral em erlenmeyer de 1000 mL. Os reagentes permaneceram macerando por uma semana. Trinta e cinco (35) mL do produto foram obtidos após filtração em algodão, sendo adicionados 0,01 g de conservante BHT (0,05%) - O di-terc-butil metil fenol (Butylated hydroxytoluene) é um composto orgânico lipossolúvel

e antioxidante usado como conservante para cosméticos,. O extrato oleoso da folha 10% (pH 6,75) foi acondicionado em vidro âmbar, à 2 °C, até o momento da formulação do cosmético.

2.5. Preparação de sabonete glicerinado com extrato oleoso 10%

Realizou-se a higienização, esterilização da bancada e vidrarias, em seguida a organização dos materiais e reagentes.

Materiais:

- Proveta de 50 mL;
- Proveta de 5 mL;
- Béquer de 1000 mL;
- Bastão de plástico;
- Banho-maria
- Forma

Reagentes:

- Base de glicerina 1000 g;
- Essência 30 mL;
- Extrato oleoso 10% de folha de Ipê roxo (*Tabebuia barbata*) 10 mL;
- Lauril 80 mL;
- Fixador 5 mL;
- Corante q.s

Manipulação:

Colocou-se a base glicerizada picada em béquer no banho-maria até derretimento total. Adicionou-se 10 mL de extrato, 10 mL de essência, 80 mL de lauril e 5 ml de fixador. Em seguida pode-se adicionar corante a gosto. Nesse produto, optou-se pelo não uso de corante. Mediu-se no pHmetro 10 mL de amostra que

atingiu o pH 9,17. Após a manipulação o produto foi deixado em formas, esperando-se a secagem por 24 h e depois desenformado e embalado.

2.6. Preparação de xampu com extrato glicólico 20%

Realizou-se a higienização, esterilização da bancada e vidrarias, em seguida a organização dos materiais e reagentes.

Materiais:

- Proveta de 500 mL;
- Proveta de 250 mL;
- Proveta de 10 mL;
- Proveta de 5 mL;
- Béquer de 1000 mL;
- Pisseta com água destilada;
- Bastão de Plástico;
- Embalagem de 30 mL.

Reagentes:

- Base para xampu 250 mL;
- Extrato Glicólico 20% casca de Ipê roxo (*T. barbata*) 10 mL;
- Água Destilada 750 mL;
- Essência 5 mL;
- Corante q.s

Manipulação:

Preparou-se 1000 mL de xampu de Ipê-roxo, adicionando-se 250 mL de base concentrada e 10 mL de extrato glicólico, homogeneizando-se lentamente a solução. Em seguida adicionou-se 5 mL de essência e 750 mL de água destilada. Optou-se pelo não uso de corante. Mediu-se no pHmetro 10 mL de amostra que atingiu o pH 7.53. Envazou-se em embalagem plástica

2.7. Ensaios organolépticos

São procedimentos utilizados para avaliar as características de um produto, detectáveis pelos órgãos dos sentidos; aspecto, cor, odor, sabor e tato. Fornecem parâmetros que permite avaliar, de imediato, o estado da amostra em estudo por meio de análises comparativas, com o objetivo de verificar alterações como separação de fases, precipitação e turvação, possibilitando o reconhecimento primário do produto. Deve-se utilizar uma amostra de referência (ou padrão) mantida em condições ambientais controladas, para evitar modificações nas propriedades organolépticas (ANVISA, 2008).

Os produtos (xampu e sabonete) foram armazenados no laboratório, sendo submetidos a variações temperatura (16°C a 28°C) e umidade do ambiente, durante 45 dias para a análise do teste de prateleira.

2.8. Controle Microbiológico

Controle Microbiológico constitui um dos atributos essenciais para o seu desempenho adequado, principalmente em relação à segurança, eficácia e aceitabilidade de produtos cosméticos. O controle microbiológico tem por objetivo avaliar contaminação microbiana – presença de fungos, leveduras e/ou bactérias – da matéria-prima e do produto acabado. Avalia, também, a segurança e eficácia dos conservantes durante a “vida útil” ou validade do produto (ANVISA, 2008).

Falha nas medidas preventivas e de controle do processo da fabricação pode resultar em produtos inadequados ao consumo. Além disso, os produtos com

composição complexa como medicamentos e cosméticos constituem fonte rica em nutrientes para o crescimento de microrganismos (Vermelho *et al.*, 2006).

2.8.1 Diluição dos produtos

Para efetuar a técnica de análise microbiológica, precisa-se da solução salina que é uma solução estéril, útil para fazer a diluição seriada. Iniciou-se com organização dos materiais e reagentes.

Materiais:

- Âmbar Transparente de 500 mL;
- Balão Volumétrico 500 mL;
- Proveta de 500 mL;
- Pisseta de 1000 mL;
- Vidro de Relógio;
- Balança Analítica;
- Bastão de Vidro;
- Béquer de 500 mL;
- Espátula.

Reagentes:

- Água Destilada 300 mL;
- Cloreto de Sódio (NaCl) 10,5 g.

Procedimento

Pesou-se no vidro de relógio 10,5 g de NaCl na balança analítica, mediu-se 300 mL de água destilada na proveta, adicionou-se o soluto no béquer em seguida diluiu-se em água destilada lentamente. Transferiu-se a solução para o balão volumétrico para obter a homogeneização. Após o preparo transferiu-se para o vidro âmbar em seguida

transferiu-se para o autoclave a solução até atingir a pressão de 120°C, decorrido o tempo de esterilização abriu-se o registro de vapor e esperou-se o manômetro voltar a zero.

2.8.2 Diluição dos meios de cultura

Utilizaram-se os seguintes meios de cultura para a realização do controle microbiológico: Ágar Ágar; Ágar Batata Dextrose e Ágar Sabouraud.

1. O Ágar Ágar é um meio de cultura muito empregado em microbiologia para culturas sólidas de bactérias, iniciou-se com a organização dos materiais e reagentes.

Materiais:

- Banho-Maria;
- Proveta de 250 mL;
- Erlenmeyer de 250 mL;
- Filme de PVC Transparente;
- Pisseta de 1000 mL;
- Balança Analítica;
- Vidro de Relógio;
- Bastão de Vidro;
- Autoclave.
- Espátula;
- Geladeira.

Reagentes:

- Ágar Ágar 13g;
- Água Destilada 200 mL.

Procedimento

Pesou-se 13g de Ágar Ágar no vidro de relógio, transferiu-se o soluto no erlenmeyer cuidadosamente. Em seguida adicionou-se 200 mL de água destilada lentamente até solubilizar, tampou-se e identificou-se o erlenmeyer. Solubilizou-se em banho-maria com a temperatura de 70°C a solução até atingir a concentração desejada deixou-se esfriar por 10 minutos. Em seguida autoclavou-se a solução até atingir a temperatura para esterilização do caldo nutritivo.

2. O Ágar Batata Dextrose: meio utilizado para isolamento, cultivo e contagem (placa) de bolores e leveduras.

Materiais:

- Banho-Maria;
- Proveta de 250 mL;
- Erlenmeyer de 250 mL;
- Filme de PVC Transparente;
- Pissete de 1000 mL;
- Balança Analítica;
- Vidro de Relógio;
- Bastão de Vidro;
- Autoclave;
- Espátula;
- Geladeira.

Regentes:

- Ágar Batata Dextrose 7,8g;
- Água Destilada 200 mL.
-

Procedimento

3. Ágar Sabouraud é um meio destinado ao cultivo e isolamento de fungos patógenos.

Materiais:

- Banho-Maria;
- Proveta de 500 mL;
- Erlenmeyer de 500 mL;
- Filme de PVC Transparente;
- Pisseta de 1000 mL;
- Balança Analítica;
- Vidro de Relógio;
- Bastão de Vidro;
- Autoclave;
- Espátula;
- Geladeira.

Regentes:

- Ágar Sabouroud 19,5 g;
- Água Destilada 300 mL.

Procedimento

Pesou-se 19,5g de Ágar Sabouraud no vidro de relógio, transferiu-se o soluto no erlenmeyer cuidadosamente. Em seguida adicionou-se 200 mL de água destilada lentamente até solubilizar, tampou-se o erlenmeyer e identificou-se.

Solubilizou-se em banho-maria com a temperatura de 70°C toda a solução até atingir a concentração desejada deixando esfriar por 10 minutos. Em seguida autoclavou-se a solução até atingir a temperatura para esterilização do caldo nutritivo.

2.8.3 Testes de semeadura e profundidade**Materiais:**

- Banho-Maria;
- Tubos de Ensaio;

- Placa de Petri;
- Pipeta de 5 mL (descartáveis);
- Pipeta de 2 mL (descartáveis);
- Bico de Bunsen;
- Câmara de Fluxo Laminar;
- Autoclave;
- Estufa;
- SWAB (cotonete utilizado para coleta de material biológico).

Reagentes:

- Solução Salina;
- Ágar Ágar.

Procedimento

Solubilizou-se em banho-maria com a temperatura de 70°C a solução, solubilizou-se a concentração do ágar-ágar e deixou-se esfriar por 10 minutos para iniciar a inoculação.

Ao mesmo tempo autoclavou-se os tubos de ensaios e as placas de Petri até atingir a pressão de 120°C. Em seguida foram secos, em estufa, a 150°C durante 15 minutos.

Na câmara de fluxo laminar (o filtro de ar e UV mantêm a esterilização do local) e com o Bico de Bunsen foram preparados quatro tubos de ensaios, identificando-se a solução mãe, com 9 mL da solução salina e 1 mL da amostra (xampu e sabonete). Numerou-se os três tubos de ensaios, transferiu-se 9 mL da solução salina no primeiro tubo e 1 mL da solução mãe; no segundo tubo transferiu-se 9 mL da solução salina e 1 mL da solução do primeiro tubo; no terceiro tubo transferiu-se 9 mL da solução salina e 1 mL da solução do segundo tubo. Finalizou-se a manipulação dos tubos, levou-se as

placas perto do Bico de Bunsen, retirou-se 2 mL da amostra do terceiro tubo para o teste de profundidade. Em seguida, adicionou-se em 1/3 placa de Petri o meio ágar ágar para realizar o teste de semeadura, com a ponta do swab retirou-se a amostra semeando na placa de Petri. O material foi deixado por 72h em temperatura ambiente (23° C a 28° C).

Procedimento para análises de semeadura e profundidade seguiu-se o mesmo processo do Ágar Ágar para Ágar Batata Dextrose e Ágar Sabouraud.

2.9. Pesquisa de metabólitos secundários (extratos da casca e da folha)

Gottlieb *et al.* (1996) diferenciam os metabólitos primários (carboidratos, lipídeos, proteínas e ácidos nucleicos) como sendo os fornecedores de matéria-prima e de energia para a formação dos metabólitos secundários, designando-os como especiais. Muitas dessas substâncias especiais (metabólitos secundários) estão envolvidas em mecanismos que permitem a adaptação ao meio, por exemplo, a defesa contra herbívoros e microorganismos, a proteção contra raios UV, a atração de polinizadores ou animais dispersores de sementes (Wink, 1990), bem como em alelopatias - capacidade das plantas, superiores ou inferiores, produzirem substâncias químicas que, liberadas no ambiente de outras, influenciam de forma favorável ou desfavorável o seu desenvolvimento - (Harborne, 1988). O elevado número e a grande diversidade dos metabólitos secundários vegetais têm despertado o interesse de pesquisadores de vários campos da ciência que vêem neles uma fonte particularmente promissora de novas moléculas potencialmente úteis ao homem (Simões *et al.*, 2007).

No intuito de se verificar a ocorrência de metabólitos secundários nas matérias-primas usadas nos produtos, amostras dos extratos da folha e da casca da espécie utilizada (*T. barbata*) foram analisadas por cromatografia gasosa e por espectroscopia de infravermelho. Para os ensaios em cromatografia gasosa utilizou-se o extrato hexânico da folha e da casca.

2.9.1 Condições cromatográficas

Cromatógrafo a Gás (VARIAN modelo CP-3800) acoplado com Espectrômetro de Massas (VARIAN modelo Saturn 2200).

Coluna Cromatográfica: VF-5MS (30m / 0,25mm / 0,25um).

Gás de Arraste: Hélio (pureza 6.0).

Fluxo do gás: 1,0 mL / min a uma pressão constante de 10psi.

Programa de Aquecimento:

40°C ----- 3,00 min.

60°C ----- velocidade de aquecimento de 10 °C/min - tempo de espera de 1,50 min.

70°C ----- velocidade de aquecimento de 20 °C/min - tempo de espera de 2,00 min.

120°C ----- velocidade de aquecimento de 20 °C/min - tempo de espera de 2,00 min.

150°C ----- velocidade de aquecimento de 20 °C/min - tempo de espera de 10,00 min.

Tempo total da corrida cromatográfica: 25,00 min.

Monitoramento de íon: 50m/Z a 640m/Z.

2.9.2 Espectroscopia de Infravermelho

Utilizou-se Técnica de pastilha de KBr em Espectroscópio de Infra-Vermelho com Transformada de Fourier (VARIAN modelo 640-IR). Os espectros obtidos foram comparados com a espectrotecas: EPA Library (EPL) – 3287 spectra; Pharmaceutical (PHF) – 2423 spectra; Geórgia State Crime Lab Drugs (GSD) – 1651 spectra.

3. Resultados e discussão

No Brasil, os ipês são mais citados ou conhecidos como plantas ornamentais pela beleza de sua copa quando da época de floração. No levantamento bibliográfico da espécie em estudo, vários trabalhos e artigos citam o potencial fitomedicinal do Lapachol (metabólito secundário), o qual se encontra principalmente entre as Tabebuias. O Lapachol, considerado uma naftoquinona, é encontrado em grandes concentrações no tronco e em pequena quantidade na casca.

Na Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Tupé (RDS-Tupé), o uso medicinal do capitarizeiro ou pau d'arco não é comum entre os comunitários (ribeirinhos). Pela dominância natural da espécie na localidade, a madeira de *T. barbata* é utilizada pelos moradores na construção de casas e embarcações, portanto, esse tipo de exploração pode levar à escassez desse recurso natural. Devido à necessidade do uso sustentável da espécie vegetal foi relevante buscar outras utilidades ou possibilidades para serem exploradas. O mercado de produtos naturais não madeireiros ainda é pequeno, mas essas alternativas podem ser apontadas por meio de pesquisa, planejamento e orientação perante a comunidade (Scudeller, com. pessoal, 2010). Além dessas etapas que envolvem o estudo *in situ*, outra etapa acontecerá de forma espontânea: a qualificação e preparação dos comunitários para esse novo mercado.

Lleras *et al.* (2004) relatam que uma das prioridades para a região, no que se refere a alternativas para exploração de recursos vegetais, está em usos medicinais e cosméticos. Explicam que o tempo entre a criação do produto e a aceitação no mercado seria menor, tendo um retorno mais rápido. Enfatizam ainda que se faz

necessário concentrar esforços no que se tem e no que se conhece. Embora o extrativismo tradicional tenha sido proposto como uma alternativa que deve ser incentivada, este pode, a médio e longo prazo, exterminar gradativamente as espécies porque não consegue atender as demandas do mercado e muito menos as da comunidade internacional, cada vez mais exigente de produtos de qualidade que não ameacem os recursos e o meio ambiente (Lleras *et al.*, 2003).

Através de revisão bibliográfica, verificaram-se ensaios sobre formulações de tinturas capilares à base de Lapachol como também estudos que relatam propriedades antifúngicas do extrato vegetal. Lapachol absorve energia no espectro UV (Ultravioleta) na faixa de 200-350nm. Esta absorção dá ao Lapachol características de filtro solar criando um efeito protetor para a fibra do cabelo. As características estruturais da molécula com maior componente apolar permitem uma ação plastificante, conferindo flexibilidade, volume e brilho ao cabelo (Franco *et al.*, 1986).

No trabalho de Guiraud *et al.* (1994), os fungos foram consideravelmente mais sensíveis do que bactérias, particularmente para a b-lapachona. No total tanto o Lapachol quanto a b-lapachona foram mais ativos que o cetoconazol (medicamento antifúngico). DeoxiLapachol, uma 1,4-naftoquinona foi reportado ser citotóxica e fungicida (Cruz Fonseca *et al.*, 2003). No Mercado Comum Europeu, o extrato glicólico (hidrossolúvel) da casca de *Tabebuia impetiginosa* (Mart. ex DC.) Standl é fornecido para a indústria cosmética pelo laboratório alemão Grau Aromatics - GmbH und Co.KG – Chemische Fabrik Schwäbisch Gmünd, com propriedade antifúngica (The Good Scents Company; European Commission Health and Consumers/ Consing – Cosmetic Ingredients & Substances, 2010).

Os extratos de folhas em diclorometano da *Tabebuia chysantha* Nichols (Bignoniaceae) e outras espécies revelaram atividade antifúngica contra dermatóides, atividade biológica atribuída provavelmente à presença de Lapachol e β -lapachona (Silva, 2006).

Dessa maneira, os produtos cosméticos elaborados a partir dos extratos de *T. barbata* poderão apresentar essas características citadas: fungicida e plastificantes queratínico. Portanto, testes posteriores deverão ser realizados comprovando as propriedades biológicas dos extratos da espécie em questão, entre eles o de citotóxicidade.

Um dos pré-requisitos para a comercialização de um cosmético é o controle de qualidade, onde protocolos e cuidados devem ser seguidos tanto na manipulação da matéria-prima (Figuras 24 e 25) como na do produto.



Figura 24: Matéria-prima utilizada no xampu de capitarizeiro ou pau d'arco (nome mais conhecido na Europa e EUA para as espécies de *Tabebuia* (Bignoniaceae). **A:** casca de *Tabebuia barbata*. **B:** Maceração da casca em propilenoglicol. **C:** Extrato filtrado e acondicionado em vidro âmbar.

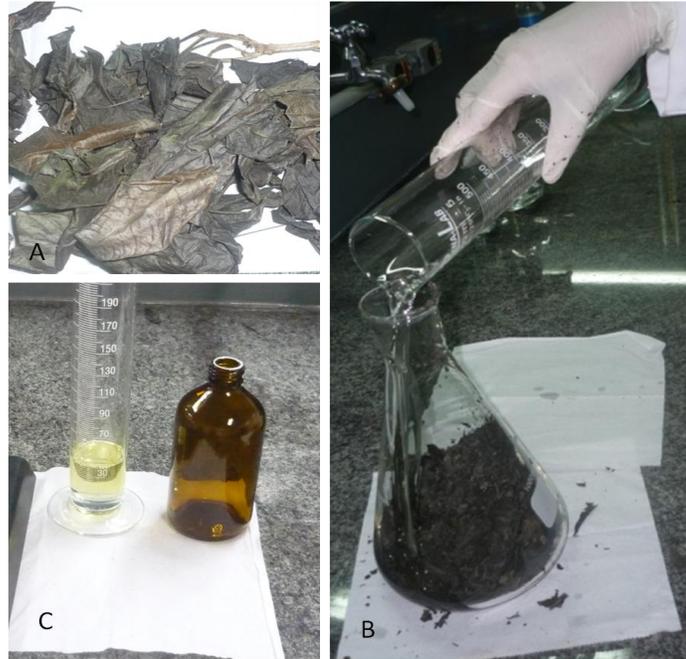


Figura 25: Matéria-prima utilizada no sabonete glicerinado de capitarizeiro ou pau d'arco. A: folha de *Tabebuia barbata*. **B:** Maceração da folha em óleo mineral. **C:** Extrato filtrado a ser acondicionado em vidro âmbar.

Durante um período de 45 (quarenta e cinco) dias, os xampus e sabonetes de *T. barbata* submetidos a variações de temperatura e umidade não apresentaram variações organolépticas como alterações na cor, na viscosidade e no odor (Figura 26)



Figura 26: Teste de prateleira do xampu e sabonete de capitarizeiro, ipê-roxo ou pau d'arco. - *Tabebuia barbata* (E. Mey.) Sandwith (Bignoniaceae).

Os testes de semeadura e de profundidade dos produtos foram satisfatórios, pois durante 48 h não se encontrou nenhum tipo de contaminação microbiológica.

Em escala artesanal, o uso de *T. barbata* como matéria-prima na formulação de cosméticos (xampu e sabonete), até o momento, encontra-se viável, haja vista a relativa abundância da espécie no trecho mapeado (Consultar Figuras 2 e 9). Essa

possibilidade pode ser confirmada pela quantidade mínima necessária de matéria-prima na elaboração do produto (Quadros 3 e 4).

Quadro 3: Rendimento das folhas de *T. barbata* na formulação de sabonete glicerinado.

CÁLCULO DE RENDIMENTO MATÉRIA PRIMA E PRODUTO			
FOLHA SECA	EXTRATO OLEOSO 10%	QUANTIDADE DE EXTRATO POR 1000G DE BASE GLICERINADA	TOTAL DO PRODUTO
20g	35 mL	10 mL	3500g ou 35 barras de sabonete de 100g

Quadro 4: Rendimento da casca de *T. barbata* na formulação de xampu.

CÁLCULO DE RENDIMENTO MATÉRIA PRIMA E PRODUTO			
CASCA SECA	EXTRATO GLICÓLICO 20%	QUANTIDADE DE EXTRATO POR 1000 mL DE PRODUTO	TOTAL DO PRODUTO
200g	453 mL	10 mL	45.3 L de xampu ou 189 xampus de 0.24L (240 mL)

A partir desses dados, critérios podem ser estabelecidos quanto ao manejo ou exploração, como quantidade de folhas e cascas as quais podem ser retiradas ou coletadas em determinado período, observando-se a sazonalidade da espécie e do nível das águas.

As análises morfológicas e anatômicas das folhas de *T. barbata* confirmaram as características da espécie, conforme a descrição de especialistas em Bignoniáceas (Scudeller, com. pessoal, 2010; Gentry, 1992), comprovando ser fonte de matéria-prima original.

O indivíduo fornecedor da matéria-prima caracterizava-se como árvore tipo arbusto com cerca de 10 a 12 metros, sobre solo alagado, apresentando cápsulas secas (frutos) de formato retangular-linear. As folhas tipo folha palmada com cinco folíolos medindo 19 cm X 9 cm, quase lanceolado e com base arredondada, textura cartácea a coriácea, com tricoma tector simples no eixo dos nervos laterais, e a nervura central mais escura em relação às nervuras secundárias .

O Padrão de vascularização da nervura central de *T. barbata* apresenta um conjunto de traços livres ao redor da abertura principal, formando uma leve triangulação (Radford *et al.*, 1974), com feixe disposto na forma de meio arco, em ilhotas, preenchido com parênquima na região central da nervura, no qual o tecido parenquimático é circundado por células do colênquima. Nas folhas jovens, o tecido esclerenquimático pouco desenvolvido foi evidenciado. Tricomas tectores característicos da família botânica, de diferentes tamanhos, foram encontrados na face abaxial e na face adaxial.

A caracterização anatômica nesse trabalho contribuirá como referência entre outros trabalhos de pesquisa e no controle de qualidade da matéria-prima quando da manipulação de um produto à base dos extratos vegetais dessa espécie, pois não foram encontrados artigos ou publicações nessa área. Dessa maneira, os resultados deverão ser publicados em revista especializada.

A fim de enriquecer a prospecção da espécie vegetal, amostra do extrato glicólico foi analisada por Espectroscopia de Infravermelho. Em cromatografia gasosa utilizamos os extratos hexânicos da folha e da casca. Os espectros obtidos foram

comparados com as espectrotescas: EPA Library (EPL) – 3287 spectra; Pharmaceutical (PHF) – 2423 spectra; Geórgia State Crime Lab Drugs (GSD) – 1651 spectra.

Dentre os espectros destacamos o obtido por Espectroscopia de Infravermelho o qual, quando comparado com os espectros das espectrotescas, indicou maior semelhança com hidrocarboneto pentacosano (Anexo 2). Os picos que se sobrepõem podem indicar alguma similaridade nas propriedades do extrato de *T. barbata*, mas não afirmam que a substância presente no extrato se trata do pentacosano. Ensaios mais apurados ou análises fitoquímicas deverão ser realizados.

O pentacosano (Figura 27) é um hidrocarboneto cuticular encontrado na maioria dos insetos, tendo propriedades de ferormônio em algumas espécies de abelhas como as *Andrena nigroaenea*, onde as fêmeas emitem uma mistura de tricosano ($C_{23}H_{48}$), pentacosano ($C_{25}H_{52}$). Faz parte de uma atraente mistura em *Orgyia leucostigma* – mariposa - e é secretada por glândula de defesa em Rhinotermitidae – cupins. *Cleome monophylla* L. (Capparidaceae) contém 9% de pentacosano, sendo uma planta com propriedade inseticida (NSDL- National Science Digital Library, 2010). Trata-se de hidrocarboneto alifático saturado encontrado na maioria dos insetos que é extraído da cera de abelha, mas também encontrada em outras ceras naturais. É utilizado como atrativo de parasitóides de afídeos ou pulgões (parasitas de plantas), ou seja, um biopesticida (PPDB - Pesticide Properties DataBase, 2010).



Figura 27: Fórmula estrutural do pentacosano. O pentacosano é um hidrocarboneto com Fórmula Molecular $C_{25}H_{52}$ e Massa Molecular 352, 69. Ponto de fusão: 53.00 - 55.00 °C à 760.00 mm Hg. Ponto de ebulição: 401,00 - 402,00 °C à 760.00 mm Hg. Fontes: <http://www.molport.com/buy-chemicals/search-in-progress>; *Handbook of Chemistry and Physics*. CRC Press, 76th edition (1995–1996).

Os resultados das amostras para Cromatografia Gasosa não evidenciaram metabólitos ou compostos nas cascas do capitarizeiro, como também apenas um composto no extrato hexânico das folhas, o benzeno acetaldeído (Figura 28, Anexo 5). O benzeno acetaldeído ou aldeído fenilacético é um líquido com cheiro forte de jacinto que se emprega em perfumaria (Diário Oficial da União – Jusbrasil, 1998).

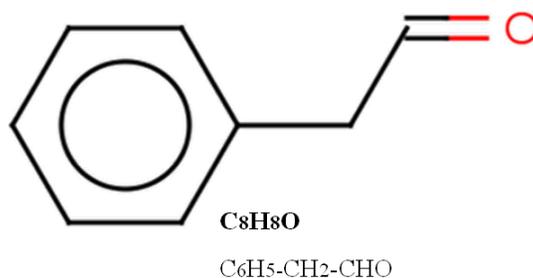


Figura 28: Fórmula molecular do benzenoacetaldeído. Sinônimos: Benzeno acetaldeído, Benzil carboxaldeído, Aldeído fenilacético, α -Tolualdeído, Aldeído α -toluico. Fontes: DrugBank - Computing Science & Biological Sciences, University of Alberta (Canada). <http://www.drugbank.ca/drugs/DB02178>; IFRA (International Fragrance Association). <http://www.abifra.org.br/bpf/Alde%EDdo%20Fenilac%E9tico.pdf>

Esses resultados se devem a pouca resolução da Cromatografia Gasosa em relação à Cromatografia Líquida (HPLC - Cromatografia Líquida de Alto Desempenho) como também artefatos da técnica que demandariam mais tempo para uma análise cromatográfica, haja vista a existência de um trabalho de fracionamento em HPLC com extrato etanólico da casca de *T. barbata*, combinados com análises em Espectroscopias de Ultravioleta (UV), de Infravermelho (IR) e de Massas; RMN ¹³C e RMN ¹H, no qual foram identificados compostos como naftoquinonas, entre eles o lapachol (Colman de Saizarbitoria *et al.*,1997).

5. CONCLUSÃO

Segundo Benchimol (1996), a questão amazônica não se centra apenas na questão do homem com a natureza, mas em três níveis fundamentais: a primeira é a relação homem com homem (de caráter existencial, filosófico e social), a segunda é a relação natureza com natureza (relações ecológicas entre as espécies), e a terceira é a relação natureza com homem e vice-versa. Esta última, onde se instalam os problemas, os recursos provenientes da biodiversidade devem ser usados com inteligência para que se assegurem os recursos genéticos as gerações futuras. Esse é um grande desafio, pois os recursos genéticos devem ser trabalhados à luz de perspectivas ecológicas e ambientais com o objetivo econômico. Para isso precisamos de mais ciência e biotecnologia, apontando alternativas para a região (Benchimol, 1996).

Promover o uso não-madeireiro do capitarizeiro (*T. barbata*), de maneira planejada, incentiva a preservação, pois a constância no fornecimento da matéria-prima é necessária, a qual gerará economia. Nesse sentido, a população vegetal já apresenta vocação, devido à abundância natural local como também deverá conter as características biológicas citadas (fungicida e plastificante queratínico), faltando apenas testes específicos confirmando sua aplicabilidade e outras propriedades.

Em se tratando de um novo setor na economia local, o mercado de fitocosméticos ainda encontra algumas barreiras, e nesse sentido, deve-se trabalhar com inovação e planejamento (Melo, 2010). Desse modo, o trabalho de pesquisa desenvolvido nessa dissertação visou elucidar de forma objetiva um novo caminho para a exploração desse recurso, onde outros projetos serão necessários e oportunos nas

etapas de extração de matéria-prima, na produção, na qualificação de mão-de-obra e na comercialização do produto.

Segundo Frickmann e Vasconcelos (2010), a base das cadeias produtivas da maioria dos bioprodutos se inicia nas Reservas de Desenvolvimento Sustentável (RDS), Reservas de Extrativismo Sustentável (Resex), Florestas Nacionais (Flonas), Terras Indígenas e Unidades de Reforma Agrária Sustentável. O desenvolvimento deste mercado, em bases sustentáveis, com apoio científico e tecnológico induz a inclusão social das populações amazônicas, valorizando seus conhecimentos e inserindo a comunidade num ciclo de atividade econômica, com aperfeiçoamentos tecnológicos capazes de agregar valor aos bioprodutos. As pesquisas científicas associadas apóiam estratégias de sustentabilidade social e ambiental, garantindo a conservação desses sistemas (Frickmann e Vasconcelos, 2010).

Atualmente, a maioria dos bioprodutos comercializados na Amazônia brasileira possui baixa densidade tecnológica, alguns deles são transformados diretamente em produtos como sabonetes e xampus. Poucos conseguem se transformar num produto acabado com todos os registros necessários para a sua livre comercialização nos mercados nacional e internacional (Frickmann e Vasconcelos, 2010). Por essa característica atual do mercado, produtos que venham a ser explorados ou produzidos pelas Comunidades da RDS – Tupé atenderão uma escala artesanal, num primeiro momento.

No entanto, mesmo numa escala artesanal, a demanda pelo produto poderá gerar lucros aliado ao potencial turístico local (as praias da RDS – Tupé são muito visitadas por turistas e pela população de Manaus); não deixando de lembrar que o

próprio *marketing* do referencial natural da Amazônia é fator de agregação de valor (Frickmann e Vasconcelos, 2010). Um Pólo Biocosmético é importante e estratégico, desde que as políticas públicas estejam voltadas para a valorização de produtos produzidos aqui, pois o valor agregado será devido à qualidade da matéria-prima (estas estarão mais próximas e frescas, evitando-se degradação).

Atualmente, na Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Tupé (RDS - Tupé), Baixo Rio Negro, diversas atividades multidisciplinares são desenvolvidas, atuando juntamente com a comunidade local, visando aliar pesquisa científica com desenvolvimento social e conservação da biodiversidade. Alguns dos projetos são voltados para o uso de plantas medicinais, valorização do conhecimento tradicional dos moradores da reserva e para etnobotânica; como também a bioprospecção dos recursos naturais visando o uso não madeireiro (Scudeller, com. pessoal, 2010).

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS – CAPÍTULO 1

- AKERELE, O. Summary of WHO guidelines for assessment of herbal medicines. *Herbal Gram* 28: 13-19. 1993.
- ALBUQUERQUE, U.P.; HANAZAKI, N. As pesquisas etnodirigidas na descoberta de novos fármacos de interesse médico e farmacêutico: fragilidades e perspectivas. *Revista Brasileira de Farmacognosia. Brazilian Journal of Pharmacognosy.* 16(Supl.): 678-689, Dez. 2006.
- ARRUDA, A. M. R. Levantamento Botânico e dos Recursos Hídricos para elaboração do Plano de Manejo da RDS do Tupé. Manaus: SEMMA, 2005.
- BARBOSA, A.L.; ARAÚJO, R.R.; SILVA, K.L.F. Utilização de caracteres anatômicos foliares na identificação de duas espécies de *Tabebuia*. Minas Gerais: Unileste, 2009.
- BARROSO, G.M.; MORIN, M.P.; PEIXOTO, A.; ICHASO, C.L.F. Frutos e Sementes: morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas. Ed. UFV. 443p. 1999.
- BERMÚDEZ, A, OLIVEIRA-MIRANDA, M.A, VELÁZQUEZ, D. La investigación etnobotánica sobre plantas medicinales: una revisión de sus objetivos y enfoques actuales. *Interciencia* 30: 453-459, 2005.
- BOLETIM n^o 1 – Manaus (Rio Negro): Monitoramento Hidrológico de 2010. ANA (Agência Nacional de Águas, CPRM - Serviço Geológico do Brasil, SIPAM (Sistema de Proteção da Amazônia). 31/03/2010.
- BORRIS, R.P. Natural products research: perspectives from a major pharmaceutical company. *J. Ethnopharmacol.*, n. 51, p. 29-38, 1996.

- CARRERA-SILVEIRA, U. Variação intraespecífica na anatomia da folha e do lenho de *Tabebuia cassinoides* (Lam.) DC. (Bignoniaceae) em ambientes distintos. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro / Escola Nacional de Botânica Tropical, 2008.
- COLETTI-SILVA, A. Implicações na implantação da meliponicultura e etnobiologia de abelhas sem ferrão em três comunidades indígenas no estado do Amazonas. Tese (doutorado) – INPA/UFAM, 2006.
- COLMAN DE SAIZARBITORIA, T.; ANDERSON, J.E.; ALFONSO, D.; MCLAUGHLIN, J.L. Bioactive furonaphotoquines from *Tabebuia barbata* (Bignoniaceae). *Acta Cient. Venez.*, v.48, n.1, p. 42-46, 1997.
- CONSERVA - SANTOS, A. Germinação de sementes, emergência e recrutamento de plântulas de dez espécies arbóreas das várzeas da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Amanã e Mamiarauá, Amazônia Central. Tese (doutorado) – Manaus: INPA/UFAM, 2007.
- DINNEN, R.D.; EBISUZAKI, K. The search for novel anticancer agents: a differentiation-based assay and analysis of a folklore product. *Anticancer Res.*, v. 17, n. 2A, p.1027-1033, 1997.
- DUARTE, M. do R. Ilustração de caracteres microscópicos de drogas vegetais para controle de qualidade farmacognóstico. II *Echinodorus macrophyllus* e *Ruta graveolens*. *Visão Acadêmica*, Curitiba, v.8, n.2, Jul. – Dez./2007.
- DUKE, J.A. *Handbook of medicinal herbs*. Boca Raton: CRC, 1985.
- ESAU, K. Anatomia das plantas com sementes. Tradução: Berta Lange de Morretes. São Paulo: Edgar Blücher, 1974-1976.

- FAEGRI, K. e VAN DER PIJL. The principles of pollination ecology. Pergamon: Oxford, U.K., 1979.
- FAHN, A. Plant Anatomy. The Hebrew University of Jerusalem, Israel. Fourth Edition. Pergamon Press: Oxford, New York, Beijing, Frankfurt, São Paulo, Sidney, Tokio, Toronto, 1990.
- FALKENBERG M.B. Quinonas. In: SIMÕES C.M.O... [*et al.*] Farmacognosia: da planta ao medicamento. Porto Alegre. Ed. UFSC, p. 658- 679, 2007.
- FARIAS, M.R. Avaliação da qualidade de matérias-primas vegetais. In: Farmacognosia: da planta ao medicamento. Porto Alegre. Ed. UFSC, p. 270-271, 2007.
- FERRI, M. G. Botânica: Morfologia Interna das Plantas (anatomia). São Paulo: Nobel, 2007.
- FRANCO, L. L. As sensacionais 50 plantas medicinais campeãs de poder curativo. Curitiba: Ed. Santa Mônica. 241 p. 1996.
- FURCH, K. Water chemistry of the Amazon Basin: The distribution of chemical elements among freshwaters. In: SIOLI, H. *The Amazon: Limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin*. Dordrecht: Dr. W. Junk. Publishers, cap. 6, p.167-197, 1984.
- GARCIA, E.S.; SILVA, A.C.P.; GILBERT, B.; CORRÊA, C.B.V.; CAVALHEIRO, M.V.S.; SANTOS, R.R.; TOMASINI, T. *Fitoterápicos*. Campinas: André Tosello, 17p. , 1996.
- GENTRY, A. H. Bignoniaceae. (Crescentieae and Tourrettieae). *Flora Neotropica Monograph* 25(1): 1-130. 1980.
- GENTRY, A. H. Coevolutionary patterns in Central American Bignoniaceae. *Annals of Missouri Botanical Garden* 61: 728-759. 1974b.

- GENTRY, A. H. Flowering phenology and diversity in tropical Bignoniaceae. *Biotropica* 6(1): 64-68. 1974a.
- GENTRY, A. H. Monograph 25 (II) Bignoniaceae – Part II – New York : Published for Organization for Flora Neotropica by the New York Botanical Garden, v: ill., 1992.
- GIRARD, M.; KINDACK, D.; DAWSON, B.A.; ETHIER, J.-C.; AWANG, D.V.C.; GENTRY, A.H. Naphtoquinones constituents of de *Tabebuia* spp. *J. Nat. Prod.*, v. 51 p. 1023-1024, 1988.
- GROSE, S.O.; OLMSTEAD, R.G. Taxonomic Revisions in the Polyphyletic Genus *Tabebuia* s.l. (Bignoniaceae). *American Society of Plant Taxonomists*. v. 32, N. 3, pp. 660-670(11), July 2007.
- GUARIN NETO, G. Plantas utilizadas na medicina popular do Estado do Mato Grosso. Brasília: MCT; CNPq, 57p. 1987.
- GUERRA, M.P.; NODARI, R.O. Biodiversidade: aspectos biológicos, geográficos, legais e éticos. In: *Farmacognosia: da planta ao medicamento*. Porto Alegre. Ed. UFSC, p. 29-42, 2007.
- HOUGHTON, P.J.; PHOTIOU, A.; UDDIN, S.; SHAH, P.; BROWNING, M.; JACKSON S.J.; RETSAS, S. Activity of extracts of *Kigelia pinnata* against melanoma and renal carcinoma cell lines. *Planta Med.*, v. 60, p. 430-433, 1994.
- JUNK, W. J & WANTZEN, K. M. The flood pulse concept: new aspects, approaches and applications – An update, 2005.
- JUNK, W.J. As águas da região amazônica. In *Amazônia: desenvolvimento, interação e ecologia*. São Paulo: Brasiliense; Brasília: CNPQ, 1983.
- KAGEYAMA, P. Y.; SEBBENN, A.M.; RIBAS, L.A.; GANDARA, F.B.; CASTELLEN, M.; VENCOSKY, R. Diversidade genética em espécies arbóreas tropicais de

- diferentes estágios sucessionais por marcadores genéticos. *Scientia Forestalis*, n.64, p.93-107, dezembro, 2003.
- KLAMMER, G. The relief of the extra-Andean Amazon basin. SIOLI, H. (ed.). In: *The Amazon. Limnology ecology of a Mighty Tropical River and its Basin*. Dr. Junk, W. Publishers, Dordrecht, Boston, Lancaster: 47-83, 1984.
- KOZLOWSKI, T.T.; HILLEL D. *Growth and Development of Trees. Physiological Ecology: A Series of Monographs, Text and Treatises. Volume I*. Academic Press. New York and London, 1971.
- KRAUS, J. E. & ARDUIN M. *Manual básico de métodos em morfologia vegetal*. Rio de Janeiro. Editora Universidade Rural – EDUR, 1997.
- LIMA, A. L. e GOULDING, M. *Os frutos do tabaqui: ecologia, conservação e cultivo na Amazônia*. Tefé-Am: Sociedade Civil Mamirauá; Brasília: CNPq, 1998.
- MAIA, L. M. A. *Frutos da Amazônia: fonte de alimento para peixes*. SEBRAE/Manaus, AM. 143p., 2001.
- MAURO, C.; PEREIRA, A. M. S.; SILVA, C. de P.; MISSIMA J.; OHNUKI, T.; RINALDI, R.B. Estudo anatômico das espécies de cerrado *Anemopaegma arvense* (Vell.) Steff. ex de Souza (catuaba), *Zeyheria montana* Mart. (bolsa-de-pastor) e *Jacaranda decurrens* Chamisso (caroba) – Bignoniaceae. *Revista Brasileira de Farmacognosia. Brazilian Journal of Pharmacognosy*. 17(2): 262-265, Abr./Jun. 2007.
- METCALFE, C. R.; CHALK, L. *Anatomy of the dicotyledons: leaves, stem, and wood in relation to taxonomy, with notes on economic uses*. Oxford: Clarendon Press, v. 2, 1500 p. 1950.

- MING, L.C.; HIDALGO, A.F.; SILVA, S.M.P. A etnobotânica e a conservação de recursos genéticos. In: ALBUQUERQUE, U.P.; ALVES, A.G.C.; SILVA, A.C.B.L.; SILVA, V.A. (orgs.). Atualidades em etnobiologia e etnoecologia. Recife: SBEE, 2002.
- MOREIRA, E. Os Igapós e seu aproveitamento. Cadernos do NAEA (Núcleo de Altos Estudos Amazônicos), Vol. 2 . 109 p. 1976.
- NASCIMENTO, M. Turismo na Amazônia: o novo vilão do meio ambiente. Tabatinga: SBPC, 2009. Acesso: <http://www.sipam.gov.br/en> Powered by Joomla! Generated: 19 May, 12:18 2010.
- OMS - ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. Pautas generales para las metodologías de investigación y evaluación de la medicina tradicional. Ginebra, 75 p. 2002b.
- OLIVEIRA, F.P.M.; ABSY, M.L. e MARQUES-SOUZA, A.C. Árvores utilizadas para nidificação por abelhas sem ferrão na Amazônia Central. In: Anais do V Encontro sobre Abelhas: 298. 2002.
- OLIVEIRA-WITTMANN, A; PIEDADE, M.T.F.; PAROLIN, P.; WITTMANN, F. Germination in four low-várzea tree species of Central Amazonia, Aquatic Botany doi: 10.1016/j. aquabot.2006.10.001 - 2006.
- ORTEGA, G.G.; SCHENKEL, E.P.; ATHAYDE, M.L.; MENTZ, L.A. Brasilianische Phytoterapeutika, Ihre Rolle im Arzneimittelmarkt. Dtsch.. Poth. Ztg., v. 35, p. 1847-1848, 1989.
- PIGLIUSSI, M. Developmental phenotypic plasticity: where internal programming meets the external environment. Current Opinion in Plant Biology 1: 87-91. 1998.

- PINTO, C.N.; DANTAS, A.P.; MOURA, K.C.; EMERY, F.S.; POLEQUEVITCH, P.F.; PINTO, M.C.; CASTRO, S.L.; PINTO, A.V. Trypanocidal activity of synthetic heterocyclic derivatives of active quinones from *Tabebuia* sp. *Arzneim. – Forsch.*, v. 50, n. 12, p.1120-1128, 2000.
- PIRES, J.M. Tipos de Vegetação da Amazônia. Belém. CNPq/INPA/MPEG (Publicações avulsas). pp 179 - 202.1973.
- PMM; SEMMA. Plano de Manejo da Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Tupé. Projeto Corredores Ecológicos - Corredor Central da Amazônia. Prefeitura Municipal de Manaus – PMM. Secretaria Municipal de Meio Ambiente – SEMMA, 2008.
- PRANCE, G.T. The origin and evolution of the Amazon Flora. *Interciência*, 3(4): 207-222 p. 1978.
- PUTZER, H. The geological evolution of the Amazon basin and its mineral resources. SIOLI, H. (ed.). In: *The Amazon. Limnology and Landscape Ecology of a Mighty Tropical River and its basin*. Dr. Junk, W.N.V. Publisher, the Hague: 15-46, 1984.
- RADAMBRASIL, MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA. Dpto. Nacional de Produção Mineral. Projeto Radam Brasil,. Folha AS-20, Purus. Vol. 18. 617 p. , 1978.
- RADFORD, A. E., DICKISON, W.C., MASSEY, J.R. *Vascular plant systematic*. New York: Harper & Row. 891p. 1974.
- RAVEN, P.H., EVERT R. E. & ECHHOM, S. E. *Biologia Vegetal*. Sexta Edição. Guanabara Koogan. 906p., 2001.
- SAIN-PAUL, U.; ZUANON, J.; CORREA M.A.V.; GARCIA, FABRÉ N.N.; BERGER U. e JUNK W.J. Fish communities in central Amazonian white- and blackwater floodplains. *Environmental Biology of Fish* 57: 235-250. 2000.

- SANTOS-SILVA, E. N.; APRILE, F.M.; SCUDELLER, V.V.; MELO, S. (orgs) BioTupé: meio físico, diversidade biológica e sociocultural baixo Rio Negro, Amazônia Central. Manaus: INPA, Vol. I, 246p. 2005.
- SCHÖNGART, J.; PIEDADE, M.T.F.; LUDWIGSHAUSEN, S.; HORNA, V.; WORBES, M. Phenology and Stem-Growth Periodicity of Tree Species In Amazonian Floodplair Forests. *Journal of Tropical Ecology* 18: 581-597. 2002.
- SHAW, P.C.;BUT,.P.P.H. Authentication of *Panax* species and their adulterants by random-primed polymerase chain reaction. *Plant Medica*, v. 61, p. 466-469, 1995.
- SHETGIRI, N.P.; KOKITKAR, S.V.; SAWANT, S.N., S.N. *Radermachera xylocarpa*: the highly efficient source of lapachol and synthesis of its derivatives. *Acta Pol. Pharm.*, v. 58, n.2, p.133-135, 2001.
- SILVA, M. F.; LISBÔA, P. L. B.; LISBÔA R.C.L. Nomes vulgares de plantas amazônicas. Manaus: INPA, 1977.
- SIMÕES, C.M.O; SCHENKEL, E.P.; GOSMANN, G.; MELLO, J.C.P.; MENTZ, L.A.; PETROVICK, P.R. [organizadores] Farmacognosia: da planta ao medicamento. Porto Alegre. Ed. UFSC, 2007.
- SIOLI, H. The Amazon: limnology and landscape ecology a mighty tropical river and its basin. Dr. W. Junk Publisher, Dordrecht, The Netherlands, 763p. 1984.
- SOULÉ, M.E. Conservation: tactics for a constant crisis. *Science*, n. 253, p. 744-750, 1991.
- SULTAN, S. E. Phenotypic plasticity for plant development, function and life history. *Trends in plant Sciences* 5(2): 537-543. 2000.
- TEIXEIRA, M.J.; ALMEIDA, Y.M.; VIANA, J.R.; HOLANDA FILHO, J.G.; RODRIGUES, T.P.; PRATA JÚNIOR, J.R.; COELHO, I.C.; RAO, V.S.; POMPEU, M.M. *In vitro*

and *in vivo* Leishmanicidal activity of 2-hydroxy-3-(methyl-2-butenyl)-1,4-naphthoquinone (lapachol). *Phytother. Res.*, v. 15,n.1. p.44-48, 2001.

THOMSON, R.H. *Naturally occurring quinones*. 2.ed. London: Academic, 1971.

VAN DEN BERG, A.J.J.; LABADIE, R.P. Quinones. In: HARBORNE, J.B (ed). *Methods in plant biochemistry*. London: Academic, v. 1, cap. 13, p. 451-491, 1989.

WALDHOFF, D. Leaf structure in trees of Central Amazonian floodplain forests (Brazil). *Amazoniana XVII*:451-469. 2003.

WITTMANN, F., JUNK, W. J., PIEDADE, M. T. F. The várzea forests in Amazonia: flooding and the highly dynamic geomorphology interact with natural forest succession. *For. Ecol. Manag. Science Direct* 196: 199-212, 2004.

ZIBURSKI, A. Dissemination, Keimung und Etablierung einiger Baumarten der Überschwemmungswälder Amazoniens. *Tropische und Subtropische Pflanzenwelt*. Akademie der Wissenschaften und der Literatur Mainz, Franz Steiner Verlag, Stuttgart. 77.96p. 1991.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS – CAPÍTULO 2

- ANVISA, Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Guia de Controle de Qualidade de Produtos Cosméticos – Uma Abordagem sobre os Ensaios Físicos e Químicos. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. 1ª edição – Brasília: Anvisa, 2008.
- BACCHI, E.M. Controle de qualidade de fitoterápicos. In: DI STASI, L.C. (org). Plantas medicinais: arte e ciência. São Paulo: Universidade Estadual Paulista, 1996.
- BENCHIMOL, S. Manual de Introdução à Amazônia. Manaus: UFAM, ASCOM, FIEAM, 1996.
- COLMAN DE SAIZARBITORIA, T.; ANDERSON, J.E.; ALFONSO, D.; MCLAUGHLIN, J.L. Bioactive furonaphthoquinones from *Tabebuia barbata* (Bignoniaceae). Acta Cient. Venez., v.48, n .1, p. 42-46, 1997.
- CRUZ FONSECA, S. G., BRAGA, R. M. C., SANTANA, D. P. de S. Lapachol, química, farmacologia e métodos de dosagem. Rev. Bras. Farm., 84(1), 2003
- DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO. Acessado em novembro de 2010. <http://www.jusbrasil.com.br/diarios/1521336/dou-secao-1-02-11-1998-pg-148/pdf>
- EUROPEAN COMMISSION HEALTH AND CONSUMERS/ CONSIG – COSMETIC INGREDIENTS & SUBSTANCES, 2010). Acessado em novembro de 2010. <http://ec.europa.eu/consumers/cosmetics/cosing/index.cfm?fuseaction=search.details&id=38434>.
- FRANCO, E.P. da M., GOUVÊA, M.C.B.L.F., BARRETO, D.W. Potencialidades da utilização de Lapachol em cosméticos. Parte III: avaliação do desempenho de tinturas capilares à base de Lapachol. Aerosol & Cosméticos, 8, Nº48 supl.4, 06-13, 1986.

FRICKMANN, F.S.S e VASCONCELOS, A.G. Bioeconomia e o Futuro Regional – Oportunidades para a inovação e aproveitamento da biodiversidade amazônica em bases sustentáveis. Rev.. T&C Amazônia. Ano VIII, nº19. Fucapi, 2010.

GENTRY, A. H. Monograph 25 (II) Bignoniaceae – Part II – New York : Published for Organization for Flora Neotropica by the New York Botanical Garden, v: ill., 1992.

GOTTLIEB, O.R.; KAPLAN, M.A.C.; BORIN, M.R. DE M.B. Biodiversidade, um enfoque químico-biológico. Rio de Janeiro: UFRJ, 1996.

GUIRAUD, P.; STEIMAN, R.; CAMPUS-TANAKI, G-M.; SEIGLE-MURANDI, F.; BUOCHBERG, M.S. de. Comparison of antibacterial and antifungal activities of Lapachol and b-Lapachone. *Planta Medica*. 60: 373-374, 1994.

HARBORNE, J.B. Introduction to ecological biochemistry. 3.ed. London: Academic, 1988.

ISAAC, V.L.B.; CEFALI L.C.; CHIARI, B.G.; OLIVEIRA, C.C.L.G.; SALGADO H.R.N.; CORRÊA, M.A. Protocolo para ensaios físico-químicos de estabilidade de fitocosméticos. *Rev. Ciênc. Farm. Básica Apl.*, v. 29, n.1, p. 81-96, 2008.

LLERAS, E. P.; LEITE, A.M.L.; TORRES, M.F.N.M.; MONTEIRO, J.L.; NORONHA, N.M. Diversidade vegetal na Amazônia: estado da arte. Embrapa Amazônia Ocidental. 2003. Acesso em novembro de 2010. <http://www.cenargen.embrapa.br/publica/trabalhos/fn2003/arquivos/20060304.pdf>

LLERAS, E. P.; LEITE, A.M.L.A Biodiversidade Amazônica sem Mitos. INPA. 2004. Acesso em novembro de 2010. www.inpa.gov.br/cpca/charles/rtf/LlerasBDsemmitos.rtf

- MENTZ, L. A. e BORDIGNON, S. A. Nomenclatura Botânica, Classificação e Identificação de Plantas Medicinais. In: SIMÕES, C.M.O. *et. al.* [org.]. Farmacognosia: da planta ao medicamento. Porto Alegre. Ed. UFSC, 2007.
- MELO, L. Bioeconomia e o Futuro Regional - As redes de inovação e seus desafios. Rev.. T&C Amazônia. Ano VIII, nº19. Fucapi, 2010.
- NAÇÕES UNIDAS NO BRASIL. Acesso em novembro de 2010. http://www.onu-brasil.org.br/doc_cdb1.php
- NSDL – NATIONAL SCIENCE DIGITAL LIBRARY. Collaboration between Cornell University, the University of Colorado, and UCAR's Digital Learning Sciences Program (DLS). Acesso em novembro de 2010. <http://nsdl.org/resource/2200/20080423152237634T>
- PEYREFITTE, G.; MARTINI, M-C.; CHIVOT, M. Estética - Cosmética: Cosmetologia, Biologia Geral, Biologia da pele. São Paulo-SP: Organização Andrei Editora LTDA. Copyright Internacional SIMEP/MASSON (Paris), 1998.
- PPDB - Pesticide Properties DataBase. University of Hertfordshire, United Kingdom. Acesso em novembro de 2010. <http://sitem.herts.ac.uk/aeru/footprint/en/Reports/1383.htm>.
- RADFORD, A. E., DICKISON, W.C., MASSEY, J.R. Vascular plant systematic. New York: Harper & Row. 891p. 1974.
- REVILLA, J. Corantes Naturais. Manaus: SEBRAE: INPA, 2004.
- SILVA, D. de M. Estudo químico e de Atividades Biológicas de *Mansona hirsuta* D.C. (Bignoniaceae). Dissertação de Mestrado. Centro de Ciências Exatas e Naturais. Programa de Pós-Graduação em Química e Biotecnologia, Universidade Federal de Alagoas, 2006.

SIMÕES, C.M.O.; SCHENKEL, E.P.; GOSMANN, G.; MELLO, J.C.P.; MENTZ, L.A.; PETROVICK, P.R. [organizadores]. Farmacognosia: da planta ao medicamento. Porto Alegre. Ed. UFSC, 2007.

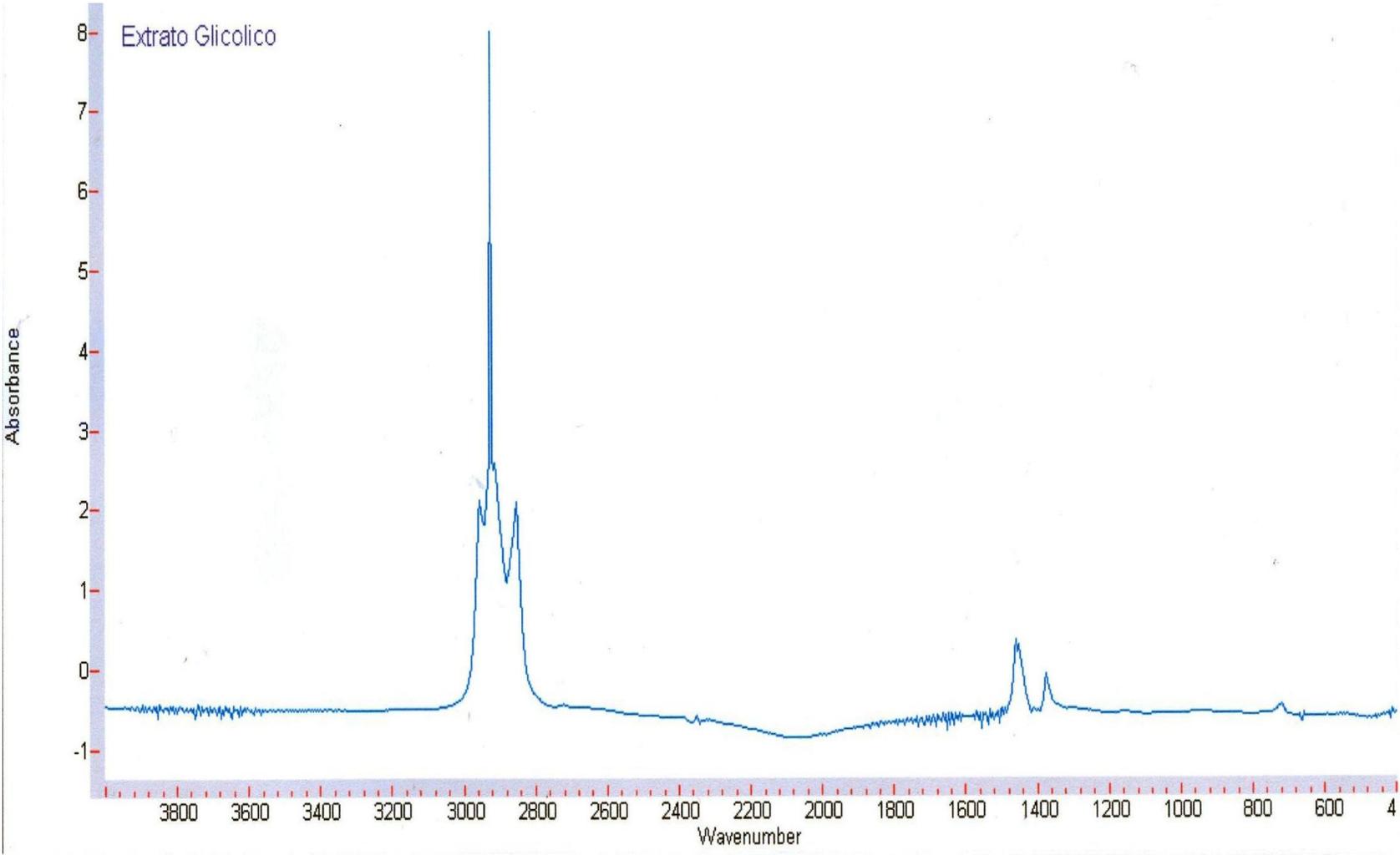
THE GOOD SCENTS COMPANY. Acessado em novembro de 2010. <http://www.thegoodscentscopy.com/data/ex1092151.html>.

VERMELHO, A.B.; PEREIRA, A.F.; COELHO, R.R.R.; SOUTO-PADRÓN, T.C.B.S. Práticas de Microbiologia. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006.

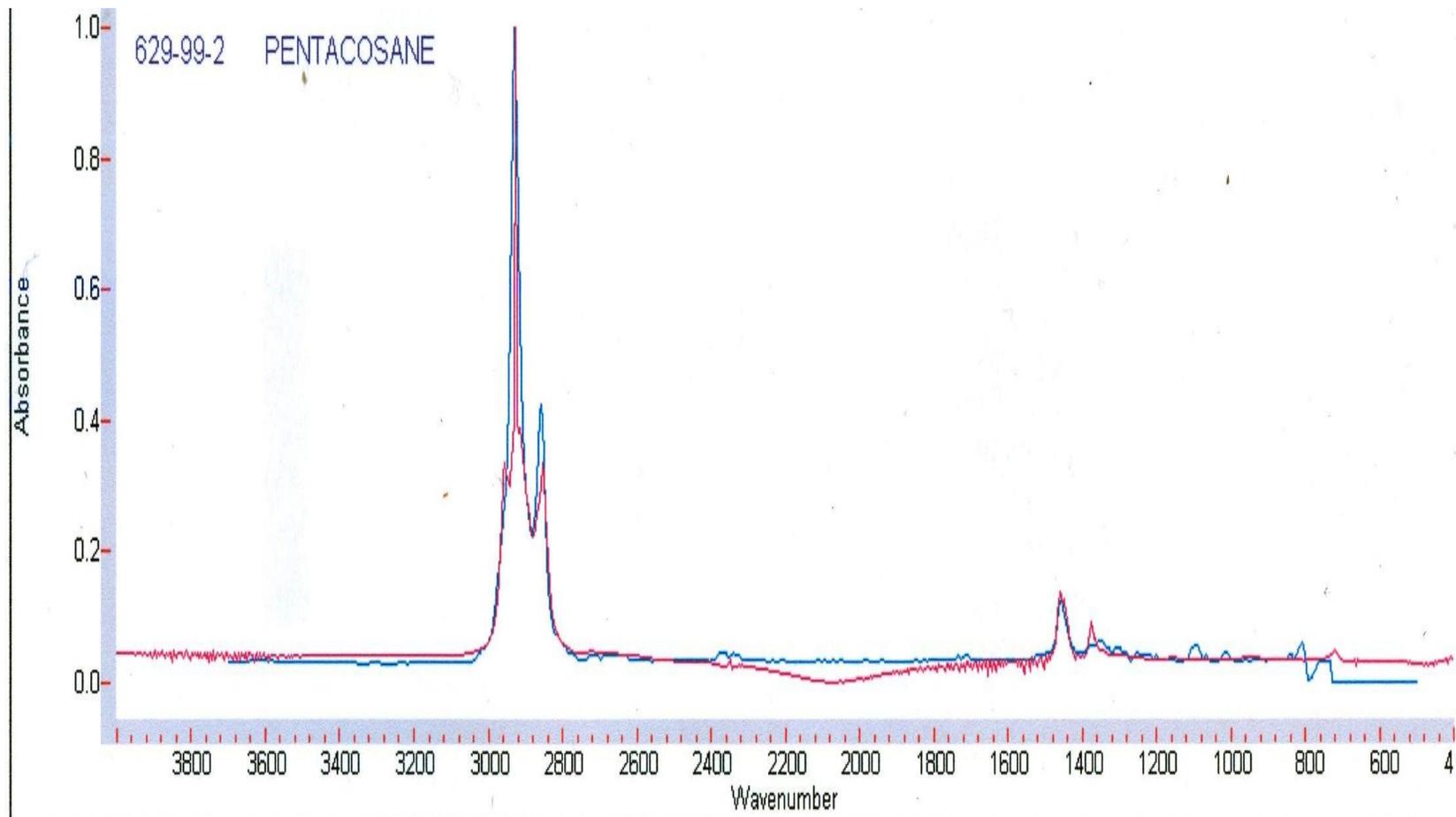
WINK, M. Physiology of secondary product formation in plants. In: CHARLWOOD, B.V.; RHODES, M.J.C. (ed.). Secondary products from plant tissue culture. Oxford: Clarendon, 1990.

8. ANEXOS

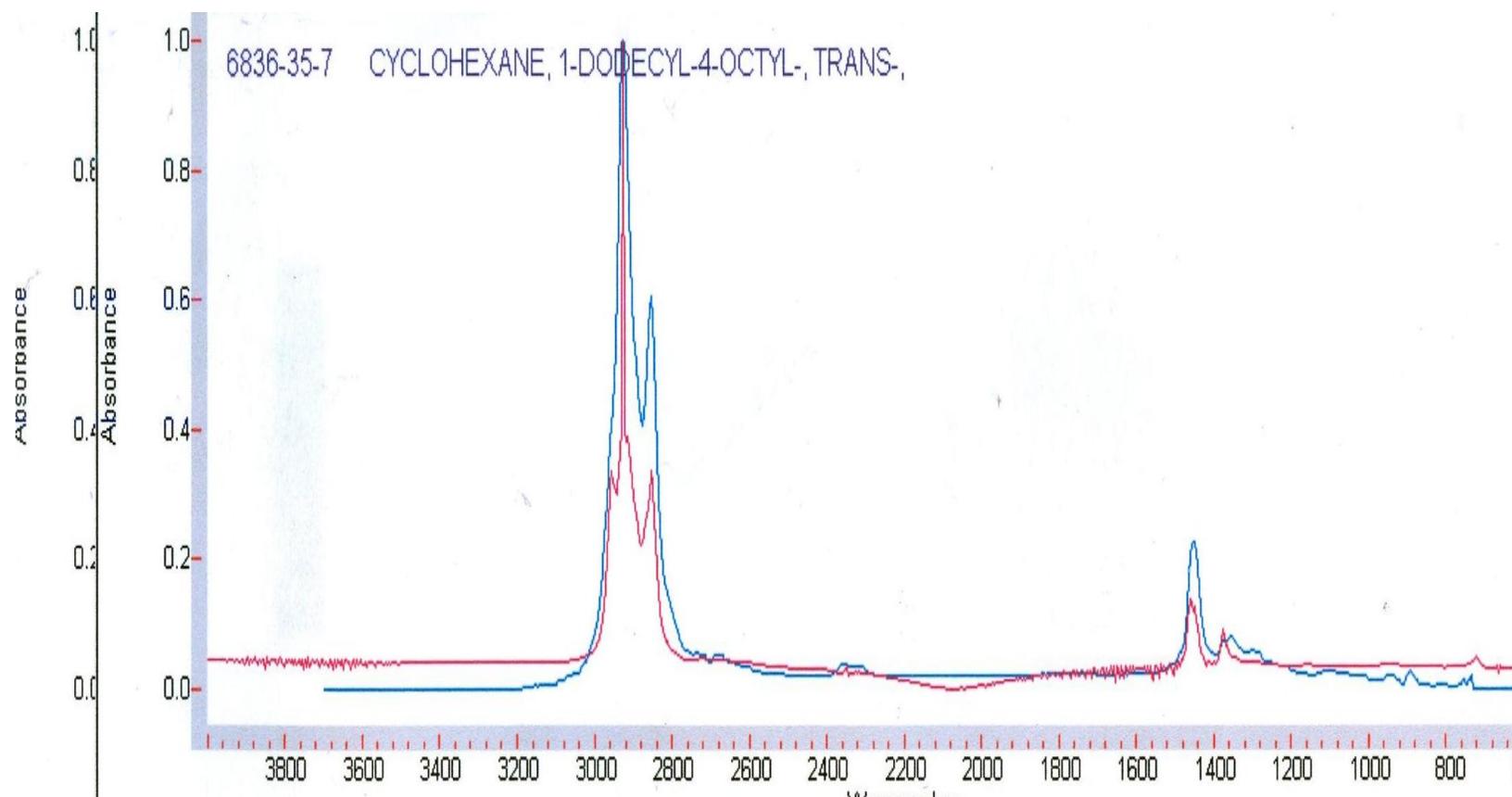
ANEXO 1



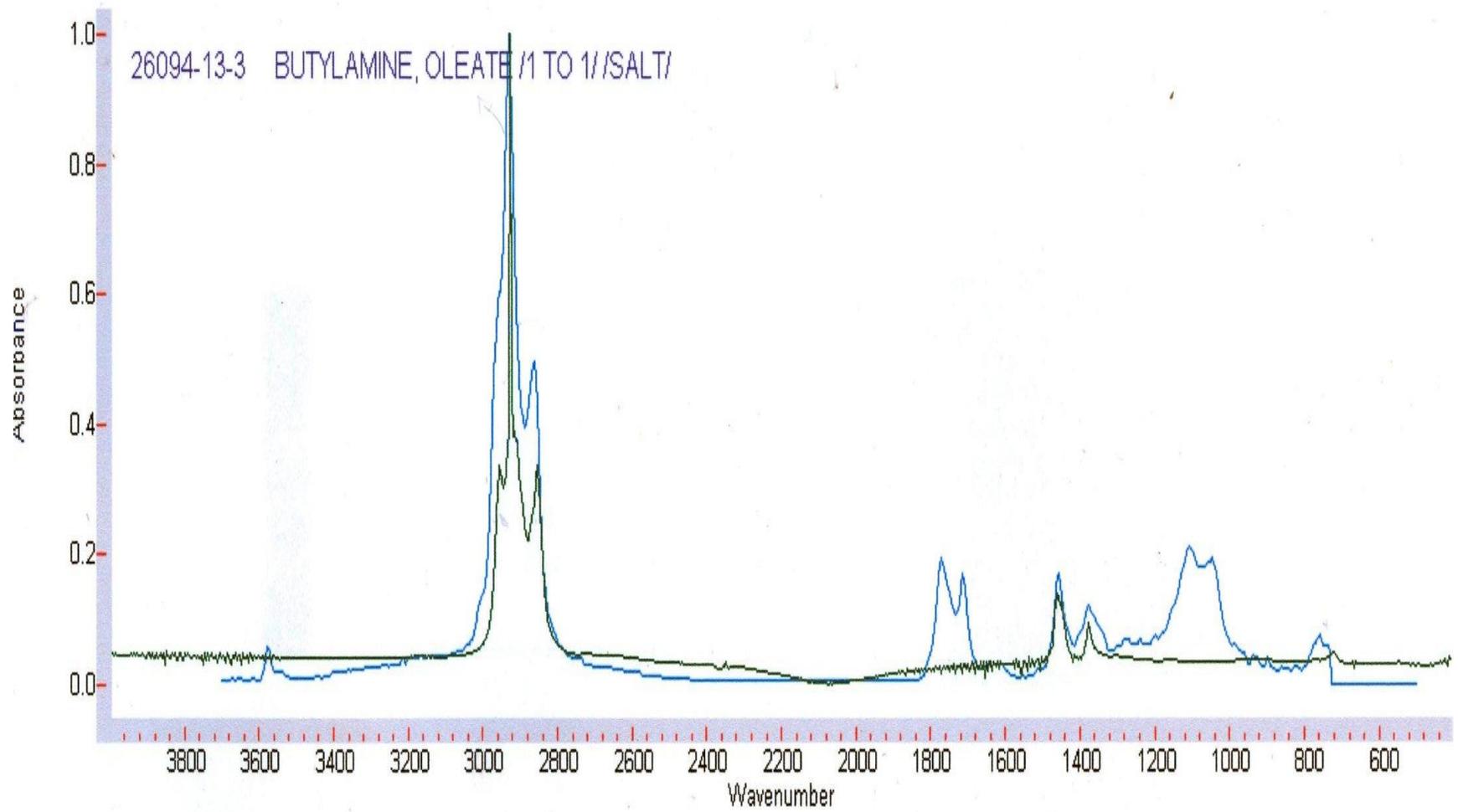
ANEXO 2



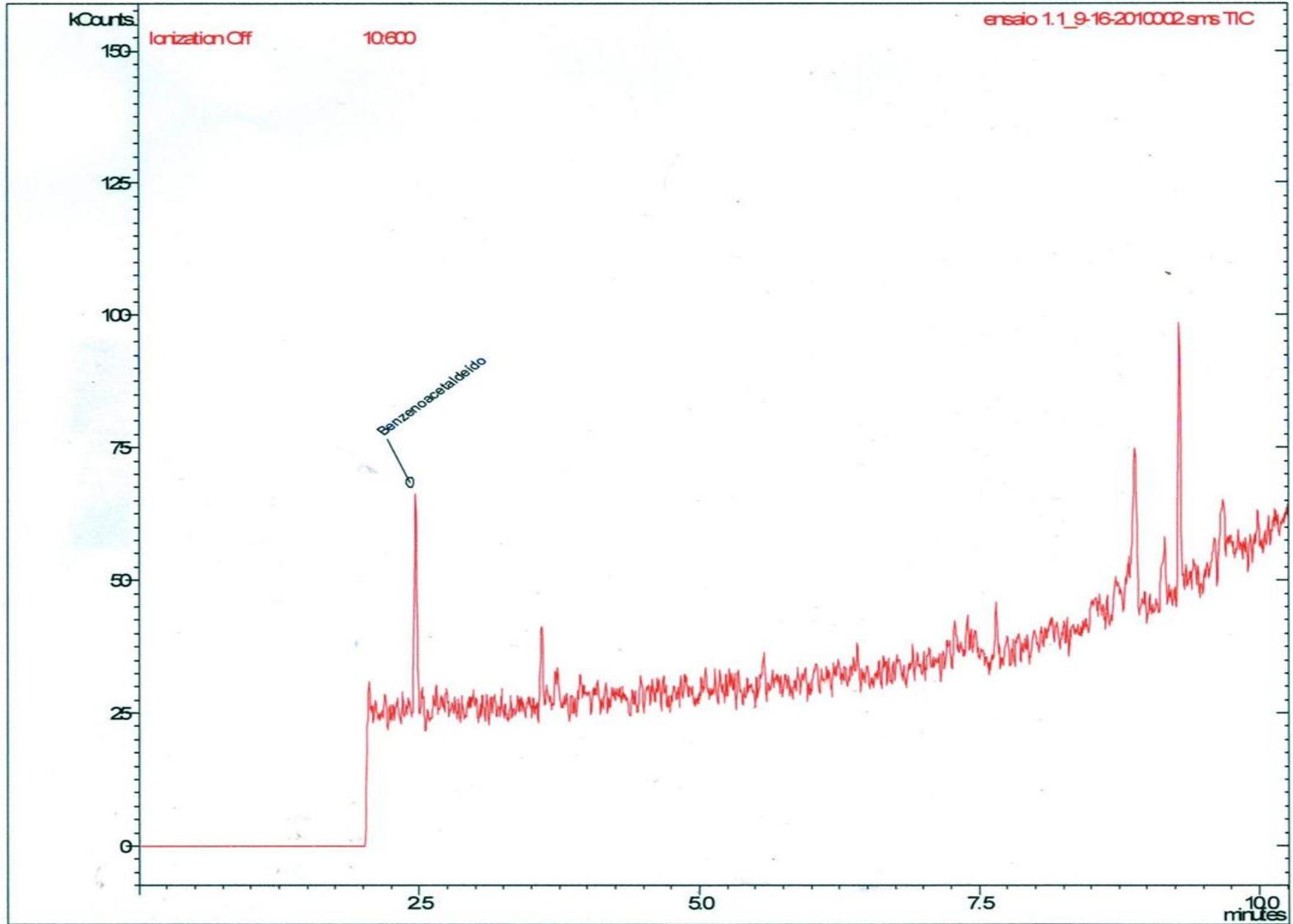
ANEXO 3



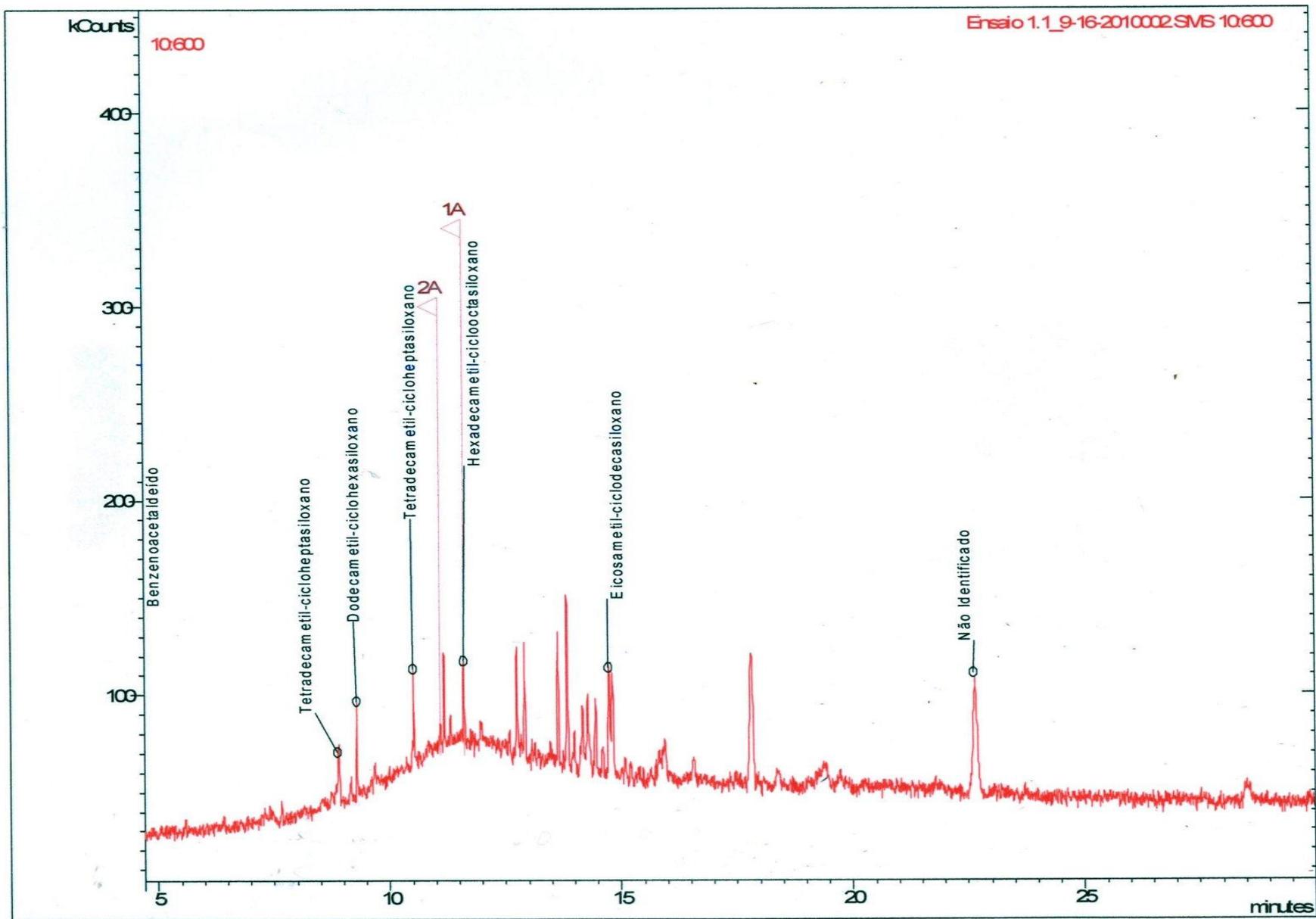
ANEXO 4



ANEXO 5



ANEXO 6



ANEXO 7

