



Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária — EMBRAPA  
Vinculada ao Ministério da Agricultura  
Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido — CPATU  
Belém, PA.

## **BORRACHAS NATURAIS BRASILEIRAS**

### **IV. Borracha de Maniçoba**



Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária — EMBRAPA  
Vinculada ao Ministério da Agricultura  
Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido — CPATU

**BORRACHAS NATURAIS BRASILEIRAS**  
**IV. Borracha de Maniçoba**

**Alfonso Wisniewski**  
**Célio Francisco Marques de Melo**

Belém, PA  
1983

**EMBRAPA-CPATU, Documentos, 21**

EDITOR: Comitê de Publicações do CPATU

Exemplares desta publicação podem ser solicitados à EMBRAPA-CPATU

Trav. Dr. Enéas Pinheiro, s/n.º

Caixa Postal, 48

66.000 — Belém, PA

Telex (091) 1210

Wisniewski, Alfonso

Borrachas naturais brasileiras. IV. Borracha de maniçoba, por Alfonso Wisniewski e Célio Francisco Marques de Melo. Belém, EMBRAPA-CPATU, 1983.

52 p. ilustr. (EMBRAPA-CPATU. Documentos, 21).

1. Borracha — Maniçoba — Avaliação. 2. Maniçoba — Borracha — Avaliação. I. Melo, Célio Francisco Marques de, **colab.** II. Título. III. Série.

CDD: 633.895

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO .....	6
Ocorrência e dispersão das espécies .....	7
Importância sócio-econômica .....	8
Produtividade .....	10
Métodos de exploração .....	17
MATERIAL E MÉTODOS .....	27
Características e propriedades do látex de maniçoba .....	28
A borracha de maniçoba .....	32
Características químicas .....	32
Propriedades físicas e físico-mecânicas .....	39
CONCLUSÕES .....	49
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	50

## BORRACHAS NATURAIS BRASILEIRAS

### IV. Borracha de Maniçoba

Alfonso Wisniewski<sup>1</sup> e Célio Francisco Marques de Melo<sup>2</sup>

RESUMO: São analisadas as características e propriedades tecnológicas das borrachas oriundas das espécies do gênero **Manihot**, concluindo-se: Apresentam, as maniçobas, baixos teores de extrato acetônico, valores elevados de cinzas, de índice de sujidade e de nitrogênio protéico. Trata-se, na generalidade, de borrachas de cura ultra-acelerada com elevados valores de carga de ruptura, módulos de elasticidade e rigidez. Os valores de plasticidade Wallace (Po), viscosidade Mooney e de Índice de Retenção de Plasticidade (IRP) comparam-se com os das boas classes de borracha de Hevea. Como fator negativo deve-se realçar os elevados percentuais de deformação permanente que se refletem na baixa resiliência. As borrachas de maniçoba em mistura adequada com borrachas de outras origens podem encontrar um amplo campo de aplicação, inclusive na fabricação de pneumáticos para veículos automotores. As espécies do gênero **Manihot**, em tese, são plantas de baixa produção de borracha. A sua viabilização econômica dependeria do estabelecimento de cultivos racionais utilizando material botânico geneticamente melhorado.

Termos para indexação: Elastômeros, plantas laticíferas, borrachas não convencionais.

### NATURAL BRAZILIAN RUBBERS. IV. CEARA RUBBER

ABSTRACT: The properties and technological characteristics of Ceara Rubber (maniçoba) are studied and the following conclusions are drawn: The maniçoba rubber presents low values for acetone extract, high figures for ash, dirt and proteic nitrogen. It is a very fast curing rubber with high values for tensile strength and modulus at 600% elongation and very high stiffness. Plasticity Retention Index (PRI), viscosity Mooney and plasticity Wallace are quite comparable to the best grades of rubber. The high values for permanent set and low resilience properties is the only drawback, nevertheless, maniçoba rubber

<sup>1</sup> Quím. Ind., Prof. Titular da Faculdade de Ciências Agrárias do Pará. Caixa Postal 917. CEP 66.000. Belém, PA.

<sup>2</sup> Quím. Ind., M.Sc. Pesquisador da EMBRAPA-CPATU. Caixa Postal 48. CEP 66.000. Belém, PA.

can be mixed in fitted proportions with other high graded kind of rubber and by this way the field of his technical applications can be considered unrestricted. The species of the genus **Manihot** are low rubber yielding plants. So the only possibilities of their economical exploitation seems to depend on setting up rational plantations based on geneticaly improved material.

Index terms: Elastomers, laticiferous plants, non conventional rubbers.

## INTRODUÇÃO

A borracha de maniçoba ou simplesmente maniçoba ocupa um lugar de destaque entre os produtos extrativos que contribuíram para o desenvolvimento sócio-econômico de vastas regiões do nosso país.

A maniçobeira fora plantada na Bahia (Zehntner 1914), no Ceará (Pequeno 1913), no Maranhão (Ribeiro 1913) e no Piauí, (Rebello 1913) tendo se constituído objeto de extensas plantações, também, em vários territórios e países da África e do sudeste da Ásia (Polhamus 1962, Warburg 1902, Labroy 1913, Schidrowvitz 1914 e Johnson 1907).

Durante o ciclo da borracha extrativa a maniçoba se projetava em função da intensiva e cada vez mais extensiva exploração das ocorrências nativas. Com o colapso do extrativismo da borracha a maniçoba, praticamente desaparecida dos mercados, só vindo a despertar um surto de renovado e passageiro interesse por ocasião da II Grande Guerra Mundial quando sua produção chegou a atingir cerca de duas mil toneladas, nos anos de 1944 e 1945. Recuperada a economia mundial, após a guerra, a maniçoba novamente perdia o interesse dos mercados interno e externo tendo nos nossos dias praticamente desaparecido dos mesmos.

O atual "déficit" de produção de borracha natural no Brasil que vem determinando crescentes importações do produto asiático, aliado aos elevados preços em decorrência da crise do petróleo, abre à borracha de maniçoba, sem dúvida, ampla perspectiva de poder se transformar em mais uma alternativa para o suprimento das necessidades do parque manufactureiro nacional, através de fontes domésticas de produção.

Um programa de melhoramento das espécies do gênero **Manihot** visando a criação de cultivares de elevado desempenho, ao lado de pesquisas fitotécnicas objetivando a definição dos melhores sistemas de cultivo e de exploração, poderiam viabilizar o estabelecimento de plantações racionais em larga escala nas regiões do trópico semi-árido, especialmente no Nordeste.

A presente monografia, a quarta da série intitulada "**Borrachas Naturais Brasileiras**", se propõe a descrever os aspectos mais importantes relacionados à maniçoeira, como planta potencialmente produtora de borracha, e apresentar as principais características do produto, a borracha, como matéria-prima de indústria.

Os dados experimentais foram coletados pelos autores ao longo dos anos em decorrência de suas atividades de pesquisa na antiga Seção de Tecnologia da Borracha do Instituto de Pesquisas e Experimentação Agropecuárias do Norte (IPEAN), órgão que deu origem à atual estrutura do Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido (CPATU), unidade da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA).

### **Ocorrência e dispersão das espécies**

O gênero **Manihot** da família **Euphorbiaceae** é mais conhecido pela espécie **M. esculenta** Crants, que produz a farinha de mandioca (farinha d'água ou farinha seca), base da alimentação das populações mais pobres em grandes áreas especialmente no Norte e Nordeste do Brasil.

O gênero **Manihot**, na verdade, é bastante rico, pois além das plantas tuberosas inclui inúmeras espécies que se caracterizam como produtoras de borracha ainda que, de suas raízes tuberosas mal desenvolvidas, se possa extrair, também, com baixo rendimento, certa quantidade de fécula.

As espécies laticíferas do gênero **Manihot**, referidas por Correa (1974) como maniçobas, são nativas no nordeste brasileiro onde, segundo Labroy (1913), ocorrem dispersas nas áreas delimitadas pelos paralelos 5.º e 15.º de latitude Sul e, em direção ao oeste, encontram-se maniçoeiras na divisa dos Estados do Piauí e Maranhão, no Vale do Parnaíba e ao norte de Goiás atingindo, até mesmo, os platôs ao nordeste de Mato Grosso.

Correa (1974) admite 21 espécies pertencentes ao gênero **Manihot** e referidas como maniçobas. Entre as mesmas, cinco delas podem ser destacadas como importantes produtoras de borracha.

**M. piauensis** Ule (maniçoba do remanso), que ocorre mais especificamente no Estado do Piauí, encontrando-se, também, na Bahia; **M. dichotoma** Ule (maniçoba de Jequié), **M. heptaphylla** Ule (maniçoba de S. Francisco) e **M. lyrata** Ule, todas nativas das regiões secas da Bahia e, finalmente, **M. glaziovii** Mull. Arg. (maniçoba do Ceará) a espécie que prevalece no Estado do Ceará.

As maniçobeiras são árvores de porte médio ou baixo sendo algumas delas arbustivas. O "habitat" das mesmas, segundo Zehntner (1914) e Labroy (1913) são as encostas das serras ou os platôs com altitudes de até 1.000 metros acima do nível do mar, fazendo parte de uma formação florística de baixo porte e muito densa com árvores que, raras vezes, excedem a dez metros de altura e que, na Bahia, é conhecida como carrasco. Segundo Cutler (1946), também no Ceará, a espécie **M. glaziovii** Mull. Arg. ocorre nativa nas serras das regiões de Baturité, Maranguape, Canindé, Assaré, Pereiro e outras.

As maniçobas são plantas de clima semi-árido marcado por uma estação muito seca seguida de outra caracterizada pela presença de chuvas intermitentes as quais, entretanto, são muito escassas ou, em certos anos, simplesmente não ocorrem, provocando assim, o conhecido flagelo das secas do Nordeste.

### **Importância sócio-econômica**

A borracha de maniçoba, na atualidade, não se reveste de nenhuma importância de natureza sócio-econômica nem ao menos figurando nas estatísticas elaboradas pela Superintendência do Desenvolvimento da Borracha. Entretanto, durante o ciclo do extrativismo, a maniçoba ocupou um lugar proeminente na formação do valor das exportações de vários Estados do Nordeste, desempenhando uma função local ou regional das mais destacadas. Na Tabela 1, podem ser vistos os volumes exportados no período de 1903 a 1912.

Como se pode ver pelos dados da Tabela 1, a borracha de maniçoba cresceu em produção a partir do ano de 1903 atingindo, em 1912, um volume sensivelmente igual a 10% da produção da borracha



**TABELA 1. Exportação de maniçoba em kg (período 1903 — 1912)**

A n o	Ceará	Piauí	Bahia	Pernambuco	Outros	Brasil
1903	363.970	632.858	496.224	—	228.842	1.721.894
1904	550.781	503.871	929.157	—	242.268	2.226.077
1905	447.100	557.530	1.443.826	—	233.761	2.682.217
1906	580.296	505.084	1.409.802	—	168.325	2.663.507
1907	370.373	520.824	1.285.103	—	252.378	2.428.678
1908	457.625	326.984	1.249.367	—	132.248	2.166.224
1909	742.520	473.613	1.566.969	—	322.347	3.105.449
1910	758.372	566.684	1.948.604	49.462	295.144	3.618.206
1911	510.371	686.295	1.747.868	48.911	451.086	3.444.531
1912	666.659	609.772	1.929.533	77.428	441.437	3.724.829

Fonte: Pequeno (1913); Rebello (1913).

amazônica. A Bahia, nesses idos, figurava como o maior exportador. Com a crise e conseqüente colapso da economia extrativista da borracha, a maniçoba perdeu o mercado rapidamente sendo desprezível a produção registrada no período entre as duas guerras, 1914 a 1939. Foi somente em conseqüência da pressão dos eventos da II Grande Guerra Mundial e especificamente pelos estímulos à produção de borracha por parte do Governo brasileiro que a maniçoba voltou a ser produzida em quantidades apreciáveis. Na Tabela 2, registram-se as produções de borracha de maniçoba no período de 1944 a 1959.

Pelos dados contidos na Tabela 2, verifica-se que durante os anos da II Grande Guerra Mundial e logo após o término da mesma, a produção de borracha de maniçoba, no Nordeste, atingiu volumes realmente expressivos. Com a entrada em vigor da Lei n.º 86, a partir de setembro de 1947, a qual liberava do monopólio estatal as operações finais de compra e venda de borracha de várias origens, inclusive a de maniçoba, observa-se uma acentuada queda de produção até o ano de 1950. Voltando a borracha de maniçoba ao monopólio estatal, através do Banco de Crédito da Amazônia S/A, pela Lei n.º 1.184 de 30/8/1950, verificou-se, de pronto, um aumento substancial de pro-

dução a partir de 1951. Essa produção, todavia, entrou em decréscimo nos anos subseqüentes, principalmente por falta de estímulo e de preço mais atraente. Em 1967, pela Lei n.º 5.227, o mercado da borracha foi liberado do monopólio estatal e a borracha de maniçoba não apresentou condições de concorrência sobretudo com o produto importado desaparecendo, praticamente, do mercado.

**TABELA 2. Produção de borracha de maniçoba em kg (período 1944 - 1959)**

<b>A n o</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Ano</b>	<b>Quantidade</b>
1944	1.841.844	1952	580.949
1945	1.887.503	1953	245.828
1946	1.408.551	1954	157.656
1947	560.103	1955	123.780
1948	113.802	1956	167.884
1949	166.888	1957	197.191
1950	— — —	1958	138.120
1951	807.451	1959	316.324

Fonte: Relatório do Banco de Crédito da Amazônia (1944/48, 1950 e 1951/59).

### **Produtividade**

Afirma Melo Geraldes, citado por Mendes (1948), que a espécie **Manihot glaziovii** Mull. Arg. em plantações industriais, em Angola (hoje República Popular de Angola), apresenta natural variabilidade em relação à produção, havendo árvores secas que não produzem borracha e outras com produtividades heterogêneas, não só em função da capacidade genética de produção mas, também, em função da idade e do desenvolvimento vegetativo. Em função da idade, as produções médias por planta/ano oscilam entre 250g de látex (cerca de 85 g de borracha seca), considerando plantas de cinco anos e 700 g de látex (230 g de borracha seca), em plantas de dez anos.

Preuss, citado por Mendes (1948), refere a produtividade média de 426 ml de látex por planta/ano (cerca de 125g de borracha seca) em plantações da espécie **M. glaziovii** Mull. Arg., em Moçambique

(hoje República Popular de Moçambique) e no Congo Belga (hoje República do Zaire). Assinala esse autor que embora, na generalidade, a produtividade da maniçoeira seja baixa, ocorrem plantas que se destacam, uma delas chegando a produzir 5,7 kg de borracha seca por ano. Segundo o mesmo autor, em densidade de plantio de 900 plantas por hectare a expectativa de produção é de 620 kg de borracha seca por hectare/ano. Ainda Preuss, citado por Schidrowitz (1914), afirma que em Mysore, no sul da Índia, em altitude de 1000m (3.300 pés) acima do nível do mar, maniçoeiras com 3,5 anos de idade, sangradas em dias alternados durante dois meses (30 sangrias) deram produção média por planta/sangria de 6,8g de borracha seca.

Martin (1944) estima em 115 a 450g de borracha seca a produção média por planta/ano da espécie **M. glaziovii** Mull. Arg. em cultivos, na África Oriental, afirmando ser esta uma produção relativamente baixa, ainda que certas plantas isoladas possam se destacar, havendo registros de produções de até 4,5 kg de borracha seca por planta/ano.

Zimmermann (1909) reconhece ser baixa a produtividade da maniçoeira cultivada no Haváí acreditando, entretanto, que através do uso de um sistema de extração do látex mais adequado e eficiente se poderá alcançar uma produtividade de 2 a 4 kg de borracha seca por planta/ano.

Dunstan (1910) refere produções de 85g de borracha seca por planta/ano como sendo satisfatórias em plantações da espécie **M. glaziovii** Mull. Arg. com cerca de quatro anos de idade, na antiga colônia britânica de Nyasaland (hoje Malawi).

Kindt (1910) apresenta dados de produção da espécie **Manihot glaziovii** Mull. Arg., em plantações no Congo Belga (hoje República do Zaire), com média de produção por planta/corte de 9,13g de borracha seca.

Borget (1952) levou a efeito um ensaio de corte e produção utilizando cerca de 1 ha de uma plantação de **M. glaziovii** Mull. Arg. feita em 1944 na Estação Experimental de Bukoko em Ubangui (hoje República Centro Africana). A média de produção mensal por planta com a frequência de uma sangria semanal foi de 5,8g de borracha seca. Admitindo-se uma densidade de plantio de 900 plantas por hectare e onze meses de corte (44 sangrias/ano) estima-se uma produção média, em números redondos, de 60 kg de borracha seca por hectare/ano.

D'Utra (1906), com base em ensaios de produção levados a efeito na Fazenda Santa Elisa e Guanabara (Campinas — S. Paulo) em doze maniçobeiras de cinco a seis anos de idade, determinou um rendimento anual médio, em três meses de sangrias (fevereiro/abril) e 21 cortes, de 7,3 kg de látex, correspondente a 1,366 kg de borracha seca, com média de produção por planta/ano de 111,33g de borracha seca.

Jumelle (1903) afirma que nos maniçobais nativos do Ceará, onde a extração do látex é feita no período de 80 dias por ano, na estação seca, a produtividade média por planta vai de 0,5 a 1,5 kg de borracha. Já Poisson, citado por Jumelle (1903), estima a produtividade média por planta/ano nos maniçobais nativos do Ceará em 1,5 a 2 kg de borracha seca.

Biffen, citado por D'Utra (1906) e por Warburg (1902), estima em 3<sup>o</sup> kg de látex por planta/ano (cerca de 1 kg de borracha seca) o rendimento médio da espécie **M. glaziovii** Mull. Arg. em ocorrências nativas no Ceará.

Moulay (1906) atribui a produtividade média de 667g de látex (cerca de 200g de borracha seca) por planta/ano nos maniçobais nativos de Alagoas.

Zehntner (1914) fez observações e estudos diretamente em maniçobais nativos na Serra da Tiririca, Município de Xique-Xique, Estado da Bahia, constatando ser a produção semanal de borracha seca, por extrator, de 6 a 9 kg. A produção controlada de três borracheiros em uma semana de trabalho permitiu coletar importantes observações e dados que se acham reproduzidos na Tabela 3.

Admitindo-se idêntico regime de trabalho durante os seis meses de safra, a produção estimada e o número de sangrias por planta seriam os constantes da Tabela 4.

Ainda Zehntner (1914), aplicando quatro diferentes sistemas de corte, colheu dados de produção de 80 maniçobeiras virgens na Serra da Tiririca, Município de Xique-Xique, Estado da Bahia, sangradas 18 vezes cada uma durante seis semanas. A produção total de borracha seca foi de 3.922 g com média de produção de 2,72 g por planta/sangria. A média de produção das quatro melhores plantas (uma planta selecionada por sistema de sangria) foi de 10,53 g, o que equivale a afirmar que a média de produção dessas árvores que se destacaram, é

387% superior à média geral. Aliás, em relação à maniçobeira, é muito provável que prevaleça também a regra válida para os seringais nativos ou plantados de sementes não melhoradas segundo a qual, estatisticamente, vinte e cinco por cento do número de plantas produzem setenta e cinco por cento da borracha total. Com efeito, no caso em foco, embora o número de plantas por sistema de sangria (20) seja restrito, verifica-se que seis plantas, em cada caso, ou seja, 30% do total, produzem pouco mais de 75% da borracha.

**TABELA 3. Dados concernentes à exploração da maniçobeira nativa. (M. heptaphylla Ule)**

Extrator	N.º de árvores sangradas por semana	Produção em borracha (kg)	Produção média por árvore/semana em g de borracha	Produção média por árvore/corte em g de borracha
A	345	5,4	15,65	7,83
B	1007	6,9	6,85	3,43
C	1130	7,6	6,77	3,38

Fonte: Dados básicos — Zehntner (1914)

**TABELA 4. Exploração de maniçobal nativo. Número de sangrias e produção anual.**

Extrator	Número de sangrias por planta/ano	Produção de borracha seca em g/planta/ano	Produção de borracha em kg por extrator/ano
A	48	375,8	129,7
B	48	164,6	165,8
C	48	162,2	183,3

Fonte: Dados básicos — Zehntner (1914)

Ribeiro (1913) afirma que a maniçobeira (**M. piauiensis** Ule) cultivada no Estado do Maranhão, com 3,5 anos de idade, produz 50g de borracha seca por planta na primeira safra, elevando-se o valor da produção gradativamente nas safras seguintes até atingir 106g por árvore/safra.

Segundo Pequeno (1913), a espécie **M. glaziovii** Mull. Arg. em cultivo no Estado do Ceará, ao atingir a plena capacidade produtiva, pode fornecer, em média, 150g de borracha seca por árvore/ano.

Carneiro (1913) diz que, na Bahia, a produtividade média das diversas espécies do gênero **Manihot**, em 48 sangrias anuais, é a seguinte, por planta/ano:

**M. dichotoma** Ule (maniçoba de Jequié) — 754g de látex (cerca de 230g de borracha seca).

**M. heptaphylla** Ule (maniçoba de S. Francisco) e **M. piauiensis** Ule (maniçoba do Piauí) — 650g de látex (cerca de 197g de borracha seca).

**M. glaziovii** Mull. Arg. (maniçoba do Ceará) — 590g de látex (cerca de 180g de borracha seca).

Na Tabela 5, acham-se sumarizados os dados de produção referidos pelos diferentes autores com base nos quais determinaram-se as produções esperadas de borracha seca por hectare/ano, admitindo-se uma densidade de plantio de 3,3 m x 3,3 m com total de 900 plantas por hectare. Na Tabela 6, apresentam-se, em forma sumarizada, alguns dados concernentes à produtividade de maniçobais nativos.

Dos dados contidos na Tabela 6 provavelmente apenas os citados por Zehntner e Moulay são os que mais se aproximam da realidade. As discrepâncias verificadas, de um para outro autor, devem ser debitadas, entre outros motivos, à diversidade dos sistemas utilizados na extração, especialmente, no que diz respeito à frequência e à intensidade de sangria e, também, ao número de sangrias praticadas para efeito de cálculo das estimativas de produção.

Os dados na literatura, apesar de conflitantes, por vezes, parecem não deixar margem a dúvidas de que a maniçobeira como planta produtora de borracha apresenta, em tese, um potencial de produção bastante baixo em comparação com o da espécie **H. brasiliensis** Mull. Arg. Deve-se considerar, entretanto, que embora a produtividade média das maniçobas seja baixa, plantas isoladas se destacam,

TABELA 5. Dados de produção da maniçobela em cultivo

Autor	Produção em gramas de borracha seca por planta/corte	Produção em kg de borracha seca por/ha/ano	Observações
Melo Geraldés	3,59	207	Plantas de 10 anos de idade, Angola
Preuss	1,95	112	Plantações no Congo Belga (República do Zaire) e Moçambique (hoje República Popular de Moçambique).
Preuss	5,62	324	Plantações em Mysore, sul da Índia, com 3,5 anos de idade
Martin	3,50	200	Plantações na África Oriental.
Zimmermann	31,2 — 62,5	1.800 a 3.600	Estimativa de produção em plantações no Havai.
Dunstan	1,33	75,5	Plantações em Nyasaland (hoje Malawi)
Kindt	9,13	526	Plantações no Congo Belga (hoje República do Zaire).
Borget	1,15	60	Estação Experimental de Bukoko em Ubangui (hoje República Centro Africana).
D'Utra	1,74	100	Inst. Agr. de Campinas (Fazenda Sta. Elisa), 5-6 anos de idade São Paulo.
Ribeiro	1,65	95	<i>M. piauiensis</i> Ule, cultivada no Maranhão
Pequeno	2,34	135	<i>M. glazlovii</i> Mull. Arg., em cultivo no Ceará
Carneiro	3,59	207	<i>M. dichotoma</i> Ule, em cultivo na Bahia
Carneiro	3,08	177	<i>M. heptaphylla</i> Ule e <i>M. piauiensis</i> Ule, em cultura na Bahia
Carneiro	2,81	162	<i>M. glaziovii</i> Mull. Arg., em cultivo na Bahia

Fonte : Dados básicos — Melo Geraldés e Preuss, citados por Mendes (1948), Martin (1944), Zimmermann (1909), Dunstan (1910), Kindt (1910), Borget (1952), D'Utra (1906), Ribeiro (1913), Pequeno (1913) e Carneiro (1913).

TABELA 6. Dados de produtividade de maniçobais nativos

Autor	Produção em gramas de borracha seca por corte/planta	Produção em kg de borracha seca por planta/ano	Produção em kg de borracha seca por extrator/ano	Observações
Jumelle	10,42 a 31,25	0,5 a 1,5	400 a 1.200	Ocorrências nativas no Ceará <sup>b</sup>
Polsson	31,25 a 41,67	1,5 a 2,0	1.200 a 1.600	Ocorrências nativas no Ceará <sup>b</sup>
Biffen	20,83	1,0	800	Ocorrências nativas no Ceará <sup>b</sup>
Moulay	4,17	0,2	136,4	Ocorrências nativas em Alagoas <sup>b</sup>
Zehntner	4,88	0,2	159,6	Ocorrências nativas na Bahia <sup>c</sup>

<sup>b</sup> *Manihot glaziovii* Mull. Arg.

<sup>c</sup> *Manihot heptaphylla* Ule

Fonte: Dados básicos -- Jumelle (1903); Poisson, citado por Jumelle (1903); Biffen, citado por D'Utra (1906); Moulay (1906) e Zehntner (1914).



podendo, através de um trabalho de melhoramento, serem aproveitadas como germoplasma para a criação de clones de elevada produtividade, que permitam tornar o cultivo racional da espécie economicamente atraente e compensador.

### Métodos de exploração

Depois da seringueira as espécies do gênero **Manihot**, provavelmente, se apresentam como as plantas laticíferas mais bem estudadas. Vários sistemas de sangria foram criados e preconizados, principalmente, na fase inicial do ciclo da borracha de plantação. Zimmermann (1913), entre outros, foi o responsável por importantes programas de pesquisa sobre a espécie **M. glaziovii** Mull. Arg. desenvolvidos em plantações nas antigas colônias alemãs da África Oriental (hoje República Unida da Tanzânia), concluindo ser contra-indicada a aplicação, às espécies desse gênero, dos métodos de sangria usualmente empregados na extração do látex da seringueira. Zimmermann (1907) criou um método específico de extração do látex da maniçoba e que ficou conhecido como "Método Lewa." Consiste este método em praticar um grande número de pequenas incisões horizontais de 1 a 2 cm de comprimento no tronco, distanciadas regularmente umas das outras, em cerca de 2 cm. Antes de fazer as incisões recomenda-se remover a parte superficial suberizada da casca e, em seguida, no local onde serão praticadas as incisões, aplicar por meio de um pincel, solução coagulante a 2% de concentração de ácido clorídrico ou sulfúrico. Nessas condições o látex que exuda das feridas, entra imediatamente em contacto com o ácido coagulando-se na forma de tiras ou fitas as quais, decorrida cerca de uma hora, são enroladas para formar blocos.

No sistema "Lewa" de sangria, como se constata, os cortes extensos dos sistemas convencionais são substituídos por pequenas incisões repetidas a intervalos regulares. Na suposição de que uma árvore apresente circunferência de 50 cm conclui-se que 25 incisões de 2 cm de comprimento cada uma equivalem, sensivelmente, a uma sangria convencional em espiral completa.

Borget (1952), levando a efeito um ensaio de sangria utilizando o método "Lewa" em maniçobeiras plantadas na Estação Experimental de Bukoko, Ubangui (hoje República Centro Africana) com oito anos de idade, concluiu:

- O melhor rendimento em borracha seca é obtido quando se praticam sangrias freqüentes porém pouco intensas (duas sangrias semanais com 25 incisões de 2 cm de comprimento cada uma, ou seja, 50 incisões semanais);
- Pela remoção, antes de praticar as incisões, da parte suberosa da casca aumenta-se o rendimento em borracha seca;
- O ácido sulfúrico em solução a 2% utilizado como coagulante é melhor do que o ácido clorídrico em igualdade de condições.

Segundo Cutler (1946), nos maniçobais nativos da espécie **M. glaziovii** Mull. Arg., no Ceará, o sistema mais utilizado na extração do látex consiste em fazer numerosas incisões por meio de um terçado nos galhos mais grossos e no tronco. Esse sistema esgotante, se exercitado com excessiva intensidade, pode levar a planta à morte não sendo praticado, por isso mesmo, mais do que umas seis vezes por planta/ano.

Em certas regiões de ocorrência de maniçobeiras de produção mais elevada é usual a prática do sistema de extração que consiste em abrir pequena cova no solo, ao pé da árvore, revestindo-a com pó de tabatinga seca, bem fino. A sangria se faz praticando uma incisão perpendicular, no tronco, a partir de um metro de altura até o nível do solo. O látex se escoia para a cavidade revestida de tabatinga onde se coagula. As sangrias subseqüentes são feitas removendo três a quatro milímetros de casca avivando-se, assim, o corte anterior. Após quatro ou cinco sangrias, o coágulo é recolhido sendo esse tipo de borracha comercializado com a denominação de "maniçoba chapa".

Embora com menor freqüência é utilizado, também, o método de extração que consiste em praticar incisões em forma de -V- dispostas com certa regularidade ao longo do tronco da árvore e, outras vezes, esses cortes são feitos sem disciplina, da esquerda para a direita e da direita para a esquerda, em toda a extensão do tronco, incluindo os galhos mais grossos, coletando-se o látex em tigelinhas de folha estanhada ou em porongos de barro cozido. O látex é deixado coagular espontaneamente.

Carneiro (1913) afirma que na Bahia a exploração de maniçobais nativos de **M. heptaphylla** Ule e **M. dichotoma** Ule inclui a prática de incisões não só no tronco e galhos mas, também, nas raízes e

no colo da planta, por meio de um instrumento cortante chamado "lega", com o qual não só se fere a planta como, também, se remove a terra para descobrir as raízes. Essa prática determina um elevado índice de morte entre as plantas sangradas.

Zehntner (1914) levou a efeito um experimento de sangria em maniçobeiras nativas e virgens na Serra da Tiririca, Município de Xique-Xique, Bahia. Foram comparados quatro tratamentos cada um deles constante de 20 árvores.

O primeiro tratamento consistiu em praticar três incisões oblíquas e paralelas, no tronco, com o comprimento de  $\frac{1}{4}$  da circunferência do mesmo, a partir de um metro do solo, distanciadas as incisões 30 cm uma da outra e mais uma incisão no colo avivando-se-as três vezes por semana pela remoção de três a quatro milímetros de casca em cada nova sangria.

No segundo tratamento praticaram-se incisões exclusivamente no tronco, em número de três, distanciadas 30 cm uma da outra a partir de um metro do solo, cada incisão correndo  $\frac{1}{4}$  da circunferência da árvore.

O terceiro tratamento incluiu, também, exclusivamente cortes no tronco e consistiu em praticar quatro incisões oblíquas e paralelas em forma de  $\frac{1}{2}$  espinha de peixe distanciadas as incisões 25 cm uma da outra em cada sangria, sendo as incisões subseqüentes praticadas 2,5 a 3 cm abaixo das primeiras. Quando, após a décima sangria, o painel de corte foi esgotado, passou-se a cortar o outro lado do tronco completando assim a espinha de peixe.

O quarto tratamento foi semelhante ao usado pelos borracheiros e consistiu em fazer de uma a quatro incisões em forma de -V- no colo e nas raízes mais grossas e mais uma incisão longitudinal no tronco, de uns 20 cm de comprimento, avivando-se as feridas nas raízes, três vezes por semana, pela remoção de uns três a quatro milímetros de casca e prolongando-se de uns 10 cm a incisão longitudinal em cada nova sangria até atingir o nível do solo.

Os autores selecionaram as doze árvores de melhor produção em cada sistema e analisaram os dados estatisticamente.

As seguintes conclusões foram tiradas:

- A sangria intensiva configurada no quarto tratamento foi a que apresentou a maior produção, com 6,64g de borracha

seca por sangria/planta, como média de 17 cortes, em seis semanas; e

- Seguem-se, em ordem decrescente de produção, o terceiro sistema com produção média de 3,95g de borracha seca por planta/corte, em seguida, o primeiro com 3,17g de produção média de borracha seca por planta/sangria e finalmente, o segundo que atingiu uma produção média em gramas de borracha seca por planta/sangria de apenas 2,26g.

Na Tabela 7, são sumarizados alguns dados complementares relativos a esse ensaio de corte.

Observa-se, através dos dados da Tabela 7 e da Fig. 1, que os sistemas de sangria 1, 2 e 3 evidenciam com bastante clareza o fenômeno da "resposta às sangrias", segundo o qual a produção aumenta progressivamente nas primeiras sangrias, para, em seguida, tornar-se sensivelmente constante, desde que o sistema de extração não seja demasiadamente intensivo. Constatase que até a sexta semana de corte, com 18 sangrias praticadas (incluindo o furo de amansar que foi igual para todos), as produções mantêm-se mais ou menos estabilizadas, indicando não se tratar de sangrias esgotantes. O número de sangrias praticadas (18) se torna, entretanto, insuficiente para se poder concluir durante quanto tempo a produção continuaria a se manter nesse nível mais ou menos constante, e qual seria, a longo prazo, o comportamento das árvores em relação à renova de casca, desenvolvimento, vigor vegetativo e sanidade.

O sistema quatro evidencia-se, desde o princípio, excessivamente intensivo podendo-se, em projeção, prever o esgotamento das árvores a partir da décima primeira ou décima segunda semana de sangria, o que significa que em cerca de três meses as árvores estariam completamente exauridas.

A circunferência média das doze árvores sangradas, por sistema, é a seguinte:

Sistema 1 — 31,0 cm; Sistema 2 — 33,7 cm; Sistema 3 — 37,3 cm; Sistema 4 — 33,4 cm.

A primeira sangria, o chamado "furo de amansar", igual para todos os sistemas, produziu as seguintes quantidades de borracha seca (total de doze árvores):

Sistema 1 — 54,14 g; Sistema 2 — 78,82 g; Sistema 3 — 135,93 g; Sistema 4 — 83,51 g.

TABELA 7. Dados concernentes ao ensaio de sangria levado a efeito por Zehntner em mançobeiras nativas da espécie *Manihot heptaphylla* Ule

		Produção semanal, em gramas de borracha seca											
Semana	Número de sangrias	Sistema de sangria 1			Sistema de sangria 2			Sistema de sangria 3			Sistema de sangria 4		
		Média			Média			Média			Média		
		Total 12 árvores	Árvore semana	Árvore sangria	Total 12 árvores	Árvore semana	Árvore sangria	Total 12 árvores	Árvore semana	Árvore sangria	Total 12 árvores	Árvore semana	Árvore sangria
		Primeira	2	89,17	7,43	3,71	28,43	2,37	1,18	51,67	4,31	2,16	219,43
Segunda	3	123,72	10,31	3,44	54,18	4,52	1,51	136,71	11,39	3,80	380,67	31,72	10,57
Terceira	3	125,48	10,46	3,49	63,07	5,26	1,75	131,64	10,97	3,66	255,23	21,27	7,09
Quarta	3	106,97	8,91	2,97	98,23	8,19	2,73	128,79	10,73	3,58	185,02	15,42	5,14
Quinta	3	90,33	7,53	2,51	116,91	9,74	3,25	185,14	15,43	5,14	177,06	14,81	4,94
Sexta	3	110,48	9,21	3,07	101,51	8,46	2,82	172,26	14,36	4,79	137,19	11,43	3,81
Soma	17	646,15	—	—	462,33	—	—	806,21	—	—	1.355,20	—	—

Fonte: Dados básicos, Zehntner (1914).

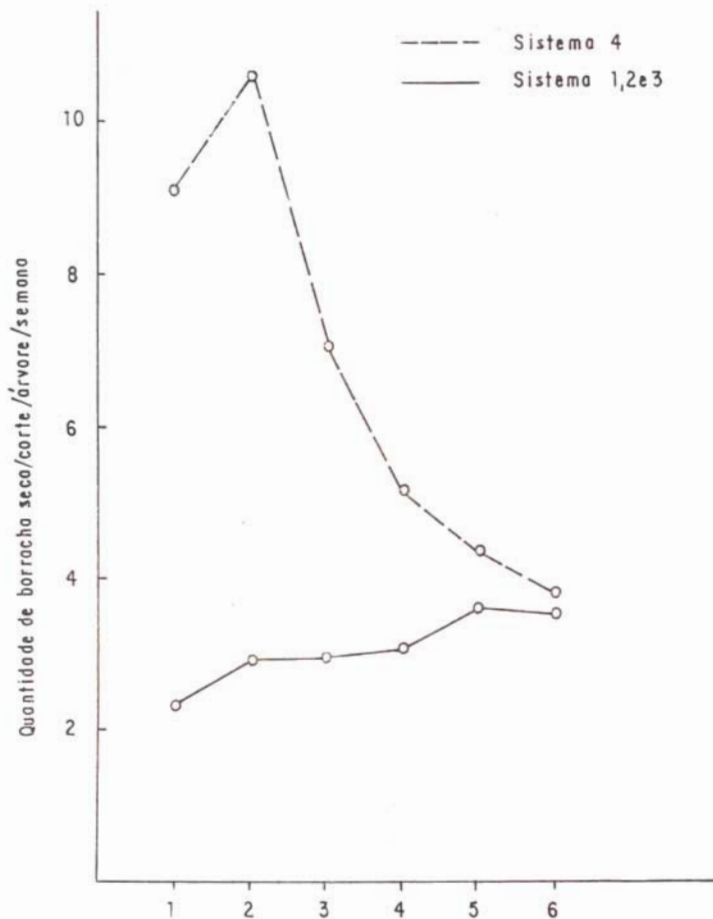


FIG. 1 Comparação das produções médias dos sistemas 1,2,3 com a do sistema 4

A espécie **Manihot heptaphylla** Ule (maniçoba de S. Francisco) produz látex com pouca tendência à coagulação, contrariamente do que ocorre com o látex produzido pela espécie **M. glaziovii** Mull. Arg., viscoso e instável, coagulando facilmente. Com efeito, constata-se, no ensaio de corte em foco, que a relação entre a borracha obtida na forma de látex e a produzida na forma de coágulo (cernambi choro) é de 96,28:3,72, uma relação semelhante a apresentada pela seringueira.

Johnson (1907) levou a efeito um experimento de corte (sangria) em maniçobas (**M. glaziovii** Mull. Arg.) de oito anos de idade plantadas na região do Porto de Beira, em Moçambique (África Orien-

tal). Foram selecionadas 110 árvores com circunferência média de 75,24 cm a um metro do solo e divididas em 18 grupos de cinco árvores e um grupo de 20 árvores. Com exceção das árvores dos grupos 11 e 12 que foram sangradas praticando furos, todas as outras foram através de incisões. Os diversos grupos foram submetidos a tratamentos específicos sendo as variações entre os mesmos, devidas não só ao tipo de corte (incisão) empregado em cada caso mas, também, ao tempo decorrido entre uma sangria e a subsequente (frequência). As sangrias, basicamente, consistiram na prática de incisões em toda a extensão do tronco desde a altura de cerca de dois metros até o nível do solo, na forma de espiral completa ou na forma de corte em espinha de peixe com diversas variantes em relação à intensidade e frequência. Feita a primeira incisão, configurada pela abertura da bandeira de corte, as sangrias subsequentes consistiram em remover quatro a cinco milímetros de casca, de cada vez, da borda inferior da incisão. A parte superficial suberizada da casca foi removida de uma só vez desde a altura de uns dois metros até o nível do solo, antes do início das sangrias, com exceção dos tratamentos 9, 11, 12 e 13, nos quais a parte superficial da casca foi removida apenas da metade do tronco em sangria e, em seguida, da outra metade, imediatamente antes de iniciado o corte na mesma.

O experimento, embora não possa ser considerado conclusivo já que foi contemplado um número limitado de sangrias, entre seis e treze por árvore, de acordo com o tratamento, com média de 9,1/cortes por árvore/tratamento, permite, no entanto, tirar algumas interessantes conclusões que podem ser assim resumidas:

— As sangrias praticadas ao anoitecer, em comparação com as praticadas pela manhã, antes do nascer do sol, não deprimem a produção em borracha seca, entretanto, a percentagem de cernambi choro formada é anormalmente elevada em detrimento da quantidade de látex; e

— O melhor tratamento foi o que consistiu da sangria em forma de incisão em espiral completa ao longo do tronco, desde uma altura de cerca de dois metros até o nível do solo, com 30 cm de distância entre incisões e frequência de uma sangria em cada quatro dias. Em seis sangrias e cinco árvores, obteve-se, nessas condições, uma produção média de 27,65g por planta/sangria. As sangrias foram feitas ao anoitecer.

Dada a natureza instável do látex da espécie **M. glaziovii** Mull. Arg. com acentuada tendência à coagulação, a obtenção de borracha na forma de látex torna-se bem mais difícil do que no caso da seringueira. No seringal racionalmente explorado obtém-se cerca de 97% de borracha na forma de látex e apenas 3% na forma de cernambi. Como média geral da produção do experimento não considerando os grupos 11 e 12, em 910 sangrias e 100 árvores, obtiveram-se 32,33 g de látex por planta/sangria, correspondentes a 6,17g de borracha seca, enquanto a quantidade média de borracha seca total por planta/sangria foi de 11,60g. A relação média entre a borracha na forma de látex e a obtida na forma de cernambi choro por planta/sangria foi de 53,19/46,81. Significa isso que, em média, cada sangria produz quantidades sensivelmente iguais de borracha na forma de cernambi choro e na forma de látex.

O experimento não permite determinar o número de cortes (sangrias) possível de ser praticado por planta/ano. O que parece não deixar dúvidas é que a maniçoba não admite ser sangrada com a mesma intensidade e frequência da seringueira.

Afirma Johnson (1907) que a maniçobeira de Moçambique, objeto do experimento em foco, não apresentou o fenômeno das resposta às sangrias desde que, invariavelmente, em todos os tratamentos a produção já começava a decrescer a partir da primeira e no máximo da terceira sangria praticada. É evidente que tal afirmação é equivocada. A resposta às sangrias não se evidenciou, no caso, pelo fato de ter sido a intensidade de corte em todos os tratamentos de tal ordem que as plantas foram sendo praticamente exauridas já a partir das primeiras três sangrias. Esse fato permite tirar uma conclusão final sobre a validade dos tratamentos utilizados no ensaio. Nenhum deles seria recomendado a não ser que se pretendesse extrair o máximo de borracha, independente da preocupação de preservar a integridade e potencialidade da planta como produtora de borracha.

Na Tabela 8, são apresentados alguns dados relevantes obtidos no ensaio de sangria levado a efeito por Johnson (1907) em maniçobas plantadas em Moçambique.

Foram os seguintes os tratamentos (sistemas de sangria) adotados:

- 1a. Dez cortes/árvore. Espiral completa. Distância entre incisões, 30 cm. Sangrias em dias alternados e repouso das árvores, de oito dias, entre o quinto e o sexto cortes.



- 1b. Seis sangrias/árvore. Semelhante a 1a, apenas a freqüência é de uma sangria em quatro dias.
- 2a. Dez sangrias/árvore. Semelhante a 1a, apenas a distância entre incisões diminui para 25 cm.
- 2b. Sete sangrias/árvore. Semelhante a 2a, apenas a freqüência das sangrias diminui para uma em quatro dias.
- 3a. Dez sangrias/árvore. Incisões em 1/2 espinha de peixe. Distância entre incisões de 33 cm. Sangrias em dias alternados. Repouso de oito dias entre o quinto e sexto cortes.
- 3b. Sete sangrias/árvore. Incisões em espinha de peixe completa. Distância entre incisões, 33 cm. Freqüência de uma sangria cada quatro dias.
- 4a. Treze sangrias/árvore. 1/2 espinha de peixe. Distância de 23 cm entre incisões. Sangrias em dias alternados. Após o quinto corte, as sangrias passam a ser praticadas na outra metade do tronco.
- 4b. Sete sangrias/árvore. Espinha de peixe completa. Distância de 23 cm entre incisões. Freqüência de uma sangria cada quatro dias.
- 5a. Nove sangrias/árvore. Espinha de peixe completa. Distância de 33 cm entre incisões. Freqüência de uma sangria em dias alternados.
- 5b. Seis sangrias/árvore. Semelhante a 5a, apenas a freqüência diminui para uma sangria cada quatro dias.
- 6a. Nove sangrias/árvore. Semelhante a 5a, apenas a distância entre incisões diminui para 23 cm e é dado um repouso às árvores de oito dias entre o quinto e o sexto cortes.
- 6b. Seis sangrias/árvore. Semelhante a 6a, apenas a freqüência é de uma sangria cada quatro dias.
7. Seis sangrias/árvore. Semelhante a 2a, apenas as sangrias são feitas ao anoitecer.
8. Seis sangrias/árvore. Semelhante a 1b, apenas as sangrias são feitas ao anoitecer.
9. Onze sangrias/árvore. Parte superficial da casca é removida em apenas metade do tronco e feitas incisões em espinha de peixe 33 cm distantes entre si. Sangrias repetidas em dias alternados. Após o quinto corte passa-se a sangrar o outro lado do tronco.

10. Onze sangrias/árvore. Semelhante a 9, apenas a distância entre incisões é diminuída para 23 cm.
11. Onze sangrias/árvore. A casca superficial é removida em apenas metade do tronco e feitos seis furos distanciados 33 cm um do outro. Cada segundo dia, repetem-se os furos imediatamente abaixo. Após o quinto corte, pratica-se a mesma operação no outro lado do tronco.
12. Onze sangrias/árvore. Retirada a casca do tronco até a altura de 2 m. Seis furos são feitos a 33 cm de distância. Cada segundo dia, novos furos são feitos imediatamente abaixo dos primeiros.
13. Doze sangrias/árvore. Removida a casca em um lado do tronco, risca-se perpendicularmente o tronco até o solo. Incisões transversais são feitas a 33 cm de distância e iguais em comprimento a um terço da circunferência do tronco. Sangrias repetidas cada segundo dia. Após o quinto corte, passa-se a cortar outro terço do tronco.

**TABELA 8. Dados de produção e tratamento do ensaio de sangria em maniçobearas**

Referência	DRC %	Produção por planta/sangria (g)				
		Látex	Borracha no látex	Borracha cernambi	Borracha seca total	Relação borracha no látex, cernambi
1a.	17,5	30,4	5,33	3,65	8,98	59,4/40,6
1b.	24,0	47,3	11,35	7,13	18,48	61,4/38,6
2a.	16,4	43,5	7,13	7,47	14,60	48,8/51,2
2b.	20,7	40,8	8,44	7,31	15,75	53,6/46,4
3a.	19,5	55,6	10,84	6,59	17,43	62,2/37,8
3b.	21,9	43,7	9,56	9,44	19,00	50,3/49,7
4a.	21,7	29,6	6,43	4,50	10,93	58,8/41,2
4b.	19,9	25,9	5,14	3,53	8,67	59,3/40,7
5a.	21,6	26,9	5,81	5,24	11,05	52,6/47,4
5b.	18,3	42,3	7,69	4,18	11,87	64,8/34,2
6a.	16,5	26,9	4,43	4,19	8,62	51,4/48,6
6b.	16,6	35,0	5,82	6,58	12,40	47,0/53,0
7	17,7	21,8	3,87	7,95	11,82	32,8/67,2
8	17,8	52,5	9,37	18,28	27,65	33,9/66,7
9	16,7	30,6	5,10	6,81	11,91	42,8/57,2
10	17,9	30,2	5,41	5,17	10,58	51,1/48,9
11	—	—	—	—	13,43	—
12	—	—	—	—	12,59	—
13	19,2	22,6	4,32	2,17	6,49	66,6/33,4

Fonte: Dados básicos, Johnson (1907).

Afirma Labroy (1913) que a sangria racional das espécies do gênero **Manihot** encontra sérias dificuldades constituindo-se problema ainda não resolvido. Decorridos 70 anos, na verdade, pouco ou nada se poderia acrescentar aos conhecimentos em voga, sobre o assunto, naqueles idos. O problema continua centrado na criação de um sistema de sangria econômico que permita extrair a quantidade máxima de borracha seca com aplicação de um mínimo de mão-de-obra sem provocar o esgotamento da planta e sem afetar o seu estado sanitário e o normal desenvolvimento vegetativo.

Os modernos sistemas de sangria que eventualmente venham a ser desenvolvidos, deverão contemplar a possibilidade e a conveniência do emprego de estimulantes da produção.

## MATERIAL E MÉTODOS

O material utilizado se constitui de amostras de borrachas coletadas nos armazéns do antigo Banco de Crédito da Borracha S/A, sendo algumas na forma de borracha bruta e outras na forma beneficiada, do tipo crepe. Trata-se de borrachas coaguladas espontaneamente pelo sistema utilizado pelos borracheiros e classificadas como "maniçoba choro" e "maniçoba chapa". Quando no estado bruto, antes de beneficiadas, essas borrachas exalam intenso cheiro pútrido e são borrachas fortemente maturadas.

Os métodos utilizados nas determinações químicas e nas provas físico-mecânicas são os preconizados pelo ASTM da American Chemical Society (Annual Book of ASTM 1974). A fórmula de vulcanização empregada foi a composição do tipo goma pura ACS-II recomendada pelo Comitê para Borracha Crua da Sociedade Americana de Química, para borrachas extrativas (Sackett 1944). A composição ACS-II é a seguinte:

Borracha .....	100,0
Captax (Mercaptobenzothiazol) .....	0,5
Óxido de zinco .....	6,0
Ácido esteárico .....	4,0
Enxofre .....	3,5

A vulcanização dos corpos de prova foi feita na temperatura de 141°C (285,8°F) sob pressão de 1.000 libras por polegada quadrada (70,36 kg/cm<sup>2</sup>) nos tempos de 30, 45, 60 e 90 minutos.

### **Características e propriedades do látex de maniçoba**

A supremacia da espécie **H. brasiliensis** Mull. Arg. como planta produtora de borracha praticamente determinou o fim de qualquer interesse sobre borracha de outras origens, interrompendo-se, após o término da I Grande Guerra Mundial em 1918, os programas de pesquisa em desenvolvimento com as maniçobas, principalmente, na antiga África Oriental Alemã (hoje República Unida da Tanzânia), com a desativação do Instituto Biológico e Agrícola de Anami fundado em 1902, sob orientação de pesquisadores alemães.

Os conhecimentos hoje disponíveis sobre o látex das maniçobas são bastante modestos e certos conceitos outrora em voga já não mais atendem à evolução mais recente da ciência. Labroy (1913) afirma que a espécie **Manihot glaziovii** Mull. Arg. apresenta um sistema de vasos laticíferos bastante semelhante ao das espécies do gênero **Hevea**. Em contrapartida, a espessura da casca das maniçobas é bem menor do que a da seringueira situando-se entre três e quatro milímetros, fato que dificulta a prática da extração do látex sem causar dano à árvore. O tipo e a disposição do sistema de vasos laticíferos nas héveas e nas maniçobas determinam, nessas plantas, certas características comuns de grande alcance econômico. Com efeito, são as seringueiras e as maniçobas as únicas espécies produtoras de borracha, no momento, conhecidas, que apresentam o fenômeno da "resposta às sangrias" segundo o qual a repetição dos cortes em dias sucessivos aumenta a produção de borracha progressivamente, até certo limite (Zimmermann 1934, Labroy 1913, Zehntner 1914, Schidrowvitz 1914). Cutler (1946) diz que no Ceará os primeiros cortes nas maniçobas são feitos com o objetivo de estimular a exudação do látex, operação que os borracheiros denominam de amansar a árvore. Segundo Zehntner (1914), na região da **M. heptaphylla** Ule, no S. Francisco, os extratores chamam de "furo de amansar" a primeira e intensiva sangria praticada em árvores virgens. Aliás, a mesma expressão "amansar" é utilizada pelos seringueiros na Amazônia quando praticam os

primeiros cortes em estradas virgens de seringueira ou naquelas que permaneceram muito tempo em repouso. Diz-se que esses primeiros cortes, de baixo rendimento em borracha, têm por objetivo "amansar a estrada".

O látex de maniçoba se apresenta na forma de líquido de cor branco-leitosa nas espécies **M. glaziovii** Mull. Arg. e **M. dichotoma** Ule e de coloração mais ou menos amarela nas espécies **M. heptaphylla** Ule e **M. toledii** Lab, (Labroy 1913, Carneiro 1913). Atribui-se ao látex da espécie **M. glaziovii** Mull. Arg. tendência à coagulação espontânea ao lado de elevada viscosidade, fatores que supostamente dificultam sua extração (Schidrowvitz 1914, Hauser 1930).

O conteúdo de borracha seca (DRC) no látex de maniçoba é muito variável em função da idade, do sistema de extração e do estado de repouso da planta. Carneiro (1913) afirma que as concentrações de borracha seca (DRC) no látex de maniçoba podem variar de 10 a 50%. Labroy (1913) admite um DRC em torno de 30%, enquanto D'Utra (1906), determinando a concentração de borracha seca em látices extraídos de maniçobeiras (**M. glaziovii** Mull. Arg.) com seis anos de idade, plantadas na Fazenda Santa Elisa, em Campinas, encontrou o valor de 17,24%. Romburgh (1903) encontrou o valor de 29% para o DRC médio de látices extraídos em plantações de maniçobas na África. Johnson (1907) determinou o valor médio de 19,07% para o DCR de 17 grupos de cinco árvores cada um, plantados em Moçambique. Coelho (1907a) determinou a densidade em várias amostras de maniçoba (**M. glaziovii** Mull. Arg.) encontrando valores oscilando entre 1,010 a 1,033, enquanto o valor encontrado por Romburgh (1903) em uma amostra de látex de maniçobeiras plantadas na África foi de 1,021 a 27°C.

A densidade do látex de maniçoba é, como no látex da seringueira, uma função do DRC, mantida constante a temperatura. Na suposição muito provável de que a densidade da fase borracha no látex seja sensivelmente igual para todos os látices, independentemente da origem, e esse valor seja igual a 0,906 a 30°C (Bekkedahl & Saffioti 1948), as diferenças nas densidades de látices procedentes de diferentes espécies botânicas com um mesmo conteúdo de borracha seca (DRC), serão devidas, evidentemente, às diferenças de densidade dos

respectivos soros (meio dispersivo do látex). Essa assertiva permite concluir que a densidade do soro do látex de maniçoba, em igualdade de temperatura, é bem mais elevada do que a do soro do látex de seringueira igual a 1,020 a 30°C (Bekkedahl & Saffioti 1948).

O látex de maniçoba sob ação de eletrólitos reage de maneira bastante semelhante ao látex de **Hevea**. Os álcalis cáusticos bem como a amônia atuam como estabilizantes. Coelho (1907b) recomenda adicionar 1,2% de amônia sobre o látex. Observa-se que esse teor é, sensivelmente, o recomendado para a preservação do látex de seringueira na base de 2% de amônia sobre a fase líquida.

Os ácidos orgânicos e minerais, bem como soluções salinas contendo cátions bi e trivalentes como  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{Al}^{+++}$ ,  $\text{Ba}^{++}$  e outros, são coagulantes do látex de maniçoba. Zimmermann, citado por Labroy (1913), recomenda o emprego de soluções de 0,5 a 1% de concentração de cloreto de cálcio como coagulante do látex de maniçoba.

Em plantações de maniçobas, na África, foi empregada com bastante êxito a seiva do sisal como coagulante (Labroy 1913). Por efeito do calor desnaturam-se proteínas contidas no látex de maniçoba provocando a coagulação do mesmo. O álcool etílico e a acetona atuam, também, como coagulantes.

Embora se conheça um grande número de agentes de coagulação de látex de maniçoba, nem todos podem ser utilizados indiscriminadamente, pois a composição da borracha obtida pode ser influenciada, até certo ponto, pelo coagulante ou sistema de coagulação utilizado, bem como as qualidades técnicas do produto podem ser, ainda, deprimidas por ação dos mesmos (Zimmermann 1934, Schidrowitz, 1914).

Coelho (1907) estampa o resultado de determinações de extrato acetônico e de resíduo mineral fixo (cinzas) em amostras de borracha de maniçoba obtidas por sete diferentes processos de coagulação, a saber:

- Coagulação espontânea (C.E.)
- Coagulação pelo ácido cítrico (C.A.C.)
- Coagulação pelo ácido sulfúrico (C.A.S.)

- Coagulação pelo álcool etílico (C.A.E.)
- Coagulação pelo ácido acético (C.A.A.)
- Coagulação pelo calor em Banho-maria (C.C.)
- Coagulação por defumação (C.D.).

Na Tabela 9, figuram os resultados analíticos.

Não são citados pelo autor certos dados relevantes como a concentração e a quantidade empregada dos coagulantes ácido cítrico, ácido acético e ácido sulfúrico e, ainda, se os coágulos obtidos procederam de um mesmo látex, para que os resultados possam ser efetivamente comparativos. De qualquer forma, os dados permitem concluir que o sistema de coagulação de fato exerce influência por vezes ponderável sobre certos parâmetros importantes da borracha. Verifica-se, dos números estampados na Tabela 9, que os ácidos cítrico e sulfúrico seriam contra-indicados, nas condições da experiência, para serem utilizados como coagulantes, pelo fato de produzirem borrachas com teores anormalmente elevados de extrato acetônico.

Chamam a atenção, ainda, os valores elevados de resíduo mineral fixo situando-se, todos, acima de 1%, fato que parece evidenciar ser a borracha de maníçoba um produto que naturalmente apresenta, como propriedade intrínseca, teores mais elevados de cinzas do que as borrachas procedentes do gênero **Hevea**.

Romburgh (1903) encontrou 1,03% de nitrogênio protéico em látex coletado de plantas cultivadas, equivalente, esse teor, a 6,43% de proteínas no látex e cerca de 20% na borracha seca integral. Apesar de tratar-se de látex com elevada proporção de substâncias protéicas, a borracha resultante da coagulação espontânea do mesmo,

**TABELA 9.** Resultados, em percentagem, das determinações de extrato acetônico e de resíduo mineral fixo (cinzas), em amostras de borracha de maníçoba, obtidas por sete diferentes sistemas de coagulação.

Parâmetro	C.E.	CAC	CAS	CAE	CAA	CC	CD
Extrato acetônico	5,18	11,41	8,71	4,86	5,98	4,03	5,63
Cinzas	2,24	1,26	1,73	1,35	1,22	1,12	2,16

Fonte: Coelho (1907).

segundo o autor, apresentou apenas 2,17% de matéria nitrogenada, teor comparável ao das borrachas do gênero **Hevea**. O teor de proteínas na borracha de maníçoba parece variável em função do sistema de coagulação empregado, sabendo-se que as borrachas procedentes da coagulação espontânea do látex e intensamente maturadas (borrachas nas quais se desenvolve atividade bioquímica prolongada com a conseqüente degradação de proteínas) apresentam menores teores de nitrogênio protéico do que as borrachas obtidas por coagulação química ou mecânica.

## **A borracha de maníçoba**

### **Características químicas**

Weber (1912) afirma que a borracha de maníçoba de qualidade superior deve conter um percentual de proteínas de 3,4 a 4,7% (0,54 a 0,75% de nitrogênio), 7,3 a 9,5% de extrato acetônico e de 1,2 a 1,8% de cinzas

Beadle & Stevens (1913) colocam a borracha de maníçoba entre as borrachas que apresentam elevados teores de nitrogênio.

Na Tabela 10, são transcritos dados analíticos de quebra de peso, cinzas, extrato acetônico, nitrogênio, proteína e hidrocarboneto determinados por diversos autores em amostras de borracha de plantação de várias procedências. A quebra de peso se refere à borracha no estado bruto, enquanto os demais parâmetros à boracha lavada, crepada e seca.

Dos dados contidos na Tabela 10, constata-se a grande variação nos teores de resinas, cinzas, nitrogênio protéico e, conseqüentemente, também, nos teores de hidrocarboneto isoprênico. Essa variação, entre outras, deve ser atribuída à heterogeneidade das plantas com relação à idade e aos sistemas de exploração e de tratamento do látex para a produção de borracha. Verifica-se, em tese, que das trinta amostras examinadas, apenas três delas apresentam teor de nitrogênio abaixo de 0,6% que é o limite máximo permitido para as borrachas da classe G.P. para usos gerais no sistema S.M.R. de padrões (RRIM-1978). Em relação ao resíduo mineral fixo, 61,6% das amostras examinadas, em número de cinquenta e duas (52), apresentam valores acima do máximo permitido para o último padrão da classifi-



TABELA 10. Dados analíticos (%) de quebra de peso, extrato acetônico, cinzas, nitrogênio, proteínas (N x 6,25) e hidrocarboneto em amostras de borracha de maniçoba de plantação.

Referência	Quebra de peso	Extrato acetônico	Cinzas %	Nitrogênio	Proteína	Hidrocarboneto
1	1,7	6,5	1,4	1,27	7,9	84,2
2	2,2	5,9	2,2	1,60	10,0	81,9
3	4,3	7,0	2,8	2,43	15,2	75,0
4	2,4	6,4	1,1	1,18	7,4	85,1
5	7,0	4,6	3,6	1,06	6,6	85,2
6	1,9	5,8	1,5	1,33	8,3	84,4
7	2,9	5,5	2,3	1,51	9,4	82,8
8	0,6	6,3	1,9	0,99	6,2	85,6
9	1,7	6,8	1,6	1,12	7,0	84,6
10	0,5	4,9	2,9	0,91	5,7	84,6
11	0,9	3,1	1,3	0,54	3,4	91,3
12	0,7	3,8	0,8	0,34	2,1	92,6
13	3,1	1,4	1,4	0,98	6,1	88,0
14	1,6	5,7	1,5	0,82	5,1	86,1
15	1,6	6,2	0,8	0,69	4,3	88,7
16	3,9	5,0	1,7	1,49	9,3	84,0
17	4,8	8,0	3,0	2,00	12,5	76,5
18	3,5	5,9	1,1	0,59	3,7	89,3
19	1,4	4,7	1,1	0,91	5,7	88,5
20	9,4	3,2	3,0	1,84	11,5	82,3
21	8,6	7,6	1,7	1,35	8,4	82,3
22	6,4	3,6	2,7	3,83	23,9	67,2
23	21,7	7,8	1,6	1,04	6,5	84,1
24	5,3	5,3	1,7	1,59	9,9	83,1
25	8,0	6,3	1,3	1,23	7,7	84,7
26	—	3,2	1,9	0,93	5,8	84,9
27	1,2	6,8	0,9	0,99	6,2	86,1
28	4,9	10,8	2,2	1,35	8,4	78,6
29	12,4	12,0	2,8	2,21	13,8	67,2
30	10,0	9,7	4,5	2,48	15,5	66,4
31	—	5,8	1,2	—	—	—
32	—	6,5	1,4	—	—	—
33	—	6,8	1,4	—	—	—
34	11,2	9,3	3,4	—	—	—
35	32,0	6,8	2,5	—	—	—
36	28,9	9,3	1,7	—	—	—
37	27,3	10,7	1,8	—	—	—

TABELA 10. Continuação

Referência	Quebra de peso	Extrato acetônico	Cinzas %	Nitrogênio	Proteína	Hidrocarboneto
38	10,0	6,6	2,5	—	—	—
39	19,2	6,3	2,0	—	—	—
40	25,5	6,3	0,8	—	—	—
41	14,3	5,9	1,3	—	—	—
42	21,0	5,3	0,7	—	—	—
43	24,0	6,1	1,2	—	—	—
44	29,9	7,2	1,6	—	—	—
45	40,4	6,9	1,9	—	—	—
46	—	6,5	2,9	—	—	—
47	—	7,5	2,1	—	—	—
48	—	8,6	0,9	—	—	—
49	—	6,5	2,1	—	—	—
50	—	8,8	1,2	—	—	—
51	—	6,0	2,0	—	—	—
52	13,0	6,8	3,6	—	—	—

Fonte: Dunstan (1912, 1913, 1914, 1916), Frank & Marckwald (1910), Zimmermann (1909), Benett (1944).

cação SMR que é de 1,50% e relativo à classe SMR-50. Em outros termos, significa que 61,6% das borrachas examinadas seriam, hoje, consideradas borrachas abaixo do padrão. Das restantes, 25% atendem ao padrão SMR-50, 9,6% ao SMR-20, 1,8% ao SMR-10 e 1,8% ao padrão SMR-5. Em relação ao teor de extrato acetônico, 36,5% das amostras examinadas apresentam valores abaixo de 6%; 38,4% entre 6 e 7% e 17,3% das amostras, acima de 8%. Borrachas com teores de extrato acetônico acima de 8% já devem ser consideradas borrachas resinosas.

Na Tabela 11, figuram dados de quebra de peso, extrato acetônico e cinzas determinados pelos autores em amostras de borracha de maniçoba extrativa. Os valores de extrato acetônico e cinzas se referem à borracha lavada, crepada e seca.

**TABELA 11. Dados analíticos (%) de quebra de peso, extrato acetônico e cinzas em borracha de maníçoba extrativa.**

Ref.	Quebra de peso	Extrato acetônico	Cinzas	Observações
111	4,21	4,20	3,10	Borracha lavada crepada e seca. Origem: Rio Grande do Norte.
112	24,60	3,30	2,90	Choro bruto. Origem: Ceará
113	41,93	4,30	2,30	Choro bruto. Origem: Rio Grande do Norte.
154	9,82	3,40	3,92	Borracha lavada, crepada e seca. Origem: Rio Grande do Norte.
155	8,20	3,42	3,75	Idem.
156	5,13	3,75	2,61	Borracha lavada crepada e seca. Origem: Ceará.
157	6,21	4,53	3,30	Idem
158	4,43	3,83	3,15	Borracha lavada, crepada e seca. Origem: Rio Grande do Norte.
159	5,67	4,30	3,14	Idem
507	14,50	4,80	1,84	Choro bruto. Origem: Pernambuco.

Os dados de quebra de peso contidos nas Tabelas 10 e 11 são bastante variáveis o que se justifica considerando que a quebra de peso por efeito da lavagem e secagem é uma característica não intrínseca da borracha, evidenciando apenas o grau de contaminação e a umidade contida na mesma. A borracha após o beneficiamento, isto é, após cuidadosa lavagem e secagem, não deverá apresentar valor significativo de quebra de peso. Observando-se, no entanto, os percentuais relativos às amostras de números 111, 154, 155, 156, 157 e 158 da Tabela 11, verifica-se que apesar de borracha beneficiada, houve uma quebra de peso ponderável por efeito de uma lavagem adicional da ordem de 4,21% e 9,82%. Esse fato demonstra que houve no caso deficiência de lavagem e provavelmente, também, excesso de talco polvilhado sobre as lâminas por ocasião do enfardamento. A borracha de maníçoba extrativa, em consequência dos métodos primitivos e pouco eficientes de preparo, na forma de borracha do tipo cho-

ro e do tipo chapa, obtidas por coagulação espontânea do látex e fortemente contaminadas por materiais estranhos, além de sujeita à prolongada ação deletéria da luz solar se apresenta, via de regra, fortemente pegajosa indicando um estágio de degradação mais ou menos adiantado. Por ocasião do enfardamento e com a finalidade de evitar que as lâminas se agreguem e formem um bloco compacto usa-se, aliás, com efeitos duvidosos, polvilhar talco na superfície das mesmas. O excesso de talco influencia em certos parâmetros importantes, como é o caso do resíduo mineral fixo (cinzas) que pode atingir valores anormalmente elevados.

Na Tabela 12, são apresentadas as médias dos valores das Tabelas 10 e 11.

Os dados contidos na Tabela 12 sugerem diferenças acentuadas em relação a todos os parâmetros comparando-se as borrachas extrativas com as de plantação. As extrativas apresentam teores bastante inferiores de extrato acetônico e nitrogênio.

Esse fato pode-se explicar lembrando que as borrachas extrativas procedem, via de regra, de árvores maduras com idade bastante avançada e submetidas a um intenso e demorado processo de maturação antes de serem beneficiadas.

**TABELA 12. Valores médios (%) de quebra de peso, extrato acetônico, cinzas e nitrogênio em borrachas de maníçoba de plantação e extrativas.**

Parâmetro	Borracha de plantação		Borracha extrativa	
	%	n.º de determ.	%	n.º de determ.
Quebra de peso	10,27	42	27,01	3
Extrato acetônico	6,99	52	3,98	10
Cinzas	1,89	52	3,00	10
Nitrogênio	1,35	30	0,53 <sup>a</sup>	1
Hidrocarboneto isoprênico	82,84	30	89,70	10

Fonte: Dados básicos contidos nas Tabelas 10 e 11.

<sup>a</sup> Amostra determinada no IPT.

A borracha de maniçoba extrativa é pouco resinosa apresentando um teor médio de extrato acetônico pouco acima do das borrachas de **Hevea**. O resíduo mineral fixo (cinzas) elevado tanto nas extrativas como nas de plantação, parece ser uma propriedade inerente e não resultante exclusivamente de contaminação e de um possível inadequado sistema de preparo. O teor médio de nitrogênio de 1,35% deve ser considerado elevado, já que, nas borrachas de **Hevea** ele raramente atinge 0,6%. O teor de nitrogênio na borracha, em parte, é uma função, também, do método de coagulação empregado. As borrachas obtidas por coagulação espontânea do látex, como no caso dos tipos extrativos de maniçoba do Nordeste que sofrem um prolongado processo de fermentação com a conseqüente degradação de proteínas, apresentam teores de nitrogênio mais baixos, comparando-se aos das borrachas de **Hevea**.

O Índice de Sujidade determinado em dez amostras de borracha de maniçoba, oriundas de diversas regiões do Nordeste, evidenciou-se extremamente elevado, atingindo o valor médio de 9,36% com um mínimo de 0,7% e máximo de 24,6% (Certificado n.º 107.704 de 24.10.52-IPT). É sumamente provável que algumas das determinações foram feitas em amostras no estado bruto, sem lavar, enquanto outras sobre amostras lavadas, crepadas e secas, daí alguns valores devendo ser considerados anormalmente altos para borrachas lavadas de qualquer origem. Como quer que seja esses resultados confirmam o fato de as maniçobas se apresentarem com elevados Índices de Sujidade. Esse aspecto negativo poder-se-á contornar, em parte, pela utilização de um sistema produtivo mais racional que envolva mais cuidado na manipulação do látex e dos coágulos de borracha, evitando contaminação por materiais estranhos.

Na Tabela 13, podem ser vistos os resultados de determinações do teor de cinzas, da plasticidade e do IRP em cinco amostras de borracha extrativa de maniçoba de várias regiões.

Na Tabela 14, são representados os valores médios da Tabela 13 e mais a média dos valores de três amostras de Acre Fina, em comparação com os valores paramétricos fixados para as classes de borracha SMR 10 da escala de padrões das borrachas da Malásia (Rubber Research Institute of Malaysia 1978).

**TABELA 13. Valores determinados de cinzas, plasticidade e IRP em amostras de borracha de maniçoba.**

Procedência	Cinzas (%)	IRP	Plasticidades	
			Wallace (P <sub>0</sub> )	Mooney <sup>a</sup>
Jacobina	4,9	35	46	71
Jacobina	2,7	78	45	70
Jequié	1,4	68	37	58
Jequié	2,0	76	29	47
Piauí	2,8	67	39	61

Fonte: Outa<sup>3</sup>

<sup>a</sup> A viscosidade Mooney ML 1+4 (100°C) foi calculada com base na equação  $VR = P_0 + 3,19$  (Nair, 1970), onde: P<sub>0</sub> = leitura inicial da plasticidade

0,691

Wallace.

VR = Viscosidade Mooney ML 1+4 (100°C).

**TABELA 14. Resultados médios comparados de cinzas, IRP e plasticidade em borrachas de maniçoba e Acre Fina (Hevea) com os correspondentes valores paramétricos exigidos para borrachas da classe SRM-10.**

Referência	Cinzas (%)	IRP	Plasticidade	
			Wallace (P <sub>0</sub> )	Mooney-ML 1+4 (100°C)
Maniçoba	2,76	65	39	61 <sup>c</sup>
Acre Fina	0,34	93	63 <sup>b</sup>	96
SMP-10	0,75 máximo	50 mínimo	30 mínimo	48 <sup>c</sup>

Fonte: Dados básicos Outa, Araújo (1975), Rubber Research Institute of Malaysia 1978 (a, b, c) valores calculados (Nair 1970).

<sup>3</sup> Outa, M. Comunicação pessoal Carta DOEO/AEP 004/82.

Dos dados contidos na Tabela 14, verifica-se que os valores referentes ao teor de cinzas, IRP e plasticidade em relação à Acre Fina atendem plenamente às exigências da classe SMR-10. A maníçoba, mesmo apresentando valores bem mais baixos do que a Acre Fina em relação à plasticidade e ao IRP, ainda assim, se enquadra francamente na classe SMR-10. O teor de cinzas, entretanto, de 2,76% se situa muito acima do valor máximo permitido para a referida classe SMR-10 e por isso, a maníçoba, estaria fora da mesma. Aliás, de acordo com os padrões da classificação SMR o teor de cinzas máximo permitido para borrachas de qualquer classe sendo de 1,50%, a maníçoba com o valor médio de 2,76% seria considerada borracha abaixo de padrão.

### Propriedades físicas e físico-mecânicas

Amostras de borracha de maníçoba, lavadas, crepadas e secas foram devidamente compostas utilizando a fórmula tipo “goma pura” ACS-II e vulcanizadas a 141°C nos tempos de 30, 45, 60 e 90 minutos. Na Tabela 15, acham-se referidos os resultados obtidos nas diversas provas a que foram as amostras submetidas. Os valores referem-se à vulcanização no tempo de 30 minutos.

Dos dados contidos na Tabela 15, verifica-se que são elevados os valores de carga de ruptura e módulos de elasticidade nas borrachas de maníçoba. Pode-se concluir, ainda, que se trata de borrachas de cura acelerada com elevados valores de Dureza Shore e com valores de alongamentos máximos (na ruptura) comparáveis aos das borrachas de **Hevea**. Como fator negativo deve-se realçar os elevados valores de Deformação permanente, propriedade que vai se refletir sobre a resiliência dessas borrachas, deprimindo-a.

Na Fig. 2, são apresentadas as curvas de vulcanização obtidas, tomando-se no eixo das abcissas os tempos de vulcanização em minutos e no das ordenadas as cargas de rupturas correspondentes, em quilos por centímetro quadrado. Cada ponto do gráfico corresponde ao valor médio de dez amostras. Comparando-se a curva descrita pelas borrachas do tipo Acre Fina com a descrita pelas borrachas de maníçoba, observa-se que enquanto aquela se apresenta ascendente em função dos tempos de vulcanização até 60 minutos para decrescer suavemente até 90 minutos de vulcanização, descrevendo assim, uma curva tipo “platô”, a maníçoba a partir de 30 minutos de vulcanização

**TABELA 15. Resultados das provas físicas e físico-mecânicas levadas a efeito em amostras de borracha de maniçoba.**

Referência	C.R. kg/cm <sup>2</sup>	A.M. (%)	Mod. a 300%	Mod. a 600%	Deformação permanente (%)	Dureza
154	227	714	23	130	15,75	43
155	217	792	12	74	11,42	39
156	223	720	21	128	16,93	44
157	220	792	12	72	12,60	—
158	228	786	15	88	12,60	40
159	228	770	12	89	12,60	—
111	200	750	15	83	10,20	35
112	228	757	23	120	20,40	40
113	217	745	20	103	18,10	31
507	201	810	10	50	—	—
Média	219	764	16	94	14,50	39

C.R. = Carga de ruptura em kg/cm<sup>2</sup>

A.M. = Alongamento máximo (na ruptura) em %

Mod. a 300% = Módulos de elasticidade a 300% de alongamento

Mod. a 600% = Módulos de elasticidade a 600% de alongamento

Dureza = Dureza na escala Shore.

descreve praticamente uma reta fortemente descendente. A Fig. 3, que é a representação do comportamento das borrachas enfocadas em relação aos valores de módulos a 600% de alongamento, em função dos respectivos tempos de vulcanização, permite complementar a análise sobre as propriedades de cura das mesmas. Observa-se na Fig. 3 que o tipo Acre Fina apresenta valores crescentes de módulos até o tempo de 90 minutos de vulcanização, comprovando assim a estabilidade dessas borrachas de cura medianamente acelerada e muito longa. Em contrapartida, as maniçobas, já a partir de 45 minutos de vulcanização, exibem módulos decrescentes, entrando algumas amostras em reversão no tempo de 90 minutos de vulcanização o que vem comprovar o caráter de borrachas de cura ultra-acelerada e de baixa estabilidade.



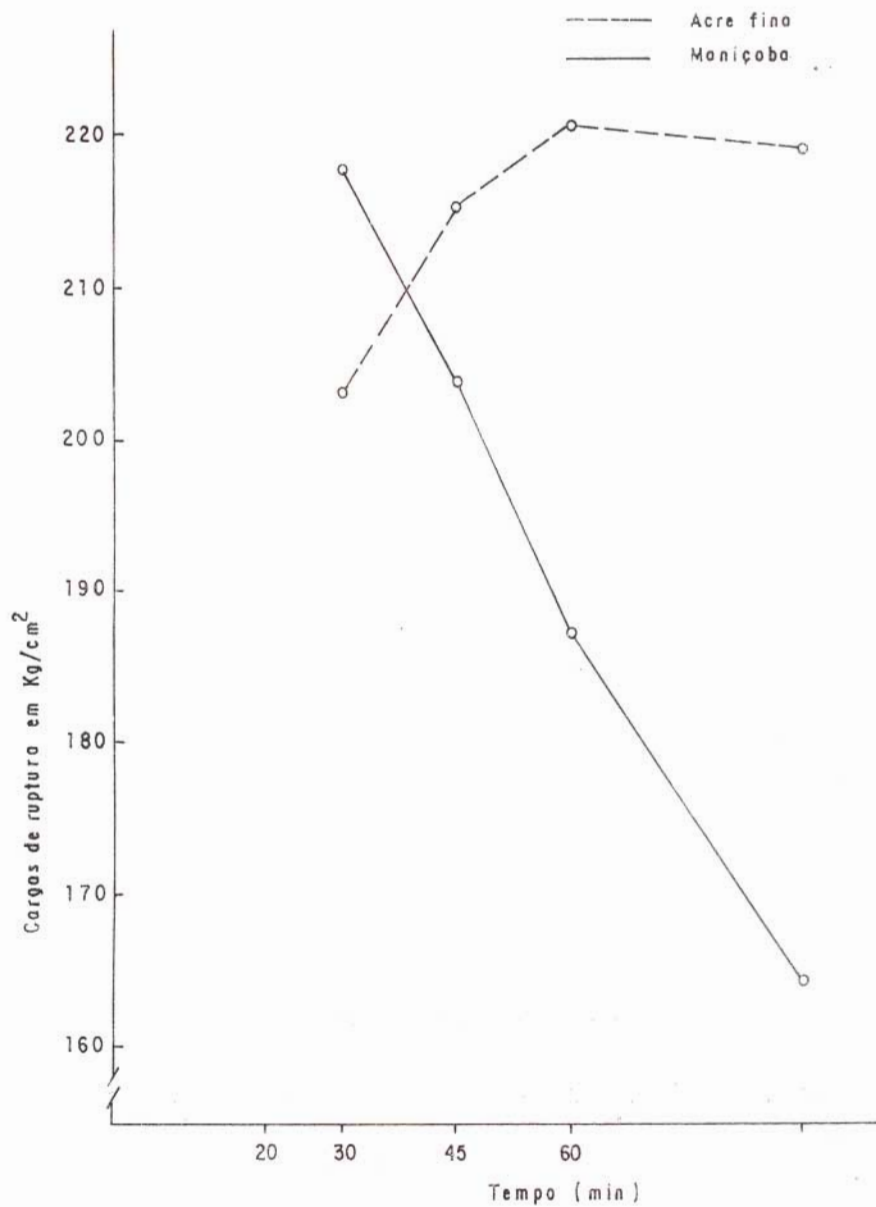


FIG. 2. Curvas de vulconização

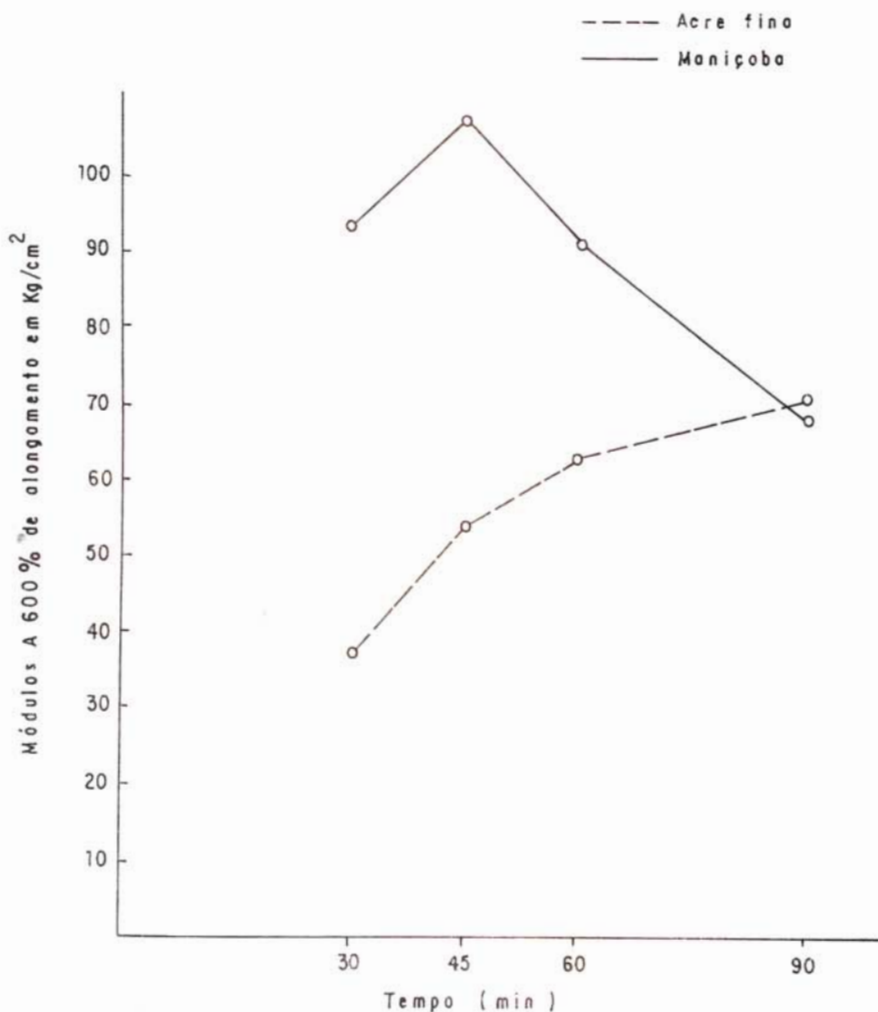


FIG. 3. Curvas de vulcanização

As maniçobas, como a grande maioria das borrachas extrativas, reagem favoravelmente ao aumento do percentual de ácido esteárico nas composições vulcanizantes. Na Tabela 16, podem ser vistos os valores de cinzas, resinas, cargas de ruptura e módulos a 600% de alongamento de duas amostras de maniçoba vulcanizadas no tempo de 60 minutos a 126°C (260°F), compostas segundo as fórmulas ACS-I com 0,5% de ácido esteárico e ACS-II com 4% de ácido esteárico.

**TABELA 16. Propriedades físico-mecânicas comparadas de duas amostras de maniçoba vulcanizadas segundo a composição ACS-I e ACS-II.**

Refe- rência	Cinzas %	Resinas %	ACS-I		ACS-II		Observações
			C. R.	Mod. a 600%	C. R.	Mod. a 600%	
1	4,30	3,40	203,06	117,99	237,75	120,77	Maniçoba chapa lavada.
2	1,75	7,15	200,11	143,94	255,30	172,03	Maniçoba choro lavada.

Fonte: Dados básicos Sackett (1944).

C.R. = Carga de ruptura em kg/cm<sup>2</sup>

Mod. a 600% = Módulo de elasticidade a 600% de alongamento em kg/cm<sup>2</sup>

Pelos dados das cargas de ruptura e dos módulos de elasticidade figurados na Tabela 16, verifica-se que a composição ACS-II com 4% de ácido esteárico exerce uma benéfica influência sobre as propriedades tênsis da borracha de maniçoba, aumentando-lhe os valores de carga de ruptura e de módulos de elasticidade em 22,29% e 15,43%, respectivamente. A composição ACS-I, com 0,5% de ácido esteárico, entretanto, já produz valores de carga de ruptura e de módulos plenamente satisfatórios, contrariamente ao que ocorre com inúmeras outras borrachas extrativas, entre as quais, podendo ser lembrado o caucho e a mangabeira.

A borracha de maniçoba não apresenta nenhum problema especial quando processada em composições industriais contendo cargas e reforçadores. Com efeito, duas amostras sendo uma de maniçoba e outra de Acre Fina, tomada como padrão de referência, foram compostas e vulcanizadas em condições comparativas, utilizando-se a seguinte formulação contendo negro de fumo:

Borracha .....	100,0
Borracha mineral (Hard Hydrocarbon) .....	5,0
Ácido esteárico .....	3,0
Óxido de zinco .....	3,0
Micronex (negro de fumo) .....	47,5

Agerite H.P. ....	1,0
Agerite Resin D ....	1,0
Enxofre ....	3,0
Captax (Mercaptobenzothiazol) ....	1,0

A vulcanização dos corpos de prova foi feita na temperatura correspondente a 30 libras por polegada quadrada de pressão de vapor (121,28°C) nos tempos de 30, 40 e 50 minutos. Submetidas as amostras vulcanizadas aos testes físicos e físico-mecânicos usuais, obtiveram-se os resultados constantes da Tabela 17.

No caso em tela, a amostra de maníçoba apresenta um valor de carga de ruptura 17,8% inferior ao da Acre Fina tomada como padrão de referência. Esse resultado, todavia, deve ser considerado, até certo ponto, irrelevante desde que a amostra de maníçoba, no momento disponível e processada, se encontrava armazenada há mais de um ano e exibia já sinais de degradação oxidativa. O que deve chamar a atenção, entretanto, é o elevado valor de Deformação permanente da maníçoba, da ordem de 41,8% superior ao da Acre Fina, resultado, de resto, que apenas vem a confirmar os resultados obtidos nas amostras vulcanizadas em composição tipo "goma pura" segundo a fórmula ACS-II. Observa-se, em relação às propriedades de cura, mais uma vez, a tendência de cura acelerada evidenciada pela maníçoba que já atingiu o tempo ótimo em 40 minutos de vulcanização.

**TABELA 17. Resultados das provas físicas e físico-mecânicas de uma amostra de maníçoba comparados aos de uma amostra de Acre Fina tomada como padrão de referência, em composição industrial.**

Borracha	C. R.	Módulos		A. M.	Dureza	Def. perm.	Tempo ótimo
		a 300%	a 600%				
Maníçoba	231	140	193	580	71	37,8	40
Acre Fina	281	80	202	610	60	22,0	50

C.R. = Cargas de ruptura em kg/cm<sup>2</sup>

Módulos a 300% = Módulos de elasticidade a 300% de alongamento

Módulos a 600% = Módulos de elasticidade a 600% de alongamento

A.M. = Alongamento (na ruptura) em %

Def. perm. = Deformação permanente em %

Tempo ótimo = Tempo ótimo de vulcanização.

Dureza = Dureza na escala Shore.

Uma característica digna de realce manifestada pela borracha de maniçoba é a propriedade de Rigidez. Essa propriedade pode ser definida graficamente. Tomando-se no eixo das ordenadas os valores de tensão em  $\text{kg/cm}^2$  e no das abcissas os correspondentes alongamentos, em %, obtém-se uma curva que descreve a função tensão/alongamento. Dos pontos correspondentes aos alongamentos de 500 e 700%, respectivamente, baixam-se duas perpendiculares ao eixo das abcissas obtendo-se, assim, um polígono delimitado pelo segmento da curva que descreve a função tensão/alongamento, pelas perpendiculares ao eixo das abcissas baixadas dos pontos de 500 e 700% de alongamento, respectivamente, e pelo segmento do eixo das abcissas entre 500 e 700% de alongamento.

Na Fig. 4, é apresentada a Rigidez de uma amostra de Acre Fina em comparação com uma de maniçoba. A área descrita pelo polígono ABCD refere-se à Rigidez da amostra padrão de Acre Fina em comparação com a área descrita pelo polígono AB'C'D relativo a amostra de maniçoba. Verifica-se até mesmo visualmente que  $AB'C'D > ABCD$ , donde se pode concluir que a maniçoba, em igualdade de condições, apresenta Rigidez nitidamente maior do que a borracha padrão de Acre Fina.

Das considerações feitas sobre as propriedades físicas, químicas e físico-mecânicas das maniçobas, pode-se inferir que se trata de borrachas que, inegavelmente, apresentam amplas possibilidades de uso e aplicação como material elastomérico de elevada qualidade.

Em comparação com as classes superiores de borracha de **Hevea**, entretanto, a de maniçoba evidencia, em tese, algumas características que a inferiorizam. O elevado teor de cinzas e sobretudo os altos percentuais de Deformação permanente e conseqüente baixa resiliência estariam contra-indicando esse tipo para uso em certas importantes linhas de manufatura, entre as quais, as bandas de rodagem de pneumáticos para veículos automotores.

Convém lembrar, todavia, que durante o ciclo de extrativismo, quando havia produção e oferta de borrachas oriundas de um sem número de diferentes espécies botânicas, a indústria manufatureira consumia esses diferentes tipos de características e propriedades, profundamente heterogêneas, fazendo mistura adequada dos mesmos em função da disponibilidade, dos preços e das propriedades, adaptando, em cada caso, as composições e as condições específicas de vulca-

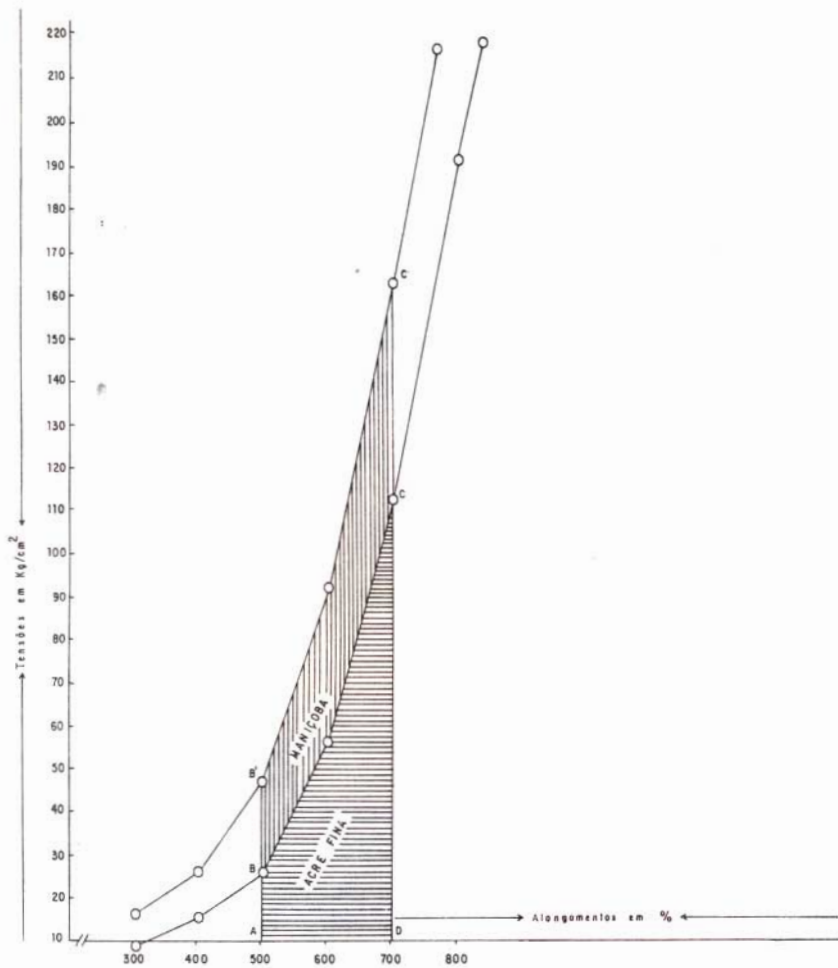


FIG. 4. Rigidez

nização, visando atingir um desempenho técnico máximo. O tecnólogo de uma fábrica de artefatos de borracha, nesses idos, era obrigado a conhecer as propriedades e o comportamento tecnológico de praticamente todas as borrachas disponíveis nos mercados. Na medida em que as borrachas de plantação de **Hevea** se foram sobrepondo às demais para, finalmente, estabelecer o domínio absoluto, o processamento nas fábricas de artefatos foi bastante simplificado pela utilização de composições e condições de vulcanização constantes uma vez que os tipos de borracha transformados passaram a ter, dentro de certos limites, suficiente constância de propriedades.

A produção doméstica de borrachas oriundas de outras espécies que não a **Hevea** e geralmente conceituadas como inferiores deve ser estimulada, pois elas podem contribuir ponderavelmente para amenizar a escassez de borracha natural ora vigente, desde que se atente para a possibilidade de consumo desses tipos em mistura, em quaisquer linhas de manufatura.

Nas Tabelas 18 e 19, acham-se estampados os resultados de provas físico-mecânicas levadas a efeito em amostras de borrachas de maniçoba, caucho e fina fraca (**H. guianensis**) e de respectivas misturas em diversas proporções, em comparação com uma amostra de Acre Fina tomada como padrão de referência.

Verifica-se, dos dados contidos na Tabela 18, que a mistura de caucho com maniçoba, em proporções iguais, apresenta propriedades físico-mecânicas comparáveis às do padrão de Acre Fina e superiores às das borrachas de origem. Nas condições da experiência, a mistura apresenta elevados valores de carga de ruptura e de módulos de elasticidade a 300 e 600%, um alongamento final (na ruptura) praticamente igual ao da Acre Fina, enquanto a deformação permanente ocupa um valor intermediário entre os valores pertinentes às borrachas de origem.

Pela análise dos dados contidos na Tabela 19, é lícito concluir que, pela judiciosa mistura de borrachas de diferentes classes e origens é possível obter um tipo que atenda e satisfaça às exigências tecnológicas requeridas em quaisquer linhas de fabricação, incluindo os pneumáticos para veículos automotores. Observe-se que nos exemplos apresentados foram utilizados somente tipos de borracha considerados inferiores. É, pois, lícito especular e esperar que a utilização de um percentual de borracha de **Hevea** de classe superior nessas misturas permitirá, de fato, a formulação de um tipo médio de pro-

priedades e características capazes de atender a quaisquer linhas de manufatura. De acordo com essa filosofia de ação, a produção de borracha de maniçoba e de outras origens não deve suscitar dúvidas em relação a mercados de consumo mas sim, apenas, no tocante a custos de produção e preços de venda. É evidente que essas borrachas só poderão conquistar mercados estáveis se oferecidas por preços competitivos.

**TABELA 18.** Resultados das provas físico-mecânicas de borrachas de caucho, de maniçoba e de mistura (caucho + maniçoba).

Borrachas	Carga de Ruptura kg/cm <sup>2</sup>	Mód. a 300% kg/cm <sup>2</sup>	Mód. a 600% kg/cm <sup>2</sup>	Alongamento máximo %	Deformação permanente %
Caucho	189	4	20	950	6,30
Maniçoba	215	19	112	745	14,17
50%* caucho + 50% maniçoba	221	12	62	817	8,26
Acre Fina	212	7	52	805	5,51

Mód. a 300% = Módulos a 300%

Mód. a 600% = Módulos a 600%

**TABELA 19.** Borrachas de maniçoba, caucho e fina fraca (*H. guianensis*) e respectivas misturas em comparação com uma amostra padrão de Acre Fina. Resultados de provas físico-mecânicas.

Borrachas	Carga de ruptura kg/cm <sup>2</sup>	Mód. a 300% kg/cm <sup>2</sup>	Mód. a 600% kg/cm <sup>2</sup>	Alongamento máximo %
Caucho	199	5	32	880
Maniçoba	215	20	115	730
<i>H. guianensis</i> (fina fraca)	129	6	35	817
50% <i>H. guianensis</i> + 50% de maniçoba	175	15	87	730
30% <i>H. guianensis</i> + 70% de maniçoba	186	15	95	730
20% <i>H. guianensis</i> + 60% de caucho + 20% de maniçoba	207	8	46	850
Acre Fina (Padrão)	212	7	52	805

Mód. a 300% = Módulos a 300%

Mód. a 600% = Módulos a 600%



## CONCLUSÕES

A borracha de maniçoba, tradicionalmente produzida com base na exploração de várias espécies pertencentes ao gênero **Manihot**, que ocorrem em formações nativas no Nordeste, apresenta algumas importantes propriedades perfeitamente comparáveis às melhores classes de borracha. Em tese, trata-se de borrachas com baixo teor de extrato acetônico e bons valores de plasticidade e IRP.

Os sistemas produtivos em voga consistem, invariavelmente, na coagulação espontânea do látex seguida de um período mais ou menos longo de maturação da borracha, durante o qual, desenvolve-se intensa atividade bioquímica com decomposição de proteínas e desenvolvimento de mau cheiro.

Os coágulos formados no tronco e nos galhos mais grossos (maniçoba choro) ou em covas ao pé das árvores (maniçoba chapa) apresentam-se altamente contaminados por areia e casca, sendo esta contaminação a principal responsável pelos elevados teores de cinzas e de sujidade na borracha beneficiada e comercializada. A prática de um sistema produtivo mais racional permitiria, sem dúvida, diminuir os valores desses parâmetros enquadrando-os dentro dos padrões pertinentes às boas classes de borracha.

A maniçoba, sendo borracha maturada, apresenta, em tese, propriedades de cura ultra-acelerada com tendência à reversão, elevados valores de carga de ruptura e módulos de elasticidade, elevada rigidez, altos valores de dureza Shore e em relação ao alongamento final (na ruptura), valores comparáveis aos das borrachas de **Hevea**. Em síntese, portanto, a maniçoba pode ser considerada borracha com excelentes propriedades tênses.

Os elevados índices de Deformação permanente, entretanto, a tornam contra-indicada para a aplicação direta em certas linhas, como a fabricação de bandas de rodagem de pneumáticos destinados a veículos automotores. Essa deficiência, todavia, pode ser contornada utilizando-se a maniçoba em misturas adequadas com borrachas de outras origens de sorte que as suas deficiências possam ser minimizadas e concomitantemente possam ser fixadas, nas misturas, as suas excelentes propriedades dinâmicas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANNUAL BOOK OF ASTM STANDARDS 1974. Philadelphia, American Society for Testing and Materials, v. 37, 1974.
- ARAUJO, A.A. Borracha natural; uma pesquisa. **Elastômeros**, 1(5):4-13, nov./dez 1975.
- BEADLE, C. & STEVENS, H.P. Insoluble constituents of Ceara and Rambong rubbers. **J. Soc. Chem. Industr.** 32(4):203, Feb. 1913.
- BEKKEDAHL, N. & SAFFIOTI, W. **Látex e borracha de mangabeira**. Belém, IAN, 1948. 42p. (IAN. Boletim Técnico, 13).
- BENNET, H. Composition of rubber from different botanical sources. **India Rubber J.**, 107(4):93-6, July, 1944.
- BORGET, M. Note sur un essai de saignée du Ceara (**Manihot glaziovii** Mull. Arg.) réalisé a la Station de Boukoko (Oubangui). **Agron. Trop.** 7(4):367-72, 1952.
- CARNEIRO, A.J. de S. **Exposição Nacional da Borracha de 1913. A borracha no Estado da Bahia**. Rio de Janeiro. Ministério da Agricultura, Indústria e Comércio, 1913. (M.A. Monografia, 21).
- COELHO, A.S. O látex de maniçoba do Ceará (**Manihot glaziovii** Mull. Arg.) sua coagulação. **B. Agric.**, São Paulo, 8(8):372-6, ago. 1907a.
- COELHO, A.S. Ainda o látex da maniçoba do Ceará. Secretaria de Agricultura Comércio e Obras Públicas do Estado de S. Paulo. **B. Agric.**, São Paulo, 8(12): 479-483, dez. 1907b.
- CORREA, M.P. **Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas**. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura, 1974. V. 5. p. 90-4.
- CUTLER, H.C. Rubber production in Ceara, Brazil. **Botan. Museum Leaflets**, Cambridge. 12(9):301-15, 1946.
- DUNSTAN, W.R. Ceara Rubber. **B. Imper. Inst.**, London, 9(1):1-9, 1911.
- DUNSTAN, W.R. Ceara Rubber from Nigeria. **B. Imper. Inst.**, London, 14:382-84, 1916.
- DUNSTAN, W.R. Ceara Rubber from Northern Nigeria. **B. Imper. Inst.**, London, 11:380-1, 1913.
- DUNSTAN, W.R. Ceara Rubber from Nyasaland. **B. Imper. Inst.**, London, 8:128, 1910.
- DUNSTAN, W.R. Ceara Rubber from Papua. **B. Imper. Inst.**, London, 13:373-4, 1914.
- DUNSTAN, W.R. Ceara Rubber from Portuguese East Africa. **B. Imper. Inst.**, London, 6:255-9, 1908.
- DUNSTAN, W.R. Rubber from Ceylon. **B. Imper. Inst.**, London, 10:380-4, 1912.
- DUNSTAN, W.R. Rubber in Nyasaland. **B. Imper. Inst.**, London, 8:381-3, 1910.

- DUNSTAN, W.R. Rubber Resources of Uganda. **B. Imper. Inst.**, London, 10:11-25. 1912.
- D'UTRA, G. **Indústria da borracha de maniçoba**. **B. Agric.** S. Paulo, 7(1):1-4, jan. 1906.
- FRANK, F. & MARCKWALD, E. East African Plantation Rubber. I. Rubber from Anami. **Gummi Zeitung**, 25:193-7, 1910.
- HAUSER, E.A. **Latex its occurrence, collection properties and technical applications**. New York, Book Department Chemical Catalog, 1930.
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS, São Paulo, SP. **Caracterização de borracha natural tipo maniçoba para fins técnicos**. São Paulo, 1978. 2p. (IPT. Relatório, 10.968).
- JOHNSON, W.H. Ceara Rubber in Portuguese East Africa. **B. Imper. Inst.**, London, 5:401-22, 1907.
- JUMELLE, H.L. **Les plantes a caoutchouc et a gutta**. Paris, Challamell, 1903.
- KINDT, R. Rubber planting in the Belgian Congo. **J. Soc. Chem. Industry**, 29(19): 1163-9, Out. 1910.
- LABROY, M.O. **Culture et exploitation du caoutchouc au Brésil**. Paris, Societé Generale d'Impression, 1913.
- MOULAY, A. Le Maniçoba. Paris, Bibliothèque d'Agriculture Coloniale. 1906.
- MARTIN, G. **Funtumia and Ceara V.S. Hevea**. **Rubb. Chem. Techn.** 8(12):541-3, Apr. 1944.
- MENDES, A. **As plantas da borracha e sua cultura**. s.l., Melhoramentos, 1948. (Biblioteca Criação e Lavoura, 11).
- NAIR, S. Dependence of bulk viscosities (Mooney and Wallace) on Malaysian parameters of natural rubber. **J. Rubb. Res.**, Malaya, 23(1):76-8, 1970.
- PEQUENO, A.F. **Exposição Nacional da Borracha de 1913. A indústria da borracha no Estado do Ceará**. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura, Indústria e Comércio, 1913 (M.A. Monografia, 6).
- POLHAMUS, L.G. **Rubber, botany, production and utilization**. New York. World Crops Books, 1962.
- REBELO, J.P. de L. **Exposição Nacional da Borracha de 1913. A indústria da borracha no Estado do Piauí**. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura, Indústria e Comércio, 1913. (M.A. Monografia, 5).
- RELATÓRIO DO BANCO DE CRÉDITO DA BORRACHA. Belém, 1944/48, 1950.
- RELATÓRIO DO BANCO DE CRÉDITO DA AMAZÔNIA. Belém, 1951/59.
- RIBEIRO, J.P. **Exposição Nacional da Borracha de 1913. A indústria da borracha no Estado do Maranhão**. Rio de Janeiro. Ministério da Agricultura, Indústria e Comércio, 1913. (M.A. Monografia, 4).

- ROMBURGH, P. VAN. Les plantes a caoutchouc et gutta percha cultivée aux Indes Neerlandaises. Batavia. G. Kolft C<sup>o</sup>, 1903.
- RUBBER RESEARCH INSTITUTE OF MALAYSIA. **Revisions to standard Malaysian Rubber Scheme 1979**. Kuala Lumpur, 1978, (SMR. Bulletin 9).
- SACKETT, G.A. Report of the crude rubber committee, presented to the division of rubber chemistry, April 26, 1974. **Rubb. Chem. Techn.**, 17:529-32, 1944.
- SCHIDROWVITZ, P. **Rubber**. New York, D. Van Nostrand, 1914.
- WARBURG, O. **Les plantes a caoutchouc et leur cultures**. Paris. Challamel, 1902.
- WEBER, G. Manihot Rubber. **J. Soc. Chem. Industry**, 31(7):348, Apr., 1912.
- ZEHNTNER, L. **Estudo sobre maniçoba do Estado da Bahia em relação ao problema das secas**. Rio de Janeiro, Ministério da Viação e Obras Públicas, 1914. (Publicação Série 1.A. Botânica, 41).
- ZIMMERMANN, A. **Der Manihot kautschouc, seine kultur gewinnung und preparation**. Yena. Verlag von Gustav — Fischer, 1913.
- ZIMMERMANN, A. **Rubber from Manihot glaziovii and cultivation of the latter at Hawaii**. **J. Soc. Chem. Industry**, 28(1):31 Jan. 1909.
- ZIMMERMANN, A. India Rubber from Manihot glaziovii. **Gummi-Zeitung**, 21:637-43, 1907.
- ZIMMERMANN, A. The Rubber producing plants; their distribution and their cultivation. In: Memmler, K. Ed. **The science of Rubber**. Ney York, Reinhold, 1934.



**Falangola editora**

Trav. Benjamin Constant, 675  
Fone : 224.8166 - Belém,PA.