

Averrhoa carambola L. (Oxalidaceae) e *Achras sapota* L. (Sapotaceae) – elementos morfo-anatômicos de orientação diagnóstica

Averrhoa carambola L. (Oxalidaceae) e *Achras sapota* L. (Sapotaceae) – Morpho-anatomical diagnostic elements

Luzia Ilza Ferreira Jorge¹; Augusta Mendes da Silva²; Eduardo Gonzalez¹ & Ana Carolina Buchalla Alonso¹

RESUMO – São descritos os principais elementos estruturais morfológicos e anatômicos, úteis para o exame diagnóstico das espécies *Achras sapota* L. (sapotizeiro) e *Averrhoa carambola* L. (caramboleira), com vistas à identificação de frutos, folhas e cascas uma vez tecnologicamente processados (controle de qualidade alimentar e fitoterápico). *Achras sapota* apresenta laticíferos, cristais de oxalato de cálcio e células pétreas grandes e disformes, tanto no mesofilo como no pericarpo. Os sapotis são frutos revestidos por periderme. *Averrhoa carambola* (caramboleira) apresenta pêlos toectores simples e unicelulares na epiderme da folha e do fruto. Os pêlos da folha são abundantes e curtos (100µm). Os pêlos do fruto são longos (600µm) e de ocorrência esparsa. No mesofilo observam-se cristais prismáticos de oxalato de cálcio. No mesocarpo são observados pigmentos carotenóides, grãos de amido pequenos, com dimensões da ordem de 5µm e substância amilífera amorfa dispersa no protoplasma.

PALAVRAS-CHAVE – *Averrhoa carambola* L.; carambola; caramboleiro; *Achras zapota* L.; sapoti; sapotizeiro.

SUMMARY – The main morphological and structural characteristics oriented-diagnostic of the species *Achras sapota* L. and *Averrhoa carambola* L. (carambold or coromandel gooseberry) are described. This study will be useful for the specie identification even after tecnologycal processings of the fruits, leaves and barks. *Achras sapota* presents laticifers, calcium oxalate crystals and stone cells with different and extravagant shapes, on the fruits and on the leaves. The epicarp of the fruits of *Achras sapota* is characterized by the early formation of cork. *Averrhoa carambola* (carambold) presents simple and unicellular hairs on the leaves and fruits. The hairs of the leaf are abundant and short (100µm) and the hairs of the fruit are rare and long (600µm). Prismatic crystals are observed at the mesophyll. The pericarp presents carotene pigments, small starch grains and amorphous amylose substance as ergastic substances.

KEYWORDS – *Averrhoa carambola* L.; carambold; coromandel gooseberry; *Achras sapota* L.

INTRODUÇÃO

As cascas do sapotizeiro (*Achras zapota* L.), bem como as sementes dos frutos, os sapotis, são amargo-adstringentes, empregados na medicação caseira para diversos fins: anti-febris, diuréticas e vulnerárias. Hoehne (1946) descreve assim o emprego medicinal dessa frondosa árvore tropical, de ocorrência espontânea na região litorânea do Estado de São Paulo.

Os sapotis têm sabor e aroma adocicados. A riqueza em açúcares desses frutos foi determinada por cromatografia em camada delgada (Chan & Hew, 1975).

O sapotizeiro é árvore frondosa pertencente à família *Sapotaceae*, introduzida das Antilhas. Aclimatada no Brasil, é de ocorrência espontânea atualmente. Seus frutos de sabor adocicado são apreciados entre a população do meio rural paulista, que a conhece bem. O vegetal atinge 15 m de altura, com ramos quase verticais e copa abundante de formato oval. A espécie apresenta seiva pegajosa de aspecto leitoso, sendo empre-

gada na fabricação de chicletes pela indústria alimentícia mexicana. A madeira é útil em carpintaria. As sementes são diuréticas e digestivas (Pio Correa, 1978).

A caramboleira é árvore encontrada espontaneamente na região litorânea paulista, embora não seja nativa, como o sapotizeiro. A espécie foi introduzida no Brasil em 1817, no Estado de Pernambuco, oriunda da França. O cultivo é recente e inexpressivo no Brasil. Atinge até dez metros de altura, sem contudo, apresentar copa muito fechada. O caule é nodoso e tortuoso. Os ramos são numerosos e flexíveis. Os frutos, de sabor agridoce, são ricos em vitamina C e em ácido oxálico⁶. As flores são comestíveis na forma de saladas. Raízes e folhas são medicinais, estando inscritas na Farmacopéia Indiana, citada por Gonçalves & Martins (1998) e também por Pio Corrêa (1931), com as indicações terapêuticas como sedante, anti-hipertensiva, antianêmica e antidiabética.

Xavier & Sá (2001) descreveram a ocorrência de C-glicosilflavonóides em *Averrhoa*.

Tanto *Sapotaceae*, como *Oxalidaceae*, famílias re-

Recebido em 27/8/2005

¹Instituto Adolfo Lutz - Laboratório I de Santos - R. Silva Jardim, 90, Macuco, Santos, SP, Brasil, 11.015-020;

²Instituto Adolfo Lutz - Div. Bromatologia e Química - Av. Dr. Arnaldo, 355, S. Paulo, SP, Brasil, 01246-902.

presentadas pelas espécies estudadas neste trabalho, apresentam frutos comestíveis *in natura*.

MATERIAL E MÉTODO

Foram coletados ramos frutíferos de *Achras zapota* L. (sapotizeiro) e de *Averrhoa carambola* L. (caramboleira) no município de Santos, SP. A identificação botânica foi obtida através de consulta à literatura especializada (Barroso, 1978; Pio Correa, 1931 e 1978).

A caracterização macroscópica das folhas, frutos e cascas foi efetuada ao olho nu ou com auxílio de lupa estereoscópica. Os elementos anatômicos obtidos a partir de diversas folhas adultas, frutos maduros e de cascas desses ramos, ora através de cortes a mão livre, com auxílio de lâmina de aço inoxidável e de medula de embaúba como suporte, ora através de trituração em almofariz (simulando processamentos tecnológicos), foram estudados através de microscopia fotônica. As mensurações permitiram a elaboração de escalas, tendo sido feitas com auxílio de régua micrométrica e de câmara clara. Empregou-se solução comercial de hipoclorito de sódio para as descolorações. As montagens entre lâmina e lamínula foram preparadas em água destilada; em solução de lugol, que revela a presença ou não de amido e em solução saturada de floroglucina clorídrica (HCl a 10%), que cora tecidos esclerenquimáticos em vermelho (Oliveira, Akisue & Akisue, 1998). As escalas foram obtidas através de microprojecção, empregando-se câmara clara e régua micrométrica.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

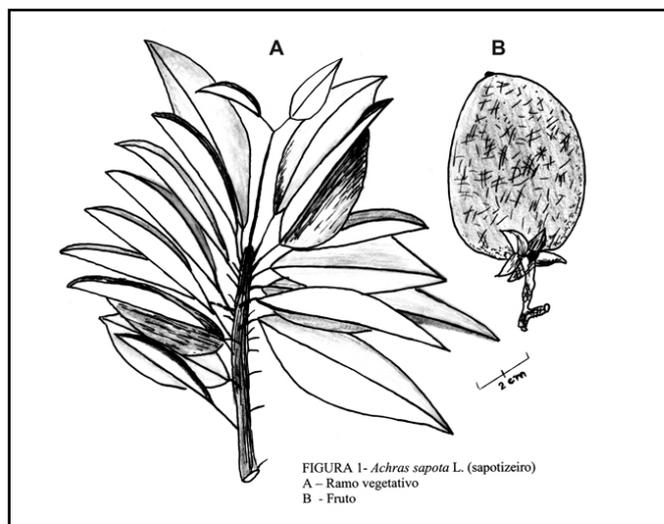
Achras zapota L. (sapotizeiro)

Sinonímia: *Achras zapota* Jacq., *Sapota achras* Mill. e *Sapota zapotilla* Coville

Família: *Sapotaceae* Dumort

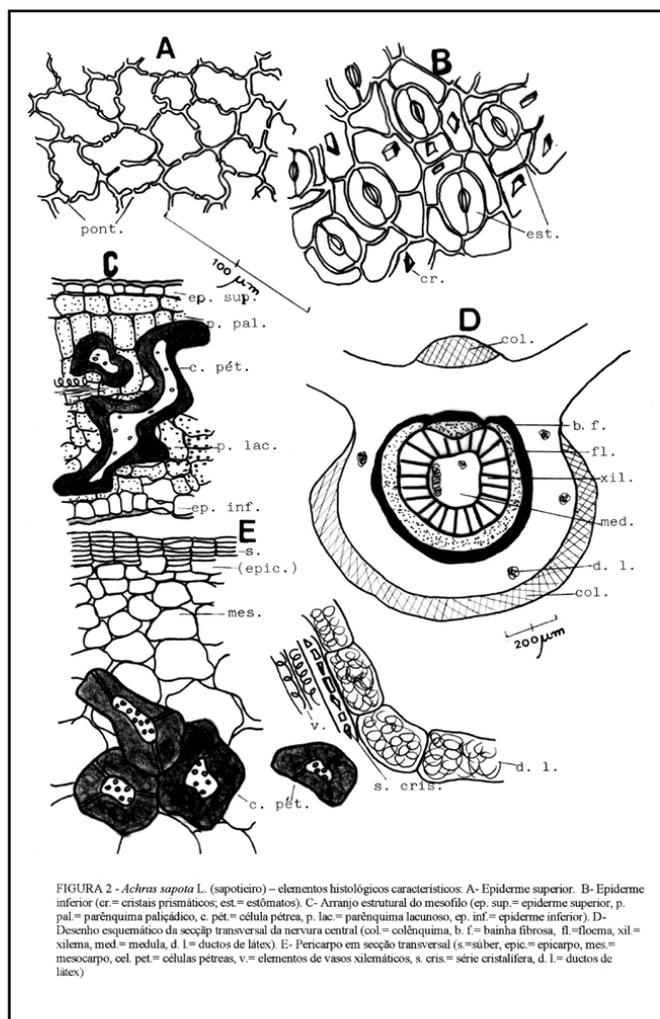
A família *Sapotaceae* é cosmopolita e intertropical, sendo que o Brasil apresenta cerca de 25% dos gêneros (12) e 15% das espécies (103) desse complexo táxon (Barroso, 1978).

As sapotáceas são representadas por árvores ou arbustos de folhas simples, alternas, com ou sem estípulas, latescentes, e, em geral, com indumento de pêlos malpighiáceos (Barroso, 1978). As folhas da espécie



estudada não apresentam pêlos nem estípulas. A coloração é verde-brilhante. A forma do limbo é oval com tendência a lanceolado, 6-10 cm de comprimento, ápice e base agudos, margens inteiras, pecíolo com 1 a 2cm de comprimento. Ao tato são papiráceas e glabras. As folhas são opostas nos nós proximais. A tendência à formação de verticilos cresce em direção à extremidade dos ramos, onde é abundante e característica (Figura 1-A). As nervuras secundárias são quase imperceptíveis à vista desarmada. Igualmente, observa-se que a nervura central é proeminente na face abaxial e lisa na face adaxial. Os frutos são bagas piriformes ou largamente oblongas (Figura 1-B).

Achras L. é palavra grega que significa "pereira silvestre" (Barroso, 1978). Os frutos são bagas ovóides medindo de 10-15cm de comprimento. Suas dimensões variam de 3,0 a 10,0cm de diâmetro. O mesocarpo é succulento, mucilaginoso, com aroma e sabor adocicados. O epicarpo é espesso e esfoliativo, uma vez que é constituído de periderme, revestimento do tipo secundário, de coloração cinzenta. Esau³ apresenta a citação: "O súber pôde substituir a epiderme externa da parede do fruto. Em alguns frutos um felogênio de origem subepidérmica forma súber e lenticelas. O fenômeno ocorre sempre em algumas espécies; em outras, depende das condições do ambiente." Isto foi verificado no presente estudo, corroborando declarações anteriormente feitas por Roth (1977).



Observa-se presença de cálice persistente e na extremidade oposta, cicatriz proeminente (Figura 1-B). As sementes são lenticulares, pretas e lúpidas; em número de três por fruto. A testa tegumentar é lisa e brilhante, castanho-escura e resistente à contusão em almofariz de porcelana. Ao exame microscópico esse tecido é constituído exclusivamente de fibroescleride. O tégmen, ao contrário, é constituído de parênquima de coloração ligeiramente acastanhada, com paredes delgadas. Rafe e micrópila são discerníveis à vista desarmada. Os cotilédones são tenros, de coloração branco-leitosa. Não foi observada presença de amido; nem na semente, tampouco no pericarpo.

Observada em corte paradérmico, a epiderme da face adaxial da folha apresenta paredes anticlinais sinuosas e pontuadas (Figura 2-A).

As sapotáceas caracterizam-se, do ponto de vista anatômico, por possuírem laticíferos relacionados aos feixes vasculares, bem como dorsiventralidade foliar, estômatos ranunculáceos restritos à epiderme da face abaxial da folha e tricomas tectores com um ou dois braços, observam Metcalfe & Chalk (1950). Verificou-se nesse trabalho que *Achras sapota* obedece a esses padrões anatômicos da família. Contudo, a ocorrência de tricomas relatada na literatura não é universal para a família, conforme demonstrado no presente trabalho. Foram efetuados diversos cortes em diferentes folhas e frutos, e não se detectou presença de tricomas nessa espécie; nem nas folhas, nem nos frutos.

Examinada ao microscópio, a nervura central revela ser proeminente em ambas as faces da folha, embora essa projeção seja bem maior na face abaxial relativamente à face adaxial. O colênquima é abundante nessa região e o feixe vascular distribui-se homogênea-mente em torno de uma região medular parenquimática (Figura 2-D).

Há laticíferos nas regiões parenquimáticas do mesófilo foliar, bem como no pericarpo do fruto (Figuras 2-D e 2-E). Séries cristalíferas relacionadas aos elementos de vasos xilêmicos foram também observadas no pericarpo (Figura 2-E), bem como nas camadas subepidérmicas foliares. Esses cristais podem ser observados por transparência através no corte paradérmico da epiderme foliar abaxial (Figura 2-B).

Sabe-se que é rara a instalação de felogênio em revestimentos de frutos, o que torna esse detalhe um elemento diagnóstico, por ser peculiar à espécie em estudo. Jorge *et al* (1998), trabalhando com outra espécie da família, *Pouterio cainito* (Ruiz & Pav.) Radlk (abieiro), observaram frutos revestidos de epicarpo constituído de células epidérmicas brachiformes com paredes xeromorficamente espessadas e revestidas por cutícula granulosa.

É notável a presença de células pétreas muito grandes e bizarras quanto aos formatos, sendo, por este motivo característica que oferece excelente exame diagnóstico a partir dos frutos da espécie, uma vez que não se trata de elemento anatômico universal para a família. E o mesmo se pode dizer acerca dos laticíferos e das séries cristalíferas relacionadas aos feixes vasculares.

O corte transversal das folhas revela disposição em "tabique" dessas células pétreas, provavelmente geneticamente selecionadas para evitar o colapso das paredes celulares em situações de estresse hídrico (xeromorfismo).

Anexos epidérmicos, esclerides e inclusões celulares, quando presentes, geralmente são úteis para os exames de rotina nos laboratórios de controle de qualidade. Peculiaridades em termos de dimensões relativas, formatos, presença de estrias, hilos, etc, irrelevantes para os anatomistas acadêmicos, freqüentemente constituem o único recurso botânico disponível para a identificação de espécies apresentadas pulverizadas e/ou convertidas em doces em pasta, produtos liofilizados, embutidos de carne, misturas de condimentos, etc. A observação desses chamados "elementos estruturais-orientadores-diagnósticos", confrontada com a composição declarada pelo fabricante, freqüentemente permite detecção e diagnose inequívocas não somente da espécie investigada, como também de possíveis adulterações, fraudes e sujidades.

***Averrhoa carambola* L. (caramboleiro)**

Família: *Oxalidaceae*

As folhas são alternas, imparipinadas, compostas de 5-11 folíolos ovado-oblongos, acuminados, oblíquos e agudos na base, com 6,5cm de comprimento por 3,3cm de largura, glabros ou pubescentes na face adaxial. A face abaxial é sempre glabra. Os peciólulos são curtos, da ordem de 2mm. Os folíolos próximos à inserção são menores e cordiformes. Os folíolos distais são progressivamente maiores. O formato é oval para todos eles. A base é arredondada e o ápice é acuminado. O pecíolo é alargado junto à inserção caulinar (Figura 3-A).

As nervuras são do tipo reticulado, sendo quase imperceptíveis a olho nu. A nervura central é ligeiramente proeminente na face abaxial.

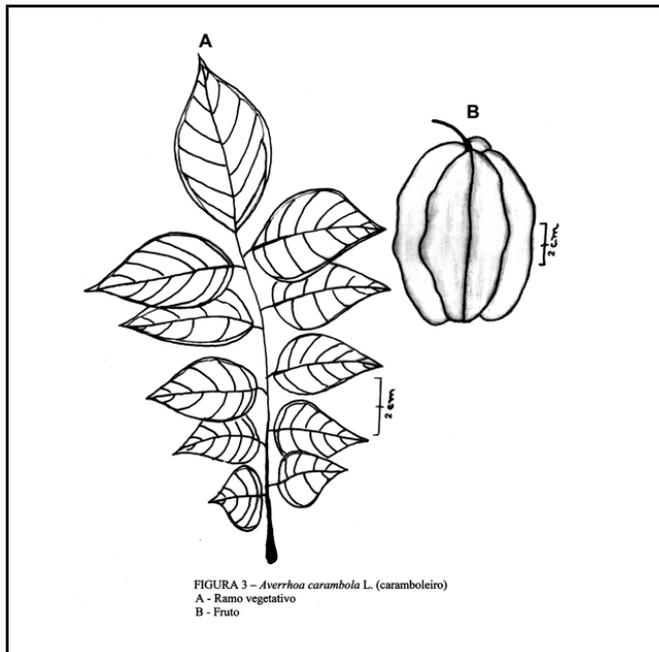
As flores são variegadas, brancas e purpúreas, pequenas, dispostas em racimos curtos, geralmente axilares, freqüentemente caulinares e sempre paniculados.

O fruto é baga oblonga amarelo-brilhante e glabro quando maduro, no mês de agosto. Ele apresenta 5 ou 6 projeções ou vértices e igual número de lóculos. A secção transversal, conseqüentemente, tem formato de estrela. Seu comprimento varia de 8,5 a 9,0cm (Figura 3-B).

As sementes são anátropas, de coloração marrom, comprimento de 1,3cm, alongadas, sendo observadas 2 em cada lóculo.

Nas Filipinas, ocorre a espécie *Averrhoa bilimbi* L., com frutos um pouco menores se comparados aos da espécie aclimatada no Brasil (Winton & Winton, 1935).

O limbo dos folíolos apresenta organização dorsiventral, com células epidérmicas da face adaxial anticlinalmente alongadas, em contraponto às que recobrem a face inferior, periclinalmente alongadas (Figura 4-C). O parênquima paliádico é constituído de três camadas celulares, o que confere xeromorfismo ao vegetal, protegendo-o relativamente à perda de água por transpiração e por evaporação. O corte transversal revela ainda: presença de cristais prismáticos nos parênquimas paliádico e lacunoso, feixes vasculares do tipo colateral aberto e colênquima discreto nas extremidades da nervura central (Figura 4-D). O corte transversal (Figura 4-C), tanto quanto o paradérmico (Figuras 4-A e 4-B), ambos permitem observar as diferentes freqüências relativas com que os pêlos tectores se distribuem nas faces abaxial (freqüência relativa maior), e na adaxial (freqüência relativa menor). Esses tricomas



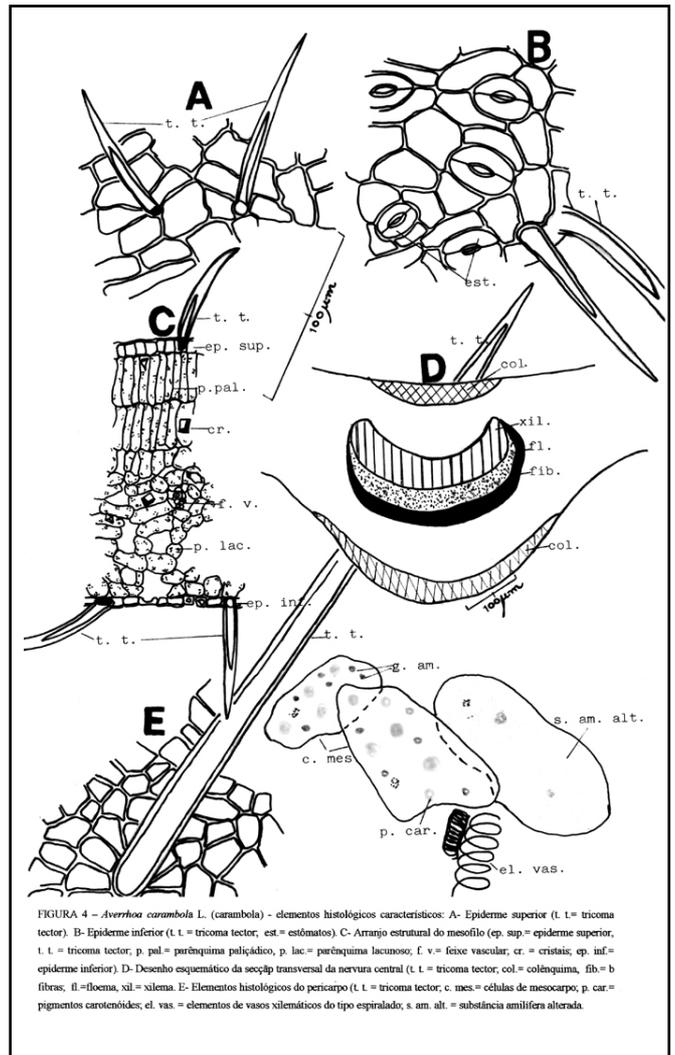
são do tipo simples, unicelulares, com $100\mu\text{m}$ de comprimento em média.

O corte paradérmico do folíolo revela células epidérmicas indiferentes em termos de formatos e de dimensões relativas, se comparadas epidermes das faces adaxial e abaxial, contrastando com o que se observa no corte transversal, descrito no parágrafo anterior. Em vista frontal as células epidérmicas são poligonais, com paredes retas, delgadas e bem justapostas (Figura 4-C). Os estômatos são de ocorrência restrita à epiderme abaxial. Observam-se elementos de vasos xilemáticos de todos os tipos. Os de tipo espiralado são calibrosos, os reticulados e pontuados são delgados, compatíveis com o discreto desenvolvimento secundário apresentado pelas folhas. Aliás, de modo geral, folhas e frutos apresentam pouco desenvolvimento secundário, quando o apresentam.

O exocarpo dos frutos apresenta células de paredes poliédricas e justapostas, como as descritas para o tecido epidérmico foliar, porém de paredes mais espessas do que aquelas (Figura 4-E). Os pêlos que revestem os frutos são bem maiores do que os anteriormente descritos, atingindo $600\mu\text{m}$ de comprimento, em média; contudo, são de ocorrência esparsa. Essa observação de caráter quantitativo é possível ao anatomista-analítico pela experiência em exames comparativos que este adquire, a rotina dos exames diagnósticos nos laboratórios de controle de qualidade (Jorge, 2000).

O mesocarpo é constituído de células saculiformes, volumosas, com paredes delgadas. Entre essas células parenquimáticas observam-se idioblastos portadores de pigmentos carotenóides, outros contendo grãos de amido minúsculos, com diâmetro da ordem de $5\mu\text{m}$. Substância amilífera amorfa dispersa no protoplasma é evidenciada através de coloração azul intensa que apresenta com solução de lugol. A vascularização é do tipo primária, constituída de vasos calibrosos do tipo espiralado, exclusivamente (Figura 4-E).

As sementes são oleaginosas, com vascularização do tipo primária, isto é, elementos de vasos com espessamento do tipo espiralado unicamente.



As cascas são constituídas, basicamente, de fibras pouco lignificadas e de fibras cristalíferas.

CONCLUSÕES

Analisada microscopicamente, a espécie *Achras sapota* revela grandes células pétreas de formatos irregulares, representativas para o exame diagnóstico da espécie a partir de folhas e/ou de frutos da mesma. A presença de laticíferos, apesar de ser universal para a família, corrobora o laudo. Os sapotis são frutos que apresentam feloderme, outra característica que por ser rara neste órgão, torna-se útil para o exame diagnóstico da espécie. Segundo Esaú (1974), a instalação de periderme dá-se em geral, somente em caules e raízes que apresentam crescimento secundário (gimnospermas e a maioria das dicotiledôneas). Por ser esporádica a ocorrência de revestimento secundário em frutos, este fato adquire valor dentro da Microscopia Alimentar, ciência aplicada que objetiva reconhecer espécies vegetais em produtos tecnologicamente processados.

Tricomas, cristais prismáticos, parênquima paliçádico e inclusões celulares orgânicas (pigmentos carotenóides, grãos de amido e substância amilífera amorfa) caracterizam anatomicamente a espécie *Averrhoa carambola* L.

Menezes Jr. (1952), citado por Jorge (2000), afirma: "A microscopia é, de todos os métodos analíticos, a que melhor e mais facilmente permite o reconhecimento de uma adulteração de produto alimentício. Se o método químico pode apontar a presença de uma fraude, nem sempre estará em condições de identificá-la. Com o exame microscópico não se passa o mesmo: sendo ele um exame objetivo, que nos proporciona a sensação visual exata da substância observada, pode nos levar a uma conclusão real e satisfatória na identificação desejada. Por esta razão, jamais se pode prescindir da sua aplicação nas análises bromatológicas".

Além disso, o baixo custo que apresenta aliado à rapidez com que é executado, tornam o exame microscópico o primeiro a ser cogitado para o controle de qualidade de produtos tecnologicamente processados, tanto para o reconhecimento das espécies que entram na constituição dos produtos, bem como para a identificação de fraudes e de adulterações. Uma vez submetidos aos processamentos tecnológicos, os vegetais perdem o arranjo estrutural que lhes é natural. Porém, por outro lado, revelam outros, às vezes totalmente diferentes do arranjo estrutural original, os "elementos orientadores-diagnósticos" (Jorge, 2000). Menezes (1959), citado por Jorge (2000), empregava a expressão "elementos histológicos característicos" para designar essas estruturas modificadas, uma nova abordagem da anatomia vegetal, que poderia ser denominada "Botânica industrial". Considerando que a vocação natural do nosso vasto país inter-tropical rico em vegetais fanerogâmicos é agrícola, a formação de profissionais-técnicos e pesquisadores especializados nessa área é de interesse nacional.

Otimizar nossos produtos naturais, agregar-lhes valor e exportá-los, é o futuro que se nos apresenta

não somente para o equilíbrio fiscal das contas do país, como também para o incremento da agricultura familiar, solução que a China encontrou para mitigar a fome de uma população muito maior do que a nossa. Para a realização de tal intento precisamos ter recursos humanos solidamente formados, críticos e empreendedores, bem como empenho político em abrir concursos e fixar esses profissionais nas regiões florestais do país.

REFERÊNCIAS

1. Barroso, G.M. Sistemática de angiospermas do Brasil. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1978. v.1, p. 217-9.
2. Chan, H.T.; Hew, R.A. Identification and determination of sugars in starfruit, sweet sop, green sapote, jack fruit and wiapple. J. Food Sci., v.4, n.6, p. 1329-1330, 1975.
3. Esau, K. Anatomia das plantas com sementes. Tradução de Berta Lange de Morretes. São Paulo: Edgard Blucher, 1974. p.253.
4. Gonçalves, M.I.A.; Martins, D.T.O. Plantas medicinais usadas pela população do município de Santo Antônio de Leverger, Mato Grosso, Brasil. Rev. Bras. Farm., v.7, n.3/4, p.56-61, 1998.
5. Hoehne, F.C. Frutas indígenas. S. Paulo: Secretaria da Agricultura, Indústria e Comércio, 1946. p.68,72 e 74.
6. Hugles, C.; Jones, F.R. Natural and synthetic sources of vitamin C. J. Sci. Food Agr, v.22, n.10, p.551-55, 1971.
7. Jorge, L.I. F. et al. Reconhecimento microscópico de duas espécies frutíferas sul-americanas: *Pouterio cainito* (Ruiz & Pav.) Radlk (abio) e *Mammea americana* L. (abricó). Bol. SBCTA, v.32, n.2, p.152-15, 1998.
8. Jorge, L.I.F. Botânica aplicada ao controle de qualidade de alimentos e de medicamentos. São Paulo: Atheneu, 2000. 90p.
9. Metcalfe, C.R.; Chalk, K.L. Anatomy of the Dicotyledons. Oxford: Clarendon, 1950. v.2, p.871-875.
10. Oliveira, F.; Akisue, G.; Akisue, M.K. Farmacognosia. São Paulo: Atheneu, 1998. p.41.
11. Pio Correa, M. Dicionário de plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, 1931. v.2, p.33.
12. Pio Correa, M. Dicionário de plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, 1978. v. 4, p.59.
13. Roth, I. Fruits of Angiosperms. Berlin: Stuttgart, 1977. p.435-438.
14. Xavier H.S.; Sá, A. FF. Componentes flavonóidicos majoritários de duas espécies de *Averrhoa* (*Oxalidaceae*) introduzidas em Pernambuco. Disponível em: <http://www.propesq.utpe.br>. Acesso em: 20.jan.2001.
15. Winton, A.L.; Winton, K.B. The structure and composition of foods. New York: John Wiley & Sons 1935. v.2, p.678-681.