

FCAP. INFORME DIDÁTICO 4

LÁTEX E BORRACHA

ALFONSO WISNIEWSKI

Professor Titular da Faculdade de Ciências Agrárias do Pará.

LÁTEX E BORRACHA

Belém

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E CULTURA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO PARÁ
SERVIÇO DE DOCUMENTAÇÃO E INFORMAÇÃO

1983

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E CULTURA

MINISTRA: Esther de Figueiredo Ferraz

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO PARÁ

DIRETOR: Virgílio Ferreira Libonati

VICE-DIRETOR: Antônio Carlos Albério

COMISSÃO EDITORIAL

Lúcio Salgado Vieira

José Maria Albuquerque

Paulo de Jesus Santos

Rui de Souza Chaves

EDIÇÃO: Serviço de Documentação e Informação

ENDEREÇO: Caixa Postal, 917

CEP. 66.000 - Belém-PA-Brasil

WISNIEWSKI, Alfonso. Látex e borracha.

Belém, FCAP. SDI, 1983. 171p.

(FCAP. Informe Didático, 4)

CDD - 678.6

CDU - 678.031:678.4

FCAP. Informe Didático, 4

**FINALIDADE DAS SÉRIES: FCAP. INFORME TÉCNICO
FCAP. INFORME DIDÁTICO
FCAP. INFORME EXTENSÃO**

Divulgar informações sob as formas de:

- a) Resultados de trabalhos de natureza técnica realizados na Região.
- b) Trabalhos de caráter didático, principalmente os relacionados ao ensino das ciências agrárias.
- c) Trabalhos de caráter técnico direcionados à comunidade e relacionados ao desenvolvimento regional.
- d) Revisões bibliográficas sobre temas de interesse para as ciências agrárias.

NORMAS GERAIS:

- A normalização dos trabalhos segue as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT;
- O título deve ser representativo e claro;
- Partes essenciais no trabalho: — resumo
 - introdução
 - corpo do trabalho
 - conclusão
 - referências bibliográficas
- O resumo deverá ser traduzido para um idioma de difusão internacional, de preferência o inglês,
- As referências bibliográficas deverão seguir a norma NB-66 da ABNT.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E CULTURA

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO PARÁ

SERVIÇO DE DOCUMENTAÇÃO E INFORMAÇÃO

ISSN 0100-9923

FCAP. INFORME DIDÁTICO

4

LÁTEX E BORRACHA

ALFONSO WISNIEWSKI

Belém
1983

LÁTEX E BORRACHA

SUMÁRIO

	p.
1 - <u>LÁTEX DE SERINGUEIRA</u>	2
1.1 - COMPOSIÇÃO E PROPRIEDADES	2
1.2 - LÁTICES CONCENTRADOS	6
1.2.1 - <u>Objetivos da concentração do látex</u>	6
1.2.2 - <u>A prática de preparação de látices concentrados</u>	8
1.2.2.1 - Estabilização	8
1.2.2.2 - Concentração e purificação ..	10
1.2.2.3 - Padronização dos látices concentrados	16
1.2.2.4 - Acondicionamento e expedição.	18
1.2.3 - <u>Considerações sobre o processamento do látex de seringais nativos</u>	19
2 - <u>BORRACHA</u>	20
2.1 - BORRACHAS DE PLANTAÇÃO	29
2.1.1 - <u>Tipos convencionais</u>	29
2.1.1.1 - Lâmina ou Folha Defumada	30

	p.
2.1.1.2 - Crepe - látex	33
2.1.1.3 - Crepes secundários	35
2.1.1.4 - Propriedades e característi- cas do crepe látex e da folha defumada	37
2.1.2 - <u>Borrachas em bloco, do novo ti- po</u>	38
2.1.2.1 - Origem e descrição	38
2.1.2.2 - Produção	41
2.1.3 - <u>Embalagem da borracha de plan- tação</u>	47
2.1.4 - <u>Processos automatizados de pre- paro da borracha</u>	48
2.1.4.1 - O sistema Decan - Grana	48
2.2 - BORRACHAS EXTRATIVAS	52
2.2.1 - <u>O seringal silvestre</u>	53
2.2.1.1 - Conceituação	53
2.2.1.2 - Extração e coleta do látex ..	56
2.2.1.3 - Discussão do sistema amazôni- co de extração do látex	59
2.2.2 - <u>Preparo dos tipos amazônicos de borracha</u>	62
2.2.2.1 - Borrachas Fina e Entrefina ..	63
2.2.2.2 - O Cernambi	67
2.2.3 - <u>Beneficiamento das borrachas extrativas amazônicas</u>	75

	P.
2.2.3.1 - Lavagem e Crepagem	75
2.2.3.2 - Secagem	77
2.2.3.3 - Acondicionamento	78
2.3 - CONCEITOS MODERNOS DE QUALIDADE DA BORRACHA NATURAL	78
2.3.1 - <u>Padrões de qualidade</u>	79
2.3.1.1 - Classificação técnica da bor- ra natural brasileira	81
2.4 - CRITÉRIOS PARA A CLASSIFICAÇÃO CO MERCIAL DAS BORRACHAS EXTRATIVAS AMAZÔNICAS	86
2.4.1 - <u>Padrões tendo em vista a ori- gem geográfica</u>	87
2.4.2 - <u>Padrões tendo em vista a espê- cie botânica produtora</u>	89
2.4.3 - <u>Padrões em função do processo de preparação</u>	90
2.5 - PRÁTICA DA CLASSIFICAÇÃO COMER- CIAL DA BORRACHA AMAZÔNICA	93
2.6 - NECESSIDADE DE UMA PADRONIZAÇÃO TÉCNICA DAS BORRACHAS EXTRATIVAS AMAZÔNICAS	95
3 - <u>MÉTODOS DE ANÁLISE EM LÁTEX E NA BORRACHA</u>	100
3.1 - ANÁLISE DE ROTINA EM LÁTEX	100
3.1.1 - <u>Teste de odor</u>	100

	P.
3.1.1.1 - Definição	100
3.1.1.2 - Material necessário	102
3.1.1.3 - Reagentes	102
3.1.1.4 - Procedimento	102
3.1.1.5 - Avaliação	103
3.1.2 - <u>Teste para cor</u>	103
3.1.2.1 - Definição	103
3.1.2.2 - Material	104
3.1.2.3 - Procedimento	104
3.1.2.4 - Resultados	104
3.1.3 - <u>Determinação do conteúdo de Sólidos Totais</u> (Macro-método) ..	105
3.1.3.1 - Definição	105
3.1.3.2 - Material	107
3.1.3.3 - Procedimento	107
3.1.3.4 - Resultados	109
3.1.4 - <u>Determinação do DRC</u>	109
3.1.4.1 - Definição	109
3.1.4.2 - Determinação do DRC por meio de densímetros	110
3.1.4.3 - Método "convencional" para a determinação do DRC	112
3.1.5 - <u>Determinação do pH e do N^o de KOH</u>	118
3.1.5.1 - Definição	118
3.1.5.2 - Material	120

	P.
3.1.5.3 - Reagentes	120
3.1.5.4 - Procedimento	121
3.1.5.5 - Determinação do ponto final .	125
3.1.5.6 - Apresentação dos resultados .	128
3.1.6 - <u>Determinação da alcalinidade no</u> <u>látex</u>	129
3.1.6.1 - Definição	129
3.1.6.2 - Material	130
3.1.6.3 - Reagentes	130
3.1.6.4 - Procedimento	130
3.1.6.5 - Determinação da alcalinidade total expressa em gramas de NH_3 por 100ml de látex	132
3.1.7 - <u>Determinação da estabilidade me</u> <u>cânica no látex</u>	134
3.1.7.1 - Definição	134
3.1.7.2 - Material	135
3.1.7.3 - Reagentes	135
3.1.7.4 - Procedimento	135
3.1.7.5 - Apresentação dos resultados .	136
3.2 - ANÁLISES DE ROTINA EM BORRACHA ..	137
3.2.1 - <u>Determinação do Índice de Suji-</u> <u>dade</u>	137
3.2.1.1 - Definição	137
3.2.1.2 - Material	137
3.2.1.3 - Reagentes	138
3.2.1.4 - Procedimento	138

	P.
3.2.1.5 - Resultados	139
3.2.2 - <u>Determinação do Resíduo Mineral</u> <u>Fixo (cinzas) em Borracha de a-</u> <u>cordo com o método ASTM-D 1278/</u> <u>76</u>	140
3.2.2.1 - Definição	140
3.2.2.2 - Material	141
3.2.2.3 - Reagentes	141
3.2.2.4 - Procedimento	141
3.2.2.5 - Resultados	142
3.2.3 - <u>Determinação do extrato acetôni-</u> <u>co</u>	143
3.2.3.1 - Definição	143
3.2.3.2 - Material	143
3.2.3.3 - Reagentes	144
3.2.3.4 - Procedimento	144
3.2.3.5 - Resultados	145
3.2.4 - <u>Determinação do Nitrogênio (Ma-</u> <u>crométodo) Norma ASTM-D 1278/76</u>	146
3.2.4.1 - Definição	146
3.2.4.2 - Material	147
3.2.4.3 - Reagentes	147
3.2.4.4 - Procedimento	148
3.2.4.5 - Resultados	149

3.2.5 - <u>Determinação da Plasticidade Wallace (Norma ASTM-D 3194/73) e Viscosidade Mooney (Norma ASTM-D 1646/74)</u>	150
3.2.5.1 - Definição	150
3.2.6 - <u>Determinação do PRI segundo o método ASTM-D 3194/73</u>	154
3.2.6.1 - Definição	154
3.2.6.2 - Material	154
3.2.6.3 - Reagentes	154
3.2.6.4 - Procedimento	155
3.2.6.5 - Resultados	157
3.2.7 - <u>Determinação de Voláteis a 105°C (Norma ASTM-D 1278/76)</u>	158
3.2.7.1 - Definição	158
3.2.7.2 - Material	159
3.2.7.3 - Reagentes	159
3.2.7.4 - Procedimento	159
3.2.7.5 - Resultados	160
4 - <u>PREPARO DAS SOLUÇÕES E DOS REAGENTES</u>	161
4.1 - SOLUÇÃO SATURADA DE ÁCIDO BÓRICO (H ₃ BO ₃ A 6% p/p)	161
4.2 - SOLUÇÃO DE ÁCIDO ACÉTICO A 2%	161
4.3 - SOLUÇÃO DE ALDEIDO FÓRMICO A 5% (FORMALDEIDO)	161
4.4. - SOLUÇÃO 0,5N de KOH	161

	p.
4.5 - SOLUÇÃO 0,1N de HCl	163
4.6 - SOLUÇÃO PADRÃO DE Na_2CO_3 (0,1N) ..	163
4.7 - SOLUÇÃO DE BROMOTIMOL (INDICADOR) .	164
4.8 - SOLUÇÃO DE ALARANJADO DE METILA (METILORANGE)	164
4.9 - SOLUÇÃO DE VERMELHO DE METILA (IN- DICADOR)	165
4.10 - SOLUÇÃO 0,1N de H_2SO_4	165
4.11 - PSEUDO-SOLUÇÃO (DISPERSÃO DE PÓ DE JUTAI A 3% (p/p)	165
5 - <u>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</u>	167

CDD - 678.6

CDU - 678.031:678.4

LÁTEX E BORRACHA

ALFONSO WISNIEWSKI

Químico Industrial, Pro
fessor Titular da FCAP.

RESUMO: Descrevem-se as propriedades e o processamento do látex de seringueira tendo em vista a preparação de látices concentrados, cremado e centrifugado, e dos principais tipos de borracha seca incluindo os crepes, as folhas e as borrachas em bloco produzidas por granulação e sob especificação técnica. São analisados criticamente os processos utilizados para a produção das borrachas e dos látices concentrados com base nos seringais nativos amazônicos e do sistema de classificação empírico em vigor. É realçada a necessidade de racionalização da produção da borracha natural tendo em vista a competitividade dos elastômeros sintéticos, tecendo-se considerações acerca dos conceitos de qualidade em borracha e da conveniência do estabelecimento de padrões em função de propriedades intrínsecas relevantes ao invés de critérios aleatórios e subjetivos. É feito um enfoque sobre o sistema tentativo de padronização técnica das borrachas naturais de produção nacional em fase final de elaboração sob os auspícios da Superintendência da Borracha. Descrevem-se, por fim, de maneira compreensiva os métodos analíticos adotados internacionalmente para a determinação dos principais parâmetros descritivos dos látices e borrachas para efeito de classificação técnica.

1 - LÁTEX DE SERINGUEIRA

1.1 - COMPOSIÇÃO E PROPRIEDADES

O hidrocarboneto isoprênico, principal constituinte da borracha, é um produto de biosíntese de certas espécies, entre as quais a mais importante é a *Hevea brasiliensis* Mull, Arg. Encontra-se ele nos vasos laticíferos distribuídos no floema, entre a casca e o câmbio. Quando, por ocasião da sangria, se pratica uma incisão no tronco da árvore, seccionando-se os vasos laticíferos, observa-se, de pronto, o escoamento de um líquido branco-leitoso, às vezes amarelado que, genericamente, se chama de látex. O escoamento do látex é determinado pela pressão de turgor da ordem de 10 a 12 atmosferas reinante no interior dos vasos.

O látex da seringueira (*Hevea brasiliensis*) forma um sistema coloidal polifásico e polidisperso. Submetendo-se-o, logo após a coleta, à ação de uma força centrífuga elevada (40.000rpm), separam-se três frações bem distintas. A primeira de coloração amarela que se deposita é constituída de componentes não borracha, os lutóides HOMANS (12) e as partículas *Frey-Wyssling*. A segunda, fração interme-

diária em forma de líquido, é o soro que contém em solução substâncias de natureza proteica e sais minerais. O soro é o meio dispersivo do sistema coloidal látex. Finalmente, a terceira, fração constituída de uma camada superior de densidade menor do que as duas outras, é formada quase que exclusivamente de borracha e apresenta-se com coloração branca. O látex de seringueira normal, pois, pode ser representado esquematicamente como sendo formado dos três componentes fundamentais, como segue:

- a) Fase borracha (37%) (Hidrocarboneto isoprênico);
- b) Soro (48%) (proteína e sais dissolvidos em água);
- c) Fração de fundo (depósito) (15%) (Lutóides e partículas *Frey-Wyssling*)).

O látex natural da seringueira é, pois, um sistema coloidal polifásico, sendo a fase dispersa constituída de mistelas de borracha, lutóides e partículas *Frey-Wyssling* e o meio dispersivo constituído do soro aquoso. As micelas de borracha com dimensão de 0,2 a 0,001 micra são

dotadas de movimento *Browniano* e carga elétrica negativa. Sob o ponto de vista químico se trata de um polímero do isopreno (cis-1,4) na forma coloidal, um liófilo que, no entanto, adquire propriedades liofílicas moderadas pelo fato de conter adsorvida uma tênue camada de proteína e lipídios .

As partículas de *Frey-Wyssling* em pequena quantidade (cerca de 1%) são constituídas de carotenoides e lipídios conferindo, por isso, à borracha, a coloração mais ou menos amarela.

Os componentes dos lutóides são proteínas, fosfolipídios e sais minerais; os lutóides são partículas de dimensão maior que a das miscelas da borracha e se acham circundados por uma tênue e muito frágil membrana. No interior dos lutóides se localiza um soro com carga elétrica positiva e que se chama soro B em oposição ao chamado soro C do látex. A membrana dos lutóides é polarizada, sendo positiva na parte interna e negativa externamente.

O ponto isoelétrico do látex de seringueira é igual a pH 4,25, entretanto, nos sistemas de coagulação industrial para produção da borracha, a coagulação é feita a pH em torno de 5.

Pela composição do soro que contém carboidratos, proteínas, sais minerais e micro-orga-

nismos, pode se prever que o látex é um produto perescível. De 8 a 10 horas após a colheita e le se coagula espontaneamente, separando a borracha em forma de coágulo que com o correr do tempo adquire cheiro putrefato. O látex normal tem um conteúdo de borracha (DRC) em torno de 35%, enquanto o teor de sólidos totais, obviamente mais elevado, satisfaz a relação:

$$(\text{sólidos totais}) - (\text{conteúdo de borracha}) = + 3,5 .$$

Para que se transforme, pois, o látex em matéria prima de aplicação técnica, é necessário que, por processos de beneficiamento, adquira características capazes de fazer com que o produto possa receber utilização prática. Modernamente a borracha é consumida em duas formas. Como borracha laminada ou desagregada e como borracha na forma coloidal em concentração elevada. Esta última forma, que apresenta uma crescente linha de aplicação em todos os artigos produzidos pelo processo de imersão, molagem com emprego de coagulantes locais, impermeabilização de fios e tecidos, espuma de baixa densidade e outros, é preparada e expedida para os mercados de consumo na forma de látex concentrado.

Embora a maior aplicação da borracha seja ainda na forma laminada (seca), o látex con

centrado é uma forma insubstituível de borracha coloidal utilizada em linhas de fabricação específicas. Daí a sua importância. Num consumo de 326.751 toneladas de borracha, no Brasil, em 1978, o látex concentrado concorreu com 5,128 toneladas (3.077 toneladas correspondentes em peso seco). Note-se que o consumo, no Brasil, do látex concentrado vegetal é relativamente baixo. As causas devem ser atribuídas ao preço excessivamente elevado do produto nacional e ao "deficit" de produção que obriga a importação de látices de origem asiática.

1.2- LÁTICES CONCENTRADOS

1.2.1- Objetivos da concentração do látex

O látex natural no primeiro instante que se escoar da seringueira é de reação levemente alcalina (IRCA, 1967). Por efeito de ações químicas e sobretudo bioquímicas vai se acidificando, rapidamente, em contacto do ar.

O conteúdo de borracha seca é variável, notando-se que as primeiras sangrias, em árvores virgens ou em árvores após um repouso prolongado, produzem menor quantidade, porém em concentração de borracha que pode atingir mais de 60%. Na medida em que as sangrias se sucedem, a quantidade aumenta e o conteúdo de borracha decresce,

até certo limite. A média anual de conteúdo de borracha seca (DRC) do látex produzido nas plantações do Instituto de Pesquisas sobre Borracha na África, Costa do Marfim, no ano de 1968, foi de 30% (IRCA, 1968). A diferença entre o DRC e os sólidos totais (TS) nos látices amazônicos, de origem extrativa, oscila em torno de 3,5% .

Inferese daí, portanto, que o látex natural é o produto com teor de borracha relativamente baixo e a diferença entre a borracha e a fração não borracha, por outro lado, é relativamente elevada ao lado da instabilidade manifestada pela tendência à coagulação espontânea. É intuitivo pois que um material com tais características dificilmente poderia receber aplicação técnica em grande escala nos centros industriais localizados a grandes distâncias das regiões produtoras. Há necessidade, assim, de submeter o látex original a um processamento nas regiões de produção, que o transforme em produto de transporte mais econômico e de propriedades intrínsecas mais adequadas para aplicações tecnológicas.

Este processamento que, na verdade, é um beneficiamento primário, tem por objetivos principais concentrar o látex natural até um teor de borracha que apresente mais economicidade e propriedades satisfatórias no fluxo das opera-

ções técnicas para fabricação dos artefatos e, ainda, de reduzir o teor das substância não borracha elevando-lhe a capacidade de conservação mediante a adição de substâncias apropriadas, em teores corretos. Um látex assim preparado ou beneficiado se torna um produto tecnicamente especificado e apto para ser utilizado, como matéria prima, pela indústria de transformação.

1.2.2- A prática de preparação de látices concentrados

1.2.2.1- Estabilização

Fundamentalmente, o que se pretende obter na preparação de látices concentrados é a estabilização do sistema, efeito inverso daquele procurado quando se trata da obtenção de um tipo de borracha laminada ou desagregada.

Um dos pontos de maior interesse, portanto, deve se situar em torno da estabilização do látex, como pré-requisito, para a viabilidade da obtenção do produto concentrado, tecnicamente especificado.

Dos diferentes agentes utilizados no decorrer dos anos, modernamente, apenas um deles é indicado. Trata-se da amônia-gás (NH_3) ou amoníaco (solução de amônia em água). A amônia, pelo fato de ser volátil, de apresentar notável

capacidade de estabilização ao lado de propriedades antisséticas, embora em menor grau, é o único agente de estabilização de látex universalmente utilizado. A sua plena eficiência se manifesta quando empregada em quantidade suficiente para elevar o pH do látex até um ponto em torno de pH 10,2. Esta quantidade, embora seja um tanto variável de um látex para outro, para fins práticos, entretanto, recomenda-se a quantidade de 2% de amônia (NH_3), calculada sobre a fase líquida (Duckworth, 1965). Isto significa, pois, que um látex concentrado a 50% de DRC será corretamente preservado se contiver 0,8% de amônia, enquanto, por exemplo, um látex natural de DRC de 30% necessitará de 1,4% de amônia.

Verifica-se, destes dois exemplos, que o látex natural, pelo fato de apresentar na sua composição percentagens relativamente mais elevadas de produtos fermentescíveis, necessita de teor mais elevado de amônia do que o produto concentrado. A amônia, apesar de ser um excelente agente de estabilização de látex, apresenta propriedades antisséticas deficientes, razão pela qual, mais recentemente, se tem preferido estabilizar o látex concentrado, a baixo teor de amônia, pela associação desta com certos agentes de assepsia de ação poderosa, entre os quais se pode mencionar o sal de sódio do pentaclorofe-

no vendido no comércio sob diferentes denominações como: *Santobrite*, *Dowicide G*; *Preventol*, etc. Um percentual de 0,17% deste produto é suficiente para esterelizar o meio.

Os látices técnicos para fins de utilização industrial são vendidos sob duas formas em relação à estabilização. Os látices estabilizados com alto teor de amônia e os estabilizados com baixo teor de amônia associada ao *Pentaclorofenato de sódio*. Estes últimos apresentam uma capacidade de conservação maior do que os estabilizados, exclusivamente, com amônia (*Aupetit*, 1968). Um látex concentrado e preservado com 0,8% de NH_3 ou 0,4% de amônia associada a 0,2% de pentaclorofenato de sódio considera-se corretamente preservado.

1.2.2.2- Concentração e purificação

Para a utilização tecnológica da borracha na forma de látex, a concentração original do produto natural é muito baixa. O látex concentrado padrão do mercado internacional apresenta um DRC de 60%. No látex concentrado a diferença entre sólidos totais e DRC (TS-DRC) se situa em torno de 1,5, o que significa que o teor de substâncias não borracha é apenas de 50% do teor das mesmas no látex natural original. A operação de

concentração do látex, portanto, objetiva lograr dois efeitos, a saber: o aumento do teor de borracha e o decréscimo do percentual das substâncias não borracha.

A concentração, sendo um beneficiamento primário, por razões econômicas, é praticada no próprio local de produção. Na Amazônia, dado o caráter de seringais silvestres, o beneficiamento do látex natural é feito em usinas localizadas nas cidades com suficiente infra estrutura para onde o produto natural preservado é transportado em tambores de aço.

O duplo objetivo que se procura alcançar através do beneficiamento, a concentração e a purificação, é atingido através de processamento simples que se baseia em princípios físico-químicos e físico-mecânicos.

a) Concentração físico-química. O látex cremado

A adição de certas substâncias denominadas comumente de agentes de cremagem em forma de dispersão coloidal, ao látex natural preservado corretamente, provoca a separação do mesmo em duas camadas, de acordo com a lei das densidades. Uma camada superior contendo a quase totalidade da borracha e outra inferior, constituída do soro, no qual, praticamente, não existe borracha. Coletando-se estas duas camadas em separado, ob

têm-se uma fração concentrada que pode chegar a até a um teor de 65% de borracha e que se chama de creme.

O fenômeno da cremagem se explica invocando fundamentos da química coloidal.

A dispersão do látex estabilizado se deve, primordialmente, ao fato de que as misturas de borracha dotadas de carga elétrica negativa e sob ação contínua dos choques provocados pelas moléculas do meio dispersivo se repelem mutuamente determinando o chamado *Movimento Browniano*, por efeito do qual no látex não se verifica a lei das densidades. Apesar de o soro ter uma densidade de 1,020 e a borracha de apenas 0,906, não ocorre a separação das duas fases. Por adição, ao látex, de outras substâncias que são, também, de natureza coloidal, estas dessolvam as misturas de borracha determinando um processo reversível de desestabilização. As misturas, nestas condições, se reúnem formando grupos ou aglomerados de forma semelhante a um cacho de uva. Estes aglomerados não mais dotados de *Movimento Browniano* cumprem a lei das densidades, separando-se a borracha na camada superior por apresentar menor densidade do que o soro (*Wisniewski, 1947*).

O processo da cremagem do látex emprega

do extensivamente, inclusive na Amazônia, foi, pouco a pouco, perdendo terreno em favor do processo físico-mecânico. As características do creme, pelo fato de que o agente de cremagem a dicionado não é eliminado no decorrer do processo, determinam certas limitações na utilização do produto.

Entre os agentes que podem ser utilizados para a cremagem do látex indicam-se os seguintes produtos sintéticos e naturais.

Carboximetilcelulose de alta viscosidade, sal de sódio do ácido poliacrílico (Lactol), hemiceluloses de diversas origens como pó de jutai (sementes da espécie *Hymenaea parviflora huber*), gomas, entre as quais Adragante e Karaya, Pectina, Alginato de amônio, etc.

Foi na Amazônia muito empregado o pó das sementes de jutaizeiro, uma leguminosa nativa, com excelentes resultados. A eficiência de separação maior se obtém quando se utiliza 0,4% do pó de jutai sobre a água no látex, este pó disperso em pseudosolução a 3% (Wisniewski, 1954).

b) Concentração físico-mecânica. O Látex Centrifugado

O processo físico-mecânico para a concentração do látex baseado na separação das miscelas de borracha em forma concentrada por e

feito de força centrífuga é o único atualmente em vigor. O equipamento utilizado para a separação do látex natural em duas frações, a concentrada e o soro, é representado pelas separadoras centrífugas especiais, sendo as de uso mais generalizado as de fabricação sueca distribuídas pela S.K.F.

A desvantagem principal da concentração mecânica reside no fato de que a separação da borracha na fração concentrada não é total e depende, a eficiência desta separação, de uma série de fatores incluindo a concentração do látex original e o DRC do látex concentrado (Wisniewski, 1954).

As separadoras centrífugas de laval (SKF) trabalham com uma eficiência de separação de 82% a 90%. Em contrapartida, o látex concentrado é de elevada qualidade podendo ser utilizado em todas as linhas de fabricação, sem restrições, o que não ocorre com o látex cremado.

No Brasil, o único processo presente-mente utilizado para preparar látex concentrado técnico é o processo da centrifugação. O produto nacional, embora satisfaça em termos gerais as exigências do mercado consumidor, não apresenta a estabilidade mecânica necessária para a fabricação de certos artigos, como fios elásticos bobinados de diâmetro capilar, pelo

processo de termogelificação. Esta deficiência, em parte, é ocasionada pelo sistema de preservação do látex nos seringais nativos.

Os preservativos só são adicionados após a coleta do látex quando, é evidente, já há manifestação de atividade biológica. Para se preparar um tipo de látex concentrado de elevada qualidade, todas as precauções devem ser tomadas a partir da sangria das árvores. O seringueiro, antes de fazer o corte, deve adicionar à tigelinha algumas gotas de solução amoniacal a 2%, de tal sorte que o látex que se vai escoando entra, imediatamente, em contacto do preservativo. Coletada toda a produção do dia, quantidade adicional de amônia é adicionada ao balde de coleta, de sorte que, o látex, ao chegar ao ponto de armazenamento (barraca do seringueiro), apresente um teor de cerca de 0,1% de NH_3 . Aí então é corrigido para 2% de NH_3 sobre a fase líquida ou 0,4% de amônia associada a 0,2% de pentaclorofenato de sódio calculado sobre o volume do látex. O látex natural preservado corretamente com estas quantidades de estabilizantes se conserva fluído por tempo quase que indefinido permitindo, assim, a espera até que seja transportado para a usina para ser beneficiado. Um látex estocado por tempo demasiadamente

grande, antes de ser submetido à centrifugação, embora se conserve aparentemente inalterado, sofre, no entanto, certos efeitos que podem ter reflexos negativos sobre a qualidade do produto e laborado. Assim, em tese, se pode afirmar que, quanto maior o tempo decorrido entre a coleta e a centrifugação, maior será o índice de potassa (índice de KOH) e, até certo limite, cresce também o índice de ácidos graxos voláteis (VFA). Estes dois índices afetam negativamente a estabilidade mecânica (Cook, Sekar, 1955).

1.2.2.3 - Padronização dos Látices concentrados

O Látex concentrado por qualquer um dos processos, físico-químico ou físico-mecânico, antes de embalado para expedição, deve ser padronizado para que apresente certas características, tanto quanto possível, constantes e que satisfaçam os padrões de qualidade exigidos pelo comprador. Deve-se lembrar que não existem, até o presente, normas nacionais de padronização para classificar látices vegetais. Certos conceitos de grande importância tecnológica, como estabilidade química e outros, ainda não foram devidamente esclarecidos para se poder determinar em condições de reprodutividade satisfatória. Na borracha coagulada, laminada ou de sintegrada existem padrões de qualidade elaborada

dos pela ISO (Internacional Standard Organization) e a dotados internacionalmente. Se estes padrões in-existem para o látex, o índice de qualidade do produto é estabelecido, em cada caso, entre o produtor e o consumidor. Há consumidores mais exigentes que, por ocasião da assinatura do contrato de compra, condicionam o recebimento do produto a certas características estipuladas no contrato, como índice de KOH, estabilidade mecânica, DRC, alcalinidade total, etc. Outros limitam-se a encomendar látex centrifugado de 60%. De qualquer maneira o produto concentrado que sai de uma centrífuga, além de variável na concentração, em geral necessita de correção em relação aos preservativos.

Na verdade o látex de produção nacional é elaborado em usinas que não estão convenientemente aparelhadas para a determinação de todos os mais importantes índices. Via de regra, a padronização consiste em determinar o teor de sôlidos totais do concentrado, diluindo-o com âgua se estiver com teor muito acima de 60% ou misturando-o com um produto mais concentrado para obter o TS, de 60% se estiver abaixo deste teor. Através da determinação da alcalinidade total, calcula-se a quantidade correta de pre-servativos a ser adicionada para que, ao final, o produto atinja um teor de 2% de NH_3 sobre a fase líquida, ou 0,4% de NH_3 mais 0,2% de pentacloro

fenato de sódio sobre o látex, se a estabilização for a baixo teor de amônia. A tradição impôs, no Brasil, o critério de avaliação da concentração não baseada em borracha seca mas sobre os sólidos totais contidos no concentrado. O látex nacional, portanto, é de 60% de sólidos e não 60% de borracha. Como a diferença entre sólidos e borracha no concentrado é de cerca de 1,5, verifica-se que o látex de produção nacional é de 58,5% e não de 60% como o do mercado internacional.

1.2.2.4 - Acondicionamento e expedição

O látex concentrado de produção nacional é acondicionado em tambores de aço de 200kg de capacidade e exportado para os centros de consumo do Sul por via marítima ou rodoviária. O produto elaborado nas regiões heveícolas do sudeste asiático é, em grande parte, exportado a granel, em navios tanque para os terminais, nos Estados Unidos e na Europa. O cuidado que se deve ter em relação à embalagem do látex, em qualquer caso, é evitar o contacto direto entre o produto e a chapa metálica para evitar contaminações de cations, Ferro, Manganês e Cobre, principalmente, elementos altamente deletérios à borracha. Com este objetivo utiliza-se o revestimento das chapas metálicas com produtos à base

de plásticos de polietileno ou outros.

1.2.3- Considerações sobre o processamento do látex de seringais nativos

O látex de produção nacional, originário dos seringais nativos da Amazônia, se ressentir de uma qualidade melhor que poderia ser atingida através da eliminação ou modificação de certos hábitos em vigor. Em primeiro lugar é condição absolutamente necessária que o seringueiro manipule corretamente o látex natural por ocasião da extração e coleta, adicionado à tigelinha parte do preservativo, imediatamente antes de praticar o corte e completando a preservação por adição ao balde de nova quantidade de solução amoniacal, de sorte que o látex atinja uma alcalinidade total mínima de 0,1%. Chegando a sua casa, então, será complementada a adição dos preservativos em solução até a concentração correta. O látex depois de colhido não deve permanecer armazenado por períodos demasiadamente longos antes de ser beneficiado. Deve-se abolir, definitivamente, o sistema abusivo de conservar o látex, antes de ser embarcado para usinas de beneficiamento, acondicionado em tambores expostos ao sol para que se aqueça e assim, na medição por meio de lactômetro, apresente uma leitura distorcida com vantagem pa

ra o vendedor. A estocagem do látex natural ou concentrado em ambiente inadequado, exposto ao sol e ao calor, é extremamente danosa em relação à qualidade do produto. Outra medida altamente desejável seria promover um mais eficiente controle técnico nas usinas de concentração com o objetivo de estabelecer um padrão de qualidade mais rigoroso.

Os mesmos cuidados e precauções devem prevalecer, também, em relação ao látex produzido em seringais de plantação que, obviamente, deve se apresentar com características técnicas superiores ao produto nativo.

2 - BORRACHA

Se o látex concentrado se constitui importante matéria prima na tecnologia de fabricação de artefatos de borracha, o volume de consumo é, todavia, relativamente baixo em comparação com o de utilização da borracha crepada, laminada e granulada que são as formas com as quais se manufaturam, em grande escala, bens imprescindíveis na vida moderna, entre os quais, os pneumáticos e as câmaras de ar.

Na preparação da borracha o que se visa é, exatamente, a obtenção de efeito inverso daquele perseguido na preparação dos látices con

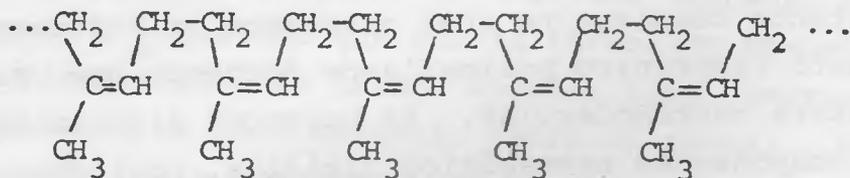
centrados. Enquanto aí a estabilização do sistema se torna fundamental, na produção das borrachas, a coagulação, ou seja, a destruição do sistema é que forma a base do processamento. É conhecida uma infinidade de coagulantes de lá-tex de seringueira. O seu uso indiscriminado, enutretanto, não deve ser feito já que grande parte das propriedades e das características técnicas das borrachas dependem dos sistemas de coagulação empregados e ainda dos tratamento dispensados, a seguir, a estes coágulos a fim de transformá-los em matéria prima de indústria.

Tendo em vista, portanto, o preparo de borrachas para a indústria de transformação, vários sistemas produtivos têm sido elaborados, ao longo dos anos, dando origem, assim, a tantos outros tipos com propriedades e características específicas.

A borracha natural não é uma identidade química mas sim um material de composição bastante complexa na qual prevalece um hidrocarboneto isoprênico polimerizado formando uma estrutura macromolecular. Na borracha figuram como componentes necessários lipídios, protídios, sais minerais e outros. A análise química de ~~uma~~ amostra de borracha do tipo folha defumada (RSS) seca apresentou a seguinte composição:

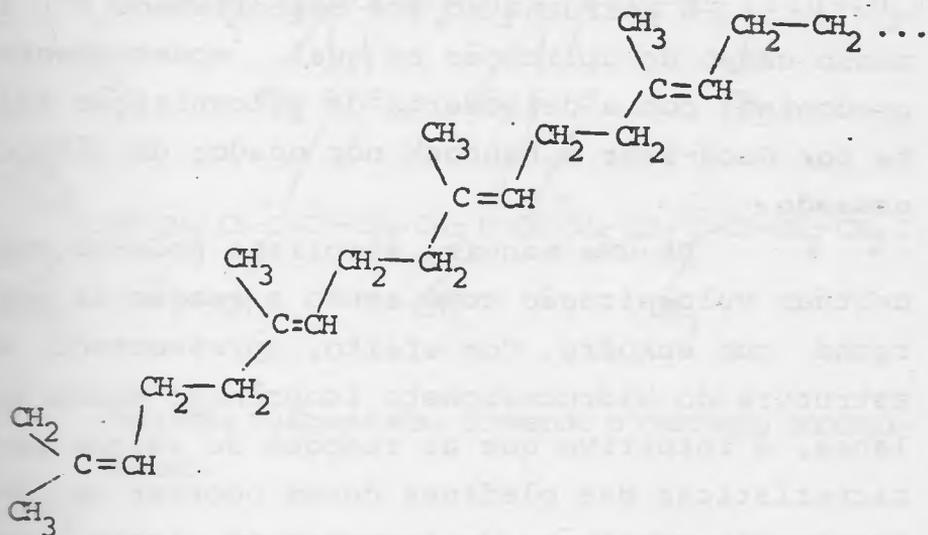
Extrato acetônico, %	-	2,36
Proteínas (% Nx6,25), %	-	2,43
Cinzas (R.M.F.), %	-	0,23
Hidrocarboneto, %	-	95,45

Como se verifica, pois, cerca de 5% dos componentes se constitui de substâncias não borracha que, entretanto, não devem ser consideradas como impurezas contaminantes, já que entre as mesmas figuram componentes que desempenham função das mais importantes no comportamento técnico da borracha, funcionando como aceleradores e antioxidantes naturais. O hidrocarboneto da borracha isolado no estado de pureza apresenta propriedades tecnológicas extremamente deficientes, não podendo ser considerado matéria prima de indústria. Como quer que seja é ele o principal componente da borracha natural. A sua fórmula estrutural pode ser assim concebida:



Trata-se, como se pode observar, de um polímero do isopreno de fórmula bruta $(\text{C}_5\text{H}_8)^n$, no qual os radicais isoprênicos se condensam na

posição cauda-cabeça ou seja, 1-4, formando uma estrutura macromolecular menos saturada. Os du plos enlaces nessa estrutura dão origem a duas formas geometricamente isômeras, a configuração "*cis*" representada pela borracha e a configuração "*trans*" pertinente à estrutura do hidrocarboneto isoprênico das gutas e das balatas:



Hidrocarboneto das balatas - Poliisopreno-
trans-1,4.

O principal componente da borracha natural, portanto, é o "Poliisopreno-cis-1,4".

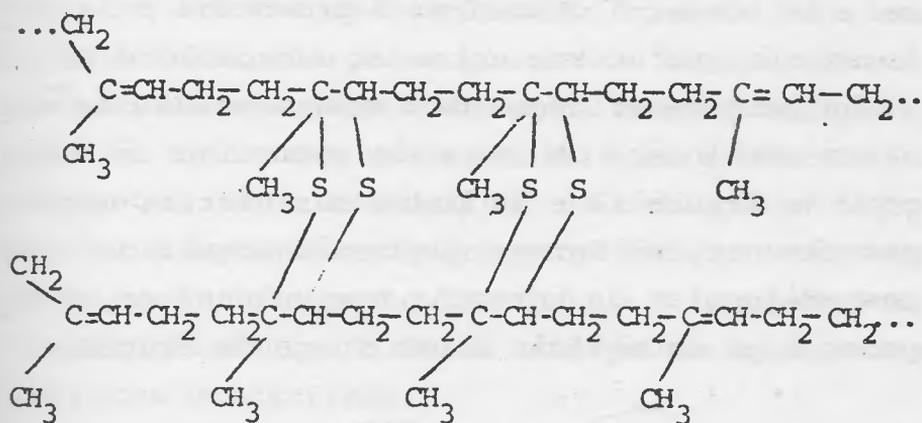
A borracha "in natura" é um material macromolecular dotado de propriedade plásti

cas e ao mesmo tempo elásticas mas que, devido à grande susceptividade à ação dos agentes naturais de degradação entre os quais, luz, calor, umidade, sofre uma rápida despolimerização acompanhada de oxidação, catalizada pela presença de mínimas quantidades de cations metálicos, especialmente Cobre e Manganês, torna-se, nesse estado, um material com possibilidades de aplicação técnica muito restritas.

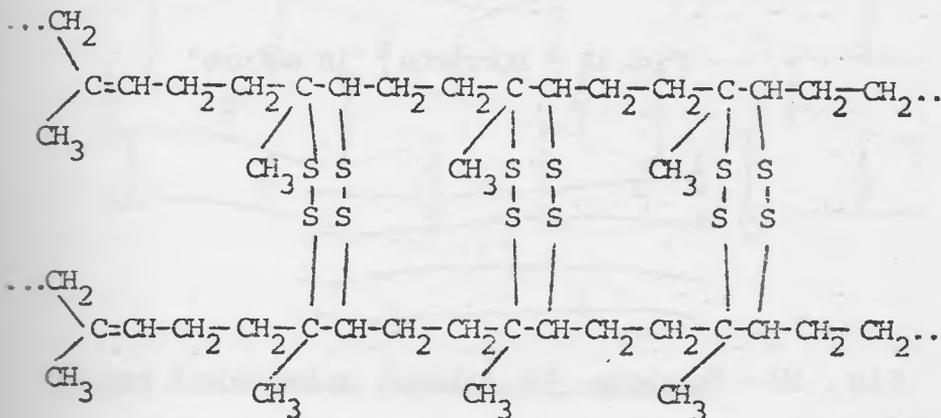
À borracha só foi descortinado o imenso campo de aplicação no qual modernamente predomina, com a descoberta da vulcanização feita por Good-Year e Hancock nos meados do século passado.

De uma maneira simplista pode-se conceituar vulcanização como sendo a reação da borracha com enxofre. Com efeito, apresentando a estrutura do hidrocarboneto isoprênico duplos enlaces, é intuitivo que as reações de adição características das olefinas devem ocorrer em determinadas condições de temperatura. Assim, incorporado, intimamente, enxofre à borracha e submetida essa mistura à ação do calor, o enxofre se adiciona aos duplos enlaces do hidrocarboneto da borracha formando, entre as macromoleculas, pontes de ligação entre as mesmas, dando origem a sulfuretos e bisulfuretos. Esse proces

so químico é que se denomina, genericamente, de vulcanização. A borracha vulcanizada que adquire propriedades específicas, tornando-se um material muito mais resistente à ação deletéria dos agentes naturais de degradação, pode ser assim representada:



Borracha vulcanizada, formando o derivado monosulfurado.



Estrutura bisulfurada da borracha vulcanizada.

O aumento da rigidez, da resistência à tração e, em tese, a melhoria das outras propriedades físicas e físico-mecânicas na borracha vulcanizada, pode ser explicada invocando-se, para fixar idéias, uma lâmina de borracha "in natura". Submetendo-se essa lâmina a uma força de tração, ela se distende até certo limite e ao final, se rompe. A distensão é provocada pelo deslizamento que ocorre entre as macromoléculas e ainda pela retificação da forma sinuosa das mesmas à semelhança de uma mola submetida à tração. Na figura 1A e 1B podem ser vistas, esquematicamente, as formas que terão adquirido as macromoléculas da borracha sem vulcanizar, em repouso e as submetidas a uma força de tração.

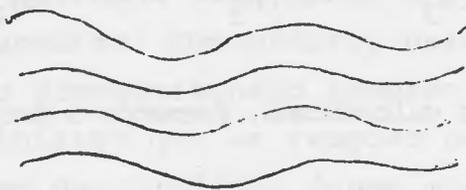


Fig. 1A - Borracha "in natura"



Fig. 1B - Borracha "in natura" submetida à tração

Quando se vulcaniza, a borracha adquire estrutura condensada e compacta pelo fato de que as macromoléculas são vinculadas umas às outras, servindo o enxofre como elo de ligação. Submetendo-se-a, nesse estado, à ação de uma força de tração, verifica-se que não mais haverá deslizamento das macromoléculas, umas sobre as outras, e a forma macromolecular como se fora uma mola é reforçada pelas pontes de ligação promovidas pelo enxofre combinado. Nessas condições, além de se formar uma estrutura mais saturada e, portanto, menos susceptível de oxidação e degradação, a borracha adquire propriedades tênses de elevado desempenho. Na figura 3 representa-se, esquematicamente, a forma com que se apresenta a borracha vulcanizada.

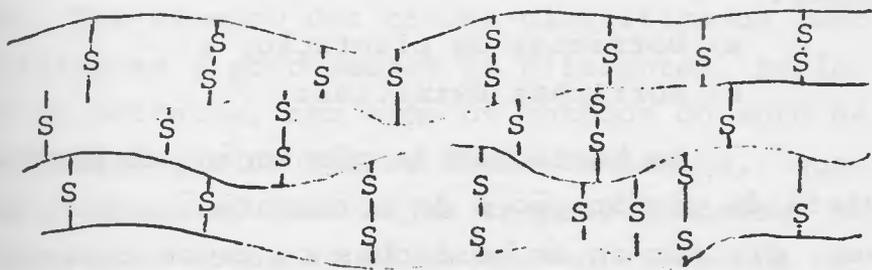


Fig. 3. Forma da borracha vulcanizada.

A estrutura da borracha se torna completamente saturada, eliminando-se todos os du plos enlacs quando se combina a proporção máxima de enxofre, em torno de 33%. A borracha nessa forma se apresenta dura como a madeira, perdendo as propriedades de plasticidade e elasticidade, recebendo, tal material, de grande uso prático, o nome genérico de ebonite. Na manufatura dos artefatos correntes, incluindo pneumáticos e câmaras de ar, o teor de enxofre combinado mais freqüente se situa na faixa de 1 a 3%.

O desempenho da borracha como matéria prima de indústria depende do processo produtivo, isto é, do tratamento a que é o látex submetido na coagulação e em seguida do tratamento dos coágulos obtidos. Sob este aspecto, em princípio, as borrachas naturais de produção domêstica podem ser divididas em dois grandes grupos, a saber:

- a) Borrachas de plantação; e
- b) Borrachas extrativas.

As borrachas de plantação, do ponto de vista da preparação e da apresentação, por sua vez, dividem-se em borrachas ou tipos convencionais e borrachas granuladas ou do novo tipo (borrachas em bloco).

As borrachas extrativas se apresentam

na forma de crepes e na forma de borrachas granuladas, em bloco.

Tanto umas como outras podem proceder da elaboração direta do látex ou podem se apresentar na forma de crepes resultantes do beneficiamento dos resíduos diversos que sempre ocorrem nos seringais nativos. Um seringal de plantação, corretamente explorado, produz cerca de 3% de resíduos que convenientemente beneficiados dão origem aos crepes inferiores, o mesmo ocorrendo com os seringais nativos cujos resíduos de borracha se classificam genericamente como Cernambi Rama.

2.1 - BORRACHAS DE PLANTAÇÃO

2.1.1 - Tipos convencionais

Os tradicionais tipos de borracha do mercado internacional são as lâminas e os crepes. Com exceção dos crepes classificados como inferiores e procedentes de diferentes resíduos de borracha, bem como os obtidos do soro de centrifugação do látex, todos os demais, quer sejam lâminas, quer sejam crepes, procedem da coagulação ácida do látex convenientemente diluído. Entre lâminas e crepes existem diferenças apreciáveis no sistema de preparação e, conseqüentemente, as propriedades e aplicações das

borrachas resultantes, são, também, diferentes .

2.1.1.1 - Lâmina ou Folha Defumada

A folha defumada, em inglês, " *Ribbed Smoked Sheet* ", conhecida no mercado internacional simplesmente como R.S.S., é o tipo de borracha, ainda hoje, o mais consumido. Poder-se-ia afirmar que em se tratando de borracha vegetal, o tipo R.S.S., (folha defumada) é a borracha para usos gerais, enquanto o Crepe látex é borracha utilizada, apenas, com objetivos específicos em linhas de fabricação muito mais restritas.

O preparo da Folha defumada, em tese, resume as seguintes operações:

_____ Padronização do látex para um DRC entre 12,5 e 15%, por adição de água límpida e potável ao látex original previamente coado em peneira bem fina de metal monel (evitar contacto do látex com o cobre e suas ligas).

_____ Adição de ácido acético ou fórmico em solução diluída para que a coagulação se processe a um pH em torno de 5,0 . Geralmente, quando se utiliza ácido acético, é suficiente usar a proporção de ~~1~~ de ácido puro por 100g de borra

cha seca a coagular. No caso de ser o ácido fórmico, utiliza-se 0,4g de ácido por 100g de borracha seca. Quando se faz a adição do ácido antes das 12 horas e se pretende laminar os coágulos no mesmo dia, deve-se utilizar os ácidos fórmico ou acético diluídos a 2%. Quando, pelo contrário, a laminação dos coágulos só será feita na manhã do dia seguinte a diluição dos ácidos a utilizar deve ser a 1%.

Obtido o coágulo, a terceira operação consistirá na laminação que pode ser por sistema automático e mecanizado ou manual. Quando se trata de pequeno produtor utilizam-se duas calandras, sendo uma de cilindros lisos e outra de cilindros ranhurados. Os dois cilindros lisos de ferro duro ou de aço se superpõem e a abertura entre os mesmos pode ser regulada. O coágulo muito flácido é retirado da cuba de coagulação com cuidado e colocado sobre uma mesa onde recebe ligeira compressão, por passagem sobre o mesmo de um rolo de madeira. Adquirindo, assim, maior consistência, o coágulo é pas-

sado 3 ou 4 vezes entre os cilindros da calandra lisa, diminuindo a abertura entre os cilindros após cada passagem. Depois de cada laminação, o coágulo é lavado superficialmente com água limpa. Após a última passada a lâmina de borracha deve ter uma espessura de cerca de 3 milímetros. Obtida esta lâmina, se faz passá-la, uma única vez, entre os cilindros ranhurados bem apertados da calandra própria, a fim de imprimir a estampa desejada sobre a borracha.

As lâminas assim preparadas são maceradas em água limpa por algumas horas, penduradas em varais à sombra, em seguida, para que escurram a água e sequem parcialmente.

As lâminas enxutas e parcialmente secas são, finalmente, levadas às estufas de fumaça (*Smoking house*) para que acabem de secar. Estas estufas são compartimentos fechados dotados de janelas que se podem abrir e fechar na parte superior. Uma fornalha externa em que se queima lenha fornece o calor necessário para a secagem da

borracha. Esta fornalha canalisa para o interior da estufa os gases e vapores da combustão da lenha. Entrando pela parte inferior, as janelas da parte superior da estufa são reguladas de tal maneira que os gases de combustão mantenham a temperatura interna em torno de 45°C. No período de 4 a 7 dias, as lâminas, agora de coloração castanho-escura e cheiro empireumático característico, secam, completamente, o que se reconhece colocando-as contra a luz, quando se apresentam completamente translúcidas, sem a presença de pontos ou manchas brancas e opacas.

2.1.1.2- Crepe - látex

Enquanto as folhas defumadas podem ser preparadas com relativa facilidade sem a necessidade de utilização de equipamento pesado condicionando a grande consumo de energia, os crepes, quer procedam de coagulações ácidas do látex, quer procedam do aproveitamento dos diversos resíduos de borracha, são extensivamente lavados e triturados em equipamentos de construção sólida e acionados por possantes motores. As folhas defumadas não sofrem este processo mecâni-

co de trituração e dilaceramento.

A obtenção dos crepes, portanto, implica na utilização de uma calandra lavadora e uma calandra de cilindros lisos, laminadora. Geralmente uma laminadora é suficiente para o atendimento da produção de duas calandras lavadoras, estriadas. Quando se trata de aproveitamento de resíduos de borracha, geralmente, estes, após um período de maceração em água, de algumas horas ou dias, são lavados extensivamente nas unidades lavadoras para em seguida, por passagem através das aberturas dos cilindros lisos, se transformarem em mantas de borracha de espessura máxima de dois milímetros. A secagem em estufas de ar quente completa a operação .

Quando se trata de preparação do Crepe látex com as variantes incluindo o Pala Crepe, em resumo, são as seguintes as práticas observadas.

_____ O látex integral coado é padronizado por adição de água límpida e potável até um DRC de 20%.

_____ A operação seguinte é a coagulação . Utiliza-se uma solução de ácido acético ou ácido fórmico a 2%. A quantidade de ácido puro necessária é de

0,7g de ácido acético ou 0,4g de ácido fórmico por 100g de borracha seca.

_____ Obtido o coágulo, no mesmo dia, é lavado e crepado.

_____ As mantas de borracha crepadas são, em seguida, estendidas em varais e secas em estufas de ar quente na temperatura de 40/45°C.

Quando se deseja preparar uma borracha excepcionalmente clara para usos especiais, o processamento do látex, em linhas gerais, é o mesmo que o utilizado na preparação do Crepe látex, com a diferença de que, logo após a padronização, se adiciona uma solução a 1% de bisulfito de sódio na proporção de 10% da solução sobre o látex padronizado. Após a adição do bisulfito de sódio prosseguem as demais operações como se tratasse de Crepe látex. O Crepe látex adicionado de bisulfito de sódio produz uma borracha de coloração muito clara e se denomina *Pala Crepe*. A secagem do Pala Crepe deve ser feita à sombra, na temperatura ambiente.

2.1.1.3- Crepes secundários

A Folha defumada, bem como o Crepe-látex com a variante Pala Crepe procedentes dire

tamente do látex integral, são borrachas aptas a serem consumidas pelas indústrias de transformação sem necessidade de qualquer tratamento adicional. Os diversos coágulos e resíduos de borracha que sempre ocorrem nos seringais de plantação e nos silvestres recebem um beneficiamento próprio com vistas a transformá-los em Crepes secundários que, embora de qualidade inferior, se constituem, mesmo assim, em matéria prima de larga utilização em inúmeras linhas de produção de artigos de borracha.

Chama-se, genericamente, de beneficiamento, ao conjunto de operações a que é necessário submeter uma borracha quando não se apresenta com as características paramétricas capazes de atender as exigências dos padrões de qualidade requeridos pela indústria de transformação. Essas borrachas, geralmente, são coágulos com excesso de umidade e de impurezas e se apresentam em forma de blocos irregulares de dimensões variadas.

Em tese, beneficiar significa lavar, crepar ou granular ou ainda desagregar, secar e acondicionar os coágulos de borracha obtidos por qualquer processo. O processo produtivo do Crepe látex e das Folhas defumadas inclui, em seqüência, a obtenção dos coágulos e o benefi-

ciamento dos mesmos para transformá-los em borracha capaz de receber aplicação por parte da indústria de transformação.

As borrachas silvestres, bem como os diversos coágulos e resíduos de látex que sempre ocorrem nos seringais, em contrapartida, devem ser submetidos a um beneficiamento próprio lavando-os por passagem entre os cilindros ranhurados das lavadoras, sob ação de um jacto de água contínuo, crepando, a seguir, as mantas de borracha lavadas e isentas de substâncias estranhas e, finalmente, os crepes obtidos, secos em estufas de ar para reduzir a umidade a um teor abaixo de 0,8%. O acondicionamento da borracha lavada, crepada e seca é também uma operação importante já que o tipo de embalagem deve garantir a integridade da borracha por ocasiação do transporte para os centros de consumo e ao mesmo tempo apresentar todas as facilitades de manuseio prático. O beneficiamento, portanto, como operação integrante dos sistemas produtivos é, também, em grande parte, responsável pela qualidade da borracha.

2.1.1.4- Propriedades e características do Crepe látex e da Folha defumada

O Crepe látex com a variante Pala Crepe são borrachas especiais que se utilizam na

fabricação de artefatos em que é de excepcional importância a cor branca. Artigos de borracha para uso hospitalar, costados brancos de pneumáticos de luxo e outras aplicações semelhantes, eis o campo específico de aplicação do Crepe látex.

As Folhas defumadas (RSS), em contrapartida, constituem o tipo de borracha natural que recebe a mais ampla aplicação. Os pneumáticos e as câmaras de ar utilizam cerca de 80% de todo o consumo mundial de borracha e este consumo, na quase totalidade, vem representado pelo tipo RSS, (Folha ou Lâmina defumada). Tanto crepes como lâminas são borrachas que podem apresentar cura desde ultra acelerada até muito retardada mas, no geral, se situam como borrachas de cura medianamente acelerada, contrariamente das borrachas maturadas (Cernambis crepados) que, na generalidade, são tipos que exibem tendência à cura acelerada e ultra-acelerada.

Os crepes e lâminas são classificados segundo padrões adotados mundialmente.

2.1.2- Borrachas em bloco, do novo tipo

2.1.2.1- Origem e descrição

Durante muitos anos a borracha natural ocupava uma posição de grande estabilidade nos

mercados mundais de consumo, dado que se tratava de matéria prima essencial e insubstituível nos campos de utilização específicos de sua área de aplicação. Com o advento e ascensão das borrachas sintéticas, entretanto, enorme gama de materiais foi colocada à disposição dos usuários, muitos dos quais capazes de competir com o produto natural em preço e qualidade.

Para poder enfrentar com êxito o desafio dos sintéticos, foi necessário proceder-se a uma ampla revisão no tocante aos processos produtivos, visando introduzir maior racionalidade operacional e ainda o conceito de qualidade mereceu profunda reavaliação no sentido de que a borracha natural, um produto de biossíntese variável nas propriedades e até então classificado em função de caracteres organoléticos de importância inteiramente secundária, pudesse enfrentar a nova situação de competitividade com os elastômeros sintéticos. Nessas circunstâncias foram implementadas três linhas de ação objetivando, em última análise, colocar a borracha natural em condições de poder competir com o produto sintético tanto em preço como em qualidade, ou seja, em desempenho técnico. Na área agrônoma, um amplo programa de renovação das plantações de *Hevea*, com material clonal de mai

or produtividade, foi deslanchado, ao par da introdução de técnicas mais eficientes na extração do látex, pelo uso de estimulantes de produção e pela aplicação de sistemas de sangria mais racionais. Na área tecnológica foram introduzidas inovações que permitiram a automatização dos sistemas de processamento do látex com grande economia de mão-de-obra, de tempo e de infraestrutura e que determinaram, ao final, uma sensível diminuição dos custos produtivos da borracha. Objetivando melhorar os índices técnicos, foi elaborado um sistema de classificação com base em parâmetros de real significação tecnológica, em substituição aos obsoletos e pouco sugestivos sistemas de gradação através de exame visual do produto. Em relação à apresentação da borracha e seu acondicionamento, novos conceitos foram introduzidos beneficiando e facilitando notavelmente o manuseio da matéria prima no fluxo das operações industriais. Eliminaram-se tradicionais conceitos que, não acompanhando a evolução, tornaram-se vãos e destituídos de sentido e, no entanto, continuavam o seu predomínio. O conceito de côr, de espessura das lâminas e dos crepes, o conceito de secagem em função de temperaturas elevadas e outros sofreram uma profunda reavaliação. Os tipos modernos de borracha

são produzidos a partir de látex à concentração original, através de processamento altamente automatizado e contínuo em blocos compactos de forma geométrica bem regular e peso variando entre 30 e 35 kg.

Apesar das inegáveis vantagens das borrachas produzidas em bloco e sujeitas aos sistemas de classificação técnica, são ainda os sistemas tradicionais de produção de crepes e folhas que prevalecem devido à existência de uma imensa infraestrutura para a produção desses tipos e que não pode, evidentemente, ser desativada de um momento para outro. Mesmo assim, os tipos modernos vão ganhando e consolidando mercados de ano para ano. Segundo o RRIM (*Boletim nº 9, 1978*) somente a Malásia, em 1977, produziu e exportou cerca de 500.000t de borrachas em bloco, podendo-se estimar a produção e consumo atual desses tipos em cerca de 30% do consumo total da borracha natural.

2.1.2.2- Produção

O processo tradicional de produção é pouco rentável, exige grandes áreas cobertas, aplicação de mão-de-obra considerável e, ao final, não apresenta a eficiência capaz de produzir borrachas de acordo com as características exigidas pelos limites rigorosos de especifica-

ção, principalmente, no tocante à pureza (% de contaminação).

Partindo do princípio de que a borracha de boa qualidade não depende dos caracteres externos de apresentação, côr, espessura das lâminas ou crepes, etc., a moderna conceituação colocou de lado estes elementos secundários e puramente acidentais para considerar, apenas, as propriedades intrínsecas do produto e a máxima compatibilização com os elastômeros sintéticos, de sorte que não haja necessidade de adaptações ou modificações dos sistemas operacionais nas indústrias de transformação quando se empregue a borracha vegetal ou os elastômeros sintéticos.

Embora os sistemas modernos se adaptem melhor às borrachas procedentes diretamente da transformação do látex, eles se podem aplicar, também, com reais vantagens às borrachas de todos os tipos incluindo as borrachas silvestres. Quando se trata de borracha muito contaminada, como Cernambi rama, é ela submetida, previamente, a um processo de intensa lavagem que permite eliminar estas impurezas através de tratamento em moinhos de martelos.

Fundamentalmente, todas as variantes do sistema moderno de produção de borracha visam transformar os coágulos em grânulos de pe-

guena dimensão a fim de eliminar ao máximo as impurezas e de acelerar a rápida secagem em temperaturas elevadas, entre 80°C e 110°C.

A coagulação do látex é feita a DRC original, portanto, sem diluição, utilizando-se, preferentemente, os ácidos acético ou fórmico em pH em torno de 5. Alguns tipos são preparados a partir de coágulos obtidos por ação biológica (coagulação espontânea). A coagulação ácida é, todavia, preferida por produzir borrachas de características mais homogêneas.

a) Granulação

Recebido o látex do campo é submetido, de imediato, a uma clarificação em centrífugas especiais ou, na falta desse equipamento, é peneirado por passagem através de tela com malhas suficientemente fechadas, de metal monel ou alumínio, a fim de eliminar os precoágulos e as impurezas em suspensão. Ao látex à concentração original, isto é, sem diluição, incorpora-se a solução ácida a 4% (ácido acético ou ácido fórmico) até atingir o pH igual a 5. Obtidos, assim, os coágulos são a seguir submetidos a um processo de granulação através de diferentes sistemas.

I- Peletização

Reduzidas as mantas de borracha lavada,

por extrusão a filamentos, são estes reduzidos a grânulos por meio de uma lâmina cortante rotativa. Esse método produz bons resultados com a condição de que os coágulos apresentem suficiente rigidez. Os coágulos macios e muito plásticos se peletizam menos satisfatoriamente. Segundo *Smith* (1969) as borrachas do mercado internacional Dynat CL e Kualakop são produzidos por este sistema.

II- Moagem

Consiste o processo em cortar os coágulos obtidos pela maneira convencional reduzindo-os a pequenos fragmentos por ação de uma lâmina rotativa de encontro a uma fita de aço. A operação lembra a ação de cortar de uma tesoura. Afirma *Bateman* (1967) que são produzidos por este processo as borrachas Nactom Lx e Dynat W.L.

III- Lâminas em placas

Nos dois processos anteriores a borracha pode ser granulada a partir de qualquer forma com que se apresente. O processo Decan-Grana se baseia na coagulação do látex em torno de um fuso mergulhado no tanque de coagulação de sorte que o coágulo formado sobre este fuso toma a forma de um cilindro. Cortado o coágulo em tiras, vai alimentar o peletizador. Es

te processo utilizado no Oriente e na Costa do Marfim, permite obter-se um elevado grau de automatização na produção de borracha, segundo a testa *Gyss* (1969).

IV- Desagregação mecânico-química (Processo Hevea-crumb)

O coágulo de borracha é tratado com u ma pequena porção de óleo não compatível (óleo de rícino), o qual é borrifado na superfície, na proporção de 0,06% e em seguida submetido a um processo mecânico que consiste em três ou qua tro passagens através de rolos lisos de uma cre padora comum.

Ocorre a desagregação da borracha, co mo que um esfarelamento, com excelente forma física para permitir rápida secagem. Este pro cesso foi desenvolvido na Malásia, pelo Rubber Research Institut of Malaya (*Morris*, 1969).

b) Secagem dos grânulos

O objetivo da transformação da borra cha em pequenos blocos ou grânulos é múltiplo:

Eliminar ao máximo as impurezas conta minantes da borracha.

Facilitar a manipulação mecânica da Borracha permitindo a secagem em sis temas contínuos.

_____ Aumentar a superfície de evaporação do material e, por consequência, reduzir ao mínimo, o tempo de duração da secagem.

Reduzido o coágulo, obtido por qualquer processo, a pequeninos grânulos, estes podem ser secos em poucas horas, utilizando-se equipamentos automatizados e temperaturas elevadas de 80° a 110°C.

É claro que temperaturas tão elevadas não podem atuar sobre a borracha a não ser por espaço de tempo curto para que não haja prejuízo por efeito de degradação térmica da mesma. A duração da secagem depende do sistema utilizado. Segundo *Gyss* (1968) os secadores atualmente fabricados apresentam a seguinte eficiência em termos de tempo necessário para a secagem da borracha.

_____ Secador tipo Guthrie	- 10 horas
_____ Secador modelo RRI-GEC	- 4 horas
_____ Secador de gaveta	- 2-4 horas.

Assim, verifica-se que o beneficiamento da borracha pelo sistema moderno, em essência, pressupõe as mesmas operações e os mesmos objetivos do sistema tradicional, porém, a execução em processamento quase contínuo permitiu

grande racionalização e conseqüentemente economia de espaço de mão-de-obra e tempo.

2.1.3- Embalagem da borracha de plantaço

A correta embalagem da borracha para ser transportada das regiões de produção para os centros de consumo é um fator que vem merecendo especial atenção. No mercado internacional as Folhas e os Crepes são acondicionados em fardos grandes com peso de 113 kg., envoltos por lâminas da própria borracha e reforçados por cintas de aço.

A atual preocupação é dar à borracha uma embalagem que apresente suficiente proteção ao produto em condições de fácil manuseio dos fardos e economicidade em relação ao custo dos fretes. A tendência moderna é aproximar, tanto quanto possível, a embalagem da borracha natural à utilizada para os elastômeros sintéticos dando a máxima proteção ao produto.

Os fardos atualmente adotados para as borrachas em bloco elaboradas pelos sistemas modernos são revestidos em plástico de 0,04 milímetros de espessura e apresentam um peso de 30 a 35 kg., com dimensões de 14 x 6 x 28 polegadas ou 15 x 7 x 22,5 polegadas. Para se conseguir um fardo de borracha compacto com as condições indicadas, a borracha granulada ou desagregada, na temperatura de 70°C,

é submetida a uma compressão de até 100 toneladas durante um minuto . Para este fim são utilizadas prensas hidráulicas de grande capacidade operativa.

2.1.4- Processos automatizados de preparo da borracha

2.1.4.1- O sistema Decan - Grana

O sistema Decan-Grana de preparo da borracha é um exemplo típico de elevada racionalidade operacional através da automatização. Sem exagero se pode afirmar que o látex natural de seringueira entra por uma ponta do fluxo e os fardos de borracha prontos para expedição saem na outra ponta do fluxo.

Pelo sistema clássico de preparo de Crepes e Folhas a coagulação tem a duração de 12 a 24 horas operando com látex padronizado por diluição com água. A idéia de se lograr uma coagulação instantânea do látex sem necessidade de diluição e que permitisse a subsequente laminação do coágulo em sistema contínuo, data de antes de 1950. Estudos neste sentido foram levados a efeito no Viet-Nam pela utilização do processo da termogelificação a pH constante de 4,5 visando a instantânea coagulação do látex. Este, sensitizado em presença de aceleradores de coagulação, entre os quais sabões anódicos,

(ricinoleato de sódio e amônio) é aquecido a 70°C e coagulado por adição de ácido fórmico a 5% , até pH igual 4,5. A coagulação se conclui em dois minutos e o coágulo pode ser crepado, logo a seguir, em equipamento conjugado sendo as duas operações, a coagulação e a crepagem, contínuas. Este processo recebeu o nome de Decan e a borracha ICR-Nat produzida pelo mesmo, a partir de 1950, foi a primeira borracha produzida e vendida sob especificação técnica. O ponto alto do processo é nítido , pois ele determina notável economia de tempo, de espaço e de mão-de-obra, todavia, a apresentação da borracha em lâminas e a secagem convencional não contornaram as duas desvantagens sérias representadas pelas embalagens em fardos de manuseio inconveniente e a demora na secagem.

Foi, ainda, no Viet-Nam que prosseguiram as pesquisas para a elaboração de um sistema de produzir borracha totalmente contínuo e automatizado, a partir do látex integral. Em 1955 Le Bras desenvolveu uma técnica de coagulação do látex integral de maneira que os flocos de borracha formados passam imediatamente para as estufas de alta temperatura, onde, em poucas horas, secam completamente. Uma usina de produção de borracha com capacidade de 12 toneladas,

por dia, totalmente automatizada e utilizando processo contínuo, fora concluída em 1962. Esta usina, entretanto, jamais pode entrar em funcionamento dado o recrudescimento das operações de guerra no Viet-Nam.

Os estudos levados a efeito no Viet-Nam foram continuados na Costa do Marfim pela Societé Africaine D'Heveas situada em Toupah. Verificou-se que a coagulação do látex em forma de flocos acarretava certas dificuldades técnicas na secagem. Foi, assim, procurada uma solução satisfatória utilizando o processamento Decan com a modificação, segundo a qual as lâminas de borracha crepada ao envez de entrarem na estufa para secagem, são granuladas ou peletizadas por sistema totalmente mecanizado. Estes grânulos de borracha ou peletes são conduzidos, por meio de uma correia sem fim, para estufas, onde em poucas horas secam apresentando-se, a borracha, pronta para o enfardamento. Este processo de granulação das lâminas de borracha recebeu o nome de processo Grana. O conjunto de operações, desde a coagulação do látex até o enfardamento da borracha, tendo por fundamento os processos Decan e Grana, é conhecido com a designação de processo Decan-Grana de produção de borracha. As instalações que operam pelo processo Decan-Grana em Tou

pah, na Costa do Marfim, apresentam, em resumo, as seguintes vantagens sobre o processos tradicionais (Groupe Internationale d'Etudes du Caoutchouc, 1967):

Preço de custo do processamento consideravelmente reduzido graças à economia de mão-de-obra (3 homens/dia por tonelada de borracha produzida, em lugar de 12 homens/dia por tonelada de borracha no sistema convencional).

Economia de tempo através de um ciclo de usinagem extremamente rápido. O látex ou os coágulos (Cernambí, etc.) são transformados em produto pronto para consumo em 24 horas.

Grande capacidade operacional. Todas as fases do processo se completam numa área reduzida. Comparado um conjunto Decan-Grana a uma instalação tradicional, em igualdade de capacidade de produção, verifica-se que todas as operações são executadas numa única sala, enquanto que no sistema tradicional são exigidas áreas cobertas de grandes dimensões para a coagulação do látex, localização das estufas de secagem, em

balagem da borracha, além da infra-estrutura dispendiosa de circulação, incluindo trilhos e vagonetas transportadoras.

2.2 - BORRACHAS EXTRATIVAS

A situação da produção de borracha natural no Brasil é de crise desde há vários anos, necessitando, o país, importar crescentes quantidades de borracha do estrangeiro a fim de poder suprir as necessidades de seu parque manufatureiro. Em 1978, com efeito, segundo dados tabulados pela Superintendência da Borracha (*Anuário Estatístico*, 1978), o Brasil consumiu 326.751 toneladas de todos os tipos de elastômeros. A borracha natural participou, naquele volume, com 72.492 toneladas representadas por 22,18%. Desse total consumido de borracha natural, apenas 23.708 toneladas (22,42%) foram de produção doméstica, enquanto 77,58%, em volume igual a 56.244 toneladas, o foram de borracha importada. Na produção doméstica, 90,39% foi representado pela borracha extrativa amazônica já que a borracha de plantação oriunda dos seringueais da Bahia, Espírito Santo e S. Paulo atingiram, tão somente, o volume de 2.279 toneladas (9,61%). Ainda que um Programa visando a implantação da Heveicultura em larga escala venha me

recendo, por parte dos órgãos competentes do governo, todo o apoio e estímulo no sentido de que seja alcançado no mais breve espaço de tempo o plantio de 200.000 hectares de seringueira, é evidente que a borracha extrativa, nesse momento de grande "deficit" de produção, ainda por mais algum tempo, de duração imprevisível, terá de desempenhar um importante papel no suprimento de borracha natural para a indústria nacional.

Tendo em vista essa realidade, os seringais nativos amazônicos estão sendo mobilizados para aumentar a produção e contribuir, assim, para a estabilização das importações de borracha natural do estrangeiro em um volume mais tolerável pelas contingências da abalada economia brasileira.

1.2.1 - O seringal silvestre

1.2.1.1 - Conceituação

Embora haja pequenas variações locais quanto aos métodos utilizados na exploração da seringueira nativa, na Amazônia estas discrepâncias são, meramente, nuances de um mesmo sistema que, fundamentalmente, é concordante, desde a região do estuário do Amazonas até o Alto Madeira, Juruá, Purus e Acre. Os seringais situados no

Estado de Mato Grosso, formando parte das matas de galeria ao longo dos rios, em essência, são organizados de maneira diferente da dos amazônicos, desde que a dispersão da seringueira acompanhando o curso dos rios não permite abrir uma estrada em forma de polígono fechado.

Os seringais são estabelecidos, via de regra, às proximidades de um rio navegável e em local onde a ocorrência da *Hevea* seja suficientemente grande para tornar a exploração compensadora. Cada seringal compreende um número variável de estradas abertas na floresta formadas por seringueiras que são ligadas entre si por um caminho de 3 a 5 metros de largura pelo qual transita o seringueiro. Cada estrada se compõe, por sua vez, de 90 a 170 árvores e às vezes até mais, de acordo com a densidade das mesmas, de modo que o percurso diário do seringueiro possa ser vencido em tempo hábil que lhe permita, em seguida, defumar o látex colhido. Os seringais, por seu turno, variam extraordinariamente em relação ao número de estradas. Existem seringais com apenas algumas estradas e outros com centenas e até com mais de um milhar de estradas, notadamente no Acre e nos Altos Rios. Cada seringueiro explora, normalmente, duas estradas (às vezes até 4) que são cortadas alternadamente por

períodos ou dias. Na região dos Baixos Rios e Ilhas do Estado do Pará, a prática do corte é de alternância por períodos, geralmente de 15 a 30 dias. Trata-se de uma questão de economia. O seringueiro, via de regra, não dispõe de suficiente quantidade de tigelinhas para prover, a uma só vez, as duas estradas, entigela uma delas, que é cortada três a quatro dias na semana, até que a concentração da borracha no látex se torne muito baixa, quando é interrompido o corte, recolhidas as tigelas, para ser preparada e cortada, em seguida, a outra estrada.

A primeira abertura da estrada é feita por um mateiro experiente, conhecedor do local que, com relativa facilidade, é capaz de abrir, na mata, uma picada que no final fecha formando um polígono irregular. Ao longo deste caminho são abertas pequenas ramificações chamadas "mangas" que permitem acesso às seringueiras situadas fora do traçado da estrada principal. O início da estrada se chama *boca*, e não muito distante desta o seringueiro constroi uma cabana coberta de folhas onde se instala com a família. Ao lado desta barraca, outra mais rústica, ainda, denominada "tapiri", serve de abrigo para a defumação do látex. A cada grupo de estradas situadas numa mesma região da-se o no

me genérico de "colocação".

As colocações situadas a grande distância da sede do seringal onde se localiza o armazém principal chamado de Barracão, são servidas por dispensas de suprimento com as quais o seringueiro mantém contacto para efeito de abastecimento e entrega da borracha. Esses pequenos armazéns ou dispensas se chamam de "Centro".

2.2.1.2 - Extração e coleta do látex

O seringueiro recebe as estradas já postas em pique pelo mateiro e abertas. A sua tarefa consiste, pois, em extrair o látex, coletá-lo e transportá-lo para o "tapiri", onde se processa a transformação deste em borracha. A primeira operação na exploração de uma estrada virgem consiste no entigelamento da mesma. Esta operação se traduz na distribuição das tigelas em número de uma ou mais, dependendo do número de "bandeiras" em função da circunferência da seringueira. O atual sistema de sangria mais difundido na Amazônia é o do chamado corte amazônico que consiste em remover uns 2 a 3 mm de casca na extensão de cerca de 25 cm aprofundando este risco até a proximidade do "cambium" sem atingí-lo. A inclinação desta incisão ou corte deve ser 30° a 35° da esquerda para a direita e a

partir de uma altura entre 1 a 1,5m do solo. Na verdade, quando a seringueira se acha muito estragada por sucessivos cortes em profundidade excessiva, o que se manifesta pelo aparecimento de protuberâncias no tronco, o seringueiro, por vezes, prepara um giral ou escada para poder atingir uma altura do tronco livre destas cicatrizes. O corte amazônico difere do utilizado em seringais de cultura pelo fato de que a remoção da casca se faz não em forma de painel contínuo, mas sim, em forma de riscos que se sucedem à distância de uns 2 cm um do outro, ficando, entre duas incisões sucessivas, uma faixa da casca intacta. Na extremidade inferior de cada incisão ou corte é colocada uma tigelinha que se prende à árvore forçando a borda cortante da mesma, que penetra na casca. Observe-se que, conforme a circunferência da seringueira, utilizam-se tigelas em número que podem variar de uma até 8 e mais. O corte amazônico é, na verdade, um corte em meia espiral não contínua, preferindo, se cortar uma extensão de uns 25 cm, deixando-se outros 25 cm sem cortar e novamente cortando e assim sucessivamente, alternando-se os cortes com partes não cortadas.

Pelo sistema amazônico convencional, o seringueiro é obrigado a percorrer toda extensão

da estrada para cortar as árvores, tarefa que ao final se conclui quando da chegada ao ponto de partida, uma vez que a estrada tem a forma de polígono fechado. A tarefa seguinte consiste em, novamente, fazer todo o percurso da estrada para a coleta do látex que se escoia para a tigelinha, enquanto prosseguia o corte.

Nos seringais de Mato Grosso, situados ao longo dos rios de permeio com a mata ciliar em forma de galeria, pelo fato de que a seringueira não apresenta dispersão a não ser no sentido do curso do rio, as estradas não são abertas em forma de polígono fechado. Assim, o seringueiro teria a necessidade de atingir a árvore extrema de sua estrada para cortá-la e em seguida voltar para a origem da estrada a fim de iniciar a coleta do látex até a última seringueira e por fim dar a mesma caminhada de volta para transportar o látex. Neste caso haveria necessidade de fazer o percurso total da estrada 4 vezes por dia, duas de ida e duas de volta. Daí este inconveniente, a borracha produzida em Mato Grosso é exclusivamente do tipo *Cernambi Cocho* que dispensa a manipulação e processamento do látex no "tapiri". A jornada do seringueiro consiste em percorrer a estrada de ida, cortando as árvores e de volta, no mesmo percurso,

coletando os coágulos do corte anterior.

2.2.1.3- Discussão do sistema amazônico de extração do látex

O sistema amazônico de extração do látex, isto é, o método de sangria utilizado nos seringais nativos, apresenta desvantagens se comparado com o dos seringais de plantação. Não seria lícito entretanto chamá-lo de irracional. Pelo contrário, apresenta ele bastante adequação para as condições de seringais nativos. Duas principais desvantagens, entretanto, podem ser apontadas:

Pouca economia em relação ao aproveitamento da casca. Enquanto no sistema de painel contínuo, utilizado em seringais de cultura, se pode cortar o mesmo painel durante, pelo menos, 4 anos, em meia espiral em dias alternados, o corte amazônico, geralmente, utiliza todo o painel no decorrer de uma única safra.

Não aproveitamento do Cernambi fita. Nos seringais de cultura, antes do corte se faz a remoção do coágulo que se forma sobre a incisão do corte anterior, aproveitando-se esta borracha. No sis-

tema amazônico não se recomenda a retirada do Cernambi fita, pois ele é que vai vedar o ferimento produzido pela incisão, evitando o ataque da podridão de painel.

Deve-se observar que a prática da utilização do corte em meia espiral descontínua é correta, pois sabe-se que a produção aumenta quando se limita a extensão do corte para um máximo de 25 cm. Quando uma seringueira de grande diâmetro apresenta, pois, uma circunferência a maior do que 2 metros, se poderia, em sistema de sangria de meia espiral, em dias alternados, praticar uma única incisão contínua em toda a extensão ou dividir esta extensão, a ser cortada, em segmentos de 25 cm cada um alternados, respectivamente, por uma extensão de circunferência não cortada, de tal maneira que apenas a metade da árvore seria sangrada através de pequenos cortes descontínuos. O corte dividido em pequenos segmentos produz maior quantidade de látex do que a soma de todos estes segmentos cortados em forma de uma incisão contínua.

É evidente que se pode admitir, em princípio, a utilização de um corte mais vantajoso nos seringais nativos pela aplicação de

um sistema de sangria já consagrado nos seringais de cultura. A seringueira nativa não é diferente da seringueira plantada. Diferente é apenas o ambiente de um seringal cultivado se comparado com as estradas nativas. Diferentes são os hábitos do seringueiro em comparação com o extrator de látex nos seringais plantados. Em tese, se forem tomadas as precauções em uso nos seringais plantados, o sistema de sangria das estradas nativas pode seguir a técnica do corte em painel contínuo com maior economia no desgaste de casca, com o aproveitamento do Cernambi fita e com maior intensidade do corte, portanto, com maior produtividade. Até mesmo o emprego de estimulantes de produção se pode recomendar para utilização nas seringueiras nativas.

A introdução de todas estas inovações nos seringais nativos estará condicionada, sem dúvida, a uma reeducação do próprio seringueiro. É preciso não esquecer que, ao lado das vantagens que resultariam pela utilização dos sistemas de corte racionais utilizados nos seringais de cultura, quando se trata de estradas nativas, deve-se considerar, também, a contrapartida, isto é, as medidas complementares indispensáveis, entre as quais:

_____ Tratamento sistemático do painel com defensivos adequados a fim de evitar a podridão.

_____ Cautela em relação ao uso dos estimulantes para que se não provoque esgotamento ou brusca queda na produção.

2.2.2-Preparo dos tipos amazônicos de borracha

A borracha extrativa amazônica é preparada por meio de um processamento específico cuja autoria se perdeu no tempo. Dado o meio agressivo e as distâncias dos centros habitados, estratificou-se, com o correr dos anos, nos seringais, uma tecnologia muito simples de preparo da borracha e perfeitamente adequada às condições ambientais reinantes. Toda uma série de padrões foi estabelecida no tempo em que a borracha extrativa dominava os mercados mundiais. À medida que a ciência e a tecnologia evoluíram, em todos os campos da atividade humana, o seringal amazônico estagnou vivendo de uma área que passou e não mais poderá voltar mantendo, no entanto, a mesma estrutura e os mesmos conceitos sobre borracha, de significado completamente superados.

Há necessidade, pois, de modernizar o seringal amazônico e, principalmente, modificar

todo o sistema produtivo, de tal sorte que este seringal possa continuar a desempenhar, por mais algum tempo, uma função ativa na problemática da Amazônia.

2.2.2.1- Borrachas Fina e Entrefina

A borracha amazônica padrão é o tipo A cre Fina com 20% de umidade.

O preparo da borracha Fina consiste em submeter o látex integral, sem preservativo, à ação dos vapores ácidos da decomposição pirogenada da madeira (Wisniewski, 1956). O utensílio empregado para que sirva de gerador destes vapores, uma espécie de retorta em forma de tronco de cone aberta na parte superior e inferior e que apresenta, ainda, na extremidade de baixo uma abertura, se chama de "boiã" e é feito de barro cosido pelo próprio seringueiro ou de chapinha de ferro. É intuitivo que este "boiã", assentado no solo e uma vez carregado de cavaco de madeira ou coquilho, funcionará como um forno de pirogenação uma vez posta a madeira em combustão parcial.

A abertura inferior permite a entrada de ar em quantidade insuficiente para alimentar a ignição da madeira mas o suficiente para queimar parte da mesma, gerando calor, que vai decompor a outra parte. Pela abertura superior do

boião escapam os vapores que se formam.

No processo da pirogenação da madeira a fração condensável de composição complexa contém de 4 a 8% de ácido acético, além de produtos fenólicos e outros. Estes vapores que contém ácido acético, em contacto do látex, em temperatura elevada (180° a 220°C), provocam a imediata coagulação do mesmo. Infere-se que a utilização do ácido acético em solução, como coagulante do látex, no preparo dos tipos de borraça de plantação, nada mais é do que forma mais racionalizada de obter o mesmo efeito da defumação.

O cavaco utilizado para defumar borraça é sempre procedente de madeiras duras que dão maior rendimento operacional. Entre as mesmas utiliza-se, freqüentemente, cavaco de Itaubá, Brajauba, Pau Darco, Maçaranduba, Acapu e outros. Entre os coquilhos utilizados há preferência pelos de Inajá, Tucumã, Babaçu, Uricuri, e, até mesmo, o ouriço da Castanha do Pará.

A defumação consiste, portanto, na operação que tem por finalidade colocar em contacto íntimo finas camadas de látex que revestem o coágulo da operação precedente com os vapores ácidos da pirogenação da madeira. É fácil de compreender que um coágulo de borracha espetado numa haste de madeira roliça vai aumentando, suces

sivamente, ao receber um banho de látex que, a seguir, se coagula. Quando este coágulo em forma de bola atinge uma dimensão que torna difícil o manuseio em cima do "boiã" para prosseguir a formação de novas camadas de borracha de defumada, é simplesmente abandonado, para que se que e se torne suficientemente consistente para ser retirado da haste. As bolas de borracha com pesos variáveis de 30 a 60 kg, atingindo, por vezes, até 100 kg, constituem o tipo de borracha Fina.

Se o seringueiro não tiver o cuidado de defumar o produto suficientemente para que haja uma coagulação completa e perfeita, ficam retidas entre duas camadas de borracha, pequenas bolsas de látex que com o correr do tempo se coagulam espontaneamente. Esta borracha mal defumada, que se apresenta no meio do coágulo da borracha Fina, formando pedaços de Cernambi, de forma esponjosa, se chama de Entrefina. A Entrefina é, portanto, borracha mal defumada.

As vantagens que apresentam os tipos de borracha Fina e Entrefina residem, principalmente, na capacidade que tem de resistir, praticamente sem serem afetadas, a todas as condições adversas de transporte no dorso de burros ou bois, em lingadas, através de rios e igarapês,

no convés de embarcações expostas a todas as intempéries. A forma esférica das "pelas" permite obter um grande volume de borracha com uma superfície de exposição mínima. Ainda que haja ação deletéria por falta de cuidados no manuseio destes tipos de borracha, os efeitos são apenas superficiais e incapazes de afetar a qualidade da borracha de toda a bola.

A borracha Fina obtida por defumação do látex é, como se vê, uma forma bem adequada de preparação local, no próprio seringal, de borracha que, apesar de submetida em seguida às condições mais adversas, é capaz de reter as propriedades plenas de um tipo de elevada qualidade.

As desvantagens, porém, principalmente no tocante à morosidade do processo e, consequente, ao baixo rendimento operacional fazem da borracha Fina um tipo antieconômico que limita o aumento da produtividade do seringal e restringe a atividade do seringueiro. Dado que a operação da defumação constitui, em termos de trabalho, mais da metade de todo o trabalho investido no processo, incluindo o corte, a coleta e o transporte do látex, verifica-se que, se for a defumação substituída por outra prática menos dispersiva, se poderá atribuir ao seringuei

ro um maior número de árvores para serem exploradas com o conseqüente aumento da produção.

A borracha Entrefina sendo uma nuance do tipo Fina traz no seu bojo as mesmas vantagens e limitações do tipo Fina.

Na reformulação do sistema produtivo da borracha extrativa amazônica, os tipos Fina e Entrefina deverão, progressivamente, ir desaparecendo para dar lugar a tipos de produção mais econômica.

2.2.2.2 - O Cernambi

Toda a borracha obtida por coagulação espontânea do látex se denomina, genericamente, de Cernambi. De acordo com a maneira de elaboração, a forma de apresentação e a maior ou menor contaminação e outros fatores, existe uma gama de variantes do tipo Cernambi, entre os quais Cernambi Cocho, Cernambi Coalho, Cernambi Virgem, Cernambi de Cametã e Cernambi Rama.

a) Cernambi Cocho:

No tempo áureo da borracha extrativa o Cernambi Cocho foi um tipo desconhecido dos mercados mundiais, pois surgiu bem mais recentemente e é produzido, especificamente, nos seringaais localizados em Mato Grosso, em função da ocorrência da *Hevea* ao longo dos rios nas matas

ciliares de pequena profundidade. De coloração clara, quando corretamente elaborado, este tipo guarda certa semelhança de aspecto com o Crepe látex, muito embora não exista paralelismo de propriedades intrínsecas entre os mesmos, uma vez que o Cernambi Cocho é, basicamente, borracha maturada, enquanto que o Crepe látex é borracha coagulada por ácidos. Sob o ponto de vista de propriedades trata-se de uma borracha que pode alcançar uma classificação superior. De cura um pouco mais acelerada, em tese, do que o tipo Fina pode adquirir propriedades excelentes, quando elaborada com esmero.

As vantagens do tipo Cernambi Cocho, se comparado com a borracha Fina, entre outras, se estribam na eliminação da defumação e no menor dispêndio de trabalho por ocasião do corte e coleta do látex.

As operações para o preparo do Cernambi Cocho se resumem num conjunto de práticas simples que podem ser descritas como segue:

Sangrada a árvore, o látex é apanhado na tigelinha, de acordo com o sistema usual, onde permanece até coagular-se espontaneamente.

Coletados os coágulos, operação que coincide com a sangria seguinte, são

eles depositados em água, geralmente de um igarapé, onde são mantidos até que a quantidade disponível atinja o peso de uma "barra", ou seja, cerca de 10kg. São, então, os coágulos, retirados da água e levados a um cocho de madeira em forma de paralelepípedo onde são arrumados uns sobre os outros.

Despeja-se, a seguir, sobre os mesmos, uma porção de látex natural para facilitar a agregação.

O cocho é levado, em seguida, a uma prensa rústica de madeira onde a borracha fica sob o efeito de compressão por alguns dias para que haja uma boa aderência dos coágulos que devem, ao final, formar um bloco compacto.

Retirado da prensa o bloco de borracha é conservado à sombra ou sob água até o momento de ser transportado para beneficiamento, na usina.

O tipo Cernambi Cocho é preparado do puro látex de seringueira, sem diluição e isento de preservativos.

A conservação da borracha sob água, embora evite a degradação e oxidação é lixiviada, eliminando-se importantes constituintes da fra

ção não borracha. Por essa razão a maceração da borracha em água deve ser feita com parcimônia.

De acordo com os conceitos modernos de qualidade não existe, em princípio, nenhuma restrição em relação às borrachas maturadas se comparadas com os tipos coagulados por ácidos. A borracha Dynat W.F. de grande reputação no mercado mundial elaborada pelo sistema Guthrie é, fundamentalmente, o Cernambi Coalho beneficiado por desagregação e secagem rápida. O que se deseja de uma borracha, como índice de qualidade, é sobretudo pureza dentro de limites rígidos, além de outras características.

Para que o Cernambi Cocho possa atingir as especificações bastante rigorosas das borrachas de qualidade superior será necessário prepará-lo, em todas as fases do processamento, desde a sangria da seringueira até o transporte e beneficiamento nas usinas, dentro de uma constante preocupação de pureza, evitando, ao máximo, as contaminações de qualquer natureza.

b) Cernambi Coalho

Recebe o nome genérico de Cernambi Coalho a borracha em blocos obtida por coagulação espontânea do látex. Essa borracha produzida em quantidade reduzida nos seringais amazônicos geralmente é formada quando o seringueiro coletan

do uma quantidade de látex excessiva para a sua capacidade de processar, defumando, abandona parte do mesmo para que se coagule. A Guthrie Corporation Limited manufatura a borracha Dynat WF com base nos coágulos obtidos de látex integral por coagulação espontânea. O Cernambi Coalho pode dar origem a uma borracha de elevada qualidade desde que se limite o período de maturação, isto é, que se submeta ao processamento os coágulos tão logo sejam obtidos. O inconveniente do Cernambi Coalho, como de resto de qualquer borracha obtida por coagulação espontânea do látex, é o intenso mau cheiro que exala por efeito da decomposição pútrida das proteínas. Essa é mais uma razão determinante da conveniência de não armazenar coágulos de Cernambi por tempo prolongado.

c) Cernambi Virgem ou Cernambi da Fina

Esse tipo nada mais é do que o próprio bloco de Cernambi Coalho que espetado no "pau" se utiliza às vezes para dar início à formação da bola de borracha Fina, aumentando a superfície de coagulação no início da operação. Ficando no centro da pela, pode ser facilmente destacado depois do corte da mesma. O Cernambi Virgem ou Cernambi da Fina é, portanto, o Cernambi Coalho que sofre defumação incorporado à pela de borra

cha Fina.

d) Cernambi de Cametã

É a borracha produzida na Região das Ilhas no Estado do Pará, especialmente no Baixo Tocantins, daí o nome genérico que recebeu do município de Cametã, um dos maiores produtores.

O Cernambi de Cametã, fundamentalmente, é borracha formada de coágulos de fundo de tigella. O seringueiro, recolhendo a bolacha de cernambí do corte precedente, risca a árvore e assim prossegue na sua faina até atingir a última seringueira. Os coágulos são então colocados uns sobre os outros e os blocos assim formados são amarrados com cipõ e depositados nos chamados "poços de cernambi" que são "currais" de vara construídos na beira dos rios ou igarapés, onde a borracha fica retida, via de regra, mergulhada na lama. Trata-se de uma borracha altamente contaminada, apresentando uma quebra de peso no beneficiamento, em torno de 60%, representada por água, lodo e outras impurezas. Mesmo depois de beneficiada produz, inegavelmente, tipo inferior de borracha.

e) Cernambi Rama

Todo resíduo de látex coagulado por qualquer forma nos seringais de plantação ou sil

vestres se classifica como Cernambi Rama. Trata-se de borracha a granel, em pequenos pedaços, via de regra, parcialmente degradada e oxidada além de altamente contaminada por material terroso, casca, folhas e outros. Os precoágulos e o derrame acidental de látex que sempre ocorre dá origem a esse tipo de borracha. O Cernambi Rama ainda que corretamente beneficiado se apresenta como borracha de qualidade inferior.

f) Cernambi Virgem prensado

Embora a defumação para preparar borracha Fina apresente suas virtudes, o processo se torna tão oneroso que se transformou no principal fator limitante da produção. Há conveniência, pois, de se reformular o processo produtivo substituindo o tipo Fina por outra borracha de boa qualidade e de preparação menos custosa. De acordo com tal linha de ação, elaborou-se uma prática simples e adequada às condições dos seringaais nativos e que apresenta notável economia de mão-de-obra se comparada com o clássico processo de defumação para a preparação da borracha Fina. A borracha procedente desse processo recém-introduzido, recebe a designação genérica de Cernambi Virgem prensado.

Em linhas gerais o Cernambi Virgem prensado é preparado das bolachas do Cernambi fundo

de tigela obtido pela maneira usual. Estes coágulos são colocados justapostos uns ao lado de outros sobre uma prancha resistente de madeira e submetidos à compressão. Forma-se, em consequência, uma manta de borracha de uns 4 a 6 cm de espessura a qual é, em seguida, submetida à defumação em fumeiros ou estufas rústicas. A defumação, além de secar a superfície, inibe a atividade microorgânica.

Como se vê, pois, o Cernambi Virgem prensado nada mais é do que a versão do "Slab Rubber" produzido nos seringais de plantação asiáticos.

g) Outras borrachas não convencionais

A formação do Cernambi fundo de tigela bem coagulado, tem a duração de 4 dias. O seringueiro, nessas condições, se tiver de cortar todos os dias, terá de dispor de 4 estradas. Além desse aspecto que, às vezes, pode se tornar negativo, há sempre o perigo de haver prejuízo por perda do produto se houver chuva antes de que se complete a coagulação espontânea do látex na tigela. Por isso, uma versão conveniente para contornar ou minimizar os riscos de perda do látex por efeito de chuva, consiste na adição de coagulante ácido à tigelinha imediatamente antes do corte, a fim de que

a coagulação se processe em meio ácido e em poucas horas. A quantidade de solução ácida a 1% de concentração que se recomenda é de aproximadamente 3g de ácido acético puro (300ml de solução a 1%) por quilo de látex. Estimada a produção da estrada e conhecido o número de seringueiras da mesma, determina-se, facilmente, a quantidade média de solução ácida a adicionar por árvore. Na suposição de que uma estrada nativa de seringueiras contém 150 árvores e a produção média da estrada é de 10 kg de látex por corte, haveria necessidade de utilizar 30g de ácido acético 100%, ou seja, 3000g de solução a 1%, em 150 seringueiras. Cada seringueira receberia, em média, 20 ml de solução ácida. Observe-se que, tanto no caso da formação do Cernambi de tijela como no caso da utilização de coagulantes ácidos, a tarefa diária do seringueiro consiste em dar apenas uma caminhada na estrada.

2.2.3- Beneficiamento das borrachas extrativas amazônicas

2.2.3.1- Lavagem e Crepagem

Os tipos amazônicos de borracha extrativa não constituem, de pronto, matéria prima de indústria. Eles devem, por isso, ser submetidos a um beneficiamento primário com a finalidade de remover a umidade e as impurezas, dando-lhes a forma de lâminas de uns 2 milímetros de

espessura.

Classificada a borracha e separada por tipos, é conveniente conservá-la em tanques mace-rando em água, na falta destes, em paiois lim-pos, ladrilhados ou cimentados. Borrachas muito sujas e contaminadas como o Cernambi rama, con-servam-se sob água t^epida para facilitar a remo-ção das impurezas.

A lavagem é feita em máquinas apropria-das que consistem de uma s^olida armação de fer-ro que suporta, transversalmente, dois cilindros de aço de ferro duro dotados de mancais nas ex-tremidades.

Estes cilindros apresentam sulcos ou ranhuras, de sorte que girando em sentidos opo-sitos e com diferentes rotações eles rasgam, dila-ceram e mastigam pedaços de borracha que passam en-tre a abertura dos cilindros que pode ser regulada. Um jacto de água cai continuamente sobre a bor-racha que está sendo lavada.

Quando se trata de Cernambi rama a á-gua de lavagem é preferentemente t^epida. Ao mes-mo tempo que as impurezas vão sendo eliminadas, os pedaços de borracha vão se aglomerando para, ao final, constituírem uma lâmina grosseira e bastante homogênea. Terminada a lavagem, esta lâ-mina grosseira é submetida à operação de lamina-ção com a finalidade de obter lençóis mais fi-

nos que terão maior facilidade de secagem. A laminação é feita em calandras em tudo semelhantes às lavadoras diferindo, apenas, em que os cilindros são lisos e giram com iguais velocidades, de sorte que a borracha não é dilacerada mas apenas adelgada por efeito de compressão.

Concluídas estas duas operações, lavagem e crepagem, a borracha se considera lavada e crepada.

2.2.3.2- Secagem

A secagem pode ser feita em estufa ou em condições ambientais em lugar ventilado e seco. A preferência é para a secagem em estufa, a não ser que borrachas inferiores como Cernambi rama e certas borrachas adulteradas e classificadas como Fraca não resistam o efeito de temperaturas mais elevadas. As borrachas amazônicas, como a Fina e Entrefina podem ser secas em temperaturas entre 40 e 45°C. O Cernambi, notadamente o Rama e outros tipos Fracos não devem ser submetidos a temperaturas acima de 35°C. O tempo de secagem é uma função da espessura da lâmina, da temperatura no interior da estufa e da circulação do ar. Geralmente se consegue lograr a secagem no espaço de 4 a 7 dias de exposição ao calor. A secagem ao ar livre é mais demorada, principalmente na época das chuvas.

As lâminas de borracha quando secas são de cor de chocolate ou, às vezes, ficam mais escuras. Quando cortadas devem apresentar-se isentas de grânulos brancos. A presença de tais grânulos comprova que a secagem fora incompleta.

2.2.3.3- Acondicionamento

Secas as lâminas são retiradas da estufa e abandonadas por algumas horas nas condições ambientais. Procede-se, a seguir, a embalagem para expedição. A borracha crepada ou laminada é acondicionada em fardos envoltos por uma capa de estopilha ou, muitas vezes, simplesmente amarrados por cintas de aço, sem nenhum envólucro. No Brasil, os fardos são preparados com 70 kg de peso e envolvidos por uma e, às vezes, até 2 camadas de estopilha.

Os fardos guardam dimensões padrão e são comprimidos a fim de diminuir-lhes o volume. É óbvio que, quanto menos espaço ocupar o fardo, isto é, quanto mais bem comprimido, tanto melhor, desde que o cálculo para determinar o custo do frete marítimo é feito na base de volume e não de peso.

2.3-CONCEITOS MODERNOS DE QUALIDADE DA BORRACHA NATURAL

A classificação tradicional da borracha é baseada na inspeção visual do produto, quer se

trate de crepes ou lâminas, sendo, assim, apenas considerados os caracteres organoléticos. Tabelas especiais foram feitas mantendo os limites de defeitos permissíveis para cada tipo. Estes defeitos se relacionam, exclusivamente, à espessura das lâminas, presença de pontos escuros, presença de bolhas de ar e outros semelhantes. Nenhuma referência é feita à qualidade intrínseca do produto e a sua apresentação sob o ponto de vista utilitário e econômico.

Com o advento e rápido desenvolvimento dos elastômeros sintéticos de propriedades mais constantes e de apresentação prática, os produtores de borracha natural sentiram a necessidade de procurar se adaptar, também, a estas tendências. Afinal de contas, a uma fábrica que industrializa borracha, pouco importa, a não ser em casos especiais, a cor desta borracha e o fato de ela apresentar bolhas de ar e menor ou maior quantidade de pontos escuros e de outros defeitos visuais de apresentação.

2.3.1- Padrões de qualidade

Os padrões de qualidade para a classificação técnica da borracha são definidos em função de certos parâmetros considerados relevantes. Entre os diferentes esquemas propostos e utilizados ocorrem algumas nuances diferenciais,

embora na essência todos se identificam. No esquema SMR (Standard Malaysian Rubber SCHEME, 1978) o tipo destinado para usos gerais (SMR-General purpose - G.P.) é qualificado em função dos seguintes parâmetros: % de sujidade; % de cinzas (resíduo mineral fixo); % de Nitrogênio; % de voláteis; % de índice de retenção de plasticidade (PRI); viscosidade Mooney a 100°C e características de cura (vulcanização) definidas pelo gráfico obtido no Reômetro. Verifica-se que a preocupação na moderna classificação da borracha natural é a de estabelecer uma gradação em função dos valores relacionados aos parâmetros que definem qualidade, todos eles relacionados, em última análise, à pureza (sujidade, umidade, cinzas, nitrogênio) e, ao mesmo tempo, descrever a borracha sob o ponto de vista de comportamento tecnológico no processamento (propriedades de cura e viscosidade). Esses dois últimos parâmetros, embora assumam um aspecto apenas qualitativo, notadamente a cura, já que nem sempre as borrachas de cura acelerada são as mais desejadas, desempenham, não obstante, importante papel quando se considera o aspecto da homogeneidade e constância de comportamento no fluxo do processamento.

O acondicionamento deve atender, tam-

bém, estritamente, às recomendações preestabelecidas. Assim, cada fardo com o peso aproximado de 33 kg de forma bem regular, é envolto em lâmina de polietileno de 0,04 milímetros de espessura, transparente. Uma faixa de plástico opaco de cor variável, mas característica do tipo da borracha em cada caso, é preso transversalmente nos lados do fardo, afim de permitir fácil identificação do tipo e da gradação da borracha. A borracha SMR-GP para usos gerais é identificada pela cor azul.

2.3.1.1-Classificação técnica da borracha natural brasileira

Um grupo de trabalho foi criado pela Superintendência da Borracha, incluindo técnicos especialistas ligados a órgãos públicos e a empresas privadas, no sentido de criar um esquema tentativo de padrões para a classificação técnica das borrachas de produção nacional.

Fundamentalmente foi aceito o sistema internacional adaptando-se-o à realidade brasileira, na qual a maior parte da borracha natural produzida ainda é de origem silvestre, sendo a borracha de plantação, até o momento, pouco expressiva.

Os parâmetros adotados para a fixação dos diferentes padrões foram os do esquema SMR,

com o acréscimo da % de extrato acetônico. A de-
terminação de extrato acetônico nas borrachas
procedentes de plantações de *Hevea* não apresen-
ta nenhum significado, desde que nos seringais
de cultura homogênea não ocorrem plantas produ-
toras de látices exóticos que pudessem servir
de adulterantes por incorporação ao latex de
Hevea. Na Amazônia, em condições de seringais sil-
vestres, a *Hevea* ocorre ao lado de inúmeras es-
pécies laticíferas cujo produto, freqüentemente,
é empregado para fraudar e adulterar a borracha.
Essas borrachas adulteradas que apresentam ele-
vado teor de extrato acetônico são comumente clas-
sificadas e comercializadas, aliás, de maneira
equivocada, como borrachas fracas de *H. bentha-
miana* e *H. guianensis* (Wisniewski, 1948).

O esquema tentativo de padrões para a
classificação da borracha brasileira prevê, em
princípio, 4 (quatro) classes e 11 (onze) tipos
de borracha:

- Classe 1 - Crepes claros (C.C.)
- Classe 2 - Folhas Fumadas (F.F.)
- Classe 3 - Granulados (G.)
- Classe 4 - Crepes escuros (C.E.)

Os Crepes claros e as Folhas Fumadas
são representados pelos tradicionais tipos do
mercado internacional e procedentes de serin-

gais de plantação.

As borrachas granuladas, em bloco, são os tipos elaborados de acordo com os modernos sistemas mecanizados e contínuos, e que podem proceder tanto de coágulos obtidos de látices de seringais cultivados como das borrachas procedentes de seringais silvestres. Convém observar que os tipos granulados podem ser preparados com base em mistura de coágulos obtidos por diferentes processos. Assim, o tipo SMR-GP para usos gerais é obtido pela mistura de 60% em peso de coágulos ácidos de latex integral com 40% de coágulos de cernambi de fundo de tijela. De acordo com esse conceito, nada impede que se possa beneficiar as borrachas extrativas formulando misturas definidas de borrachas defumadas (Fina e Entrefina) com borrachas não defumadas (Cernambis), contanto que esses tipos satisfaçam os padrões de qualidade. Com a nova sistemática de classificação técnica desaparecerão, por terem perdido completamente qualquer sentido, expressões clássicas ainda em pleno vigor como Acre Fina, Altos Rios, Cernambi Virgem, Ilhas Entrefina e todas as demais designações que atualmente são utilizadas para qualificar as borrachas extrativas amazônicas. Em princípio, os granulados incluem os tipos claros correspondentes ao Crepe-latex, os procedentes da coagulação ácida

do latex correspondente às Folhas defumadas e os granulados escuros correspondentes aos Crepes oriundos de borrachas silvestres e ainda aos crepes secundários de plantação. São, portanto, previstos 4(quatro) tipos de granulados.

Os crepes escuros incluem os tipos convencionais amazônicos, bem como os crepes secundários de seringais plantados. Os respectivos tipos das 4 (quatro) classes consideradas, com os correspondentes valores paramétricos, são os seguintes:

TABELA 1 - Classe 1 - Crepes claros (C.C.) obtidos de látex

Parâmetros	- Tipos -	
	CC-1	CC-2
1 Cor* (máxima permitida)	+	-
2 Voláteis (% máxima permitida)	0,8	0,8
3 Índice de sujidade (% máxima permit.)	0,0	0,1
4 Cinzas (% máxima permitida)	0,2	0,5
5 Extrato acetônico (% máxima permit.)	3,5	3,5
6 Nitrogênio (% máxima permitida)	0,6	0,6
7 Plasticidade Wallace-P ₀ (Mínima permit.)	40	40
8 PRI (Mínima permitida)	60	60

* De acordo com a escala -Lovibond a ser elaborada.

+ Coloração uniforme

- Coloração necessariamente não uniforme podendo apresentar manchas escuras.

TABELA 2-Classe 2 - Folha Defumada ou Folha Fumada (F.F.) obtida de latex

Parâmetros	- Tipos -	
	FF-1	FF-2
1 Voláteis (% máxima permitida)	0,8	0,8
2 Índice de sujidade (% máxima permit.)	0,0	0,1
3 Cinzas (% máxima permitida)	0,2	0,5
4 Extrato acetônico (% máxima permit.)	3,5	3,5
5 Nitrogênio (% máxima permitida)	0,6	0,6
6 Plasticidade Wallace-P _o (Mínima)	45,0	45,0
7 PRI (Mínimo)	70,0	70,0

TABELA 3-Classe 3 - Granulados, Granulado claro (C.G.) obtido de latex. Granulados escuros (G.E.)

Parâmetros	- Tipos -			
	CC	GE-1	GE-2	GE-3
1 Cor* (máxima permitida)	6,0	-	-	-
2 Voláteis (% máxima permitida)	0,8	0,8	0,8	0,8
3 Índice de sujidade (% máxima permitida)	0,0	0,1	0,3	0,5
4 Cinzas (% máxima permitida)	0,2	0,5	1,0	2,0
5 Extrato acetônico (% máxima permitida)	3,5	3,5	3,5	3,5
6 Nitrogênio (% máxima permitida)	0,6	0,6	0,6	0,6
7 Plasticidade Wallace-P _o (Mínima)	40,0	30,0	30,0	30,0
8 PRI (Mínimo)	60,0	50,0	40,0	30,0

* De acordo com a escala Lovibond.

TABELA 4 - Classe 4 - Crepes escuros (C.E.)

Parâmetros	- Tipos -		
	CE-1	CE-2	CE-3
1 Voláteis (% máxima permitida)	0,8	0,8	0,8
2 Índice de sujidade (% máxima permitida)	0,1	0,3	0,5
3 Cinzas (% máxima permitida)	0,5	1,0	2,0
4 Extrato acetônico (% máxima permitida)	3,5	3,5	3,5
5 Nitrogênio (% máxima permitida)	0,6	0,6	0,6
6 Plasticidade Wallace-Po (Mínima)	30,0	30,0	30,0
7 PRI (Mínimo)	50,0	40,0	30,0

2.4-CRITÉRIOS PARA A CLASSIFICAÇÃO COMERCIAL DAS BORRACHAS EXTRATIVAS AMAZÔNICAS

Durante o ciclo da borracha extrativa se cristalizou toda uma conceituação de tipos cuja autoria se perdeu através dos tempos. Muitas práticas utilizadas no preparo destes diversos tipos remontam a época précabralina. Ainda persistem, em essência, os mesmos padrões e a mesma nomenclatura em vigor ao tempo do ciclo áureo da borracha amazônica.

Fundamentalmente, a padronização tradi-

cional da borracha extrativa amazônica se basei
a num tríplice critério:

_____ De acordo com a procedência tendo em
vista a origem geográfica;

_____ De acordo com a espécie botânica produ
tora da borracha;

_____ De acordo com o processo utilizado no
preparo.

Cada tipo resultante é, ainda, dividi
do em grupos de acordo com o teor de umidade e
impurezas que apresenta. Em ordem crescente de
valores de quebra de peso verificado no benefi
ciamento, as borrachas se subdividem em primei
ro, segundo e terceiro grupos. Os valores de u
midade permitida para cada grupo variam em fun
ção do tipo, em cada caso.

2.4.1- Padrões tendo em vista a origem geográfica

De acordo com as regiões produtoras a
borracha se divide em 4 tipos:

- a) Tipo Acre
- b) Tipo Altos Rios
- c) Tipo Baixos Rios
- d) Tipo Ilhas

Segundo CABRAL (5), os tipos geográficos definem-se de acordo com a região de procedência, como segue:

a) Tipo Acre

Engloba as borrachas procedentes dos Estados do Acre e de Mato Grosso, incluindo as regiões ao longo do rio Abunã em todo o seu curso; rio Jamarí, rio Machado em todo o seu curso; alto curso do rio Aripuanã, no Estado de Mato Grosso; rio Acre em todo o seu curso; rios Inauiní, Ituxí e Pauini, afluentes do Purus, desde a boca do rio Acre em todo o seu curso superior; rio Juruá a partir da confluência do Tarauacá em todo o seu curso superior; rio Tarauacá em todo o seu curso.

A borracha do tipo Acre não se subdivide em grupos.

b) Tipo Altos Rios (3 grupos)

Primeiro grupo - Pertencem a este grupo, as borrachas das seguintes regiões produtoras: afluentes do rio Madeira, com exclusão das consideradas do tipo Acre; rio Aripuanã em território amazonense; rio Juruá entre a foz do Tarauacá e a foz do Paranã do Breu; rio Javari, Jutai, Peruini, Tefé e Coari, afluentes do Solimões; rio Purus entre a boca do Acre e Lábrea; rio Branco afluente do rio Negro; rio Tapauá.

Segundo grupo - Rio Autaz; Baixo Amazonas ; rio Juruá no seu baixo curso até o Paranã do Breu; rio Madeira em todo o seu curso; rio Maués; rio Purus no seu baixo curso até Lábrea; rio Negro; rio Solimões.

Terceiro grupo - Engloba toda a borracha produzida nas imediações de Manaus, a chamada borracha de quinzena.

c) Tipo Baixos Rios (2 grupos)

É borracha procedente dos vales do Tapajós e Xingú e se subdivide em dois grupos.

d) Tipo Ilhas (3 grupos)

Com seus 3 grupos abrange a borracha produzida nas regiões das Ilhas do Estado do Pará, incluindo as Ilhas do baixo Xingú.

2.4.2 - Padrões tendo em vista a espécie botânica produtora

Quando a planta produtora da borracha não pertencer ao gênero *Hevea*, a borracha recebe a denominação de acordo com o nome da espécie que a produziu. Exemplo: borracha de Maniçoba, borracha de Caucho, borracha de Mangabeira, etc.

Quando, porém, produzida por uma espécie do gênero *Hevea* a borracha se classifica em

duas categorias:

- Borracha Forte; e
- Borracha Fraca.

Borracha Forte é a que procede da espécie *Hevea brasiliensis* Mueller Arg. ou da seringa verdadeira, enquanto se dizem Fracas as demais borrachas procedentes de outras espécies de *Hevea*, notadamente, das espécies *Hevea guyanensis* e *Hevea benthamiana*.

É de se notar que das onze espécies de *Hevea*, apenas três delas são exploradas, a saber, as *H. brasiliensis*, *H. benthamiana* e *H. guyanensis*. Estas duas últimas, entretanto, exploradas, apenas, em algumas regiões onde ocorrem profusamente (rios Negro e Solimões).

2.4.3 - Padrões em função do processo de preparação

Tendo em vista o processamento a que é submetido o látex com vistas, a obtenção da borracha, admite-se fundamentalmente três tipos:

- Fina;
- Entrefina; e
- Cernambi.

A borracha se diz *Fina*, quando obtida por defumação do látex.

O tipo Entrefina é uma borracha mal de fumada e se caracteriza pela presença, ao lado da borracha coagulada por ação dos vapores ácidos da pirogenação da madeira, de pequenos blocos de borracha esponjosa, o Cernambi. A Entrefina se forma quando a defumação do látex não é suficientemente prolongada. A coagulação superficial e incompleta da camada de látex forma pequenas bolsas que com o tempo coagulam espontaneamente formando o Cernambi. Entrefina, portanto, pode ser definida como borracha mal defumada.

Todo látex que se coagula espontaneamente, em tese, produz o Cernambi. Dentro desse tipo, aparecem inúmeros subtipos ou variantes, cada qual definindo um padrão específico de borracha. Incluem-se as seguintes denominações:

Cernambi rama - É formado de resíduos de borracha muito suja, às vezes, resinada (despolimerizada parcialmente e oxidada) e contaminada por pedaços de casca, folhas e terra. É um tipo inferior de borracha.

Cernambi de Cametã - Produzido na região das Ilhas do baixo Tocantins, é obtido por coagulação natural do látex na própria tigelinha de coleta. Apresenta-se em forma de pequenas empadas aglomeradas em blocos geralmente

muito contaminada por lodo que se deposita em consequência da prática de conservar estes blocos de borracha em poços cavados na beira de rios e igarapés.

Cernambi Coalho - É borracha produzida de puro látex por coagulação natural. Apresenta-se em forma de blocos de 10 kg ou mais de peso e é borracha de boa qualidade.

Cernambi Virgem - É uma variante do Cernambi coalho, apresenta-se em dimensões e formas variadas e não em blocos. As vezes, o Cernambi coalho é utilizado pelo seringueiro para iniciar a formação da "pela" por defumação e, neste caso, ele é defumado superficialmente. Quando separado, por ocasião da classificação, recebe o nome de Cernambi virgem da Fina ou simplesmente "Cernambi da Fina". Aliás, é hábito generalizado a inclusão na "pela" da borracha Fina de qualquer tipo de Cernambi, inclusive o rama.

Cernambi Cocho - Produzido nos seringais de Mato Grosso, em essência, é uma variante do Cernambi de Cametã, porém, muito mais limpo e mais seco.

2.5- PRÁTICA DA CLASSIFICAÇÃO COMERCIAL DA BORRACHA AMAZÔNICA

A classificação comercial da borracha amazônica deve ser considerada sob dois diferentes aspectos. A borracha *bruta*, tal como é recebida dos seringais nas usinas de beneficiamento e se classifica tendo em vista a origem geográfica, a espécie produtora, o processo utilizado no preparo e o grupo em função do teor de umidade. A borracha, depois de beneficiada, não inclui este último aspecto, pois se trata de borracha lavada, crepada e seca. A classificação é feita por peritos classificadores com base, exclusivamente, na inspeção visual do produto. A tabela 6, a seguir, indica os padrões das borrachas amazônicas com os teores máximos de umidade permissíveis em cada grupo.

Na classificação tradicional da borracha praticada na Amazônia, a primeira medida a tomar é a separação dos diversos lotes por procedência. Borracha tipo Acre num lote, borracha tipo Ilhas em outro lote e assim por diante.

Embora as "petas" de borracha variem de tamanho e de formato de uma zona produtora para outra, esta característica não pode constituir suficiente base para identificar a procedência.

Cada "pela" é em seguida cortada no sentido longitudinal até ao meio e examinada. Se for toda formada, exclusivamente, de borracha de fumada se classifica como Fina Especial, é, portanto, a borracha 100% Fina. Na hipótese de que a "pela" apresente, além da camada de borracha Fina, outros tipos, haverá necessidade de subdividir a "pela" em pedaços de vários tamanhos e formas para a separação destes outros tipos.

Assim, destacam-se as camadas de borracha Fina para separá-las em lote à parte; a Entrefina é separada; o Cernambi virgem da Fina e o Cernambi rama da Fina são, também, separados.

Cada lote separado é em seguida pesado e examinado para atribuir-lhes a % de umidade, isto é, para determinar o grupo a que pertence. Com base nestes elementos, é feito o cálculo e extraída a nota de compra, recebendo o vendedor o valor correspondente, em moeda, de acordo com a tabela de preços em vigor.

A identificação das "pelas" de borracha do tipo Fraca é feita, também, por simples inspeção visual desde que as mesmas se apresentam, sempre, deformadas e achatadas. Logo após o corte elas são amareladas sob ação da luz e as partes recém-cortadas se tornam lustrosas. São as borrachas Fracas menos elásticas do que as borrachas Fortes. Elas são classificadas da

na maneira como as borrachas procedentes da *H. brasiliensis*, recebendo as denominações correspondentes de Fina Fraca, Entrefina Fraca, Cernambi Rama Fraco, etc.

A classificação em vigor é, como se vê, puramente comercial e não técnica. Nada se pode deduzir sobre as propriedades intrínsecas do produto. Além de que, as fraudes freqüentes praticadas pelo seringueiro, em geral, não podem ser detectadas a não ser as mistificações grosseiras como adição de corpos estranhos, adição de argila ao látex antes de defumar e práticas semelhantes.

A mistura de látices exóticos ao látex de *Hevea* praticada com bastante freqüência se torna quase impossível de determinar por simples inspeção visual. Estas borrachas fraudadas, em geral, são classificadas como borrachas fracas contribuindo, assim, para formar uma imagem distorcida dos tipos fracos tidos como borrachas resinosas quando, na verdade, nenhuma borracha do gênero *Hevea* é resinosa.

2.6- NECESSIDADE DE UMA PADRONIZAÇÃO TÉCNICA DAS BORRACHAS EXTRATIVAS AMAZÔNICAS

A tradicional classificação das borrachas amazônicas baseada na sistemática em vigor

é muito melhor do que simplesmente não estabelecer critérios e não classificar o produto. Embora ela apresente, inúmeras falhas e deixe margem a que se façam críticas e ainda, sugira dúvidas, vem desempenhando o seu papel coibindo inúmeros abusos que, de outra forma, se multiplicariam a ponto, é quase certo, de eliminar a possibilidade de comercializar a borracha amazônica.

A inspeção visual do produto é um procedimento muito prático para detectar características que permitam definir, isto é, classificar o produto de acordo com os padrões estabelecidos. Entretanto, quando, por exemplo, se diz que o tipo Altos rios Fina pertencente ao primeiro grupo deve conter, no máximo, 20% de umidade, o segundo grupo 22% de umidade e o terceiro grupo 24% de umidade, é de se colocar em dúvida a capacidade de qualquer classificador por mais hábil e experiente que seja, de poder diferenciar borrachas com variações tão pequenas por mera inspeção visual.

Os limites de umidade permitidos, em cada grupo, são estimados com base nas médias verificadas em grande número de lotes. Ocorre, com muita frequência, que os valores verificados na prática se afastam de muito dos estabelecidos na tabela e sempre com prejuízo para o produtor.

já que, no caso de dúvida, o classificador atribui uma *tara* extra para compensar o excesso de umidade, além do limite permitido. Um exemplo concreto poderá ilustrar o problema. Certa usina de beneficiamento, em Manaus, lavou 3 lotes de Acre Cernambi Rama, cada um deles totalizando mais de 10 toneladas de peso. O classificador atribuiu aos 3 lotes o primeiro grupo. A quebra de peso efetivamente verificada foi a seguinte:

Lote nº 1	27,05%
Lote nº 2	12,06%
Lote nº 3	25,00%

A umidade máxima admitida pela tabela de padrões atribui o valor de 27% de umidade para o 1º Grupo de Acre Cernambi Rama. Verificasse, assim, que apenas o primeiro lote se enquadrou, sensivelmente, dentro do padrão.

Os dois outros, no entanto, acarretaram consideráveis prejuízos para o produtor. Outros exemplos podem ser apresentados, conforme se pode verificar pelos dados contidos na Tabela 5.

TABELA 5 - Umidade admitida de acordo com os padrões e umidade verificada em lotes comerciais de borracha

TIPOS	UMID.ADMITIDA	UMID.VERIFICADA	DIFERENÇA
Acre Fina	20%	18,41%-19,00%	-1,59%-1,00%
		19,59%-19,60%	-0,41%-0,40%
Acre Entrefina	23%	19,96%-20,10%	-3,04%-2,90%
		21,22%-21,70%	-1,78%-1,30%
Acre Cernambi Virgem	28%	24,98%-23,68%	-3,02%-4,32%
		27,11%-26,31%	-0,89%-1,69%
Fina Fraca	25%	18,80%-24,00%	-6,20%-1,00%
		15,48%	-9,52%

Como se pode ver nestes exemplos concretos, em alguns casos, a quebra de peso verificada se aproxima bastante daquela prevista na tabela de padrões. Na maioria dos casos, entretanto, a diferença verificada é considerável, especialmente se levar-se em consideração que, por vezes, esta diferença vai incidir sobre grandes partidas de borracha, de dezenas de toneladas. É interessante observar, ainda, que em nenhum caso o produtor foi beneficiado. Em todos os casos a diferença se verificou contra o produtor.

Se realmente se pretendesse corrigir estas distorções, só um exame de laboratório é que poderia definir, com exatidão, o teor de umidade a atribuir à cada lote de borracha. E este mesmo exame de laboratório só poderá apresentar resultados autênticos se for feita uma amostragem correta o que, por vezes, se torna tarefa não muito fácil.

Se, com algumas restrições, a atual classificação comercial das borrachas amazônicas satisfaz, para efeito de comercialização, por ser prática, ela não considera, entretanto, as propriedades intrínsecas dos diversos tipos e, por isso, não é uma classificação técnica. Essa sensível lacuna vem de ser eliminada com a elaboração da Padronização Técnica das Borrachas Brasileiras que em breve deverá entrar em vigor. É quase certo que a padronização comercial atualmente em uso deverá permanecer por mais algum tempo para efeito de classificar as borrachas extrativas amazônicas em bruto. As borrachas beneficiadas, todavia, que constituem matéria prima de indústria, quer sejam elas de plantação ou oriundas dos seringais silvestres, serão submetidas à classificação de acordo com padrões técnicos elaborados.

Os padrões para a classificação comer

cial da borracha extrativa amazônica podem ser vistos na Tabela 6.

3 - MÉTODOS DE ANÁLISE EM LÁTEX E NA BORRACHA

Uma das mais importantes fases no processamento do látex natural de seringueira para a elaboração dos látexes concentrados e dos diversos tipos de borracha é, sem dúvida, o de controle da qualidade e o controle da produção.

Apresenta-se, a seguir, uma síntese dos principais métodos utilizados na análise do látex de seringueira e da borracha para fins de controle de processamento e de classificação técnica. Os métodos relativos ao látex são, basicamente, os adotados pelo *Rubber Research Institute of Malaya* (1971), enquanto os concernentes à borracha são fundamentalmente os métodos preconizados pela *American Society for Testing and Materials* (ASTM, 1976).

3.1 - ANÁLISE DE ROTINA EM LÁTEX

3.1.1 - Teste de odor

3.1.1.1 - Definição

Pela sua composição o látex natural de seringueira é um ambiente extremamente favorável ao desenvolvimento de intensa atividade microbiana, razão pela qual, se o produto não for

TABELA 6 - Padrões para a classificação comercial das borrachas amazônicas, em bruto .

TIPOS	UMIDADE MÁXIMA
<u>Acre</u>	
Especial	20%
Fina	20%
Entrefina	23%
Cernambi virgem	28%
<u>Altos rios</u>	
Especial	20%
Fina 19 Grupo	20%
Fina 29 Grupo	22%
Fina 39 Grupo	24%
Entrefina 19 Grupo	25%
Entrefina 29 Grupo	26%
Entrefina 39 Grupo	29%
Cernambi virgem 19 Grupo	28%
Cernambi virgem 29 Grupo	30%
Cernambi virgem 39 Grupo	32%
<u>Cernambi rama</u>	
<u>Acre e Altos rios</u>	
19 Grupo	27%
29 Grupo	35%
<u>Baixos Rios (Xingú e Tapajós)</u>	
Especial	20%
Fina 19 Grupo	23%
Fina 29 Grupo	28%
Entrefina 19 Grupo	28%
Entrefina 29 Grupo	31%
Cernambi virgem 19 Grupo	31%
Cernambi virgem 29 Grupo	36%
<u>Ilhas</u>	
Fina 19 Grupo	25%
Fina 29 Grupo	28%
Fina 39 Grupo	39%
Entrefina 19 Grupo	30%
Entrefina 29 Grupo	33%
Entrefina 39 Grupo	45%
Cernambi virgem 19 Grupo	33%
Cernambi virgem 29 Grupo	38%
Cernambi virgem 39 Grupo	48%
<u>Cernambi Cametã</u>	
19 Grupo	51%
29 Grupo	53%
<u>Caucho</u>	
1ª Id.	28%
2ª Id.	33%
<u>Borrachas Fracas</u>	
Fina (benthamiana)	25%
Entrefina (benthamiana)	30%
Borrachas não especificadas	30%

Fonte: - Barco da Amazônia S/A.

corretamente preservado com vistas a inibir tal atividade, sofrerá degradação nos seus constituintes não borracha, notadamente, em relação aos carboidratos e à fração protéica. A fermentação das substâncias nitrogenadas de natureza protéica libera componentes pútridos e mal cheirosos que são utilizados para avaliar o estado de conservação e de preservação do látex. O teste do odor é um teste subjetivo e meramente qualitativo, entretanto, de considerável importância para a qualificação do látex.

3.1.1.2 - Material necessário

Becker de 100ml

Papel de filtro comum.

3.1.1.3 - Reagentes

Solução saturada de ácido bórico (6 g de H_3BO_3 em 100ml de H_2O).

3.1.1.4 - Procedimento

Tomar em Becker de 100ml, aproximadamente, 20ml de látex e adicionar 10ml de solução saturada de ácido bórico. Agitar por alguns segundos. O ácido bórico, combinando-se com a amônia do látex, elimina, assim, o intenso cheiro da mesma, permitindo, logo a seguir avaliar o cheiro característico do látex sem interferentes. Se

os 10ml de solução do ácido bórico não forem suficientes para eliminar completamente o cheiro da amônia, adicionar mais solução ácida, até que desapareça completamente o cheiro da mesma. O ácido bórico em solução saturada não é coagulante de látex de seringueira. Para melhor realçar o cheiro do látex, deixa-se o mesmo em repouso durante uns 10 minutos, após a neutralização da amônia, mergulhando um pedaço de papel de filtro no mesmo. Esse papel embebido de látex após secagem revela o cheiro com bastante sensibilidade.

3.1.1.5 - Avaliação

- a) Cheiro não putrefato ou agradável;
- b) Cheiro ligeiramente putrefato;
- c) Cheiro putrefato.

3.1.2 - Teste para cor

3.1.2.1 - Definição

O látex quando incorretamente preserva do decompõe sulfoproteínas (cistina e cisteína), liberando radicais sulfurados os quais se combinam com cations metálicos, especialmente Fe^{+++} , Cu^{++} e Mn^{++} , dando sulfuretos de coloração negra em estado coloidal os quais imprimem ao látex natural ou concentrado colorações escuras (azu-

lado, acinzentado ou castanho-escuro). Um látex nessas condições pode não ser apropriado aos processamentos industriais. O teste de cor é, geralmente, um complemento do teste de odor. Um látex mais ou menos biodegradado apresenta, via de regra, coloração escura. Esta coloração, algumas vezes, pode proceder, também, de contaminações em contacto de chapas metálicas, especialmente dos vasilhames de embalagem não revestidos ou deficientemente revestidos por material protetor de polietileno ou outro.

A cor do látex é determinada com base na comparação com uma cor padrão de látex de boa qualidade.

3.1.2.2 - Material

Placa de Petri (10cm de diâmetro).

3.1.2.3 - Procedimento

Adiciona-se, aproximadamente, 10ml de um látex de boa qualidade, tomado como padrão, sobre o qual se verte, sem incorporar, algumas gotas do látex-problema. Comparam-se as tonalidades.

3.1.2.4 - Resultados

- a) Cor branca, igual a do padrão;
- b) Cor ligeiramente azulada; e
- c) Cor azul, azulada, acinzentada, castanho-escuro etc.

Observação:

O método pode ser modificado usando-se uma escala de padrões fixos obtidos por mistura adequada de óxido de titânio e sulfureto de cádmio à qual se fazem adições progressivas de negro de fumo (carvão), obtendo-se, assim, uma escala arbitrária de valores de 1 a 10.

O látex problema é, então, comparado com estes padrões. Quando houver coincidência de cores entre o látex e o padrão atribui-se àquele o número que corresponde ao padrão de referência. O método mais racional e mais preciso é o baseado na determinação da cor no colorímetro de Lovibond, usando o padrão de cores pertinente.

3.1.3 - Determinação do conteúdo de Sólidos Totais (Macro-método)

3.1.3.1 - Definição

Dado que o látex de seringueira é um produto natural de composição complexa no qual a fase dispersa é constituída de borracha (hidrocarboneto isoprênico) e outros componentes não borracha em quantidades pequenas, e do meio dispersivo constituído de água que contém em solução inúmeras substâncias de natureza orgânica, além de sais minerais, torna-se importante, como instrumento de controle de pureza e da qualida-

de, a determinação, em porcentagem, do conteúdo dos dois componentes do látex configurados pela fração volátil e pela fração fixa em determinada temperatura. A eliminação da fração volátil é feita em estufa de preferência com circulação de ar na temperatura de $75 \pm 1^\circ\text{C}$. Para efeitos práticos considera-se a fração volátil como sendo a água do látex. Pela secagem, portanto, de uma alíquota do látex obtem-se um "filme" que contém a totalidade dos sólidos. O exame cuidadoso desse "filme" pode permitir a identificação de substâncias contaminantes estranhas, porventura incorporadas ao látex, como farinha, argila e outros. O parâmetro que se representa com as letras maiúsculas T.S., abreviação da expressão inglesa *Total Solid* (Sólidos Totais), é expressa em %, e se torna tanto mais significativa porque no látex natural recém-coletado a diferença entre o % de TS e o percentual de borracha seca (DRC), (TS-DRC) é um valor constante em torno de 3,5. Se essa diferença se situar muito acima de 3,5 pode se concluir que se trata de um látex anormal, com suma probabilidade, adulterado por incorporação de substâncias estranhas. Nos látices concentrados a diferença TS-DRC deve se manter entre 1,5 e 2.

3.1.3.2 - Material

- a) Placa de Petri (10cm de diâmetro);
- b) Erlenmeyer de 50ml, com rolha;
- c) Dissecador;
- d) Bastão de vidro;
- e) Estufa elétrica com circulação de ar quente; e
- f) Balança analítica com sensibilidade de 0,1mg.

3.1.3.3 - Procedimento

Colocar, aproximadamente, 25ml do látex problema no Erlenmeyer e tampar com rolha. Pesar, em seguida, por diferença, até uma aproximação de 1 miligrama numa placa de Petri previamente tarada, uma alíquota do látex com peso variável, em função do tipo, como segue:

<u>Tipo de látex</u>	<u>Quantidade a pesar</u>
Concentrado	3g
Natural (campo)	7g
Soro de centrifugação (<i>skim</i>)	10g

Embora o peso deve, ser exato, necessariamente, todavia ele não precisa ser justo de 3g, 7g ou 10g, mas sim, em torno desses valores. Assim, para o látex concentrado seriam corretos os pesos exatos de 2,9875 ou 3,0138, ou outros valores em torno de 3g. Para o soro se-

riam bons os pesos de 9,9835, 9,9587 ou 10,0910 ou ainda outros valores em torno de 10g, e assim por diante.

A placa de Petri que contém o látex bem espalhado na superfície é levada, com cuidado, à estufa na temperatura em torno de 75°C, onde permanecerá, até constância de peso o que se consegue, geralmente, em 16 horas de secagem. Antes de se efetuar a primeira pesagem (decorridos 16 horas), transfere-se a placa de Petri da estufa para o dissecador onde deverá permanecer por uns 30 minutos até que adquira a temperatura ambiente. Pesa-se, a seguir, pela maneira usual, guardando todas as precauções que se recomendam para as determinações analíticas quantitativas especialmente, não pegar a placa com a mão antes de pesar mas sim com uma pinça de laboratório, fazendo a pesada tanto quanto possível rápida para evitar a absorção de umidade atmosférica por parte do "filme" seco que é higroscópico.

Anotado o peso, recolocar a placa novamente na estufa onde permanecerá por mais 2 horas. Nova pesada, guardadas as mesmas precauções da primeira, permitirá avaliar se a secagem deve ser considerada suficiente. Trabalhando-se com uma balança de precisão até 0,1 miligramas, pode se dar por encerrado o processo quando a diferença entre duas pesadas consecutivas for

igual ou menor a 0,001g. A determinação deve , sempre, ser feita em duplicata. Em trabalhos de maior precisão usa-se, até mesmo, fazer em triplicata.

3.1.3.4 - Resultados

Se:

P_0 = peso (massa) da amostra de látex

P_1 = peso (massa) do "filme" seco. Então, o T.S. se calcula de acordo com a expressão:

$$\% \text{ TS} = \frac{P_1}{P_0} \times 100$$

O resultado final será expresso pela média dos valores obtidos em cada repetição.

3.1.4 - Determinação do DRC

3.1.4.1 - Definição

O DRC do látex, abreviação da expressão inglesa (*Dry Rubber Content*), é a percentagem em peso da borracha seca contida em 100g de látex e precipitada por ação de solução de ácido acético, sob certas condições. O DRC, portanto, pode se referir ao látex natural (*field latex*), ao concentrado e ainda ao soro de centrifugação (*skimm*). Deve-se não confundir o conceito do DRC com o do hidrocarboneto isoprênico que,

embora seja o principal constituinte da borra-
cha, não é borracha, já que esta última não sen-
do identidade química mas um material, inclui a
lém daquele constituinte, outras substâncias de
natureza protéica, lipídica, carbohidratada a-
lém de constituintes inorgânicos, todos desem-
penhando um papel mais ou menos relevante em
relação ao desempenho técnico da borracha. O
DRC é definido como a % de borracha, no estado
seco, precipitada por ação de solução de ácido
acético.

O procedimento mais preciso, geralmen-
te utilizado em laboratório, consiste em coagu-
lar uma alíquota representativa do látex por a-
ção de solução de ácido acético a um pH em tor-
no de 5, lavar, laminar e secar o coágulo em
estufa de ar a temperatura de 75°C.

O DRC é sempre menor do que o TS. Em
látex normal recém-coletado do campo deve pre-
valecer a relação:

$$TS - DRC = \pm 3,5$$

3.1.4.2 - Determinação do DRC por meio de den- símetros

O conteúdo de borracha seca no látex
(DRC) é uma função linear da densidade do mes-
mo látex, mantida a constância de temperatura.

Rhodes (1934), baseado em mais de oito centenas de determinações, chegou a conclusão de que, na temperatura de 29°C, a densidade da borracha pura é de 0,906, enquanto a do soro puro, de 1,020. Entre os dois extremos, borracha pura com densidade igual a 0,906 e soro puro de densidade 1,020, situam-se todos os valores de densidade que correspondem aos látices com quaisquer conteúdos de borracha (DRC), desde zero até 100.

Com base nesses conceitos teóricos podem ser usados para a determinação do DRC de qualquer látex, densímetros comuns que, medindo a densidade do látex, permitirão por simples cálculo, relacionar a densidade ao correspondente DRC. Nesse sentido, para exemplificar, supõe-se que na temperatura de 30°C determinado látex apresentou uma densidade igual a 0,981. É evidente que o DRC desse látex pode ser calculado com base na igualdade:

$$\text{DRC} = \frac{102 - (100 \times D)}{0,114} ;$$

Onde o D é o valor da densidade determinada. Substituindo D pelo valor suposto de 0,981 vem que o DRC do látex é igual a 34,21%. Além dos densímetros comuns foram construídos hidrômetros especiais que dão diretamente a leitura do

conteúdo de borracha em gramas por 100ml de látex ou ainda em gramas por 1 litro (1.000ml) de látex. Esses hidrômetros são conhecidos com as designações de "lactômetro", "metrolac", "simplexômetro", "latexômetro" e outros. A vantagem de utilização dos hidrômetros está em que se trata de um método rápido, simples e que pode ser executado em qualquer lugar independentemente da existência de laboratório. A medida do DRC pelo método do "lactômetro" tem sido largamente utilizada na região Amazônica na comercialização do látex destinado ao processamento nas usinas de concentração. O método, entretanto, deve ser utilizado com certo espírito crítico, dado que os resultados das medições podem acarretar até 12% de erro. Trata-se, portanto, de um método, embora muito prático, mas que carece de maior precisão.

Existem alguns métodos gravimétricos rápidos para a determinação do DRC com precisão variável. Como esses métodos envolvem pesada e secagem do coágulo, tal como no método "convencional", não se fará nessa oportunidade maiores comentários sobre os mesmos.

3.1.4.3 - Método "convencional" para a determinação do DRC

O método convencional é um método gra-

vimétrico que envolve pesagens em balança de precisão de 0,1mg e se aplica, indistintamente, ao látex normal preservado com amônia ou não, ao concentrado e, ainda, ao soro de centrifugação.

a) Material

- I - Erlenmeyer de 50ml, com rolha;
- II - Disco de alumínio (11cm de diâmetro x 7cm de profundidade). Pode o disco ser substituído por um copo Becker de 100ml de capacidade;
- III - Estufa com circulação de ar quente;
- IV - Banho Maria que pode ser substituído por uma chapa de aquecimento (placa elétrica);
- V - Dissecador;
- VI - Balança analítica (sensibilidade de 0,1mg);
- VII - Bureta de 25ml; e
- VIII - Bastão de vidro.

b) Reagentes

- I - Solução de ácido acético a 0,5% (sol. A); e
- II - Solução de ácido acético a 2% (sol. B).

c) Procedimento

Colocar cerca de 45ml do látex no Erlenmeyer e imediatamente fechar com a rolha. Pesar por diferença, até a aproximação de 0,1mg, no disco de alumínio ou no copo Becker, uma alí-

quota de látex com peso variável em função da natureza do produto, conforme abaixo especificado:

<u>Tipo de látex</u>	<u>Quant. a pesar</u>	<u>Solução ácida a ser usada</u>
Látex concentrado	10g	0,5% (A)
Látex natural	20g	2,0% (B)
Látex preservado	20g	2,0% (B)
Soro centrifugado	20g+20g de látex concentrado de DRC conhecido	0,5% (A)

Adicionar uma quantidade de solução coagulante que seja suficiente para a coagulação total da borracha contida no látex com formação de um coágulo consistente e um soro límpido, isento de borracha. Não se deve, também, adicionar excesso de solução coagulante, o que causaria dificuldade na obtenção de uma coagulação perfeita. A quantidade de solução ácida pode ser estimada, adicionando ao látex umas 4 ou 5 gotas de solução de Vermelho de Metila. Esse indicador apresenta uma zona de viragem entre os pH de 4,4 e 6,2, mudando nitidamente de cor (passa para róseo) num ponto próximo do pH 5, ótimo para a obtenção de uma coagulação completa. Adiciona-se ao látex o indicador, a seguir, lentamente, gota a gota, a solução ácida até o ponto de viragem.

Tratando-se do látex concentrado é conveniente diluí-lo por adição de uns 10ml de água, antes da adição do ácido. Em todos os casos, se houver dificuldade na formação completa do coágulo, recomenda-se adicionar uns 5ml de álcool etílico e levar o produto já acidulado corretamente ao Banho Maria ou à chapa quente onde o aquecimento, até fervura, facilitará a formação de um coágulo consistente e íntegro. Se o produto, por efeito do aquecimento, tiver secado, adicionar água aos poucos. Facilitar a formação do coágulo agitando o produto com bastão de vidro.

Obtida a coagulação com formação de um soro límpido, resfriar durante alguns minutos, remover o coágulo e lavá-lo, extensivamente, com água límpida. Laminar, a seguir, o coágulo para reduzi-lo a espessura de uns 2 milímetros para a celerar a secagem. A laminação deve ser feita passando o coágulo por entre a abertura dos rolos lisos de uma calandra ou, na falta dessa, comprimir fortemente o coágulo por meio de um rolo de madeira ou uma garrafa de encontro a uma superfície lisa.

Se houver minúsculos granulos de borracha não coalescida, em suspensão no soro, deve-se proceder a uma filtração do mesmo, usando papel de filtro previamente seco e pesado. Após a fil

tração e lavagem dos coágulos e do papel, secar em estufa até constância de peso. A diferença entre o peso do papel + coágulo e o peso do papel seco dará o peso dos coágulos que deve ser adicionado ao valor do peso da lâmina de borracha depois de seca.

Laminado o coágulo, é levado à estufa com circulação de ar até que seque completamente, o que se verifica quando duas pesadas consecutivas apresentem uma diferença entre os pesos menor do que 0,001g. Quando a lâmina de borracha se apresentar perfeitamente translúcida, sem nenhum ponto ou mancha branca e opaca, é indício de que a secagem da borracha se completou. Pontos brancos e opacos indicam deficiência de secagem. Se a lâmina do coágulo se apresentar com espessura muito grande dificultando a secagem, pode se cortar o coágulo reduzindo-o a pequenos grânulos sobre uma placa de Petri e agora poderá ser rapidamente seca na estufa. A temperatura da secagem da borracha não deve exceder de 75°C para evitar degradação e possível oxidação.

d) Resultados

O DRC é expresso em % de borracha seca em peso, isto é, a quantidade em gramas de borracha seca contida em 100g de látex. Para o coágulo do DRC, supondo-se que:

P_0 = Peso do látex que foi coagulado.

P_1 = Peso da lâmina de borracha seca ,
vem a seguinte expressão:

$$DRC = \frac{P_1}{P_0} \times 100.$$

Quando se trata do cálculo do DRC do soro cujo coágulo foi obtido juntamente com o coá-gulo de um peso determinado de látex concentra-do com DRC já conhecido, é óbvio que será neces-sário subtrair do peso total do coágulo seco o peso da borracha correspondente ao concentrado incorporado ao soro:

Seja:

P_0 = Peso (massa) do soro.

P_1 = Peso total da borracha seca.

P_2 = Peso da borracha seca contida no látex concentrado incorporado.

Então, o DRC do soro será:

$$DRC_s = \frac{P_1 - P_2}{P_0} \times 100.$$

Exemplo:

A 20,8340g de soro adicionaram-se 19,7548g de creme de DRC = 60,1510. O coágulo

obtido depois de lavado, laminado e seco, pesou 13,6800g. Qual é o DRC do soro?

Sabendo-se que em 100 do látex concentrado há 60,1510 de borracha seca, pergunta-se, em 19,7548 de concentrado quanto haverá?

Efetuando-se o cálculo vem a resposta: 11,8827g

Assim sendo:

$$P_0 = 20,8340$$

$$P_1 = 13,6800$$

$$P_2 = 11,8827$$

$$\text{a expressão } DRC_s = \frac{13,6800 - 11,8827}{20,8340} \times 100 =$$

$$= 8,6267$$

permite calcular o valor do DRC do soro, igual a 8,63%.

A determinação do DRC deve ser feita sempre em duplicata ou triplicata e a média aritmética desses valores é que representará o valor do DRC mais provável.

3.1.5 - Determinação do pH e do N° de KOH

3.1.5.1 - Definição

O número de KOH (hidróxido de potássio) de um látex preservado com amônia (NH_3) pode ser definido como sendo o número de gramas de hidróxido de potássio (KOH) equivalente aos radicais

ácidos do látex combinados com amônia e referido a 100g de sólidos totais. O nº de KOH é, portanto, a medida do conteúdo de sabões amoniacais e de sais de amônio formados por efeito das transformações que tenham ocorrido no látex e causadas, algumas, por ação microbiana sobre os constituintes não borracha antes da preservação com amônia e outras transformações causadas pela hidrólise das proteínas por ação da amônia durante o armazenamento do látex. O nº de KOH, portanto, é um indicativo do estado de conservação e da idade do látex. Assim, um látex deficientemente preservado terá um elevado nº de KOH e também um látex velho terá um nº de KOH mais elevado do que um látex fresco. Como quer que seja, o nº de KOH não mede o conteúdo de ácidos superiores com efeito estabilizador contidos no látex nem mesmo o conteúdo de ácidos com pequenas cadeias que exercem uma ação desestabilizante ou ainda o conteúdo total dos ácidos presentes. O teste apresenta um significado real somente pelo fato de que ele indica a mínima quantidade de KOH que deve ser adicionada ao látex, fim de assegurar-lhe uma estabilidade a longo prazo em presença de óxido de zinco.

Na determinação do nº de KOH, preliminarmente, o látex deve ser diluído com água até

um conteúdo de sólidos totais de 30% e, também, a amônia deve ser reduzida, se necessário, a um conteúdo de 0,5% sobre a fase líquida, utilizando, para tanto, uma solução a 5% de concentração de formaldeído.

Em essência, o processo se baseia numa titulação de uma alíquota de látex correspondente a 100g de sólidos totais com uma solução a 0,5N de KOH isenta de carbonatos. Como não se conhece um indicador apropriado para revelar o ponto final da titulação, utiliza-se, para lograr esse objetivo, o método diferencial duplo por meio do potenciômetro (medidor de pH).

Geralmente se mede o pH e N^o KOH no mesmo látex já que ambas as medidas são potenciométricas.

3.1.5.2 - Material

- a) Aparelho medidor de pH com aproximação de leitura de 0,02 unidades;
- b) Agitador mecânico com palheta de vidro;
- c) Bureta de 50ml;
- d) Becker de 250ml;
- e) Balança analítica; e
- f) Termômetro.

3.1.5.3 - Reagentes

- a) Solução a 5% de formaldeído (formol), neutra

lizada com solução normal de NaOH usando-se fenolftaleína como indicador;

b) Solução 0,5N de KOH; e

c) Solução tampão (para zeragem do aparelho).

3.1.5.4 - Procedimento

Calibrar o aparelho (medidor de pH) de acordo com as instruções do manual de operações. Pesar uma quantidade do látex que contenha 50g de sólidos totais, num Becker de 250ml. A quantidade de látex necessária é calculada pela expressão:

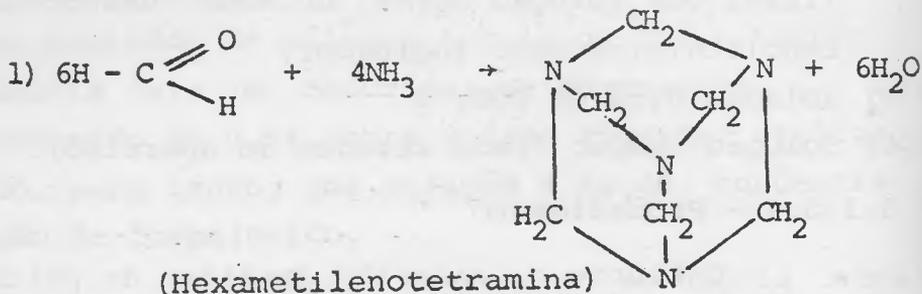
$$\alpha = \frac{50 \times 100}{TS} ; \text{ onde TS = conteúdo de sólidos totais.}$$

Mergulhar, a seguir, os eletrodos no látex tendo-se a precaução de que não toquem no fundo do Becker. Zerar o aparelho, usando a solução tampão.

O látex, previamente, deve ter sido reduzido, por adição de formol a 5%, até 0,5% de NH_3 sobre a fase líquida.

A quantidade da solução de formol necessária para neutralizar o excesso de amônia no látex pode ser determinada com base nas seguintes considerações:

A reação entre amônia (NH_3) e formol (CH_2O) se verifica conforme a seguinte equação:



Significa que cada 180 de formol reage com 68 de NH_3 .

2) Supondo-se que:

A = % de NH_3 sobre a fase líquida do lã tex.

W = Peso do látex.

TS = % de sólidos totais no látex.

Calcula-se a fase líquida contida no peso:

W de látex = X_o , pela fórmula

$$X_o = \frac{W(100 - \text{TS})}{100}$$

3) A quantidade de amônia (NH_3) em excesso que tem de ser combinada e contida em W de látex ou seja em $\frac{W(100 - \text{TS})}{100}$ da fase líquida do

mesmo, calcula-se pela expressão:

$$X_1 = \frac{W (100-TS) (A-0,5)}{10.000} ;$$

- 4) A quantidade de formol puro (100%) necessária para combinar o excesso de amônia (X_1) calcula-se pela expressão X_2 :

$$X_2 = \frac{180W (100-TS) (A-0,5)}{68 \times 10.000} ;$$

- 5) O formol a ser utilizado não é a 100% mas em solução de 5% logo, a quantidade de solução que corresponde ao peso X_2 vem calculada pela expressão X_3 :

$$\begin{aligned} X_3 &= \frac{100 \times 180W (100-TS) (A-0,5)}{5 \times 68 \times 10.000} \\ &= \frac{9W (100-TS) (A-0,5)}{1.700} ; \end{aligned}$$

ou seja, sensivelmente

$X_3 = \frac{W (100-TS) (A-0,5)}{189}$
--

A quantidade de água necessária para diluir o látex a um TS = 30%, pode ser calcula-

da pela equação:

$$(1) \text{ Água} = 166,7 - W - F.$$

onde W = peso do látex;

F = Quantidade de solução de formol a 5%, a ser adicionada para combinar o excesso de NH_3 .

Com efeito, um simples raciocínio permite deduzir aquela expressão.

Se o nº de KOH é determinado sobre uma quantidade de látex diluído a 30% de TS que contenha, no total, 50g de sólidos vem:

$$30 - 100$$

$$50 - X \quad \therefore \quad X = \frac{50 \times 100}{30} = 166,7$$

Portanto, 166,7 deverá ser o peso final do látex diluído a 30% desde que nele estão contidos exatamente, os 50g de sólidos requeridos.

Como peso original do látex é igual a W e o peso da solução de formol a 5% adicionada sendo igual a F , então, a quantidade de água a ser adicionada vem dada pela diferença entre 166,7 e a soma do peso original do látex e da solução de formol, tal como na expressão (1) a-

cima.

Reduzido o teor de NH_3 e diluído o látex, se inicia a titulação adicionando-se a solução de KOH 0,5N ao látex, vertendo de uma bureta de 1 ml em 1 ml. Depois de cada 1 ml de 0,5N de KOH adicionado, faz-se a leitura do pH, anotando o valor do mesmo.

Termina-se o processo da titulação ao atingir-se o pH no látex em torno de 11,50.

3.1.5.5 - Determinação do ponto final

O ponto final da titulação é indicado pela inflexão da curva $\text{pH} \times \text{volume de KOH } 0,5\text{N}$ adicionado. O ponto de inflexão ocorre quando a primeira diferença $\frac{\Delta \text{pH}}{\Delta V}$ é máxima e a segunda

diferença $\frac{\Delta \text{pH}'}{\Delta V'}$ é igual a zero. O exemplo a seguir,

cujos valores normais constam na Tabela 7, elucidará as dúvidas sobre $\frac{\Delta \text{pH}}{\Delta V}$ e $\frac{\Delta \text{pH}'}{\Delta V'}$ e sobre o cálculo do ponto final da titulação.

Pelos dados contidos na Tabela 7, verifica-se que o ponto final da titulação deve ter ocorrido entre os volumes de 15 e 16, dado que

$\frac{\Delta \text{pH}}{\Delta V}$ é máximo (0,33) e $\frac{\Delta \text{pH}'}{\Delta V'}$ tendo mudado de

positivo para negativo tornou-se um mínimo.

TABELA 7 - Primeira e segunda diferenças determinadas em uma titulação

Volume de KOH 0,5N adicionado	pH	$\frac{\Delta \text{pH}}{\Delta V}$	$\frac{\Delta \text{pH}'}{\Delta V'}$
10	10,07		-
11	10,19	0,12	+ 0,01
12	10,32	0,13	+ 0,02
13	10,47	0,15	+ 0,01
14	10,63	0,16	+ 0,05
15	10,84	0,21	+ 0,12
16	11,17	0,33	- 0,10
17	11,40	0,23	

O exato valor de V para o ponto final é indicado quando $\frac{\Delta \text{pH}'}{\Delta V'}$ é igual a zero. No exemplo acima, V é igual:

$$V = 15 + \frac{0,12}{0,12 + 0,10} = 15,55$$

E, assim é, porque por adição de 1 ml de KOH 0,5N aos 15ml já adicionados a segunda diferença passa de 0,12 a 0,10 com uma variação em valor absoluto de 0,12 + 0,10; mas, dado que essa segunda diferença $\frac{\Delta \text{pH}^2}{\Delta V^2}$ deverá ser igual a zero, conclui-se que o ponto final da titulação será atingido, no caso em apreço, quando for satisfeita a condição.

$$\frac{\Delta \text{pH}^2}{\Delta V^2} = 0,12 + 0 = 0,12.$$

Assim, 1 ml de KOH 0,5N promove uma variação total na segunda diferença de 0,12 + 0,10 isto é, $\frac{(\Delta \text{pH}^2)_m - (\Delta \text{pH}^2)_{m-1}}{\Delta V_m^2 - \Delta V_{m-1}^2} = 0,12 + 0,10$, em valor absoluto.

Para que não ocorra variação em relação ao valor da segunda diferença $\frac{\Delta^2 (\text{pH})_{m-1}}{\Delta V_{m-1}}$, isto é,

$$\text{para que } \frac{(\Delta \text{pH}^2)_m}{\Delta V_m^2} - \frac{(\Delta \text{pH}^2)_{m-1}}{\Delta V_{m-1}^2} = 0,12 \text{ é}$$

necessário que seja adicionada apenas uma fração de 1 ml de KOH 0,5N que chamada de "X" pode ser deduzida, já que:

$$1 \text{ ml} - 0,12 + 0,10$$

$$x - 0,12 \therefore x = \frac{0,12}{0,12 + 0,10} = 0,55.$$

E, assim, o ponto final da titulação será atingido ao adicionar-se, exatamente, $15 + 0,55 = 15,55\text{ml}$ de $\text{KOH } 0,5\text{N}$.

3.1.5.6 - Apresentação dos resultados

O N° de KOH é calculado a partir da seguinte expressão:

$$\text{N}^\circ \text{ KOH} = \frac{561 \times \text{N} \times \text{V}}{\text{TS} \times \text{M}}, \text{ onde:}$$

N = Normalidade da solução de KOH (título).

V = Volume de KOH gasto na titulação.

TS = Sólidos totais, em percentagem, no látex.

M = Peso (massa) de alíquota de látex utilizado.

No exemplo em consideração, supondo-se que:

$$\text{N} = 0,5$$

$$\text{V} = 15,55$$

$$\text{vem: } \text{N}^\circ \text{ KOH} = \frac{561 \times 0,5 \times 15,55}{35 \times 143} =$$

$$\% \text{ TS} = 35$$

$$\text{M} = 143$$

$$= \frac{4.362}{5.005} = 0,87.$$

3.1.6 - Determinação da alcalinidade no látex

3.1.6.1 - Definição

Como é do conhecimento, o látex de seringueira sofre uma coagulação natural, espontânea, em poucas horas depois de coletado. Essa coagulação é o efeito de ações enzimáticas e microbianas sobre os constituintes não borrachares, resultando, daí, o desenvolvimento de acidez e conseqüente desestabilização do sistema. Com a finalidade de evitar tal degradação fermentativa, utilizam-se vários agentes que adicionados em proporções adequadas estabilizam o látex. Os estabilizadores mais comuns são a amônia (NH_3) e o pentaclorofenato de sódio.

A expressão alcalinidade, portanto, se refere aos álcalis totais contidos no látex.

A alcalinidade total do látex, expressa em % de NH_3 , pode ser determinada por alcalimetria, utilizando-se uma solução padronizada de H_2SO_4 0,1N com azul de bromotimol como indicador ou uma solução 0,1N de HCl com vermelho de metila como indicador.

O resultado pode ser expresso em % de NH_3 em 100g da fase líquida ou em % de NH_3 em 100g de látex.

3.1.6.2 - Material

- a) Bureta de 50ml;
- b) Erlenmeyer de 50ml com rolha;
- c) Becker de 600ml;
- d) Balança analítica;
- e) Bastão de vidro; e
- f) Vidro de relógio.

3.1.6.3 - Reagentes

- a) Solução 0,1N de H_2SO_4 ;
- b) Solução de azul de bromotimol (0,04g em 100ml de álcool etílico);
- c) Solução de HCl 0,1N; e
- d) Solução de vermelho de metila (0,1g em 100ml de mistura hidroalcoólica).

3.1.6.4 - Procedimento

Transferir aproximadamente 30g do látex para o Erlenmeyer e fechar com a tampa.

Transferir, por diferença de pesadas, aproximadamente 5g do látex para um Becker contendo cerca de 300ml de água destilada. Agitar com o auxílio do bastão fim de homogeneizar e em seguida, titular com uma solução 0,1N de HCl de fator conhecido, em presença de algumas gotas de vermelho de metila como indicador. O ponto final da titulação é indicado pela mudança de co

loração do amarelo para o róseo intenso. Anotar o volume de ácido gasto. Fazer a determinação em duplicata ou triplicata.

Para látex preservado com amônia, a alcalinidade é, geralmente, expressa em gramas de amônia (NH₃) por 100g da fase líquida do látex.

Calcula-se a % de NH₃, usando a expressão:

$$\% \text{ NH}_3 = \frac{170 \text{ N V F}}{\text{M} (100 - \text{TS})}$$

V = Volume do ácido gasto.

N = Normalidade de ácido (título).

M = Massa (peso) do látex.

TS = Percentagem de sólidos totais no látex.

F = Fator de correção da solução ácida (se for o caso).

Exemplo:

$$\% \text{ NH}_3 = \frac{170 \times 0,1 \times 6,1 \times 0,9904}{5,8702 (100 - 36,2)} =$$

$$\text{N} = 0,1$$

$$\text{M} = 5,8702$$

$$\text{TS} \% = 36,2$$

$$\text{F} = 0,9904$$

$$= \frac{102,7045}{371,3288} = 0,28$$

Para látex preservado com NH_3 e pentaclorofenato de sódio é mais usual expressar a alcalinidade total, em NH_3 , em gramas de NH_3 por 100g de látex, o que se pode calcular aplicando a seguinte expressão:

$$\% \text{NH}_3 = \frac{1,7 V N F}{M}$$
 onde V , N , F e M têm a mesma equivalência da expressão anterior.

Exemplo:

$$V = 8$$

$$N = 0,1 \quad \% \text{NH}_3 = \frac{1,7 \times 8 \times 0,1}{5} = \frac{1,36}{5} = 0,272$$

$$M = 5$$

$$F = 1$$

3.1.6.5 - Determinação da alcalinidade total expressa em gramas de NH_3 por 100ml de látex

É usual, também, determinar a % de alcalinidade exprimindo-a em gramas de NH_3 por 100ml de látex. Nesse caso evita-se a pesada da amostra já que se a toma em volume. Procedese, tomando 25ml (a) do látex, medindo por meio de uma pipeta, em um balão aferido de 100ml. Completa-se o volume com água destilada, agita-se e se

tomam, da solução diluída, 25ml (b) em Erlenmeyer de 150/200ml. Incorporam-se umas 5 gotas de indicador de vermelho de metila e se titula até o ponto de viragem com sol. 0,1N de HCl. A titulação é feita em duplicata ou triplicata e o resultado é expresso através da média dos resultados individuais. O cálculo pode ser feito aplicando a equação:

$$\% \text{NH}_3 = \frac{17 \text{ N F}}{ab} ; \text{ onde}$$

N = número de mililitros de HCl 0,1N gastos na titulação.

F = Fator de correção da solução 0,1N de HCl.

a = Volume do látex tomado para ser diluído até 100ml.

b = Volume do látex diluído titulado.

Exemplo:

$$N = 15 \quad a = 25\text{ml}$$

$$\% \text{NH}_3 = \frac{17 \times 15 \times 1}{25 \times 25} = 0,408 .$$

$$F = 1 \quad b = 25\text{ml}$$

Esse resultado expressa que em 100ml do látex problema há 0,408g de NH_3 ou em outros

termos, que em 100ml do látex problema existe uma alcalinidade equivalente a 0,408g de NH_3 .

3.1.7 - Determinação da estabilidade mecânica no látex

3.1.7.1 - Definição

A estabilidade do látex concentrado é medida por meio da estabilidade mecânica expressa em segundos, tempo necessário a que apareçam os primeiros coágulos quando o látex é submetido a uma violenta agitação provocada por uma paleta em alta rotação. Para que os resultados sejam reprodutíveis é necessário guardar estritamente certas condições como temperatura, diluição, velocidade da agitação e volume do látex. A estabilidade mecânica do látex é mínima no momento de sair o concentrado da centrífuga para em seguida crescer, progressivamente, até atingir um máximo, no qual permanece por algum tempo e, finalmente, decrescer. Dependendo da eficiência da estabilização, um concentrado após 6 meses de preparado pode ainda não ter atingido a estabilidade mecânica máxima. A medida, portanto, se reveste de escasso significado se levada a efeito sobre látex concentrado recém-preparado.

3.1.7.2 - Material

- a) Estabilímetro especial e na falta deste um agitador (tipo "cocktail" modelo P-33) com rotação ajustada em 14.000rpm;
- b) Pequeno vaso para o látex, de vidro ou plástico, cilíndrico com altura mínima de 90 milímetros e um diâmetro interno regular de 58 milímetros;
- c) Relógio tipo cronômetro;
- d) Balança analítica (sensibilidade até 0,1g);
- e) Termômetro;
- f) Becker de 250ml;
- g) Bastão de vidro;
- h) Banho Maria com controle automático;
- i) Peneira de 85 mesh;
- j) Vidro de relógio.

3.1.7.3 - Reagentes

- a) Solução amoniacal (peso/volume) a 1,6%; e
- b) Solução amoniacal (peso/volume) a 0,6%.

3.1.7.4 - Procedimento

Coar através da tela de 85 mesh cerca de 100ml do látex problema depositando-o no Becker de 250ml. Utilizando a solução amoniacal a 1,6%, dilua o concentrado até um TS de $55 \pm 0,2\%$ se a preservação do mesmo for a alto teor de NH_3 . Se a preservação for a baixo teor de amô-

nia, utilize a solução a 0,6%. Transferir para o pequeno depósito referido em b, exatamente 80g do concentrado padronizado para $55 \pm 0,2\%$ de TS. Cobrir o vaso contendo o látex com o vidro de relógio e levá-lo ao Banho Maria onde será aquecido até a temperatura de $35 \pm 1^\circ\text{C}$. Posicionar, a seguir, o vaso debaixo do aparelho (estabilímetro ou agitador P-33) e baixar o eixo com as paletas mergulhando no látex concentrado, tendo-se o cuidado de evitar que a ponta do eixo toque no fundo do vaso do látex, assim como nas paredes laterais. Dar início, então, ao "teste" colocando o aparelho a funcionar juntamente com o cronômetro. De vez em quando, com cuidado, tirar com o bastão uma amostra colocando em água. A presença de pequenos coágulos pôde ser vista pelo facto de que eles se localizam na superfície. Enquanto não houver aparecimento de coágulos, prosseguir o "teste". Logo que sejam detectados os primeiros coágulos, parar o cronômetro fazendo a leitura do número de segundos gastos. O teste é feito em duplicata. Em caso de dúvida, coar pela peneira de 85 mesh o concentrado lavando o resíduo com água. Examinar, então, a presença ou não de coágulos.

3.1.7.5 - Apresentação dos resultados

A estabilidade mecânica é expressa em

segundos e representa o tempo a que determinado látex concentrado deve ser submetido à agitação mecânica para que se formem os primeiros coágulos. Exemplo: Estabilidade Mecânica = 600 segundos.

3.2 - ANÁLISES DE ROTINA EM BORRACHA

3.2.1 - Determinação do Índice de Sujidade

3.2.1.1 - Definição

Materiais estranhos que contaminam a borracha e que não foram removidos pelo beneficiamento ou que contaminaram a borracha após o beneficiamento e representados por substâncias minerais ou orgânicas de qualquer natureza, areia, casca, folhas etc., muitas vezes em elevado grau de desagregação, de forma que se torna difícil detectar por simples inspeção visual, são determinados quantitativamente através do Método ASTM-D1278/76 conforme abaixo se descreve, em síntese.

3.2.1.2 - Material

- a) Peneira (tela - A nº 325 (45 micra de abertura));
- b) Erlenmeyer de 250ml;
- c) Chapa quente ou outra fonte de calor;
- d) Balança analítica (sensibilidade até 0,1mg);

- e) Estufa elétrica de ar quente;
- f) Dissecador;
- g) Bastão de vidro; e
- h) Vidro de relógio (diâmetro de 15cm).

3.2.1.3 - Reagentes

- a) Éter de petróleo com zona de ebulição entre 60 e 80°C;
- b) Agente de peptização da borracha; e
- c) Solvente de borracha (Xilol ou outro com zona de ebulição entre 135 e 220°C).

3.2.1.4 - Procedimento

Pesar 10 a 12g da borracha seca e cortada em pequenos pedaços no vidro de relógio. Colocá-la no Erlenmeyer de 250ml e agregar 150ml do solvente (Xilol) e 0,5g do agente peptizante. Aquecer tudo mantendo na temperatura de 125/130°C durante cerca de 3 horas, quando se completará a dispersão da borracha no solvente.

Coar a dispersão enquanto ainda quente passando-a pelo crivo Nº 325, previamente pesada. Lavar o Erlenmeyer 3 vezes com cerca de 25ml de solvente quente cada vez, a fim de remover completamente a borracha dispersa passando pelo crivo. Transferir, por fim, por meio de jets de éter de petróleo, todas as impurezas e

sedimentos remanescentes no Erlenmeyer para o crivo, lavando o resíduo depositado no mesmo com éter de petróleo até que seja eliminada toda a borracha, restando somente os sedimentos insolúveis e de granulação maior do que 45 micra. Secar a peneira com o conteúdo (sujidade) em estufa elétrica na temperatura de $100 \pm 5^{\circ}\text{C}$ até constância de peso. Retirar da estufa e resfriar em dissecador durante 30 minutos, pesando em balança analítica de precisão.

3.2.1.5 - Resultados

O resultado é expresso em % de sujidade de sobre o peso da borracha, em peso e pode ser calculado a partir da seguinte expressão:

$$\% \text{ sujidade} = \frac{c - p}{b} \times 100;$$

p = peso (massa) do crivo vazio.

b = peso da borracha.

c = peso do crivo + sujidade.

(c - p) = peso da sujidade.

Efetuar o ensaio em duplicata tomando como resultado final a média dos valores das duas determinações.

3.2.2 - Determinação do Resíduo Mineral Fixo (cinzas) em borracha de acordo com o mé todo ASTM-D 1278/76

3.2.2.1 - Definição

O resíduo mineral fixo também chamado, às vezes, de cinzas representa a fração mineral não volátil da borracha e se constitui de substâncias minerais que naturalmente entram na composição da borracha e de outras possíveis substâncias estranhas que devem ser consideradas contaminantes. O resíduo mineral fixo não deve ser confundido com o teor de sujeidade. Trata-se de dois conceitos bem distintos. O resíduo mineral fixo inclui somente os componentes inorgânicos não decomponíveis na temperatura de 550°C, enquanto todas as substâncias de natureza orgânica são destruídas por calcinação naquela temperatura. O índice de sujeidade, em contrapartida, inclui todas as substâncias não bor-racha de natureza orgânica e mineral com granulação maior do que 45 micra e que se constituem de impurezas estranhas (contaminantes). O resíduo mineral fixo inclui substâncias minerais, componentes naturais da borracha e também os contaminantes de natureza mineral.

3.2.2.2 - Material

- a) Cadinho com capacidade de 50ml, com tampa;
- b) Balança analítica (precisão até 0,1mg);
- c) Bico de Bunsen ou outro tipo;
- d) Mufla elétrica;
- e) Dissecador; e
- f) Pinça.

3.2.2.3 - Reagentes

Para a determinação desse parâmetro não se necessita de reagentes químicos.

3.2.2.4 - Procedimento

Pesar de 5 a 6g de borracha finamente dividida no cadinho previamente calcinado na temperatura de 550°C e pesado. Colocar, a seguir, o cadinho tapado, com a borracha, na Mufla e elevar a temperatura lenta e gradualmente, evitando que a borracha entre em ignição, mas apenas que se vá decompondo. Quando não mais houver formação e desprendimento de gases e vapores, isto é, quando a amostra de borracha se carbonizar completamente, elevar a temperatura da Mufla até $550^{\circ}\text{C} \pm 25^{\circ}\text{C}$ mantendo nessa temperatura até que se complete a carbonização, o que se reconhece pelo desaparecimento de todos os pontos escuros de carvão.

Como alternativa, a fim de evitar a possível ignição da borracha, pode-se submeter o cadinho tampado contendo a borracha, à ação da chama de um Bico de Bunsen. Obtida a carbonização, levar à Mufla a fim de completar a calcinação.

Concluído o processo, retirar o cadinho da Mufla, por meio de uma pinça, colocando-o num dissecador onde permanecerá durante uns 15 minutos até o completo resfriamento. Pesá-lo, em seguida, em balança analítica de precisão. Efetuar a determinação em duplicata, expressando o resultado final pela média das duas determinações.

3.2.2.5 - Resultados

O resultado é expresso em peso de resíduo mineral fixo calculado sobre 100 gramas de borracha e pode ser calculado pela seguinte expressão:

$$\% \text{ RMF} = \frac{b - a}{p} \times 100;$$

a = Peso (massa) do cadinho vazio (calcinado).

b = Peso (massa) do cadinho mais o resíduo mineral fixo.

p = Peso (massa) da borracha.

(b - a) = Peso (massa) da cinza.

3.2.3 - Determinação do extrato acetônico

3.2.3.1 - Definição

O extrato acetônico, também chamado e impropriamente de resinas, é representado pela fração não borracha solúvel em acetona. Os principais componentes do extrato acetônico são ésteres dos ácidos graxos superiores, além de outras substâncias, em menor proporção, de natureza carbohidratada e proteica.

As borrachas oriundas do gênero *Hevea*, em tese, contêm, no máximo, em torno de 3,5% em peso de extrativos acetônicos. Teores mais elevados devem indicar a presença de substâncias estranhas e que com muita frequência são incorporadas ao látex de seringueira através de mistura deste com outros látices exóticos (sorva, garrote, amapã, etc). Trata-se, portanto, de um parâmetro muito importante na qualificação das borrachas amazônicas nativas, embora menos relevante no caso de borrachas de plantação.

3.2.3.2 - Material

- a) Balões de vidro especiais de gargalo longo, conforme descritos na norma ASTM-D 1278/76;
- b) Chapa quente elétrica;

- c) Condensadores e sifões especiais, conforme norma ASTM-D 1278/76;
- d) Banho Maria;
- e) Condensador Liebig ou de bolas;
- f) Balança analítica (precisão até 0,1mg);
- g) Estufa de ar, elétrica;
- h) Vidro de relógio (5cm de diâmetro);
- i) Papel de filtro;
- j) Pinça de laboratório; e
- l) Dissecador.

3.2.3.3 - Reagentes

- a) Acetona p.a.

3.2.3.4 - Procedimento

Pesar, exatamente, cerca de 2g de borracha finamente dividida (previamente seca), em vidro de relógio. Envolver, em seguida, a borracha pesada em um papel de filtro distribuindo-a de tal forma que o papel separe-a o máximo possível, a fim de evitar que sob ação prolongada da acetona quente se englomerem os granulos em forma de bloco compacto, o que dificultaria o contacto íntimo da acetona, dificultando a extração. Envolvida a borracha no papel, corretamente, leva-se ao depósito de vidro com sifão do extrator. Pesar, à parte, em balança de precisão cada um dos frascos componentes do apare

lho, tomando nota do peso de cada um deles. Montar o aparelho e juntar de 50 a 75ml de acetona a cada unidade extratora (balão + sifão + condensador).

Ligar a placa quente e extrair a amostra durante 16 horas contínuas a uma velocidade controlada, tal que se obtenha uma sifonada em cada 2,5 a 3,5 minutos.

Concluída a extração, desmontar o aparelho, após resfriamento do extrato, e evaporar o excesso de acetona de cada balão, em Banho Maria, acoplado o balão com um condensador, a fim de recuperar a acetona que será reciclada. Quando se atingir a quase secura com um volume de uns 5ml de acetona, apenas, no Balão de extração, retirar do Banho Maria e levar à estufa de ar, onde permanecerá até atingir o extrato, constância de peso, na temperatura de $70 \pm 5^{\circ}\text{C}$ (cerca de 2 horas). Repetir a pesagem. Cada amostra deve ser extraída em duplicata. Atingida a constância de peso (eliminada completamente a acetona) retira-se o balão contendo o extrato da estufa e, no dissecador, se resfria durante uns 15 minutos. Pesar.

3.2.3.5 - Resultados

O resultado médio é expresso em peso

de extrato (resina) calculado sobre 100g de borracha e pode ser determinado aplicando a seguinte expressão:

$$\% \text{ Extrato acetônico} = \frac{b - a}{p} \times 100;$$

a = Peso (massa) do balão vazio (seco).

b = Peso (massa) do balão + extrato seco.

p = Peso (massa) da borracha.

(b - a) = Peso (massa) do extrato seco.

3.2.4 - Determinação do Nitrogênio (Macrométodo) Norma ASTM-D 1278/76

3.2.4.1 - Definição

O conteúdo de Nitrogênio combinado, na borracha, é fator muito importante. Se houver excesso de substâncias nitrogenadas a borracha apresentará, depois de processada e vulcanizada, propriedades de resistência insatisfatórias. Mas, a deficiência de substâncias nitrogenadas, como ocorre nas borrachas parcialmente oxidadas e com início de degradação dos cernambis rama, é também indesejável pois essas borrachas, geralmente, exibem propriedades dinâmi-

cas insatisfatórias. As borrachas de boa qualidade devem exibir teores de Nitrogênio entre 0,2 e 0,6%.

3.2.4.2 - Material

- a) Aparelho Kjeldahl completo incluindo digestor e destilador;
- b) Balões de vidro duro, de gargalo longo, de 400ml de capacidade;
- c) Condensador de Liebig ou de bolas;
- d) Erlenmeyer de 250ml;
- e) Proveta graduada de 100ml;
- f) Bureta de 50ml;
- g) Vidro de relógio (5cm de diâmetro); e
- h) Balança analítica (sensibilidade até 0,1mg).

3.2.4.3 - Reagentes

- a) Mistura catalizante (30 partes em peso de K_2SO_4 anidro, 4 partes de $CuSO_4 \cdot H_2O$ e 1 parte de selênio);
- b) Solução de NaOH a 40% obtida por dissolução de 400g de NaOH em 1.000 mililitros de água;
- c) H_2SO_4 conc. (D = 1,84);
- d) Solução de H_2SO_4 0,1N; e
- e) Indicador (dissolver 0,1g de vermelho de metila e 0,05g de azul de metileno em 100ml de álcool).

3.2.4.4 - Procedimento

Pesar cerca de 2g da borracha, depositando no balão de Kjeldahl, e mais 13g da mistura catalizante e 60ml de H_2SO_4 concentrado (D=1,84). Digerir até completa decomposição da borracha, o que pode ser facilmente reconhecido quando o conteúdo do balão em digestão se apresentar completamente límpido. Resfriar, em seguida, diluir adicionando com cuidado 200ml de água. Adicionar 150ml de lixívia de soda (NaOH) a 40%, rapidamente, a fim de evitar perdas de NH_3 por volatilização, e destilar, tendo-se acoplado o balão com um condensador cuja extremidade, no início, deve estar mergulhada na solução de H_2SO_4 0,1N no copo Becker ou Erlenmeyer de 250ml. Logo que comecem a condensar as primeiras gotas líquidas, convém deixar livre a extremidade do condensador, a fim de evitar o fecho hidráulico que pode acarretar inconvenientes. O destilado é coletado em Becker ou Erlenmeyer de 250ml contendo 75ml de água e 25ml de H_2SO_4 0,1N. Recolhidos uns 125ml do destilado, titular com solução de NaOH 0,1N, usando indicador de vermelho de metila-azul de metileno. Cada determinação deverá ser feita em duplicata e será acompanhada de uma prova em branco.

3.2.4.5 - Resultados

O resultado é expresso em peso de nitrogênio sobre 100g da amostra de borracha. É usual, às vezes, também, exprimir o resultado em % de proteína. Nesse caso, basta multiplicar a percentagem de nitrogênio pelo fator empírico 6,24. O cálculo da % de Nitrogênio pode ser feito usando a seguinte expressão:

$$\% N = \frac{0,17 V_0 F_0 - (V_1 - V_2) F_1}{p}$$

V_0 = Volume de H_2SO_4 0,1N tomado (25ml)

V_1 = Volume de NaOH 0,1N gastos na titulação.

V_2 = Volume de NaOH 0,1N gastos na titulação da prova em branco.

F_0 = Fator de correção da solução ácida.

F_1 = Fator de correção da lixívia alcalina (NaOH 0,1N).

p = Peso (massa) da amostra de borracha.

Exemplo:

Tomaram-se 1,9906g de borracha (p).

25ml de H_2SO_4 0,1N (V_0).

Gastos 19 ml de solução NaOH 0,1N na titulação (V_1).

Gastos 1 ml de solução NaOH 0,1N na titulação da prova em branco (V_2).

O fator de correção da solução alcali na é 1,0020 (F_1).

O fator de correção de solução ácida é 0,9854 (F_0).

$$\begin{aligned} \% N &= \frac{0,17 \left((25 \times 0,9854) - (19-1) \times 1,0020 \right)}{1,9906} = \\ &= \frac{1,1218}{1,9906} = 0,5635 \end{aligned}$$

3.2.5 - Determinação da Plasticidade Wallace (Norma ASTM-D 3194/73) e da Viscosidade Mooney (Norma ASTM-D 1646/74)

3.2.5.1 - Definição

A plasticidade ou viscosidade da bor-racha se reveste de real importância, já que a mesma só poderá ser devidamente processada quan-do se lhe incorporam os diversos ingredientes para vulcanizar e promover os diferentes efei-tos desejados e esperados no artigo a ser fa-bricado. Desde logo, admite-se que as borra-

chas excessivamente duras, com elevados valores de plasticidade na escala Mooney ou Wallace, nem sempre são as preferidas, já que elas consomem excesso de mão-de-obra, tempo e energia por ocasião do processamento.

A determinação da plasticidade Wallace e da viscosidade Mooney baseiam-se em princípios diferentes embora, entre as mesmas, exista uma correlação linear praticamente perfeita. O plastímetro Wallace de pratos paralelos mede a plasticidade com fundamento no achatamento de um corpo de prova submetido a uma compressão constante em condições padrão de temperatura, tempo de ação da força de compressão e forma e peso do corpo de prova. A leitura é feita em unidades na escala Wallace.

A viscosidade Mooney é medida pelo torque requerido para girar um disco no interior de uma câmara cilíndrica cheia com borracha. A leitura direta é feita em unidades Mooney que são, em cada caso, uma função do valor do torque tomado como índice de viscosidade. Existem vários modelos entre os quais os de maior uso são os de Scott, Machlow, Smith e Sandes Place. Qualquer que seja o modelo deve ser rigorosamente calibrado, pelo menos uma vez por mês de acordo com as especificações segundo as

quais o zero na escala Mooney deve corresponder, também, a uma força de torque igual a zero, enquanto o ponto 100 na escala deve corresponder ao torque de 73,5 libras por polegada.

A descrição desses aparelhos e o modo de operar podem ser encontrados com todos os detalhes nos catálogos fornecidos pelas empresas que constroem e comercializam esses equipamentos.

O importante é não perder de vista que entre as duas escalas Wallace e Mooney existe uma correlação quase perfeita conforme estudos feitos no *Rubber Research Institute of Malaya* (8).

O coeficiente de correlação determinado foi de 0,97 e as duas variáveis, viscosidade Mooney (VR) e plasticidade Wallace (Po) satisfazem a seguinte equação:

$$(1) \text{ Po} = -3,19 + 0,691 \text{ VR};$$

ou ainda,

$$(2) \text{ VR} = \frac{\text{Po} + 3,19}{0,691};$$

Po = leitura inicial da plasticidade Wallace.

VR = Viscosidade Mooney.

Na Tabela 8 transcrevem-se valores de terminados de plasticidade Wallace e viscosidade de Mooney em amostras de diversas procedências. Esses valores podem ser comparados com os correspondentes calculados com base nas equações (1) e (2).

TABELA 8 - Valores determinados de plasticidade Wallace e viscosidade de Mooney.

Clone	Borracha integral (1)		Cern. fundo de tijela (2)		Po calculado Eq. 1.
	VR	Po	VR	Po	
RRIM-501	39	28	69,5	47	44,83
RRIM-513	59,5	40	76,5	49	49,67
RRIM-519	53	36	89	59	58,31
RRIM-605	56,5	41	85	62	55,54
RRIM-607	78	55	101	73	66,00
GT-1	68,5	55	86,5	65	56,58
RRIM-623	67	54	77	55,5	50,02
PB5/63	82,5	57	97	71	63,84
RRIM-628	96,5	66	108	74	71,43
PB-86	81	54	97,5	72	64,18
Tjir 1.	73	55	87	68	56,93
PB5/51	86,5	60	87,5	73	57,27

(1) Obtida por evaporação da água do látex

(2) Crepe

Fonte: Dados básicos - Rubber Research Institute of Malaya (1970).

3.2.6 - Determinação do PRI. segundo o método ASTM-D 3194/73

3.2.6.1 - Definição

PRI é a abreviação da expressão, em inglês, *Plasticity Retention Index* que, literalmente, seria traduzido por Índice de Retenção de Plasticidade. Esse parâmetro assume, de acordo com os conceitos modernos de qualidade da borracha, uma grande importância. Em última análise ele mede a resistência da borracha à degradação térmica, que é determinada pela diferença entre a plasticidade Wallace Po de um corpo de prova da mesma borracha submetida à degradação térmica na temperatura de 140°C durante 30 minutos. Essa diferença é relacionada à percentagem.

3.2.6.2 - Material

- a) Plastímetro Wallace completo com gerador de vapor acoplado. (*Wallace Rapid Plastimeter*);
- b) Vazador para preparar corpos de prova;
- c) Estufa com circulação de ar;
- d) Balança analítica (precisão até 0,1mg);
- e) Moinho de rolos lisos c/motor; e
- f) Folhas de papel de cigarro.

3.2.6.3 - Reagentes

Não são necessários.

3.2.6.4 - Procedimento

a) Homogeneização da amostra.

Pesar cerca de 360g de borracha e passar 10 vezes através dos cilindros lisos de um moinho na temperatura de 70°C (158°F), regulando a abertura entre os cilindros para 1,65 milímetros (0,065 polegadas). Após cada passagem, enrolar a lâmina da borracha passando-a, novamente, no sentido do comprimento. Depois da 6ª passagem, a 7ª, 8ª, 9ª e décima, portanto, a borracha não mais será enrolada mas simplesmente dobrada.

b) Preparação dos corpos de prova.

Tomar cerca de 30g da borracha homogeneizada e passar 3 vezes (dobrando após cada passagem) entre os rolos frios (temperatura ambiente), com abertura entre os rolos, de modo a produzir uma espessura de lâmina de borracha final de 1,7 milímetros (0,07 polegadas). Essa lâmina de borracha é, logo a seguir, dobrada e ligeiramente comprimida de modo a expulsar todo o ar (evitar formação de bolhas) e evitar falhas na borracha (buracos). Cortam-se, a seguir, os corpos de prova por meio do vazador ajustando-os à espessura de $3,4 \pm 0,2\text{mm}$ (0,134±0,008 pole

gada) com um volume de $0,40 \pm 0,04$ mililitro.

Preparam-se 6 corpos de prova que se se rão divididos, ao acaso, em dois grupos de 3 cada um. Determina-se a plasticidade Wallace i nicial P_o em 3 corpos de prova. Os outros 3 são levados à estufa com circulação de ar onde, na temperatura de 140°C , permanecem durante 30 minutos.

c) Degradação térmica.

Arrumar os corpos de prova sobre uma lâmina de alumínio fino dispendo-os uns ao lado de outros, regularmente, e colocar na estufa, previamente estabilizada na temperatura de $140^{\circ} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$, durante $30 \pm 0,25$ minutos. Reti r rar e resfriar durante pelo menos 30 minutos e no máximo 2 horas antes de medir a plasticida de.

d) Execução do "teste"

A plasticidade é determinada em 3 cor o pos de prova não degradados (não tratados pelo calor) e em 3 corpos de prova termodegradados u sando o *Plastimeter Wallace Rapid*.

A bigorna do plastímetro deve ser pos o ta em equilíbrio na temperatura de $100 \pm 1^{\circ}\text{C}$ du r rante 15 minutos antes de colocar o corpo de

prova envolto em duas folhas de papel de cigarro. O aparelho deve ser previamente zerado com as folhas de papel de cigarro que serão usadas, a fim de evitar erro. Colocado o corpo de prova de maneira correta, aciona-se a alavanca do aparelho e se faz a leitura direta da espessura.

Para o cálculo do PRI, usar a médiana dos valores individuais obtidos.

3.2.6.5 - Resultados

O PRI é expresso em percentagem e pode ser facilmente calculado pela equação:

$$PRI = \frac{P_1}{P_0} \times 100$$

P_0 = Plasticidade não degradada termicamente.

P_1 = Plasticidade após degradação térmica.

Exemplo:

Plasticidade do corpo de prova sem degradar (P_0) é igual a 87.

Plasticidade após a termodegradação (P_1) é igual a 52.

$$PRI = \frac{52}{86} \times 100 = 60,5$$

3.2.7 - Determinação de Voláteis a 105°C (Norma ASTM-D 1278/76)

3.2.7.1 - Definição

A percentagem de voláteis na borracha é representada pelo teor de umidade que, por sua vez, indica a eficiência da secagem e, ainda, em determinados casos, a contaminação por materiais higroscópicos. Em igualdade de condições o percentual de voláteis na borracha é função da umidade relativa do ar dentro de certos limites. Nas regiões tropicais úmidas produtoras de borracha, a umidade relativa do ar é sempre elevada, atingindo, não raro, até 96%. Estabelecendo-se um equilíbrio entre a umidade na borracha e a atmosférica, quando aquela é transportada para regiões mais secas estabelece-se um novo equilíbrio, baixando o teor da mesma.

Como quer que seja essas variações, em função da umidade relativa do ar são, de certo modo, pequenas e elas se fazem dentro dos limites da tolerância e não afetam a qualidade da borracha.

A deficiência de secagem, esta sim, determinando a presença de umidade em percentagem mais elevada, causa transtornos mais ou menos graves no decurso do processamento da bor-

racha.

3.2.7.2 - Material

- a) Balança analítica (precisão até 0,1mg);
- b) Estufa elétrica;
- c) Dissecador;
- d) Pinça de laboratório; e
- e) Vidro de relógio (diâmetro 5cm).

3.2.7.3 - Reagentes

O processo consistindo na eliminação da umidade por efeito de calor, um fenômeno eminentemente físico, não envolve uso de reagentes químicos.

3.2.7.4 - Procedimento

Pesar no vidro de relógio cerca de 5g da borracha finamente cortada (dividida), em balança analítica. Levar à estufa de ar onde deverá permanecer na temperatura de $105 \pm 1^{\circ}\text{C}$, até atingir constância de peso o que, geralmente, se verifica transcorridas umas duas horas. Retirar e resfriar no dissecador durante 15 minutos. Pesar. A diferença do peso original e o peso após a secagem referido a 100 dará o teor de voláteis a 105°C . O teste deve ser executado em duplicata.

3.2.7.5 - Resultados

O resultado que é a média das duas de terminações é expresso em peso de umidade contida em 100g da borracha e pode ser calculada a partir da seguinte expressão:

$$\% \text{ de Voláteis} = \frac{p_0 - p_1}{p_0} \times 100,$$

p_0 = Peso (massa) original da borracha.

p_1 = Peso final após a secagem na estufa.

$p_0 - p_1$ = perda de peso na secagem.

O p_0 e p_1 são obtidos subtraindo do peso do vidro de relógio + borracha, respectivamente, o peso do vidro de relógio.

Exemplo:

$$p_0 = 4,9832$$

$$p_1 = 4,9687$$

$$\begin{aligned} \% \text{ Voláteis} &= \frac{4,9832 - 4,9687}{4,9832} \times 100 = \\ &= 0,29. \end{aligned}$$

4 - PREPARO DAS SOLUÇÕES E DOS REAGENTES

4.1 - SOLUÇÃO SATURADA DE ÁCIDO BÓRICO (H_3BO_3 A 6% p/p)

Pesar, numa balança comum (sensibilidade de 0,1g), 60,0g de ácido bórico e dissolver com água destilada até 1 litro de solução.

4.2 - SOLUÇÃO DE ÁCIDO ACÉTICO A 2%

Diluir 20,0ml de ácido acético gracial p.a. até 1.000ml de solução, com água destilada.

4.3 - SOLUÇÃO DE ALDEIDO FÓRMICO A 5% (FORMALDEIDO)

Diluir 172ml de formaldeido p.a. ou formol comercial previamente neutralizado* com NaOH com água destilada até 1 litro de solução.

*PADRONIZAÇÃO DO FORMALDEIDO

Goteja-se solução de NaOH 0,2N em 50ml de formaldeido p.a. ou em formol comercial, em presença de fenolftaleína, até que uma coloração fracamente avermelhada apareça na solução.

4.4 - SOLUÇÃO 0,5N DE KOH

Pesar 19,08 de hidróxido de potássio

e dissolver com água destilada até 1.000ml.

*PADRONIZAÇÃO DE UMA SOLUÇÃO DE KOH
0,5N

Titular 30ml de solução de KOH com solução padrão de HCl ou H₂SO₄ 0,5N em presença de fenolftaleína, até que a coloração avermelhada desapareça. Adicionar 3 a 4 gotas de alaranjado de metila (Metilorange) e continuar a titulação até que a solução fique levemente vermelha.

O KOH anidro absorve CO₂ do ambiente (carbonatação), transformando-se em K₂CO₃. Na titulação é determinada a quantidade de K₂CO₃.



Volume de HCl gasto com fenolftaleína =
= A.



Volume de HCl gasto com alaranjado de metila (Metilorange) = B.

$$\text{KOH (mg)} = 5,61 \times (\text{A} - \text{B})$$

$$\text{K}_2\text{CO}_3 \text{ (mg)} = 6,91 \times 2\text{B}$$

Alcalis Totais (MS) = $5,61x(A+B)$ em
KOH.

4.5 - SOLUÇÃO 0,1N DE HCl

Diluir 8,5ml de ácido clorídrico concentrado p.a. com água destilada até 1 litro de solução.

*PADRONIZAÇÃO DE UMA SOLUÇÃO 0,1N DE HCl

Transferir para um Erlenmeyer exatamente 25,0ml de uma solução padrão de Na_2CO_3 . Adicionar 3 a 4 gotas de Alaranjado de Metila (Metilorange). Titular com a solução - problema de HCl até uma mudança de coloração para levemente vermelho.

1 ml de Na_2CO_3 , 0,1N = 3,647 mg de HCl.

4.6 - SOLUÇÃO PADRÃO DE Na_2CO_3 (0,1N)

Secar o Carbonato de Sódio em pó em cadinho de platina a 200°C durante 1 hora ou recristalizar o produto comercial em água quente, secar a 200°C até peso constante e deixar resfriar em dissecador. Pesar exatamente 5,30g do material seco e dissolver com água destilada até 1.000 ml.

4.7 - SOLUÇÃO DE AZUL DE BROMOTIMOL (INDICADOR)

Dissolver 0,10g de azul de Bromotimol em 20ml de álcool etílico a quente e diluir com água até 100ml.

Usa-se 1 a 3 gotas para cada 100ml de solução a titular. O indicador apresenta a seguinte faixa de viragem.

pH	cor
6,0	Amarela
7,6	Azul

4.8 - SOLUÇÃO DE ALARANJADO DE METILA (METILO-RANGE)

Dissolver 0,2g de Alaranjado de Metila (Metilorange) em água quente e, após resfriamento, filtrar se necessário e diluir com água destilada até 100ml. Usar 1 a 2 gotas para cada 100ml de solução a titular.

Faixa de Viragem

pH	Coloração
3,1	Levemente vermelha
4,4	Laranja-amarelada

4.9 - SOLUÇÃO DE VERMELHO DE METILA (INDICADOR)

Dissolver 1g de vermelho de metila em 600ml de álcool etílico. Adicionar 400ml de água para completar o volume até 1.000ml.

4.10 - SOLUÇÃO 0,1N DE H_2SO_4

Diluir 3,0ml de H_2SO_4 concentrado (p. a.) em água (cuidado, adicione o ácido sobre a água !) até completar 1.000ml.

*PADRONIZAÇÃO DE UMA SOLUÇÃO DE H_2SO_4

Idêntica a do HCl.

4.11 - PSEUDO-SOLUÇÃO (DISPERSÃO) DE PÓ DE JUTAI A 3% (p/p)

Pesar 30g de pó de Jutai. Colocar para ferver cerca de 500g (500ml) de água destilada e adicionar 10g de Na_2CO_3 (Barrilha). Adicionar a quantidade de pó de Jutai sobre a mistura e homogeneizar, fervendo a mistura por 2 horas. Completar o volume até 1.000ml. Filtrar se necessário.

(Aprovado para publicação em 6.11.81)

(Recebido para impressão em 26.01.83)

5 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 - AUPETIT, A. & BOUCHER, M. Evolution du latex de caoutchoucs naturel. Revue Generale du Caoutchoucs et Plastiques, Paris, 9 (481): 991-996, 1968.
- 2 - ANUÁRIO ESTATÍSTICO - MERCADO NACIONAL. Rio de Janeiro, Superintendência da Borracha, v. 12, n. 23, jan./dez., 1978.
- 3 - AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. Rubber-test methods. In: _____. 1974 annual book of ASTM standards. Philadelphia, 1974. part. 37, 706p.
- 4 - BATEMAN, L. A atual posição e perspectivas para as borrachas mais modernas. Grupo Internacional de estudos sobre a borracha. XIX Assembléia. S. Paulo, 1967. p. 1-16. (Mimeografado).
- 5 - CABRAL, L.C. de Oliveira. Manual do técnico Classificador de borracha. Separata do Boletim da Assoc. Com. do Amazonas, Manaus, 1943. p. 1-13.
- 6 - COOK, A.S. & SEKAR, K.C. Volatile acids and the quality of concentrated natural latex. J. Rubb. Res. Inst. Malaya, Kuala Lumpur, 14: 407-422, 1955. (Communication nº 297).

- 7 - DELEGATION DE LA COTÉ D'IVOIRE. Etude sur le caoutchoucs Nat. Groupe Internationale d'Etudes du Caoutchoucs. XIX Assemblée. S. Paulo, 1967. p. 1-11. (Doc. n° 12). (Mimeografado).
- 8 - DEPENDENCE of bulk viscosities (Mooney and Wallace) on Malaysian parameters of natural rubber. J. Rubb. Res. Inst. Malaya, Kuala Lumpur, 1 (23): 76-83, 1970.
- 9 - DUCKWORTH, H.J. Creamed latex. Trans. and Proceedings - Inst. of the Rubber Industry, 12 (3): 134-147, 1965.
- 10 - GYSS, P.R. Utilization de sechoirs vibrants pour la preparation du caoutchoucs naturel. Revue Generale du Caoutchoucs et Plastiques, Paris, 9 (10): 1023, 1968.
- 11 - _____ & FLEUROT, M. Five years of Nat. Rubbers. J. Rubber Res. Inst. Malaya, Kuala Lumpur, 22 (1): 70-77, 1969.
- 12 - HOMANS, L. S. & VAN GILS, G.E. Fresh Hevea latex. A complex coloidal system. In: PROCEEDINGS OF THE SECOND RUBBER TECHNOLOGY CONFERENCE. Heffer Cambridge, 1948. p. 292-302.

- 13 - IRCA. Biochemie - Phytochemie. In: _____.
Rapport Annuel. Paris, 1967. p. 75-88.
- 14 - _____. Controle du latex. In: _____. Rapport Annuel. Paris, 1968. 110p.
- 15 - MORRIS, J.E. Heveacrumb Process. J. Rubb. Inst. Malaya, Kuala Lumpur, 22 (1): 39-55, 1969.
- 16 - RUBBER RESEARCH INSTITUTE OF MALAYA. Analytical Chemistry Division. Manual of laboratory methods of testing hevea latex. 2. ed. rev. Kuala Lumpur, 1971. p. 1-78.
- 17 - _____. Revisions to standard malaysian rubber scheme 1979. Kuala Lumpur, 1978. p.1-8. (SMR Bulletin n° 9).
- 18 - SMITH, M.G. Recent aspects of block natural rubber production by mechanical methods. J. Rubb. Res. Inst. Malaya, Kuala Lumpur, 22 (1): 39-55, 1969.
- 19 - WISNIEWSKI, A. Fraudes no preparo da borracha crua. Belém, IAN, 1948. p.1-31. (Boletim Técnico n° 16).

- 20 - WISNIEWSKI, A. Alguns agentes de cremagem na concentração do latex de seringueira. Belém, IAN, 1954. p. 5-18. (Circular nº 4).
- 21 - _____ . Notas sobre a concentração mecânica do latex da seringueira. Belém, IAN, 1954. p. 21-50. (Circular nº 4).
- 22 - _____ & ROHNLET, R.C. A prática da concentração do latex. Belém, IAN, 1947. p. 1-77.

WISNIEWSKI, Alfonso. Latex e borracha.
Belém, FCAP. SDI, 1983. 171p. (FCAP.
Informe Didático, 4).

ABSTRACT: The properties and processing methods of rubber latex are described aiming the production of the main raw rubber types including crepes and sheets and also the modern block rubber manufactured under technical specifications. Some critical comments are made about the systems of production and grading of wild amazon rubbers. The necessity of rationalizing production of natural rubbers is emphasized chiefly due to the strong competition by the synthetic elastomers. The up-to-date rubber quality concepts are raised and the advantage to set up a grading system is suggested based on intrinsic properties which describes the technological behaviour of rubbers in industrial processing and not on random and subjective judgements. The tentative technical standardization of brazilian raw rubber in the final stage of laboration under initiative of the governmental rubber agency (Superintendência da Borracha) is presented. Finally, the internationally adopted analytical methods are described in a comprehensible way allowing the reader to determine the principal raw rubber and latex parameters with the purpose of setting up the technical classification.

FAZULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO PARÁ

BIBLI

IMPRESSÃO

Setor de Produção Gráfica

Serviço de Documentação e Informação

Faculdade de Ciências Agrárias do Pará