

# OBSERVAÇÃO MICROSCÓPICA DE INCLUSÕES MINERAIS NO XILEMA DE ESPÉCIES TROPICAIS DA AMAZÔNIA.

Francisco José de VASCONCELLOS<sup>1</sup>, Jorge Alves de FREITAS<sup>1</sup>, Ademir Castro e SILVA<sup>2</sup>

**RESUMO** — Foi investigada a distribuição de inclusões minerais (cristais e grãos de sílica) no xilema secundário de 53 famílias, representando 250 espécies de madeiras amazônicas. Grãos de sílica ocorrem em cerca de 36% das espécies estudadas, frequentemente nas células dos raios. Cristais nas células dos raios são geralmente solitários, enquanto que nas fibras e células do parênquima axial são algumas vezes em cadeias cristálíferas. Os cristais são frequentemente do tipo prismático e somente em uma espécie (*Scleronema micranthum*) foi encontrado cristal do tipo drusa.

**Palavras-chaves:** Madeiras da Amazônia, inclusões minerais, sílica, cristais.

## Microscopical Observation of Mineral Inclusions in Xylem of Tropical Wood.

**ABSTRACT**—The distribution of mineral inclusions (crystals and silica grains) in the secondary xylem of 250 species representing 53 families of amazonian woods was investigated. Silica grains occur in about 36% of the species studied. They are most frequently found in the ray cells almost always are solitary while in the fibers and parenchyma cells are sometimes in crystalliferous chains. The crystals are frequently of prismatic type and only in one species (*Scleronema micranthum*) was found crystal of druse's type.

**Key-words:** Amazonian woods, mineral inclusions, silica, crystals.

## INTRODUÇÃO

A presença de inclusões minerais (cristais e grãos de sílica) em madeiras tem sido motivo de estudos em várias partes do mundo (RECORD, 1927; BAMBER & LANYON, 1960; SHARMA & RAO, 1970; SCURFIELD *et al.* 1974; WELLE, 1976; LAROCHE, 1977; KOEPPEN, 1980).

Alguns estudos correlacionam a presença dessas incrustações à avaliação taxonômica, enquanto outros avaliam a possível correlação entre a sua presença e as dificuldades encontradas no beneficiamento da madeira. Sabe-se que a presença de sílica dificulta o desdobro da tora, devido ao seu efeito abrasivo

sobre os dentes das serras, fazendo com que as mesmas sejam levadas ao setor de laminação da indústria mais vezes do que o usual para a devida afiação. Utilizando-se aço especial e executando-se a serragem das toras que previamente condicionadas na água, pode-se minimizar tal problema. Entretanto, antes de iniciarmos tal procedimento é imprescindível conhecer quais as madeiras que apresentam tais incrustações. Considerando que tais informações para madeiras tropicais são raras e dispersas na literatura, iniciou-se estudos sobre o assunto para as famílias pertencentes ao grupo das Leguminosas (VASCONCELLOS *et al.*, 1993; FREITAS *et al.*, 1992).

<sup>1</sup> Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA Av. André Araújo, 1756 - Aleixo, 69083-000 - Manaus/Am.

<sup>2</sup> Centro de Ensino e Pesquisas Florestais - CEPEF/UTAM Av. Darcy Vargas, 1200 - 69055-020 - Manaus/Am.

Sílica também é utilizada como característica para se diferenciar gêneros e espécies. RICHTER (1982), por exemplo, separa os gêneros *Couropita* de *Couratari* (Lecythidaceae), cujas madeiras são similares em aparência e indistinguíveis macroscopicamente, pela ocorrência de grãos de sílica no xilema de *Couratari*. Do mesmo modo a presença de cristais pode ser uma característica para diferenciação de espécies dentro de um mesmo gênero (VASCONCELLOS *et al.*, 1993; FREITAS *et al.*, 1992). A presença de séries cristalíferas tem sido utilizada como indicador de idade em espécies africanas de *Acacia* (GOURLAY & KANOWSKI, 1991).

Assim, o presente trabalho pretende examinar o xilema de espécies tropicais pertencentes a 52 famílias, visando detectar a presença de sílica e cristais e sua localização nos diversos elementos xilemáticos.

## MATERIAL E MÉTODOS

O material examinado nesta pesquisa encontra-se registrado e devidamente acondicionado no laminário do Laboratório de Anatomia e Identificação de Madeiras da Coordenação de Pesquisas em Produtos Florestais do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - CPPF/INPA. Foram observadas as lâminas das seguintes espécies de madeiras: ANACARDIACEAE (*Astronium lecointei* Ducke); ANNONACEAE (*Annona sericea* Dun; *Bocageopsis multiflora* R.E. Fries; *Duguetia quitarensis* Benth; *Duguetia ulei* (Diels)

R.E. Fries; *Ephedranthus amazonicus* R.E. Fries; *Guatteria scytophylla* Diels; *Pseudoxandra polypheba* R.E. Fries; *Rollinia insignis* R.E. Fries; *Unonopsis floribunda* Diels; *Unonopsis guatterioides* R.E. Fries; *Xylopia aromatica* (Lam.) Mart.; *Xylopia benthamii* R.E. Fries; *Xylopia cf. calophylla* R.E. Fries); ANTONIACEAE (*Antonia ovata* Phol.); APOCYNACEAE (*Ambelania quadrangulares* Muell. Arg.; *Ambelania tenuiflora* Muell. Arg; *Aspidosperma album* R. Benth; *Aspidosperma obscurinervium* Azambuja; *Aspidosperma oblongum* A. DC; *Couma guianensis* Aubl; *Couma utilis* Muell. Arg.; *Hymatanthus attenuata* Woodson; *Hymatanthus sucuuba* Woodson; *Lacmellea cf. lactescens* Kullm; *Macoubea guianensis* Aubl; *Macoubea sprucei* Mgf.; *Maloetia duckei* Mgf.; *Neocouma ternstroeniaceae* (Muell. Arg.) Pierre; *Rauwolfia duckei* M.G.F.; *Rauwolfia pentaphylla* Ducke; *Rauwolfia sellowii* Muell. Arg.; *Zschokkea lactensis* Kuhl m.); BIGNONIACEAE (*Jacaranda amazonensis* Vattimo; *Jacaranda brasiliiana* Pers; *Jacaranda paraensis* Vattimo; *Tabebuia barbata* S a n d w ); B O M B A C A C E A E (*Catostema albuquerquei* Paula; *Catostema sclerophyllum* Ducke; *Matisia ochrocalyx* Schum.; *Pachira insignis* Schum.; *Quararibea ochrocalyx* Vischer; *Rhodognaphalopsis brevipes* A. Robyns; *Rhodognaphalopsis minor* (Sins.) A. Robyns; *Scleronema micranthum* Ducke; *Scleronema praecox* Ducke); BORRAGINACEAE (*Cordia nodosa* Lam.); BURSERACEAE (*Protium lewelynii* Macbr.; *Protium neglectum*

Swartz.); CARYOCARACEAE (*Caryocar microcarpum* Ducke; *Caryocar villosum* Pers.); CECROPIACEAE (*Cecropia purpurascens* C.C. Berg; *Cecropia sciadophylla* Mart.); CELASTRACEAE (*Goniodiscus elaeospermum* Kuhlmann); CHRYSOBALANACEAE (*Couepia longipendula* Pilger; *Hirtella glabrata* Pilger; *Licania longistyla* Fritsch.; *Licania oblongifolia* Standl.; *Licania octandra* Kuntze); CLUSIACEAE (*Calophyllum angulare* A.C. Smith; *Calophyllum brasiliense* Camb.; *Moronobea pulchra* Ducke; *Tovomitia* sp.; *Vismia duckei* Maguire); CONNARACEAE (*Connarus marlenei* Forero; *Connarus* sp.); DIALYPETALANTACEAE (*Dialypetalanthus fuscescens* Kuhlmann); DILLENIACEAE (*Curatella americana* L.); DUCKEODENDRACEAE (*Duckeodendron cestroides* Kuhlmann); EBENACEAE (*Diospyros praetermissa* Sandw.); ELAEOCARPACEAE (*Sloanea porphyrocarpa* Ducke); ERYTHROXYLACEAE (*Erythroxylum macrophyllum* Cav.); EUPHORBIACEAE (*Aparisthmium cordatum* Baill.; *Croton matourensis* Aubl.; *Glycidendron amazonicum* Ducke; *Hevea brasiliensis* Muell. Arg.; *Hevea guianensis* Aubl.; *Hura crepitans* L.; *Joannesia heveoides* Ducke; *Mabea caudata* Pasc. et Hoffm.; *Micrandra rossiana* R.E. Schultes; *Micrandropsis scleroxylon* W. Rodr.; *Richeria laurifolia* Baill.); FLACOURTIACEAE (*Carpotroche crispidentata* Ducke; *Casearia negrensis* Eichl.; *Laetia* cf. *suaveolens* Benth.); GOUPIACEAE (*Goupia glabra* Aubl.); HIPPOCRATEACEAE (*Peritassia dulcis* Miers); HUMIRIACEAE (*Humiria floribunda* Mart.); ICACINACEAE (*Emmotum glabrum* Miers; *Emmotum nitens* Miers; *Emmotum orbiculatum* Miers; *Poraqueiba guianensis* Aubl.; *Poraqueiba paraensis* Ducke; *Poraqueiba sericea* Tul.); LAURACEAE (*Aniba affinis* Mez; *Aniba burchellii* Kost.; *Aniba ferrea* Kubitzki; *Aniba hostmanniana* Mez.; *Aniba santalodora* Ducke; *Aniba terminalis* Ducke; *Clinostemon maguireana* Kurz.; *Clinostemon mahuba* Kuhlmann. et Samp.; *Dicypellium manausense* W. Rodr.; *Endlicheria arunciflora* Mez.; *Endlicheria sericea* Nees; *Licaria amara* (Mez.) Kosterm.; *Licaria canella* Kost.; *Licaria dolichanta* Kurz.; *Licaria guianensis* Aubl.; *Licaria vernicosa* Kost.; *Mezilaurus duckei* Vd. Werfl.; *Mezilaurus decurrens* Kost.; *Mezilaurus synandra* Kost.; *Nectandra amazonicum* Nees; *Nectandra spumea* Kubitzki; *Ocotea canaliculata* Mez.; *Ocotea costulata* Mez.; *Ocotea* cf. *fasciculata* Mez.; *Ocotea grandifolia* Mez.; *Ocotea guianensis* Aubl.; *Ocotea pallida* (Meiss.) Mez.); LECYTHIDACEAE (*Asteranthus brasiliensis* Desf.; *Cariniana decandra* Ducke; *Corythophora alta* R. Knuth.; *Couratari stellata* A.C. Smith; *Eschweilera schomburgkii* (Berg) Nied.; *Gustavia elliptica* Mor); LYTRACEAE (*Physocalymma scaberrimum* Pohl); MALPIGHIACEAE (*Byrsonima chrysophylla* H.B.K.; *Byrsonima coriaceae* Kunth.; *Byrsonima fluminensis* Ndz.; *Byrsonima schomburgkiana* Benth.; *Pterandra arborea* Ducke);

MELASTOMATACEAE (*Bellucia grossularioides* Triana; *Miconia affinis* DC; *Miconia poeppigii* Triana); MELIACEAE (*Carapa guianensis* Aubl.; *Cedrela odorata* L.; *Guarea carinata* Ducke; *Trichilia compacta* A.C. Smith.); MONIMIACEAE (*Bracteanthus* sp.; *Siparuna cuspidata* A.D.C.); MORACEAE (*Brosimum parinarioides* Ducke; *Brosimum potabile* Ducke; *Clarisia racemosa* R. et P.; *Ficus frondosa* Standl.; *Ficus matsii mathewsii* Mig.; *Ficus paraensis* Mig.; *Helicostylis tomentosa* Rusby; *Naucleopsis caloneura* Ducke; *Pseudolmedia laevigarpa* Trecul.); MYRISTICACEAE (*Iryanthera grandis* Ducke; *Iryanthera macrophylla* Warb; *Iryanthera tricornis* Ducke; *Osteophloeum platyspermum* Warb; *Viola calophylla* Spr. et Warb; *Viola cuspidata* Warb; *Viola elongata* Warb; *Viola guggenheimii* W. Rodr.; *Viola lorentensis* A.C. Smith; *Viola pavonis* A.C. Smith; *Viola venosa* Warb); MYRTACEAE (*Eugenia* cf. *euricheila* Berg.; *Myrcia magna* Legrand Nom); OCHNACEAE (*Ouratea discophora* Ducke; *Ouratea spruceana* Engler); OLACACEAE (*Curupira tefeensis* Black.; *Minquartia guianensis* Aubl.); OPILIACEAE (*Agonandra brasiliensis* Miers; *Agonandra silvatica* Ducke); PODOCARPAEAE (*Podocarpus* sp.); POLYGONACEAE (*Coccoloba barbeyana* Lindau; *Ruprechtia tenuiflora* Benth.; *Symmeria paniculata* Benth.; *Triplaris surinamensis* Cham.); RHIZOPHORACEAE (*Anisophyllea manausensis* Pires et Rodr.; *Polygonanthus amazonicus* Ducke; *Sterigmapetalum obovatum* Kuhlm.); RUBIACEAE (*Bothriospora corymbosa* Benth.; *Coussarea ampla* M. Arg.; *Duroia eriopila* L.; *Duroia macrophylla* Hub.; *Isertia hipoleuca* Benth.; *Isertia rosea* Spruce; *Pagamea guianensis* Aubl.; *Palicourea guianensis* Aubl.; *Remigia* cf. *ulei* Krause); RUTACEAE (*Erytrochiton brasiliensis* Nees & Mart.; *Euxylophora paraensis* Huber; *Fagara dellomei* Albuq.; *Hortia superba* Ducke; *Myllanthus ulei* Cowan; *Spathelia excelsa* Cowan; *Spiranthea guianensis* Sandwith; *Ticorea longiflora* DC; *Zanthoxylum compactum* Waterm.; *Zanthoxylum rhoifolium* Lam.); SALICACEAE (*Salix martiana* Leyb.); SAPOTACEAE (*Achrouteria durifructa* W. Rodr.; *Chrysophyllum oppositum* Ducke; *Ecclinusa bacuri* Aubl. et Pellegr.; *Ecclinusa balata* Ducke; *Ecclinusa ucuquirana* branca Aubl.; *Elaeoluma glabrescens* Mart. et Eichl.; *Elaeoluma williamii* Aubl. et Pellegr.; *Glycoxylon inophyllum* Ducke; *Gymmoluma glabrescens* (Mart. et Eiehl.) Aubl.; *Manilkara amazonica* Standl; *Micropholis venulosa* Pierre; *Micropholis williamii* Aubl. et Pellegr.; *Neolabatia cupraea* W. Rodr.; *Neoxythece elegans* Aubl.; *Pouteria gutta* Baehni; *Pouteria macrophylla* (Eym.) Penn.; *Pradosia praealta* Ducke; *Priurella prieurii* Aubr; *Ragala ucuquirana* branca W. Rodr.; *Ragala ulei* (Krause) Aubr.; *Richardella macrophylla* Eyma; *Richardella manausensis* Aubr. et Pellegr.; *Syzygiopsis tarumanensis* Pires); SIMARUBACEAE (*Simaba guianensis* Aubl; *Simaruba amara* Aubl.); STERCULIACEAE (*Sterculia pilosa* Ducke; *Sterculia pruriens* Schum.); TILIACEAE (*Apeiba aspera* Aubl; *Apeiba burchellii* Sprague; *Apeiba echinata* Gaertn; *Apeiba membranaceae* Spruce; *Mollia lepidota* Spruce); TRIGONIACEAE



(*Trigonia nivea* var. *nivea* Camb.); VERBENACEAE (*Aegiphila intermedia* Moldenke; *Vitex spongiorcarpa* Ducke; *Vitex triflora* Vahl.); VIOLACEAE (*Amphirox surinamensis* Eichl; *Leonia glyccicarpa* R. et P.; *Leonia racemosa* Mart.; *Paypayrola grandiflora* Tul.; *Rinorea macrocarpa* Kuntze); VOCHYSIACEAE (*Erisma* sp.; *Qualea albiflora* Warm.; *Qualea cassiquiarensis* Spruce ex Warb.; *Vochysia guianensis* Aubl; *Vochysia maxima* Ducke; *Vochysia inundata* Ducke; *Vochysia obscura* Warm.; *Vochysia vismiaefolia* Warm.).

Para a preparação de lâminas histológicas foram utilizados cortes de 16-20 micrômetros de espessura das faces radial, tangencial e transversal dos corpos de provas. Todos os cortes foram obtidos em microtomos de marca R. Jung. Ag. Mod. 15015 e American Optical Mod. 860. Os cortes foram desidratados em série alcoólica sendo que uns foram mantidos na cor natural, outros coloridos com safranina hidroalcoólica, e demais com hematoxilina e verde-iodo, e por fim montados em resina sintética, entre lâminas e lamínulas. Para as observações microscópicas necessárias, foi utilizado microscópio da marca Carl Zeiss D-7082, com ocular Kpl W 10x/18 e objetivas 2,5/0,08, 6,3/0,16, 16/0,35 e 40/0,65. A classificação das inclusões minerais foram baseadas nas normas de IAWA (1989).

## RESULTADO E DISCUSSÃO

Cristais ocorrem no tecido parenquimático axial e radial e nas fibras das espécies examinadas, enquanto que grãos de sílica ocorrem, na grande maioria das vezes, nos raios, poucas vezes no parênquima axial e

raríssimas vezes nos elementos fibrosos (Tab.1). No presente estudo foram encontrados grãos de sílica somente nas fibras de *Protium neglectum* (Burseraceae), enquanto que nas demais espécies ocorrem frequentemente nos raios. Algumas espécies apresentam simultaneamente cristais e sílica no tecido xilemático como, por exemplo, em *Pachira insignis* (Bombacaceae), onde células parênquimáticas e raios apresentam a ocorrência de tais incrustações. Ressaltasse que em nenhuma espécie foi verificada a presença simultânea de sílica e cristal na mesma célula, conforme observou GOTTWALD (1980) em *Cordia glabrata* (Borraginaceae), onde grãos de sílica e cristal ocorrem juntos na mesma célula do raio. Na família Sapotaceae a presença de sílica é constante em quase todos os gêneros examinados, com exceção das espécies *Manilkara amazonica*, *Micropholis pruriense* e *Achrouteria durifracta*. Nesta família, a sílica ocorre mais nas células parenquimáticas dos raios e algumas vezes nas células do parênquima axial e nunca nas fibras. DETTIENE & JACQUET (1983) não encontraram grãos de sílica no xilema de *Manilkara bidentata*, *M.huberi*, *M.paraensis* e *M.solimoesensis*, mas citam a ocorrência de cristais para essas espécies com exceção de *Manilkara solimoesensis*. WELLE (1976a) também não observou sílica em várias espécies examinadas do referido gênero.

A não observação de cristais em *Manilkara amazonica*, incluída no presente estudo, não exclui a possibilidade de sua ocorrência, considerando-se a variabilidade existente em todas as espécies (BAMBER & LANYON (1960); MARIAUX (1980).

**Tabela 1.** Distribuição de cristais e sílica no xilema de madeiras amazônicas.

ESPÉCIE	CRISTAIS			SÍLICA		
	PA	PR	F	PA	PR	F
<b>ANACARDIACEAE</b>						
<i>Astronium lecontei</i> Ducke	-	*	-	-	-	-
<b>ANNONACEAE</b>						
<i>Annona sericea</i> Dun.	*	*	-	-	-	-
<i>Ephedranthus amazonicus</i> R.E.Fries	-	-	-	-	*	-
<i>Rollinia insignis</i> R.E. Fries	*	-	-	-	-	-
<b>APOCYNACEAE</b>						
<i>Ambelania quadrangulares</i> Muell. Arg.	*	-	-	-	-	-
<i>Ambelania tenuiflora</i> Muell. Arg.	*	-	-	-	-	-
<i>Aspidosperma album</i> R. Benth	*	-	*	-	-	-
<i>Aspidosperma obscurinervium</i> Azambuja	-	-	*	-	-	-
<i>Couma guianensis</i> Aubl.	-	-	*	-	-	-
<i>Couma utilis</i> Muell. Arg.	-	*	-	-	-	-
<i>Hymatanthus sucuuba</i> Woodson	-	-	-	-	*	-
<i>Macoubea sprucei</i> Mgf.	-	-	*	-	-	-
<i>Malouetia duckei</i> Mgf.	*	-	-	-	-	-
<i>Parahancornia amara</i> Mgf. Monachino	-	*	-	-	-	-
<i>Rauwolfia pentaphylla</i> Ducke	*	*	-	-	-	-
<i>Rauwolfia sellowii</i> Muell. Arg.	-	*	*	-	-	-
<i>Zschokkea lactensis</i> Kuhlman	*	*	-	-	*	-
<b>BOMBACACEAE</b>						
<i>Catostema albuquerquei</i> Paula	*	-	-	-	-	-
<i>Catostema sclerophyllum</i> Ducke	*	*	-	-	-	-
<i>Matisia ochrocalyx</i> Schum.	*	*	-	-	-	-
<i>Pachira insignis</i> K. Schum	*	*	-	*	*	-
<i>Quararibea ochrocalyx</i> Vischer	*	*	*	-	-	-
<i>Rhodognaphalopsis brevipes</i> A. Robyns	-	-	-	*	*	-
<i>Rhodognaphalopsis minor</i> (Sims). A. Robyns	-	*	-	*	*	-
<i>Scleronemia micranthum</i> Ducke	*	-	-	*	-	-
<b>BURSERACEAE</b>						
<i>Protium lewelynii</i> Macbr.	-	-	*	-	-	-
<i>Protium neglectum</i> Swartz	-	-	-	-	-	*
<b>CARYOCARACEAE</b>						
<i>Caryocar microcarpum</i> Ducke	*	-	*	-	-	-
<i>Caryocar villosum</i> Pers.	*	*	*	-	-	-
<b>CHRYSOBALANACEAE</b>						
<i>Couepia longipendula</i> Pilger.	-	-	-	-	*	-
<i>Hirtella glabrata</i> Pilger.	-	-	-	-	*	-
<i>Licania longistyla</i> Fritsch	-	-	-	-	*	-
<i>Licania oblongifolia</i> Standl.	-	-	-	*	*	-
<i>Licania octandra</i> Kuntze	-	-	-	-	-	-
<b>CLUSIACEAE</b>						
<i>Calophyllum brasiliense</i> Camb.	*	-	-	-	-	-
<i>Moronobea pulchra</i> Ducke	*	-	-	-	-	-
<i>Tovomitia</i> sp.	-	-	-	-	*	-

Cont. Tabela 1

ESPÉCIE	CRISTAIS			SÍLICA		
	PA	PR	F	PA	PR	F
<b>CONNARACEAE</b>						
<i>Cannarus marlenei</i> Forero	-	-	*	-	-	-
<i>Connarus</i> sp.	-	-	*	-	-	-
<b>DUCKEODENDRACEAE</b>						
<i>Duckeodendron cestroides</i> Kuhlms	-	*	-	-	-	-
<b>EBENACEAE</b>						
<i>Diospyros praetermissa</i> Sandw	*	-	*	-	-	-
<b>ELAEOCARPACEAE</b>						
<i>Sloanea porphyrocarpa</i> Ducke	-	*	-	-	-	-
<b>ERYTHOXYLACEAE</b>						
<i>Erythroxylum macrophyllum</i> Cav.	*	-	*	-	*	*
<b>EUPHORBIACEAE</b>						
<i>Glycidendron amazonicum</i> Ducke	-	*	*	-	-	-
<i>Hevea brasiliensis</i> Muell. Arg.	*	*	-	-	-	-
<i>Hevea guianensis</i> Aubl.	-	*	-	-	*	-
<i>Hura crepitans</i> L.	*	-	*	-	-	-
<i>Joannesia heveoides</i> Ducke	*	-	-	-	-	-
<i>Mabea caudata</i> Pax. et Hoffm	*	-	-	*	*	-
<i>Micrandra rossiana</i> R.E. Schultes	-	-	-	*	*	-
<i>Micrandropsis scleroxylon</i> W. Rodr.	*	-	*	-	-	-
<i>Richeria laurifolia</i> Baill	-	-	*	-	-	-
<b>FLACOURTIACEAE</b>						
<i>Carpotroche crispidentata</i> Ducke	-	*	-	-	*	-
<i>Casearia negrensis</i> Eichl.	-	-	-	-	*	-
<i>Laetia</i> cf. <i>suaveolens</i> Benth	*	*	-	-	*	-
<b>HUMIRIACEAE</b>						
<i>Humiria floribunda</i> Mart.	*	*	-	-	-	-
<b>ICACINACEAE</b>						
<i>Emmotum glabrum</i> Miers	-	*	-	-	-	-
<i>Emmotum nitens</i> Miers	-	*	-	-	-	-
<i>Emmotum orbiculatum</i> Miers	-	*	-	-	-	-
<i>Poraqueiba guianensis</i> Aubl.	-	*	-	-	-	-
<i>Poraqueiba paraensis</i> Ducke	-	*	-	-	*	-
<b>LAURACEAE</b>						
<i>Clinostemon maguireana</i> Kurz	-	-	-	-	*	-
<i>Clinostemon mahuba</i> Kuhlms et Samp.	-	-	-	-	*	-
<i>Licaria guianensis</i> Aubl	-	-	-	-	*	-
<i>Mezilaurus duckei</i> Vd. Werll	-	-	-	-	*	-
<i>Mezilaurus synandra</i> Kost	*	-	-	-	-	-
<i>Ocotea canaliculata</i> Mez	-	-	-	*	*	-
<i>Ocotea</i> cf. <i>fasciculata</i> Mez	-	-	*	-	-	-

Cont. Tabela 1

ESPÉCIE	CRISTAIS			SÍLICA		
	PA	PR	F	PA	PR	F
<b>LECYTHIDACEAE</b>						
<i>Asteranthus brasiliensis</i> Desf	*	-	*	-	-	-
<i>Cariniana decandra</i> Ducke	*	-	*	-	*	-
<i>Corythophora alta</i> R. Knuth	*	-	*	-	*	-
<i>Eschweilera schomburgkii</i> (Berg) Nied.	*	-	*	-	*	-
<b>MALPIGHIACEAE</b>						
<i>Byrsonima chrysophylla</i> H.B.K.	-	*	-	-	-	-
<i>Byrsonima coriacea</i> Kunth	-	*	-	-	-	-
<i>Byrsonima schomburgkiana</i> Benth	-	*	-	-	-	-
<b>MELIACEAE</b>						
<i>Cedrela odorata</i> L.	*	*	-	-	-	-
<i>Trichilia compacta</i> A.C. Smith	*	-	-	-	-	-
<b>MORACEAE</b>						
<i>Clarisia racemosa</i> R. et P.	-	*	*	-	-	-
<i>Ficus paraensis</i> Miq.	*	*	-	-	-	-
<i>Helicostylis tomentosa</i> Rusby	*	*	-	-	-	-
<i>Naucleopsis caloneura</i> Ducke	*	-	-	-	-	-
<i>Pseudolmedia laevigata</i> Trecul.	*	*	-	-	-	-
<b>MYRTACEAE</b>						
<i>Eugenia cf. lauricheila</i> berg	*	-	*	-	-	-
<b>OLACACEAE</b>						
<i>Curupira tefeensis</i> black	*	-	-	-	-	-
<i>Minquartia guianensis</i> Aubl.	*	-	*	-	-	-
<b>POLYGONACEAE</b>						
<i>Coccoloba barbeyana</i> Liindan.	-	-	*	-	-	-
<i>Ruprechtia tenuiflora</i> Benth	-	-	*	-	*	-
<i>Symmeria paniculata</i> Benth	-	-	-	-	*	-
<i>Triplaris surinamensis</i> Cham.	-	-	*	-	-	-
<b>RHIZOPHORACEAE</b>						
<i>Sterigmipetalum obovatum</i> Kuhlm	*	*	*	-	-	-
<b>RUTACEAE</b>						
<i>Spiranthea guianensis</i> Sandwith	*	*	*	-	-	-
<i>Zanthoxylum compactum</i> Waterm	*	*	-	-	*	-
<b>SALICACEAE</b>						
<i>Salix martiana</i> leyb.	*	*	*	-	*	-



Cont. Tabela 1

ESPÉCIE	CRISTAIS			SÍLICA		
	PA	PR	F	PA	PR	F
<b>SAPOTACEAE</b>						
<i>Chrysophillum oppositum</i> Ducke	-	-	-	*	*	-
<i>Ecclinusa bacuri</i> Aubl. et Pellegr.	-	-	-	*	*	-
<i>Ecclinusa balata</i> Ducke	-	-	-	*	*	-
<i>Ecclinusa ucuquirana</i> branca Aubl.	-	-	-	-	*	-
<i>Elaeoluma glabrescens</i> Mart. et Eichl	-	-	-	-	*	-
<i>Elaeoluma williamii</i> Aubl. et Pellegr.	-	-	-	-	*	-
<i>Glycoxylon inophyllum</i> Ducke	-	-	-	-	*	-
<i>Gymmoluma glabrescens</i> (M. et E.)	-	-	-	-	*	-
<i>Micropholis williamii</i> Aubl. et Pellegr.	-	-	-	-	*	-
<i>Neolabatia cupraea</i> W. Rodr.	-	-	-	*	*	-
<i>Neoxythece elegans</i> Aubl.	-	-	-	-	*	-
<i>Pouteria gutta</i> Baehni.	-	-	-	-	*	-
<i>Pouteria macrophylla</i> (Eyma) Penn	-	-	-	-	*	-
<i>Pradosia praealta</i> Ducke	-	-	-	-	*	-
<i>Priurella prieurii</i> Aubl.	-	-	-	-	*	-
<i>Ragala ucuquirana</i> branca W. Rodr.	-	-	-	-	*	-
<i>Ragala ulei</i> ( Krause) Aubr.	-	-	-	-	*	-
<i>Richardella macrophylla</i> (Krause) Aubr.	-	-	-	-	*	-
<i>Richardella manaosensis</i> Eyma	-	-	-	-	*	-
<i>Symmoluma glabrescens</i> A. et Pellegr.	-	-	-	-	*	-
<i>Syzygiopsis tarumanensis</i> Pires.	-	-	-	-	*	-
<b>SIMARUBACEAE</b>						
<i>Simaba guianensis</i> Aubl.	*	-	-	-	*	-
<i>Simaruba amara</i> Aubl.	*	-	-	-	-	-
<b>TILIACEAE</b>						
<i>Apeiba aspera</i> Aubl.	-	*	-	-	-	-
<i>Apaiba burchellii</i> Sprague	*	*	-	-	-	-
<i>Apeiba echinata</i> gaertn	*	*	-	-	-	-
<i>Mollia lepidota</i> Spruce	-	*	-	-	-	-
<b>VERBENACEAE</b>						
<i>Vitex triflora</i> Vahl.	-	-	-	-	*	-
<b>VIOLACEAE</b>						
<i>Leonia racemosa</i> Mart.	-	*	*	-	-	-
<i>Paypayrola grandiflora</i> Tul.	-	*	-	-	-	-
<i>Rinorea macrocarpa</i> Kuntze	-	*	-	-	-	-
<b>VOCHYSIACEAE</b>						
<i>Erisma</i> sp.	*	-	*	-	-	-
<i>Qualea albiflora</i> Warm.	*	-	-	-	*	-
<i>Qualea cassiquiarensis</i> Spruce ex Warb	*	-	-	-	-	-
<i>Vochysia maxima</i> Ducke	*	-	-	-	-	-

PA = Parênquima axial      - = Ausência  
 PR = Parênquima radial      \* = Presença  
 F = Fibras

Na única espécie do gênero *Micropholis* (*M. venulosa*), incluída no presente estudo, não foi observada a presença de sílica nem de cristal. DETTIENE & JACQUET (1983), entretanto, citam a ocorrência de sílica em oito espécies desse gênero, na maioria das vezes nos raios e, raramente, nas fibras ou parênquima axial. Da mesma maneira aqueles autores citam a ocorrência de sílica em *Achrouteria pomifera*, enquanto que não foram observados grãos de sílica e cristal na única espécie de *Achrouteria* (*A. durifruca*) examinada. Isto, entretanto, não exclui a possibilidade de sua ocorrência conforme comentado anteriormente. Ao que tudo indica a presença de sílica é uma característica comum a todos os gêneros da família Sapotaceae, com exceção do gênero *Manilkara* WELLE (1976a); KUKACHKA (1980), (1981a;b;c), DETTIENE & JACQUET (1983) e pode ser considerada como uma importante característica taxonômica dessa família. WELLE (1976b) cita a ocorrência de sílica especialmente nas células do parênquima radial como uma característica taxonômica para a família Chrysobalanaceae, ressaltando que a ocorrência de sílica no parênquima axial dessa família tem pouco valor taxonômico.

Na família Myristicaceae não foram observados grãos de sílica e cristais, nas espécies dos gêneros *Iryanthera* (3 espécies), *Osteophloeum* (1 espécie) e *Virola* (7 espécies). LISBOA (1989) cita a ocorrência de diminutos cristais em apenas uma amostra de *Iryanthera grandis*, ao passo que não foram observados cristais nas amostras dessa espécie incluída na presente investigação. A ausência de cristais ou sílica no gênero *Virola* também

foi citada por LOUREIRO *et al.* (1989) quando do estudo de 24 espécies desse gênero que ocorrem na Amazônia.

A presença de sílica no gênero *Vochysia* (Vochysiaceae) foi observada por QUIRK (1980) em poucas das 97 espécies desse gênero. No presente estudo não foi verificada a ocorrência de sílica nas espécies examinadas do referido gênero, mas sim a presença de cristais em apenas *Vochysia maxima*, ao passo que o referido autor não observou cristais nesse gênero.

RICHTER (1982) cita a ocorrência de cristais no gênero *Couropita* e *Couratari* (Lecythidaceae), e presença de sílica em *Couratari*. Nesta investigação não foi observada a ocorrência dessa incrustação na única espécie de *Couratari* (*C. stellata*) examinada.

Os cristais observados nos raios (parênquima radial) sempre são solitários, podendo estar localizados nas células procumbentes ou eretas. As séries cristalíferas ocorrem sempre nas fibras ou em células de parênquima axial, algumas vezes em longas cadeias de cristais do tipo prismático. Um único cristal do tipo drusa foi encontrado na amostra de *Scleronema micranthum* (Bombacaceae); nas outras espécies são do tipo prismático.

A Tabela 2 apresenta as amostras que foram observadas e onde não ocorreu a presença de sílica e cristais.

## CONCLUSÕES

Concluindo, o presente trabalho constata a grande incidência de sílica e cristais em madeiras tropicais onde em algumas famílias, como por exemplo Sapotaceae, a presença de uma dessas incrustações é uma característica comum a quase todos os seus gêneros. Resta a

**Tabela 2.** Amostras analisadas onde não ocorreu sílica e cristais

<b>ANNONACEAE</b> <i>Bocageopsis multiflora</i> R.E. Fries <i>Duguetia quiatarensis</i> Benth <i>Duguetia ulei</i> (Diels) R.E. Fries <i>Guatteria scytophylla</i> Diels <i>Pseudoxandra polyphaba</i> R.E. Fries <i>Unonopsis floribunda</i> Diels <i>Unonopsis guatterioides</i> R.E. Fries <i>Xylopia aromatica</i> (Lam.) Mart. <i>Xylopia benthamii</i> R.E. Fries <i>Xylopia cf. callophylla</i> R.E. Fries	<b>EUPHORBIACEAE</b> <i>Aparisthium cordatum</i> Baill <i>Croton matourensis</i> Aubl.
<b>ANTONIACEAE</b> <i>Antonia ovata</i> Phol.	<b>GOUPIACEAE</b> <i>Goupia glabra</i> Aubl.
<b>APOCYNACEAE</b> <i>Aspidosperma oblongum</i> A.DC. <i>Himatanthus attenuata</i> Woodson <i>Lacmellea cf. lactescens</i> Kuhl <i>Macoubea guianensis</i> Aubl. <i>Neocouma ternstroeniaceae</i> (Muell. Arg.) Pierre <i>Rauwolfia duckei</i> Muell. Arg.	<b>HIPPOCRATEACEAE</b> <i>Peritassia dulcis</i> Miers <b>ICACINACEAE</b> <i>Poraqueiba sericeae</i> Tul.
<b>BIGNONIACEAE</b> <i>Jacaranda amzonensis</i> Vattimo <i>Jacaranda brasiliiana</i> Pers. <i>Jacaranda paraensis</i> Vattimo <i>Tabebuia barbata</i> Sandw	<b>LAURACEAE</b> <i>Aniba affinis</i> Mez <i>Aniba burchellii</i> Kost <i>Aniba ferrea</i> Kubitzki <i>Aniba hostmanniana</i> Mez <i>Aniba santalodora</i> Ducke <i>Aniba terminalis</i> Ducke <i>Dicypellium manausense</i> W. Rodr. <i>Endlicheria arunciflora</i> Mez <i>Endlicheria sericea</i> Nees <i>Licaria amara</i> (Mez.) Kost. <i>Licaria canella</i> Kost <i>Licaria dolichanta</i> Kunz <i>Licaria vernicosa</i> Kost <i>Mezilaurus decurrens</i> Kost <i>Nectandra amazonicum</i> Nees <i>Nectandra spumea</i> Kubitzki <i>Ocotea costulata</i> Mez <i>Ocotea grandigolia</i> Mez <i>Ocotea guianensis</i> Aubl. <i>Ocotea pallida</i>
<b>BOMBACACEAE</b> <i>Scleronema praecox</i> Ducke	<b>LECYTHIDACEAE</b> <i>Couratari stellata</i> A.C. Smith <i>Gustavia elliptica</i> Mor
<b>BORRAGINACEAE</b> <i>Cordia nodosa</i> Lam.	<b>LYTRACEAE</b> <i>Physocalymma scaberrimum</i> Pohl
<b>CECROPIACEAE</b> <i>Cecropia purpurascens</i> C.C. Berg <i>Cecropia sciadophylla</i> Mart.	<b>MALPIGHIACEAE</b> <i>Byrsonima fluminensis</i> Ndz. <i>Pterandra arborea</i> Ducke
<b>CELASTRACEAE</b> <i>Goniodiscus elaeospermum</i> Kuhl	<b>MELASTOMATAACEAE</b> <i>Bellucia grossularioides</i> Trina <i>Miconia affinis</i> DC. <i>Miconia poeppigii</i> Triana
<b>CLUSIACEAE</b> <i>Calophyllum angulare</i> AC. Smith <i>Vismia duckei</i> Maguire	<b>MELIACEAE</b>
<b>DIALYPETALANTHACEAE</b> <i>Dialupetalanthus fuscescens</i> Kuhl	
<b>DILLENACEAE</b> <i>Cuaratella americana</i> L.	

cont. **Tabela 2**

*Carapa guianensis* Aubl.

*Guarea carinata* Ducke

**MONIMIACEAE**

*Bracteanthus* sp.

*Siparuna cuspidata* A. DC.

**MORACEAE**

*Brosimum parinarioides* Ducke

*Brosimum potabile* Ducke

*Ficus frondosa* Standl

*Ficus matsii mathewsii* Miq.

**MYRISTICACEAE**

*Iryanthera grandis* Ducke

*Iryanthera macrophylla* Warb

*Iryanthera tricornis* Ducke

*Osteophloeum platyspermum* Warb.

*Viola calophylla* Spr. et Warb.

*Viola cuspidada* Warb.

*Viola elongata* Warb.

*Viola guggenheimii* W. Rodr.

*Viola lorentensis* A.C. Smith

*Viola pavonis* A.C. Smith

*Viola venosa* Warb.

**MYRTACEAE**

*Myrcia magna* Legrand Nom

**OCHNACEAE**

*Ouratea discophora* Ducke

*Ouratea spruceana* Engler

**OPILIACEAE**

*Agonandra brasiliensis* Miers

*Agonandra silvatica* Ducke

**PODOCARPACEAE**

*Podocarpus* sp.

**RHIZOPHORACEAE**

*Anisophyllea manausensis* Pires et Rodr.

*Polygonanthus amazonicus* Ducke

**RUBIACEAE**

*Bothriospora corymbosa* Benth

*Coussarea ampla* M. Arg.

*Duroia eriopila* L.

*Duroia macrophylla* Hub

*Isertia hipoleuca* Benth

*Isertia rosea* Spruce

*Paganea guianensis* Aubl

*Palicourea guianensis* Aubl.

*Remigia* cf. *ulei* Krause

**RUTACEAE**

*Erytrochiton brasiliensis* Nees & Mart.

*Euxylophora paraensis* Huber

*Fagara dellomei* Albuq.

*Hortia superba* Ducke

*Myllanthus ulei* Cowan

*Spathelia excelsa* Cowan

*Ticorea longiflora* DC

*Zanthoxylum rhoifolium* Lam

**SAPOTACEAE**

*Achrouteria durifruca* W. Rodr.

*Manilkara amazonica* Standl

*Micropholis venulosa* Pierre

**STERCULIACEAE**

*Sterculia pilosa* Ducke

*Sterculia pruriens* Schum

**TILIACEAE**

*Apeiba membranacea* Spruce

**TRIGONIACEAE**

*Trigonía nivea* var. *nivea* Camb

**VERBENACEAE**

*Aegiphila intermedia* Moldenke

*Vitex spongiocarpa* Ducke

**VIOLACEAE**

*Amphirox surinamensis* Eichl

*Leonia glycyicarpa* R. et P.

**VOCHYSIACEAE**

*Vochysia guianensis* Aubl.

*Vochysia inundata* Ducke

*Vochysia obscura* Warm

*Vochysia vismiaefolia* Warm

realização de novos estudos sobre a questão para verificar-se o valor dessas inclusões como características taxonômicas para algumas famílias, bem como seu nível de influência sobre o processamento mecânico das madeiras portadoras das mesmas.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos a todos que contribuíram para a execução deste trabalho, em especial a direta participação da Acadêmica de Engenharia Florestal GABRIELA BALBI, pela paciente observação das lâminas histológicas em microscópio, e a colega Vania Maria Oliveira da Camara Lima pela digitação do trabalho.

## Bibliografia Citada

- BAMBER, R. K.; LANYON, J. W. 1960. Silica deposition in several woods of new South Wales. *Tropical woods*, 113: 48-53.
- DETIENNE, P.; JACQUET, P. 1983. Atlas d'identification des bois de l'amazonie et des regions voisines. *Centre Technique Forestier Tropical*. France, 640 p.
- FREITAS, J. A.; VASCONCELLOS, F. J.; de ; SILVA, A. C. 1992. Deposição de sílica e cristais no xilema de espécies tropicais nas famílias FABACEAE e MIMOSACEAE. *Anais do I Congresso Internacional de Compensados de Madeiras Tropical - Associação Brasileira da Indústria de Madeira Compensada e Industrializada - ABIMCI/International Tropical Timber Organization - ITTO*, Manaus: 233-238.
- GOTTWALD, H. 1980. "Louro Preto" - found to be the first silica bearing *Cordia* (*Cordia glabrata*, Bonaginaceae). *IAWA Bulletin* n.s., 1(1-2): 55-58.
- GOURLAY, I. D. ; KANOWSKI, P.J. 1991. Marginal parenchyma bands and crystalliferous chains as indicators of age in African *Acacia* species. *IAWA Bulletin* n. s., 12(2): 187-194.
- IAWA. 1989. List of microscopic features for hardwood identification. *IAWA Bulletin*, 10 (3): 219-232.
- KOEPPEN, R. C. 1980. Silica bodies in wood of arborescent Leguminosae. *IAWA Bulletin* n. s., 1(4): 180-184.
- KUKACHKA, B.F. 1980. Wood anatomy of the Neotropical Sapotaceae. XIV. *Elaeoluma*. *Research Paper FLP 358*. Madison, WIS.
- - 1981a. Wood anatomy of the Neotropical Sapotaceae. XXII. *Pradosia*. *Research Paper FLP 373*. Madison, WIS.
- ..... 1981b. Wood anatomy of the Neotropical Sapotaceae. XXIV. *Ecclinusa*. *Research Paper. FLP 395*. Madison, WIS.
- ..... 1981c. Wood anatomy of the Neotropical Sapotaceae. XXV. *Ragala*. *Research Paper FLP 396*. Madison, WIS.
- LAROCHE, J. 1977. La silice et les plantes superieures. *Rev. Cyt. Biol. Veg.* 40: 15-45.
- LISBOA, P.L.B. 1989. Aspectos da anatomia sistemática do lenho de *Iryanthera* Warb. (Myristicaceae). *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Série Botânica*, 5(2): 83-134.
- LOUREIRO, A. A.; FREITAS, M. C.; VASCONCELLOS, F.J. 1989. Estudo anatômico de 24 espécies do gênero *Virola* (Myristicaceae) da Amazônia. *Acta Amazonica*, 19: 415-465.
- MARIAUX, A. 1980. Formation of silica grains in wood as a function of growth rate. *IAWA Bulletin* n. s. 1(3): 140-142.
- QUIRK, J.T. 1980. Wood anatomy of the *Vochysiaceae*. *IAWA Bulletin* n. s., 1(4): 172-179.
- RECORD, S. J. 1927. Occurrence of calcium carbonate deposits in wood. *Tropical Woods.*, 12: 22-26.
- RICHTER, H. G. 1982. The wood structure of *Couratari* Aubl. and *Couropita* Aubl. (Lecythidaceae). *IAWA Bulletin* n.s., 3(1): 45-55.
- SCURFIELD, G; ANDERSON, C.A.; SEGNI, E.R. 1974. Silica in woody stems. *Australian Journal of Botany*. 22: 211-231.



- SHARMA, M. ; RAO, K. R. 1970. Investigations on the occurrence of silica in Indian timbers. *Indian Forester*. 96: 740-754.
- VASCONCELLOS, F. J. de; SILVA, A. C. ; FREITAS, J.A. 1993. Deposição de sílica e cristais no xilema de espécies tropicais da família CAESALPINIACEAE. *Revista Árvore*, Viçosa, 17 (3): 369-374.
- WELLE, B.J.H. 1976a. Silica grains in woody plants of the neotropics especially Surinam. *Leiden Botanical Series* 3: 107-142.
- WELLE, B. J. H. 1976b. On the occurrence of silica grains in the secondary xylem of the Chrysobalanaceae. *IAWA Bulletin* 2: 19-29.

Aceito para publicação em 25.08.94