

PSe
866

7213

5
INSTITUTO DE PESQUISAS IRI
JANEIRO, 1948

BOLETIM TÉCNICO
DO
INSTITUTO AGRONÔMICO DO NORTE

LATEX E BORRACHA
DE MANGABEIRA

POR
Norman Bekkedahl e Waldemar Saffioti



INSTITUTO AGRONÔMICO DO NORTE
BELEM — ESTADO DO PARÁ
BRASIL

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA

Ministro — DR. DANIEL DE CARVALHO

CENTRO NACIONAL DE ENSINO E PESQUISAS AGRONÔMICAS

Diretor Geral — DR. WALDEMAR RAYTHE DE QUEIROZ E SILVA

SERVIÇO NACIONAL DE PESQUISAS AGRONÔMICAS

Diretor — ALVARO BARGELLOS FAGUNDES, Ph. D.

INSTITUTO AGRONÔMICO DO NORTE

Diretor — FELISBERTO CARDOSO DE CAMARGO, Agrônomo.

SECÇÕES TÉCNICAS

| | |
|-----------------------------------------------------------|-----------------------|
| <i>Melhoramento de Plantas e Experimentação</i> | <i>Especialização</i> |
| George O'Neill Addison, Agr. — Chefe.... | Genética |
| Rosendo M. Tavares, Agr. | Genética |
| Rubens R. Lima, Agr. | Experimentação |
| Arnaldo Morais Nadler | Experimentação |
| <i>Biologia</i> | |
| João Murça Pires, Agr. Resp. pela Chefia.... | Botânica |
| George Black, B. A. | Botânica |
| Ana Nogueira Ferraz, Desenhista | Desenho técnico |
| Harald Sioli, Ph. D. | Limnologia |
| Bento Dantas, Agr. | Fitopatologia |
| Ricardo Froes | Botânica |
| <i>Química</i> | |
| Gerson P. Pinto, Q. I. | óleos e gorduras |
| Derson Almeida, Q. I. | Química |
| Jaime Lacerda de Almeida | Quím. Industrial |
| <i>Expansão Econômica</i> | |
| F. C. Camargo, Agr. — Chefe | Economia |
| H. G. Sorensen, M. S. Colaborador (USA).. | Economia |
| Rui F. Malta, Agr. | Economia |
| <i>Tecnologia da Borracha</i> | |
| Alfonso Wisniewski, Q. I. | Química |
| Roberto C. Rohnelt, Q. I. | Química |
| <i>Biblioteca</i> | |
| Paulo Plinio Abreu, Bch. D. -- Chefe | Biblioteconomia |
| Yolanda F. Ribeiro | Biblioteconomia |
| Zuila O. Motta | Biblioteconomia |
| <i>Estações Experimentais</i> | |
| Porto Velho (Guaporé) — Edgar Cordeiro, Eng. Agr. | |
| Rio Branco (Acre) — J. Jacob Hoelz, Agr. | |
| <i>Secretaria</i> | |
| Luiz Lopes de Assís — Contador | |
| Newton Sampaio — Enc. Material | |
| <i>Colaboradores</i> | |
| Adolfo Ducke — Naturalista (Serv. Florestal). | Botânica |
| Michael H. Langford, Ph. D. (U. S. Dept. Agr.) | Fitopatologia |
| Richard Evans Schultes, Ph. D. (U. S. Dep. Agr.) | Botânica |
| Norman Bekkedahl (Nat. Bur. Standards Wash.) | Tecnologista |

FL
01656

Latex e Borracha de Mangabeira

Este trabalho foi também publicado na revista
"The Rubber Age", vol. 60, nº 5, pags.
553-561, de Fevereiro de 1947, sob o título
"Mangabeira Latex and Rubber".



I — INTRODUÇÃO

A mangabeira (*Hancornia speciosa*) é uma árvore pequena ou arbusto grande, pertencente à família das Apocináceas. Habita os Estados do este e sul do Brasil, assim como parte do Vale do Amazonas. É cultivada mórmente devido ao seu fruto, a mangaba, que é comestível e possui excelente sabôr. Entretanto, uma incisão feita na casca desta árvore, dá-lhe um sub-produto: um latex contendo borracha.

Antes da segunda guerra mundial não havia praticamente produção comercial de borracha de mangabeira, embora ela tivesse algum mercado antes do aparecimento da borracha de plantação, e por ocasião de preços muito altos da borracha crua. O motivo desta pequena produção estava em vários fatores. A borracha natural mais comumente empregada, obtida da seringueira (*Hevea brasiliensis*), é superior em qualidade e como matéria versátil.

Os métodos de sangria mais eficientes para a mangabeira são diferentes dos empregados na seringueira, e se acham também muito menos aperfeiçoados. Os métodos de coagulação da borracha do latex de mangabeira diferem um tanto dos da seringueira, sendo, ainda, menos conhecidos pelos nativos ou produtores.

Durante a guerra, porém, os esforços visavam a obtenção de toda a borracha natural possível, quasi sem preocupação de custo ou qualidade. De acôrdo com informações cedidas por E. G. Holt (1), encarregado dos dados estatísticos da Rubber Development Corporation, produziu-se durante a guerra, borracha de mangabeira num total de cerca de 2.000 a 2.500 toneladas. O uso, e consequentemente a produção desta bor-

racha, tornarão provavelmente a cair a um nível insignificante com a volta dos tempos normais, a não ser que se elaborem melhores métodos de sangria para a mangabeira e de coagulação da borracha do seu latex, ou que sejam encontrados ou elaborados empregos especiais, em que se apliquem as propriedades particulares desta borracha.

Um estudo rigoroso dos métodos de sangria resultaria sem dúvida num maior rendimento em latex por árvore e ano, diminuindo ainda o esforço do coletor. Os métodos atuais constam da aplicação de uma série de córtes em V à casca da árvore, não somente na parte do tronco, como também em todos os ramos maiores; ou, então, do corte de ranhuras em espiral no tronco principal, que terminam em talhos retos nos ramos. O latex corre abundante destas feridas, sendo recolhido em tijélas colocadas abaixo dos córtes em V ou na extremidade inferior do espiral, e dentro de uma hora ou duas uma só árvore chega a dar um litro de latex ou mais.

Este processo difere bastante da sangria da seringueira, na qual geralmente se aplica um único corte reto por vez, no tronco da árvore, a pouca distância do sólo. A seringueira pode dar em média, por corte, cerca de 50 a 100 ml de latex, somente; mas a sangria é geralmente repetida de dois em dois dias durante a maior parte do ano.

A mangabeira, assim como o caucho, não poderá fornecer generosa quantidade de latex em cada sangria, si o processo fôr repetido em intervalos tão frequentes. Dr. A. W. J. Dyck (2) observou que na Bahia as mangabeiras são geralmente cortadas não mais que duas a três vezes por ano. O máximo da borracha que uma mangabeira pode fornecer em um ano de produção não se conhece; mas em condições favoráveis ela possivelmente renderá tanto quanto, sinão mais que a Hevea. Pelo menos a quantidade de trabalho implicada na sangria da mangabeira durante o período de um ano seria consideravelmente menor que no caso da seringueira.

As características da coagulação do latex de mangabeira diferem muito das do leite de seringueira. Todos os látices

de mangabeira por nós estudados eram extremamente estáveis. Nenhuma coagulação se deu devido a prolongadas exposições às condições atmosféricas tropicais. Nenhuma ação de bactérias se verificou que causasse putrefação. A adição de ácido acético ou fórmico, em concentrações usadas nas plantações para a coagulação do latex de Hevea (que corresponde a apenas cerca de 1 grama do ácido concentrado por litro de latex) não chegava a provocar a coagulação. Adicionando-se, porém, 100 vezes aquela quantidade de ácido acético glacial ao latex de mangabeira não diluído, a borracha coagula. Evidentemente, a adição de uma quantidade tão grande de ácido não é econômica nem prática para fins comerciais.

É possível que haja pequenas variações nas quantidades mínimas de coagulantes necessárias para uma coagulação quantitativa, devido a possíveis variações que possam ocorrer na mesma espécie de árvore em diferentes localidades. Todos os látices estudados na presente investigação, obtidos de áreas do Baixo Amazonas, eram extremamente estáveis. Várias amostras de latex de mangabeira obtidas no Vale do Amazonas permaneciam estáveis e frescas mesmo depois de mais de um ano após a colheita, sem adição de um preservativo.

Dr. Dyck (2), que estudou métodos de coagulação de latex de mangabeira proveniente da Bahia, relata que o latex de mangabeira é muito mais estável que o da Hevea. Guimarães e Chaves (3), que trabalharam com latex de mangabeira do sul do Brasil, afirmam que nenhuma coagulação se verificou, quer por fermentação, quer pela adição de enzimas. É pouco provável, portanto, que haja suficiente variabilidade em látices de diferentes procedências, a ponto de alterar de modo apreciável as conclusões a que chegamos no estudo de coagulantes do ponto de vista comercial.

Os nativos verificaram que a defumação do latex na ponta de uma haste ou pá, que é o processo usual no caso do latex de seringueira, não constitui método tão satisfatório para borracha de mangabeira. Descobriram, porém, que soluções de sal de cozinha ou alúmen, em quantidades

moderadas, separam a borracha do latex de mangabeira, e empregam por isso êstes coagulantes nas suas operações.

Parece que a borracha de mangabeira conquistou má reputação entre os consumidores, especialmente no que diz respeito às qualidades de envelhecimento. Julgamos por isso digna de atenção a procura de outros coagulantes, e o estudo da borracha obtida por meio de vários processos. Ao mesmo tempo decidimos proceder a algumas simples análises e ensaios no latex e na borracha de mangabeira.

II — AMOSTRAS DE LATEX

Todas as amostras de latex usadas nestas experiências provinham de mangabeiras de várias partes do Vale do Baixo Amazonas. Na maioria dos casos, encarregados do Laboratório da Borracha foram enviados áquelas regiões afim de adquirir o latex. Os produtores, em todos os casos, afirmavam não ter havido diluição dos látices, quer intencionalmente, quer por água das chuvas.

Para entretanto, termos a certeza de trabalhar com material autêntico — i. e., latex que não tivesse sofrido adulteração ou diluição — em pelo menos algumas das experiências, em várias ocasiões colhemos nós próprios nossas amostras, procedendo pessoalmente a todas as operações, como a sangria das árvores, a coléta do latex e o transporte de volta ao laboratório. Fizemos estas colheitas na Ilha de Marajó. A amostra mais concentrada provinha de um grupo de mangabeiras próximas à cidade de Ponte de Pedras, naquela mesma ilha. Em cada caso obtiveram-se cerca de 20 litros de latex para as experiências.

III — PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Imediatamente ao chegarem ao laboratório, as amostras de latex foram coadas através de crivos finos de Metal Monel, afim de remover as impurezas, fragmentos de casca e outras matérias sólidas estranhas possivelmente presentes. Antes de serem retiradas porções da amostra para as experiências, o latex foi agitado afim de se assegurar uma mistura homogênea.

1 — *Medidas de densidade.*

Tôdas as medidas de densidade em amostras de latex foram feitas com auxílio de um densímetro de vidro, abrangendo a escala de 0,940 a 1,000. A escala era dividida em graduações de 0,001, tornando a avaliação da quarta casa decimal regularmente fácil dentro de 2 ou 3 unidades. O densímetro havia sido préviamente calibrado por meio de medidas de densidades de misturas de álcool-água, cujas densidades verdadeiras tinham sido determinadas pela pesagem de volumes conhecidos. Todas as medidas de densidade relatadas no presente trabalho se acham corrigidas ou foram tomadas à temperatura indicada, sendo as unidades dadas em gramas por mililitro (g/ml).

Em várias amostras de latex foram feitas medidas de densidade a várias temperaturas, afim de se obter um valor para o coeficiente de expansão térmica. Para a execução desta experiência uma porção da amostra foi colocada em um cilindro de dois litros e resfriada durante cerca de 24 horas em refrigerador a 9°C, aproximadamente. Em seguida foram feitas medidas de temperatura e densidade, com agitação

constante e rápida (com um agitador elétrico) entre as leituras no densímetro. O aquecimento da solução foi feito ou naturalmente, ou por meio duma resistência elétrica de imersão controlada por um transformador "Variac". A elevação da temperatura era geralmente de 10°C por hora ou menos.

2 — *Conteúdo em borracha seca.*

Análises foram feitas em várias amostras do latex de mangabeira tanto para sólidos totais (T.S. = "total solids") e o conteúdo em borracha seca (D.R.C. = "dry rubber content").

Para determinar o conteúdo em sólidos totais, uma amostra do latex foi pesada antes e depois da secagem na superfície de uma placa de vidro ou porcelana vidrada. Constatou-se a conveniência de usar placas bastante finas, para reduzir o peso, e suficientemente pequenas para caberem sobre o prato de uma balança analítica.

As amostras de latex foram pesadas de pesa-filtros tampados, pois a evaporação mesmo de pequenas quantidades afetaria a exatidão dos resultados analíticos. As placas foram pesadas antes da adição do latex, e após a secagem do mesmo. Para garantir uma boa evaporação, o latex não deve formar sobre a placa uma camada demasiadamente espessa. A secagem preliminar pode ser feita no próprio ambiente, livremente, ou por meio de circulação forçada de ar, mas a secagem final deve ser feita em estufa. Uma temperatura de cerca de 70°C se presta à secagem.

Na presente investigação o peso das amostras variava entre 0,5 e 25 gramas. Para as amostras menores se exige muito maior cuidado, sendo recomendável o uso de amostras maiores: Amostras de aproximadamente 10 gramas podem ser convenientemente manejadas e dão excelentes resultados.

Para a determinação do D.R.C. do latex foram tentadas vários coagulantes em diferentes proporções. Amostras pe-

sadas de latex, geralmente de cerca de 100 gramas cada uma, foram colocadas em cristalizadores e os agentes coagulantes adicionados com agitação. Em alguns casos o latex foi diluído com água antes da adição do coagulante.

Depois da coagulação estar completa (o que facilmente se percebia pela transparência do sôro) e o coágulo suficientemente forte para ser manejado, foi o mesmo passado repetidas vezes através de rôlos laminadores, lavando com bastante água, sendo finalmente suspenso para secar ao ar durante várias horas. Em seguida a borracha foi crepada em um moinho próprio, modelo de laboratório. A borracha crepada resultante foi finalmente colocada em uma estufa a 70°C, até secagem completa. Para certeza absoluta da secagem foram as amostras geralmente dobradas e novamente passadas pelo moinho, afim de lhes dar nova superfície, antes da segunda secagem, em estufa.

A princípio foi tentado um grande número de coagulantes; poucos, porém, prometiam resultados satisfatórios. Consequentemente, o estudo dos agentes coagulantes foi resumido nos poucos que se seguem: ácido acético, solução de alumen, solução de cloreto de sódio, ácido clorídrico e latex de caxinguba. (*Ficus anthelmintica*).

3 — Métodos de coagulação.

Além das coagulações acima mencionadas, feitas unicamente para fins de análise, foram também estudados métodos que pudessem ser adaptados à produção comercial. As coagulações experimentais para êste fim foram feitas em recipientes de ferro galvanizado ou madeira de cerca de 24 × 35 centímetros de base por 12 centímetros de altura.

Para cada experiência de coagulação usou-se um litro de latex não diluído. Em alguns casos os látices foram diluídos com água antes da adição dos coagulantes. O líquido foi agitado à medida que se misturava o coagulante ao latex.

Depois de deixar o coágulo em repouso durante um tempo suficiente para que adquirisse consistência êle foi repetidas vezes passado pelos rôlos afim de se obter uma lâmina mais fina. Entre as operações de laminação, a borracha foi rigorosamente lavada. Em seguida ela foi passada por rôlos corrugados, dentre os quais emergia na forma habitual de "smoked-sheet" de plantação. Feito isto, ela foi colocada ou numa sala de secagem ventilada, a 40°C, ou numa estufa de defumação, à mesma temperatura, até sêca. Estas operações de secagem requeriam geralmente de 4 a 7 dias.

4 — Análises químicas.

Somente poucas análises químicas diferentes foram feitas em borracha de mangabeira. Não se tornou necessário determinar o seu conteúdo em umidade, uma vez que todas as amostras eram secadas antes de serem submetidas a ensaios ou análises. Cinzas foram determinadas por incinerações cuidadosas em uma mufla, de acôrdo com as instruções dadas na Secção 17 do Método D297—41T da A.S.T.M. (4). O conteúdo em resinas foi considerado idêntico ao extrato de acetona, determinado pelo procedimento na Secção II, igualmente do Método D297—41T.

5 — Vulcanização e ensaios físico-mecânicos.

Amostras da borracha de mangabeira (geralmente de 250—300 g.) foram misturadas num moinho misturador de 6 × 12 polegadas, modelo de laboratório, de acôrdo com a fórmula II do Comité de Borracha Crúa da Divisão de Química de Borracha da American Chemical Society (5):

| | Partes |
|-------------------------------|--------|
| Borracha | 100 |
| Óxido de zinco | 6,0 |
| Enxofre | 3,5 |
| Ácido esteárico | 4,0 |
| Mercaptobenzotiazol | 0,5 |



A borracha misturada foi vulcanizada a 141°C em moldes padrão como descritos no Método D15—41 da A.S.T.M. (4). Vulcanizaram-se amostras por diferentes períodos, indo de 15 minutos até várias horas, para que fossem incluídas as condições ótimas de vulcanização para cada amostra de borracha, conforme determinação da maior carga de ruptura.

Para borracha de mangabeira o tempo de vulcanização a 141°C, para chegar às condições ótimas, era em todos os casos de 60 ou 90 minutos, sendo o último o mais frequente. Conclúe-se que esta borracha é de cura levemente mais vagarosa que a borracha de seringueira.

As lâminas de borracha vulcanizada foram cortadas em halteres de prova, e as propriedades de tensão medidas em uma máquina "Scott" para ensaios de ruptura. Todos os valores de tensão são dados em quilogramas por centímetro quadrado (kg/cm^2) da secção transversal original da amostra. No caso de execução de experiência de envelhecimento, algumas das amostras foram envelhecidas em uma bomba de pressão durante 48 horas, a 70°C e sob 300 lbs/poleg² (21,1 kg/cm^2) de pressão de oxigênio. Depois de retiradas da bomba de envelhecimento, as amostras de borracha foram submetidas às provas de tensão, e os resultados comparados com os das amostras não envelhecidas.

IV — RESULTADOS E DISCUSSÃO

Segundo os procedimentos descritos nas páginas anteriores, obtiveram-se os seguintes resultados:

1 — *D.R.C. e T.S. do latex*

Os valores reais de D.R.C. de vários látices, como obtidos pelo método de coagulação total, se acham na sétima coluna da tabela 1. A oitava (e última) coluna contém os valores correspondentes para T.S., como obtidos pelo método de evaporação.

Oito amostras diferentes de látices são designadas pelas letras "A" a "H". A amostra "0,5 H" é de latex "H" diluído 1:1 com água. A amostra "37" representa um latex teórico, tendo uma densidade de 0,9748 g/ml a 30°C. Sua finalidade será compreendida adiante, mas ela não pode ter um D.R.C. e T.S. experimentalmente determinados. A "água", naturalmente, apresenta valores nulos para D.R.C. e T.S. O "sêro" de qualquer latex tem um D.R.C. igual a zero. O sêro teria provavelmente um conteúdo de T.S. de cerca de 2 a 3 por cento; esta determinação, porém, não foi feita experimentalmente. A "fase dispersa" é admitida como sendo toda de borracha, dando por isso 100 % para D.R.C. e T.S.

Como no caso do latex de seringueira, também no latex de mangabeira o T.S. excede o D.R.C. de 5 a 10 %. O sêro contém alguns constituintes outros que não borracha, que não

se separam d'ele pela adição de agentes coagulantes na determinação do D.R.C.

2 — *Valores de densidade e D.R.C.*

Devido à ausência de valor comercial da borracha de mangabeira no passado, são poucas as informações científicas que se encontram publicadas sobre o assunto. Os autores do presente trabalho não conseguiram encontrar na literatura dados alguns sobre as constantes ou propriedades físicas daquela borracha ou latex. Verificou-se, porém, nas experiências executadas na presente investigação que os valores de D.R.C. e densidade do latex de mangabeira muito se assemelham aos do latex de seringueira. Por isso, um breve resumo de algumas das investigações mais importantes feitas neste campo em látices de Hevea, será incluído na nossa discussão, para fins de comparação.

Desde há muito as plantações do Oriente vêm empregando para fins de controle no campo e nas laminações, medidas de densidade dos seus látices de Hevea como meio de determinação do D.R.C. Como o latex se compõe de partículas de borracha suspensas em um soro (e não em solução verdadeira), admitiu-se a lei das misturas: a percentagem em volume de borracha sendo função linear da densidade.

Afim de verificar a validade desta lei das misturas para o latex em estudo, executamos uma experiência na qual fizemos medidas de densidade em uma amostra de latex de mangabeira, em uma série de diluições. Os resultados se encontram reunidos no gráfico da figura 1. Vê-se que a concentração de borracha ou D.R.C., é uma função linear da densidade, sendo que o valor desta se aproxima, após continuadas diluições, do da água (0,9971 g/ml, a 25°C). Esta curva poderia portanto ser usada para determinar o grau de diluição desta amostra particular de latex; mas não se prestaria para determinar o D.R.C. de outras amostras de latex, porque as partículas de borracha não se acham suspensas em água e sim em um soro cuja densidade difere da da água.

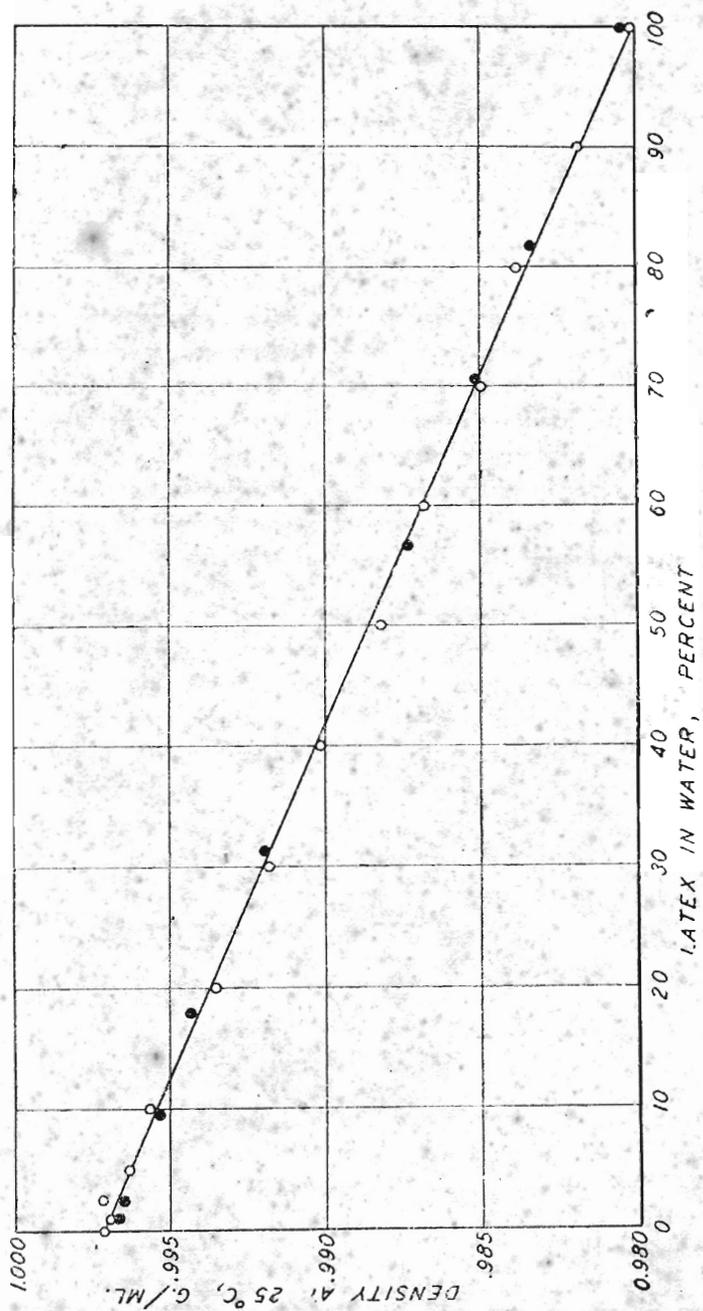


FIGURA 1 — Valores de densidade de uma amostra de latex de mangabeira a diferentes diluições com água.

Vários autores têm contribuído para o estudo da relação entre o D.R.C. e os valores de densidade. Os resultados discordam uns dos outros até certo ponto, mas esta discordância está provavelmente dentro dos limites das variações encontradas entre diferentes amostras de latex. Só poucos dos autores definiram suas unidades de densidade ou peso específico, tendo também deixado de assinalar as temperaturas às quais fizeram as determinações.

De Vries (6) afirma que o peso específico do soro de latex de Hevea varia entre 1,016 e 1,025 para diferentes látices, sendo que nos seus cálculos ele usa o valor 1,020. Admite aquele autor o peso específico de 0,914 para a fase borracha no latex. A curva à pagina 40 do seu livro (6) foi traçada linearmente entre êstes valores, numa relação de peso-porcentagem, enquanto que deveria ter sido traçada numa relação de volume-porcentagem, afim de ser compatível com a lei das misturas.

Devido à alta viscosidade do latex não diluído, parecer se tornado prática comum em plantações diluir-se o latex com água, em partes iguais, antes de medir a densidade, multiplicando em seguida o valor de D.R.C. resultante por 2, afim de se obter o D.R.C. do latex original. De Vries aponta o fato de que êste procedimento leva a resultados errôneos, uma vez que diluições com água aproximam a curva das densidades do valor da água, e não do valor do soro, como ressalta da figura 1. Naturalmente, a exatidão dêstes resultados, na maioria dos casos, não precisa ser grande, uma vez que o latex não é geralmente vendido nesta base. Êste tipo de análise é feito, antes, nas plantações, para permitir controle rápido dos trabalhadores, afim de saber si o latex foi por êles diluído, e também para determinar a diluição aproximada do latex ao prepará-lo para a coagulação.

Hauser (7) afirma que para os cálculos de D.R.C. em látices médios o valor de 0,914 pode ser admitido para a densidade da fase dispersa, dando-lhe assim um valor de D.R.C. igual a 91,4 g/100 ml. A curva de Hauser dá o conteúdo em borracha em gramas por 100 ml, numa relação linear entre

este ponto e outro fixado a 1,020 de peso específico para o soro puro. Scholz e Klotz (8) encontraram o valor inferior de 0,901 para a fase dispersa.

Rhodes (9), em ensaios em cerca de 850 diferentes amostras de latex, e fazendo provavelmente medidas mais precisas sob condições mais bem controladas que os outros investigadores, extrapola uma curva linear experimentalmente obtida relacionando gravidade específica e conteúdo em borracha, a valores abaixo de 28 % e acima de 50 % de borracha, em base de peso. Assim êle chegou à densidade de 1,0177 para o soro puro e de 0,9019 para a fase de borracha. De Vries (10), usando parte dos dados de Rhodes, fez uma série de cálculos e traçou o D.R.C. na base de volumes, em vez da porcentagem em peso. Desta maneira êle encontrou 1,020 e 0,9065 como valores das gravidades específicas do soro e da fase dispersa, respectivamente.

Mais tarde Rhodes (11) concordou com êste último processo e recalculou todos os seus dados anteriores, chegando aos valores de 1,0200 e 0,9064 para pontos extremos da curva. Stevens e Stevens (12) construíram uma tabela comparando os valores obtidos pelo Rubber Research Institute de Malaia (valores de Rhodes) com os seus próprios dados da Rubber Trade Association, e constataram entre elas uma estreita concordância.

Por meio de repetidas deposições electroforéticas de borracha de latex, e redispersão da mesma em soluções amoniacais, Schmidt e Stamberger (13) prepararam uma dispersão de borracha livre do seu soro original. Em diluições progressivas desta dispersão final foram determinados valores de densidade, e por extrapolação da curva chegou-se à densidade de 0,905 para a fase dispersa, a 18°C. Medindo a densidade desta mesma fase, depois de sêca, por determinação direta, chegaram a 0,909, à mesma temperatura.

Usando o valor 0,000658 por gráu centígrado como coeficiente de expansão volume-temperatura da borracha (14), calculam-se estas densidades a 25°C para 0,901 e 0,905, respecti-

vamente, valores que não estão muito de acôrdo com a densidade de 9,911 g/ml obtida por Curtis, Mc Pherson e Scott (15), e que foi sugerida por Wood (16) como sendo o melhor encontrado para borracha. Os valores mencionados de 0,905 e 0,909 a 18°C correspondem também a 0,898 e 0,902, respectivamente, a 30°C, temperatura provavelmente bastante próxima da média à qual as medidas de densidade são feitas nas plantações.

O valor de 0,911 g/ml para densidade da borracha a 25°C, já mencionado como sendo provavelmente o melhor, equivale a 0,908 g/ml a 30°C. Êste se acha em bôa concordância com o valor 0,9064 obtido por Rhodes, que executou todas as suas experiências a 29-30°C. Como o valor de Rhodes se aproxima mais do obtido por medidas diréttas de densidade de borracha, e como êste autor parece ter trabalhado muito cuidadosamente com grande número de amostras de latex de variada composição, os seus resultados se nos afiguram como os mais aceitáveis, no momento. Quanto à densidade de 1,020 para o sôro médio parece não haver divergência de opinião. Da equação dada por Rhodes podemos derivar o seguinte:

$$\text{D.R.C.} = \frac{0,9245 - 0,9064 D}{0,1136 D}$$

onde D é a densidade do latex em gramas por mililitro, a 30°C.

Embora todos os autores admitam variações ou desvios bastante grandes nos resultados individuais, provavelmente devido a um efeito de fricção provocado pelas tensões interfaciais, Hauser (7) afirma que êste efeito de fricção pode ser eliminado pela adição de uma pequena quantidade de hidróxido de sódio ou potássio, obtendo-se com isto um valor muito melhor para o D.R.C. Entretanto, não adicionamos hidróxido a nenhum dos látices estudados na presente investigação.

Na figura 2 se acham traçados os valores de densidades de várias amostras de latex de mangabeira, a temperaturas variando entre cerca de 10° a 45°C. Na maioria dos casos não se puderam fazer medidas acima de 35°C devido à coagulação

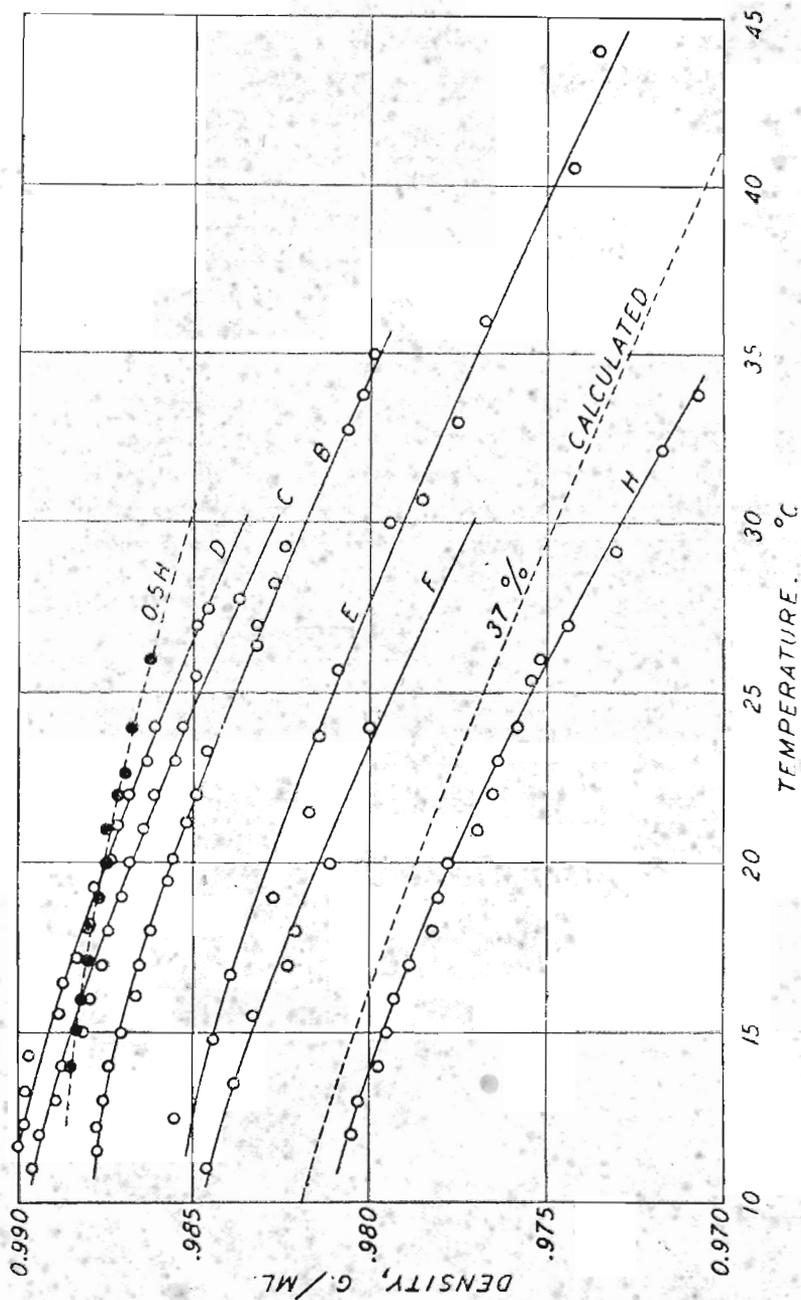


FIGURA 2 — Valores de densidade de diferentes amostras de latex de mangabeira, a várias temperaturas.

de porções de borracha nas lâminas do agitador. Esta separação de borracha do latex implica naturalmente numa mudança no D.R.C. e, conseqüentemente, da densidade.

Os valores de densidade das várias amostras de latex são facilmente tirados, a várias temperaturas, das curvas na fig. 2. Valores das densidades a 20°, 25° e 30°C, para as várias amostras de latex, foram tirados de desenhos destas curvas em escala maior, e reunidos nas colunas 2, 3 e 4, respectivamente, da tabela 1. Os valores a 25° foram relatados por se ter tornado esta temperatura a mais comum na exposição de constantes físicas. Os valores a 30° foram incluídos por se aproximarem mais das medidas feitas nos climas tropicais das plantações de borracha.

Das densidades a 20° e 30°C podem-se calcular valores regularmente bons para os coeficientes de expansão em volume, para 25°. Estes coeficientes de volume ou densidade,

$$\frac{1}{V} \left(\frac{d V}{d T} \right) \text{ ou } - \frac{1}{\rho} \left(\frac{d \rho}{d T} \right)$$

por grau centigrado, se acham reunidos na coluna 5 da tabela 1. O valor médio para as oito amostras de latex, de "A" a "H", é de 0,00041 por grau centigrado. Nota-se que a diluição de um latex (amostra "0,5 H") grandemente abaixa este coeficiente.

De uma maneira até certo ponto análoga à dependência da densidade de um latex do seu D.R.C., também o coeficiente de expansão em volume devia depender do D.R.C.. Entretanto, ao aplicar esta suposição, é preciso conhecer o coeficiente para a borracha, e para o soro. O valor para a borracha, como já mencionamos, é conhecido como sendo de 0,000658 por grau centigrado; mas o do soro não foi ainda medido.

Empregamos aqui, como aproximação do valor correto, o coeficiente da água: 0,00025 por grau. Admitindo para a amostra "37" um D.R.C. de 37 % e um conteúdo de água de 63 %, o seu coeficiente calculado será de 0,00040, o que concorda bem com a média das medidas executadas.

TABELA 1

DENSIDADES, COEFICIENTES DE EXPANSÃO, E CONTEÚDO EM BORRACHA DE VÁRIAS AMOSTRAS DE LATEX DE MANGABEIRA

| Amostra ou substância | DENSIDADES g/ml | | | Coeficiente $\frac{1}{V} \left(\frac{dV}{dT} \right)$ | D. R. C. % EM PESO | | T. S. % |
|-----------------------------|-----------------|--------|--------|-----------------------------------------------------------|-----------------------|------------|---------|
| | 20° | 25° | 30° | | Densidades | Coagulação | |
| A | 0,9877 | 0,9861 | 0,9844 | 34×10^{-5} | 28,8 | 25,5 | — |
| B | 0,9856 | 0,9838 | 0,9819 | 38×10^{-5} | 30,9 | 27,4 | 30,1 |
| C | 0,9868 | 0,9848 | 0,9827 | 42×10^{-5} | 30,3 | 30,4 | — |
| D | 0,9875 | 0,9856 | 0,9836 | 40×10^{-5} | 29,5 | 32,1 | 36,1 |
| E | 0,9828 | 0,9810 | 0,9791 | 38×10^{-5} | 33,3 | 33,1 | 35,5 |
| F | 0,9815 | 0,9794 | 0,9771 | 45×10^{-5} | 35,0 | 34,0 | 36,8 |
| G | 0,9827 | 0,9806 | 0,9783 | 45×10^{-5} | 34,0 | 37,3 | — |
| H | 0,9777 | 0,9755 | 0,9730 | 48×10^{-5} | 38,5 | 39,7 | 43,0 |
| 0,5 H | 0,9876 | 0,9864 | 0,9851 | 25×10^{-5} | 28,2 | 19,8 | 21,5 |
| 37 | 0,9787 | 0,9768 | 0,9748 | 40×10^{-5} | 37,0 | — | — |
| Água | 0,9982 | 0,9971 | 0,9975 | 25×10^{-5} | 19,5 | 0 | 0 |
| Sôro | — | — | 1,0200 | — | 0 | 0 | — |
| Fase dispersa | — | — | 0,9064 | — | 100 | 100 | 100 |
| Borracha | 0,9142 | 0,9110 | 0,9077 | 65×10^{-5} | 98,7 | 100 | 100 |

Entretanto, observa-se da falta de ordem dos valores dos coeficientes na coluna 5 da tabela 1, que esta medida não é suficientemente exata para permitir o cálculo mesmo aproximado de um valor para o D.R.C. Poderá, porém, ser de valor em determinar si uma amostra de latex é naturalmente pobre em borracha, ou si a mesma foi grandemente diluída com água. Provavelmente esta condição do latex poderá melhor ser determinada a base de medidas de D.R.C. e de densidade.

A figura 3 representa uma curva mostrando a relação entre a densidade de uma amostra de latex e o seu D.R.C. calculado por meio da equação dada atrás. Os pontos representam valores experimentais obtidos para as várias amostras de latex de mangabeira. A coluna 6 da tabela 1 mostra o D.R.C. dos látices como calculado a partir das densidades. Estes valores deverão ser comparados com os determinados por coagulação, que se encontram na coluna imediata, à direita. Observa-se da figura 3 que o desvio da curva, de alguns pontos, chega a ser considerável; mas para valores aproximados de D.R.C. a fórmula mencionada para o latex de Hevea pode ser aplicada ao de mangabeira.

Notar-se-á que o valor de D.R.C. verdadeiro e o calculado da densidade do latex "H" se acham em boa concordância; quando este latex, porém, é diluído com igual volume de água ("0,5 H"), seu D.R.C. calculado da densidade é demasiadamente alto. Isto se dá devido à alta densidade do sêro. Aliás, água pura possuí, à base da fórmula, um D.R.C. de 19,5 %.

A amostra "37" se encontra traçada na figura 2 a base de dados calculados da densidade, a 30°C, de latex de 37 % D.R.C. Valores para esta curva a outras temperaturas calculam-se empregando os coeficientes de expansão da borracha e água nas suas proporções próprias para as temperaturas em questão. O coeficiente para a borracha é praticamente constante através de todo o intervalo de temperatura admissível para este cálculo; mas o coeficiente para a água muda tão rapidamente, especialmente às temperaturas mais

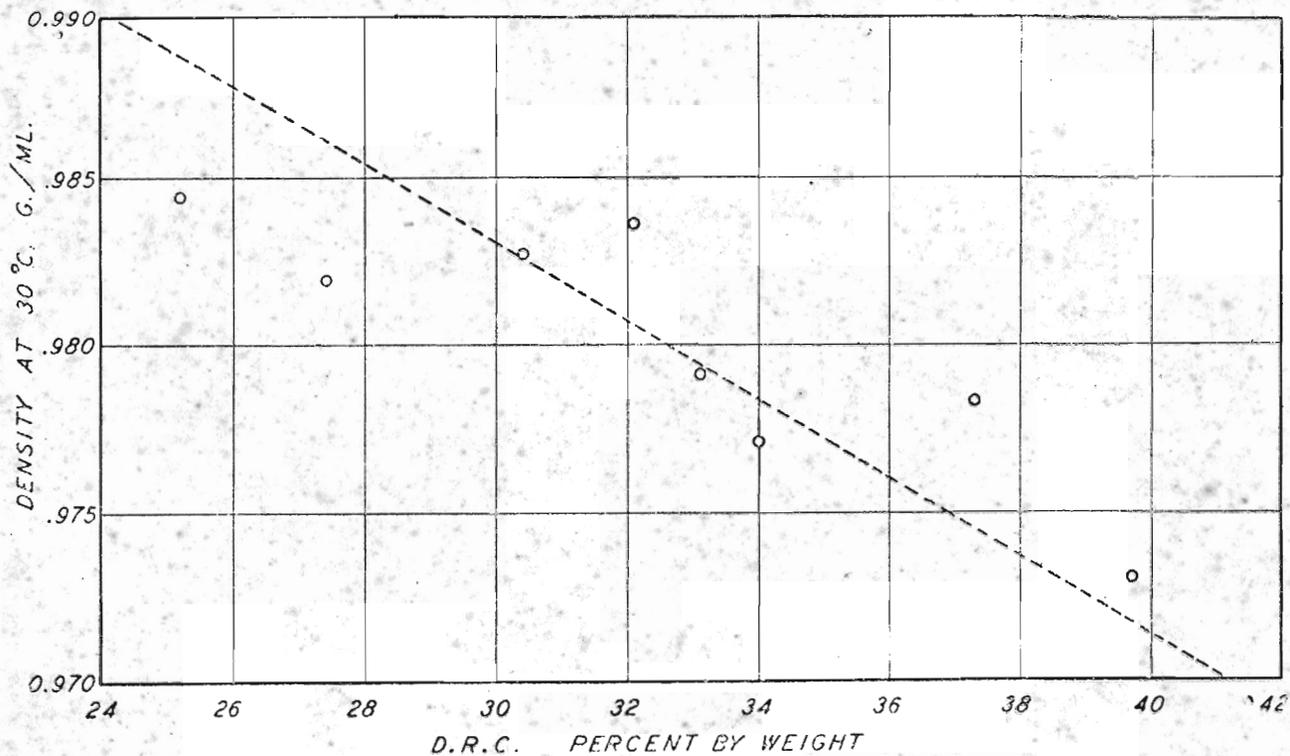


FIGURA 3 — O conteúdo em borracha seca de látex como função da densidade. A curva interrompida foi traçada a partir dos dados de Rhodes (11) para latex de Hevea. Os pontos são valores experimentais obtidos para latex de mangabeira na presente investigação.

baixas, que as curvas resultantes para os látices já não são lineares. Os traçados de todas as curvas experimentais se assemelham bastante do da curva "37" teoricamente estabelecida.

3 — Coagulações.

Como já mencionamos existe uma série de agentes coagulantes capazes de separar a borracha de mangabeira do seu sôro; entretanto, somente poucos dentre eles têm possibilidades comerciais. Ácido acético, por exemplo, que se emprega em concentração inferior a 1 % (produto comercial) para a coagulação do latex de seringueira, tem de ser adicionado em proporção muito maior para provocar a coagulação do latex de mangabeira. Como se observa da tabela 2, uma concentração de 5 ml de ácido acético glacial por 100 ml de latex não é suficiente para a coagulação. Geralmente basta uma concentração dupla áquela, si o latex não foi previamente diluído. Entretanto, nem sempre isto se verifica, pois que no mínimo 25 ml por 100 têm sido necessários em alguns casos. Há certa variação entre diferentes látices, mas os dados da tabela 2 são típicos e próximos da média.

A coagulação pode a rigor ser considerada completa quando o sôro resultante não possui aparência leitosa. Mesmo porções diminutas de borracha remanescentes no sôro tornam-no sensivelmente leitoso. Coagulações com ácido acético — quando se dão — são bastante rápidas, exigindo geralmente de 15 a 20 minutos ou menos. Coagulações com ácido acético são satisfatórias como procedimento experimental para determinações do D.R.C. em latex de mangabeira; requerem, porém, uma quantidade demasiadamente grande de ácido para um aproveitamento industrial.

Verificamos que os ácidos clorídrico e sulfúrico, em quantidades muito menores, coagulam a borracha de mangabeira igualmente bem, ou até melhor. Isto também pode ser observado da tabela 2. O grau de diluição do latex não inflúe quasi na quantidade de ácido necessária para a coagulação.

TABELA 2
RESULTADOS OBTIDOS COM VÁRIOS AGENTES COAGULANTES EM LATEX DE MANGABEIRA

| COAGULANTE | | Água adicionada ml/100 ml de latex | APARÊNCIA DO SORO | Tempo de coagulação total Minutos |
|-----------------------|-------------------------------------|---------------------------------------------|-------------------------|--------------------------------------------|
| Tipo | Quantidade ml/100 ml de latex | | | |
| Ácido acético glacial | 5 | 0 | Regularmente leitoso | — |
| " " | 10 | 0 | Claro | 20 |
| " " | 10 | 100 | Regularmente leitoso | — |
| " " | 10 | 200 | Bastante leitoso | — |
| " " | 20 | 0 | Claro | 20 |
| " " | 20 | 100 | Um pouco leitoso | — |
| " " | 20 | 200 | Regularmente leitoso | — |
| " " | 30 | 0 | Claro | 15 |
| " " | 30 | 100 | Levemente leitoso | — |
| " " | 30 | 200 | Levemente leitoso | — |
| Caxinguba | 2 | 100 | Um pouco leitoso | — |
| " " | 4 | 100 | Claro | 60 |
| " " | 8 | 100 | Claro | 25 |
| Ácido clorídrico | 0,1 | 100 | Um pouco leitoso | — |
| " " | 0,25 | 100 | Claro | 60 |
| " " | 0,5 | 100 | Claro | 29 |
| " " | 1 | 100 | Claro | 11 |
| " " | 2 | 100 | Claro | 2 |
| " " | 4 | 100 | Claro | 1 |

Adicionando-se 10 ou 20 ml, ou mais, de ácido clorídrico concentrado ao latex não diluído, a borracha coagulará completamente, mas as suas características físicas se alteram. Assim, por exemplo, a borracha se desfaz em pequenos pedaços ao ser passada pelo moinho de mistura, e adquire um cheiro penetrante. Entretanto, com pequenas concentrações do ácido coagulante obtém-se borracha de boa qualidade.

Como se observa dos dados da tabela 2, a concentração exerce um grande efeito sobre o tempo da coagulação. Embora no caso da amostra particular descrita na tabela a coagulação completa se conseguisse com 0,25 % de ácido clorídrico comercial, sabemos de experiência que é mais seguro adicionar-se 0,5 %. Nas coagulações em escala semi-industrial executadas em conexão com o presente trabalho, adicionou-se primeiro um litro de água a cada litro de latex e em seguida 5 ml do ácido concentrado diluído em 50 ml de água. Desta maneira obtiveram-se bons coágulos, prontos para serem laminados dentro de cerca de 12 horas.

Si o latex não é diluído antes da coagulação, ou si esta se processa num tempo demasiadamente curto, o coágulo resulta menos uniforme e muito mais duro, tornando assim a laminação mais difícil. Latex não diluído de alto D.R.C. não deixa, após a coagulação, suficiente quantidade de líquido para permitir que o coágulo flutue, e a fase sólida esponjosa juntamente com o sêro absorvido ocupa todo o espaço desde a superfície do coágulo até o fundo do recipiente, chegando muitas vezes a aderir a êste. Sendo o latex demasiadamente diluído, ou o tempo necessário para a coagulação demasiadamente longo, o coágulo resultante é fraco demais para o devido manejo durante o processo da laminação.

Uma coagulação completa que se dê em poucas horas, parece ser a mais satisfatória. Recomenda-se um repouso de algumas horas após a coagulação completa, para permitir um certo endurecimento do coágulo. Com uma diluição própria permite-se uma formação mais lenta e uniforme do coágulo; ao mesmo tempo, êste passa a flutuar na superfície do líquido,

facilitando destarte a sua remoção. Da forma exposta, as operações podem ser convenientemente divididas em sangria e coleta de manhã, adição de agente coagulante ao meio dia, e laminação à tardinha ou na manhã seguinte.

Constatou-se que o latex de caxinguba (*Ficus anthelmintica*) age como coagulante para o latex de mangabeira. A caxinguba é uma árvore encontrada nas regiões tropicais do Brasil, não em maiores concentrações em determinadas áreas, mas bastante largamente distribuída. O seu leite pode ser recomendado como excelente agente de coagulação para o latex de mangabeira, si as duas árvores são encontradas na mesma área. A falta de transporte rápido e seguro nas regiões produtoras de borracha impedirá provavelmente que o latex de caxinguba, que é relativamente instável, possa ser transportado através de maiores distâncias.

O latex a ser coagulado pode ser diluído 1:1 com água, e latex de caxinguba adicionado quer diluído, quer no seu estado original. Recomenda-se uma concentração de cerca de 5 % de latex, ou sejam cerca de 50 ml por litro de latex de mangabeira. Aliás, o latex de caxinguba é também um ótimo coagulante para o latex de Hevea, exigindo-se, neste caso, uma concentração muito menor.

Soluções de alumem e de cloreto de sódio têm sido os agentes coagulantes para a borracha de mangabeira na mão dos nativos. Estes sais foram estudados como coagulantes na presente investigação, adicionando-os em forma de solução a 10 %. Ambos forneceram coágulos de bom aspecto, facilmente lamináveis. A quantidade geralmente usada para garantir a coagulação completa era de cerca de 100 ml da solução a 10 % por litro de latex.

Como já foi mencionado atrás, pode-se dar uma coagulação parcial da borracha do latex de mangabeira, devido à agitação, mesmo sendo esta suave, como nas operações descritas. Em tentativas no sentido de concentrar o latex por meio de centrifugação, o mesmo coagulava em todos os casos tornando a experiência mal sucedida. Guimarães e Chaves (3) relataram

que o seu latex de mangabeira podia ser coagulado por meio de agitação vigorosa. Parece, portanto, provável que um processo comercial de coagulação possa ser elaborado a base dêste princípio.

4 — Composição química.

Nem todas as amostras de borracha foram submetidas a análises químicas, mas a tabela mostra a média dos resultados disponíveis. O conteúdo em resinas da borracha de mangabeira, que na maioria dos casos varia entre 10 e 13 %, é maior que o da borracha de Hevea, que geralmente se mantém abaixo de 4 ou 5 %. O conteúdo em resinas é maior quando a borracha é preparada a partir do latex por meio de evaporação. Isto indica que nas coagulações comuns uma parte das resinas permanece no sôro.

Nas cinco amostras em que se fizeram determinações tanto de D.R.C. como de resinas, percebe-se uma tendência de que látices de D.R.C. mais alto fornecem borracha de um menor teor em resinas. Si êste comportamento é geral deve ainda ser provado por meio de análises semelhantes em um número muito maior de amostras.

O teor em cinzas da borracha de mangabeira (tabela 3) é, em média, de 0,2 %, correspondendo aproximadamente ao geralmente encontrado para borracha de Hevea. Em alguns casos, porém, quando se tratava de amostras coaguladas por meio de cloreto de sódio, o conteúdo em cinzas era maior (0,4 a 0,6 %). Êste resultado era de se esperar, devido à dificuldade de remover totalmente o coagulante da borracha, por meio de lavagens. Sem dúvida, também, as coagulações com alumen deixam uma quantidade equivalente de alumen na borracha; entretanto, isto não se manifesta de maneira tão pronunciada nas cinzas, pois que mais de 70 % do alumen absorvido se perderia por ocasião da incineração.

Análises mais detalhadas de latex e borracha de mangabeira foram feitas e publicadas por Guimarães e Chaves (3).

T A B E L A 3
 RESULTADOS DE ANÁLISES EM BORRACHA DE MANGABEIRA
 COAGULADA, SECA

| A M O S T R A | RESINAS (%) | CINZAS (%) |
|---------------|----------------|---------------|
| B | 10,6 a) | 0,17 |
| C | 11,5 | 0,20 |
| D | 13,3 | 0,17 |
| G | 7,3 | 0,29 |
| H | 6,7 | — |
| I | 12,8 | 0,14 |
| J | 9,3 b) | 0,13 |

a) 13,0 % de resinas numa amostra de latex evaporado.

b) 13,4 % de resinas numa amostra de latex evaporado.

5 — *Propriedades físicas.*

Afim de julgar a borracha de mangabeira, especialmente quanto às suas propriedades de envelhecimento, foram executados ensaios de tensão em amostras vulcanizadas, tanto no seu estado natural, como depois de envelhecidas. Ensaiáram-se, além disso, amostras de borracha de mangabeira coagulada por diferentes meios, comparando-as com uma amostra típica de borracha de Hevea.

Observa-se na figura 4, que contém as curvas traçadas com os valores médios de uma série de ensaios e amostras, que a borracha de seringueira possui propriedades de tensão superiores às da mangabeira. A borracha de mangabeira coagulada com latex de caxinguba ou com ácido clorídrico diluído mostra propriedades de tensão superiores à coagulada com ácido acético, ou alumen. As amostras coaguladas com alumen apresentam de todas as propriedades mais fracas.

Na verdade, este resultado facilmente poderia ter sido previsto. A borracha coagulada pelo alumen se apresenta um tanto pegajosa, aumentando esta propriedade no decorrer de poucas semanas. Também a borracha coagulada por ácido acético é pegajosa, mas já muito menos que a primeira. Por outro lado, a borracha coagulada com latex de caxinguba ou ácido clorídrico diluído não se apresenta pegajosa, mesmo após um período de mais de um ano.

A coloração levemente rósea característica do latex de mangabeira se transmite à borracha em todos os métodos de trabalho aqui descritos. Geralmente, a borracha de mangabeira pode ser distinguida de outros tipos de borracha por meio desta coloração.

Amostras de borracha de mangabeira não vulcanizada, coagulada por meio de ácido clorídrico diluído ou latex de caxinguba, mantiveram-se no laboratório por mais de um ano sem mostrar visuais de um envelhecimento apreciável, ou seja, sem que se tornassem pegajosas. Os demais coagulantes, especialmente o alumen e o cloreto de sódio, provocam um envelhecimento bastante rápido. Em menos de um ano a borracha se torna de tal modo pegajosa que parece quasi imprésta. Sem dúvida, é este comportamento que valeu à borracha de mangabeira sua má reputação.

Ensaio de envelhecimento foram feitos com o auxílio da bomba de oxigênio, como já descrito. Na borracha de mangabeira coagulada com latex de caxinguba ou ácido clorídrico diluído a tensão no ponto de ruptura geralmente não diminua mais que 50 % durante o envelhecimento. As amostras

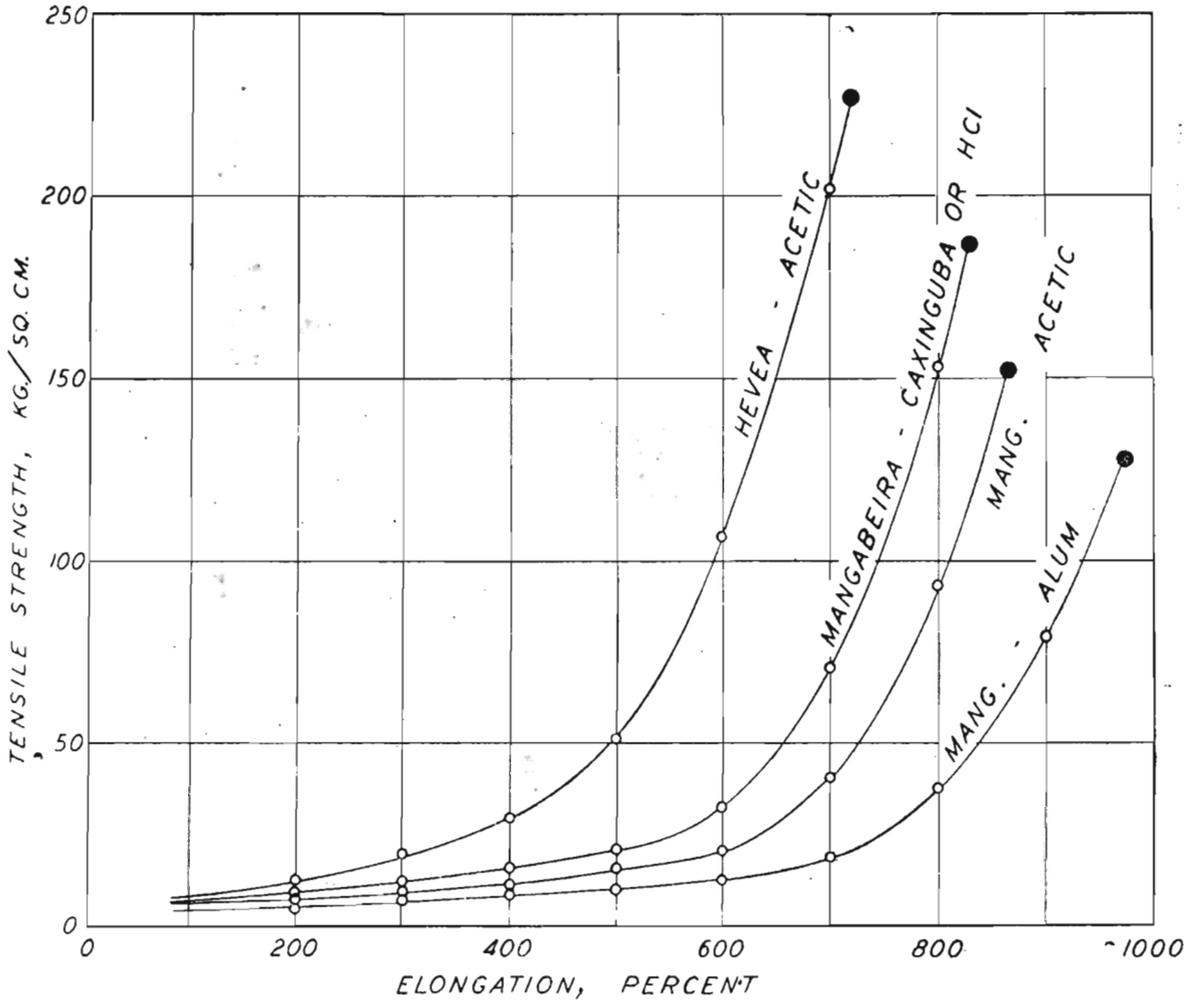


FIGURA 4 — Propriedades de tensão de borrachas vulcanizadas de mangabeira e seringueira, coaguladas por diferentes agentes.

coaguladas por meio dos sais ficaram de tal maneira oxidadas e quebradiças, que em alguns casos quebravam em pedaços quando dobradas com os dedos. Em geral eram fracas demais para as provas na máquina "Scott". Em alguns casos em que eram suficientemente resistentes para os ensaios mostraram uma deterioração de 80 a 90 %.

Sempre, as amostras de borracha foram muito bem lavadas por ocasião da laminação. Entretanto, as análises químicas revelaram que os agentes coagulantes não foram de todo removidos. É improvável que lavagens em escala comercial possam ser mais eficientes do que as nossas operações em pequena escala, para eliminar da borracha as pequenas quantidades destes sais ou suas impurezas, que são provavelmente a causa das más qualidades de envelhecimento.

V --- CONCLUSÕES

1. Os valores de D.R.C. de uma série de amostras de latex de mangabeira investigadas variavam entre 25 e 40 %, a média sendo de cerca 33 %.

2. Um valor aproximado para o D.R.C. de latex de mangabeira pode ser obtido, medindo-se a densidade e aplicando as mesmas tabelas que se empregam para latex de seringueira; isto, admitindo a lei das misturas numa base de volumes, e como densidades do soro e da fase dispersa, 1,020 e 0,9064 g/ml a 30°C, respectivamente.

3. O coeficiente de expansão em volume para o latex de mangabeira médio, de 30 a 40 % D.R.C., é cerca de 0,00041 por grau centigrado.

4. Os melhores agentes coagulantes, tanto para determinações de D.R.C. em laboratório como para a coagulação comercial do latex de mangabeira, são o ácido clorídrico diluído (cerca de 0,5 %) ou o latex de caxinguba (cerca de 5 %).

5. Soluções de alúmen e cloreto de sódio, que são os agentes de coagulação presentemente empregados na produção comercial de borracha de mangabeira, exercem efeito depreciativo sobre o produto resultante, quer vulcanizado, quer não.

6. O teor em resinas da borracha de mangabeira varia geralmente entre 7 e 13 %, aproximando-se a maioria dos valores do último. O conteúdo em cinzas é geralmente baixo, cerca de 0,2 %.

7. As condições ótimas de vulcanização, como deduzidas da maior carga de ruptura, são de 60 a 90 minutos a 141°C, quando se aplica na mistura a formula II do Comité de Borracha Crúa da Divisão de Química de Borracha da American Chemical Society.

8. A borracha de mangabeira é mais mole e mais fraca que a borracha de Hevea, mas com os métodos mais desenvolvidos suas propriedades físicas e de envelhecimento têm sido grandemente melhoradas, e a borracha poderá encontrar aplicações comerciais, especialmente como borracha para fins especiais.

9. Existe a possibilidade de ser desenvolvido mais outro método de coagulação da borracha de mangabeira, empregando agitação vigorosa.

VI — REFERÊNCIAS

- (1) E. G. Holt, comunicação particular.
- (2) A. W. J. Dyck, comunicação particular.
- (3) L. R. Guimarães e J. M. Chaves, "Coagulação de Latex de Mangabeira" *Rev. Brasil. Quim.* 18, 130 (1944).
- (4) "A. S. T. M. Standards 1942. Part III" American Society for Testing Materials, 1916 Race St., Philadelphia 3, Pennsylvania.
- (5) "Relatório do Comitê de Borracha Crúa", *Rubber Chem. Tech.* 17, 529 (1944).
- (6) O. de Vries, "Borracha de Plantação: sua Preparação, Propriedades e Ensaios", Drukkerijen Ruygrok + Co., Batavia, 1920, 1920, pp. 38-42 e 111-112.
- (7) E. A. Hauser e W. J. Kelly, "Latex: Sua Ocorrência, Coleta, Propriedades e Aplicações Técnicas", Chemical Catalog Co., New York, N. Y., 1930, páginas 68 e 70-71.
- (8) P. Scholz e K. Klotz, "Contribuições à Química do Latex", *Kautschuk* 7, 142 (1931).
- (9) E. Rhodes, "O peso específico de latex preservado", *J. Rubber Research Inst. Malaya*, 5, 234 (1914); reimpresso em *Rubber Chem. Tech.* 8, 284 (1935).
- (10) O. de Vries, "O peso específico da borracha no latex", *India-Rubber Journal* 89, 343 (1935).
- (11) E. Rhodes, "O peso específico de latex preservado", *India-Rubber Journal* 89, 397 (1935).
- (12) H. P. Stevens e filho, "Peso específico da borracha no latex", *India-Rubber Journal* 87, 400 (1935).
- (13) E. Schmidt e P. Stamberger, "Algumas propriedades de latex de borracha". *Rec. Commun. Congr. Intern. Caoutchouc*, Paris, 1937, pag. 42.

- (43) N. Bekkedahl e L. A. Wood, "Cristalização de borracha vulcanizada", *Ind. Eng. Chem.* 33, 381 (1941); reimpresso em *Rubber Chem. Tech.* 14, 347 (1941).
- (45) H. L. Curtis, A. T. Mc Pherson, e A. H. Scott, "Densidade e propriedades elétricas do sistema borracha-enxôfre". U. S. Bur. Standards Scientific Papers 22, 283, (1927); S 560.
- (46) L. A. Wood, "Valores das constantes físicas de borracha", Proc. Rubber Tech. Conf., Londres, Inglaterra, Maio 1938, pag. 933; reimpresso em *Rubber Chem. Tech.* 12, 130 (1939).

INDICE

| | Pag. |
|--------------------------------------------------|------|
| I. Introdução | 5 |
| II. Amostras de latex | 9 |
| III. Procedimento experimental | 11 |
| 1. Medidas de densidade | 11 |
| 2. Conteúdo em borracha seca | 12 |
| 3. Métodos de coagulação | 13 |
| 4. Análises químicas | 14 |
| 5. Vulcanização e ensaios físico-mecânicos | 14 |
| IV. Resultados e discussão | 17 |
| 1. D.R.C. e T.S. do latex | 17 |
| 2. Valores de densidade e D.B.C. | 18 |
| 3. Coagulações | 28 |
| 4. Composição química | 32 |
| 5. Propriedades físicas | 32 |
| V. Conclusões | 39 |
| VI. Referências | 41 |

