



BORRACHAS NATURAIS BRASILEIRAS

III. Borracha de Mangabeira

EMBRAPA
CENTRO DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DO TRÓPICO ÚMIDO
Belém, PA



EMBRAPA
EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA
Vinculada ao Ministério da Agricultura
Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido

BORRACHAS NATURAIS BRASILEIRAS
III. Borracha de Mangabeira

Alfonso Wisniewski

Quím. Ind., Prof. Titular da FCAP

Célio Francisco Marques de Melo

Quím. Ind., M.S. em Engenharia Florestal,
Pesquisador do CPATU

EDITOR : Comitê de Publicações do CPATU
Trav. Dr. Enéas Pinheiro, s/n.º
Caixa Postal, 48
66000 — Belém, PA
Telex (091)1210

Wisniewski, Alfonso

Borrachas naturais brasileiras. III. Borracha de mangabeira, por Alfonso Wisniewski e Célio Francisco Marques de Melo. Belém, EMBRAPA-CPATU, 1982.

59p. ilustr. (EMBRAPA-CPATU. Documentos, 8).

1. Borracha — Tecnologia. 2. Mangabeira — Tecnologia.
I. Melo, Célio Francisco Marques de. II. Título. III. Série.

CDD: 678.64

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	5
Identificação e dispersão da espécie.....	8
Desempenho econômico	10
Extração do látex e produtividade.....	16
MATERIAL E MÉTODOS	19
RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
Látex - características físicas e químicas.....	20
Densidade, DRC e TS.....	20
Concentração do látex de mangabeira.....	23
Coagulantes e coagulação	27
BORRACHA DE MANGABEIRA	31
Características químicas	31
Resinas (Extrato acetônico)	31
Compostos nitrogenados	40
Resíduo Mineral Fixo (cinzas).....	43
Propriedades físicas e físico-mecânicas.....	45
Plasticidade	45
PRI (Plasticity Retention Index)	46
Características físico-mecânicas	46
Rigidez	50
Dureza Shore	50
Deformação permanente	53
CONCLUSÕES	53
REFERÊNCIAS	56

BORRACHAS NATURAIS BRASILEIRAS

III. Borracha de Mangabeira

RESUMO : A mangabeira (**Hancornia speciosa** Gomes) já fora objeto de intensa exploração no período áureo do ciclo econômico da borracha extrativa e durante a Segunda Grande Guerra Mundial. Látex de densidade bastante semelhante ao de **Hevea** apresenta pH alcalino logo ao fluir da árvore (pH 7,12), acidificando-se, a seguir, até alcançar níveis abaixo de pH 4. Conserva-se fluído sem adição de preservativos, entretanto, sua estabilidade mecânica é baixa. Transformado em meio estéril, por adição de 0,3% de amônia e 0,3% de pentaclorofenato de sódio, crema por ação da hemicelulose (pó de jutaí) e da goma adragante dando um creme em torno de 52% de concentração com uma eficiência de separação acima de 97%. O látex de mangabeira pode ser coagulado por meio de ácidos entre os quais os ácidos clorídrico, sulfúrico e acético e, ainda, por ação de soluções de cloreto de sódio e de alúmen. O melhor coagulante, todavia, é o ácido clorídrico na proporção de 1% do ácido concentrado ($D = 1,19$) em diluição a 3% sobre a borracha seca a coagular. A borracha de mangabeira é mole, destituída de nervo, muito plástica (plasticidade Wallace 32) de elevado PRI (82) e baixo teor de nitrogênio e cinzas. É borracha altamente resinosa (em torno de 12%) podendo, entretanto, encontrar-se amostras com extrato acetônico em torno de 7%. Quando vulcanizada pela fórmula ACS-II com 4% de ácido esteárico, a borracha de mangabeira apresenta valores de carga de ruptura cerca de 20% inferiores aos das borrachas de **Hevea**, baixos módulos de elasticidade, elevados valores de alongamento final, baixo valor de rigidez e ainda baixos valores de deformação permanente, o que permite antecipar tratar-se de borracha de cura lenta e de boas características de resiliência.

INTRODUÇÃO

A cultura de plantas laticíferas, em larga escala, a partir do fim do século passado, na faixa tropical do nosso planeta, (Zimmermann 1973, Smith e Brandford 1908, Romburgh 1903), determinou o fim do

ciclo da produção extrativa de borracha e, em breve, a supremacia da espécie **Hevea brasiliensis** Mull. Arg. se impôs sobre todas as demais espécies cultivadas em escala empresarial ou, apenas, em caráter experimental, pelo desempenho técnico e econômico sem competição.

As plantações de **Manihot**, **Funtumia**, **Castilleja** e de outras espécies de menor interesse foram simplesmente abandonadas. No período entre as duas guerras mundiais, a borracha de plantação com base na cultura da **Hevea** tornou-se a única matéria-prima elastomérica oferecida e consumida nos mercados mundiais.

Os seringais nativos amazônicos, bem como as outras espécies laticíferas silvestres do trópico americano e africano, só vieram a despertar um surto de interesse ocasional sob pressão dos eventos da II Grande Guerra Mundial. Com a ocupação, por parte dos exércitos imperiais japoneses, de toda a região produtora de borracha do Sudeste Asiático as potências em guerra lideradas pelos Estados Unidos da América viram-se, abruptamente, privadas do suprimento da borracha. Visando contornar a difícil situação criada, ao lado da extraordinária expansão da produção de elastômeros sintéticos, programas emergenciais tiveram de ser rapidamente implementados no sentido da exploração, a qualquer custo e preço, de todas as fontes disponíveis de borracha extrativa (Bouças 1945). Dessa maneira, borrachas que de há muito deixaram de existir nos mercados mundiais ou, ainda, que apenas vinham ocupando uma posição discreta e irrelevante, como as borrachas extrativas amazônicas e africanas, as borrachas de caucho, maniçoba, mangabeira e outras, voltaram a ser produzidas com imenso empenho.

Terminada a grande hecatombe, em 1945, as borrachas extrativas, mais uma vez perdiam qualquer posição de destaque no mercado mundial que as relegava a uma situação de interesse meramente histórico.

Em 1967, pela Lei n.º 5.227, o Banco de Crédito da Amazônia S.A., fora reestruturado e o mercado da borracha liberado do monopólio estatal das operações finais de compra e venda. Em tais circunstâncias as borrachas de mangabeira e maniçoba praticamente desapareceram por falta de estímulo à produção já que à indústria de trans-

formação tornou-se mais vantajoso importar borracha estrangeira de qualidade comprovada a consumir borrachas inferiores de produção nacional.

A partir de 1973, com a brusca elevação dos preços do petróleo e repetidas altas que se vêm sucedendo até os nossos dias, os elastômeros sintéticos produzidos com base em derivados do petróleo sofreram também reflexos desses aumentos. A borracha natural, como nem poderia deixar de ser, beneficiou-se dessa situação altista de mercado, triplicando, praticamente, a cotação em relação aos preços vigentes anteriormente. Numa situação, portanto, de profunda incerteza em relação ao futuro do petróleo, cujos preços continuam com tendência a ascensão, é evidente que novas premissas devem ser consideradas ao se reavaliar a economia dos elastômeros.

Se a borracha natural poderá, nesse novo contexto, vir a ocupar uma posição de precedência sobre os produtos sintéticos, pelo menos em relação a preços, não devem ser desprezadas, em tais circunstâncias, todas as possibilidades de produzir borracha natural com base em plantações de **Hevea**, em primeiro plano e, ainda, explorando o potencial de plantas nativas mas que poderão tornar-se espécies cultivadas, sob certas condições, nas regiões ecologicamente contraindicadas para a heveicultura. Entre essas espécies, devem ser destacadas a mangabeira e a maniçoba que durante o ciclo da borracha extrativa chegaram a desempenhar um papel de grande relevância na economia de vários Estados do nordeste e centro-sul do Brasil.

Especificamente, no tocante a mangabeira, deve-se lembrar que, embora a borracha conhecida no mercado mundial como **Pernambuco Rubber** tenha sido amplamente produzida e comercializada durante o período áureo do ciclo da borracha extrativa, o seu desempenho técnico como material elastomérico e ainda o aspecto fitotécnico incluindo processos de extração e coagulação do látex, devem merecer estudos complementares desde que os escassos trabalhos disponíveis (D'Utra 1899), já se acham inteiramente desatualizados.

A presente monografia, por isso, pretende apresentar ainda que em síntese, os conhecimentos técnicos disponíveis na literatura especializada sobre o látex e a borracha de mangabeira incluindo, também, resultados experimentais auferidos pelos próprios autores ao longo de muitos anos de pesquisa em borracha natural no antigo

IPEAN, hoje, CPATU-EMBRAPA. O conteúdo do presente trabalho bem pode dar uma idéia do potencial e das possibilidades da borracha de mangabeira como material elastomérico especialmente na presente conjuntura de importações crescentes de borracha natural do estrangeiro e de elevados preços dos elastômeros sintéticos produzidos com base em derivados do petróleo.

Identificação e Dispersão da Espécie

A mangabeira é uma árvore de porte médio com uma altura de 5 a 7m, descrita com o nome de **Hancornia speciosa** Gomes e pertencente à família das Apocynaceae. Apresenta-se em quatro variedades: **H. speciosa** var. **Gardnerii** (A.DC) Mull. Arg., **H. speciosa** var. **Lundii** A.D. Cand., **H. speciosa** var. **maximilian** A.D. Cand., **H. speciosa** var. **pubescens** (Nees et Mart.) Mull. Arg. (Corrêa 1974).

A mangabeira é, popularmente, mais conhecida pelos frutos identificados com o nome de mangabas que são bastante apreciados no preparo de doces, sorvetes e refrescos. Esses frutos são também consumidos "in natura".

A mangabeira tem uma área de dispersão muito grande, medrando em terrenos secos, preferentemente arenosos, desde a Venezuela ao norte, Bolívia e Peru a oeste, todo o território brasileiro, até o Paraguai, encontrando-se espécimes desenvolvendo-se normalmente em altitudes de até 1.500m acima do nível do mar, adaptando-se a espécie, a distintos climas tanto tropical como até mesmo subtropical (Casal 1944).

No Brasil, a mangabeira vegeta espontaneamente, por vezes em grande densidade, constituindo-se vegetação dominante nas regiões mais secas do nordeste e dos campos cerrados do Brasil Central, Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso, Bahia e São Paulo (Warbourg 1902). Encontra-se, também, no Estado do Pará, principalmente, nos campos de Marajó, nos Municípios de Soure, Salvaterra e Ponta de Pedras, na região do Salgado e em áreas de campos cerrados na região do Tocantins-Araguaia (Le Cointe 1934).

A borracha de mangabeira apesar de comercializada nos mercados mundiais em quantidades apreciáveis, durante o ciclo da borra-

cha extrativa, não merecera, entretanto, maior atenção no sentido de transformá-la em produto de agricultura através do plantio racional da espécie.

Menciona-se o fato de que em 1880 foram plantadas sementes de mangabeira introduzidas do Brasil no Jardim Botânico de Kew (Kew Garden-Grã-Bretanha) com excelente índice de germinação.

Em relação ao desenvolvimento vegetativo desses "seedlings", todavia, nenhuma menção fora jamais feita, desconhecendo-se por completo o destino dessa tentativa de introdução da mangabeira em outras regiões fora do seu "habitat" natural (Warbourg 1902). No Brasil, praticamente desde os primórdios da extração da borracha, houve preocupação e interesse em cultivar a mangabeira racionalmente. Assim, já em 1898 a Assembléia Legislativa do Estado de São Paulo aprovava a Lei n.º 565 datada de 27 de agosto, disciplinando estímulos concedidos aos plantadores de mangabeira objetivando a produção de borracha. Quatorze anos mais tarde, em 1912, a borracha extrativa, como um todo, a beira de uma crise sem precedentes da qual jamais se haveria de recuperar, o Governo Federal sancionava a Lei n.º 2.543 A, datada de 5 de janeiro, concedendo diversos estímulos aos produtores de borracha e principalmente àqueles que se dedicassem ao cultivo racional das espécies laticíferas entre as quais, a seringueira, o caucho, a maniçoba e a mangabeira. O mesmo decreto criava várias estações experimentais para o estudo da cultura das plantas produtoras de borracha. Apesar desses estímulos a resposta não foi a que se esperava. A borracha de plantação do Sudeste Asiático, a curto prazo, dominou os mercados não só pela quantidade e qualidade como, sobretudo, pelo preço sem competição. O Brasil como produtor e exportador de borracha praticamente desapareceu das estatísticas mundiais. No que diz respeito a mangabeira, pouco se sabe, até o presente, em relação ao desempenho em cultivo racional para produção econômica de borracha.

Alguns estudos e observações, a esse respeito, foram feitos pelo Instituto Agrônomo de Campinas, no fim do século passado. Afirma-se que a mangabeira é planta de crescimento tardio e muito lento mesmo em solos de elevada fertilidade natural como o de terras roxas (D'Utra 1899a).

Desempenho Econômico

O volume de produção de borracha de mangabeira, se comparado com o de **Hevea**, em nenhum momento atingiu quantitativos de maior expressão.

Em determinadas regiões e Estados produtores, não obstante, a mangabeira exerceu, sem dúvida, papel relevante na economia local. O ciclo da mangabeira de cerca de 130 anos, pode ser dividido em quatro fases. A primeira, de ascensão e prosperidade, abrange o período do ciclo do estrativismo da borracha, até a eclosão da I Grande Guerra Mundial, de 1914. A segunda fase inclui o período entre as duas guerras, a saber, de 1918 a 1939, de depressão e de baixa produção. Um período de franca euforia e recuperação do setor, marca a terceira fase, durante e logo após a II Grande Guerra Mundial, nos anos de 1941 a 1947. A quarta fase, novamente de depressão e desinteresse pelo produto, prolonga-se até os nossos dias.

A primeira e importante alta ocorrida nos preços de petróleo, em 1973, entretanto, pode vir a se constituir em um novo marco na evolução da economia da borracha natural e, em particular, também, no da mangabeira.

A preferência por parte da indústria manufatureira de substituição, tanto quanto possível, da borracha natural por tipos sintéticos de preços consideravelmente mais baixos era anteriormente uma opção óbvia. As borrachas de outras procedências que não a **Hevea**, ainda que cotadas por preços mais baixos, não apresentavam condições econômicas de competitividade com os elastômeros sintéticos para usos gerais, com base no butadieno e estireno, daí o seu quase desaparecimento das estatísticas de produção e consumo. A manter-se os atuais preços do petróleo a mangabeira poderá reconquistar a posição de importante fonte alternativa de produção de borracha natural desde que se lhe racionalize a produção em plantações industriais pela multiplicação de material botânico melhorado e utilização de tratamentos culturais adequados incluindo eficientes sistemas de extração e coagulação de látex.

Alguns dados de produção e exportação de borracha de mangabeira para os mercados mundiais em diferentes épocas podem ser

vistos na Tabela 1. Esses dados bem retratam a evolução do setor com alternância de prosperidade e produção em expansão, seguida de depressão e retração de mercado.

TABELA 1 — Brasil. Produção de borracha de mangabeira e produção total de borracha. Peso bruto em kg e em t. Período: 1910-1976.

Fase	Ano	Mangabeira (1) kg	Total (2) t.	% de (1) sobre (2)
Primeira até 1914	1910	781.081	40.800	1,91
	1911	437.163	37.730	1,16
	1912	388.808	42.410	0,92
Segunda 1919-1939	1933	25.000	9.790	0,25
	1934	57.000	10.540	0,54
	1935	44.000	13.330	0,33
Terceira 1941-1947	1944	419.546	28.476	1,47
	1945	387.136	30.593	1,26
	1946	268.439	30.072	0,89
	1947	152.847	32.930	0,46
Quarta Em evolução a partir de 1948	1951	58.016	25.769	0,22
	1952	62.103	33.332	0,19
	1954	12.086	28.158	0,04
	1957	16.860	30.438	0,05
	1958	23.224	26.841	0,08
	1975	16.000	24.572	0,06
	1976	20.000	25.778	0,08
1977	20.000	28.651	0,07	

Fontes: Rebello (1913); Relatório do Banco de Crédito da Borracha (1944/47). Relatório do Banco da Amazônia (1951/52; 1954; 1957/58). Anuários Estatísticos. Superintendência da Borracha — Anuário Estatístico. Anuário Estatístico do Brasil (1938/40; 1941/45, 1980). Anuário Estatístico; Mercado Nacional (1977).

Em 1904 o Brasil exportou mais de 850 toneladas, peso bruto, de borracha de mangabeira (Schidrowitz 1914).

Na Tabela 2 apresentam-se os volumes exportados no triênio 1910-1912 por porto de embarque.

TABELA 2 — Brasil. Exportação de borracha de mangabeira por porto de embarque. Em kg. Período: 1910-1912.

Porto de embarque	1910	1911	1912
Maceió - AL	7.883	6.119	3.375
Recife - PE	72.351	22.976	12.604
Natal - RN	11.530	3.140	15.091
São Luís - MA	25.100	9.193	7.457
Ilha do Cajueiro - PI	54.327	58.469	35.818
Belém - PA	340	1.384	2.472
Fortaleza - CE	26.392	5.410	1.878
Cabedelo - PB	18.263	11.401	6.319
Porto Murtinho - MS	4.435	1.837	9.951
Corumbá - MS	95.387	76.326	14.729
Salvador - BA	188.284	44.740	96.034
Rio de Janeiro	182.344	131.134	135.117
Santos - SP	94.445	64.284	47.702
Brasil	781.081	437.163	388.808

Fonte: Rebello (1913).

As exportações pelo porto do Rio de Janeiro incluem a borracha produzida em Minas Gerais, assim como, as exportações pelos portos de Salvador e Ilha de Cajueiro se referem, em parte, à borracha produzida em Goiás.

No período áureo do ciclo extrativo da borracha não só os Estados da Região Amazônica encontraram na borracha a principal fonte de renda, mas também em outros Estados, principalmente no Nordeste, a borracha contribuía decisivamente na economia, sendo ponderável a participação da mangabeira. Como exemplo, o Estado do Piauí, pode ser invocado. Na Tabela 3 figuram dados de exportação nos anos de 1903-1911, com destaque para a contribuição da borracha e em particular, a de mangabeira.

Verifica-se que o valor das exportações do Piauí, no período de 1903 a 1911, encontrava na borracha, maniçoba e mangabeira, o principal produto, cujo valor oscilava em torno de 50% do valor das exportações com exclusão da cera de carnaúba.

TABELA 3 — Piauí. Valor das exportações pelo porto de Cajueiro, destacando-se o percentual de contribuição da borracha e em particular a de mangabeira. Período: 1903-1911.

Ano	Borracha (total) % de contribuição	Mangabeira % de contribuição	Outros produtos %	Total %
1903	52,28	1,39	42,28	100,00
1906	35,87	1,26	64,13	100,00
1909	55,17	1,93	44,83	100,00
1910	49,86	3,66	50,14	100,00
1911	72,53	4,21	27,47	100,00

Fonte: Dados básicos, Rebello (1913).

Em 1911, a borracha contribuiu com mais de 72% do valor da exportação participando a mangabeira com mais de 4%.

A borracha de mangabeira no Estado de São Paulo, em termos relativos, ocupava posição bastante discreta, já que mais de 90% do valor das exportações provinha do café. Em termos absolutos, todavia, a produção de 95.190kg em 1905 e 88.535kg em 1906 (São Paulo... 1907) colocava a borracha de mangabeira, depois do café, como um importante item na pauta das exportações. Na Tabela 4 pode ser vista a distribuição, em percentual, dos valores com que contribuíram os principais produtos na formação do valor exportado nos anos de 1905 e 1906, no Estado de São Paulo.

Dos dados contidos na Tabela 4 ressalta a razoável contribuição da borracha de mangabeira na formação do valor bruto das exportações embora em quantidade exportada, face aos demais produtos, a sua participação tenha sido pouco significativa.

A borracha, nesses idos, em relação aos outros itens que não o café, se apresentava como produto altamente valorizado, daí, a sua importância na participação do valor das exportações embora não no volume das mesmas.

O Estado da Bahia foi um dos maiores produtores e exportadores de borracha de mangabeira e essa exploração precede a extração, em grande escala, da borracha de maniçoba, que só teve início a partir de 1902. A ocorrência de maniçoba na Bahia só foi descoberta em

1897 (Zehntner 1914) enquanto a mangabeira anteriormente a essa data já era amplamente explorada. Na Tabela 5 apresentam-se alguns dados de produção e exportação relativos ao Estado da Bahia.

TABELA 4 — Estado de São Paulo. Participação dos principais produtos na formação do valor exportado com destaque na borracha de mangabeira. Período: 1905-1906.

Produto	Percentual de contribuição		Quantidade em toneladas	
	Ano		Ano	
	1905	1906	1905	1906
Café	99,24	99,47	447.225	609.975
Borracha de mangabeira	0,15	0,11	95	89
Outros	0,61	0,48	7.540	5.987
Some	100,00	100,00	454.860	616.051

Fonte: São Paulo... 1907.

Dos dados contidos na Tabela 5, verifica-se que até 1903 a produção de borracha baiana, embora significativa, jamais ultrapassou a marca das 250 t/ano. Essa produção se expandiu e cresceu extraordinariamente a partir de 1903 com a entrada em exploração das grandes extensões de maniçobais descobertos em 1857. Pelos dados de produção do triênio 1910-1912 verifica-se que a produção de borracha de mangabeira continuava praticamente sem maiores oscilações, o aumento considerável nos volumes de produção, a partir de 1903, devendo ser creditados, portanto, à borracha de maniçoba.

Do exposto conclui-se que a borracha de mangabeira já teve o seu ciclo áureo, mal figurando, nos dias de hoje, nas estatísticas. Com efeito, nenhuma referência é feita sobre a produção e comercialização de borracha de mangabeira no Anuário Estatístico da Superintendência da Borracha. E, no entanto, existe, sem dúvida, uma produção desse tipo de borracha ainda que em escala pequena.

O Anuário Estatístico do Brasil (1980) assinala as quantidades, respectivas, de produção, em toneladas, de 16, 20 e 21, respectivamente, para os anos de 1975, 1976 e 1977. A referência é feita à mangabeira-látex o que evidentemente é incorreto já que o látex de mangabeira não é comercializado e sim a borracha. Essa produção é atribuída ao Estado da Bahia. A qualificação e o Estado produtor podem não estar rigorosamente corretos o que, todavia, não deixa nenhuma margem de dúvida é que a atual produção de borracha de mangabeira deve ser muito pequena.

TABELA 5 — Bahia. Exportação de borracha de mangabeira. Em kg. Período: 1889 a 1912. Peso bruto.

Ano	Quantidade kg.	Observações
1889	140.454	Só mangabeira
1890	50.922	"
1891	136.014	"
1892	249.823	"
1893	214.274	"
1894	158.766	"
1895	99.517	"
1896	176.984	"
1897	234.465	Descoberta de maniçoba
1898	223.227	Só mangabeira
1899	193.058	"
1900	102.507	"
1901	52.928	"
1902	117.752	"
1903	344.360	mangabeira + maniçoba
1904	891.961	"
1905	1.141.647	"
1906	1.156.715	"
1907	1.048.338	"
1908	935.005	"
1909	1.202.564	"
1910	188.284	Só mangabeira
1911	44.740	"
1912	96.034	"

Fonte: Zehntner (1914).

Extração do látex e produtividade

Em tese, o sistema de extração do látex será considerado tanto mais racional e por isso tanto mais desejado e apreciado quanto, em comparação com outros, possa produzir maior quantidade com igual aplicação de mão-de-obra, por um período o mais longo possível e com um mínimo de dano para a planta, de sorte que, a sua vida útil econômica possa ser prolongada ao máximo. Em relação aos custos de extração deve ser dada preferência ao método que, com um mínimo de cortes (sangrias), produza uma quantidade tão grande ou maior do que qualquer outro sistema (Memmler 1934). Isto significa que se se dispuser de um sistema de extração que com apenas um tratamento anual permita obter um rendimento máximo em borracha, esse sistema seria superior a qualquer outro.

Submetidas as plantas laticíferas à sangria pelo seccionamento dos vasos, a reação, em relação às sangrias subseqüentes, não é igual para todas as espécies. Sob este aspecto podem ser divididas as plantas laticíferas em dois grupos. No primeiro grupo, que é o mais numeroso, são incluídas todas as espécies que, após a primeira sangria exaustiva, quando novamente cortadas, nos dias seguintes, produzem quantidades de borracha progressivamente menores até não mais haver produção digna de registro. Ao segundo grupo pertencem, ao que até o presente se sabe, apenas as espécies de **Hevea** e de **Manihot** (maniçoba). Essas espécies contrariamente do que ocorre com as do primeiro grupo, na medida em que vão sendo sucessivamente sangradas, aumentam a quantidade de borracha produzida, até certo limite. Esse comportamento da **Hevea** e das espécies de **Manihot** é conhecido como resposta às sangrias (tapping response) ou resposta à ferida (wound response).

Fator importante a ser considerado na eleição do sistema de sangria para a extração do látex é a natureza da rede dos vasos laticíferos dispostos na zona liberiana. Na **Hevea**, o sistema laticífero contínuo permite, em princípio, através de um número restrito de cortes (incisões), esgotar a planta, a qual, em espaço de poucos dias, readquire a capacidade de produzir a mesma quantidade de látex por efeito do restabelecimento do equilíbrio da pressão de turgor no interior dos vasos que foram seccionados. Essa habilidade que apresenta a **Hevea**, de regular a pressão de turgor, se manifesta no fenô-

meno da resposta à sangria (tapping response).. As plantas, pelo contrário, que são dotadas de uma rede descontínua e fragmentada de vasos laticíferos, para serem esgotadas necessitam sofrer a um só tempo, grande número de incisões. Como essas plantas não apresentam o fenômeno da "resposta à sangria" só poderão ser submetidas a cortes, para extração do látex, em intervalos de tempo bastante longos, geralmente uma sangria em condições econômicas com alguns meses de intervalo e, em certas espécies, até mesmo uma única sangria anualmente.

Na *Funtumia elastica* Stapf, Apocynaceae, o melhor sistema de sangria é o de espinha de peixe, as incisões feitas alternadamente, da esquerda e da direita com uma inclinação de 45° cobrindo ou a metade do tronco ou a totalidade do mesmo, dependendo do número de vezes que se pretenda cortar a árvore durante o ano, a saber, uma ou duas vezes. Essas incisões, em termos médios, são capazes de esgotar uma área bem limitada de, apenas 13cm acima do corte e 5cm abaixo de tal maneira que se o objetivo for a prática de uma única sangria anual as incisões alternadas devem ter um afastamento máximo de 15cm umas das outras (Observations... 1946).

A mangabeira, *Hancornia speciosa* Gomes, é também uma Apocynaceae com reação às sangrias, semelhante a da *Funtumia elastica* Stapf espécie nesse particular bastante bem estudada e conhecida. A fisiologia do escoamento do látex da mangabeira, pelo contrário, não é, até o presente, conhecida. Por analogia, entretanto, e, sobretudo, como resultado de longos anos de extrativismo chegou-se à conclusão de que também para a mangabeira os melhores sistemas de extração do látex consistem em praticar o corte em espinha de peixe ou em espiral ao longo de todo o tronco incluindo os galhos mais grossos, recolhendo-se o látex em tigelinhas de folha de flandres convenientemente dispostas (Bekkedahl & Saffioti 1948, Warbourg 1902).

A idade recomendada para o início da exploração da mangabeira é variável, segundo tratadistas, admitindo-se de quatro a seis anos a idade suficiente e segundo outros, para que a planta não sofra, a longo prazo, nunca se deve colocar em corte árvores com menos de oito a dez anos dependendo do desenvolvimento (D'Utra 1899). A questão dos sistemas de sangria aplicados à mangabeira merecem, sem dúvida, estudos mais profundos.

Em relação à produtividade as opiniões e afirmações são por vezes, contraditórias. Bekkedahl & Saffioti (1948) afirmam que em condições favoráveis, com duas a três sangrias anuais, a mangabeira poderá render, tanto quanto, senão mais do que a **Hevea**. Esses mesmos autores afirmam que árvores corretamente sangradas, em uma a duas horas de escoamento, produzem 1 litro e até mais do que 1 litro de látex por corte. Já outros tratadistas apresentam dados de produção bastante mais modestos de, no máximo, 0,5 litro por sangria correspondente a 150-200g de borracha seca o que daria uma produção média, por hectare/ano de 220 a 250kg de borracha seca em uma coleta anual (D'Utra 1899). Polhamus (1962) afirma que os rendimentos da mangabeira como planta produtora de borracha são baixos. A colheita diária de um mangabeiro (extrator de borracha de mangabeira) habilidoso, nas regiões de mangabais nativos de São Paulo, Bahia, Mato Grosso do Sul e Minas Gerais é de 8 a 15 litros de látex havendo casos de colheitas de até 25 a 30 litros (Produção... 1943). Essas produções transformadas em termos de borracha seca dariam, em estimativa, de 2.800 a 5.250kg de borracha seca e, excepcionalmente, até de 8.250 a 10.500kg por corte/estrada. Produções de 8 litros de látex por corte/estrada são comuns nos seringais nativos da Região das Ilhas, no Estado do Pará. Essas produções, portanto, seriam comparáveis às dos mangabais nativos com a diferença fundamental, todavia, de que nos seringais nativos são possíveis de 40 a 50 sangrias por ano/estrada enquanto que, em relação à mangabeira, seria possível praticar somente de 1 a 3 sangrias por estrada/ano.

Um mangabeiro, pois, para alcançar a mesma produção anual de um seringueiro, teria de dispor de uma área mínima para exploração anual cerca de 15 vezes maior do que a do seringueiro, desde que houvesse equivalência de produção por corte/estrada.

O fato que parece não suscitar dúvidas é o de que, em termos de produção anual, em borracha seca, por unidade de área, a mangabeira é uma espécie bastante inferior à seringueira.

Deve-se considerar, entretanto, que ainda não foram exploradas, nem se conhece, todas as potencialidades da mangabeira desde que, até o presente, somente foi produzida borracha de plantas silvestres, por processos empíricos e insatisfatórios. A economicidade da es-

pécie só poderia ser avaliada objetivamente com base em dados de produção coletados em mangabais cultivados com clones melhorados e explorados racionalmente, pela análise dos custos produtivos, considerando que a mão-de-obra aplicada na exploração de 1 ha de mangabal é, pelo menos, 40 vezes menor do que a de um seringal, em condições comparativas. Deve-se ter presente que, em última análise, o que vai importar, mesmo, não é propriamente a produtividade em borracha seca mas sim, o lucro líquido gerado por unidade de área explorada, em cada caso. É importante que se considere, também, que a mangabeira jamais será uma planta de concorrência com a seringueira. As exigências edafo-climáticas das duas plantas sendo completamente diferentes, a sua cultura terá caráter de complementaridade e não de concorrência.

MATERIAL E MÉTODOS

O material objeto do presente estudo se configura na forma de amostras de látex coletado de mangabeiras nativas nos municípios de Soure, Salvaterra e Ponta de Pedras, na Ilha do Marajó. O sistema utilizado na sangria das árvores foi o convencional de incisões em forma de — v — incluindo os galhos mais grossos. O látex coletado não sofreu nenhum tratamento nem adição de quaisquer substâncias estranhas. As amostras recebidas no laboratório, decorridos três a dez dias depois de coletadas, encontravam-se perfeitamente fluídas, sem apresentar precoágulos, embora exibindo cheiro característico de material em fermentação com reação acentuadamente ácida.

Os métodos utilizados nas determinações químicas e nas provas físicas e físico-mecânicas das amostras de borracha, preparadas por diversos tratamentos do látex original, são os preconizados pelo ASTM da American Chemical Society (Annual Book of ASTM 1974). Vários ensaios de coagulantes foram feitos com o objetivo de avaliar a eficiência de coagulação e as possíveis influências exercidas sobre as respectivas borrachas. Obtidos os coágulos foram, em cada caso, lavados e crepados em lavador THROPP modelo de laboratório e secos em estufa com circulação de ar, na temperatura de 40-45°C.

A fórmula de vulcanização utilizada foi a composição tipo goma pura ACS — II recomendada pelo The Crude Rubber Committee da American Chemical Society para borrachas extrativas (Sackett 1944), assim concebida :

Borracha	100,00
Captax (Mercaptobenzothiazol)	0,50
Óxido de Zinco	6,00
Ácido esteárico	4,00
Enxofre	3,50

A vulcanização dos corpos de prova, foi feita na temperatura de 141°C (285,8°F) sob pressão de 1.000 libras/polegada quadrada (70,36 kg/cm²) nos tempos de 30, 45, 60 e 90 minutos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Látex - Características físicas e químicas

O látex de mangabeira se apresenta na forma de líquido leitoso de coloração levemente rósea que se transfere à borracha seca, e no momento de fluir da árvore é de reação alcalina. As determinações de pH levadas a efeito em várias amostras de látex de diferentes árvores no momento de fluir das incisões deram invariavelmente o valor de pH 7,12. A medida do pH foi feita em látices de um grupo de mangabeiras no município de Ponta de Pedras, Estado do Pará, tendo-se utilizado um potenciômetro Beckman com eletrodos de vidro, a pilha. O látex da mangabeira recém colhido, de reação alcalina, vai se acidificando com o correr do tempo por ação de atividade biológica, até certo limite. Paula (1945) encontrou o valor de pH igual a 3,8 em amostra de látex de mangabeira originária de Minas Gerais. Os autores determinaram o pH igual a 3,85 em uma amostra procedente de Salvaterra.

Densidade, DRC e TS

Várias determinações de densidade foram levadas a efeito em amostras de látex original utilizando-se um densímetro de vidro com escala de 0,940 a 1,000. A escala sendo dividida em frações de 0,001

permite a avaliação da densidade até a quarta casa decimal com razoável aproximação de até três unidades. As medidas da densidade referem-se a gramas de borracha seca/mililitro isto é, a peso de borracha em volume de látex nas temperaturas referidas, em cada caso.

O látex de mangabeira apresenta uma inter-relação praticamente idêntica ao da **Hevea** no tocante a densidade e DRC (Bekkedahl & Saffioti 1948), sendo a percentagem de borracha, em volume, uma função linear da densidade do látex (Hauser 1930).

Tomando-se os valores de 0,000658 e 0,00025, respectivamente, para coeficientes de expansão volume/temperatura, por grau centígrado, para borracha e para soro puro, 1,0200 e 0,9064 as densidades respectivas, a 30°C, do soro puro e da borracha, foram calculados o DRC e as densidades a 30°C, partindo de densidades determinadas em laboratório em temperaturas variáveis entre 24,5 e 28°C.

Na Tabela 6 figuram os valores do DRC determinados, a densidade corrigida para 30°C e o DRC calculado. A última coluna indica o percentual de desvio, em cada caso, dos valores de DRC calculados sobre os determinados.

Dos valores contidos na Tabela 6 constata-se que para um intervalo de variação do DRC de 40,8 a 30,1, as densidades, a 30°C de temperatura, se situam entre 0,9739 e 0,9864. Verifica-se, ainda, que calculando o DRC com base nas densidades determinadas, admitindo-se as densidades para soro puro e borracha pura, respectivamente, 1,0200 e 0,9064, os valores calculados se situam bem próximo dos determinados, havendo, nas quatro amostras estudadas, um desvio máximo de 3,85%, correspondente a amostra n.º 2.

Na Tabela 7, figuram valores determinados de DRC e TS de quatro amostras de látex de mangabeira em comparação com quatro amostras de látex de **Hevea**.

A diferença média entre TS e DRC para mangabeira é de 3,54 enquanto para o látex de seringueira é de 3,25. Verifica-se, assim, a grande semelhança não somente em relação ao percentual de substâncias solúveis no soro, mas também, em relação ao DRC dos látices, respectivamente, de 33,96% para mangabeira e de 32,99% para o látex de seringueira.

TABELA 6 — Látex de mangabeira. Valores de densidade e de DRC (Conteúdo de borracha seca) determinados em quatro amostras, com apresentação dos valores de DRC calculados e da densidade corrigida para a temperatura de 30°C

Ref.	Conteúdo de borracha seca			Densidade			% de desvio do DRC calculado sobre o determinado corrigido
	Determinado Peso/peso %	Corrigido Peso/volume %	Calculado Peso/volume %	Determinada	Temperatura °C	Corrigida para 30°C	
1	40,80	39,73	39,52	0,9747	28,0	0,9739	0,53
2	33,90	33,22	34,50	0,9810	27,5	0,9800	3,85
3	32,50	31,98	31,27	0,9848	24,5	0,9839	2,22
4	30,10	29,69	29,17	0,9822	28,0	0,9864	1,75

TABELA 7 — Valores de TS e DRC referidos em peso sobre 100 gramas de látex, em 4 amostras de látices de mangabeira e de Hevea e as respectivas diferenças TS-DRC.

Referência	Látex de Mangabeira			Látex de Seringueira (Hevea)		
	TS %	DRC %	TS-DRC	TS %	DRC %	TS-DRC
1	46,73	42,09	4,64	36,47	33,48	2,99
2	30,10	27,40	2,70	34,74	31,70	3,04
3	36,80	33,86	2,94	33,82	30,52	3,30
4	36,37	33,96	3,87	39,93	32,99	3,65

Concentração do látex de mangabeira

O látex de mangabeira apresenta comportamento bem diferente do látex de seringueira quando, sem adição de quaisquer agentes de estabilização ou assepsia, é abandonado ao tempo. Decorridas poucas horas após a coleta, o látex de seringueira sofre a ação bioquímica de microorganismos e enzimas em consequência do que vai se acidificando e entre 18 a 24 horas se coagula exalando cheiro pútrido de proteínas em decomposição. O látex de mangabeira, com o tempo, vai se acidificando, também, mas, contrariamente ao que ocorre com o de seringueira não forma coágulo e não exala cheiro putrefato. O látex de mangabeira permanece fluido por tempo bastante prolongado até mesmo, por mais de um ano depois de colhido. A sua estabilidade química é elevada mas não a estabilidade mecânica. Submetido a uma forte agitação ele se coagula. Assim, a concentração do látex de mangabeira pelo sistema convencional de separadoras centrífugas não pode ser praticada dado que ele se coagula no interior da bola da centrífuga.

A concentração físico-química, por ação de agentes de cremagem usuais, pode ser realizada com resultados satisfatórios desde que por adição prévia ao látex de agentes de assepsia (amônia e santobrite) se induza, no látex, um meio estéril, caso contrário, o agente de cremagem (goma, hemicelulose) é degradado por ação biológica e a cremagem não se verifica. Na Tabela 8 são apresentados os resultados de um ensaio de cremagem levado a efeito utilizando-se o pó de jutaí (hemicelulose) como agente de cremagem, em proporções

TABELA 8 — Ensaio de cremagem com pó de jutei — Látex original. TS — 36,36%; DRC — 32,50%. Tratamentos e resultados.

Tratamento	Relação creme/soro	Creme		Soro		Eficiência %	% de jutei sobre a fase líquida
		T.S %	DRC %	T.S %	DRC %		
0 ^a	—	não cremou		—	—	0	0,40
14	59,35/40,65	46,40	44,76	7,49	5,55	97,18	0,30
15	53,02/46,98	48,70	47,30	6,84	4,58	96,63	0,40
9	50,63/49,37	50,11	48,80	5,99	3,60	97,58	0,45
10	46,00/54,00	52,18	50,98	6,27	3,49	95,78	0,50
11	47,36/54,24	50,95	49,79	5,65	3,03	96,61	0,55
12	45,76/54,24	51,21	50,05	5,44	2,82	97,12	0,60

^a Amostra sem adição de preservativo.

crescentes. O pó de jutaí foi pseudo-dissolvido a 1% em água quente, em seguida incorporado ao látex previamente preservado com 0,3% de NH_3 e 0,3% de santobrite (pentaclorofenato de sódio) em proporções variáveis calculadas sobre a fase líquida do látex, em cada caso. O tratamento zero é uma prova em branco e se refere a uma amostra de látex sem adição de nenhum preservativo e tratada com 0,4% de pó de jutaí, em condições comparativas com os demais tratamentos. Na Tabela 8 figuram os tratamentos e os resultados obtidos.

Dos dados contidos na Tabela 8 verifica-se que as quantidades de pó de jutaí que produzem creme de maior concentração se situam entre 0,45 e 0,60%, calculadas sobre a fase líquida do látex. Verifica-se, ainda, que em todos os casos a eficiência de separação da fase borracha é superior a 95%. O látex se não for devidamente preservado no sentido de se tornar estéril, não sofrerá cremagem conforme se observa no tratamento da amostra zero.

Outro ensaio de cremagem foi feito utilizando como agente de cremagem, a goma adragante. O agente foi pseudo-dissolvido na água quente, na proporção de 3%. Os tratamentos se referem a percentagem de goma adragante seca calculada sobre a fase líquida do látex. As amostras, todas, foram preservadas com 0,3% de NH_3 e 0,3% de santobrite. Na Tabela 9 apresentam-se os tratamentos e resultados desse ensaio.

Dos dados contidos na Tabela 9 pode-se inferir que a concentração do creme obtido por ação da goma adragante é ligeiramente mais baixa do que a obtida por ação da hemicelulose do pó de jutaí. A eficiência de separação acima de 97% evidencia ser, este agente, um excelente agente de cremagem ainda que, para se obter um T.S de creme máximo, necessita ser utilizado em proporções mais elevadas do que o pó de jutaí, em condições comparativas.

Nos ensaios de cremagem a concentração máxima obtida foi de 55% de T.S em uma amostra de látex cremada com 0,4% de pó de jutaí calculada sobre a fase líquida, látex preservado com 0,3% de NH_3 e 0,3% de santobrite. Látices com teores de sólidos entre 50 e 55% ainda que não se recomendem para utilização nos processos usuais de imersão, encontram, não obstante, inúmeras aplicações em outras linhas, especialmente, na impregnação de tecidos e fios.

TABELA 9 — Ensaio de cremagem com goma adragante. Tratamentos e resultados. Látex original : TS — 36,36%; DRC — 32,50%.

Tratamento	Relação creme/soro	Creme		Soro		Eficiência %	% de goma adragante sobre a fase líquida
		T.S %	DRC %	T.S %	DRC %		
20	50,87/49,13	45,90	44,47	4,98	2,55	98,11	0,65
22	46,81/53,19	46,40	45,08	4,62	1,96	97,65	0,80
16	44,82/55,18	47,30	46,06	4,49	1,71	97,54	0,85
18	44,70/55,30	45,67	44,38	4,21	1,40	97,58	0,95

Coagulantes e coagulação

Estudos sistemáticos sobre coagulantes do látex de mangabeira têm sido realizados, por vários autores, desde os fins do século passado. Potel (1898) ensaiou dezenas de substâncias entre ácidos orgânicos e minerais, álcalis e sais dividindo-se em grupos de substâncias que coagulam o látex de mangabeira completa e instantaneamente, que o coagulam apenas parcialmente e as que não coagulam ou retardam a coagulação. Entre os coagulantes ensaiados foi preconizado o cloreto de sódio devido ao baixo custo, facilidade de aquisição e elevada eficiência. D'Utra (1899) afirma que o cloreto de sódio e o alúmen (sulfato duplo de potássio e alumínio) são dois bons coagulantes de látex de mangabeira que apesar de apresentarem inúmeras vantagens apresentam alguns inconvenientes.

Ribeiro (1913) diz que, no Maranhão, é usual empregar-se o suco de limão ou ácido cítrico para coagular o látex de mangabeira. Seeligman (s.d.) refere que o látex de mangabeira pode ser coagulado colocando-o em recipiente de terra porosa para que a água (soro) se filtre através dos poros, obtendo-se, assim, um coágulo de borracha. Bekkedahl & Saffioti (1948) concluíram que o látex de caxinguba (**Ficus anthelmintica** Mart.) empregado na proporção de 4%, além de ser um excelente coagulante, não provoca nenhuma ação deletéria sobre a borracha, bem como, o ácido clorídrico, na proporção de 0,5% sobre o látex, se comporta como um excelente coagulante de látex de mangabeira, sem os inconvenientes apresentados pelo sal de cozinha e pelo alúmen. Guimarães & Chaves (1944) constataram que o látex de mangabeira se coagula por efeito de choques mecânicos.

Os processos de coagulação do látex de mangabeira mais difundidos e mais praticados através dos tempos, entretanto, têm sido os que utilizam, como coagulantes, o alúmen (sulfato duplo de alumínio e potássio) e o sal de cozinha (cloreto de sódio). Data do tempo do Império o processo elaborado por Strauss para a preparação da borracha de mangabeira pela coagulação do látex pela ação do alúmen (D'Utra 1899). Recomenda esse autor, a preparação da solução coagulante mediante dissolução de uma parte da pedra ume (alúmen) em 16 partes de água. A cada vinte medidas de látex será usada uma medida de solução coagulante o que significa que o coagulante em

solução a mais ou menos 6% será utilizado na proporção de 5% sobre o látex, ou seja, 0,3% em peso de alumínio (sal seco) sobre o látex. Essa proporção daria em torno de 1g em peso de alumínio para 100g de borracha seca. O emprego de 10% de solução de alumínio a 3% de concentração sobre o látex parece ser a quantidade mínima recomendada para obter-se uma boa coagulação (Bekkedahl & Saffioti 1948). Observa-se que essa proporção praticamente se identifica com a recomendada por Strauss. Em relação ao emprego do sal de cozinha (cloreto de sódio), como coagulante do látex de mangabeira, estudos foram feitos no Instituto Agrônomo de Campinas já há quase 100 anos (Potel 1898). Recomenda-se preparar uma solução de cloreto de sódio em água a 30% de concentração devendo-se empregar de 16,6 a 20 mililitros da mesma para coagular um litro de látex, ou seja, de 0,5 a 0,6g de sal por 100ml de látex. Essas quantidades estão bem de acordo com os estudos levados a efeitos pelos autores que empregando 10% sobre o látex de uma solução a 10% de concentração obtiveram coagulação completa em todos os casos, observando-se, outrossim, que a quantidade empregada era ligeiramente superior à necessária. Na Tabela 10 pode ser visto o resultado de um ensaio de coagulação de látex de mangabeira com ácido clorídrico concentrado ($D = 1.19$), em solução a 3,7%. O látex foi diluído com água na proporção de 1:1, obtendo-se, assim, um látex padronizado com, sensivelmente, 21% de DRC.

Como se pode inferir dos dados contidos na Tabela 10 a proporção de 0,5% de ácido clorídrico concentrado ($D = 1,19$) calculada sobre o peso do látex a ser coagulado já referida por Bekkedahl & Saffioti (1948) é confirmada como de fato a quantidade mínima necessária para se obter uma coagulação completa. A proporção de 0,5% sobre o látex equivale, sensivelmente, a 1% de HCl conc. ($D = 1,19$) calculado sobre a borracha seca contida no látex a ser coagulado. O cálculo do coagulante referido à borracha seca é mais correto e racional considerando que a percentagem de DRC do látex é extremamente variável.

Na seleção dos coagulantes devem ser levados em consideração fatores de ordem técnica e também os de natureza econômica. Assim, o ácido acético glacial empregado na proporção acima de 10% sobre o látex forma um bom coágulo, entretanto, a borracha resul-

TABELA 10 — Ensaio de coagulação de látex de mangabeira por ação de ácido clorídrico. Características do látex: Proce-
dência — Salvaterra (Ilha de Marajó). T.S. % — 46,73; DRC % — 42,09.

HCl conc. sobre borracha seca %	HCl conc. sobre látex	Borracha seca coagulada % sobre total *	Aspecto do látex coagulado decorridas 24 horas da incorporação da solução coagulante
0,50	0,21	66,2	Soro bastante leitoso; coágulo incompleto, macio.
0,75	0,31	97,1	Soro pouco leitoso; coágulo quase comple- to, macio.
1,00	0,42	100,0	Soro límpido. Coágulo duro.

* % da borracha coagulada calculada sobre a borracha total contida no látex.

tante, além de tecnicamente inferior, torna-se antieconômica pelo elevado custo do ácido coagulante. O alumínio e o sal de cozinha, apesar da disponibilidade e do baixo preço, mesmo quando empregados na proporção mínima necessária produzem borrachas que rapidamente se degradam tornando-se pegajosas. A Tabela 11 estampa o resultado de um ensaio de coagulantes objetivando evidenciar a influência dos mesmos sobre a borracha resultante.

TABELA 11 — Ensaio de coagulantes. Efeito sobre a borracha.

Tratamento — coagulantes sobre 100 de látex	Aspecto da borracha por inspeção visual
10% de solução de alumínio a 3%	Muito pegajosa
10% de solução de cloreto de sódio a 4%	Bastante pegajosa
10% de leite de caxinguba	Normal
10% de ácido acético glacial	Pegajosa
5% de ácido clorídrico concentrado	Normal

Os corpos de prova foram secos ao ar, na temperatura ambiente, em seguida, em estufa a 53°C e observados após cinco dias. Deve-se considerar que a quantidade de ácido clorídrico utilizada no ensaio foi mais de dez vezes superior a necessária para obter-se uma boa coagulação e, mesmo assim, não houve nenhuma aparente influência sobre a borracha.

Na manipulação dos coagulantes é importante definir a forma mais conveniente na qual devem eles ser empregados a fim de se alcançar os melhores efeitos. Soluções muito concentradas, em princípio, devem ser evitadas, a fim de prevenir a possível formação de coágulos locais. Soluções mais diluídas do coagulante, bem como o próprio látex diluído com água na proporção de 1:1 não exigirão maior quantidade do coagulante tendo em vista que a ação do mesmo é independente da diluição havendo, apenas, um retardamento na formação do coágulo em condições de ser processado. Essa coagulação mais retardada, em contrapartida, forma coágulos mais regulares e mais fáceis de serem, eventualmente, laminados. Em tese, considera-se uma coagulação perfeita quando, decorridas de 16 a 24 horas da adição do coagulante, houver formação de coágulo homogêneo, flácido, flutuando num soro claro e perfeitamente límpido.

BORRACHA DE MANGABEIRA

Características químicas

Resinas (extrato acetônico)

A borracha natural não é uma identidade química mas um material de composição heterogênea no qual prevalece, como principal componente, um polímero do isopreno identificado como o poliisopreno — cis — 1,4.

As borrachas naturais, independente da origem, portanto, apresentam, em comum, o poliisopreno — cis — 1,4 como componente fundamental embora o percentual do mesmo seja variável em função da espécie botânica produtora. As borrachas de **Hevea**, qualquer que seja a espécie, apresentam um teor de hidrocarboneto acima de 90%. Outras borrachas inferiores podem apresentar teores abaixo desse percentual em decorrência da presença de elevadas quantidades de extrato acetônico comumente e impropriamente referido como resina e de teores de proteínas mais elevados do que os das borrachas de **Hevea**. Os compostos nitrogenados e as resinas, ao lado do hidrocarboneto isoprênico, fazem parte integrante da borracha podendo entre os mesmos encontrar-se, em maior ou menor quantidade, dependendo da espécie produtora, valiosos componentes que atuam como ativadores em presença do óxido de zinco e do litargírio (Memmler 1934); aceleradores da vulcanização principalmente entre as substâncias nitrogenadas como aminoácidos (Eatem & Grantham 1916); derivados da lecitina e cefalina (Altman 1948) e antioxidantes que retardam a degradação da borracha por efeito da ação deletéria dos agentes naturais, luz, calor, umidade e oxigênio (Altman 1947). O hidrocarboneto isoprênico no estado de pureza se apresenta como material de difícil preparação, facilmente oxidável e que só pode revelar as suas plenas propriedades como material elastomérico através de processamento específico, podendo apresentar, nessas condições, superiores propriedades em relação à resiliência, todavia, esse processamento sendo pouco prático e antieconômico não recebeu, até o momento, nenhuma aplicação técnica relevante (Martin 1948). Com exceção da pequena proporção de constituintes do extrato acetônico que atua melhorando as propriedades tecnológicas da borracha, a maior fração dos mesmos se comporta como mero material inerte,

de enchimento, entumecendo a borracha e diminuindo, em consequência, as forças coesivas inter e intramoleculares (Martin 1948). As borrachas, por conseguinte, serão tanto menos apreciadas quanto mais elevados forem os teores de extrato acetônico e, por via de consequência, mais baixos os percentuais do hidrocarboneto isoprênico.

A borracha de mangabeira, em relação ao teor de extrato acetônico, em tese, deve ser considerada como borracha altamente resinosa incluindo-se entre as que apresentam os mais elevados percentuais, o que não impede, todavia, que apareçam lotes comerciais de borracha no mercado, ainda que com pouca frequência, cujos extratos acetônicos se situam, no intervalo entre 5 a 10%, enquanto na generalidade esses valores oscilam em torno de 13%. Essa grande variação, aliás, bastante comum, também, nas borrachas de outras espécies, tem sido atribuída, por vezes, a razões de natureza genética e à heterogeneidade das condições edafo-climáticas (Gottlieb & Machline 1946). As contingências de ordem edafo-climáticas parecem não explicar essas variações tendo em vista os fatos. Com efeito, determinados os teores de extrato acetônico em 42 amostras procedentes de três municípios da Ilha de Marajó, com variações em relação a clima e solo praticamente inexistentes, 81% dos resultados se situaram acima de 10% de resinas e 19% abaixo, sendo o valor mínimo determinado de 6,7% e o máximo de 15,2%.

Essa variação de valores do extrato acetônico na borracha de mangabeira já era conhecida desde o período áureo do ciclo da borracha extrativa, no início do século. Assim, Walker (1916), citando Spence, atribui, para a borracha de mangabeira, um percentual de extrato acetônico variando de 6 a 12%. É evidente que a borracha natural sendo um produto de elaboração fisiológica as suas propriedades não podem se apresentar rigorosamente constantes e invariáveis. As borrachas do gênero **Hevea** que são as mais estudadas e conhecidas, no tocante aos valores de extrato acetônico, apresentam uma dispersão que vai, sensivelmente, de 1,5 a 3,5%, equivalente a 233% de variação.

No caso das amostras de mangabeira procedentes de Marajó e anteriormente referidas verifica-se que a variação do menor valor determinado (6,7%) para o maior (15,2%) é de 227%, muito próxima das borrachas do gênero **Hevea**.

É fato bem conhecido, desde longa data, que as plantas muito jovens bem como as brotações e os pecíolos produzem látices com baixo DRC e com mais elevados teores de resinas (Beadle & Stevens 1911; Kaye 1911). Um dos autores determinou o extrato acetônico de seis amostras de borracha de **Hevea** preparadas de látex extraído de árvores com cerca de quatro anos de idade. Oito anos mais tarde, as plantas já com cerca de doze anos, produziram látex cuja borracha apresentou valor médio de extrato acetônico consideravelmente mais baixo. O valor médio do extrato acetônico da borracha das plantas de quatro anos foi, com efeito, 4,6%, enquanto o das plantas de doze anos, 2,45%. Algumas espécies, como a **Castilloa elastica** Cerv., são sensíveis nesse particular (Experimental ... 1903). As jovens plantas de **Castilloa** até oito anos de idade produzem borracha na qual prevalecem altos teores de extrato acetônico, até mesmo, não raro, acima de 40% e, com a idade, atingindo e ultrapassando oito anos, o valor dos percentuais de resinas decresce até um valor mais ou menos constante entre 6 e 9%. Schellmann, citado por Memmler (1934) encontrou 12,1% de extrato acetônico em uma amostra de borracha de maniçoba (**Maninot**, spp) com treze meses de idade. É sabido que a borracha de maniçoba normalmente apresenta teores de extrato acetônico de 3,5 a 6%. A idade da planta, em conclusão, pode ser também importante causa de variação das propriedades da borracha e particularmente do percentual de extrato acetônico.

Algumas espécies laticíferas como as do gênero **Hevea** são sangradas por incisões feitas exclusivamente na parte inferior do tronco a uma altura máxima de 1,10m do solo. Outras espécies são sangradas por incisões feitas nas raízes, no tronco em toda a extensão e nos galhos mais grossos. A espécie **Castilloa ulei** Warb. é um exemplo desse sistema de sangria total após a derrubada da árvore. A mangabeira é sangrada em toda a extensão do tronco e nos galhos mais grossos. Weber (1902) sangrando a parte inferior do tronco de um espécime adulto de **Castilloa elastica** Cerv. obteve látex cuja borracha continha 46,5% menos extrato acetônico do que a borracha obtida do látex extraído dos galhos dessa mesma árvore. É evidente, assim, que se determinada borracha proceder de látex extraído principalmente dos galhos, poderá apresentar teor mais elevado de resinas do que aquela obtida de látex extraído principalmente do

tronco. O sistema utilizado na extração do látex, portanto, pode também se tornar importante fonte de variação das propriedades da borracha.

O processamento do látex para produzir a borracha pode ser, também, outra fonte de variação dessas propriedades, inclusive, em relação ao teor de extrato acetônico. Paula (1945) processou um mesmo látex de mangabeira procedente da Bahia utilizando onze diferentes sistemas de coagulação. Determinados os teores de extrato acetônico na borracha revelaram um intervalo de variação entre 17,1% correspondente à borracha integral (obtida por evaporação da água do látex) e 13,7% que foi o da borracha obtida por coagulação com álcool etílico e maceração do coágulo em água durante vinte horas. A diferença entre o maior valor e o menor foi de 3,4 correspondente a cerca de 20%.

Os autores determinaram o teor de extrato acetônico em três amostras de borracha procedentes de um mesmo látex utilizando diferentes sistemas de coagulação, com o seguinte resultado:

Coagulante sobre látex	Extrato acetônico %
0,5% de HCl	10,4
10,0% de ácido acético glacial.....	10,8
Evaporação dos voláteis (borracha integral)	13,0

Em tese, portanto, as fontes de variação das propriedades das borrachas são inúmeras podendo alinhar-se, entre outras, o estágio fisiológico das plantas (floração, renova das folhas, frutificação); idade das plantas e dos tecidos; sistemas de extração do látex; processamento do látex e dos coágulos e, finalmente, deve-se considerar, também, a possibilidade da existência de variedades podendo, esse fato, determinar ponderáveis variações nas características e propriedades da borracha. O gênero **Hancornia** foi revisado em 1945 por Monachino (1945). Admite esse autor, sob o aspecto estritamente taxonômico, além das quatro variedades incluídas por Corrêa (1974) mais a variedade **H. speciosa var. cuiabensis Malme** e, ainda, na variedade **H. speciosa var. Gardnerii (A.DC) Mull. Arg.** distingue o autor duas formas, a **H. speciosa var. Gardnerii (A.DC) Mull. Arg.** e a **H. speciosa var. Gardnerii f. Glabrata Markgraf**, entretanto, do ponto de vista da produtividade e das características do látex produzido por essas va-

TABELA 12 — Espécies laticíferas de valor econômico. Teor de extrato acetônico

Nome comum	Espécie produtora	Região	Extrato acetônico %	Observações
Borracha forte	<i>H. brasiliensis</i> Mull. Arg.	Amazônia	2,70	Média de 20 amostras
Borracha fraca	<i>H. benthamiana</i> Mull. Arg.	Amazônia	2,62	Idem
Borracha fraca	<i>H. guianensis</i> Aubl.	Amazônia	2,33	Idem
Caucho	<i>Castilleja elastica</i> Cerv.	México	9,60	—
Caucho	<i>Castilleja ulei</i> Warb.	Amazônia	9,08	—
Leva rubber (maniçoba)	<i>Manihot glaziovii</i> Mull. Arg.	África (plantação)	6,81 ^a	—
Red Kassai	<i>Landolphia owariensis</i> Beauv.	África	8,62	—
Upper Congo	<i>Clitandra orientalis</i> K. Schum	África	6,40	—
Rambong rubber	<i>Ficus elastica</i> Roxb.	África	4,76	—
Lago silk rubber	<i>Funtumia elastica</i> Stapf.	África	8,88	Média de 3 amostras
Caucho blanco	<i>Sapium jenmani</i> Hemsl.	Guiana Inglesa	3,57 ^b	Média de 4 amostras
Mangabeira	<i>Hancornia speciosa</i> Gomes	Brasil	6 a 12	Média de dezenas de amostras
Mangabeira	<i>Hancornia speciosa</i> Gomes	Mato Grosso	15,50	Látex coagulado com sol. de alumínio
Mangabeira	<i>Hancornia speciosa</i> Gomes	Minas Gerais	6,03	—
Mangabeira	<i>Hancornia speciosa</i> Gomes	Ilha de Marajó	11,37	Média de 42 amostras
Mangabeira	<i>Hancornia speciosa</i> Gomes	Brasil	13,07	Média de dezenas de lotes comerciais

Fonte: Wisniewski & Melo (1981); Dunstan (1909 a, b 1912); Walker (1916); Paula (1945); Gottlieb & Machline (1946); Sackett (1944); Ditmar (1906).

riedades, até o presente, nada de concreto se conhece. No município de Salvaterra, Ilha de Marajó, os extratores distinguem duas mangabeiras em relação à produtividade de látex, a preta de baixa produção e a branca de produção mais elevada. É possível, pois, que haja também, variedades que produzam látex menos resinosos do que outras. Se este fosse o caso, entretanto, não seria lícito regionalizar delimitando a ocorrência das variedades como pretendem alguns tratadistas (Gottlieb & Machline 1946) já que de uma mesma região pode se obter látex de baixo teor como também de alto teor de extrato acetônico o que estaria indicando a coexistência das variedades produtoras de látices de altos teores e de baixos teores de resinas.

Na Tabela 12 podem ser vistas as variações nos teores de extrato acetônico de borrachas procedentes de várias espécies, observando-se que as do gênero **Hevea** são as que apresentam os valores mais baixos enquanto as da mangabeira, na generalidade, se situam entre as mais resinosas. O valor médio do extrato acetônico, obtido pelos autores a partir da determinação em quarenta e duas diferentes amostras preparadas de látices procedentes de três municípios da Ilha de Marajó é de 11,37%.

Se existem grandes variações nos extratos acetônicos sob o aspecto puramente quantitativo, em função da origem botânica da borracha, essas variações se acentuam, também, do ponto de vista da composição e das propriedades. Sabe-se, desde longa data, que os extratos acetônicos das borrachas do gênero **Hevea** são oticamente inativos enquanto os de borrachas de outras espécies exibem atividade ótica positiva e de intensidade variável de acordo com a espécie produtora da borracha. Significa isto que, uma borracha cujo extrato acetônico seja oticamente inativo não autoriza, ainda, concluir-se de que se trata de borracha do gênero **Hevea**, todavia se o extrato for oticamente ativo, pode se afirmar com segurança de que não se trata de borracha de **Hevea** (Hinrichsen & Marcussom 1910). Na Tabela 13 apresentam-se dados relativos a atividade ótica de extratos acetônicos de borrachas e gutas procedentes de várias espécies. Um dos autores determinou a atividade ótica em resinas de 33 amostras de borracha do gênero **Hevea** sendo que doze de **H. brasiliensis** Mull. Arg., sete de **H. guianensis** Aubl. e cinco de **H. benthamiana** Mull. Arg., apresentaram-se oticamente inativas. As nove res-

TABELA 13 — Atividade ótica de resinas procedentes de borrachas e gutas de diferentes espécies botânicas.

Nome comum	Espécie produtora	Rotação específica	Observações
Upper Congo	<i>Landolphia</i> spp.	+ 13°	Borracha africana
Peru	<i>Castilleja</i> spp.	+ 30,3°	Provavelmente <i>Castilleja ulei</i> Warb.
Dead Bornéo	<i>Dyera costulata</i> Hook	+ 50,1°	
Padang	<i>Ficus elastica</i> Roxb.	+ 29,4°	Nativa do sudeste asiático, Rombong.
Guayule	<i>Parthenium argentatum</i> A. Gray	+ 12,5°	Família Compositae
Kassai	<i>Landolphia</i> spp.	+ 29,8°	Borracha africana
Lago Silk Rubber	<i>Funtumia elastica</i> Stapf.	+ 32,9°	Borracha africana
Balata	<i>Mimusops</i> spp.	+ 27,5°	Região amazônica. Família Sapotaceae
Gutapercha	<i>Palaquium</i> spp.	+ 46,7°	Guta asiática
Ceilão e Pará Rubber	<i>H. brasiliensis</i> Mull. Arg.	Inativa	Seringueira nativa e de plantação
Mangabeira	<i>Hancornia speciosa</i> Gomes	+ 33,9°	Região : Minas Gerais
Borracha adulterada	<i>H. brasiliensis</i> Mull. Arg. + <i>Couma macrocarpa</i> Barb. Rodr.	+ 53,3° ^b	Borracha de <i>Hevea</i> adulterada com sorva

Fonte: Hinrichsen & Marcussom (1910)^a Determinado por Gottlieb & Machline (1946)^b Determinado por Wisniewski, A. (1953).

tantes amostras que exibiram atividade ótica em intensidade variável de $|\alpha|_D^{29} + 8^{\circ}18'$ até $|\alpha|_D^{29} + 53^{\circ}30'$ eram, conforme se constatou, borrachas adulteradas por adição ao látex de seringueira de látices de outras espécies, principalmente de sorva (**Couma macrocarpa** Barb. Rodr.) e de várias espécies do gênero **Brosimum**.

Na Tabela 14 podem ser vistos os resultados de determinações da acidez livre em amostras de resinas procedentes de borrachas de diversas espécies. A acidez é expressa em miligramas de hidróxido de potássio necessárias para neutralizar uma grama do extrato acetônico e, também, em miligramas de hidróxido de potássio necessárias para neutralizar as resinas contidas em 100g de borracha. A determinação foi feita por um dos autores, com exceção da amostra de resina da borracha de mangabeira, determinada por Gottlieb & Machline (1946).

Verifica-se que as borrachas de **Hevea**, em tese, apresentam os mais elevados valores de acidez seguidas do caucho e, por fim, da mangabeira. O valor relativamente baixo apresentado pela amostra de crepe secundário procedente de Fordlândia se pode explicar considerando que se trata de borracha obtida de resíduos geralmente de precoágulos e de derrame de látex e por isso borracha, além de contaminada é, também, bastante oxidada. Chama a atenção o valor bastante baixo de acidez da resina de borracha de mangabeira.

Segundo Martin (1948) os ácidos graxos superiores, especialmente o ácido esteárico, em presença do óxido de zinco, aceleram a vulcanização dando produtos com elevados valores de carga de ruptura o que equivale a afirmar que as borrachas com baixos teores de ácidos graxos superiores são borrachas de vulcanização retardada e as suas plenas propriedades só poderão ser reveladas pelo aumento da proporção de ácido esteárico nas composições. Observando os dados da Tabela 14, portanto, se pode antecipar que a borracha de mangabeira é borracha de cura retardada, seguida do caucho e, por fim, das borrachas de **Hevea**.

A natureza do extrato acetônico da borracha de mangabeira é essencialmente diferente da composição do extrato acetônico das borrachas de **Hevea**. Neste último, com efeito, prevalecem ácidos graxos superiores livres e combinados enquanto no da mangabeira

TABELA 14 — Acidez livre do extrato acetônico de resinas de borrachas de diversas espécies. Em miligramas de hidróxido de potássio por uma grama de resina. Em miligramas de hidróxido de potássio em cem gramas de borracha.

Espécie	Tipo	Procedência	N.º de ácido da resina	Acidez em mg de KOH sobre 100g de borracha
<i>H. benthamiana</i> Mull. Arg.	Fina fraca	Rio Negro	67,15	210,2
<i>Castilloa ulei</i> Warb.	Caucho fita	Alto Tapajós	31,15	300,6
<i>H. guianensis</i> Aubl.	Fina fraca	Rio Juruá	115,0	289,0
<i>H. brasiliensis</i> Mull. Arg.	Entrefina	Rio Jaú	61,0	136,6
<i>H. brasiliensis</i> Mull. Arg.	Crepe secundário	Fordlândia	42,0	116,3
<i>H. brasiliensis</i> Mull. Arg.	Crepe látex	Fordlândia	80,0	261,6
<i>H. brasiliensis</i> Mull. Arg.	Crepe látex	Fordlândia	82,0	270,6
<i>H. brasiliensis</i> Mull. Arg.	Crepe látex	IPEAN-Plantação	105,2	315,6
<i>Hancornia speciosa</i> Gomes	Crepe	Minas Gerais ^o	4,8	28,9

Fonte: Wisniewski, A. (1953)

^o Determinado por Gottlieb & Machline (1946)

predominam substâncias não saponificáveis, de reação neutra, principalmente, esteróis, o que se manifesta pelo baixo valor da fração insaponificável na **Hevea** e elevados valores para as demais borrachas, conforme se pode inferir dos dados contidos na Tabela 15. Constata-se, ainda, a natureza mais ou menos insaturada das resinas procedentes de todas as espécies sendo, todavia, o Índice de Iodo da borracha de mangabeira o mais baixo.

Compostos nitrogenados

As substâncias nitrogenadas constituem o segundo importante grupo de componentes não hidrocarbonados da borracha natural. Neste grupo foram identificados compostos com intensa atuação como antioxidantes naturais entre os quais destacam-se aminoácidos em parte existentes no látex da seringueira como componentes normais e em parte como produtos da hidrólise das proteínas (Altman 1947), e, ainda, aceleradores da vulcanização, entre os quais, merecem realce derivados da lecitina e da cefalina (Altman 1948). De acordo com os padrões S.M.R. em vigor, o teor máximo de nitrogênio admitido para todas as classes de borracha é de 0,60% (Rubber Research Institute of Malaysia 1979).

As borrachas que apresentam elevados percentuais de nitrogênio e, conseqüentemente, de proteína, além de absorverem mais umidade podendo por isso sofrer restrições de aplicação na fabricação de isolantes elétricos, podem apresentar, ainda, elevados valores de deformação permanente com a conseqüente tendência a uma baixa resiliência. As borrachas maturadas (coaguladas espontaneamente) apresentam teores de nitrogênio progressivamente mais baixos em função da duração do período de maturação (Wisniewski 1953). Na fabricação de certos artigos especiais nos quais é exigida elevada resiliência, como nas composições da banda de rodagem de pneumáticos de aviões de grande porte, prefere-se, por isso, empregar borrachas maturadas com baixos teores de nitrogênio e de proteínas.

Na Tabela 16 podem ser vistos os percentuais de nitrogênio e de proteínas em borrachas de várias espécies.

Dos dados contidos na Tabela 16 observa-se que as borrachas procedentes de espécies pertencentes à família das Apocynaceae, em tese, apresentam baixos teores de nitrogênio e entre as mesmas o valor mais baixo é o da borracha da mangabeira.

TABELA 15 — Insaponificável e índice de todo nas resinas de borrachas procedentes de várias espécies.

Nome comum	Nome científico	Insaponificável %	Índice de todo ^b
Upper Congo	<i>Landolphia</i> spp.	55,6	—
Dead Bornéo	<i>Dyera costulata</i> Hook.	100,0	30,6
Pedang	<i>Ficus elastica</i> Roxb.	90,2	87,1
Guayule	<i>Parthenium argentatum</i> A. Gray	78,2	94,1
Kassai	<i>Landolphia</i> spp.	92,6	107,0
Lago Silk Rubber	<i>Funtumia elastica</i> Stapf.	74,0	—
Gutapercha	<i>Palaquium</i> spp.	83,6	—
Folha defumada	<i>H. brasiliensis</i> Mull. Arg. (plantação, Ceilão)	20,8	—
Fina	<i>H. brasiliensis</i> Mull. Arg. (extrativa)	15,0	118,0
Mangabelra	<i>Hancornia speciosa</i> Gomes ^o	63,24	48,4

Fonte: Henrichsen & Marcusson (1910)

^o Determinado por Gottlieb & Machlino (1946)

^b Hubl.

TABELA 16 — Nitrogênio e proteínas em borrachas de várias origens. Proteína = N % x 6,25. Em %.

Espécie produtora	Nitrogênio	Proteínas	Observações
<i>Castilleja ulei</i> Warb.	0,33	2,06	Média de 4 amostras
<i>H. brasiliensis</i> Mull. Arg.	0,42	2,60	Plantações do Oriente
<i>M. glaziovii</i> Mull. Arg.	0,69	4,30	Plantações, Uganda
<i>Funtumia elastica</i> Stapf.	0,27	1,70	Família Apocynaceae
<i>Landolphia dawsonii</i> Stapf.	0,14	0,85	Família Apocynaceae
<i>Hancornia speciosa</i> Gomes (Mangabeira)	0,07	0,44	Látex coagulado com 0,5% de HCl concentrado
42 <i>Hancornia speciosa</i> Gomes (Mangabeira)	0,07	0,44	Família Apocynaceae
<i>Hancornia speciosa</i> Gomes (Mangabeira)	0,05	0,31	Borracha integral obtida por evaporação da água do látex
<i>H. brasiliensis</i> Mull. Arg.	1,63	10,19	Borracha obtida de soro de centrifugação
<i>Micrandra siphonoides</i> Benth.	0,34	2,13	Procedência Alto Rio Negro
<i>H. rigidifolia</i> Spruce	0,30	1,87	Cernambi
<i>H. brasiliensis</i> Mull. Arg.	0,35	2,19	Acre Fina
<i>M. glaziovii</i> Mull. Arg.	1,50	9,41	Plantação, Nigéria

Fonte: Wisniewski & Melo (1982); Ceará (1916); Dunstan (1912); Gottlieb & Machlne (1946).
Arquivos da STB do IPEAN (1945/55).

Resíduo mineral fixo (cinzas)

Os teores de resíduo mineral fixo dependem, entre outros, do processamento praticado na preparação da borracha, da origem da mesma e do grau de contaminação por substâncias estranhas. Quanto mais baixo for o teor de resíduo mineral fixo tanto mais elevada a gradação da borracha, na classificação em vigor. Nas borrachas de classe superior é admitido, no máximo, 0,5% de cinzas (Rubber Research Institute of Malaysia 1978), enquanto nas borrachas inferiores é tolerado até 1,5% de cinzas. Na Tabela 17 podem ser vistos valores de resíduo mineral fixo, em percentagem, relativos a borracha de diversas procedências, em comparação com os da borracha de mangabeira.

Dos dados contidos na Tabela 17 pode-se inferir que, as borrachas, independente da procedência, quando processadas com esmero e limpeza apresentam, invariavelmente, baixos teores de resíduo mineral fixo. Valores elevados devem ser atribuídos a contaminações decorrentes de processamentos insatisfatórios como no caso da maniçoba, caucho e cernambi rama. A mangabeira, mesmo em lotes comerciais, apresenta valores relativamente baixos se comparados com outras borrachas extrativas de classe inferior.

Na Tabela 18 podem ser vistos os elementos identificados por análise espectrográfica no resíduo mineral fixo de uma amostra de borracha de mangabeira em comparação com os elementos identificados nas cinzas das borrachas de **Hevea** e de caucho.

Verifica-se, como fato notável, a ausência do elemento rubídio nas cinzas da borracha do caucho. Em contrapartida, a presença de estanho nas cinzas da borracha de **Hevea** e do caucho deve ter sido por contaminação. A ausência de fósforo na mangabeira e na **Hevea** e ainda a ausência de silício e de bário na **Hevea** seria, provavelmente, por mera omissão. Observa-se, ainda, a ausência de estrôncio nas cinzas da mangabeira.

Do exposto pode-se concluir, pois, que a composição das cinzas das borrachas de **Hevea**, caucho e mangabeira é praticamente igual com exceção do elemento rubídio não constatado no caucho, do bário não identificado na **Hevea** e do estrôncio ausente na mangabeira.

TABELA 17 — Residuo mineral fixo em borrachas de diferentes procedências.

Espécie produtora	Cinzas %	Observações
<i>H. brasiliensis</i> Mull. Arg.	0,41	Média de dezenas de lotes comerciais, Acre Fina
<i>H. brasiliensis</i> Mull. Arg.	2,12	Cernambi Rama Altos Rios
<i>H. brasiliensis</i> Mull. Arg.	0,38	Ilhas Fina
<i>Manihot glaziovii</i> Mull. Arg.	3,02	Lotes comerciais de maniçoba
<i>Castilleja ulei</i> Warb.	0,86	Média de 5 amostras
<i>H. brasiliensis</i> Mull. Arg.	0,21	Crepe látex, plantação
<i>Manihot glaziovii</i> Mull. Arg.	3,00	Maniçoba do Rio Grande do Norte
<i>H. guianensis</i> Aubl.	0,26	Fina Fraca. média de 5 amostras
<i>Hancornia speciosa</i> Gomes	0,11	Mangabeira de Minas Gerais
<i>Hancornia speciosa</i> Gomes	0,58	Mangabeira — lotes comerciais — média
<i>Hancornia speciosa</i> Gomes	0,20	Média de 12 amostras (mangabeira)

Fonte: Sackett (1944); Arquivos da STB do IPEAN (1945/55); Gottlieb & Machline (1946).

TABELA 18 — Elementos químicos identificados no resíduo mineral fixo de borrachas de Hevea, caucho e mangabeira.

Hevea ^a	Caucho ^b	Mangabeira ^c
Na — K — Rb	Na — K	Na — K — Rb
Ca — Sr	Ca — Sr — Ba	Ca — Sr — Ba
Mg — Al	Mg — Al	Mg — Al
Cu — Mn	Cu — Mn	Cu — Mn
Fe — Ti	Fe — Ti	Fe — Ti
Pb — Sr	Pb — Sr	Pb
—	Si — P	Si

Fontes: ^a Flint (1938)

^b Wisniewski & Melo (1979)

^c Gottlieb & Machline (1946)

Propriedades físicas e físico-mecânicas

Plasticidade

A borracha de mangabeira é, geralmente, bem mais mole do que as borrachas de **Hevea**. É de se esperar, portanto, que ela apresente baixos valores de plasticidade Wallace. Na Tabela 19 podem ser vistos dados de plasticidade Wallace de algumas borrachas de produção nacional em comparação com os de duas amostras de mangabeira procedentes da Bahia.

Pelos dados estampados na Tabela 19 confirma-se a expectativa de que a borracha de mangabeira é de baixa plasticidade Wallace apresentando valor mais baixo, inclusive, do que os tipos notoriamente inferiores como Cernambi rama. Ressalte-se que as especificações SMR fixam em 30 o valor mínimo da plasticidade Wallace P₀ para todos os tipos de borracha (Rubber Research Institute of Malaysia 1979). Apesar de seu baixo valor, portanto, as amostras de mangabeira consideradas, ainda estariam dentro dos limites dos padrões internacionais.

TABELA 19 — Valores de plasticidade Wallace P_o e de PRI em borrachas de Hevea e mangabeira.

Tipo	Plasticidade P_o	PRI	Observações
Crepe claro	61	85	Firestone-Bahia, borracha de planta- ção
Folha defumana n.º 1	59	76	Borracha de plantação, Bahia
Cernambi virgem	52	46	Granulado-plantação, Bahia
Cernambi rama	44	22	Granulado-média de duas amostras
Ilhas fina	50	57	Crepado-média de duas amostras
Acre fina	57	62	Crepado-média de três amostras
Cernambi rama	46	17	Crepado-média de três amostras
Cernambi virgem prensado	69	37	Crepado-média de três amostras
Mangabeira crepe	32	83	Procedência, Bahia
Mangabeira (crepe n.º 2)	37	86	Procedência, Bahia

Fonte: Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (1979, 1980)

PRI (Plasticity Retention Index)

O Índice de Retenção de Plasticidade (PRI) é um importante parâmetro que avalia a capacidade de resistência da borracha à degradação térmica. As classes superiores de borracha, portanto, deverão apresentar elevados valores de PRI. Ainda conforme os dados da Tabela 19 verifica-se que a borracha de mangabeira em relação ao valor do PRI se coloca entre as melhores classes de borracha de produção nacional. É evidente que essa conclusão é provisória e deve ser tomada com certa reserva de vez que os dados considerados se referem a apenas duas amostras examinadas não sendo lícito, portanto, fazer extrapolação de significação mais geral.

Características físico-mecânicas

A mangabeira, pela natureza do extrato acetônico, com elevado percentual de insaponificáveis e com baixo valor de número de ácido, permite antever que se trata de borracha, em tese, de cura retardada se comparada com as borrachas de **Hevea**. Com efeito, em composição do tipo "goma pura" com mercaptobenzothiazol como

acelerador, a borracha de mangabeira, na generalidade, só atinge a vulcanização ótima em 60 a 90 minutos na temperatura de 141°C, enquanto as borrachas de **Hevea** nas mesmas condições atingem seu ótimo em tempo de 30 a 45 minutos de vulcanização. É fato bem conhecido que as borrachas extrativas apresentam, em princípio, teores de ácidos graxos superiores bem menores do que as borrachas de plantação (Martin 1948). De tal sorte que, para que elas possam evidenciar suas plenas características técnicas é necessário modificar as fórmulas básicas das misturas (composições) elevando o percentual de ácido esteárico até 4%.

Em abono dessa tese apresentam-se na Tabela 20 valores de carga de ruptura e de módulos a 600% de alongamento de lotes comerciais de borrachas extrativas de diversas origens utilizando-se, em condições comparativas, as fórmulas recomendadas pela American Chemical Society, ACS-I com 0,5% de ácido esteárico e ACS-II com 4% de ácido esteárico.

Fórmulas preconizadas pela American Chemical Society (ACS).

	I	II
Borracha a ser testada	100,0	100,0
Óxido de zinco	6,0	6,0
Enxofre	3,5	3,5
Ácido esteárico	0,5	0,4
Mercaptobenzothiazol	0,5	0,5

A vulcanização foi feita a 126,7°C (260°F) e a comparação corresponde ao tempo de 60 minutos de vulcanização.

Dos dados contidos na Tabela 20 evidencia-se a benéfica influência do ácido esteárico na fórmula ACS-II pelo aumento médio de 42,25% nos valores das cargas de ruptura e de 65,71% no valor médio dos módulos de elasticidade. Especificamente em relação à borracha de mangabeira verifica-se que o aumento no valor da carga de ruptura foi da ordem de 86,78% e do módulo de elasticidade, a 600% de alongamento, de 138,70%.

TABELA 20 — Comparação entre cargas de ruptura e módulos a 600% de alongamento de lotes comerciais de borrachas extrativas vulcanizadas pelas fórmulas ACS-I e ACS-II. Em kg/cm².

Borracha	Fórmula ACS-I		Fórmula ACS-II	
	Cargas de Ruptura	Módulos a 600%	Cargas de Ruptura	Módulos a 600%
Acre Fina	156,78	54,91	206,70	106,09
Altos Rios Cernambi				
Rama	130,77	47,17	169,86	113,83
Ilhas Fina	160,86	77,37	202,83	122,19
Fina Peruana	179,28	66,79	233,70	130,07
Caucho	38,67	12,30	172,25	26,36
Maniçoba	203,33	118,11	238,06	120,93
Mangabeira	73,40	6,33	137,10	15,11

Fonte: Sackett (1944)

Na Tabela 21 são estampados os valores de cargas de ruptura, módulos de elasticidade e alongamentos finais de quatro amostras de borracha de mangabeira preparadas, em condições comparativas, de um mesmo látex procedente do município de Soure (Marajó) por ação de diferentes coagulantes.

A amostra de Acre Fina é tomada como padrão de referência. A Fig. 1 ilustra e complementa os dados. Verifica-se que os coagulantes ácidos, na generalidade, retardam a vulcanização da mangabeira o que se manifesta no tempo ótimo só atingido em noventa minutos. O cloreto de sódio, como coagulante, pelo contrário, exerce um moderado efeito acelerador atingindo-se a vulcanização ótima já no tempo de sessenta minutos de vulcanização. Em comparação com os valores do padrão de Acre Fina, conclui-se que o valor médio de carga de ruptura da borracha de mangabeira, no ótimo de vulcanização, é cerca de 18% inferior enquanto, em valor absoluto, o módulo da Acre Fina é mais de três vezes superior ao da mangabeira. O coagulante ácido clorídrico foi o que produziu os valores mais elevados de cargas de ruptura e módulos a 600% de alongamento.

ABELA 21 — Resultados das provas físico-mecânicas de quatro amostras de borracha de mangabeira preparadas de um mesmo látex por ação de diferentes coaguladores. Fórmula de vulcanização ACS-II.

Coagulantes	Vulcanização em 20 minutos			Vulcanização em 30 minutos			Vulcanização em 45 minutos			Vulcanização em 60 minutos			Vulcanização em 90 minutos		
	Mód. a 600 %	C.R./kg/cm ²	Al. final %	Mód. a 600 %	C.R./kg/cm ²	Al. final %	Mód. a 600 %	C.R./kg/cm ²	Al. final %	Mód. a 600 %	C.R./kg/cm ²	Al. final %	Mód. a 600 %	C.R./kg/cm ²	Al. final %
Ácido clorídrico	—	—	—	7	122	1003	8	142	985	15	163	900	21	172	870
Ácido sulfúrico	—	—	—	5	88	1125	6	109	1085	10	144	975	18	166	880
Cloreto de sódio	—	—	—	13	146	950	20	156	870	22	163	870	22	144	850
Ácido acético	—	—	—	7	106	1030	10	129	1000	13	141	928	17	156	895
Acre Fina Padrão	25	173	887	38	190	853	53	198	800	64	200	770	68	188	750

Mód. — Módulos

C.R. — Carga de ruptura

Al. — Alongamento

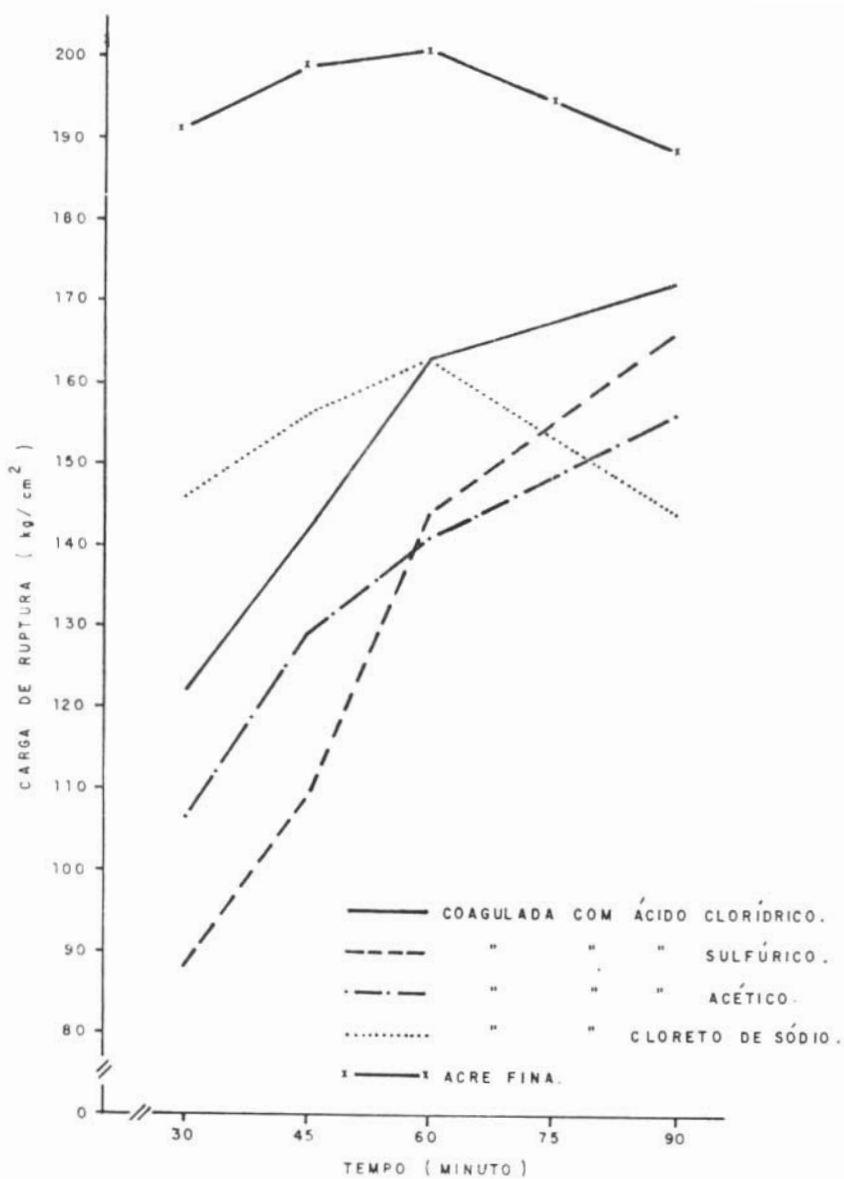


FIG. 1 — Cargas de ruptura de quatro amostras de borracha de mangabeira em função dos tempos de vulcanização e de coagulantes.

Rigidez

A rigidez de uma borracha está intimamente associada aos seus módulos de elasticidade. Quanto mais elevados os módulos de elasticidade, maior será a rigidez. A avaliação da rigidez para efeito de comparação entre duas borrachas pode ser feita de uma maneira bastante sugestiva, graficamente. Considera-se, com efeito, como representação gráfica do valor da rigidez de determinada borracha, a área delimitada pelo segmento da curva que descreve a relação alongamento/tensão nos pontos de 500 e 700% de alongamento e pelas perpendiculares baixadas, respectivamente, desses pontos até o eixo das abcissas. Assim, na Fig. 2, o valor da rigidez da amostra de crepe látex considerada é apresentado pela área ABCD enquanto que a da amostra de mangabeira obtida por coagulação do látex com solução de cloreto de sódio pela área AB'C'D. Observa-se visualmente que :

$$A B C D > A B ' C ' D$$

onde se conclui que a borracha de mangabeira apresenta rigidez nitidamente inferior à da **Hevea** sendo baixos os valores dos módulos de elasticidade e elevado o alongamento final (na ruptura).

Dureza Shore

Vulcanizadas em condições comparativas duas amostras de borracha sendo uma do tipo Altos Rios Fina e a outra de mangabeira coagulada com solução de alúmen, obtiveram-se os seguintes valores de Dureza Shore determinados no tempo ótimo de vulcanização, respectivamente, de 45 e 60 minutos :

Borracha	Dureza Shore
Altos Rios Fina	35
Mangabeira	24

A fórmula de vulcanização empregada foi a ACS-II com 4% de ácido esteárico. Como era de se esperar, a Dureza da mangabeira acompanha os baixos valores de rigidez.

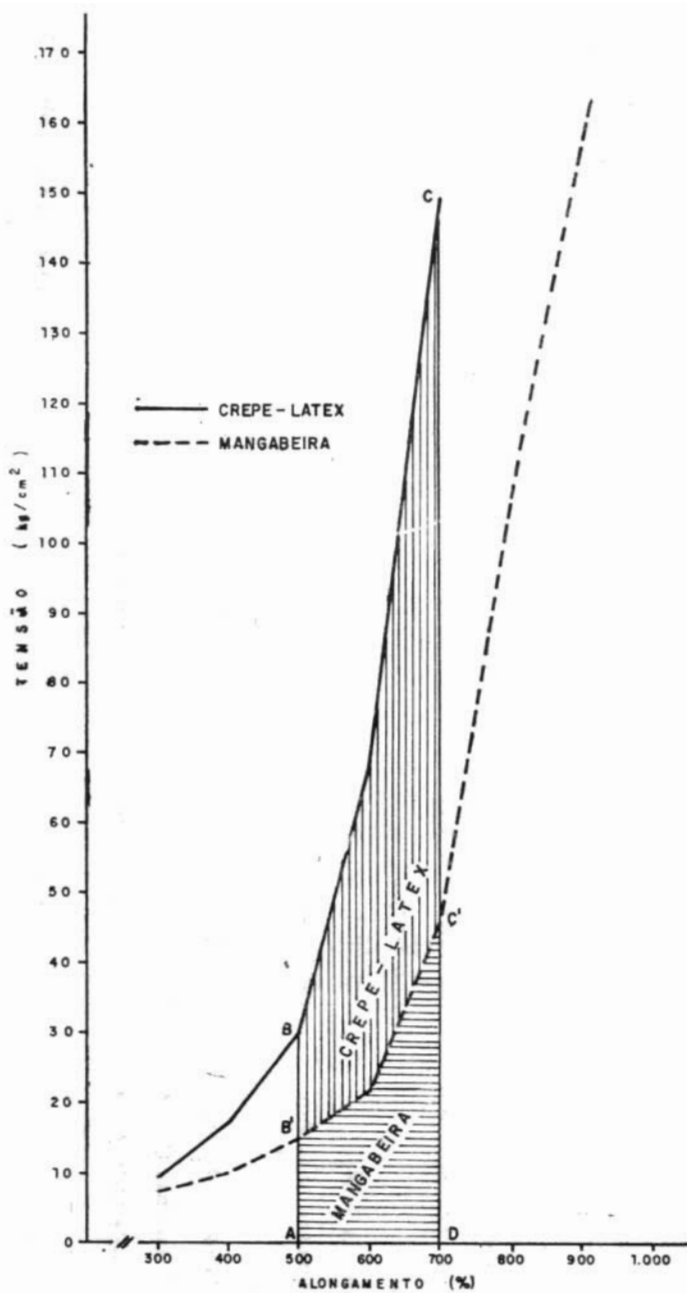


FIG. 2 — Rigidez da borracha de mangabeira em comparação com a de uma amostra de crepe-látex de Hevea.

TABELA 22 — Deformação permanente de borrachas de diferentes procedências. Em %.

Espécies	Região de procedência	Tipo	Tempo ótimo minuto	Deformação permanente
<i>Castilloa ulei</i> Warb.	Marabá	Crepe	20	4,3
<i>Manihot glaziovli</i> Mull. Arg.	Rio Grande do Norte	Cernambi	30	10,2
<i>Micranda</i> spp	Alto Tapajós	Cernambi	30	6,7
<i>H. guianensis</i> Aubl.	Rio Jutáí	Fina	60	6,0
<i>H. benthamiana</i> Mull. Arg.	Rio Negro	Fina	60	4,5
<i>Sapium</i> spp	Rio Pitlú	Cernambi	60	4,7
<i>H. brasiliensis</i> Mull. Arg.	Rio Madeira	Altos Rios Fina	60	3,9
<i>Hancornia speciosa</i> Gomes	Soure (Marajó)	Coag. c/alúmen	90	3,9
<i>H. brasiliensis</i> Mull. Arg. ^a	Ilhas (Soro de centrifugação)	Coag. c/ácido acético	20	33,07

^a Trata-se de borracha preparada a partir do soro de centrifugação coagulado com ácido acético. A borracha crepada exibiu elevados teores de extrato acetônico (10,83%), cinzas (0,94%), nitrogênio (1,84%) e proteínas (12,50%).

Deformação permanente

Um dos autores determinou a percentagem de deformação permanente em amostras de borrachas de diferentes origens. A medição foi feita no tempo ótimo de vulcanização e a composição utilizada foi a ACS-II com 4% de ácido esteárico. Na Tabela 22 figuram os resultados que evidenciam ser a mangabeira uma borracha que exhibe valores de deformação permanente comparáveis aos das borrachas de **Hevea** o que permite prever que se trata de borracha com excelentes qualidades de resiliência.

A amostra procedente do soro de centrifugação de látex apresenta valor de deformação permanente excepcionalmente elevado em função dos elevados valores de proteínas e extrato acetônico.

CONCLUSÕES

O DRC (conteúdo de borracha seca em %) do látex de mangabeira, determinado em quatro amostras, variou de 27,4% a 42,09%. A diferença média entre TS e DRC foi de 3,54 bastante semelhante à que ocorre no látex de **Hevea** que apresenta valores em torno de 3,5.

O látex de mangabeira logo ao fluir da árvore apresenta pH alcalino (7,12) e se vai acidificando com o correr do tempo, atingindo, ao final, valores em torno de pH igual a 3,8.

Apesar de apresentar atividade biológica, o látex de mangabeira, sem receber nenhum tratamento, não apresenta odor pútrido de proteínas em decomposição como o de **Hevea** mantendo a fluidez e viscosidade normais, embora seja baixa a estabilidade mecânica.

Tratado com 0,3% de amônia e 0,3% de pentaclorofenato de sódio (santobrite), formando um meio estéril, o látex de mangabeira crema por ação da hemicelulose contida no pó das sementes de jutaí (**Hymenaea parvifolia** Huber) e também por ação da goma adragante. Empregando-se 0,5% de pó de jutaí sobre a fase líquida do látex obteve-se um creme com TS final de 52,18% e uma eficiência de separação de 95,78%. A goma adragante embora seja, também, um bom agente de cremagem proporcionando elevada eficiência de separação, a concentração do creme obtido, entretanto, é relativamente baixa tendo-se alcançado um TS no creme, máximo, de 47,3% quando se aplicou 0,85% de goma adragante sobre a fase líquida do látex.

Dada a baixa estabilidade mecânica, o látex de mangabeira não pode ser concentrado por meio de separadoras-centrífugas, pois, quando submetido a ação de choques mecânicos, se coagula.

Os coagulantes tradicionalmente utilizados para preparar borracha de mangabeira são o sal de cozinha (cloreto de sódio) em solução entre 5 e 10% de concentração e o alúmen ou pedra ume (sulfato duplo de potássio e alumínio). Esses coagulantes, todavia, produzem borrachas com deficientes propriedades de conservação, sofrendo rápida degradação e por isso não permitindo estocagem por períodos mais longos. O ácido acético glacial empregado em quantidades acima de 10% sobre o peso do látex é um ótimo coagulante, entretanto, além de produzir borrachas de baixa resistência à degradação torna-se antieconômico. Dos ácidos minerais, o ácido clorídrico, se utilizado criteriosamente, não excedendo 0,5% de ácido concentrado ($D = 1,19$) em solução a 4% sobre o peso do látex, se apresenta como o melhor coagulante não exercendo nenhuma influência nociva sobre a borracha e perfeitamente viável sob o ponto de vista econômico. É por isso, o ácido clorídrico, o agente de coagulação de látex de mangabeira, que deve ser recomendado em substituição aos tradicionais sistemas de coagulação. O ácido sulfúrico que é, também, às vezes, empregado, não é um coagulante de bom desempenho já que além de promover a degradação da borracha, retarda a sua vulcanização.

A mangabeira produz uma borracha de alto teor de extrato acetônico (resinas). Embora o processamento do látex exerça certa influência na borracha produzida, essa influência não se configura capaz de diminuir substancialmente o teor final do extrato acetônico. Os extratos acetônicos determinados em quarenta e duas amostras apresentaram um intervalo de variação de 6,7% a 15,2% com maior concentração de ocorrência em torno de 12%. Essa variação equivale a 227% enquanto a da borracha de **Hevea**, cujos valores de extrato acetônico se situam entre 1,5 e 3,5%, terá uma equivalência de variação de 233%.

O extrato acetônico da borracha de mangabeira é, fundamentalmente, diferente do das borrachas de **Hevea**, exibindo atividade ótica positiva, baixo número de ácido e elevado percentual de insaponificáveis (63,24%). Por essas características é lícito, pois, concluir tra-

tar-se de material com baixo percentual de ácidos graxos superiores livres e combinados, podendo-se, por isso, prognosticar que a borracha de mangabeira deverá apresentar-se com propriedades de cura retardada.

O teor de nitrogênio protéico é excepcionalmente baixo sendo permitido esperar propriedades de elevada resiliência na borracha vulcanizada.

O resíduo mineral fixo (cinzas) na borracha de mangabeira é geralmente baixo, em torno de 0,2%. Mesmo em lotes comerciais esse teor praticamente se mantém ao nível do limite permitido para as classes superiores das borrachas naturais.

Em comparação com a de **Hevea** apresenta-se, a mangabeira, como uma borracha destituída de nervo, mole, de elevada plasticidade mas mesmo assim ainda se enquadra nas especificações dos padrões internacionais da classificação SMR (Standard Malaysian Rubber). A elevada plasticidade, em si, todavia, não apresenta propriedade negativa e indesejável.

O valor do PRI determinado em duas amostras de borracha de mangabeira sugere tratar-se de borracha muito estável, com elevada capacidade de resistência à degradação térmica, comparável às melhores borrachas de **Hevea**.

A borracha de mangabeira é deficiente em relação à presença de ácidos graxos superiores no extrato acetônico e assim, para que possa revelar suas plenas propriedades elastoméricas, deve ser vulcanizada em presença de excesso de ácido esteárico, recomendando-se, por isso, a fórmula básica de vulcanização ACS-II com 4% de ácido esteárico.

Em princípio, as cargas de ruptura da borracha de mangabeira são em torno de 20% inferiores aos correspondentes valores das borrachas de **Hevea**. São baixos, também, os módulos de elasticidade, os valores de rigidez e a Dureza Shore, enquanto se apresentam elevados os valores dos alongamentos finais (na ruptura).

A borracha de mangabeira exhibe características de elevada resiliência o que se manifesta pelos baixos valores de deformação permanente.

WISNIEWSKI, A. & MELO, C.F.M. de. **Borrachas naturais brasileiras. III. Borracha de mangabeira.** Belém, EMBRAPA-CPATU, 1982. 59p. (EMBRAPA-CPATU. Documentos, 8).

ABSTRACT: The mangabeira tree (*Hancornia speciosa* Gomes) was intensively exploited for rubber production during the wild rubber extraction cycle and during World War II. When it is flowing from the tree, the mangabeira latex has alkaline reaction (pH = 7.12), becoming acid with time, until it reaches pH values under 4. Without addition of preservatives, the mangabeira latex remains liquid although showing very low mechanical stability. By adding 0.3% of ammonia and 0.3% of sodium salt of pentachlorophenol, the mangabeira latex creams by the action of hemicellulose from jutahi (*Himeneaea parvifolia* Huber Legum) seed, and also by the action of adragante gum, yielding a cream of about 52% concentration, with an efficiency up to 97%. The latex can be coagulated with acids such as hydrochloric, nitric, sulfuric and acetic acids and also by alum and sodium chloride solutions. The best coagulant, however, is hydrochloric acid in the proportions of 0.5% concentrated acid (D = 1.19) diluted to the 3% concentration over the latex, or 1% concentrated acid diluted to the 3% concentration over the Dry Rubber Content. The mangabeira rubber is soft, plastic (Wallace plasticity value = 32), showing very high PRI and low nitrogen and ash values. It is a very resinous rubber (about 12%), even though it is not uncommon to find samples with about 7% of acetone extract. When vulcanized with a ACS-II recipe containing 4% stearic acid, the tensile strength of mangabeira rubber presents values about 20% lower than that of the **Hevea** rubber, the modulus at 600% elongation is extremely low, elongation values at break are very high, and stiffness and permanent set are low. Mangabeira latex should be considered a slow-curing rubber with good resilience properties.

REFERÊNCIAS

- ALTMAN, R.F.A. **Natural antioxidants in Hevea latex.** Cambridge, H. Heffe, 1947, p. 179-92.
- ALTMAN, R.F.A. **Natural Vulcanization accelerators in Hevea latex.** *Industr. Eng. Chem.*, v. 40, 1948.
- ANUÁRIO ESTATÍSTICO, Mercado Nacional da Superintendência da Borracha, Rio de Janeiro, 11 (21), jan./dez., 1977.

- ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL. Rio de Janeiro, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, v. 6, 1938; v. 5, 1939/1940; v. 6, 1941/1945; v. 41, 1980.
- ANNUAL Book of ASTM; Standards 1974. Philadelphia, American Society for Testing and Materials, 1974. v. 37, 606p.
- BEADLE, C. & SETEVENS, H.P. Some analysis of Hevea latex. *Analyst*, 36: 6-9, 1911.
- BEKKEDAHL, N. & SAFFIOTI, W. *Látex e borracha de mangabeira*. Belém, IAN. 1948. 42p. (IAN. Boletim Técnico, 13).
- BOUÇAS, V.F. O problema da produção da borracha brasileira. *R. bras. Quím.*, São Paulo, 20 (118) 294-305, 1945.
- CASAL MORIN, R. *La solucion a la produccion de caucho em la Argentina*. Buenos Aires, Ed. H.A., 1944.
- CORREA, M.P. *Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas*. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura. 1974. Vol. 5. p. 82-83.
- DITMAR, R. Resin-content of some different kinds of rubber. *Gummi-Zeit.*, 20: 394-5, 1906.
- DUNSTAN, W.R.; CEARÁ, Rubber from Nigeria. *B. Imperial Institute*. 14: 382-4, 1916.
- DUNSTAN, W.R. Rubber from southern Nigeria *B. Imperial Inst.*, 7 (3): 255-7, 1909.
- DUNSTAN, W.R. Rubber of *sapium jenmani* from British Guiana. *B. Imperial Inst.*, 7 (1): 1-7, 1909.
- DUNSTAN, W.R. Rubber resources of Uganda. *B. Imperial Inst.*, 10: 11-25, 1912.
- D'UTRA, G. Methodos de coagulação de látex das plantas que dão borracha. *B. Inst. Agron.*, Campinas, 10 (6), 489-51, 1899a.
- D'UTRA, G. A mangabeira e sua cultura. *B. Inst. Agron.*, Campinas, 10 (8): 514-36. 1899b.
- EATON & GRANTHAM. Vulcanization experiments of Para rubber. *J. Soc. of Chem. Industry*, 35 (13), July, 1916.
- EXPERIMENTAL cultivation of *Castilloa* and *Funtumia* rubber in Trinidad. *B. Imperial Inst.*, 4: 160-7, 1903.
- FLINT, F.C. *The Chemistry and Technology of rubber latex*. London, Chapman Hall, 1938.
- GOTTLIEB, O.R. & MACHLINE, C. Estudo sobre a borracha de mangabeira. *R. Quím. Ind.*, 15 (166): 24-4, Fev. 1946.
- GUIMARÃES, L.R. & CHAVES, J.M. Coagulação do látex de mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomes), *R. bras. Quím.*, 18 (104): 130-1, ago., 1944.
- HAUSER, E.A. *Latex, its occurrence, collection, properties and technical applications*. New York, Book Department the Chemical Catalog, 1930.
- HINRICHSSEN, F.W. & MERCUSSON, J. Rubber Resin. *J. Soc. of Chem. Industry*, 29 (4): 224-5, 1910.

- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Certificado n.º 598.050**. São Paulo, 1980.
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Relatório n.º 12.575**. São Paulo, 1979.
- KAYE, F. Variability of plantation rubber. **India Rubber J.** **41**: 17-8, 1911.
- LE COINTE, P. **Árvores e plantas úteis**. Belém, Liv. Clássica, 1934. p. 260.
- MARTIN, G. **The preparation and properties of highly purified rubber**. In: RUBBER TECHNOLOGY CONFERENCE, 2. 1948. Proceedings. Cambridge, W. Heffe, 1948. p. 319-26.
- MEMMLER, K. Ed. **The science of rubber**. New York, Reinhold, 1934.
- MONACHINO, J. Revision of *Hancornia* (Apocynaceae). **Lilloa, Tucumman**, **11** (33): 19-48, 1945.
- MORS, W.B. **A hemicelulose das sementes de *Hymanaea parvifolia* Huber e seu emprego na cremagem do látex de seringueira**. Belém, IAN.1946, 42p. (IAN. Boletim Técnico, 6).
- OBSERVATIONS sur L'exploitation des Funtumias au Cameroun. **L'Agron. Trop.**, **1** (1-2): 60-8, 1946.
- PAULA, R.D. de G. Estudo sobre látex e borracha de mangabeira. **R. Quím. Ind.**, **14** (153): 10-5, jan. 1945.
- POLHAMUS, L.G. **Rubber botany production and utilization**. New York, World Crops books. 1962.
- POTEL, H. Borracha de leite de mangabeira. **B. Inst. Agron.**, Campinas (7-8): 291-8, 1898.
- PRODUÇÃO da borracha de mangabeira. **B. do Ministério da Agric.**, **32**: 85-97, 1943.
- REBELLO, J.P. de L. **Exposição Nacional da Borracha de 1913**. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura Indústria e Comércio, 1913 (M.A. Monografia, 5).
- RELATÓRIO DO BANCO DE CRÉDITO DA BORRACHA, Belém, 1944/47.
- RELATÓRIO DO BANCO DA AMAZÔNIA, Belém, 1951/52; 1954; 1957/58.
- RIBEIRO, J.P. **Exposição Nacional da Borracha de 1913; A Indústria da borracha no Estado do Maranhão**. Rio de Janeiro, Min. de Agr. Ind. e Com., 1913 (M.A. Monografia, 4).
- ROMBURGH, P. Van. **Les plantes a Caoutchouc et a gutta-percha cultivées aux Indes Neerlandaises avec une relation de ces voyages dans la Malaisie a la recherche des guttifères**. Batavia, G. Kolff, 1903.
- RUBBER Research Institute of Malaysia. **Revisions to Standard Malaysia Rubber Scheme 1979**. Kuala Lumpur, 1978. (SMR. Bulletin, 9).
- SÃO PAULO. Secretaria da Agricultura, Comércio e Obras Públicas. Comércio do porto de Santos com os países estrangeiros. **B. Agric.**, São Paulo, **8** (1): 48-58, jan. 1907.
- SCHIDROWITZ, P. **Rubber**. New York, D. Van Nostrand, 1914.

- SACKETT, G.A. Report of the Crude Rubber Committee presented to the Division of Rubber Chemistry, April 26, 1944. **Rubb. Chem. and Tech.**, 17: 529-32, 1944.
- SEELIGMAN, Th. **El Caucho y la gutapercha**. Buenos Aires, Editorial Industrial, s.d.
- SMITH, J.G. & BRANDFORD, Q.O. **Hawaii Agricultural Experiment Station**. 1908. Washington, Government Printing Office, 1908. (Bulletin, 16).
- WALKER, P.H.R. **Proceedings of the Second Panamerican Scientific Congress.**, Dec. 1915 — Jan. 1916. Washington, DC. 1916. Section VII vol. VIII p. 367-81.
- WARBOURG, O. **Les plantes à Caoutchouc et leur cultures**. Paris Challamell, 1902.
- WEBER, C.O. Raise nach einer Kautschuc-plantage in Kolumbien. **Gummi Zeitung**, 17, 72, 32, 1902.
- WISNIEWSKI, A. Coagulação espontânea do látex de seringueira. Belém, IAN, 1953. p. 5-41. (IAN. Boletim Técnico, 26).
- WISNIEWSKI, A. & MELO, C.F.M. Borrachas naturais brasileiras. I. In: ENCONTRO DOS PROFISSIONAIS DE QUÍMICA DA AMAZÔNIA, 3, Manaus, 1982. **Anais**. Belém, CRO-VI, 1982.
- WISNIEWSKI, A. & MELO, C.F.M. Borrachas naturais brasileiras. II. Borrachas fracas; borrachas de **H. benthamiana** e **H. guianensis**. Belém, EMBRAPA-CPATU, 1981. 24p. (EMBRAPA-CPATU. Miscelânea, 7).
- ZEHTNER, L. **Estudo sobre maniobas do Estado da Bahia, em relação ao problema das secas**. Rio de Janeiro, Mins. da Viação e Obras Públicas, 1914. (Publicação. Série 1. A. Botânica, 41).
- ZIMMERMANN, A. **Der manihot Kautschuc, Seine Kultur Gewinnung und präparation**. Jena. Verlag Von Gustav Fischer, 1913. 342p.



FALANGOLA
OFFSET
BELÉM PARA