

Atualidades do Conselho Nacional do Petróleo - "Esses trabalhos poderão ser republicados desde que citada a fonte".
Informação obtida da folha de rosto da revista impressa.

REFERÊNCIA

PAULA, José Elias de. Álcool da fruta-pão. Atualidades do Conselho Nacional do Petróleo, Rio de Janeiro, v. 73, p. 57-62, 1981.

Álcool da fruta-pão

Prof. José Elias de Paula Universidade de Brasília — IB-VEG

SINOPSE

Foi analisada a estrutura interna da fruta-pão, inclusive do pedúnculo frutífero, visando descobrir substâncias de interesse energético. Foram feitos testes para detectar e avaliar o teor de amido, e testes histomicroquímicos para evidenciar borracha, também foram realizados.

INTRODUÇÃO

Continua-se neste trabalho a série de estudo que tem por objetivo descobrir novas fontes alternativas de energia derivada da biomassa vegetal. Para tanto, estamos desenvolvendo um projeto que envolve cerca de duzentas espécies nativas e aclimatadas: madeiráveis, palmeiras e produtoras de órgãos subterrâneos não lenhosos (rizomas, tubérculos e raízes tuberosas), cujos primeiros resultados já foram publicados (Paula 1980).

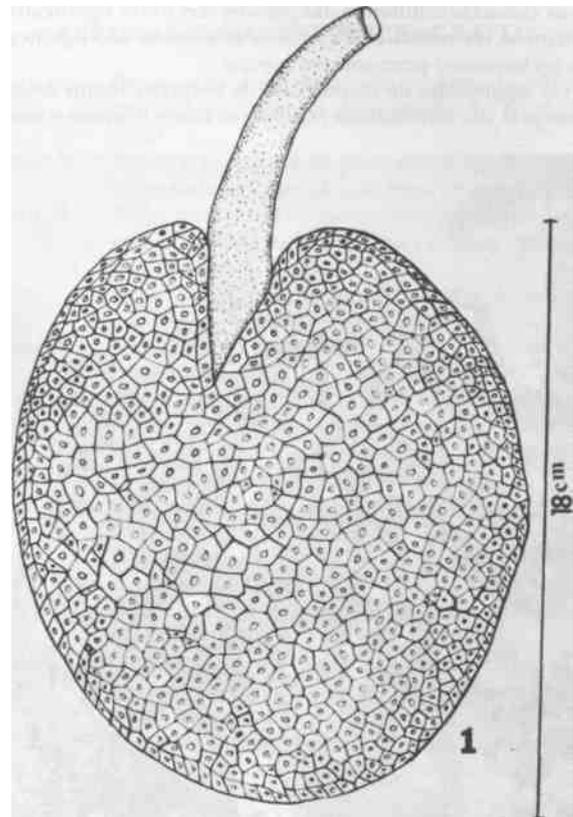
O alto custo do petróleo, bem como a evidência da exaustão das reservas energéticas mundiais não renováveis, nota-damente do petróleo tem gerado uma grande preocupação ao Brasil. E acreditando no grande volume de energia acumulada nas nossas espécies vegetais que iniciamos, há dois anos uma linha de pesquisa, visando selecionar principalmente espécies nativas com potencial energético, viáveis de serem aproveitadas para produção de combustível sólido ou líquido. Portanto, é dentro deste contexto que se situa a presente comunicação.

MATERIAL

As frutas que serviram de base para as nossas pesquisas foram coletadas na Zona da Mata, área Metropolitana de Recife, em sítios de pessoas conhecidas. Foram utilizadas frutas em estágio adulto de desenvolvimento. Usamos material fresco fixado em acroleína a 10%, FAA e FPA.

Artocarpus incisa L. var. *apyrena* Forst. pertence a família das *Moraceae* e tem como sinônimos: *Rademadria incisa* Thunb., *Artocarpus communis* Forst. var. *apyrena* e *Artocarpus incisifolia* Stockes. Trata-se de uma espécie de até 30 m de altura, bem ramosa; copa densa, ampla e irregular; produtora, de látex potável, alvo, pegajoso e elástico; apresenta crescimento rápido e multiplica-se vegetativamente com facilidade por estacas. Fruto múltiplo (composto), resultante do desenvolvimento da inflorescência, compreendendo o eixo da inflorescência, e demais peças florais, transformando-a num pseudo-fruto carnoso, com superfície verde, areolado-reticulada, tornando-se amarelado e doce na maturação; forma globosa ou subglobosa; com 16 — 30 cm

de comprimento nas subglobosas e até 17 cm de diâmetro; pesando até 4,5 kg; latescente; látex potável. Quando o fruto é cortado transversalmente nota-se o eixo central bem desenvolvido, uma parte esponjosa que liga o fruto ao eixo central e outra parte mais sólida. O pedúnculo é sempre verde, versátil, latescente, com até 12 cm de comprimento e 3 cm de diâmetro, não lenhoso. Frutifica aos cinco anos de idade, repetindo-se anualmente até aos oitenta anos. Figuras 1 a 3.



Trata-se de uma espécie aclimatada no Brasil, trazida da Malaya no início do século 19 (Pio Corrêa 1952, Calvacante 1974 e Braga 1960). Foram trazidas para o Brasil duas variedades: *Apirena*, conhecida por fruta-pão ou fruta-pão-de-

massa. Esta variedade não tem semente e é muito apreciada como alimento. Come-se cozida, assada ou em forma de farinha. No Nordeste, na época da colheita esta variedade é comercializada nas feiras livres das cidades da Zona da Mata. A outra variedade é a *seminífera*, com semente, conhecida por fruta-pão-de-carão, não comestível. Nos estados nordestinos, *Artocarpus incisa* L. var. *apyrena* Forst. ocorre com muita frequência na Zona da Mata, sempre em sítios, quintais e fazendas, enquanto que a var. *seminífera*, raramente ocorre no Nordeste. No Estado do Pará são encontradas as duas variedades, inclusive na Ilha de Marajó.

MÉTODOS

Os testes para identificação de amido foram feitos com Lugol, Cloriodeto de zinco (cloreto de zinco iodado), donde o amido na presença dessas soluções torna-se roxo-azulado ou azul escuro, quase negro, dependendo da concentração das soluções referidas; e também sob luz polarizada, de cujo efeito resulta uma zona escura denominada de "Cruz de Malta". Fotos 9 e 15.

As drusas de oxalato de cálcio foram identificadas pela sua solubilidade no ácido sulfúrico a 50%, formando em seguida rafdios de sulfato de cálcio. As fibras gelatinosas foram identificadas com solução de safranina e solução de flo-roglucina, na presença de ácido sulfúrico a 50%, como efeito, as camadas celulósicas das paredes das fibras lignificadas tornam-se vermelhas e as camadas celulósicas não lignificadas (gelatinosas) permanecem incolor.

Os aglutinados de corpúsculos de borracha foram detectados pela sua solubilidade no xilol, no éter e benzeno e inso-



lúveis no hipoclorito de sódio, cloreto de sódio (Gonçalves 1960). Todos os testes aqui referidos foram feitos por nós no nosso laboratório.

As fotomicrografias que documentam o trabalho foram obtidas no fotomicroscópio Zeiss-II. O aumento de cada fotomicrografia foi calculado incluindo a ampliação.



RESULTADOS

As análises da estrutura interna da fruta-pão, procedidas da periferia até o centro, revelaram que o amido representa a maior parte da biomassa que a constitui. A maior concentração do amido está exatamente na parte esponjosa que liga o fruto propriamente dito ao eixo central e também na porção mais sólida da fruta. Tanto na parte esponjosa quanto na sólida, ocorrem com pouca frequência, bolsas mucilagi-nosas lisígenas, pequenas (foto 3). As camadas mais externas da fruta-pão são ricas em cloroplastos e laticíferos do tipo articulado e não articulado (fotos 6, 7 e 8). A parte central do fruto, representada pelo eixo da inflorescência apresenta laticíferos, células laticíferas e escassez de amido (foto 10). O amido da fruta-pão se apresenta sob a forma de grãos globosos, escudiformes e sem forma definida, resultante da deposição de camadas sucessivas concêntricas de amido em torno de um ponto (hilo). Os globosos variam entre 7,25 e 9,9 micrômetros de diâmetro e os não globosos entre 6,6 e 7,25 micrômetros na parte mais larga. As células da parte esponjosa e da porção mais sólida da fruta-pão, vistas em cortes transversais e em material macerado, estão completamente cheias de grãos de amido (fotos 2 e 5).

Analisando a estrutura interna do pedúnculo da fruta-pão, constatamos a presença de laticíferos, células contendo látex, e fibras pericíclicas gelatinosas. Os testes histomicro-químicos evidenciaram substâncias contendo borracha (fotos 11 e 12). São frequentes idioblastos contendo drusas de oxalato de cálcio.

COMENTÁRIOS E CONSIDERAÇÕES CONCLUSIVAS

A crise energética, que atualmente o mundo atravessa, tem conduzido os países afetados, inclusive o Brasil, a desenvolverem tecnologia de grande alcance, visando descobrir novas fontes de energia. Uma grande parte desse esforço está concentrada na biomassa vegetal. A lignina, o açúcar, a celulose e o amido são partes integrantes da biomassa vegetal. Essas quatro substâncias constituem a maior fonte de energia renovável de que o mundo dispõe, particularmente o Brasil.

Os vegetais vasculares são produtores de lignina, açúcar, celulose e amido, enquanto que os vegetais avasculares produzem somente amido e celulose. O álcool carburento é feito a partir da *celulose*, do açúcar ou do amido. O carvão, a partir da madeira, cuja massa maior é exatamente a celulose e a lignina. O coque metalúrgico é produzido a partir da lignina, especialmente da madeira. A mandioca, um órgão subterrâneo não lenhoso (raiz tuberosa), tem se revelado altamente promissora para produção de álcool, em virtude da grande quantidade de amido que encerra.

As análises procedidas na estrutura interna da fruta-pão e os testes histomicroquímicos, revelaram a existência de uma grande quantidade de amido. A título de comparação, analisamos também a estrutura interna da "mandioca" e concluímos que a fruta-pão tem tanto amido quanto a mandioca, apenas, nesta, os grãos de amido são bem maiores, 16 micrômetros de diâmetro, em média. Contudo, com relação ao espaço interno ocupado pelo amido, não há diferença, pois em ambos, todas as células estão completamente cheias de amido, sendo que na fruta-pão ocorrem mais grãos de amido por células, em virtude de serem bem menores. Na fruta-pão e na mandioca a quantidade de amido é tão grande, a ponto de se formar depósito de grãos de amido sob a lamínula (fotos 1, 4, 13 e 14), oriundo do interior das células.

Com base em nossos resultados acreditamos que a fruta-pão poderá ser usada para produção de álcool, em escala industrial. Pio Corrêa (1952) citando vários autores enfatiza que a faixa de variação da composição química da fruta-pão é muito ampla e refere que a percentagem de amido varia entre 64,04% e 84%. Caso haja interesse de se determinar com segurança a percentagem de amido existente na fruta-pão, por peso de biomassa, com fins industrial, recomendamos que seja usado fruto adulto e, antes de pesar a biomassa destinada às análises, deve-se remover o eixo central da fruta, pois é nesta parte onde ocorre menor quantidade de amido. O eixo central representa cerca de 20% do peso total de uma fruta-pão em estágio final de desenvolvimento. Por outro lado, para se determinar a percentagem de celulose por peso de biomassa, recomendamos também que sejam usadas todas as partes da fruta-pão, incluindo o eixo central e o pedúnculo.

Outra substância detectada na fruta-pão diz respeito a borracha. Atualmente, o Brasil tem gasto somas enormes de divisas com importação de borracha de "seringueira" (*hevea brasiliensis*), notadamente da Malásia. Dentro de poucos anos, quando os poços mundiais de petróleo estiverem completamente secos, essa situação se agravará, em consequência da importação cada vez maior de borracha para atender aos parques industriais, que dependem basicamente da borra-cha. Esta ameaça poderá não nos atingir nunca, desde que comecemos a estudar logo cedo as nossas centenas de espécies nativas produtoras de látex potável, que participam da composição da nossa flora. No látex, em geral ocorre borracha. Se o Brasil começar explorar as nossas espécies latescentes, sob plano de manejo, de utilização e cultivo coordenado, dentro de pouco tempo seremos auto-suficientes em borra-cha natural.

SUMMARY

The objective this study is furnish basic informations for producing alcohol from starch of "fruta-pão" (*Artocarpus in cisa* L. var. *apyrena* Forst). A great quantity of starch was detected. Rubber was detected to.

AGRADECIMENTOS

Ao Dr. Paulo Chagas, Engenheiro da Alumínio S. A. (ASA); Dr. José Luiz de Hamburgo Alves, Professor da Universidade Federal de Pernambuco; e Sr. Eronildes Clementi-no do Nascimento, nosso auxiliar de laboratório. A todos nossos agradecimentos pela colaboração que nos foi prestada à realização do trabalho.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- BRAGA, R.: *Plantas do Nordeste, especialmente do Ceará*. Fortaleza, 540p. 1960. GONÇALVES, C. R.: Sobre a provável ocorrência de Borracha no clorênquima de *Rauvolfia grandiflora* Mart. (Apocynaceae). *Rodriguésia*, Rio de Janeiro, 35:73-81, 3 fotos. 1960. CAVALCANTE, P. B.: *Frutas comestíveis da Amazônia*. Belém, 78 fig. 1974. Paula, J. E. de: Estado das estruturas internas das madeiras de quinze espécies brasileiras, com vistas à qualificação para produção de álcool, coque e carvão. *CNP/Atualidades*, Brasília, 72:31-45, 20 fotos, 11 fig. 1980. PIO CORREA: Dicionário das plantas úteis do Brasil e das plantas tóxicas cultivadas. Rio de Janeiro, v. 4. 1969.

EXPLICAÇÃO DAS FOTOMICROGRAFIAS

- Foto 1 — Depósito de grãos de amido oriundo do interior das células da parte mais sólida da fruta-pão (65x) Foto 2 — Material macerado da parte sólida da fruta-pão, mostrando aglomerados de grãos de amido (65x)
Foto 3 — Corte transversal da parte esponjosa, mostrando lacunas, bolsas mucilaginosas e células cheias de grãos de amido (65x).
Foto 4 — Depósito de grãos de amido oriundo do interior das células da parte esponjosa (65x)
Foto 5 — Corte transversal da parte sólida mostrando células cheias de grãos de amido (65x)
Foto 6 — Corte paradérmico da parte mais externa da fruta-pão, mostrando numerosos laticíferos articulados e não articulados (65x)
Foto 7 — Detalhe de um laticífero (274x)
Foto 8 — Corte transversal da porção mais externa da fruta-pão mostrando células com cloroplastos (174x)
Foto 9 — Grãos de amido sob luz polarizada onde se vê a "Cruz da Malta", especialmente nos grãos mais claros (274x)
Foto 10 — Corte transversal do pedúnculo da fruta-pão, tratado com benzeno, mostrando aglutinado de borracha (pontos negros). 650x
Foto 11 — Corte transversal do pedúnculo mostrando fibras gelatinosas e uma célula contendo borracha (parte escura). 274x
Foto 12 — Corte transversal do eixo central da fruta-pão, mostrando aglutinado de borracha (áreas escuras). 274x.
Foto 13 — Corte transversal da "mandioca" mostrando células cheias de grãos de amido (65x)
Foto 14 — Depósito de grãos de amido oriundo do interior das células (65x)
Foto 15 — Grãos de amido da "mandioca" sob luz polariza-

da, mostrando a "Cruz de Malta" (274x)

EXPLICAÇÃO DAS FIGURAS

Fig. 1 — Desenho esquemático de uma fruta-pão;

Fig. 2 — Um espécime arbóreo de *Artocarpus incisa* L. var. *apyrena* Forst., observada pelo Professor Dr. José Luiz de Hamburgo Alves. Fig. 3 — Ramos frutíferos de *Artocarpus incisa* L. var. *apyrena* Forst.

Artocarpus incisa L. var. *apyrena* Forst. É uma *Moraceae* de larga dispersão geográfica nas regiões tropicais úmidas.

Nas ilhas do oceano Pacífico, constitui um recurso precioso e insubstituível para as populações, que nela têm garantida a sua alimentação normal durante ano todo, visto que as frutas são conservadas de uma safra até a seguinte (Pio Corrêa 1952). Além disso apresenta um período de frutificação bastante longo (Cavalcante 1974). Reproduz facilmente por estacas de raiz e caule, bem como, na base dos troncos se desenvolvem numerosos brotos, os quais são transplantados para o solo, transformando dentro de poucos anos em árvores frondosas e frutíferas. Dada a sua capacidade vigorosa de multiplicar-se e rusticidade no que concerne a climas e solos, permitirá a formação de grandes maciços em escala econômica.

