



EMBRAPA

CENTRO DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DO TRÓPICO ÚMIDO

Intercâmbio

BORRACHAS NATURAIS BRASILEIRAS II

Borrachas fracas; borrachas de **H. benthamiana** e **H. guianensis**

MISCELÂNEA Nº 7

BELEM - PARA

1981



EMBRAPA
CENTRO DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DO TRÓPICO ÚMIDO

BORRACHAS NATURAIS BRASILEIRAS II

Borrachas fracas; borrachas de *H. benthamiana* e *H. guianensis*

Alfonso Wisniewski

Químico Industrial, Prof. Titular da FCAP

Célio Francisco Marques de Melo

Químico Industrial, M.S. em Engenharia
Florestal, Pesquisador do CPATU

MISCELÂNEA N.º 7

Belém - Pará
1981

Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido
Trav. Dr. Enéas Pinheiro, s/n
Caixa Postal, 48
66.000 — Belém, PA

Wisniewski, Alfonso

Borrachas naturais brasileiras II. Borrachas fracas; borrachas de **H. benthamiana** e **H. guianensis**, por Alfonso Wisniewski e Célio Francisco Marques de Melo. Belém, EMBRAPA-CPATU, 1981.

24p. ilustr. (EMBRAPA-CPATU. Miscelânea, 7).

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

CDD: 678.640981

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	5
DISPERSÃO DAS ESPÉCIES E IMPORTÂNCIA SÓCIO-ECONÔMI- CA DAS BORRACHAS FRACAS	7
MATERIAL E MÉTODOS	11
Material	11
Métodos	11
RESULTADOS	12
ANÁLISE ESTATÍSTICA	16
Extrato acetônico	16
Resíduo mineral fixo (cinzas)	17
Cargas de ruptura	17
Módulos a 600% de alongamento	18
Dureza Shore	19
Deformação permanente	19
DISCUSSÃO	20
CONCLUSÕES	22
REFERÊNCIAS	24

BORRACHAS NATURAIS BRASILEIRAS II

Borrachas fracas; borrachas de *H. benthamiana* e *H. guianensis*

RESUMO : Comparam-se as propriedades das borrachas procedentes de três espécies do género *Hevea*, a *H. brasiliensis* Müll Arg., a *H. benthamiana* Müll Arg. e a *H. guianensis* Aubl, sendo o produto destas duas últimas conceituado como de qualidade inferior e comercializado com a designação genérica de borracha fraca. Na determinação dos parâmetros utilizaram-se os métodos recomendados pelo A.S.T.M. e a fórmula de vulcanização tipo "goma pura" foi a 1-A preconizada pela American Chemical Society para borrachas extrativas. Analisando-se estatisticamente os valores numéricos obtidos nas diversas determinações a que foram submetidas, respectivamente, as vinte amostras autênticas de cada espécie, verificou-se que não existem diferenças significantes entre as médias dos valores experimentais em relação aos seguintes parâmetros : % de extrato acetônico (2,55), % de resíduo mineral fixo (0,29), Dureza Shore (35,12), % de deformação permanente (5,13), módulo a 600% (65,13 kg/cm²). Em relação às cargas de ruptura constatou-se não haver diferença significativa entre os valores de *H. benthamiana* (222,05 kg/cm²) e *H. brasiliensis* (218,95 kg/cm²) sendo, entretanto, o valor de *H. guianensis* significativamente inferior em cerca de 6% (208,00 kg/cm²). Essa diferença, na prática, todavia, não se reveste de maior expressão. O conceito de "borracha fraca" atribuído tradicionalmente às borrachas de *H. benthamiana* e *H. guianensis*, como se vê, é inconsistente, devendo-se creditar às freqüentes fraudes praticadas pelo seringueiro pela adulteração de látex de *Hevea*, ao qual são misturados látices de outras espécies, a existência no mercado nacional de borrachas com elevados teores de resinas e baixo desempenho técnico. O cruzamento das espécies em foco, entre si, visando a criação de híbridos de alta produção e resistência às moléstias, em definitivo, não apresenta nenhuma restrição nem deve suscitar qualquer dúvida sobre a qualidade da borracha produzida.

INTRODUÇÃO

Durante o ciclo do extrativismo da borracha que predominou durante cerca de sessenta anos, a partir de meados do século passado até o final da primeira década do século XX, inúmeras espécies pro-

dutoras de borracha foram intensamente exploradas nas regiões tropicais do nosso planeta. A Amazônia, a maior exportadora, nesse período, compunha o volume da produção, principalmente, com borrachas procedentes do gênero **Hevea**, conquanto outras espécies contribuíam, também, para a formação desse volume, sendo, o caucho, a borracha procedente da espécie **Castilloa ulei** Warb, uma das mais importantes (Mendes, 1911).

De todas as espécies do gênero **Hevea**, em função da intensidade de ocorrência e da produtividade, apenas três se vêm constituindo objeto de exploração econômica desde os primórdios do extrativismo, a saber, a **Hevea brasiliensis** Mull. Arg., a **Hevea guianensis** Aubl, e a **Hevea benthamiana** Mull. Arg. A borracha dessas duas últimas espécies é conhecida genérica e impropriamente como "borracha fraca".

No tocante às qualidades da borracha fraca em comparação com as da chamada borracha forte produzida pela **H. brasiliensis** Mull. Arg., as opiniões dos estudiosos e especialistas e sobretudo dos usuários são bastante divergentes e, até mesmo, conflitantes. O fulcro do problema e que vem gerando essa confusão reside, sem dúvida, no fato de que são classificadas como borracha fraca e como tal comercializadas, todas as misturas fraudulentas do autêntico látex de seringueira, ao qual são adicionados látices resinosos de inúmeras espécies exóticas que medram ao lado da seringueira, nas estradas nativas (Wisniewski, 1949).

Le Cointe (1922), objetivando a reconquista do mercado mundial para a borracha amazônica, entre outras medidas, sugeria a promulgação de leis rigorosas punindo severamente toda fraude da borracha configurada na adição, ao látex de seringueira, não só de contaminantes grosseiros, facilmente detectáveis, como areia e outros mas, também, a adição de látices resinosos exóticos, prática já naqueles idos muito comum e que contribuía ponderavelmente para o descrédito das borrachas extrativas amazônicas. É exatamente essa fraude e mistificação utilizada na preparação da borracha, a principal responsável pelo conceito equivocado que se faz em relação às borrachas procedentes de espécies do gênero **Hevea** que não a **Hevea brasiliensis** Mull. Arg., de serem borrachas resinosas e de apresentarem inferior desempenho técnico no processamento industrial.

DISPERSÃO DAS ESPÉCIES E IMPORTÂNCIA SÓCIO-ECONÔMICA DAS BORRACHAS FRACAS

Segundo Ducke (1946), a *H. guianensis* Aubl. é uma das espécies do gênero *Hevea* mais largamente distribuída na Amazônia ocorrendo desde a costa atlântica, no Estado do Pará, até o sopé dos Andes na Bolívia e Peru, alcançando, mesmo, o Sul da Venezuela e o Suriname. A espécie é encontrada ainda na região noroeste do Maranhão, no alto Pindaré e alto Turiassu. Compõe as formações florísticas de terras altas ainda que prefira as matas de regiões alagadas.

A *H. benthamiana* Mull. Arg. apresenta uma dispersão bem mais limitada, ocorrendo, principalmente, na região noroeste da Hiléia incluindo a Amazônia colombiana e venezuelana.

Em 1951-1952 o Rubber Research Institute of Malaya (R.R.I.M.) importou, através do então Instituto Agrônômico do Norte, sediado em Belém, sementes de espécies nativas de *Hevea* entre as quais as de *H. guianensis* Aubl. e *H. benthamiana* Mull. Arg. Plantas originárias destas sementes encontram-se na coleção de Heveas daquele Instituto de Pesquisas, no sudeste asiático, apresentando-se, entretanto, como mera curiosidade, de valor puramente acadêmico.

O volume de produção de borracha fraca na Amazônia, mesmo durante o período áureo do ciclo do extrativismo, foi sempre pouco expressivo em comparação com a produção de borracha originária da espécie *H. brasiliensis* Mull. Arg. A razão desse fato pode ser atribuída, em primeiro lugar, a baixa densidade de ocorrência, apesar da grande dispersão, principalmente em relação à *H. guianensis* Aubl. embora, prevaleça, também, a mesma situação para a espécie *H. benthamiana* a qual, de resto, ocorre em área bastante mais limitada. Outro fator ponderável a ser considerado é a produtividade dessas espécies, em tese, mais baixa do que a da *H. brasiliensis* Mull. Arg. Na Tabela 1 podem ser vistas as produções médias comparativas de oito espécies do gênero *Hevea*. Os dados médios se referem a três anos consecutivos de sangria pelo sistema de corte em meia espiral em dias alternados (S/2 D/2) e 60% de intensidade.

TABELA 1 — Produção média em gramas de borracha seca, por corte/árvore. Período 1974-1976

Espécie	Produção	Índice	Número de árvores
H. brasiliensis	16,08	100,00	14
H. guianensis	9,27	57,64	15
H. benthamiana	8,20	50,99	15
H. viridis	6,07	37,74	14
H. pauciflora	4,37	27,18	10
H. rigidifolia	2,29	14,24	14
H. microphylla	0,78	4,85	1
H. spruceana	0,43	2,67	13

Fonte : WISNIEWSKI, A. **H. benthamiana** e **H. pauciflora** como fontes potenciais de produção de borracha. Belém, FCAP, 1977. p. 15-6. (FCAP. Boletim. 9).

Como se pode constatar, a produtividade média, em borracha seca, das espécies **H. benthamiana** e **H. guianensis** se situa pouco acima da metade da produtividade da espécie **H. brasiliensis**.

Na Tabela 2 são apresentadas as produções de borracha fraca na Amazônia, no período de 28 anos. Na segunda coluna da tabela figuram as produções totais de borracha de todos os tipos e na última coluna figuram os valores percentuais de participação da borracha fraca na composição do volume global de produção. Deve-se observar que as estatísticas de exportação correspondentes ao período anterior ao funcionamento do Banco de Crédito da Borracha S/A, incluem as borrachas fracas nos totais exportados sem fazer destaque dos seus volumes, razão pela qual se torna difícil quantificar a produção de borracha fraca no período áureo do ciclo do extrativismo da borracha.

TABELA 2 — Produção Amazônica de borracha fraca. Período : 1944-1959; 1967-1978. Em toneladas, peso bruto

Ano	Total	B. fraca	% fraca sobre total	Observações
1944	28.477	1.412	4,96	
1945	30.594	1.262	4,12	
1946	30.073	1.347	4,48	
1947	32.931	1.363	4,14	
1948	25.306	753	2,98	Os tipos "fracos" foram liberados a partir de 31.12.47 do monopólio estatal pela Lei 86 de 08.09.1947.
1949	26.770	680	2,54	
1950	23.133	45	0,19	
1951	25.770	875	3,40	
1952	33.000	1.063	3,22	
1953	33.000	1.109	3,36	A partir de 1951 é restabelecido o monopólio estatal para os tipos "fracos" pela Lei 1.184 de 30.08.1950.
1954	28.158	948	3,37	
1955	27.386	753	2,75	
1956	30.296	935	3,09	
1957	30.438	919	3,02	
1958	25.468	752	2,95	
1959	26.534	787	2,97	
1960	20.160	924	3,53	
1968	28.512	1.059	3,71	
1969	29.768	1.412	4,74	Em 1967, pela Lei 5.227 de 18.01.1967 foi extinto o monopólio estatal da borracha com a transformação do então Banco de Crédito da Borracha S/A em Banco da Amazônia S/A.
1970	30.471	987	3,24	
1971	29.431	498	1,69	
1972	31.558	538	1,70	
1973	28.524	466	1,63	
1974	22.800	112	0,49	
1975	23.829	112	0,47	
1976	25.693	174	0,68	
1977	28.054	223	0,79	
1978	29.817	217	0,73	

Fontes : Banco de Crédito da Borracha S/A. Relatórios da Diretoria dos anos 1944 a 1950.

Banco de Crédito da Amazônia S/A. Relatórios da Diretoria dos anos 1951 a 1959.

Superintendência da Borracha, Anuário Estatístico, Mercado Nacional. ns. 1 a 12.

Com exceção da produção atribuída ao ano de 1950, quando da liberação das borrachas fracas do monopólio estatal, a produção registrada pelas estatísticas, nesses últimos dez anos, é a mais baixa em 28 anos. Essa brusca queda de produção a partir da extinção do monopólio estatal da borracha em 1967 não encontra uma aparente justificativa a não ser que se admita o fato provável de que, na realidade, não houve queda de produção mas apenas que os tipos fracas, por ocasião do beneficiamento misturados ou incorporados a outras borrachas, simplesmente não aparecem na classificação e nas estatísticas de produção.

A cotação da Fina fraca tem sido, tradicionalmente, inferior a dos tipos homólogos procedentes da *Hevea brasiliensis* Mull. Arg. Segundo Le Cointe (1922), em 1913 a cotação média da borracha no porto de Belém em réis/kg, era a seguinte :

Tipo	Cotação	Índice
Acre Fina	5.000 réis	100
Ilhas Fina	4.000 réis	80
Fina fraca	3.700 réis	74
Cernambi Cametá	3.300 réis	60
Caucho (prancha)	3.200 réis	64

Em 1913 o valor da Fina fraca correspondia a 74% do valor da borracha padrão Acre Fina. Em 1978 a Fina benthamiana (Fina fraca) era cotada pela Superintendência da Borracha a um preço, por quilo, correspondente a 77,44% do preço da Acre Fina.

MATERIAL E MÉTODOS

Material

As amostras com peso mínimo de 1 kg foram coletadas, em grande parte, nos próprios seringais e algumas delas nos entrepostos da borracha do então Banco de Crédito da Borracha S/A, posteriormente Banco de Crédito da Amazônia S/A, em Belém e Manaus. Só foram consideradas as amostras sem qualquer margem de dúvida em relação à procedência e autenticidade. As amostras de borracha bruta foram lavadas, crepadas e laminadas em lavador de laboratório modelo THROPP e a secagem das lâminas feita em estufa de ar na temperatura de 45° C.

Métodos

Estudaram-se 20 amostras de borracha de cada uma das espécies **H. guianensis** Aubl, **H. benthamiana** Mull. Arg. e **H. brasiliensis** Mull. Arg. em condições comparativas, sendo quatorze amostras de borracha Fina, quatro de Cernambi Virgem e duas amostras de Crepe-látex procedente das plantações de Fordlândia. As amostras de **H. brasiliensis** Mull. Arg. foram tomadas como padrão de referência de tal sorte que os valores obtidos nas diversas provas são comparados com os dessa última espécie. Nas determinações químicas e nas provas físicas e físico-mecânicas foram utilizados os métodos preconizados pelo A.S.T.M. da American Chemical Society (1974).

São as seguintes as determinações com os respectivos métodos:

a. Na borracha crua

Determinações	Métodos
1. % de Extrato Acetônico (% de resinas)	D 1278/72
2. % de Resíduo Mineral Fixo (% cinzas)	D 1278/72

b. Na borracha vulcanizada

Determinações físicas

1. Dureza (Shore)	D 1240-68
-------------------	-----------

Determinações físico-mecânicas

1. Carga de Ruptura (kg/cm ²)	D 412-68
2. Módulos a 600% de Alongamento (kg/cm ²)	D 412-68
3. Deformação Permanente (%)	D 412-68

A fórmula de vulcanização utilizada foi a composição tipo “goma pura” I-A recomendada pelo The Crude Rubber Committee da American Chemical Society para borrachas nativas e que é a seguinte :

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

A vulcanização dos corpos de prova foi feita na temperatura de 141° C, sob pressão de 1.000 libras/polegada quadrada, nos tempos de 30, 45, 60 e 90 minutos. Os valores considerados foram os correspondentes ao tempo ótimo de vulcanização, invariavelmente, 30 ou 45 minutos. Os resultados foram analisados estatisticamente. São comparados os valores obtidos em cada determinação em função da origem das amostras (tratamentos).

RESULTADOS

As Tabelas 3, 4 e 5 agrupam, respectivamente, os resultados das determinações químicas e das provas físicas e físico-mecânicas das 60 amostras estudadas.

TABELA 3 — Resultados das determinações químicas e das provas físicas e físico-mecânicas de 20 amostras de borrachas originárias da espécie *H. benthamiana* Mull. Arg.

Procedência	Tipo	Extrato acetônico (%)	Cinzas %	Tempo ótimo - minutos	Dureza Shore	Cargas de ruptura kg/cm ²	Módulos a 600% (kg/cm ²)	Deformação permanente (%)
Rio Uinini (Afluente do Rio Negro)	Fina	2,31	0,19	45	35	218	63	5,51
Rio Uinini (Afluente do Rio Negro)	Cernambi Virgem	2,83	0,22	45	37	227	66	5,90
Rio Padauri (Rio Negro)	Fina	2,57	0,18	30	35	233	73	8,26
Ilha Juçara — Airão	Fina	2,02	0,48	30	35	225	68	6,30
Baixo Rio Negro	Fina	2,21	0,57	30	37	245	91	6,59
Barcelos (Baixo Rio Negro)	Fina	3,13	0,25	45	36	202	65	7,09
Canal do Cassiquiare	Fina	2,75	0,24	45	35	236	74	3,90
Médio Rio Negro	Fina	3,10	0,33	45	35	207	55	4,30
Médio Rio Negro	Fina	3,60	0,22	45	35	204	66	4,30
Baixo Rio Negro	Fina	3,90	0,20	45	33	226	49	4,30
Fordlândia (Plantação)	Crepe Látex	2,54	0,20	30	38	216	73	7,87
Alto Solimões	Cernambi Virgem	2,57	0,39	30	40	217	58	6,30
Alto Solimões	Fina	2,52	0,18	45	34	235	79	5,90
Rio Padauri (Telheiro)	Fina	2,42	0,32	45	31	228	55	3,54
Rio Padauri (Castanho)	Fina	2,57	0,44	45	31	215	53	4,72
Baixo Rio Negro	Cernambi Virgem	1,47	0,21	30	35	209	45	2,76
Rio Padauri	Fina	2,40	0,17	45	32	213	64	4,70
Rio Jutahy	Fina	3,00	0,32	45	36	246	67	5,10
Fordlândia (Plantação)	Crepe Látex	3,10	0,25	30	39	227	54	4,30
Rio Negro	Cernambi Virgem	2,12	0,22	45	29	212	69	4,30

TABELA 4 — Resultados numéricos das determinações químicas e das provas físicas e físico-mecânicas de 20 amostras de borrachas originárias da espécie *H. guianensis* Aubl.

Pocedência	Tipo	Extrato acetônico (%)	Cinzas %	Tempo ótimo - minutos	Dureza Shore	Cargas de ruptura kg/cm ²	Módulos a 600% (kg/cm ²)	Deformação permanente (%)
T. F. Rondônia	Fina	2,19	0,23	45	36	200	78	5,51
T. F. Rondônia	Fina	1,94	0,19	45	34	189	69	5,51
Alto Solimões	Fina	2,87	0,18	45	34	188	40	5,90
Rio Padauri	Cernambi Virgem	1,68	0,21	45	33	220	66	4,33
Rio Negro	Cernambi Virgem	1,75	0,70	45	33	199	75	6,00
T. F. Rondônia	Fina	2,36	0,28	45	34	205	74	8,26
S. Paulo de Olivença (Solimões)	Fina	3,00	0,32	45	38	242	67	4,70
Igarapé Belém-Solimões	Fina	2,60	0,33	45	36	226	67	4,60
Alto Jutahy	Fina	2,70	0,19	45	40	205	53	3,60
Rio Negro (Alto)	Cernambi Virgem	1,30	0,20	45	40	210	49	3,50
Ext. Exp. P. Velho (T. F. Rondônia)	Crepe Látex	1,50	0,13	45	35	177	75	2,40
T. F. Rondônia	Fina	1,80	0,29	45	37	187	72	7,00
T. F. Rondônia	Cernambi Virgem	4,00	0,18	30	41	230	97	5,10
Fordlândia (Plantação)	Crepe Látex	3,00	0,34	30	31	224	76	5,00
Alto Solimões	Fina	2,50	0,56	45	31	219	80	10,20
Rio Pindaré (Maranhão)	Fina	2,48	0,24	45	37	207	74	3,80
Alto Tapajós	Fina	1,90	0,40	30	35	229	69	5,10
T. F. Rondônia	Fina	1,69	0,43	45	37	212	49	6,70
Barcelos Rio Negro	Fina	2,10	0,21	45	40	190	53	9,44
Ticuna (Igarapé Belém)	Fina	3,20	0,56	30	38	201	63	6,30

TABELA 5 — Resultados numéricos das determinações químicas e das provas físicas e físico-mecânicas de 20 amostras de borrachas originárias da espécie *H. brasiliensis* Mull. Arg.

Pocedência	Tipo	Extrato acetônico (%)	Cinzas %	Tempo ótimo — minutos	Dureza Shore	Cargas de ruptura kg/cm ²	Módulos a 600% (kg/cm ²)	Deformação permanente (%)
Acre	Acre Fina	2,86	0,24	45	35	219	66	8,26
Rio Jahu	Altos Rios Fina	2,89	0,21	45	34	206	68	6,69
Fordlândia (Plantação)	Crepe Látex	2,59	0,28	45	36	228	56	10,24
Ilhas (imediações de Belém)	Ilhas Fina	3,15	0,22	45	34	211	77	6,10
Airão (Rio Negro)	Altos Rios Cernambi Virgem	3,44	0,41	30	36	247	57	5,90
Acre	Acre Cernambi Virgem	2,00	0,19	30	34	222	45	5,51
Alto Tapajós	Baixos Rios Fina	2,18	0,24	45	31	198	69	7,48
Ilhas Pará (Breves)	Ilhas Fina	2,43	0,28	30	35	228	67	5,90
Fordlândia (Plantação)	Crepe Látex	3,06	0,29	45	36	227	71	6,10
Altos Rios	Cernambi Virgem	2,46	0,28	45	39	227	80	4,33
Acre	Acre Fina	3,02	0,37	45	35	222	81	6,30
Alto Xingu	Baixos Rios Fina	2,94	0,34	45	35	208	57	5,51
Alto Purus	Acre Fina	2,85	0,34	45	32	204	64	5,90
Sena Madureira	Acre Fina	2,53	0,24	45	35	200	58	6,69
Rio Javari	Altos Rios Fina	2,16	0,40	45	32	218	64	5,90
Rio Madeira	Altos Rios Fina	2,82	0,28	45	35	232	52	5,51
Acre	Acre Fina Esp.	3,06	0,33	45	32	212	76	6,30
Rio Negro	Altos Rios Fina	2,21	0,20	45	32	230	76	6,69
Ilhas (imediações de Belém)	Ilhas Cernambi Virgem	2,12	0,22	30	38	221	39	4,33
Acre	Acre Fina	3,15	0,22	45	33	219	52	5,51

ANÁLISE ESTATÍSTICA

Extrato acetônico

Na Tabela 6 pode ser vista a análise da variância.

TABELA 6 — Análise da variância

F. de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F. exp.	F. tab.
1. Tratamentos *	2	1,5026	0,7513	2,51	3,16 n.s
2. Resíduo	57	17,6637	0,2994		
3. Total	59	18,5691	—		

Coefficiente de variação, 21,48%. Diferença mínima significativa, 0,417.

* Os tratamentos se relacionam às espécies botânicas que deram origem às amostras, assim :

A borracha de **H. benthamiana** é o tratamento T_1

A borracha de **H. guianensis** é o tratamento T_2

A borracha **H. brasiliensis** é o tratamento T_3

São as seguintes as médias dos valores determinados experimentalmente :

H. benthamiana (T_1) : 2,62%

H. guianensis (T_2) : 2,33%

H. brasiliensis (T_3) : 2,70%

Estes valores médios não se diferenciam estatisticamente.

A média das 60 determinações, nas condições experimentais, é igual a 2,55%.

Resíduo mineral fixo (cinzas)

TABELA 7 — Análise da variância

F. de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F. exp.	F. tab.
1. Tratamentos	2	0,0089	0,0045	0,33	3,16 n.s
2. Resíduo	57	0,7665	0,0134		
3. Total	59	0,7755	—		

Coefficiente de variação, 39,29%. Diferença mínima significativa entre médias, 0,088

Os coeficientes de variação relativamente elevados, tanto para os valores de extrato acetônico como resíduo mineral fixo, justificam-se pelo fato de que os valores comparados se relacionam a vários tipos de borracha (Fina, Crepe-Látex, Cernambi Virgem) que se configuram, potencialmente, como fontes de variação.

Os valores de resíduo mineral fixo são, também, nas condições experimentais, estatisticamente não diferenciados para os três tratamentos.

São os seguintes os valores médios :

H. benthamiana	—	0,30%
H. guianensis	—	0,31%
H. brasiliensis	—	0,28%

Média das 60 determinações : 0,29% .

Cargas de ruptura

TABELA 8 — Análise da variância

F. de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F. exp.	F. tab.
1. Tratamentos	2	2.179,4333	1089,7167	5,36	3,16 *
2. Resíduo	57	11.589,9000	203,3316		
3. Total	59	13.769,3333	—		

Coefficiente de variação: 6,59%

O coeficiente de variação baixo evidencia boa precisão experimental. A diferença mínima significativa calculada é de 10,86.

Os valores médios de T_1 , T_2 e T_3 são :

$$T_1 = 222,05; \quad T_2 = 208,00; \quad T_3 = 218,95$$

Determinando-se as diferenças entre médias, vem :

T_1	T_3	T_2
222,05	218,95	208,00
—	3,10	14,05 *
—	—	10,95 *

Donde se pode concluir que os valores de carga de ruptura de **H. guianensis** são estatisticamente inferiores aos da **H. benthamiana** e **H. brasiliensis** a nível de 5% de probabilidade. Não existe diferença significativa entre os valores de carga de ruptura dos tratamentos T_1 (**H. benthamiana**) e T_3 (**H. brasiliensis**).

Módulos a 600% de alongamento

TABELA 9 — Análise da variância

F. de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F. exp.	F. tab.
1. Tratamentos	2	144,4333	72,2167	0,50	3,16 n.s
2. Resíduo	57	8.168,5000	143,3070	—	—
3. Total	59	8.312,9333	—		

Coeficiente de variação: 18,38%. Diferença mínima significativa entre médias, 9,12.

Os valores médios dos tratamentos são :

H. benthamiana	(T_1)	—	64,35
H. guianensis	(T_2)	—	67,30
H. brasiliensis	(T_3)	—	63,75

Médias das 60 determinações : 65,13.

Dureza Shore**TABELA 10 — Análise da variância**

F. de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F. exp.	F. tab.
1. Tratamentos	2	25,4333	12,7167	1,86	3,16 n.s
2. Resíduo	57	388,7500	6,8207	—	
3. Total	59	414,1833	—		

Coefficiente de variação: 7,43%. Diferença mínima significativa entre médias: 1,99.

As médias dos valores dos tratamentos são :

H. benthamiana	(T ₁)	=	34,90
H. guianensis	(T ₂)	=	36,00
H. brasiliensis	(T ₃)	=	34,45

O valor médio das 60 determinações é : 35,72.

Deformação permanente**TABELA 11 — Análise da variância**

F. de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F. exp.	F. tab.
1. Tratamentos	2	9,4501	4,7250	1,85	3,16 n.s
2. Resíduo	57	145,4354	2,5515	—	
3. Total	59	154,8854	—		

Coefficiente de variação: 27,85%. Diferença mínima significativa entre médias: 1,22.

Também para a prova de Deformação permanente não ocorrem diferenças significativas entre os três tratamentos comparados. Os valores médios dos mesmos são os seguintes :

H. benthamiana	(T ₁)	—	5,30
H. guianensis	(T ₂)	—	5,65
H. brasiliensis	(T ₃)	—	6,26

A média das 60 determinações é : 5,73.

DISCUSSÃO

A análise estatística dos valores numéricos obtidos nas diversas provas químicas, físicas e físico-mecânicas revela que, nas condições experimentais, as diferenças verificadas entre os tratamentos devem ser atribuídas aos erros acidentais não se configurando como propriedades inerentes à origem das amostras, com exceção do parâmetro carga de ruptura expresso em kg/cm^2 que se mostrou inferior na borracha procedente da espécie **H. guianensis** em comparação com os valores dos outros tratamentos, a saber, **H. benthamiana** e **H. brasiliensis**. Entre esses dois últimos tratamentos as diferenças verificadas são, estatisticamente, não significantes. Considerando, entretanto, que a diferença verificada entre os valores de carga de ruptura das espécies **H. benthamiana** e **H. guianensis** é de 6,33% e entre **H. brasiliensis** e **H. guianensis** de 5,00%, pode-se considerar que essas diferenças, em termos práticos, não se revestem de maior expressão. Em resumo, podem ser considerados equivalentes os valores, para os três tratamentos, dos parâmetros Extrato Acetônico (%), Resíduo Mineral Fixo (%), Dureza (Shore), Módulos a 600% de Alongamento (kg/cm^2) e Deformação Permanente (%).

De acordo com os conceitos modernos de qualidade, os parâmetros relevantes para a classificação da borracha incluem características aleatórias que podem ser modificadas em função do processo produtivo e propriedades intrínsecas. Os teores de índice de sujidade, resíduo mineral fixo, nitrogênio (nas borrachas do gênero **Hevea**), matéria volátil e cor são atributos que podem ser controlados. Constituem propriedades intrínsecas e que pouco dependem do processo produtivo, a viscosidade Mooney, a resistência da borracha à degradação térmica, o PRI e, até certo ponto, as características de cura. Quando se trata de borrachas nativas sujeitas, frequentemente, a fraudes, torna-se importante, também, o teor de extrato acetônico.

No presente estudo não foram contemplados os dois parâmetros, viscosidade e PRI. Em relação à viscosidade Mooney, de acordo com Araujo (1975) os tipos amazônicos Fina, Entrefina e Cernambi Virgem, em tese, apresentam valores elevados, notadamente, as borrachas Acre e Altos Rios. Tratam-se de borrachas duras que exigem

intenso trabalho mecânico de plastificação com elevado consumo de energia. Resultados de determinação de plasticidade Williams, obtidos na Seção de Tecnologia da Borracha do antigo IPEAN (1961) indicam que a borracha de **H. benthamiana** pode ser comparada à Ilhas Fina enquanto a de **H. guianensis** produz borracha mais plástica, sendo, uma de suas características, a apresentação na forma de “pelas achatadas”.

O PRI, embora não determinado, entretanto, pelo comportamento das borrachas na prova de envelhecimento artificial na Bomba de Bierer Davies, pode ser estimado como sendo inferior ao apresentado pelos tipos homólogos procedentes da espécie **H. brasiliensis**. Estes valores devem estar situados, presumivelmente, dentro dos limites atribuídos às borrachas de plantação da Malásia SMR-10 e SMR-20 (1979).

TABELA 12 — Média dos valores experimentais obtidos nas diversas determinações

Parâmetro	H. brasiliensis	H. benthamiana	H. guianensis
1. Extrato Acetônico (%)	2,70	2,62	2,33a n.s
2. Resíduo Mineral Fixo (%)	0,28	0,30	0,30 n.s
3. Carga de Ruptura (kg/cm ²)	218,95	222,05	208,00b
4. Módulo 600% (kg/cm ²)	63,75	64,35	67,30 n.s
5. Dureza Shore	34,45	34,90	36,00 n.s
6. Deformação Permanente (%)	6,26	5,30	5,65 n.s

a Diferença entre médias não significativa.

b Diferença entre médias de **H. guianensis** por um lado e **H. benthamiana** e **H. brasiliensis** por outro, significativa a 5% de probabilidade.

CONCLUSÕES

Comercializam-se, no mercado nacional, borrachas com elevados teores de extrato acetônico (resina) e inferior desempenho no processamento industrial, conhecidas com a designação genérica de “borracha fraca”.

É falsa a idéia de que as “borrachas fracas” procedem das espécies **H. benthamiana** e **H. guianensis**, eventualmente, de outras espécies do gênero **Hevea** que não a **H. brasiliensis**. Os teores de extrato acetônico (resinas) e resíduo mineral fixo bem como o comportamento, após vulcanização, nas provas de Dureza (Shore), Módulos a 600% de alongamento (kg/cm²) e Deformação Permanente (%) das borrachas procedentes das três espécies comparam-se entre si, as diferenças que ocorrem, devidas a erros acidentais, são estatisticamente não significantes. O valor de carga de ruptura da borracha de **H. guianensis** apresenta valor ligeiramente inferior (cerca de 6%) em comparação com as borrachas das outras espécies. Essa diferença, todavia, na prática, adquire escassa importância.

O conceito depreciativo de “borracha fraca” deve ser atribuído às freqüentes fraudes e mistificações praticadas nos seringais nativos os quais, coincidentemente, são áreas de produção de borrachas de **H. benthamiana** e/ou **H. guianensis**, estabelecendo-se, assim, de forma equivocada, uma correlação entre as propriedades e características das borrachas fraudadas com as das borrachas oriundas daquelas duas espécies.

O melhoramento da seringueira objetivando a criação de híbridos interespecíficos de alta produção e tolerantes ao patógeno **Microciclus ulei** que é o agente causador da moléstia conhecida como “queima das folhas” ou “mal sul-americano” é prática desde há muito utilizada pelos melhoristas apesar de sempre ter pairado certa dúvida sobre a qualidade da borracha produzida por esses híbridos, muitos dos quais são o resultado de cruzamentos primários de clones orientais com **H. benthamiana** (IAN 717 = F 4542 x PB86. Fx 3899 = F 4542 x AV. 363 etc., etc.). Dado que as borrachas das espécies **H. benthamiana** e **H. guianensis** comparam-se em qualidade com a borracha produzida pela **H. brasiliensis**, conclui-se, em definitivo,

não existir nenhum impedimento em relação à criação de híbridos industriais de seringueira pelo cruzamento interespecífico do gênero **Hevea**. A borracha desses híbridos não sofrerá nenhuma restrição em relação às qualidades e propriedades tecnológicas.

WISNIEWSKI, A. & MELO, C.F.M. de. **Borrachas naturais brasileiras**. II. Borrachas fracas; borrachas de **H. benthamiana** e **H. guianensis**. Belém, EMBRAPA-CPATU, 1981. 24p. (EMBRAPA-CPATU. Miscelânea, 7).

ABSTRACT: A comparison is made between the properties of rubber extracted from three species of the genus **Hevea**, namely, **H. brasiliensis** Mull. Arg., **H. benthamiana** Mull. Arg. and **H. guianensis** Aubl. The rubber produced by the latter two species is graded as inferior quality and commercialized under the name or "weak rubber". The methods utilized to determine the parameters are those recommended by the American Society for Testing and Materials (ASTM) and the compounding recipe for vulcanizates, "pure gumme" type, is the I-A of the American Chemical Society suggested for wild rubber. The numerical results obtained in the experimental testing of the twenty samples of each of the three species of **Hevea** were statistically analyzed and it was found no significant differences between the mean values of the following determinations: % acetone extract (2.55%); % ash (0.29%); Shore hardness (35.14); permanent set (5.13%); modulus at 600% elongation (65.13 kg sq cm). In relation to the tensile strength it was found that the differences between the mean values of the rubber from **H. brasiliensis** and **H. benthamiana** are not significant, but the tensile strength mean value of the rubber from **H. guianensis** is about 6% lower than that of the two other species. This difference, however, from a practical standpoint is not meaningful. The concept of "weak rubber" assigned to the rubbers produced by the species **H. guianensis** Aubl. and **H. benthamiana** Mull. Arg. is unjustified and without technical support as the fraudulent mixture of the pure **Hevea** latex with the sap of many resinous latex yielding plants growing in the native "estradas" of rubber trees, are responsible for the appearance in the Brazilian domestic rubber market of the highly resinous rubbers with a poor technological performance. The breeding of the focused species in order to raise high yielding and disease resistant **Hevea** hybrids do not present any restraint nor suggest any doubt about the quality of the rubber produced.

REFERÊNCIAS

- ANNUAL Book of ASTM Standards 1974. Philadelphia, American Society for Testing and Materials, 1974. rt. 37, 706 p.
- ANUÁRIO ESTATÍSTICO. Mercado Nacional, Rio de Janeiro, Superintendência da Borracha, Ano 1, n.º 1, Jan./Dez. 1967; Ano 2, n.º 4 Jan./Dez. 1968; Ano 3, n.º 5, Jan./Dez. 1969; Ano 4, n.º 7, Jan./Dez. 1970; Ano 5, n.º 9, Jan./Dez. 1971; Ano 6, n.º 11, Jan./Dez. 1972; Ano 7, n.º 13, Jan./Dez. 1973; Ano 8, n.º 15, Jan./Dez. 1974; Ano 9, n.º 17, Jan./Dez. 1975; Ano 10, n.º 19, Jan./Dez. 1976; Ano 11, n.º 21, Jan./Dez. 1967; Ano 12, n.º 23, Jan./Dez. 1978.
- ARAÚJO, A. Alves de. **Borracha natural**: uma pesquisa. **Elastômeros**, Nov./Dez. 1975. p. 4-13.
- BANCO DE CRÉDITO DA BORRACHA, S.A. Belém, **Relatório da Diretoria 1944**. Belém, 1945.
- . **Relatório da Diretoria 1945**. Belém, 1946.
- . **Relatório da Diretoria 1946**. Belém, 1947.
- . **Relatório da Diretoria 1947**. Belém, 1948.
- . **Relatório da Diretoria 1948**. Belém, 1949.
- . **Relatório da Diretoria 1950**. Belém, 1951.
- . **Relatório da Diretoria 1951**. Belém, 1952.
- . **Relatório da Diretoria 1952**. Belém, 1953.
- . **Relatório da Diretoria 1953**. Belém, 1954.
- . **Relatório da Diretoria 1954**. Belém, 1955.
- . **Relatório da Diretoria 1955**. Belém, 1956.
- . **Relatório da Diretoria 1956**. Belém, 1957.
- . **Relatório da Diretoria 1957**. Belém, 1958.
- . **Relatório da Diretoria 1958**. Belém, 1959.
- . **Relatório da Diretoria 1959**. Belém, 1960.
- DUCKE, A. **Novas contribuições para o conhecimento das seringueiras da Amazônia Brasileira**. Belém, IAN, 1946. (IAN. Boletim Técnico, 10).
- INSTITUTO DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DO NORTE. Seção de Tecnologia da Borracha, Belém, PA. (Documentos arquivados). Belém, 1961.
- LE COINTE, P. *L'Amazonie Bresilienne*. Paris, Challomel, 1922. 3v.
- MENDES, J.A. **O Plantio da Borracha (Hevea brasiliensis) e a produção de caucho (Castilloa ulei Warb.)**. Belém, Livraria Escolar 1911. 56 p.
- RUBBER RESEARCH INSTITUTE OF MALAYSIA. Revisions to Standard Malaysian Rubber Scheme 1979. (SMR Bulletin n.º 9).
- WISNIEWSKI, A. **Fraudes no preparo da borracha crua**. Belém, IAN, 1949. IAN. (Boletim Técnico, 16).
- . **Hevea benthamiana e Hevea pauciflora como fontes potenciais de produto de borracha**. Belém, FCAP, 1977. p. 15-16. (FCAP. Boletim, 9).



FALANGOLA
OFFSET
BELÉM PARA