



38

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

BORRACHAS NATURAIS BRASILEIRAS. VI. BORRACHAS DO GÊNERO HEVEA



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

BORRACHAS NATURAIS BRASILEIRAS.
VI. BORRACHAS DO GÊNERO HEVEA

Alfonso Wisniewski
Célio Francisco Marques de Melo

Exemplares desta publicação podem ser solicitados à
EMBRAPA-CPATU

Trav. Dr. Enéas Pinheiro s/n

Telefones: (091) 226-6622, 226-6612

Telex: (091) 1210

Caixa Postal 48

66000 - Belém, PA

Tiragem: 500 exemplares

Comitê de Publicações: Célio Francisco M. de Melo - Presidente
Francisco José Câmara Figueirêdo
João Olegário P. de Carvalho
Jonas Bastos da Veiga
Milton G. da Costa Mota
Nazira Leite Nassar
Paulo Choji Kitamura
Raimundo Freire de Oliveira
Ruth de Fátima Rendeiro Palheta
Tatiana Deane de Abreu Sá Diniz

Wisniewski, Alfonso

Borrachas naturais brasileiras. VI. Borrachas do gênero Hevea, por Alfonso Wisniewski e Célio Francisco Marques de Melo. Belém, EMBRAPA-CPATU, 1986.

36p. ilustr. (EMBRAPA-CPATU. Documentos, 38).

1. Borracha - Hevea - Avaliação. I. Melo, Célio Francisco Marques de. II. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido, Belém, PA. III. Título. IV. Série.

CDD: 633.8952

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	8
Dispersão das espécies do gênero <i>Hevea</i>	10
Produtividade	12
MATERIAL E MÉTODOS	12
RESULTADOS E DISCUSSÃO	14
Características dos látices	14
Características das borrachas secas	16
Propriedades organolépticas, químicas e físico- co-químicas	16
Propriedades físicas e físico-mecânicas	24
CONCLUSÕES	32
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	34

BORRACHAS NATURAIS BRASILEIRAS.
VI. BORRACHAS DO GÊNERO HEVEA

Alfonso Wisniewski¹

Célio Francisco Marques de Melo²

RESUMO: São estudadas as características técnicas das borra-
chas procedentes de oito espécies do gênero *Hevea* a saber:
H. brasiliensis Mull. Arg; *H. benthamiana* Mull. Arg; *H. guianensis* Aubl; *H. pauciflora* (Spruce ex Benth.) Mull. Arg;
H. nítida Mart. ex Mull. Arg; *H. rigidifolia* (Spruce ex
Benth.) Mull. Arg; *H. microphylla* Ule e *H. spruceana*
(Benth.) Mull. Arg. As amostras são oriundas de árvores na-
tivas e plantadas. A maioria, entretanto, foi preparada em
condições comparativas de látices extraídos de árvores plan-
tadas na coleção de Héveas existente na área do CPATU-
EMBRAPA (antigo IPEAN), em Belém, Pará. Em relação às carac-
terísticas químicas e físico-químicas podem ser destacados
os seguintes fatos: o teor de extrato acetônico das borra-
chas de todas as oito espécies estudadas se compara e é in-
ferior a 3,5%. O teor de nitrogênio amoniacal e por conse-
quência, de proteína bruta, é baixo situando-se entre 0,25%
e 0,37%. Um nítido fator de diferenciação, entretanto, resi-
de na plasticidade. Com efeito, as borrachas das espécies

¹ Quim. Industr., Prof. Titular FCAP. Caixa Postal, 917. CEP 66000.
Belém, PA.

² Quim. Industr., M.Sc., EMBRAPA-CPATU. Caixa Postal, 48. CEP 66000.
Belém, PA.

M. brasiliensis, *M. benthamiana* e *M. rigidifolia* apresentam valores de plasticidade Wallace (P_0) comparáveis, sendo borrachas bastante duras e de acentuado nervo. Seguem-se as borrachas das espécies *M. guianensis* e *M. pauciflora* com valores de P_0 situando-se em torno da metade do das espécies precedentes e, finalmente, a *M. nitida* produzindo borracha com plasticidade muito elevada (baixos valores de P_0), atingindo a plasticidade Wallace valores entre 10 e 16. O Índice de Retenção de Plasticidade (IRP) da borracha de seis espécies consideradas, atinge níveis bastante elevados em harmonia com as especificações dos padrões das borrachas da melhor qualidade. No que diz respeito às características físicas e físico-mecânicas dos vulcanizados de cinco espécies, deve-se ressaltar: as Cargas de Ruptura são elevadas sendo que a da borracha da espécie *M. brasiliensis* situa-se em nível ligeiramente superior, embora, tal assertiva possa ainda ser revista em função de um maior número de observações. As demais propriedades como Módulos a 300% e 600% de alongamento. Dureza ISO, Resiliência, Fadiga por compressão (de terminada em Flexômetro Goodrich), Alongamento máximo (na ruptura) de todas as espécies satisfazem plenamente as exigências dos padrões das borrachas da mais elevada qualidade. Em conclusão, pode-se afirmar que a criação de híbridos interespecíficos nos programas de melhoramento genético da seringueira não afeta adversamente a qualidade da borracha produzida por esses híbridos. Entre cinco espécies consideradas *M. brasiliensis*; *M. benthamiana*; *M. guianensis*; *M. pauciflora* e *M. nitida*, deve-se fazer restrição apenas a essa última espécie que produz borracha excessivamente plástica, pegajosa e de coloração intensamente amarela.

Termos para indexação: Elastômeros, plantas laticíferas, borrachas do gênero *Hevea*.

NATURAL BRAZILIAN RUBBERS. VI. RUBBER FROM THE SPECIES OF THE GENUS HEVEA

ABSTRACT: The technological characteristics of the rubber proceeding of the eight species belonging to the genus *Hevea* are studied. The species are *H. brasiliensis* Mull. Arg, *H. benthamiana* Mull. Arg, *H. guianensis* Aubl. *H. pauciflora* (Spruce ex Benth.) Mull. Arg, *H. microphylla* Ule, *H. spruceana* (Benth.) Mull. Arg, *H. rigidifolia* (Spruce ex Benth.) Mull. Arg, *H. nitida* Mart. ex Mull. Arg. Some rubber samples were gathered from native trees while the greater part of them was prepared in comparative conditions from latex collected from the trees planted in the area of CPATU-EMBRAPA (former IPEAN) in Belém, Pará. With regard to the chemical and physico-chemical properties we can emphasize the following: The acetone extract (resin) content of the rubber of all the eight species considered is comparable and lower than 3,5%. The percentage of nitrogen is also low and covers a range between 0,25 and 0,37%. However the most important differing property perhaps lies in the plasticity. In fact, the rubber from the species *H. brasiliensis*, *H. benthamiana* and *H. rigidifolia*, relating plasticity Wallace (Po) can be compared and presents high figures for that parameter which means that they exhibit a rather low plasticity. Indeed, they show high nerve and considerable toughness. In decreasing order of the value of the Plasticity Wallace (Po) follows the rubbers of the species *H. guianensis* and *H. pauciflora* which presents figures only about the half of the value of the proceeding species. At last the species *H. nitida* produces a rubber soft and sticky and his plasticity Wallace (Po) lies between as low figures as 10 and 16. The PRI (Plasticity Retention Index) of all the species considered reaches high values and so attend fully the requirement of the best quality standard rubbers. Concerning the physical and physico-mechanical properties we can conclude the following. The tensile strenght of *H. brasiliensis* rubber achieves a little higher values than that

of the other species. This statement however becomes not to clear in the present study owing to deficient number of observations so it can be revised as the result of availability of a major number of experimental data. Nevertheless, the difference in the tensile strenght noticed is to small that from a practical standpoint it can be considered not meaningful. As a matter of fact the rubber of al the species focused exhibit high figures for tensile strenght. The other physico-mechanical properties of vulcanizates v.g. modulus at 300 and 600% alongation, hardness (ISO) impact resilience, compression fatigue (Goodrich Flexometer method) and alongation at break of all the five species considered attends the specifications of the highest quality rubbers. In conclusion we can assert that excepting the species *M. nitida* the breeding of the other species in order to raise high yielding and disease resistant hybrids do not present any restraint not suggest any doubt concerning the technological properties and characteristics of the rubber produced.

Index terms: Elastomers, laticiferous plants, rubber from the genus *Hevea*.

INTRODUÇÃO

Das espécies do gênero *Hevea*, a *H. brasiliensis* é a única extensivamente plantada para a produção de borracha. As suas características de precocidade e produtividade aliadas à superior qualidade da borracha, fazem dessa espécie uma fonte econômica de produção de borracha natural ímpar e sem competição por parte de qualquer outra espécie laticífera. Apresenta, essa espécie, um extraordinário potencial para produzir borracha. Entretanto, não é imune ao ataque de inúmeros agentes patógenos que podem, inclusive, inviabilizar o seu cultivo em larga escala. É por essa razão que são implementados, nos Centros de pesquisa, programas de melhoramento gené

tico visando não só ao pleno desenvolvimento do potencial da espécie em relação à produtividade, mas, também e sobretudo, à tolerância aos diversos agentes patogênicos causadores de moléstias e, ainda, visando a criar clones com características de precocidade e outros que permitam a obtenção de um elevado desempenho na exploração industrial. Entre os programas de melhoramento genético da seringueira, alguns contemplam o cruzamento interespecífico da **H. brasiliensis** com outras espécies, objetivando a obtenção de híbridos com superior desempenho sob o ponto de vista agrônômico e econômico. Os cruzamentos mais intensivamente praticados têm sido entre a espécie **H. brasiliensis** e a espécie **H. benthamiana** e **H. brasiliensis** e **H. pauciflora**. Outras combinações interespecíficas têm sido praticadas ainda que esporadicamente. O objetivo final dessas hibridações tem sido o de criar clones produtivos e tolerantes a moléstias, principalmente, à "queima das folhas" provocada pelo patógeno **Mirociclus ulei** P. Henn. Nesses programas de melhoramento da seringueira, entretanto, não tem havido uma preocupação maior em indagar se os híbridos obtidos produzem borracha tecnicamente de boa qualidade. Esse questionamento se torna tanto mais objetivo e oportuno, levando-se em consideração que há deficiência de estudos mais profundos e completos, à luz de conhecimentos modernos, em relação às características tecnológicas das borrachas do gênero **Hevea** diferentes da espécie **H. brasiliensis**. E, no entanto, a tradição tem conceituado essas borrachas como sendo de qualidade inferior. A presente monografia, que é a sexta da série "Borrachas Naturais Brasileiras" e, intitulada "Borrachas do Gênero Hevea" pretende, pois, contribuir, de alguma forma, para o esclarecimento da controvérsia sobre as propriedades técnicas dessas borrachas de outras espécies do gênero **Hevea** que não a **H. brasiliensis**, algumas das quais são sistematicamente utilizadas em hibridações nos programas de melhoramento genético da seringueira.

Dispersão das espécies do gênero *Hevea*

o gênero *Hevea* é nativo no vale do Amazonas. As onze espécies atualmente aceitas e admitidas, se espalham desde o extremo Oeste a 77° de longitude acompanhando a vertente da Cordilheira dos Andes até a costa Atlântica do Território Federal do Amapá e Estado do Pará; pelo Sul a sua área extrema de ocorrência atinge a 15° de latitude Sul e na parte Norte, podem ser encontradas espécies do gênero *Hevea* nas cabeceiras do rio Orinoco, na Venezuela e no Território Federal de Roraima, ao sul de Boa Vista e, ainda, nas Guianas (Ducke 1946, Ducke & Black 1954). Nessa imensa área, que se confunde com os próprios contornos da Amazônia, as diferentes espécies de *Hevea* distribuem-se de maneira irregular e seletiva. Com exceção da *H. guianensis* que se dispersa por toda a Amazônia com diferente densidade de ocorrência, as demais espécies medram em áreas bem delimitadas.

A espécie *H. brasiliensis* encontra-se quase que inteiramente confinada na região sul do rio Amazonas. Ao norte do mesmo, a espécie só é encontrada em pequenas áreas no chamado trapézio colombiano (região entre os rios Içá, Caquetá, Uaupés e Araporis), na foz do rio Negro (Estado do Amazonas) e no Território Federal do Amapá. A espécie *H. benthamiana* ocorre no extremo noroeste do Estado do Pará, norte do Estado do Amazonas, em direção a oeste até atingir os afluentes do rio Içá. Ao sul do rio Amazonas ocupa pequenas faixas no baixo curso de alguns afluentes do rio Madeira. A *H. spruceana* ocorre somente na Amazônia brasileira entre o estuário do rio Içá, afluente do Solimões, até o rio Macará e o Baixo Jari, no Amapá. A sua distribuição acompanha as matas de várzea e igapó e, portanto, se faz numa estreita faixa ao longo dos rios e igarapés. A *H. pauciflora* é encontrada numa área bastante ampla, mas ocupando apenas manchas estreitas e dispersas na região noroeste da Hi

lêia. A espécie *H. nitida* vive principalmente no Alto Rio Negro entre os rios Uaupés e Içana, ultrapassando a margem direita do Amazonas apenas em estreita faixa ao longo do Baixo Rio Madeira; a espécie medra em pequenas manchas de solo arenoso (regossolo) em formação florística conhecida como caatinga. A *H. rigidifolia* habita as caatingas entre o rio Negro e seus afluentes Uaupés e Içana ao lado da *H. nitida* e *H. pauciflora* variedade coriácea. A *H. camporum* Ducke é uma espécie rara e ocorre nos campos naturais entre os rios Marmelos e Manicoré, afluentes do rio Madeira, no Estado do Amazonas. A *H. microphylla* confina-se na região que se estende do Médio Rio Negro ao Cassiquiare, na Venezuela. Não há conhecimento de ocorrência da mesma espécie em nenhuma outra região. Vegeta nos igapós permanentemente alagados. A *H. paludosa* Ule é pouco conhecida existindo, até o momento, apenas uma coleção tipo feita na região pantanosa nas imediações de Iquitos, no Peru. A *H. camarguiana* Pires foi inicialmente confundida com a espécie *H. camporum*. Alguns caracteres específicos e distintos, entre tanto, levaram o botânico João Murça Pires, mais recentemente, a descrevê-la como nova espécie. Ocorre nos campos de Marajó.

Constata-se, portanto, que seis espécies, *H. benthamiana*, *H. pauciflora*, *H. rigidifolia*, *H. microphylla*, *H. camarguiana* e *H. nitida* ocorrem, principalmente, ao norte da calha do Amazonas, enquanto apenas duas espécies a *H. brasiliensis* e a *H. camporum* distribuem-se preferentemente ao sul da calha do rio Amazonas. A *H. spruceana* medra tanto ao norte como ao sul do grande rio, porém, ocupando apenas estreitas faixas de igapós e várzeas inundáveis. A *H. paludosa* ocorre em apenas uma área limitada nas vizinhanças de Iquitos, no Peru, enquanto a espécie *H. guianensis* se distribui em praticamente toda a Amazônia (Brasil 1971).

Das onze espécies conhecidas do gênero *Hevea* apenas três delas, *H. brasiliensis*, *H. benthamiana* e *H. gui*

anensis têm sido exploradas continuamente para produção de borracha.

Com relação à sistemática do gênero *Hevea*, convém ressaltar, ainda, a existência de inúmeras variações ecológicas, formas de transição e híbridos, o que dificulta sobremaneira o seu estudo taxonômico. Na verdade, o conhecimento das entidades subespecíficas, no gênero *Hevea* é, ainda, altamente insatisfatório.

Produtividade

Em tese, é a espécie *H. brasiliensis* a que apresenta o maior potencial de produção de borracha seguindo-se em ordem decrescente, as espécies, *H. benthamiana*, *H. guianensis*, *H. viridis*, *H. pauciflora*, *H. rigidifolia*, *H. microphylla* e *H. spruceana* (Wisniewski 1977). É de se observar, entretanto, que todas as espécies apresentam uma grande variabilidade em relação à produção de látex e borracha, podendo-se identificar e selecionar dentro de cada espécie, plantas que se destacam pela elevada produção.

No vale do Baixo Rio Negro, a *H. benthamiana* ocorre em densidade tal que permite ser economicamente explorada pelo corte de estradas homogêneas, nos moldes convencionais. Aliás, é dessa região que tradicionalmente procede quase toda a produção de borracha dessa espécie, classificada como "borracha fraca". Nessa região e no Solimões é, também, explorada a espécie *H. guianensis*, outra borracha classificada como "fraca". Outras espécies do gênero *Hevea* são esporadicamente exploradas em função da pressão de demanda e dos preços.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram sangradas pelo sistema de meia espiral em dias alternados, em quatro épocas distintas (1960/1961,

1974, 1985 e 1986) quinze árvores de cada uma das espécies *H. brasiliensis*, *H. benthamiana*, *H. guianensis*, *H. pauciflora*, *H. rigidifolia*, *H. nitida*, *H. microphylla* e *H. spruceana* da coleção de Heveas do antigo IPEAN, hoje CPATU-EMBRAPA, em Belém, Pará. Trata-se de plantas de pé franco introduzidas de diversas regiões da Amazônia por volta de 1944, pelo botânico J. Baldwin (Baldwin 1947). Embora essas plantas se achem devidamente identificadas não se exclui a possibilidade ainda que bastante remota, da ocorrência, entre alguma delas, de híbridos.

Coletados os látices sem adição de preservativo e levados ao laboratório foram pesados e submetidos às determinações de % de DRC e de TS. Os látices coletados das sangrias em 1984 e 1985, sem diluição, foram coagulados por ação de solução de ácido acético a 2%, em condições comparativas, e os coágulos lavados e crepados pela maneira usual foram secos, na temperatura ambiente e ao abrigo da luz. As amostras de crepe preparadas em 1984 foram enviadas ao Instituto de Pesquisas Tecnológicas de S. Paulo (IPT) onde sob a supervisão do Dr. Masakazu Ota, foram submetidas a testes químicos e físico-químicos. As preparadas em 1985 foram submetidas a provas químicas, físicas e físico-mecânicas no laboratório da Pirelli S.A. Companhia Industrial Brasileira sob a supervisão do Dr. Lourenço Gualtieri. Além dessas duas séries de amostras preparadas em condições comparativas a partir de látex coletado de árvores plantadas, foram consideradas, também, amostras de borracha extrativa coletadas em diversas épocas e testadas nos laboratórios da antiga Seção de Tecnologia de Borracha do IPEAN.

As determinações de % de DRC e % de TS nos látices foram feitas de acordo com os métodos adotados pelo Rubber Research Institute of Malaya (1971). Nas determinações químicas, físicas e físico-mecânicas das amostras de borracha crua e vulcanizada utilizaram-se os métodos recomendados pelo ASTM, da American Chemical Society

(Annual Book of ASTM... 1974). Na composição para a vulcanização das amostras, empregaram-se, alternativamente, duas fórmulas. A fórmula para composição tipo "goma pura" para borrachas extrativas ACS-II, (Sackett 1944) e a fórmula ASTM D3184-2A com carga de negro de fumo, as sim representadas:

Fórmula ACS-II		Fórmula D3184-2A	
Borracha	100,00	Borracha	100,00
Captax*	0,50	TBBS*	0,70
Óxido de zinco	6,00	Ácido esteárico	2,00
Ácido esteárico	4,00	Negro de fumo	35,00
Enxofre	3,50	Enxofre	2,25
*Mercaptobenzothiazol		*N-tert.butil-2-benzothiazolsulfenamida.	

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Característica dos látices

A coloração dos látices, que em tese pode ser considerada como característica inerente à espécie produtora e, ainda, a concentração em borracha seca (% de DRC), evidenciaram-se bastante variáveis. Essas observações foram feitas em látices coletados de 137 sangrias realizadas no verão de 1960, nos meses de julho a dezembro e no inverno de 1961 nos meses de janeiro a maio e ainda no verão de 1974 nos meses de agosto a dezembro. Para efeito de determinação da % de TS e % de DRC, cujos resultados figuram na Tabela 1, não foram consideradas as 137 coletas correspondentes ao número total de sangrias efetuadas, já que em alguns casos o látex chegava ao laboratório parcialmente coagulado e, outras vezes, por várias razões, as determinações não eram feitas. O número de amostras efetivamente analisadas é o figurado na Tabela 1 para cada espécie e os valores paramétricos re

presentados correspondem à média dos valores determinados.

TABELA 1 - Coloração dos látices e do soro, valores médios de % de DRC e % de TS e diferença TS-DRC em amostras de oito espécies do gênero *Hevea*

Espécie	Nº de amostras	Coloração		DRC %	TS %	Diferença TS-DRC
		látex	soro			
<i>H. brasiliensis</i>	81	branca	incolor	35,82	39,48	3,66
<i>H. benthamiana</i>	90	branca	incolor	36,81	39,82	3,01
<i>H. guianensis</i>	93	creme	parda	41,42	44,57	3,15
<i>H. pauciflora</i>	46	creme	castanha	30,95	34,41	3,46
<i>H. rigidifolia</i>	18	branca	incolor	28,41	32,30	3,89
<i>H. nitida</i>	86	amarela	amarela intensa	34,61	37,54	2,93
<i>H. spruceana</i>	28	branca	incolor	27,55	31,43	3,88
<i>H. microphylla</i>	-	creme	amarela	-	-	-

É digna de registro a coloração intensamente amarela do látex da espécie *H. nitida*, coloração que se transfere ao soro resultante da coagulação ácida. Os látices das espécies *H. guianensis* e *H. pauciflora*, embora também amarelos, não transferem essa coloração ao soro e à borracha obtida por coagulação ácida. O soro e a borracha dessas espécies se apresentam de coloração castanho-escuro. O látex amarelo da espécie *H. microphylla* também transfere essa coloração ao soro resultante de coagulação ácida. Em relação à % de DRC dos látices chama a atenção o valor elevado correspondente à espécie *H. guianensis*. No que diz respeito à coagulação ácida, deve-se realçar o fato de que todos os látices se comportam de maneira comparativa, coagulando a pH em torno de 5.

Características das borrachas **secas**

Propriedades organolépticas, químicas e físico-químicas

As borrachas extrativas amazônicas têm sido divididas tradicionalmente em borrachas fortes que abrangem todos os tipos oriundos da espécie **H. brasiliensis** e as borrachas fracas que englobam os tipos procedentes de outras espécies do gênero **Hevea**. O critério para tal distinção se baseia, principalmente, no fato de que a borracha de **H. brasiliensis**, quando distendida, no estado cru, apresenta maior resistência à tração e maior dureza e rigidez do que as borrachas das outras espécies.

Na forma de bola defumada, as borrachas fracas deformam-se apresentando-se achatadas por serem borrachas mais moles, menos rijas e mais plásticas.

Como resultado de observação visual, resumem-se, na Tabela 2, algumas características que, embora de cunho subjetivo, permitem diferenciar, até certo ponto, as borrachas das diversas espécies do gênero **Hevea**.

TABELA 2 - Características organolépticas das borrachas do gênero **Hevea**.

Espécie	Coloração	Consistência
H. brasiliensis ^a	branca	Dura, forte, pouco plástica
H. benthamiana ^b	branca	Dura, forte, pouco plástica, menos do que <u>a</u>
H. gualanensis ^c	castanho-escuro	Mole, um pouco plástica e fraca
H. pauciflora ^d	castanho-escuro	Mole, mais plástica e pouco mais fraca do que <u>c</u>
H. rigidifolia ^e	branca	Dura e forte, comparável a <u>b</u>
H. mítica ^f	amarela-intensa	Muito plástica, fraca, mole e pega josa
H. spruceana ^g	branca	Mole, fraca, um pouco plástica, semelhante a <u>c</u>
H. microphylla ^h	amarela	Mole, fraca e plástica, mais do que <u>c</u> e menos do que <u>f</u>

Na Tabela 3 estão representados os valores para métricos de determinações químicas levadas a efeito em amostras de borrachas extrativas e de plantação, estas últimas preparadas a partir de látices coletados de árvores da coleção de Heveas do antigo IPEAN. As determinações em borrachas extrativas foram realizadas no Laboratório de Borracha do também antigo IPEAN. As amostras enviadas ao IPT foram coletadas e preparadas em outubro/dezembro de 1984, enquanto as encaminhadas à Pirelli S/A o foram sensivelmente um ano depois, em novembro/dezembro de 1985. Em ambos os casos, entretanto, as árvores sangradas foram as mesmas e o tratamento do látex e dos coágulos para preparação da borracha foi idêntico. As discrepâncias nos resultados verificados em função dos laboratórios, portanto, pode, em parte ou no todo, serem atribuídas ao fato das amostras não procederem do mesmo lote.

Analisando-se os dados contidos na Tabela 3, verifica-se que em relação ao teor de extrato acetônico, embora tenha havido notável diferença entre os dados referidos pelo IPT e pela Pirelli, todos os valores, entretanto, situam-se abaixo de 3,5%, comprovando, assim, mais uma vez, que é falsa a idéia corrente de que as borrachas fracas (procedentes de espécies do gênero *Hevea* que não a *H. brasiliensis*) seriam borrachas altamente resinosas.

Na verdade, a borracha extrativa classificada como "Benthamiana" oferecida no mercado nacional e que de fato apresenta elevados teores de extrato acetônico, nada mais é do que borracha fraudada e preparada pela incorporação, ao látex de *Hevea*, de látices de espécies exóticas altamente resinosas (Wisniewski 1949, Wisniewski & Melo 1981). Observa-se ainda que, pelos valores contidos na Tabela 3, os teores de nitrogênio e proteína bruta são baixos e comparam-se entre si. E, por fim, os valores referentes ao teor de hidrocarboneto isoprênico são elevados e perfeitamente comparáveis entre as amostras

TABELA 3 - Resultados de determinações químicas em amostras de borracha do gênero *Hevea*.

Espécie	Voláteis %	Extrato acetônico %			Resíduo Mineral Fixo %		Nitrogênio %		Proteína % (N x 6,25)		Hidrocarb_ boneto %	
		(1)	(2)		(1)	(2)	(1)	(2)**	(1)	(2)	(1 a)	(2 a)
			IPT	Pirelli								
<i>H. brasiliensis</i>	0,5	2,70*	2,30	3,30	0,28	0,10	0,36	0,29	2,25	1,79	94,25	94,81
<i>H. benthamiana</i>	0,5	2,62*	1,90	3,00	0,30	0,10	-	0,25	-	1,54	-	95,25
<i>H. guianensis</i>	0,6	2,33*	1,40	2,90	0,31	0,10	-	0,36	-	2,24	-	94,74
<i>H. pauciflora</i>	0,4	2,10	1,30	2,20	0,40	0,10	-	0,37	-	2,31	-	95,12
<i>H. rigidifolia</i>	0,4	1,36	2,00	3,00	0,43	0,10	0,31	0,27	1,94	1,71	95,87	95,29
<i>H. nitida</i>	0,4	-	1,0	3,10	-	0,10	-	0,29	-	1,79	-	95,56
<i>H. spruceana</i>	-	2,62	-	-	0,31	-	0,49	-	0,36	-	94,01	-
<i>H. microphylla</i>	0,3	2,58	-	-	0,16	-	-	0,25	-	1,55	-	95,41

(1) Borrachas extrativas

(2) Borrachas de plantação

(1a) Borrachas extrativas, por determinação direta, no IPEAN

(2a) Borrachas de plantação, por diferença

* Média de 20 amostras

** Determinado na EMBRAPA-CPATU

de todas as espécies estudadas. Pode-se, pois, concluir, que no tocante às características químicas inerentes às borrachas das oito espécies do gênero **Hevea** enfocadas não há diferenças fundamentais. Observa-se, ainda, que os valores paramétricos guardam estreito paralelismo entre borrachas extrativas e de plantaçoão obtidas por coa gulação ácida. Na Tabela 4 figuram os resultados das de terminações de Plasticidade Wallace (Po) e do Índice de Retençãõ de Plasticidade (IRP) em amostras de borracha de seis espécies do gênero **Hevea**.

TABELA 4 - Plasticidade Wallace (Po) e Índice de Retençãõ de Plasticidade (IRP) em borrachas do gênero **Hevea**.

Espécie	Plasticidade Wallace (Po)		Índice de Retençãõ de Plasticidade (IRP)	
	IPT	Pirelli	IPT	Pirelli
H. brasiliensis	61	74	80	70
H. benthamiana	62	79	82	63
H. guianensis	35	39	91	69
H. pauciflora	32	31	84	90
H. rigidifolia	57	71	88	56
H. nitida	16	12	88	75

No que diz respeito aos valores de Plasticidade Wallace (Po) contidos na Tabela 4 observa-se que os números apresentados pelo IPT e pela Pirelli, embora diferentes, pois se trata de determinação levada a efeito em séries de amostras de dois diferentes lotes, a ordem de colocação das espécies em função dos valores decrescentes é coincidente nas duas séries. Observa-se que as espécies **H. brasiliensis**, **H. benthamiana** e **H. rigidifolia** produzem borrachas duras e pouco plásticas, seguindo-se as espécies **H. guianensis** e **H. pauciflora** que podem ser comparadas e que produzem borrachas bastante

plásticas e moles e, finalmente, a H. nitida, cuja borracha se apresenta muito mole, pegajosa e excessivamente plástica. Excluindo essa última espécie, as demais produzem borrachas que se enquadram dentro das especificações SMR de gradação da borracha natural (Rubber Research Institute of Malaya 1979).

A variação na plasticidade da borracha, em função das espécies produtoras, está provavelmente ligada a fatores estruturais (Kemp & Peters 1941, Johnson 1948, Hauser et al. 1945). É conhecido o fato de que uma amostra de borracha crua sob ação de determinado solvente (benzeno, tolueno, hexana, clorofórmio etc) durante certo tempo, pode dissolver-se parcialmente ou completamente. A fração que não se dissolve mas apenas entumece, incha, recebe o nome de "gel", enquanto a fração que se dissolve é chamada de "sol". O conceito de "sol" e "gel", é na verdade, relativo. Entre outros fatores o solvente utilizado exerce decisiva influência na relação sol/gel de determinada borracha. Uma borracha pode ser completamente solúvel em um solvente v.g. clorofórmio e deixar, em contrapartida, insolúvel uma fração considerável em outro solvente menos eficiente como hexana. Se, entretanto, uma série de amostras de borracha de diferentes origens for submetida à ação de um mesmo solvente em condições comparativas, a relação sol/gel determinada pode ser considerada como uma característica intrínseca dessas borrachas.

O "gel" pode ser conceituado como sendo um sistema não fluido de dois componentes, formado pela dispersão molecular de um líquido micromolecular no seio de um polímero com ligações laterais de natureza química, intermolecular, iônica ou outra. No caso da borracha natural, as ligações laterais são de natureza intermolecular. O "gel" se forma quando a energia de interação entre as cadeias do polímero é superior a energia de interação dessas mesmas cadeias com as moléculas do líquido

micromolecular (solvente).

Sendo a borracha um polímero formado de séries homólogas de poliisopreno, essas macromoléculas diferenciam-se entre si não só em relação à massa molecular mas também ao tamanho. As moléculas de menor massa molecular e menores em tamanho difundem-se no solvente com maior facilidade do que as moléculas maiores e de maior massa molecular. Assim, tratadas duas diferentes amostras de borracha com um mesmo solvente, em condições comparativas se uma delas dissolver-se completamente e a outra deixar uma fração insolúvel na forma de "gel", pode-se inferir que a primeira delas deve ter uma distribuição estrutural de macromoléculas em que prevalecem as de menor massa molecular em relação à segunda, que em contrapartida, deve ter uma distribuição em que prevalecem macromoléculas de maior tamanho e massa molecular. Johnson (1948) estudando a distribuição de massas moleculares em uma amostra de GRS (copolímero de butadieno e estireno) concluiu que a fração do polímero formada pelas macromoléculas de menor massa se apresenta mole e pegajosa e, na medida em que vão crescendo as massas moleculares, as frações poliméricas correspondentes vão se tornando, também, cada vez mais duras e consistentes (menos plásticas). A fração "gel" englobando as macromoléculas de maior tamanho e massa apresentou um valor de viscosidade Mooney igual a 131 e sua rigidez e consistência era de tal ordem que se tornou impossível processá-la pela maneira usual. Kemp & Peters (1941) evidenciam que a borracha do tipo Fina Boliviana correspondente a Acre Fina, dura, pouco plástica e de elevado nervo, apresenta um valor médio de massa molecular elevado e também uma ponderável fração residual de "gel", enquanto uma amostra de borracha crepada de *Urceola* spp. (Java), mole e fraca, nas mesmas condições apresenta valor de massa molecular média baixo e, praticamente, nenhuma fração "gel". A plasticidade (viscosidade) da borracha

natural é uma função, entre outras, da distribuição das massas moleculares da fração "sol" e da relação entre as frações "sol" e "gel".

Foram preparadas em condições comparativas, amostras de borracha oriundas de sete diferentes espécies do gênero **Hevea**, utilizando a seguinte metodologia: selecionada uma árvore de cada espécie, foram as árvores sangradas e o látex coado foi coagulado, sem diluição, em pH em torno de 5, por ação de solução de ácido acético a 2%. Os coágulos, compactados manualmente, foram mantidos debaixo de água corrente durante 48 horas, cortados em grânulos de cerca de um milímetro e secos à vácuo na temperatura ambiente. Cerca de um grama de cada uma das amostras foi macerado, a seguir, em 80 ml de acetona. As amostras extraídas foram dissecadas a vácuo e, finalmente, tratadas com 200 ml de benzeno, durante 48 horas, sem agitar. Separadas por filtração através de uma tela de 100 meshes (+ 150 micra de abertura) as frações solúvel (sol) e insolúvel (gel), essa última lavada com 5 ml de benzeno foi seca em estufa a 100°C e pesada. A fração "sol" foi calculada por diferença. As amostras de borracha não sofreram tratamento mecânico de nenhuma espécie. Os resultados das determinações das relações entre as frações "sol" e "gel" em sete espécies de borracha do gênero **Hevea** estão representados na Tabela 5.

Analisando-se os valores contidos na Tabela 5 verifica-se que as borrachas das espécies **H. brasiliensis**, **H. benthamiana** e **H. rigidifolia** são as que apresentam os percentuais mais elevados de fração "gel", seguindo-se as borrachas das espécies **H. guianensis** e **H. pauciflora** com valores bem mais baixos e, finalmente, as das espécies **H. nitida** e **H. microphylla** que, nas condições do tratamento, não produziram fração "gel" sendo totalmente solúveis. Esses resultados guardam um perfeito paralelismo com os valores correspondentes de Plasticidade

Wallace determinados e figurados na Tabela 4

TABELA 5 - Relação sol/gel em borrachas de sete espécies do gênero **Hevea**.

Espécie	Extrato Acetônico %	Proteína (Nx6,25) %	Cinzas %	Sol %	Gel %	Total
H. brasiliensis	2,17	1,79	0,10	13,98	81,96	100,00
H. benthamiana	1,93	1,54	0,11	55,73	40,69	100,00
H. guianensis	2,25	2,24	0,12	73,72	21,67	100,00
H. pauciflora*	1,80	2,31	0,10	83,29	12,50	100,00
H. rigidifolia	1,84	1,71	0,10	57,31	39,04	100,00
H. nitida	1,43	1,79	0,10	96,68	-0-	100,00
H. microphylla	2,40	1,50	0,10	96,00	-0-	100,00

* Clone P-9

Em relação aos valores de Índice de Retenção de Plasticidade (IRP), estampados na Tabela 4, observam-se alguns resultados divergentes. Deve-se levar em consideração que as amostras testadas não se referiam a um mesmo lote além do que, as provas foram feitas em dois diferentes laboratórios. Constata-se que os valores determinados no IPT são todos elevados (acima de 80%), enquanto os obtidos na Pirelli são, em tese, mais baixos, sendo que o referente à borracha da espécie **H. rigidifolia**, marcadamente mais baixo do que os de todas as outras espécies. O importante, entretanto, é que as três espécies mais utilizadas nos programas de melhoria genética da seringueira, **H. brasiliensis**, **H. benthamiana** e **H. pauciflora** apresentam valores elevados de IRP independente do laboratório onde os testes foram executados. A borracha da espécie **H. guianensis** explorada e produzida nos seringais nativos apresenta, também, elevado valor de IRP.

É oportuno lembrar que as especificações do sistema SMR de gradação de borracha natural (Rubber Research Institute of Malaya 1979) admite, como mínimo para os tipos SMR GP (obtido de mistura, para usos gerais) e o tipo SMR-10, um IRP mínimo de 50%. Essas borrachas são produzidas a partir do material de campo. As classes superiores de borracha procedentes de processamento de látex, incluindo o SMR-5 e os demais tipos de viscosidade estabilizada, exigem um valor mínimo de IRP igual a 60%. Dos dados contidos na Tabela 4 pode-se concluir que, à exceção da borracha da espécie **H. rigidifolia** que testada no laboratório da Pirelli deu um valor de IRP de 56%, as borrachas de todas as outras espécies, independente do laboratório onde a prova foi realizada, apresentam valores acima de 60% e, portanto, atendem e satisfazem plenamente os valores paramétricos das classes de borracha da mais elevada qualidade.

Propriedades físicas e físico-mecânicas

Na Tabela 6 estão representados os resultados das provas a que foram submetidas diversas amostras de borracha extrativa oriundas de seis espécies do gênero **Hevea**. As amostras, após beneficiadas (lavadas, crepadas e secas) foram compostas segundo a fórmula tipo "goma pura" ACS-II com 4% de ácido esteárico e submetidas à vulcanização na temperatura de 141°C, nos tempos de 20, 30, 45, 60 e 90 minutos. Os valores referidos são os determinados em corpos de prova no tempo de vulcanização considerado ótimo. Todas as amostras são de origem perfeitamente identificada e absolutamente confiáveis em relação à procedência.

Os valores de Módulos a 300 e 600%, Alongamento Máximo e Deformação Permanente das espécies **H. brasiliensis**, **H. benthamiana** e **H. guianensis** podem ser considerados equivalentes. O valor de Carga de Ruptura de **H. guianensis** é 6,3% inferior ao de **H. brasiliensis** e 5%

Tabela 6 - Resultado das determinações físicas e físico-mecânicas levadas a efeito em amostras de borracha do gênero **Hevea**.

Espécie	Cargas de Ruptura kg/cm ²	Alongamento Máximo %	Módulo 300% kg/cm ²	Módulo 600% kg/cm ²	Deformação Permanente %	Dureza Shore
H. brasiliensis (1)	222	797	10	64	6,3	34,4
H. benthamiana (1)	219	789	9	64	5,3	34,9
H. guianensis (1)	208	789	9	67	5,6	36,0
H. pauciflora (2)	145	717	9	66	2,8	35,0
H. rigidifolia (2)	162	770	10	69	-	31,0
H. microphylla	191	835	7	40	5,5	28,0
H. spruceana (3)	246	740	18	124	8,4	31,0

(1) Média de 20 amostras

(2) As amostras se achavam parcialmente degradadas.

(3) Crepe procedente de Belterra obtido por secagem do látex integral.

inferior ao de **H. benthamiana**, diferenças essas, esta tisticamente, significantes a nível de 5% de probabili dade. Na prática, porém, tais diferenças não se reves tem de maior significado. A diferença entre os valores de Carga de Ruptura de **H. benthamiana** e **H. brasiliensis** por outro lado é, estatisticamente, não significativa.

Os valores de Carga de Ruptura das borrachas das espécies **H. pauciflora** e **H. rigidifolia** apresentam-se baixos, devendo-se creditar esse fato, provavelmente, à circunstância de que as amostras testadas foram recebi das já parcialmente degradadas. Os valores de Módulos a 300 e 600% de alongamento dessas amostras, entretanto, comparam-se satisfatoriamente com os das espécies **H. bra** siliensis, **H. benthamiana** e **H. guianensis**. Os valores paramétricos relativos à borracha da espécie **H. micro** phylla e constantes na Tabela 6 são, em tese, inferio res aos das borrachas das três espécies exploradas co mercialmente (**H. brasiliensis**, **H. benthamiana** e **H. guia** nensis). Os resultados referentes à borracha da espécie **H. spruceana** não devem ser considerados normais. Com efeito, eles se referem a duas amostras de crepe obti dos por evaporação do látex. Observam-se, nessa amos tra, elevados valores de Carga de Ruptura e de Módulos a 300 e 600% de alongamento. O valor de Deformação Per manente, também elevado, indica presença na borracha de relativamente alto teor de material inerte.

Na Tabela 7 apresentam-se os resultados de provas físicas e físico-mecânicas levadas a efeito, no Labora tório da Pirelli, em amostras de borracha compostas e vulcanizadas segundo a fórmula ASTM-D3184-2A com 35% de negro de fumo como carga reforçadora.

Analisando os dados contidos na Tabela 7, obser va-se que o valor de Carga de Ruptura da borracha de **H. brasiliensis** é superior ao das demais espécies em per centual que vai de 12,41% em relação à **H. guianensis** e

TABELA 7 - Resultados de provas físicas e físico-mecânicas levadas a efeito em cinco amostras de borracha do gênero **Hevea**.

Espécie	Cargas de Ruptura kg/cm ²	Módulo a 300% kg/cm ²	Alongamento Máximo %	Dureza ISO	Resiliência (1) %	Flexômetro (2) Goodrich-28 Δ t
H. brasiliensis	282	135	478	55	68	12°C
H. benthiana	249	136	442	58	68	12°C
H. guianensis	247	121	445	53	72	12°C
H. rigidifolia	256	123	466	56	68	12°C
H. nitida	248	140	424	54	72	13°C

(1) De acordo com o método ASIM-D1054-66

(2) De acordo com o método ASIM-D623-67

9,22% em relação à *H. rigidifolia*. As determinações se referem a apenas um ensaio, sem repetições, daí permanecer certa dúvida sobre a validade desses resultados, especialmente, se se considerar que em estudo anterior (Wisniewski & Melo 1981), os valores de Carga de Ruptura de 20 amostras de borracha das espécies *H. brasiliensis*, *H. benthamiana* e *H. guianensis*, comparados entre si, evidenciaram diferenças estatisticamente significante apenas entre os valores de *H. guianensis* e *H. brasiliensis* e ainda *H. guianensis* e *H. benthamiana*, mas entre *H. benthamiana* e *H. brasiliensis* a diferença se apresentou não significante. Os valores de Carga de Ruptura devido às borrachas das espécies *H. benthamiana*, *H. guianensis* e *H. nitida*, constantes na Tabela 7, são praticamente idênticas, enquanto o da borracha da espécie *H. rigidifolia* é ligeiramente superior, alcançando o valor de 3,1% acima do valor médio daquelas espécies. Essa diferença, em termos práticos, não se reveste de maior significado.

Analisando-se os dados relativos aos Módulos a 300% de alongamento, da Tabela 7, verifica-se que o maior é o devido à borracha de *H. nitida*, 15,7% superior ao do menor valor devido à borracha de *H. guianensis*. A diferença entre os Módulos de *H. nitida* de um lado e *H. brasiliensis* e *H. benthamiana* de outro é de apenas 3,7%, uma diferença insignificante.

O comportamento da borracha da espécie *H. nitida*, no que diz respeito ao valor do Módulo a 300% de alongamento, não apresenta uma aparente justificativa. Seria mais consentâneo, pelo contrário, que esse valor se aproximasse do da espécie *H. guianensis*, em harmonia com as demais características das borrachas dessas duas espécies, a saber: plasticidade elevada (baixos valores de Po), IRP elevado, Cargas de Ruptura praticamente iguais, percentagem de deterioração comparável na prova de envelhecimento artificial, Dureza ISO comparável, valores de

Resiliência comparáveis e na prova da Fadiga por Compressão, pelo método do Flexômetro de Goodrich, o aumento de temperatura para a amostra de **H. nitida** foi de 1°C superior ao da amostra da espécie **H. guianensis** e ao das demais espécies. Assim, de fato, o valor de 140 kg/cm² para Módulo a 300%, o mais elevado, determinado na borracha da espécie **H. nitida** parece afastar-se da expectativa, em função das demais características apresentadas por essa borracha. A fim de esclarecer essa dúvida haveria, pois, necessidade de repetir o experimento e confirmar ou não os resultados relativos a Módulos a 300% de alongamento determinados e constantes na Tabela 7.

Em relação à Dureza ISO, verifica-se que as borrachas das três espécies **H. brasiliensis**, **H. benthamiana** e **H. rigidifolia** diferenciam-se entre si em valor máximo de apenas 5,4% que, em termos práticos, não representa maior significado. Já as borrachas das espécies **H. nitida** e **H. guianensis** apresentam valores que se diferenciam em menos de 2% e por isso podem ser considerados equivalentes nas condições do experimento.

Ainda de acordo com os dados contidos na Tabela 7 verifica-se que em relação à Resiliência, as borrachas das espécies **H. guianensis** e **H. nitida** apresentam valores 5,8% mais elevados do que os correspondentes às borrachas das demais espécies enfocadas e cujos valores se apresentam idênticos. No que diz respeito a esse parâmetro, novamente surge a indagação sobre se o desvio ocorrido seria o resultado fortuito de erro experimental e, portanto, sem nenhum significado ou se, de fato, essas borrachas no que se refere à Resiliência apresentam características ligeiramente superiores às demais. Essa dúvida, com efeito, é tanto mais justificada por que observando-se os valores obtidos na prova de Fadiga por Compressão, determinada pelo método do Flexômetro de Goodrich, verifica-se que a borracha de **H. nitida**

é a única que se afastou apresentando o valor de Δt 1°C acima das demais amostras testadas, o que deve ser interpretado como sendo a borracha que mais energia absorveu e, por via de consequência, seria a borracha menos resiliente do que as demais.

O comportamento físico da borracha é uma função direta da natureza das longas cadeias, isto é, do tamanho e da forma das moléculas (Gee 1945). Em relação ao tamanho e forma das moléculas, a borracha apresenta-se heterogênea o que pode ser evidenciado através da determinação da distribuição das massas moleculares na borracha em solução. A borracha dissolvida forma, na verdade, um sistema polidisperso. Já há mais de meio século Whitby, citado por Kemp & Peters (1941), postulava o que hoje se constitui fato estabelecido, que a fração solúvel da borracha natural constitui-se de uma série homogênea de hidrocarbonetos que se diferenciam amplamente por suas massas moleculares.

As borrachas das espécies do gênero **Hevea** que apresentam uma relação sol/gel específica e diferenciada para cada espécie, é provável que apresentem, também, diferentes modelos de distribuição de massas moleculares. A variação em relação as suas características e propriedades físicas e tecnológicas poderia ser explicada, portanto, em função dessa variação dos modelos de distribuição das massas, do tamanho e da forma das moléculas.

Na Tabela 8 são apresentados os resultados do teste de envelhecimento acelerado, na estufa de ar em temperatura de 100°C durante 48 horas, de acordo com o método ASTM-D573-72. Atribui-se o índice igual a 100 a menor percentual de deterioração que corresponde a espécie **H. brasiliensis**.

TABELA 8 - Resultados da prova de envelhecimento artificial.

Espécie	Carga de Ruptura (kg/cm ²)		Deterioração %	Índice
	Antes	Depois		
H. brasiliensis	282	51	81,95	100,0
H. benthamiana	249	39	84,42	103,0
H. guianensis	247	28	88,43	107,9
H. rigidifolia	256	39	84,86	103,5
H. nitida	248	26	89,30	108,9

Pelos dados contidos na Tabela 8 infere-se que a prova foi realizada em condições de temperatura e/ou tempo de duração muito severas, daí o resultado não ter apresentado diferenças muito evidentes. De qualquer maneira parece que, mais uma vez, as borrachas das espécies **H. brasiliensis**, **H. benthamiana** e **H. rigidifolia** podem ser colocadas no mesmo plano com uma diferença máxima de 3,5% de deterioração, enquanto as das espécies **H. guianensis** e **H. nitida**, em outro grupo, com uma deterioração mais elevada, de 7,9% e 8,9%, respectivamente, em comparação com a da espécie **H. brasiliensis**. O elevado percentual de deterioração verificado em todas as amostras, pode ser explicado pelo fato de que a fórmula para vulcanização utilizada foi a ASTM-D3184-2A, sem antioxidante.

A experiência tem demonstrado que as chamadas "borrachas fracas", especialmente a borracha de **H. guianensis**, não se conservam bem quando armazenadas por tempo mais prolongado. O exemplo seguinte é bem elucidativo. Uma amostra de borracha extrativa do tipo Fina defumada da espécie **H. guianensis**, procedente do Alto Solimões fora dividida em duas porções, A e B. A primeira (A) vulcanizada e testada em determinada data e a outra (B), abandonada à luz difusa, vulcanizada e testada exa

tamente dois anos e três meses depois da primeira (A). Os resultados verificados constam na Tabela 9.

TABELA 9 - Comparação entre duas amostras de borracha da espécie **H. guianensis**.

Amostra	Módulos a		Carga de Ruptura kg/cm ²	Alongamento Máximo %	Deterioração %
	300%	600%			
A	11	74	210	760	-
B	10	65	127	710	39,5

CONCLUSÕES

Analisando-se os dados relativos às provas químicas e físico-químicas, verifica-se que não existe diferença em relação ao teor de extrato acetônico entre as borrachas de todas as espécies examinadas. É portanto, falsa a conceituação corrente de que as borachas das espécies do gênero **Hevea** que não a **H. brasiliensis** seriam borrachas resinosas e por esse motivo inferiores. Entre as borrachas das espécies do gênero **Hevea** existe uma nítida diferença no que diz respeito à Plasticidade Wallace (Po). Enquanto, em tese, as borrachas das espécies **H. brasiliensis**, **H. benthamiana** e **H. rigidifolia** compararam-se e apresentam-se mais duras e menos plásticas do que as demais, as borrachas das espécies **H. guianensis** e **H. pauciflora** também se igualam, sensivelmente, e as colocam em posição intermediária, ainda satisfazendo as especificações SMR de gradação da borracha natural. Com efeito, o valor mínimo exigido para todas as classes de borracha é igual a 30. Verifica-se, ainda, que a borracha da espécie **H. nitida**, com um valor de Plasticidade Wallace abaixo de 20, não satisfaz os padrões do sistema SMR e, portanto, deve ser considerada borracha abaixo do

padrão.

No que diz respeito aos valores de Índice de Retenção de Plasticidade (IRP), pode-se afirmar que as borrachas do gênero *Hevea*, independente da espécie da qual procedem, apresentam, todas, elevados valores, satisfazendo assim os padrões de qualidade das melhores classes de borracha.

No tocante às características físico-mecânicas, analisando-se os dados relativos às amostras compostas, segundo a fórmula tipo "goma pura", ACS-II, com 4% de ácido esteárico, pode-se afirmar que em relação às Cargas de Ruptura, as borrachas de *H. brasiliensis* e *H. benthamiana* comparam-se. A média dos valores de Carga de Ruptura de 20 amostras de borracha das espécies *H. brasiliensis*, *H. benthamiana* e *H. guianensis*, apresentaram uma diferença estatisticamente significativa a nível de 5% de probabilidade, apenas em relação à borracha da espécie *H. guianensis*. Essa diferença, de cerca de 6% na prática, não se reveste de maior significado. Na composição ASTM-D.3184-2A, com 35% de negro de fumo, conforme se constata pelos dados figurados na Tabela 7, a diferença nos valores das Cargas de Ruptura entre a espécie *H. brasiliensis* e as espécies *H. benthamiana*, *H. guianensis*, *H. rigidifolia* e *H. nitida* se situa entre 9 e 13%. Esse resultado, entretanto, não deve ser tomado como definitivo, pois trata-se de inferência baseada no estudo de apenas uma série de amostras, sem repetição.

No tocante às provas de Resiliência, Dureza (ISO) e Fadiga por Compressão determinada no Flexômetro de Goodrich pode-se afirmar que os resultados determinados em todas as amostras, à exceção da borracha de *H. nitida*, equivalem-se.

Na prova de envelhecimento artificial, os resultados, ainda que não muito evidentes em face das condições excessivamente severas em que fora realizada, sugerem, mais uma vez, a equivalência de comportamento en

tre as borrachas de *H. brasiliensis*, *H. benthamiana* e *H. rigidifolia*, enquanto as das espécies *H. guianensis* e *H. pauciflora* colocam-se em plano ligeiramente inferior.

Assim, em síntese, pode se afirmar:

- A única diferença entre as propriedades das borrachas das espécies do gênero *Hevea* claramente evidenciada está na plasticidade. Colocam-se em ordem decrescente de valores de Plasticidade Wallace (Po) e portanto, em ordem crescente de plasticidade, as três espécies, *H. brasiliensis*, *H. benthamiana* e *H. rigidifolia*, seguida de *H. guianensis* e *H. pauciflora* e, finalmente, da borracha de *H. nitida*, mole, pegajosa, com valor de plasticidade (Po) abaixo dos padrões do sistema SMR de gradação da borracha natural. As demais propriedades físicas, químicas e físico-mecânicas não apresentam diferenças capazes de colocar a borracha, de quaisquer das espécies estudadas, abaixo dos padrões de qualidade universalmente aceitos.

- À exceção de *H. nitida* as espécies *H. benthamiana*, *H. guianensis*, *H. pauciflora*, *H. rigidifolia* e *H. brasiliensis* podem ser utilizadas em programas de melhoramento genético da seringueira, na obtenção de híbridos, sem que fique comprometida a qualidade tecnológica da borracha produzida pelos mesmos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANNUAL BOOK OF ASTM STANDARDS, Philadelphia, American Society of Testing and Materials. v.37, 1974.

BALDWIN JUNIOR, AT. *Hevea rigidifolia*. *Am. J. Bot.*, 34(5):261-6, 1947.

BRASIL. SUDHEVEA. Plano Nacional da Borracha. VII. O gênero *Hevea*: descrição das espécies e distribuição geográfica. s.l., 1971. p.1-57.

- DUCKE, A. **Novas contribuições para o conhecimento das seringueiras na Amazônia Brasileira II.** Belém, IAN, 1946, p.1-46. (IAN. Boletim Técnico, 10).
- DUCKE, A. & BLACK, G.A. **Notas sobre a fitogeografia da Amazônia Brasileira.** Belém, IAN, 1954. p.1-60. (IAN. Boletim Técnico, 29).
- GEE, G. Recent advances in the physics and chemistry of rubber I. The Size and Shape of the Rubber Molecule. **Rubber Chem. Technol.**, 18:707-11, 1945.
- HAUSER, E.A.; LE BAU DS & YEN SHEN. A study of the various molecular fractions of Rubber and their behaviour during vulcanization. **Rubber Age**, 58(1), 1945.
- JOHNSON, B.L. Effect of molecular weight distribution on physical properties of natural and synthetic polymers. **Ind. Eng. Chem.**, 40(2):351-6, 1948.
- KEMP, A.R. & PETERS, H. Fractionation and molecular weight of Rubber and gutta percha. **Ind. Eng. Chem.**, 33(11):1391-8, 1941.
- RUBBER RESEARCH INSTITUTE OF MALAYA. Analytical Chemistry Division. Kuala Lumpur, Malásia. **Manual of laboratory methods testing Hevea latex.** 2 ed. rev. Kuala Lumpur, 1971.
- RUBBER RESEARCH INSTITUTE OF MALAYSIA, Kuala Lumpur, Malásia **Revision to standard.** Malaysian Rubber Scheme. Kuala Lumpur, 1979. (Standard Malaysian Rubbers. Bulletin, 9).
- SACKETT, G.A. Report of the Crude Rubber Committee presented to the Division of Rubber Chemistry. **Rubber Chem. Technol.**, 17:529-32, 1944.
- WISNIEWSKI, A. **Fraudes no preparo da borracha crua.** Belém, IAN, 1949. (IAN. Boletim Técnico, 16).
- WISNIEWSKI, A. **Hevea benthamiana e H. pauciflora como fontes potenciais de produção de borracha.** Belém, FCAP, 1977. p.15-26. (FCAP. Boletim, 9).

WISNIEWSKI, A. & MELO, C.F.M. de. Borrachas naturais brasileiras II.
Borrachas de *M. benthamiana* e *M. guianensis*. Belém, EMBRAPA-CPATU,
1981. (EMBRAPA-CPATU. Miscelânea, 7).



Falangola Editora

Trav. Benjamin Constant, 675

c/ Aristides Lobo

Tels.: 224-8166 - 8012

Belém - Pará