

Caracterização anatômica, física e química de puxuri visando a extração de óleo essencial

| Eduardo de Souza Mafra
UEA

| Lênio José Guerreiro de Faria
UFPA

RESUMO

Desde muito tempo a humanidade tem se valido dos produtos naturais sob muitos aspectos. A busca por alívio e cura de doenças com o uso de plantas, talvez tenha sido uma das primeiras formas de utilização desses produtos. Plantas aromáticas são plantas que possuem estruturas especiais de síntese e acúmulo de óleos essenciais cujo principal uso tem sido como matéria-prima para a obtenção de óleos essenciais, fonte de matéria-prima para muitos produtos. O puxuri [*Licaria puchury-major* (Mart.) Kosterm., *Lauraceae*], é uma espécie florestal da Amazônia com grande potencial para a indústria de bioprodutos (fármacos, cosméticos, alimentos e praguicida natural) devido à presença de safrol no seu óleo essencial. Realiza-se neste trabalho um estudo anatômico e de caracterização física e química das partes da planta utilizadas para a extração do óleo, sementes e parte aérea, constituída de folhas e galhos finos.

Palavras-chave: Licaria, Puxuri, Safrol, Caracterização, Óleo Essencial.

■ INTRODUÇÃO

O desenvolvimento deste trabalho teve como objetivo principal alavancar e aperfeiçoar a atividade extrativista dos pequenos agricultores de município de Borba - AM, que ao longo de décadas têm-se dedicado à exploração e comercialização de uma espécie vegetal, o puxuri, sem, contudo, verem seus esforços recompensados devido ao desconhecimento e, conseqüentemente, a baixa valoração econômica desta espécie. A proposta foi a de se fazer um estudo cujos resultados possibilitem produzir conhecimentos científicos, que aliados aos saberes tradicionais já existentes, tornem a atividade mais atrativa despertando o interesse pelo cultivo desta espécie, com base em técnicas silviculturais, a serem aplicadas a posteriori.

A magnitude da biodiversidade brasileira não é conhecida com precisão tal a sua complexidade, estimando-se a existência de mais de dois milhões de espécies distintas. O Brasil é o país com maior diversidade genética vegetal do mundo, contando com uma estimativa de mais de 50.000 espécies de plantas superiores produtoras de madeiras e de seus derivados, de alimentos, de goma, de resina, de látex, de óleos vegetais dentre outros produtos naturais.

As plantas são uma fonte importante de produtos naturais biologicamente ativos, muitos dos quais se constituem em modelos para síntese de grande número de fármacos. Os óleos voláteis de plantas são conhecidos e utilizados desde a antiguidade por suas propriedades biológicas, especialmente antibacteriana, antifúngica e antioxidante. Óleos essenciais e extratos de plantas aromáticas da Amazônia constituem matérias-primas apropriadas para a indústria, aplicadas principalmente na elaboração de produtos como perfumes, fragrâncias e cosméticos; de produtos de uso fitoterapêutico ou como inseticida, fungicida e bactericida na horticultura e em cultivos tradicionais dessa região como, por exemplo, cacau, cupuaçu, pimenta-do-reino, seringueira e algumas hortaliças.

Para a produção de novos insumos agrícolas, apoiada na flora aromática da região amazônica, é necessário estender o conhecimento científico e tecnológico de espécies com potencial econômico, que venham a subsidiar o setor produtivo para execução de projetos de desenvolvimento voltados à agroindústria regional.

Portanto, é necessário que se promova com urgência o resgate do conhecimento científico e tecnológico destas espécies. A flora aromática da Amazônia representa uma fonte renovável apropriada à produção de essências aromáticas e uma alternativa econômica para o desenvolvimento sustentável da região. Com exceção dos produtos obtidos por extrativismo florestal (pau-rosa, copaíba e cumaru), que são demandados pelo mercado nacional e internacional, a oferta e a comercialização de outros produtos aromáticos ainda são muito pequenas e inconsistentes.

Uma espécie aromática da Amazônia que apresenta grande potencial para a produção industrial é o puxuri, e tem o safrol como componente principal ou majoritário, um éter

fenílico que ocorre como constituinte volátil de óleos essenciais em algumas de plantas. Atualmente os dois maiores empregos para o safrol natural é a sua conversão química em heliotropina, um componente fixador de fragrâncias, e em butóxido de piperonila, um agente sinérgico e estabilizador do *pyrethrum*, cuja formulação constitui-se em um inseticida natural, biodegradável, usado no armazenamento e na conservação de alimentos (MAIA e ANDRADE, 2009; MAIMOM, 2012).

Para que esta e outras espécies possam ser valoradas como produtos de interesse para o mercado de óleos essenciais, é necessário que se promovam o conhecimento das suas propriedades físicas, químicas e tecnológicas com base em experimentos otimizados por meio de técnicas estatísticas, eliminando a técnica corriqueira de tentativa e erro, a fim de que os conhecimentos gerados atinjam um patamar de excelência na qualidade e, dessa forma, possam habilitá-la como mais uma espécie com potencial de produção de matéria-prima para a indústria, tanto nacional quanto de exportação, com participação efetiva na balança comercial.

Assim, são objetivos deste trabalho: realizar estudo anatômico de sementes, de folhas e de ramos finos de puxuri, por meio de cortes histológicos, visando identificar nessas estruturas a presença de elementos anatômicos secretores de óleo essencial e determinar as propriedades físicas (massa, dimensões, número de sementes por quilograma, teor de umidade, densidades real e aparente, porosidade, ângulo de repouso) e centesimais das sementes de puxuri.

■ MÉTODOS

Procedência e acondicionamento da matéria-prima

O material utilizado neste trabalho, ramos finos, folhas e sementes moqueadas¹ de puxuri, foi adquirido no município de Borba, Estado do Amazonas, uma das áreas de ocorrência natural dessa espécie. As sementes comercializadas no município são coletadas, em geral, em pontos distribuídos ao longo dos igarapés Piaba, Querosene e Puxurizal (Figura 1), que atravessa o assentamento do INCRA (Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária) denominado Puxurizal, onde um dos assentados tem um plantio experimental dessa espécie. O existem registros de ocorrência do puxuri também nos municípios de Silves, Santa Izabel do Rio Negro e Marañ nesse Estado.

1 O moqueamento é uma leve torrefação das sementes recém-colhidas, feita em forno de torrar farinha de mandioca, para a retirada do casquilho que as envolve, semelhantemente ao que se faz com café em coco ou com amendoim.

A identificação da espécie de estudo foi feita por comparação com material registrado e depositado nos herbários do Curso de Engenharia Florestal do Centro de Estudos Superiores de Itacoatiara da Escola Superior de Tecnologia da Universidade do Estado do Amazonas – CESIT/EST/UEA (registro nº 4.036), do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA (registro nº 92.091) e da EMBRAPA Amazônia Ocidental (registro nº 185.904). Um exemplar de exsicata de folhas registrada no herbário da EMBRAPA é mostrado na Figura 2. A Figura 3 (A - F) ilustram aspectos dos ramos e folhas da planta, do seu fruto e de suas sementes.

Figura 1. Vista parcial do igarapé do querosene (as setas indicam indivíduos de puxuri) - a esquerda.

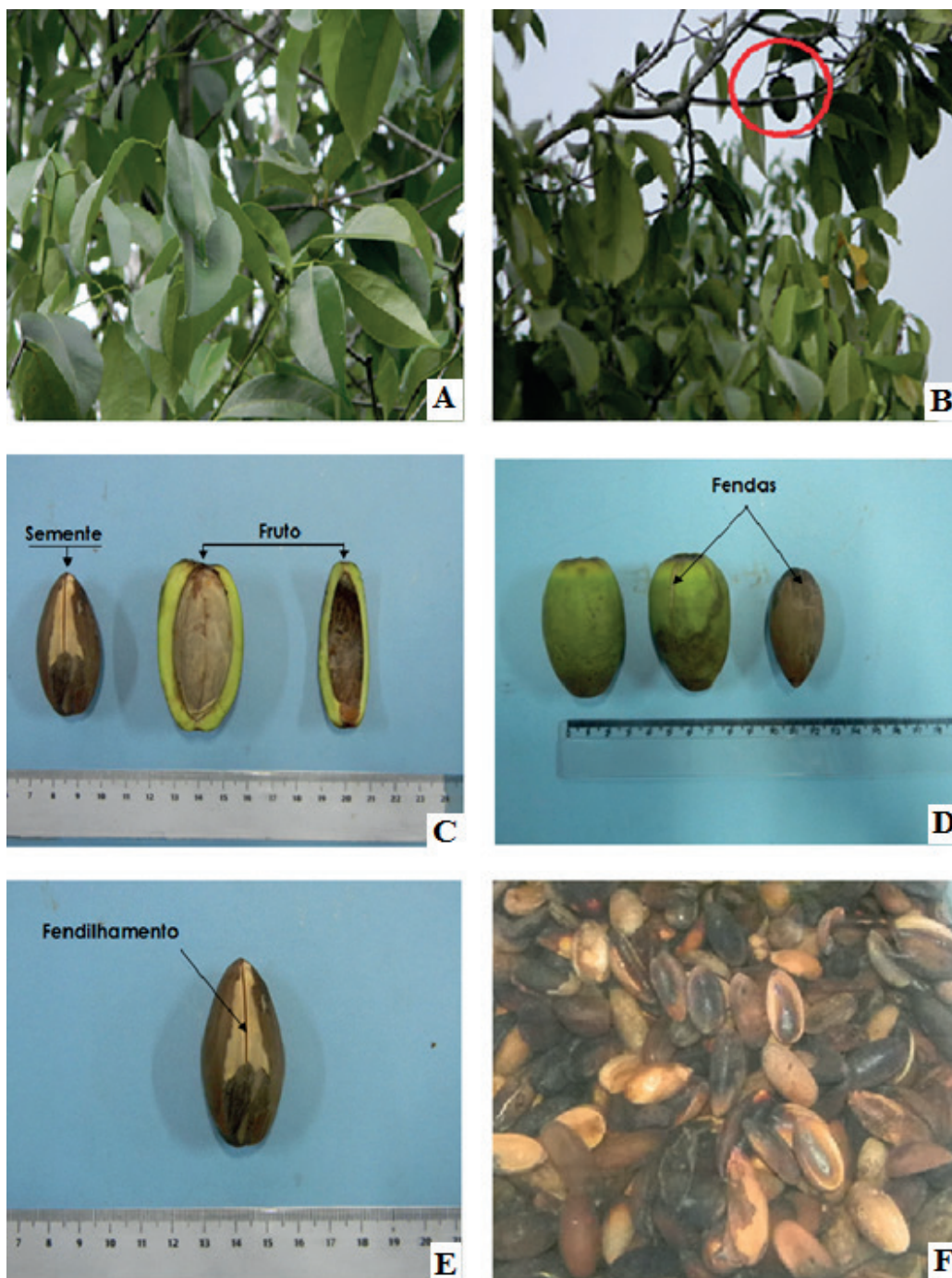


Fonte: GRAÇA, (2003); Vista parcial do Igarapé do puxurizal - a direita
(Foto: Eduardo Mafra)

Figura 2. Exsicata de folhas de puxuri registrada no herbário da Embrapa Amazônia Ocidental (Foto: Narciso Cardoso).



Figura 3 . Aspectos gerais do puxuri: A) Ramos e das folhas do puxuri; B) Fruto isolado de puxuri (no detalhe) preso à cúpula com a qual se prende ao galho; C) Semente inteira e aspectos internos do fruto de puxuri; D) Fruto do puxuri mostrando as fendas naturais na casca verde (epicarpo e mesocarpo) ao centro, e a semente aparente; E) Semente do puxuri em processo de fendilhamento natural que resulta em dois cotilédones; F) Sementes moqueadas de puxuri prontas para serem comercializadas.



As sementes, folhas e ramos finos foram acondicionados em sacos de papel, transportadas até Belém por via aérea e armazenadas nas dependências do Laboratório de Engenharia de Produtos Naturais da Faculdade de Engenharia Química – LEPRON / FEQ da Universidade Federal do Pará, em ambiente com circulação de ar natural, na temperatura média de 25°C e umidade relativa em torno de 75%, atingindo nessas condições a umidade de equilíbrio de 16%, em base úmida, até a realização do trabalho.

Anatomia das sementes, dos ramos finos e das folhas de puxuri

Visando identificar as estruturas anatômicas que abrigam células secretoras de óleo (células oleíferas), foi feito um estudo anatômico das sementes e das partes aéreas do puxuri. Parte deste estudo foi realizada no Laboratório de Botânica da Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Amazonas (FCA/UFAM), parte no Laboratório de Anatomia e Identificação da Madeira da Coordenação de Pesquisa de Produtos Florestais do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (CPPF/INPA) e parte no Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG). Para isso, foram feitas lâminas semipermanentes e permanentes usando material fresco e material seco ao ar.

As lâminas semipermanentes foram confeccionadas de cortes histológicos no pecíolo, na região mediana da folha e na semente (transversal e longitudinal), clarificados, corados com safranina e azul de astra em solução aquosa (BUKATSCH, 1972; BURGUER e RICHTER, 1991) e montados em gelatina glicerinada (DOP e GAUTIÉ, 1928).

Para a confecção de lâminas permanentes, o material fixado em FAA 70 (JOHANSEN, 1940), foi seccionado na região do pecíolo e na região mediana da folha e desidratado pelas séries etanólica e etanólica-acetobutílica crescente, infiltrado e incluído em parafina histológica, de acordo com o protocolo de Kraus e Arduin (1997).

Posteriormente, os blocos foram cortados com o auxílio de micrótomo rotativo marca Leica, modelo RM 2025, com espessura variando entre 8 e 10 μ m e os cortes distendidos em lâmina albuminada. Após 24 horas, os cortes foram submetidos à série etanólica-acetobutílica decrescente, corados com azul de astra e fucsina básica (LUQUE, *et al.*, 1996; GERLACH, 1984; ROESER, 1972). Em seguida, os cortes sofreram a ação de desidratação pela série etanólica-acetobutílica crescente e foram montados entre lâmina e lamínula com resina sintética.

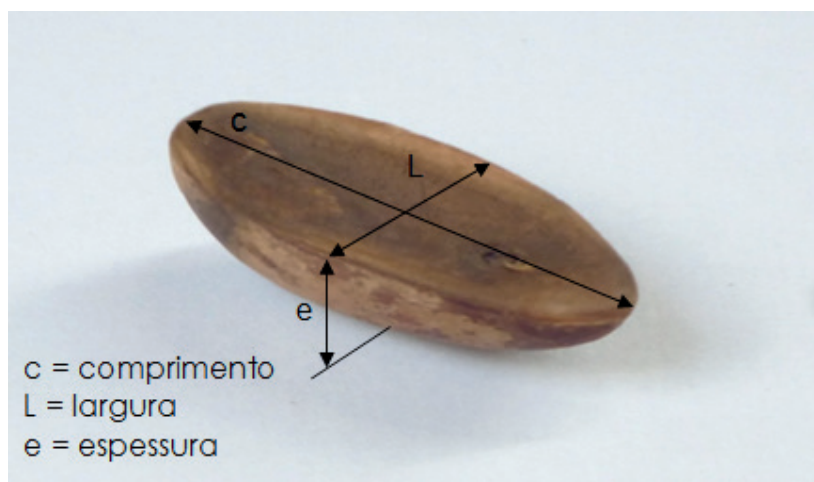
Caracterização física das sementes de puxuri

O conhecimento das propriedades físicas das sementes de puxuri é importante para o estudo dessa matéria-prima, assim como para o projeto de equipamentos, desenvolvimento e simulação de processos unitários. Desta forma foram determinadas experimentalmente as suas propriedades físicas, detalhadas, além do valor médio das suas dimensões, das suas massas e a quantidade de sementes por quilograma:

Dimensões e massa individual das sementes de puxuri e quantidade de sementes por quilograma: Para este estudo considerou-se a semente como sendo apenas o cotilédone, pois é dessa forma que elas são vendidas no comércio de Borba. A Figura 4 mostra o cotilédone e as suas dimensões lineares (comprimento, largura e espessura).

As dimensões, em milímetros, foram medidas usando-se paquímetro analógico marca Mitutoyo, com ajuste fino de 0,05 mm. Após medidas as dimensões, as sementes foram pesadas, uma a uma, em balança analítica, marca GEHAKA, modelo AG 200, com precisão de 0,0001 g. Foram medidas as dimensões e determinadas as massas de um total de 100 (cem) sementes, tomadas ao acaso no lote de estudo. O valor da massa da semente é dado pela média aritmética das massas das 100 sementes.

Figura 4. Dimensões (comprimento, largura e espessura) da semente de puxuri.



Para a determinação da quantidade de sementes por quilo pesava-se 1 kg de sementes e contava-se a quantidade de sementes contidas em cada pesagem. O resultado dessa determinação era a média das quantidades de sementes em cada pesagem, num total de 10 pesagens.

Massa específica real e aparente: A massa específica real (ou absoluta) das sementes de puxuri foi determinada com cinco repetições, por dois métodos distintos: método do deslocamento de líquidos, usando provetas graduadas (Figura 5) e por picnometria de comparação, segundo Webb e Orr (1997), usando a água como líquido e balões volumétricos de fundo chato com recipientes (Figura 6).

a) Deslocamento de água usando provetas como recipiente:

Tomaram-se 5 (cinco) provetas de diferentes capacidades; pesaram-se as amostras que seriam utilizadas no ensaio; aferiram-se as provetas com água destilada (volume conhecido); colocaram-se as sementes cuidadosamente dentro das provetas com água e anotaram-se os volumes deslocados; calcularam-se as densidades com o uso da Equação 1, em que:

ρ = Massa específica (g/cm³);

m = Massa de sementes (g);

V = Volume de água deslocado (cm³)

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (1)$$

b) Por picnometria de comparação

Tomaram-se cinco balões volumétricos de fundo chato de capacidades diferentes: b_1 , b_2 , b_3 , b_4 e b_5 ; pesaram-se todos os balões em balança analítica marca Shimadzu, modelo AUY220 e anotaram suas massas: mb_1 , mb_2 , mb_3 , mb_4 e mb_5 ; colocou-se uma quantidade de sementes de massa conhecida dentro dos balões (aproximadamente 1/3 de suas capacidades): ms_1 , ms_2 , ms_3 , ms_4 e ms_5 ; completaram-se os volumes dos balões com água destilada até as suas marcas de aferição; Pesaram-se os cinco conjuntos ($mb + ms + ma$); mediram-se os valores da temperatura da água com a qual se completou o volume; os valores da massa específica da água a essas temperaturas foram retirados de literatura específica (PERRY e CHILTON, 1987); calcularam-se os volumes de água adicionada pela Equação 2:

$$\rho_{\text{água}} = \frac{m_{\text{água}}}{V_{\text{água}}} \rightarrow V_{\text{água}} = \frac{m_{\text{água}}}{\rho_{\text{água}}} \quad (2)$$

A massa de água foi determinada por diferença:

$$m_{\text{água}} = m_{\text{conjunto}} - m_{\text{sementes}}$$

Os volumes das sementes foram obtidos por diferença:

$$V_{\text{conjunto}} = V_{\text{água}} + V_{\text{sementes}}$$

$$V_{\text{sementes}} = V_{\text{conjunto}} - V_{\text{água}}$$

A massa específica das sementes (ρ_{sementes}) é dada pela razão entre a sua massa e o seu volume, conforme a Equação 3:

$$\rho_{\text{sementes}} = \frac{m_{\text{sementes}}}{V_{\text{sementes}}} \quad (3)$$

Figura 5. Aparato usado para determinar a densidade das sementes de puxuri pelo método do deslocamento de líquidos (Foto Eduardo Mafra)



Figura 6. Aparato usado para determinar a massa específica absoluta das sementes de puxuri por picnometria de comparação (Foto: Eduardo Mafra)



Massa específica pelo método hidrostático (MH): Para este cálculo determinaram-se os volumes individuais das sementes pelo método hidrostático (Princípio de Arquimedes) usando a água como o líquido do sistema. As sementes inteiras e saturadas em água, previamente pesadas em balança analítica (marca GEHAKA, modelo AG 200, com precisão de 0,0001g), eram espetadas em um estilete (agulha) preso a um barbante e, então, submergidas em um béquer contendo água destilada, colocado sobre uma balança (Figuras 7 e 8), tomando-se o cuidado para que elas não tocassem as paredes do béquer. Considerou-se neste ensaio a massa específica da água igual a 1,0 g/cm³ a 27°C. As massas registradas pela balança são equivalentes aos volumes de cada uma das sementes.

A massa específica de cada semente foi calculada pela razão entre a sua massa, obtida em balança analítica e o seu volume, determinado pelo Método Hidrostático, conforme a Equação 4:

$$\rho_{MH} = \frac{m_{sementes}}{V_{sementes}} \quad (4)$$

Em que:

ρ_{MH} = massa específica de cada uma das sementes pelo método hidrostático (g/cm³);

m = massa de cada uma das sementes (g);

V = volume de cada semente (cm³).

Figura 7. Aparato usado para determinar o volume das sementes pelo Método Hidrostático usando água destilada como líquido mostrando a semente antes da submersão (Foto: Eduardo Mafra)



Figura 8. Aparato usado para determinar o volume das sementes pelo Método Hidrostático mostrando a semente submersa (Foto: Eduardo Mafra)



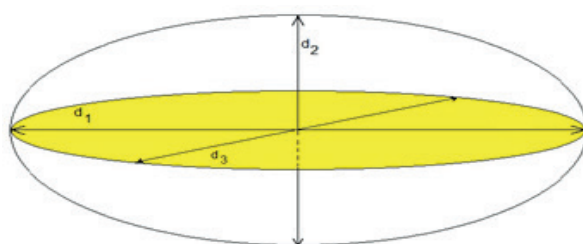
Porosidade: A porosidade ε do leito fixo de sementes de puxuri foi estimada com base na relação entre massa específica aparente (ρ_{ap}) e massa específica absoluta (ρ_{abs}) (Equação 5), que expressa a razão do volume dos poros das sementes pelo seu volume total.

$$\varepsilon = 1 - \frac{\rho_{ap}}{\rho_{abs}} \quad (5)$$

Esfericidade: A esfericidade das sementes foi determinada pelo método de Mohsenin (1986), considerando-se a semente de puxuri um elipsoide triaxial (Figura 9). Este método assume que o volume da semente é equivalente ao volume de um elipsoide triaxial e que o diâmetro da esfera circunscrita é igual ao maior eixo do elipsoide. O grau de esfericidade é calculado pela média geométrica dos três eixos perpendiculares entre si, do sólido, pelo maior eixo do mesmo segundo a Equação 6.

$$\phi = \frac{\sqrt[3]{d_1 \times d_2 \times d_3}}{d_1} \quad (6)$$

Figura 9. Desenho de um elipsoide triaxial e seus eixos principais.



(Desenho: Eduardo Mafra).

Ângulo de repouso: O ângulo de repouso das partículas foi estimado pelo método do tambor rotativo (Figura 10) e classificado quanto ao grau de escoabilidade de acordo com a Tabela 1, conforme recomendado por Jong, *et al.* (1999). Foram executadas 10 medidas experimentais para a estimativa do valor médio.

Figura 10. Aparato usado para determinar o ângulo de repouso das sementes de puxuri. (Foto: Eduardo Mafra).

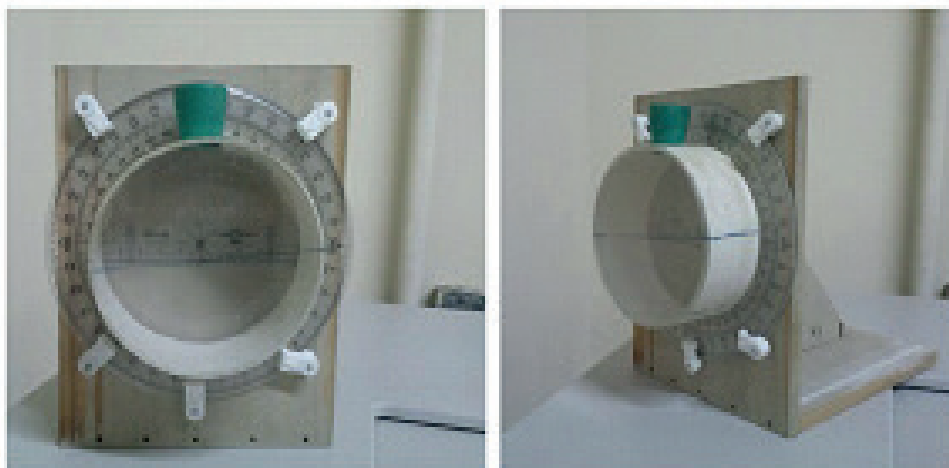


Tabela 1. Comportamento de escoabilidade de sólidos em relação ao ângulo de repouso.

Ângulo de Repouso (°)	Escoabilidade
> 60	Coesivo/Sem fluidez
60 – 45	Fluidez regular
45 – 30	Boa fluidez
30 – 10	Excelente fluidez
< 10	Aerado

(Fonte: JONG et al., 1999).

Composição Centesimal

As análises descritas a seguir foram conduzidas com a finalidade de caracterizar as sementes quanto à sua composição centesimal por meio de métodos padronizados. Material utilizado nestas análises era semente em pó, obtidas com moinho manual e padronizada sua granulometria em peneira de aço, Tyler, de abertura de 0,250 mm (Mesh 60). Depois de moídas, as sementes em pó eram acondicionadas em sacos de polietileno.

Umidade: Para a determinação da umidade da semente de puxuri utilizou-se o método padrão descrito na norma analítica 4.5.1, do Instituto Adolfo Lutz (1985).

Proteínas: O teor de proteína da semente de puxuri foi determinado em triplicata usando-se a Norma Analítica 4.6, do Instituto Adolfo Lutz (1985).

Cinzas: O teor de cinzas das sementes de puxuri foi determinado em triplicata usando-se a Norma Analítica 4.6., do Instituto Adolfo Lutz (1985).

Lipídios: O teor de lipídios da semente de puxuri foi determinado em triplicata usando-se a Norma Analítica 4.6, do Instituto Adolfo Lutz (1985).

■ RESULTADOS E DISCUSSÃO

Resultados da anatomia das sementes, das folhas e dos ramos finos de puxuri

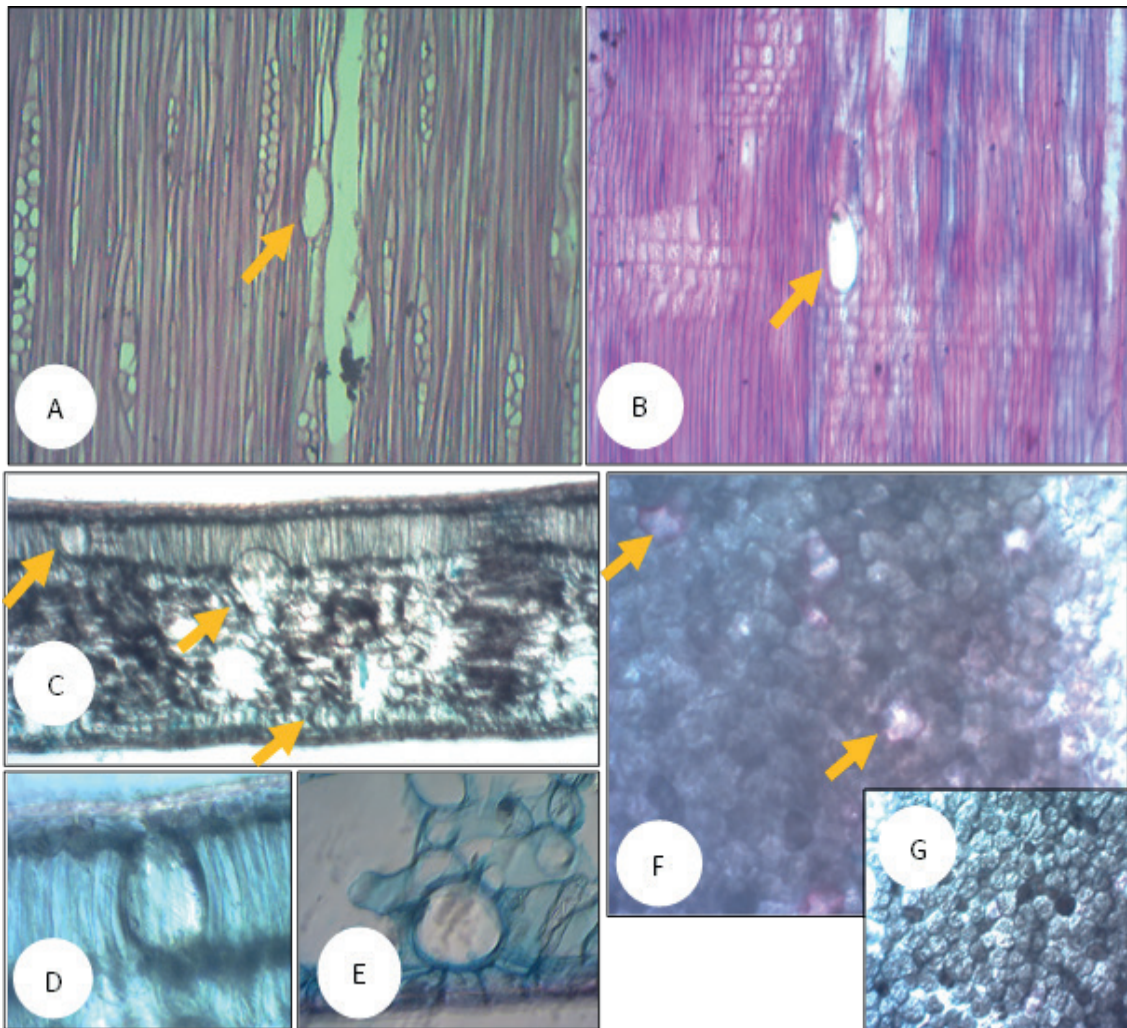
O resultado deste estudo anatômico mostrou que o puxuri apresenta características gerais semelhantes às daquelas da maioria dos representantes da família *Lauraceae* quanto à disposição, proporção e distribuição dos elementos anatômicos. Assim sendo, o puxuri também apresenta estruturas secretoras de óleo e de outras substâncias nas diversas partes da planta. A Figura 11 apresenta essas estruturas e a sua localização nas partes consideradas na planta.

Células contendo óleos essenciais em *Lauraceae* já foram descritas por vários autores (SOLEREDER, 1908; ESAU, 1977; METCALFE, 1987; BUVAT, 1989; TOLEDO, 1996; MARANHO, 1998; TOLEDO, 2000). De acordo com Solereder (1908), as células mucilaginosas ocorrem nas folhas dos gêneros *Persea*, *Phoebe*, *Ocotea*, *Nectandra*, *Sassafras* e *Litsea*.

Metcalf (1987) relata que é comum a presença de células secretoras de óleos ou de mucilagem em pelo menos vinte gêneros da família *Lauraceae*. Segundo este mesmo autor, as células oleíferas são geralmente esféricas, com as paredes suberizadas e com conteúdo amarelado, e frequentemente, aparecem como pontos translúcidos nas folhas. As células mucilaginosas, presentes no puxuri, são semelhantes em tamanho, forma e distribuição às oleíferas, sendo encontradas em, pelo menos, catorze gêneros.

No corte longitudinal radial e tangencial dos ramos, as células de óleo estão associadas ao parênquima radial, tanto nas proximidades quanto na região das células terminais do raio. São células visíveis, solitárias, arredondadas ou ovais e maiores que as células do parênquima radial ou axial (Figura 11 – A, B).

Figura 11. Microfotografias de cortes de elementos e estruturas anatômicas do puxuri [*Licaria puchury-major* (Mart.), Kosterm., *Lauraceae*]. A – Corte longitudinal tangencial do ramo. B – Corte longitudinal radial do ramo. C – Vista geral do corte transversal da lâmina foliar. D – Detalhe da célula de óleo na região do parênquima paliçádico. E – Detalhe de célula oleífera na região do parênquima lacunoso. F. Corte transversal da amêndoa, células oleíferas (regiões mais claras). G – Corte transversal da amêndoa (regiões mais escuras podem indicar mais de um tipo de célula secretora). As setas indicam a presença de células oleíferas (Fotos: Eunice Macedo).



Observa-se na lâmina foliar que as células oleíferas podem ser encontradas associadas aos parênquimas paliçádico e lacunoso nas proximidades das epidermes. Estão mais presentes no primeiro tipo de parênquima. Apresentam formas que variam de arredondadas a ovais e possuem parede ligeiramente espessada, provavelmente resultante da deposição de celulose (Figura 11 - C, D, E).

Na amêndoa, entre as células do parênquima de reserva, são encontradas células com paredes levemente espessadas e com dimensões maiores em relação a outras (Figura 11F). Em microscopia de luz polarizada percebe-se que ocorrem outras células, com conteúdo mais escuro, indicando a presença de outros componentes, além de óleo, sugerindo, por exemplo, algum tipo de mucilagem (Figura 11G), característica marcante para a maioria das Lauraceae, segundo Richter (1987).

Resultados da caracterização física e centesimal das sementes de puxuri

Nas Tabelas 2 e 3 constam as características físicas e centesimais das sementes de puxuri, bem como os parâmetros estatísticos referentes à variabilidade e à precisão dos ensaios.

Tabela 2. Caracterização física das sementes de puxuri.

Propriedade	Valores Médios \pm Desvio-padrão
Peso médio das sementes (g)	5,2 \pm 1,83
Nº de sementes/kg (unidades)	231,5 \pm 2,51
Dimensões médias (cm):	
Espessura	11,53 \pm 1,43
Largura	16,89 \pm 3,08
Comprimento	38,16 \pm 3,94
Massa específica real* (g/cm ³)	1,23 \pm 0,18
Massa específica real** (g/cm ³)	1,20 \pm 0,03
Massa específica aparente (g/cm ³)	0,70 \pm 0,11
Ângulo de repouso (°) ***	40,4 \pm 3,06
Porosidade do leito de sementes (adim.)	0,45 \pm 0,004
Esfericidade (adim.)	0,52 \pm 0,06

* Método da picnometria de comparação; ** Método do deslocamento de líquido (Determinação do volume das sementes pelo Método Hidrostático); *** Indica boa fluidez (Tabela 1).

Tabela 3. Composição centesimal das sementes de puxuri.

Análises	Valores Médios \pm Desvio-padrão
Umidade (%)	10,85 \pm 0,13
Proteínas (%)	6,27 \pm 0,08
Lipídios (%)	23,28 \pm 0,37
Cinzas (%)	0,96 \pm 0,01
Carboidratos (%) *	57,28 \pm 0,47

* Obtido por diferença

■ CONCLUSÃO

Os equipamentos e protótipos experimentais de caracterização física, química e anatômica, utilizados no desenvolvimento deste trabalho, se mostraram adequados e com instrumentação apropriada para a determinação das propriedades necessárias à caracterização dessa matéria-prima e podem ser utilizadas na análise experimental dos processos de secagem e extração do óleo essencial de sementes e de partes aéreas de puxuri.

■ REFERÊNCIAS

1. BUKATSCH, F. 1972. Bermerkungen zur Doppelfärbung Astrablau-Safranin. *Mikrokosmos*, 61:255, 1972.
2. BURGER, L. M.; RICHTER, H. G. *Anatomia da madeira*. São Paulo: Livraria Nobel S. A. 1991.154p.
3. BUVAT, R. *Ontogeny cell differentiation and structural of vascular plants*. Springer Verlag, Berlin, 1989.
4. DOP, P.; GAUTIÉ, E. F. *Manuel de Technique Botanique*. J. Lamarre, Paris, 1928.594p.
5. ESAU, K. *Anatomy of seed plants*. 2. ed., New York: John Wiley & Sons. 1977.
6. GERLACH, D. *Botanische Mikrotechnik*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag, p. 1-311, 1984.
7. GRAÇA, R. R. *Puxuri uma potencialidade do município de Borba*. 2003. 48p. Monografia (Curso de Tecnologia Modalidade Indústria da Madeira), Instituto de Tecnologia da Amazônia – UTAM, Manaus, 2003.
8. INSTITUTO ADOLFO LUTZ. *Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análise de alimentos*, 3. ed. São Paulo: Governo do Estado de São Paulo, v. 1. 1985. 371p.
9. JOHANSEN, D. A. *Plant Microtechnique*. New York: McGraw-Hill Book Company, p.1-523. 1940.
10. JONG, J. A. H.; HOFFMANN, A. C.; FINKERS, H. J. Properly determine powder flowability to maximize plant output. *Chemical Engineering Progress*, v. 95, n. 4, p. 25-34, 1999.
11. KRAUS, J. E.; ARDUIN, M. *Manual básico de métodos em morfologia vegetal*. Editora da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 1977.198 p.
12. LUQUE, R.; SOUSA, H. C.; KRAUS, J. E. Métodos de coloração de Roeser (1972) modificado. *Acta Botanica Brasilica*. 1996.
13. MAIA, J. G. S.; ANDRADE, E. H. Database of the amazon aromatic plants and their essential oils. *Química Nova*, 32 (3), 595-622, 2009.
14. MAIMOM, D. Mercado de matéria-prima: corantes naturais (cosméticos, indústria de alimentos), conservantes e aromatizantes, bioinseticidas e óleos vegetais e essenciais (cosméticos e oleoquímica). Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia. Disponível em: <<http://www.genamaz.org.br/>>. Acesso em: 06 nov. 2012.
15. MARANHO, L. T. *Contribuição ao estudo botânico, fitoquímico, farmacológico e microbiológico de Persea major Kopp. (Lauraceae)*. 1998. 85 p. Dissertação (Mestrado em Botânica), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1998.
16. METCALFE, C. R. *Anatomy of the dicotyledons: magnoliales, illiciales and laurales*. Oxford: Clarendon Press, 1987.
17. MOHSEIN, N. N. *Physical properties of plant and animal materials*. New York: Gordon and Breach Publishers, 1986.841p.

18. PERRY, R. H.; CHILTON, C. H. (Eds.) *Chemical Engineer's Handbook*. 5 ed., New York: McGraw-Hill Book, New York, 1987.
19. RICHTER, H. G. Mature Secondary Xylem. In: Metcalfe, C. R. *Anatomy of the Dicotyledons*, 2. ed. Oxford: Clarendon Press. III, p. 162-171, 1987.
20. ROESER, K. R. Die Nadei der Schwarzkiefer - Massenprodukt und Kunstwerk der Natur. *Mikrokosmos*, v. 61, p. 33-36, 1972.
21. SOLEREDER, H. *Systematic anatomy of the dicotyledons: a handbook for laboratories of pure and applied botany*. v. 2. Oxford: Clarendon Press, 1182 p, 1908.
22. TOLEDO, M. G. T. *Contribuição ao estudo da Aniba rosaeodora Ducke*. Curitiba, 1996. 62 p. (Monografia de Especialização), Universidade Federal do Paraná. 1996.
23. TOLEDO, M. G. T. *Estudo botânico e fitoquímico de Ocotea odorifera (Vell.) Rohwer. (Lauraceae) da região metropolitana de Curitiba*. Curitiba, 110 p. (Dissertação de Mestrado), Universidade Federal do Paraná. 2000.
24. WEBB, P. A., ORR, C. *Analytical Methods in Fine Particle Technology*. Micrometrics Instrument Corporation, USA, 1977.301 p.