

## FRAGMENTOS ESTÉLICOS DE PALMAE, PROCEDENTES DA FORMAÇÃO AÇU(?), BACIA POTIGUAR, BRASIL

DIANA MUSSA<sup>1</sup>  
LEÓN DINIZ DANTAS DE OLIVEIRA<sup>2</sup>  
AMARO BARCIA-ANDRADE<sup>3</sup>

### ABSTRACT

Small pieces of silicified wood (diameter = 2.0–2.5 cm) representing poorly preserved monocotyledonous steles (atactostele type) were collected by one of the authors (L.D.D.O.) From an atypical sandstone outcrop in the Açú Formation, Cretaceous of the Potiguar Basin, extreme northeastern Brazil, near the town of João Câmara, State of Rio Grande do Norte. The specimens permit reconstruction of the anatomical plan of the palm stems and preferentially allow comparisons with herbaceous or shrub-like recent forms, such as those of the informal *Lepidocaryoid* group. Nevertheless, the specimens are also comparable to the consistent leaf-axes (petioles) or frutiferous peduncles of plants of this group and also to members of the informal *Arecoid* group. Both groups have modern-day representatives in the region. Some questions concerning the problematic taxonomy of fossil palm stems and axes are discussed and the phytogeographical and paleoenvironmental significance of the find is pointed out.

### RESUMO

Pequenos fragmentos silicificados de lenho (diâmetro = 2,0 – 2,5 cm) representando frações de estelos, mal preservados, de monocotiledóneas (tipo atactostélico) foram coletados por um dos autores (L.D.D.O.) em arenito atípico da Formação Açú, Cretáceo da Bacia Potiguar, no extremo nordeste do Brasil. O afloramento situa-se nos arredores de João Câmara, Estado do Rio Grande do Norte. Os espécimes reconstituem o plano anatômico dos caules de Palmae ou (?) de algum tipo consistente de eixo foliar (pecíolos, raque) ou pedúnculos frutíferos de plantas da família. De preferência, a caracterização anatômica permite compará-los com alguns dentre os gêneros arbustivos ou herbáceos de Palmae, como os do grupo informal *Lepidocarióide*; não se descarta de todo a possibilidade de serem comparados a fragmentos de eixos foliares desse mesmo grupo ou do grupo informal *Arecóide*. Os mencionados grupos têm hoje representantes nativos na região. Algumas questões ligadas à problemática taxonômica das Palmae fósseis (caules, pecíolos, pedúnculos frutíferos, etc.) são discutidos nesse artigo. Igualmente, chama-se a atenção para o significado paleoecológico e paleofitogeográfico desse achado em favor da interpretação paleoambiental.

### INTRODUÇÃO

Devido à escassez de fósseis estudados, as correlações para a determinação de idade (subdivisões do Cretáceo) e os procedimentos para a reconstituição paleoambiental, nas bacias de sedimentação cretácea, do nordeste do Brasil, têm sido indubitavelmente dificultadas. Esforço apreciável tem sido desenvolvido pelas equipes

de palinólogos de diversos institutos de pesquisa do país, para encontrar elementos de correlação com outras bacias, fora de nossos limites, como as do Senegal e da Costa do Marfim, (ASMUS & PORTO, 1972; REGALLI *et al.* 1983). Apesar do precário estado de preservação dos espécimes e, na expectativa de novos achados, considera-se válida a sua apreciação, como documento fóssil sempre novo e passível de articular novas reflexões.

<sup>1</sup> DNPM, Rio de Janeiro (Requisitada do Museu Nacional/UFRJ). Bolsista – Pesquisador do CNPq.

<sup>2</sup> Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

<sup>3</sup> Departamento de Geologia e Paleontologia, Museu Nacional (UFRJ).

## SÛMULA GEOLÓGICA REGIONAL, DADOS PALEONTOLÓGICOS

Os espécimes, objeto do presente trabalho, foram coletados por um dos autores (L.D.D.O.) na Bacia Potiguar, Rio Grande do Norte, em afloramento situado a 1 Km a NW da cidade de João Câmara, num corte de estrada (BR-406) que liga João Câmara a Macau (Fig. 1). O afloramento se constitui de arenito muito intemperizado, de coloração avermelhada, com nêveis de seixos angulosos a sub-angulosos. O intemperismo empresta aos sedimentos características atípicas dos da Formação Açú, como acontece em outras partes do Estado, tornando-os semelhantes aos do Grupo Barreiras.

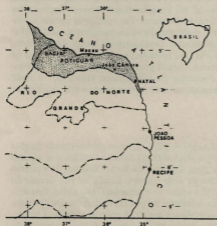


Fig. 1 — Mapa de situação: localidade fossilífera de João Câmara, Rio Grande do Norte, Brasil (Bacia Potiguar).

A Bacia Potiguar está situada no extremo nordeste do país. Abrange parte dos Estados do Rio Grande do Norte e do Ceará, mais precisamente entre as cidades de Natal, a E e SE e Fortaleza, a N e NW. Está limitada pelos meridianos 35° 00' e 38° 30' e pelo paralelo 5° 45' em direção à terra e atinge a cota batimétrica de 200 m em direção ao mar. Abrange cerca de 21.500 Km<sup>2</sup>, a parte emersa e 25.000 Km<sup>2</sup> na parte submersa. No continente as bordas erosivas são marcadas pelas escarpas da Formação Açú, sobreposta em discordância ao embasamento cristalino. Estruturalmente a bacia é um miogeoclínio (ASMUS & PORTO, 1972). A estratigrafia vem sofrendo modificações desde os trabalhos de OLIVEIRA & LEONARDOS (1943). ARAUJO et al. (1978) propuseram

uma coluna litoestratigráfica que ainda hoje vem sendo utilizada, cujas informações essenciais encontram-se condensadas no Quadro 1.

A sedimentação na Bacia Potiguar parece ter começado durante o Aptiano numa fossa subsidente pré-cambriana. No que toca precisamente à Formação Açú, as avaliações de idade, com base no documentário fossilífero, ainda deixam muito a desejar. As correlações têm sido feitas, principalmente, com base em esporomorfos (ASMUS & PORTO, 1972; REGALI & GONZAGA, 1983) comparáveis com os encontrados nas Bacias do Senegal e da Costa do Marfim.

Os resultados de estudos sobre fósseis vegetais, procedentes da bacia, ou de sedimentos contemporâneos, de outras bacias, do norte e nordeste do Brasil, são escassos. DOLIANITI (1948) registra a identificação por MAURY (1930) de duas formas angiospérmicas nos sedimentos cretáceos do Rio Grande do Norte: *Coccolobites(?) riograndensis* (Polygonaceae) e *Sideroxylon(?) baixaverdense* (Sapotaceae). No Cretáceo da Paraíba, dentre as monocotiledôneas, é conhecida a forma *Palmocarpum luisii* (Palmae). DUARTE & SANTOS (1962) coletaram fósseis (vegetais e animais) nos sedimentos Açú, Estado do Ceará, tendo sido publicados, até o momento, os resultados sobre os zoofósseis. BRITO (1979) comenta que as relações do arenito Açú com o calcário Jandaira sugerem contemporaneidade e que os fósseis até agora identificados não se constituem em bons indicadores de idade. Portanto, se a apreciação dos espécimes em pauta não ajuda a avaliar a que subdivisão do Cretáceo correspondiam, pelo menos contribui para a reconstrução paleoambiental referente ao nível estratigráfico em que foram encontrados.

## ASPECTOS DA TAFONOMIA

O estado de preservação pouco satisfatório das amostras deve ter resultado de um processo de silicificação intenso o qual, segundo parece, não ocorreu numa só etapa durante a fossilização. A análise petrográfica das lâminas, orientadas segundo os vários planos de secção, oferecem sugestões nesse sentido. A seguir, portanto, condensa-se os resultados da observação de uma dessas lâminas, considerada representativa, para ilustrar as discussões sobre o assunto: A secção transversal em contorno sub-circular mostrando, na periferia, uma mancha limonitosa, irregular e descontínua, impregnando a capa argilosa que recobre os fragmentos. Em direção ao centro a secção se torna mais clara, mostrando zonas concêntricas cada vez menos densas quanto à coloração. O corpo central da lâmi-

Quadro 1 - Caracterização estratigráfica, litológica e paleoambiental da Bacia Potiguar, Brasil.

HORIZONTE		LITOLOGIA	AMBIENTE E SEDIMENTAÇÃO
Parte submersa da bacia	Fm. TIBAU	sondagens na plataforma	arenitos quartzosos grosseiros, com intercalações calcárias de leques deltáicos
	Fm. UBARANA	sondagens na plataforma	calcários plataformais
	Fm. UBARANA	sondagens na plataforma (principalmente)	clásticos finos; folhelhos, diamictitos; siltitos e arenitos turbidíticos.
	Fm. JANDAIRA		calcários e dolomitos
Seqüência Continental Basal	Fm.	MEMBRO ARACATI (UNIDADE SUPERIOR)	folhelhos e arenitos com intercalações calcárias
		MEMBRO GALINHOS (UNIDADE MÉDIA)	folhelhos e siltitos
	AÇU	MEMBRO UPANEMA (UNIDADE INFERIOR)	arenitos quartzosos e feldspáticos; intercalações de conglomerado com seixos de quartzo.
	Fm. PENDÊNCIA	sondagens sub-superfície.	folhelhos negros, siltitos e arenitos quartzosos finos.
			Seqüências de progradação final de bacia espessando-se em direção ao oceano.
			Regressão Marinha
			Talude e planície abissal
			Águas agitadas de zona nerítica - facies plataformal rasa da seqüência anterior.
			Flúvio - Deltáico
			- Oxidante -
			Continental - redutor -

## EMBASAMENTO

na é mais claro e levemente pontilhado por um material escuro predominante na periferia. À meia distância entre a periferia e o centro da lâmina observa-se grande concentração de material escuro, distribuído irregularmente, bastante poroso, com lacunas, quase todas preenchidas por substância microcristalina a qual ocupa literalmente a lâmina. Esse campo microcristalino apresenta cores de interferência variadas, provavelmente em razão da variação de espessura e da orientação ótica dos microcristais. Entre esses e dentro de algumas áreas opacas encontram-se cristais de quartzo suficientemente desenvolvidos que permitem a observação de figuras de interferência de secções inclinadas ao eixo ótico, sinal ótico positivo, cor de polariza-

ção uniforme e ausência de clivagem. No interior de muitas lacunas dos tecidos os microcristais assumem "habitus" acicular, dispostos radialmente, da parede para o interior da cavidade. Girando-se a platina do microscópio, entre polarizadores cruzados, percebe-se uma extinção ondulante, conseqüente às sucessivas posições de paralelismo das "agulhas" com o traço do plano de vibração do polarizador, indicado pelo retículo da ocular. A forma e o tamanho das lacunas são variados, todas, porém, limitadas pela substância escura que se comporta isotropicamente. Trata-se provavelmente de matéria vegetal alterada. As paredes das células e dos vasos romperam-se durante o processo de mineralização do vegetal e dispersaram fragmentos,

observáveis em toda a extensão da lâmina. São resíduos que resistiram aos ataques químicos e bacterianos durante a fossilização da planta. Quanto aos cristais aciculares, no interior das lacunas e cavidades, vê-se que correspondem à textura fibro-radiada. Ligando os cristais aciculares pode-se ver, entre polarizadores cruzados, linhas negras, finíssimas, formando delicada trama, melhor apreciada com objetivas de maior aumento e representando material transparente, porém isotropo. Trata-se provavelmente de sílica amorfa unindo os microcristais que assumem o aspecto de arenito silicificado de quartzo. As lâminas examinadas mostram que a sílica é a matéria dominante e se distribui na condição de microcristais de aspecto poliblastico (STORZ, 1933) raramente oligoblastico. Concluindo, pode-se admitir que a sílica, em grande parte, aparece como quartzo de baixa temperatura; e não ocorrem, igualmente, nos espécimes examinados, outros tipos de mineralização senão os originados pela sílica.

A partir do exame petrográfico é possível supor que a fossilização ora apreciada não se encontra realmente em sua feição original, ou seja, com as texturas originárias da primeira mineralização (permineralização *sensu* SCHOPF, 1975). O rompimento generalizado das paredes orgânicas pode ser um dos indícios de recristalização e, assim também, a formação de cristais de quartzo de dimensões apreciáveis (Est. 2, figs. 12, 13) no interior dos lúmens celulares, dos vasos e canais, a ponto de rupturarem, nitidamente, suas paredes, devido ao seu desenvolvimento.

As silicificações dos órgãos vasculares das plantas acontecem preferencialmente em ambientes continentais ou, quando muito, em ambientes continentais transicionais. As texturas resultantes dependem, entre outros fatores, da concentração da sílica ambiental, em solução, da qual resultará a maior ou menor velocidade de precipitação. A maior velocidade (ambientes saturados) gera as texturas microcristalinas. É o que se aprecia nos espécimes em discussão. Essas encontram-se difundidas, à exceção de alguns campos, por todo o corpo do estelo. Mesmo nas permineralizações tais texturas não são muito favoráveis à preservação anatômica; as texturas médias e grosseiras, sim. No caso, os microcristais ao se precipitarem, num lapso de tempo curto, tendem a causar tensão sobre as paredes celulares que lhes servem de substrato (celulósicas ou lignificadas), rompendo-as e desintegrando-as. Se no atual exemplo fosse, porém, a permineralização original, mesmo formando-se microcristais, quase sempre restariam áreas preservadas de maior resistência às ten-

sões. Por outro lado, se af fossem gerados cristais mais grosseiros, seguramente que seria satisfatória a preservação de todos os tipos de tecidos. É o que a experiência tem comprovado (SCHOPF, 1971, 1975). Com respeito às amostras em questão, todavia, nos campos generalizados de microcristalização silícea, permaneceram micromoldes celulares dos antigos tecidos, deles restando frações esparsas e residuais (Est. II, fig. 10); e nos campos de cristalização grosseira, igualmente, é marcante a desintegração dos tecidos. Levando-se em conta os resultados de REVUELTA (1976), as texturas fibrosas do quartzo se colocam próximas dos limites da recristalização e os megacristais, só em casos especiais, não se referem à recristalização.

Das observações esboçadas, tem-se como certo o seguinte: o ambiente de fossilização dos espécimes era continental; existia alta concentração de sílica ambiental; as texturas microcristalinas mais difundidas indicam alta velocidade de precipitação; no centro das lacunas e lúmens de canais formaram-se cristais grosseiros, em ambientes ainda menos saturados ou já empobrecidos da sílica em solução, sendo lenta a velocidade de precipitação; a possibilidade de recristalização, quanto a cristais da primeira permineralização, não deve ser de todo descartada: o argumento, do ponto de vista paleoanatômico, é o mascaramento em alto grau das feições orgânicas originais, com esfacelamento das paredes celulares e a formação de micromoldes cristalinos, no lugar de estruturas verdadeiras. Isso ocorre particularmente na região central do estelo, enquanto que na periferia a concentração de matéria orgânica em campos semi-preservedos é maior.

#### PALMOXYLON Schenk 1882

##### *Palmoxylon(?)* sp.

Amostras: Pb/Po. 0001 a Pb/Po. 0005/  
Lâminas com numeração correspondente.

Repositório: Departamento de Geologia e Paleontologia do Museu Nacional (UFRJ).

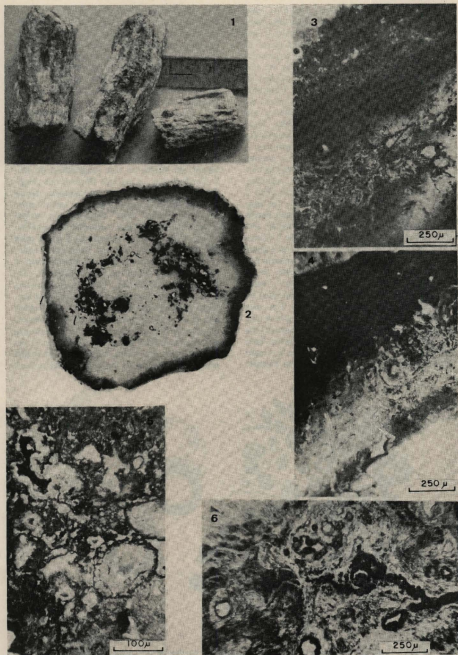
Procedência: 1 Km a Noroeste de João Câmara, Rio Gde. do Norte, Brasil, corte de estrada (BR-406) entre João Câmara e Macau.

Litologia: Arenito muito intemperizado, avermelhado, com níveis de seixos angulosos a sub-angulosos.

Horizonte: Cretáceo.

Coletor: Léon Diniz Dantas Oliveira.

Anatomia macroscópica: Os espécimes são representados por fragmentos lenhosos, centimétricos (3-5 cm de comprimento, por 2-2,5 cm de diâmetro), sub-cilíndricos, descorticiados, com leves estriações superficiais corresponden-



ESTAMPA I

Fig. 1 — Vista geral de três espécimes amostras Pb/Po 0002, 0004, 0005). Fig. 2 — Vista geral da seção transversal (S. Tv.) (Pb/Po 0001).  
 (x 4,2). Fig. 3 — Zonagem periférica da amostra (Pb/Po 0001) (S. Tv.). Fig. 4 — Zonas A, B e C bem perispores na amostra (Pb/Po 0001). (S. Tv.).  
 Fig. 5 — Stigmata nos feixes fibrosos da região sub-dérmica (S. Tv.). Fig. 6 — Zona central do estelo, campos de serra-preservação (Pb/Po 0005) (S. Tv.).

tes a marcas de feixes; dois, dentre os cinco espécimes, mostram uma a duas cicatrizes circulares, milimétricas (3-4 mm de diâmetro), que podem corresponder às marcas dos feixes de raízes ou de espinhos; um dos fragmentos (Pb/Po. 0005) é obcônico em uma das extremidades e sua morfologia fornece indícios da emissão de um ramo, truncado por fraturação (Est. I, fig. 1). A seção transversal mostra um contorno sub-circular, cuja zona periférica, melhor preservada, deixa perceber, a olho desarmado, a subdivisão em zonas e os lúmens dos canais e dos elementos vasculares maiores. A região periférica é mais escura que a central, fortemente silicificada e que por isso só contém campos esparsos de preservação, cuja coloração é idêntica à da região periférica (Est. I, fig. 2). A seção transversal, polida, dos fragmentos estélicos, mostra uma zonação periférica, concêntrica, enquanto que a região central não revela definição de zonas. Se o formato da seção transversal de alguns deles é quase circular, outros porém expõem esse mesmo formato com uma ou mais sinuosidades, sendo uma maior que as demais, lembrando o sulco mediano dos eixos foliares (raque, pecíolo) ou pedúnculos frutíferos de palmeiras. Em vista geral os espécimes dão indicações de que correspondem a fragmentos estélicos (atactostelo) das monocotiledôneas; a zonação periférica, bem perceptível a olho desarmado, indica a relação com órgãos vasculares de gêneros de *Palmae*.

*Anatomia microscópica:* À luz do microscópio, algumas seções delgadas transversais deixam perceber muito bem a zonação da parte periférica do estelo. O córtex não aparece preservado, mas, apesar do alto grau de silicificação, duas outras zonas periféricas podem ser caracterizadas (*sensu* VON MOHL, 1845) embora sem muitos detalhes (Est. I, fig. 3). Em princípio correspondem:

**Zona dérmica (Zona A)** – a mais externa, densa, escura e lobulada do lado interno. Tal lobulação situa a transição para a zona de feixes fibro-vasculares mais internos. Na zona A eles estão muito próximos e se posicionam, radialmente, em relação ao eixo longitudinal do caule. Sendo assim, os maciços fibrosos dos referidos feixes se dispõem em contiguidade, dando como resultado o aspecto denso e escuro. Apenas uma lâmina "peel" forneceu um campo favorável, para produzir o desenho esquemático da Fig. 2. Esse campo corresponde à região mais externa perceptível na zona. Vê-se que o adensado de feixes contém de modo generalizado, o maciço fibroso dorsal de forma losângica, (*Sagittata, sensu* STENZEL, 1904) e um elemento metaxilemático junto da parte ventral, cuja anatomia é imperceptível. Do lado interno (transição da zona A) os feixes são menos numerosos, os maciços fibrosos, dorsal e ventral, contínuos, atribuindo ao feixe o formato sub-elfítico. O posicionamento dos feixes, lado a lado, na região mais externa (zona A) faz com que sejam mais



Fig. 2 – Desenhos semi-esquemáticos da seção transversal dos espécimes: A, zona dérmica; B, zona sub-dérmica; C, zona central; D, detalhe da Zona C (semi-reconstituição).

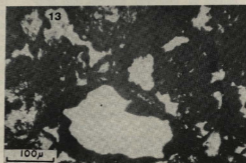
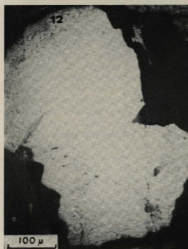
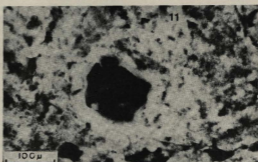
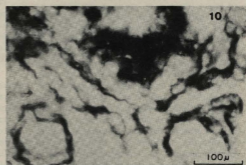
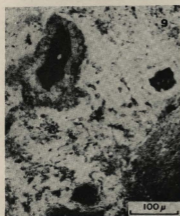
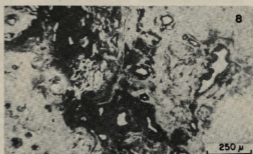
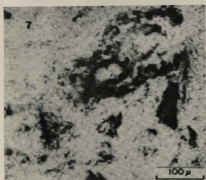
estreitos do que os situados do lado interno. Dimensões aproximadas dos feixes externos, 134  $\mu\text{m}$  (maior diâmetro) e 90  $\mu\text{m}$  (menor diâmetro). Avaliar o número de feixes fibro-vasculares, por área considerada, zona A tornou-se impraticável, devido ao campo restrito para observação. Na zona de transição, sendo menos adensados, em número, os feixes, são um pouco maiores, com dimensões e forma semelhantes aos da zona seguinte.

Zona sub-dérmica (Zona B) - esta zona é melhor caracterizável que a primeira (Est. I, figs. 3, 4). Os componentes essenciais aí presentes são os feixes fibro-vasculares (em maior número por área considerada do que na zona A), os feixes fibrosos, os canais de mucilagem e a matriz parenquimática. O alto grau de silicificação, perceptível nessa zona, prejudicou a preservação das estruturas orgânicas. Apesar de se notar a configuração completa dos feixes, verifica-se, sob maior aumento, que se acham quase que por completa esfacelados, restando micro-moldes silicosos do que antes teriam sido fibras, parênquima e vasos. Alguns feixes conservam frações orgânicas residuais as quais deixam reconhecer os maciços fibrosos do feixe: o dorsal, com os aspectos *Sagittata* e *Lunata* e o ventral em meia-lua, contínuo com o maciço dorsal. O sinus mediano não está perceptível; por isso supõe-se existirem feixes do tipo *Complanata*, facilmente confundíveis com o tipo *Lunata*. Na parte central dos feixes há evidências de escassas células parenquimáticas, de fibras e de um elemento vascular grande que por ruptura da parede aparece com o formato quase sempre arredondado. Devido à precária preservação, a contagem dos feixes, por área considerada, é dificultada e seria artificial apresentar qualquer número por mais aproximativo que parecesse. O mesmo se diz no que toca às avaliações da relação fibra/vaso. As dimensões dos feixes fibro-vasculares, como um todo, situam-se em torno de 200-220  $\mu\text{m}$  quanto ao eixo maior e 134-150  $\mu\text{m}$  quanto ao eixo menor. Os feixes fibrosos são frequentes, dispersos entre os fibro-vasculares, com cerca de 120-135  $\mu\text{m}$  como médio para o seu diâmetro. O formato é circular e diversos deles expõem, ao seu redor, estruturas silíceas correspondentes a *Stegmata* (Est. I, fig. 5), também reconhecíveis nas seções longitudinais como concreções esféricas, do tipo II de TOMLINSON (1961). Tais estruturas são típicas e apontam o relacionamento dos espécimes com as *Palmae*. Um terceiro tipo de estrutura, presente nessa zona, se refere aos canais de mucilagem. Esses têm o contorno circular, são bem distribuídos e o lúmen quase sempre contém um preenchimento escuro, lembrando se-

creção ou um grande cristal de quartzo aí desenvolvido durante a fossilização. A degradação da forma circular do canal é comum e é resultado do próprio evento de fossilização (Est. I, fig. 4). Os canais de mucilagem são frequentes nas raízes de *Palmae*, porém, no grupo das *Lepidocarpióides* (*Calameae*, *Raphieae* e *Mauritiaeae*) aparecem não só nas raízes, mas também nos caules e nos eixos foliares. Estruturas semelhantes às de um canal de mucilagem e que merecem especial menção são as que aparentam corresponder a grandes idioblastos, poligonais quanto ao formato, na seção transversal, lembrando a feição de um grande escleréide de amplo lúmen (Est. II, figs. 9, 11) encerrando um conteúdo escuro. TOMLINSON (1961) informa que nas partes mais envelhecidas, dos órgãos vasculares de *Palmae*, contendo canais de mucilagem, esses podem sofrer espessamento das paredes, adquirindo o aspecto de uma fibra de amplo lúmen, com a mesma função dos canais.

Zona central do estelo (Zona C) - verifica-se que o número de feixes por área considerada é bem menor que nas duas zonas periféricas. Como nas demais zonas descritas, a preservação deixa muito a desejar; não é possível reconstituir o modo de organização da matriz parenquimática (Est. II, figs. 8, 13) devido à profunda alteração das paredes orgânicas. Em alguns níveis de seção as partes orgânicas não inteiramente desorganizadas aparecem como faixas, simulando, às vezes, a organização concêntrica, como no estelo das raízes, mas, não é esse o caso; tal configuração varia de nível para nível e de amostra para amostra. Nessas faixas de preservação vêem-se melhor os feixes fibro-vasculares, mas não restritos somente às faixas. Em vários graus de preservação estão presentes em todo o corpo central do estelo (Est. I, fig. 6), dispersos, diferentemente orientados e relativamente espaçados (Est. II, fig. 7). Nessa zona não se identificou feixes fibrosos e em torno dos fibro-vasculares não há vestígios de *Stegmata*. Supõe-se que a zona central se constituía de matriz parenquimática e feixes fibro-vasculares (Fig. 2). Como feixe observado para a zona sub-dérmica, os feixes fibro-vasculares ostentam, quanto ao maciço fibroso dorsal, as configurações *Sagittata* e (?) *Complanata* (*sensu* STENZEL, 1904). O maciço ventral é sempre menos proeminente que o dorsal, em meia-lua, aparentemente unindo-se a ele, de cada lado do feixe. No interior deste é difícil distinguir o limite entre os maciços fibrosos e o parênquima, pois o alto grau de silicificação como que despersonalizou a sua natureza a ponto de não se distinguir nos micromoldes cristalinos a fibra ou o parênquima, pois as dimensões e o formato são

ESTAMPA II





relativamente próximos. Quanto à parte vascular existe, de preferência, um único vaso ou, ocasionalmente, dois e sempre grandes. Geralmente a parede comum entre os dois vasos se rompe resultando a configuração de um elemento metaxilemático grande (Est. I, fig. 6; Est. II, figs. 7, 8, 10). Como nas demais zonas do estelo, só aproximadamente se avaliaria o número de feixes por  $\text{cm}^2$ , devido as grandes falhas de tecido e má preservação. O mesmo se diz com respeito à relação fibra/vaso.

## CONSIDERAÇÕES DE ORDEM SISTEMÁTICA

Como é possível apreciar (Est. I, fig. 1), estaria bem longe de se pensar que os pequenos fragmentos em discussão, de apenas poucos centímetros, de extensão e diâmetro, pudessem realmente corresponder a plantas relativas às Palmae. No que se refere ao porte, os gêneros mais conhecidos da família são as palmeiras arbóreas. No entanto, são variados os hábitos de vida e o porte das plantas aí congregadas. Além das arbóreas, (*Cocos*, *Mauritia*, *Butia*, etc.) são frequentes as herbáceas, tipo cana, de caules finos, com diâmetros, por vezes, em torno de pouco mais de 1 cm; em algumas os nós se colocam muito próximos (*Eleutheropetalum*, *Geonoma*, *Bactris* spp.) em outras, se separam por entre-nós muito longos (*Desmoncus*, *Rhapis* spp., *Calamus*, *Daemonorops*, *Chamaedorea*); algumas espécies são arbustivas coloniais (*Bactris* spp.); outras têm caules subterrâneos, rizomatosos, a folhagem apoiada no substrato (*Sabal*, *Nipa* spp., *Serenoa*), certos gêneros têm caules rizomatosos com uma parte aérea trepadora (*Plectocomia*, *Chamaedorea graminea*). No Brasil, dentre os gêneros arbustivos e herbáceos são nativas espécies de *Lepidocaryum* e *Rhapis* (Lepidocarióides), *Bactris* e *Desmoncus* (Cocóides), *Phytelephas*, *Chamaedorea*, *Geonoma* (Arecóide).

A partir dessas considerações iniciais o problema é discutir sobre: a possibilidade de os pequenos fragmentos estelícos pertencerem realmente às Palmae, dentre outras monocotiledôneas; se for o caso, a que órgão vascular po-

deriam corresponder os espécimes (peciolos, raque foliar, pedúnculos frutíferos, caules?); em relação a que gêneros recentes, nativos na região, as afinidades seriam mais estreitas?

A distribuição e a composição dos feixes fibro-vasculares, num estelo cuja matriz parenquimática é preponderante, associada a uma região periférica, nitidamente zonada, aponta a presença de órgãos vasculares de monocotiledôneas, Palmae. A família, só considerando as formas recentes, é muito ampla e tende a ser multividuada em sub-famílias, tribus, sub-tribus etc., ou ser tratada como grupo o qual chegaria a abranger cerca de 18 famílias (COOK, 1913, *apud* TOMLINSON, 1961). Por sua vez, os anatomistas tendem a subdividi-la em sub-grupos informais, conforme as evidências anatômicas (Arecóides, Iriartóides, Bactróides, Chamaedoróides, etc.). Apesar disso, a anatomia em todos os gêneros é bastante homogênea e assim, conseqüentemente, o morfôgenero *Palmoxylo* SCHENK 1882 tende a abranger todos os espécimes fósseis cujo plano anatômico do caule se aproxima do encontrado em algum ou alguns dos gêneros recentes, mesmo distribuídos em grupos informais ou sub-famílias diferenciadas. Por conseguinte, tal unidade sistemática, para as formas fósseis, tem se tornado altamente concessiva e abrangente. De há muito os paleoanatomistas consideram o problema, mas até o presente não foi possível estabelecer bases sistemáticas substanciais para a simplificação (KAUL, 1935, 1938, 1960; MAHABALE, 1958; RAO & ACHUTAN, 1971). É sabido que formas suficientemente independentes dentre as Palmae são aí lançadas e mesmo dentre outras famílias de monocotiledôneas anatômica e mais próximas. Do mesmo modo, é sabido que fragmentos menores, talvez relativos a outros órgãos que não caules (pedúnculos de inflorescências, peciolos, raque) podem ser confundidos com os caules de Palmae arbustivas, herbáceas e rizomatosas. Portanto, existem limitações à sistemática impostas, não só pelas dimensões e precariedade da preservação, mas, também, pela falta de estudos em material recente, sobre o desenvolvimento e estudos anatômicos comparativos, sabendo-se, de antemão, que os quadros anatômicos variam de nível a

### ESTAMPA II

Figs. 7 e 10 — Feixes fibro-vasculares semi-preservedos da zona central do estelo (Pb/Po 0004) (S. Tv.). Fig. 8 — Campos de preservação localizados na zona central do estelo (Pb/Po 0004) (S. Tv.). Fig. 9 — Região sub-dérmica. Em cima, à esquerda, lacuna ou canal rupturado, orlado por quartzo com textura fibro-radiada; à direita e em baixo, estruturas envelhecidas de canais lembrando a aparência de idioblastos fibrosos, de amplo lúmen (Pb/Po 0001) (S. Tv.). Fig. 11 — Detalhe de uma das estruturas da fig. 9 (S. Tv.). Fig. 12 — Grande lacuna nos tecidos inteiramente preenchida por quartzo grossoiro (Pb/Po 0001) (Secção longitudinal). Fig. 13 — Zona central do estelo; resquícios do tecido parenquimático, alterado, distorcido, aparentemente de tipo (C) lacunoso (Pb/Po 0004) (S. Tv.).

nível nos caules dessas formas. MAHABALE (1958) alerta para a possibilidade de erros de determinação, com respeito a diversas famílias anatomicamente próximas como Cyclanthaceae, Pandanaceae entre diversas outras. Todavia, as Cyclanthaceae são as que mais se aproximam. SURANGE (1950) ofereceu uma publicação sobre a morfologia e a anatomia dos gêneros dessa família mostrando o caráter marcante da composição dos feixes fibro-vasculares. Tal caráter não está presente nos fósseis em discussão que, mais adequadamente, são referidos às Palmae.

STOCKMANS & WILLIÈRE (1943) se referem às dificuldades em distinguir espécies fossilizadas de pecíolos, pedúnculos, etc. dos caules de pequeno diâmetro. Estudos mais recentes de TOMLINSON & ZIMMERMANN (1966) e de ZIMMERMANN & TOMLINSON (1965) oferecem sugestões para a diferenciação. O que aponta concretamente a natureza de caule, para os espécimes em discussão, é a zonação característica na região periférica do estelo (Est. I, figs. 3, 4) não encontrada, de forma tão definida, nos demais órgãos mencionados. Outros caracteres sugerem a natureza caulinar para esses pequenos fragmentos estélicos: a) externamente, as pequenas cicatrizes circulares (Est. I, fig. 1), se correspondem a raízes, são mais comuns em caules; se correspondem a espinhos, nos eixos foliares, em geral, obedecem a um padrão conhecido de ordenação, para diferentes gêneros, enquanto que nos caules a distribuição (como se observa nas amostras) é de certa forma irregular; b) nas zonas periféricas e no corpo central do estelo os feixes têm conformação e distribuição diversa do que se aprecia comumente nos eixos foliares (pecíolos, raque). Conforme BOUREAU (1953) e TOMLINSON (1961), nos feixes peciolares o tecido vascular é contornado por uma bainha esclerenquimática, sem a composição característica de maciços dorsal e ventral; de cada lado do feixe a bainha sofre uma interrupção, por onde o parênquima vascular se expande e se conecta com as células da matriz parenquimática geral; há casos em que não se forma bainha de fibras e o feixe vascular é inteiramente contornado por parênquima ou, de outro modo, forma-se apenas um maciço fibroso, o restante do feixe compreendendo parênquima e vasos. Em síntese, nas veias longitudinais desses órgãos formam-se comissuras revestidas de parênquima que ligam entre si os feixes do estelo.

Por outro lado, seria possível aventar a hipótese de que os fragmentos em questão corresponderiam a pecíolos, baseados no pequeno diâmetro dos espécimes e no contorno percep-

tível da secção transversal; as sinuosidades af presentes poderiam sugerir a existência de um sulco mediano, como é comum nos eixos de folhas, mas, nesse caso, a estruturação homogênea dos feixes fibro-vasculares, em todas as regiões do estelo, fazem discordar dessa natureza, não recomendando a inclusão no morfôgenero *Palmocaulon* MENON (para pecíolos), e sim no morfôgenero *Palmoxydon* SCHENK. Quanto a este último, o número de espécies fósseis descritas é muito grande, ultrapassando hoje a casa das 130, sem contar aquelas de procedência duvidosa ou as simplesmente descritas com a designação de espécies-forma. Boa parte das espécies conhecidas é de idade cretácea, a maioria terciária; em menor número são as espécies fósseis mais recentes. Na América do Sul, são conhecidas duas espécies argentinas (*Palmoxydon patagonicum* ROMERO 1968 e *Palmoxydon concordense* LUTZ 1980), ambas de idade terciária.

Em vista do elevado número de espécies conhecidas tem sido difícil, ou mesmo impraticável, aos paleoanatomistas, avaliar as diferenças inter-específicas reais no sentido de definir novas espécies. MAHABALE (1958) comenta sobre o perigo da multiplicação do número de espécies novas. É a fundamentação metodológica, para a sistemática das Palmae, só baseada nos aspectos anatômicos dos feixes vasculares, ainda deixa muito a desejar. Poderia ocorrer o caso de se descrever novas espécies, uma correspondente a uma parte mais alta do tronco e a outra, à parte mais basal, sem que os autores atentassem para o fato. Conforme se aprecia nos trabalhos mais recentes, (RAO & ACHUTAN, 1971; KOENIGUER, 1970; KRAMER, 1974; LUTZ, 1980) é ainda a classificação de STENZEL (1904) a mais utilizada na determinação das espécies fósseis do gênero. Esta se baseia especialmente na configuração apresentada pelos maciços fibrosos dos feixes. A classificação de STENZEL (1904), combinada à de VON MOHL (KAUL, 1960), indica a predominância de algumas configurações nos tipos: *Mauritia* (configuração *Antiguensia*); *Corypha* (configurações: *Cordata*, *Sagittata* e *Complanata*); *Cocos* (configurações: *Reniformia*, *Lunaria*, *Vaginata*). Contudo, há outros grupos bem definidos, além desses, que aí permanecem abrangidos e sem a devida caracterização. MAHABALE demonstrou que na forma recente *Phoenix paludosa*, por exemplo, dependendo do nível de secção, podem aparecer, progressivamente, todos os tipos de configuração de maciços fibrosos, da classificação de STENZEL, e ainda outras configurações não incluídas. KAUL (1935, 1938, 1960) de há muito chamara a

atenção para esse aspecto, apontando como caráter diagnóstico de maior valor o modo de organização das células parenquimáticas, cujas feições herdadas caracterizam gêneros e espécies. Os botânicos especialistas em Palmae recentes não utilizam a classificação de STENZEL, mas reúnem à caracterização da matriz parenquimática outras feições seguramente diagnósticas, para gêneros e espécies, como o número de feixes fibro-vasculares por unidade de área considerada; esse número é comprovadamente constante para a mesma espécie, em todos os níveis do caule; apontam, igualmente, os *Stegmata* que TOMLINSON (1961) classifica em dois grupos: a) em forma de chapéu, com uma base plana, ou cônicos; distribuídos nos grupos recentes, informais, Bactróide, Caryotóide, Chamaedoróide, Iriartóide e Nipóide; b) esféricos ou de preferência irregulares a elipsóides: grupos Arecóide, Borassóide, Cocóide, Lepidocaryóide, Phoenicóide, Phyttelephantóide, Sabalóide.

Em conclusão, por não ser possível proceder avaliações do número de feixes por  $\text{cm}^2$ , na região periférica e na central, bem como por não se poder definir, com segurança, o modo de estruturação da matriz parenquimática do estelo prefere-se não atribuir nome específico à forma descrita, cuja simples designação passa a ser *Palmaxylon* sp. No entanto, certos caracteres presentes e sugestivos conduzem à comparação do seu plano anatómico com o relativo às Palmae. Dentre essas, as dos grupos Arecóide e, especialmente, Lepidocaryóides muito se comparam. Veja-se por exemplo que nessas últimas os feixes fibro-vasculares ostentam maços fibrosos consistentes, o dorsal unido ao

ventral, contendo, na parte mediana do feixe, um único elemento metaxilemático (raro dois). Outro aspecto demonstrativo da afinidade com esse último grupo refere-se aos canais mucilaginosos, freqüentes nas zonas periféricas, não tendo sido reconhecidos na parte central do estelo. Um terceiro aspecto de afinidade diz respeito à presença de *Stegmata* do tipo esférico, muito nítidos, longitudinalmente e também transversalmente, em torno dos feixes fibrosos. Das três características mencionadas, a mais forte é a presença de canais mucilaginosos esparsos, provavelmente, por todo o estelo, mas, devido ao precário estado de preservação, só detetados na periferia. Os canais mucilaginosos de Palmae, em geral, só aparecem nas raízes. O único grupo revelando tal presença nos caule ou pecíolos e outros órgãos é o das Lepidocaryóides. Esse argumento, pois, substancia a indicação da afinidade maior para com esse grupo, ainda hoje contando com várias espécies nativas regionalmente conhecidas.

As Palmae atuais compreendem cerca de 2.500 espécies concentradas nas regiões tropicais e sub-tropicais (Fig. 3), com raríssimas exceções ultrapassando essas latitudes. De preferência se distribuem nas planícies costeiras, sendo por isso caracterizadas por ecólogos como plantas marítimas; contudo, integram as florestas das regiões estuarinas, ribeirinhas, com exemplos de adaptação à vida nos pântanos (*Phoenix paludosa*) ou aos oásis dos desertos, (*Phoenix dactylifera*). Dentro das latitudes tropicais e sub-tropicais estão difundidas nas várzeas e planuras ao nível do mar, mas se dispersam, também, por altitudes maiores, mas de modo escasso. Dentre as informações de ordem

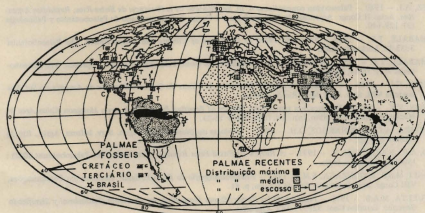


Fig. 3 — Distribuição fitogeográfica das Palmae, fósseis e recentes.

ecológica um aspecto que, de certo, oferece interesse nas reconstituições paleoambientais é a distribuição preferencial de todos os membros da família, com raríssimas exceções, por terrenos arenáceos, altamente silicosos, em geral orlando grandes volumes de águas, oceânicas e de rios.

### AGRADECIMENTOS

Agradecimentos são devidos aos Professores do Museu Nacional do Rio de Janeiro. Dr.

FAUSTO L.S. CUNHA (Departamento de Geologia e Paleontologia) por cujo estímulo e intermédio os autores se contactaram para a elaboração do trabalho; Dra. MARGARETH EMMERICH (Departamento de Botânica), por facilitar em muito as consultas bibliográficas específicas ao assunto; Dr. LUIZ CARLOS F. ALVARENGA (Departamento de Malacologia), por facilitar o uso dos equipamentos de fotomicrografia de seu Departamento, do qual resultaram as ilustrações constantes nesse trabalho.

### BIBLIOGRAFIA

- ARAÚJO, M.B., GOMES, J.B. & SOUZA, S.M. - 1978 - *Bacia Potiguar, Aspectos Gerais e Perspectivas Petrolíferas*. Separata do Offshore, Brasil, R.J.: 02.5 - 02.11.
- ASMUS, H.E. & PORTO, R. - 1972 - *Classificação das Bacias Sedimentares Segundo a Tectônica de Placas*. An. XXVI Congr. Bras. Geol. 2: 67-90, Belém.
- BOUREAU, É. - 1956 - *Anatomie Vegetale*, III: 693-730. Presses Universitaires, Paris.
- BRITO, I.M. - 1979 - *Bacias Sedimentares e Formações Pós-Paleozóicas do Brasil*: 82-86. Editora Interciência, Rio de Janeiro.
- DOLIANITI, E. - 1948 - *A Paleobotânica no Brasil*. Bol. 123, DGM-DNPM, Rio de Janeiro.
- DUARTE, L. & SANTOS, R.S. - 1962 - *Fósseis do Arenito Açú*. An. Acad. Bras. Ciênc. 34(1): 57-58, Rio de Janeiro.
- KAUL, K.N. - 1935 - *A Classification of Palms based upon the Ground Tissue of the Stem*. Proc. 22<sup>nd</sup> Indian Sci. Congr. Calcutta: 285-286.
- KAUL, K.N. - 1938 - *An Analysis of the Artificial Genus Palmoxylon into Natural Genera*. Proc. 25<sup>th</sup> Indian Sci. Congr., Calcutta: 149-150.
- KAUL, K.N. - 1960 - *The Anatomy of the Stem of Palms and the Problem of the Artificial Genus Palmoxylon*. Bull. Natn. Botanic Gardens 51: 1-52. Lucknow, India.
- KOENIGUER, J.C. - 1970 - *Sur Quelques Structures du Palmier du Mio-Pliocene de Lybie*. Comptes rendus de 94<sup>e</sup> Congr. Natn des Soc. Sav., PAU, 1969, Sciences, III: 175-189, Paris.
- KRAMER, K. - 1974 - *Die Tertiären Holzer Südost-Asiens (unter Ausschluss der Dipterocarpaceae)*. Palaeontographica B-144(3-6): 45-181, Stuttgart.
- LUTZ, A.I. - 1980 - *Palmoxylon concordiense n. sp. del Plioceno de la Provincia de Entre-Rios, Republica Argentina*. Actas II Congr. Argentino de Paleontologia y I Congr. Latinoamericano de Paleobotânica y Palinologia (3): 129-140.
- MAHABALE, T.S. - 1945 - *Ferns and Palms as Indicators of Climate and Palaeoclimate*. The Palaeobotanist 3: 33-37, Lucknow, India.
- MAHABALE, T.S. - 1958 - *Resolution of the Artificial Palm Genus Palmoxylon: a New Approach*. The Palaeobotanist 7(1): 76-84, Lucknow, India.
- MAURY, C.J. - 1930 - *O Cretáceo da Paraíba do Norte. As Flores do Cretáceo Superior da América do Sul*. Monografia VIII, Serv. Geol. Min., Rio de Janeiro.
- MENON, V.K. - 1964 - *Palmocaulon raoi a New Species of Petrified Palm Petiole from Mohgaon Kaian Area in Madhya Pradesh*. Proc. Natn. Inst. Sci. India 30(1): 15-24.
- OLIVEIRA, A.I. & LEONARDOS, O.H. - 1943 - *Geologia do Brasil*. Minist. Agric. Serv. Inform. Agric., Rio de Janeiro. 813 pp.
- RAO, A.R. & ACHUTAN, V. - 1971 - *A Review of Fossil Palm Remains from India*. The Palaeobotanist 20(2): 190-202, Lucknow, India.
- REGALI, M.S.P. & GONZAGA, S.M. - 1983 - *Palinoestratigrafia da Bacia Potiguar*. Resumos das Comunicações, VIII Congr. Bras. Paleontol., Rio de Janeiro, p. 81.
- REVUELTA, M.A.B. - 1976 - *Texturas de las Rocas Silíceas Inorgánicas en Ambiente Continental y Significado Genético*. Estudios Geol. 32: 371-383, Argentina.
- ROMERO, E.J. - 1968 - *Palmoxylon patagonicum n. sp. del Terciario Inferior de la Provincia de Chubut, Argentina*. Ameghiniana. V(10): 417-432.

SCHOPF, J.M. — 1971 — *Notes on Plant Tissue Preservation and Mineralization in a Permian Deposit of Peat from Antarctica*. Amer. Jour. Sci. 271: 522-543.

SCHOPF, J.M. — 1975 — *Modes of Fossil Preservation*. Review of Palaeobotany and Palynology 20: 27-53.

STENZEL, K.G. — 1904 — *Fossile Palmhölzer*. Palaeontologie und Geologie Osterreich-Ungarus und des Orients 16: 107-287.

STOCKMANS, F. & WILLIÈRE, Y. — 1938 — *Notes sur des Bois Fossiles Recoltes en Belgique*. Bull. Mus. Hist. Nat. Belge 14: 1-10.

STORZ, M. — 1935 — *Zur Petrogenesis de Kieselhölzer Ägyptens*. Abh. Bayer. Akad. Wiss. Math. Nat. wiss. Abt. N.F. 16: 24-50.

SURANGE, K.R. — 1950 — *A Contribution to the Morphology and Anatomy of the Cyclanthaceae*. Trans. Nat. Inst. Sci. India 3(4): 159-209.

TOMLINSON, P.B. — 1961 — *Anatomy of the Monocotyledons II. Palmae*. Edited by C.R. METCALFE, Oxford at the Clarendon Press.

TOMLINSON, P.B. & ZIMMERMANN, M.H. — 1966 — *Anatomy of the Palm Rhaps excelsa II-Rhizome*. Jour. Arnold Arboretum 47: 248-261.

ZIMMERMANN, M.H. & TOMLINSON, P.B. — 1965 — *Anatomy of the Palm Rhaps excelsa. I Mature Vegetative Axes*. Jour. Arnold Arboretum 46: 966-978.