

**BORRACHA**

**NATURAL**

**NR**

**CARACTERÍSTICAS**

**COMPOSTOS**

**APLICAÇÕES**



## ÍNDICE DOS TÓPICOS:

- Índice dos Tópicos
- Borracha Natural – Introdução,
- Coleta e Processamento do Látex da Borracha Natural,
- Substâncias contidas na Borracha Natural Seca,
- Formação Estrutural da Borracha Natural,
- Alguns tipos de N. R. Secas Produzidas pelo Processo Convencional (mercado Internacional ),
- Borracha Natural tipo RSS ( Ribbed Smoke Sheet ),
- Borracha Natural tipo Seca ao Ar ( Air Dried Sheet ),
- Borracha Natural tipo Crepe Claro ( Pale Crepe ),
- Borracha Natural tipo Crepe Escuro ( Brown and Blanket Crepes ),
- Classificação Internacional de N.R. ( “ TSR “ = Technically Specified Rubber ),
- Alguns tipos de N.R. Considerados pelos Sistemas “ SMR’ ou “ SIR “ ,
- Borracha Natural tipo SMR – L,
- Borracha Natural tipo SMR – CV,
- Borracha Natural tipo SMR – GP,
- Borracha Natural tipo SMR – 5
- Borracha Natural tipo SMR – 10, SMR – 20, SMR – 50,
- Vantagem do Sistema “ TSR “ sobre os Sistemas Convencionais,
- Outros tipos de Borracha Natural Disponíveis no Mercado Internacional,
- Borracha Natural Estendida em Óleo ( OENR ),
- Borracha Natural Desproteïnizada ( DPNR ),
- Borracha Natural Peptizada,
- Borracha Natural Brasileira, Seca Produzida pelo Processo Convencional,
- Crepe Claro,
- Folha Fumada,
- Crepe Escuro,
- Nomes Comerciais das N. Rs. Brasileiras Secas,
- Características Gerais do Látex para Produção da Borracha Natural,
- Peso Molecular – Comportamento,
- Gel na Borracha Natural,
- Cristalização da Borracha Natural,
- Vulcanização da Borracha Natural por Enxofre,
- Processamento da Borracha Natural,
- Algumas Propriedades da Borracha Natural Vulcanizada,
- Gráfico Referência ASTM D 2000,
- Resistência a Tração,
- Resistência a Abrasão,
- Propriedades Dinâmicas
- Deformação Permanente à Compressão,
- Resistência ao Envelhecimento Térmico,



- Resistência ao Oxigênio e ao Ozônio,
- Algumas Aplicações de Artefatos Feitos em Borracha Natural,
- Principais Características,
- Propriedades Após Vulcanizados,
- Tabela 3 – Considerações sobre Ebonite em Borracha Natural,
- Processamento de Mistura em Banbury,
- Processamento de Mistura em Misturador Aberto,
- Sumário,
- Anexo I – Importância da Mastigação,
- Tabela 4 – Algumas Formulações de Referência em N.R. com Suas Principais Propriedades,
- Tabela 1 – Especificação das Características Conforme SMR ( TSR ),
- Tabela 2 – Padronização da Borracha Natural Brasileira,
- Bibliografia.



## **BORRACHA NATURAL**

### **INTRODUÇÃO**

As primeiras informações sobre a descoberta da Borracha Natural, datam de 1493 a 1496, quando em sua segunda viagem à América do Sul, Cristóvão Colombo viu nativos do Haiti brincando com bolas que eles faziam com uma seiva de cor branca leitosa extraída de árvores, que os nativos chamavam de “Cau-uchu”, que na língua nativa significava a árvore que chora.

O nome Borracha (Rubber) foi dado por John Priestly em 1770, quando ele usou este material para apagar marcas de lápis, riscadas em papel branco.

Em 1745, Charles de La Condamine apresentou e publicou os primeiros documentos referentes a Borracha, depois de fazer muitas observações nas amostras do material trazido do Peru em 1736.

Já no final do século 18, na Europa e na América eram utilizadas umas poucas toneladas de borracha por ano, principalmente para impermeabilização de tecidos.

Em 1820 foi inventado o primeiro misturador de borracha sólida, por Thomas Hancock que chamou seu invento de “mastigador”, porque tornava a borracha sólida bastante macia, após mastigada.

A reação de vulcanização foi descoberta por Charles Goodyear em 1839 que percebeu uma sensível mudança no estado físico da Borracha Natural, de muito plástica para totalmente elástica quando a esta era misturado enxofre e submetida a temperaturas elevadas, por alguns dias.

Após a descoberta da vulcanização, rapidamente a demanda de artigos feitos de borracha cresceu muito, sendo que basicamente os produtos eram produzidos a partir da Borracha Natural vinda da região Amazônica no Brasil, que em 1846 já exportava cerca de 10.000 toneladas por ano para Europa e América do Norte.

Em 1876 Henry Wiekham em sua viagem a América do Sul coletou aproximadamente 70.000 sementes das árvores produtoras do látex de Borracha Natural, as “Hévea Brasiliensis” e levou para a Europa e, em seguida para a Ásia, numa região em que o clima se assemelhava ao do Brasil, lá ele plantou as sementes das quais ~ 2000 germinaram e em seguida as plantas foram enviadas e cultivadas no Ceylon, Sri-lanka, Singapura e Malásia, sendo que dez anos depois já produziam sementes em abundância, e látex de ótima qualidade.

Durante muito tempo o efeito de coagulação do látex para produzir a Borracha Natural sólida foi por meio espontâneo, porém, em 1899 o pesquisador John Perkins descobriu que com a adição de ácidos ao látex era possível efetuar a coagulação muito mais rapidamente.

O grande avanço da indústria de processamento da borracha deu-se por volta de 1888 quando John Dunlop inventou o Pneu para bicicleta usando Borracha Natural.



Já em 1913 a produção de Borracha Natural na Ásia, superava a do Brasil, condição que se mantém até os dias de hoje.

Atualmente a produção de látex de Borracha Natural na Malásia é em média de 1.500 Kg por hectare por ano. Normalmente são plantadas entre 250 a 400 árvores de Hevea Brasiliensis por hectare e estas começam a produzir após 5 a 7 anos após o plantel. Quando o diâmetro do tronco atinge mais ou menos 45 cm. A vida economicamente ativa de uma árvore quando perfeitamente cultivada é de 25 a 30 anos e estas árvores podem chegar a altura de quase 20 metros.

### **Coleta e Processamento do Látex da N.R**

O látex é extraído através de cortes inclinados normalmente chamados de sangria, feitos na casca do tronco das árvores Hevea Brasiliensis, e colhido em pequenas canecas afixadas na extremidade inferior do corte.

Depois de 3 a 4 horas da sangria, o látex é retirado das canecas e acondicionado em tanque móveis, puxado por tratores, onde juntamente com o látex é adicionado “amônia” numa proporção de 0,05% como estabilizador, seja, para evitar a coagulação precoce, (algumas vezes pode ser usado o sulfeto de sódio ou formoldeido como estabilizador).

Após a coleta do látex, as árvores continuam a exudar látex em quantidades bem menores, por várias horas, este látex acaba por coagular-se espontaneamente sobre o corte na casca. Na data da próxima sangria, o seringueiro retira a película de látex coagulado e em seguida efetua nova incisão (sangria). As películas retiradas das diversas árvores (látex coagulado espontaneamente) são transportadas para usina de beneficiamento e misturadas as borrachas em processamento. A quantidade de borracha obtida por látex coagulado espontaneamente nas árvores constitui entre 15 a 20% do total de produção da usina.

Quando o látex (líquido) chega à usina de beneficiamento, este recebe agentes coagulantes como ácido fórmico ou ácido acético. E em seguida todo material (látex + coagulantes misturados) é acondicionado em grandes tanques chamados de tanques de coagulação. Após algum tempo (de 1 a 18 horas) de estocagem nos tanques de coagulação o látex agora coagulado passa por processos de separação da água resultante, este processo pode ser por decantação, centrifugação, rolos secadores etc, onde o objetivo é obter a borracha o mais seca possível. Aproximadamente 60% de todo látex colhido na plantação torna-se borracha seca.

Muitas vezes as indústrias produzem artefatos à partir do látex (em forma líquida), porém não abordaremos aqui este tópico, porque faz parte do assunto específico de processamento industrial de borracha líquida.

Dependendo da forma de separação sólido / líquido da borracha, pode-se obter lâminas de borracha seca ou blocos agregados.

As lâminas passam em seguida por moinhos crepadores para aumentar a área superficial facilitando assim a pós-secagem do material, que pode ser em câmaras sob condições e temperatura ambiente ou pós-secagem em estufas por ar quente. Em seguida as



laminas crepadas e secas são prensadas formando fardos, embaladas com filme plástico, identificando-se os fardos para posterior comercialização. No Brasil os fardos são de 25 Kg.

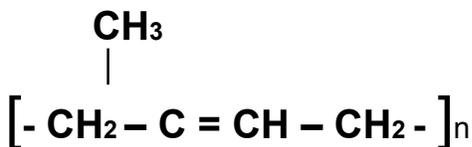
Os blocos de coágulos são triturados em moinhos especiais, lavados, secados em estufa por ar quente, prensados em forma de fardo, embalados com filme plástico, identificados e comercializados.

Tanto as lâminas quanto os fardos embalados, enquanto aguardam a comercialização, são acondicionados em armazéns escuros, protegidos da luz, umidade, ozônio, fungos, etc.

### **SUBSTÂNCIA CONTIDAS NA N.R. SECA**

Hidrocarbonetos de Borracha .....	~93,7%
Proteínas .....	~ 2,2%
Carboidratos .....	~ 0,4%
Lipídios Naturais .....	~ 2,4%
Glicolipídios + Fosfolipídios .....	~ 1,0 %
Materiais Inorgânicos .....	~0,2%
Outros .....	~0,1%

### **FORMAÇÃO ESTRUTURAL DA BORRACHA NATURAL**



( *POLISOPRENO NATURAL* )

Simbologia ASTM = NR; Densidade ~ 0,91 g/cm<sup>3</sup>; Tg = - 75°C;  
Temperatura máxima de trabalho = 70°C

### **ALGUNS TIPOS DE BORRACHA NATURAL SECA, PRODUZIDAS PELO PROCESSO CONVENCIONAL ( Mercado Internacional )**

#### **Borracha Natural tipo RSS ( Ribbed Smoke Sheets )**

O látex de Borracha Natural colhido das árvores, protegido com anti-coagulantes é misturado ao existente nos tanques, sendo tudo diluído em aproximadamente 15% de água e partículas de NR sólidas. Este em seguida é coagulado através de ácido fórmico, pH de 4,5. Placas de alumínio são inseridas verticalmente em aberturas existentes no tanque de coagulação antes do início da formação dos coágulos. A formação dos coágulos demora algumas horas e depois passa por um conjunto de 8 cilindros laminadores e crepadores para extração da água, produzindo então lâminas com espessura de aproximadamente 5 mm. O



último par de rolos do (cilindro crepador ) possuem estrias na superfície de maneira a crepar as lâminas aumentando a área superficial da borracha, isto facilita a secagem. As lâminas são colocadas para secadas por um período entre 4 a 7 dias em uma estufa aquecida por fogo a lenha à temperatura de 60°C. Depois, as lâminas são juntadas em fardos com aproximadamente 113 Kg e disponibilizadas para comercialização.

### **Borracha Natural tipo Seca ao Ar ( Air – Dried Sheets )**

Este tipo de borracha é produzida por um processo similar ao já comentado acima para a RSS, porém a secagem é feita por ar quente circulante, sem fumaça. As lâminas apresentam uma coloração mais clara, tendendo ao âmbar.

### **Borracha Natural tipo Crepe Claro ( Pale Crepe )**

O tipo Crepe Claro é conseguido reduzindo a coloração típica do  $\beta$ -caroteno que naturalmente existe no látex da Borracha Natural. Normalmente inicia-se por uma cuidadosa seleção de látex que confere à borracha alta viscosidade Mooney com pouca pigmentação amarela ou resíduos com tendência de coloração escura.

Os látex selecionados são inicialmente blendados com aproximadamente 20% de Borracha Natural seca e os pigmentos amarelos são removidos através de ingredientes branqueadores com 0,05% de tolyl mercaptan, como alternativa, também o processo de coagulação fracionada pode ser empregado. Depois, uma pequena quantidade de ácido é adicionado e, após aproximadamente 3 horas a borracha que coagulou na superfície com uma pequena fração amarelada ( aprox. 10% ), é removida. O látex restante, agora tratado, é coagulado e os blocos de coágulos são processados em cilindro de rolos repassando entre os nips dos rolos por 8 a 10 vezes com a seqüente lavagem. As lâminas formadas, com espessura de aproximadamente 2 mm, são secadas em ar quente a 40°C durante 2 semanas. As lâminas de Crepe Claro são entalcadas e juntadas formando fardos com 102 Kg, embaladas em filme de polietileno e disponibilizadas para comercialização.

### **Borracha Natural tipo Crepe Escuro ( Brown and Blanket Crepes )**

As borrachas do tipo Crepe Escuro, são produzidas a partir de coágulos hidratados ou secos, obtidos por meio da coagulação química, defumação ou coagulação espontânea. Este material sofre um processo de trituração para formar os granulados, que após a lavagem e secagem são prensados e enfardados em blocos de aproximadamente 102 Kg para comercialização.

## **CLASSIFICAÇÃO INTERNACIONAL DE BORRACHA NATURAL “TRS”** **( TRS = Technically Specified Rubber )**

As especificações da Borracha Natural foram inicialmente introduzidas e utilizadas na Malásia em 1965 a partir de estudos elaborados pelo comitê SMR (standard Malasyan Rubber). Logo outros países Asiáticos aderiram a sistemas parecidos, como o SIR ( Standard Indonesian Rubber ), e outros. (Ver especificações técnicas na Tabela 01).



Estes sistemas de classificação compreendem, de acordo com a natureza da borracha, desde o tipo de látex, seu sistema de coagulação até as propriedades da borracha seca. Também, define o tamanho e peso dos fardos para 33,5 Kg ainda que embalagem seja em filme de polietileno para prevenir contra contaminação. Os fardos deverão ser empilhados sobre paletes de madeira em seguida embalados em filme plástico.

O sistema de classificação internacional provocou uma revolução nos sistemas convencionais anteriormente usados. Este moderno sistema conduz a cuidados com a qualidade desde a coleta do látex de árvores qualificadas até a preparação das lâminas, enfardamento e embalagens da Borracha Natural.

A produção tornou-se mais automatizada incrementando o uso de máquinas nos processos, permitindo um controle adequado e preciso das etapas culminando em produtos finais de melhor qualidade técnica. A secagem dos grânulos ou lâminas da NR é processada à temperatura de 100°C o que reduz o tempo de semanas para apenas 2 dias, assim obtendo-se produtos com características químicas mais estáveis.

## **ALGUNS TIPOS DE “NR” CONSIDERADOS PELOS SISTEMAS “SMR” OU “SIR”**

### **Borracha Natural tipo SMR – L**

É uma Borracha Natural de coloração bastante clara. Produzida a partir de látex preservado com amônia ou com a mistura de amônia e ácido bórico. Aproximadamente 0,05% de metabisulfeto de sódio é adicionado logo após formação dos coágulos para prevenir o amarelamento. O látex é coagulado sem diluição usando ácido fórmico com pH de 5. O processo de coagulação demora entre 6 a 12 horas para conversão total do látex para grânulos. A secagem dos blocos de grânulos é feita por ar quente a 100°C em circulação, por um período de aproximadamente 4 a 5 horas. Depois, os blocos são compactados em fardos de 33,5 Kg, medindo 66 x 33 x 18 cm, em seguida o fardo é envolvido por filme de polietileno estando pronto para comercialização.

### **Borracha Natural tipo SMR – CV**

Este tipo de Borracha Natural tem a viscosidade controlada e estabilizada, que é conseguido adicionando-se 0,15% em peso, de sulfato de hidroxilamina neutro no látex preservado com amônia, antes da coagulação com o ácido.

Depois a borracha é processada e secada pelo processo similar ao já comentado para o tipo SMR – L.

A hidroxilamina inibe o aumento da viscosidade Mooney devida ao manuseio e estocagem da Borracha Natural.

A SMR – CV encontra-se disponível em três grades de viscosidade Mooney, sendo:

44 a 55; 55 a 65; 65 a 75; ( ML 1 + 4 @ 100°C ). Também é comercializado o tipo SMR – LV com viscosidade Mooney de 45 a 55, contendo 4% de óleo extensor não manchante.



### **Borracha Natural tipo SMR - GP**

Este tipo é considerado Borracha Natural de uso geral, também tem viscosidade estabilizada e é normalmente usada para fabricação de pneus. Esta é produzida a partir da mistura de 60% de borracha seca obtida de látex e 40% de resíduos coagulados espontaneamente na canecas.

### **Borracha Natural tipo SMR – 5**

Esta é produzida a partir de laminas obtidas pelo processo convencional. Assim um tipo SSR pode ser classificado como SMR – 5, se as especificações e embalagens condizentes com o sistema internacional “TSR”.

### **Borracha Natural tipo SMR – 10 ( TSR – 10 ); SMR – 20 ( TSR – 20 ) e SMR – 50 ( TSR – 50 )**

Estes tipos podem ser produzidos pela coagulação de látex, mas também incluem o sistema SSR. Em um processo típico, a matéria prima é mergulhada em água para limpeza, em seguida é laminada em moinhos crepadores para redução e uniformidade dos tamanhos dos grânulos, depois o material é secado por ar circulante a 100°C. Algumas vezes este tipo de borracha contém pró-oxidantes (ex. íons de cobre), então, nestes casos os grânulos são tratados por uma solução de ácido fosfórico antes da secagem. A classificação final dos tipos é determinada por testes de qualificação conforme norma SMR de 1979 onde são analisados os parâmetros de: teor de cinzas, nitrogênio, materiais voláteis, índice de retenção de plasticidade (PRI) e outros.

### **VANTAGENS DO SISTEMA “TSR” SOBRE O SISTEMA CONVENCIONAL**

Para os fabricantes de artefatos em Borracha Natural a vantagem é sensível. A uniformidade das propriedades e principalmente nos processos de mastigação, tempo de mistura, e características finais, usando os tipos de NR tratadas observando os sistema “TRS”. Estes tipos de NR oferecem viscosidade menor e mais estável, se comparado às produzidas pelo processo convencional.

Para os tipos SMR – CV e SMR – GP com viscosidade estabilizada, muitas vezes a pré-mastigação poderá ser dispensada oferecendo economia de custos nesta fase do processo. Em 1983, aproximadamente 46% da Borracha Natural produzida na Malásia, e 71% da produção na Indonésia, já atendiam os sistemas TSR.

### **OUTROS TIPOS DE NR DISPONÍVEIS NO MERCADO INTERNACIONAL**

#### **Borracha Natural Estendida em Óleo ( OENR )**

Este tipo de NR contém entre 30 a 40% de óleo aromático ou parafínico como extensor.

#### **Borracha Natural Desproteïnizada ( DPNR )**



O látex para produção deste tipo de NR sofre um tratamento com enzimas que retiram grande parte das proteínas. É normalmente empregada na fabricação de coxins automotivos de alta performance devido as características técnicas obtidas.

### **Borracha Natural Peptizada.**

Este é um tipo de NR de baixa viscosidade em que agentes peptizantes são adicionados ao látex antes da coagulação ou da secagem.

Ainda, outros tipos muito específicos de NR processadas com tratamentos especiais, podem ser encontradas, para uso também, muito específico, seja:

- Powdered Rubber,
- Skim Rubber,
- Superior Processing Rubber,
- Heveaplus MG Rubber ( MG ),
- Epoxidized Natural Rubber ( ENR ),
- Themoplastic Natural Rubber ( TPNR ).

## **BORRACHA NATURAL BRASILEIRA, SECA PRODUZIDAS PELO PROCESSO CONVENCIONAL**

A qualidade da Borracha Natural Brasileira é determinada, em primeira instância, através de inspeção visual, observando sua limpeza, cor, homogeneidade e defeitos. Depois, por meio de ensaios de laboratório específicos e normalizados (siimilares aos exigidos nos sistemas internacionais) são classificadas e comercializadas, com características padronizadas, atendendo a norma “ABNT-EB-1866 de 1988”. Na Tabela 02, vemos os parâmetros exigidos pela norma.

### **Tipo Crepe Claro**

As borrachas tipo “Crepe Claro” são produzidas por meio da crepagem de coágulos frescos de látex, em condições de processamento cuidadosamente controlados e dependendo da espessura das lâminas produzidas, são classificados como finos ou grossos.

### **Tipo Folha Fumada**

As borrachas tipo “Folha Fumada” são produzidas pela coagulação do látex fresco, obtendo-se folhas (lâminas) que, após a defumação apropriada, são inspecionadas e classificadas de acordo com seu grau de pureza.

### **Tipo Crepe Escuro**

As borrachas do tipo “Crepe Escuro”, são produzidas a partir de coágulos hidratados ou secos, obtidos por coagulação química, defumação ou coagulação espontânea. Este material sofre um processo de trituração para formar os grânulos, que após a lavagem e secagem, são prensados e enfardados para comercialização.



## **NOMES COMERCIAIS DAS NRs BRASILEIRAS (SECAS)**

**CCB** = Crepe Claro Brasileiro  
**FCB** = Folha Clara Brasileira  
**GCB** = Granulado Claro Brasileiro  
**GLB** = Granulado Látex Brasileiro  
**FFB** = Folha Fumada Brasileira  
**CEB** = Crepe Escuro Brasileiro  
**GEB** = Granulado Escuro Brasileiro

## **CARACTERÍSTICAS GERAIS DO LÁTEX PARA PRODUÇÃO DA NR**

O látex para produção de Borracha Natural consiste de partículas de borracha hidrocarbônicas e substâncias não borrachosas dispersas em uma fase aquosa. A micro-estrutura dos hidrocarbonetos borrachosos apresentam-se quase que 100%

CIS 1,4 Polisopreno.

Basicamente, entre 30 a 45% do látex, após coagulação, torna-se borracha seca.

As outras substâncias não borrachosas consistem de proteínas, amino ácidos, ácidos graxos, esteróis, triglicídeos e outros lipídeos neutros, fosfolipídeos, glicolipídeos, carboidratos, e sais inorgânicos.

Boa parte de todas as substâncias não borrachosas e solúveis em água são removidas durante a preparação, coagulação e secagem da Borracha Natural.

Algumas das substâncias não borrachosas que permanecem na NR seca, podem influenciar nas propriedades tanto da NR no estado cru, quanto após vulcanizado, por exemplo; os fosfolipídios e alguma proteínas são aceleradores naturais, os ácidos graxos livres são ativadores e os tocotrienóis presentes na fração dos lipídios são antioxidantes naturais. Uma quantidade alta de proteínas aumenta a geração de calor interno, em peças com trabalho dinâmico, porém oferecem efeitos benéficos na resistência ao rasgamento.

## **PESO MOLECULAR COMPORTAMENTO**

Borracha Natural apresenta curva de distribuição do peso molecular médio em forma bimodal ou com aspecto unimodal distorcida, dependendo da origem do látex, matéria prima. O peso molecular médio varia de 300000 a 1500000 unidades, de qualquer maneira é importante informar que o peso molecular médio das NRs comerciais são um pouco incerto, devido à presença de gel no polímero.

## **GEL NA BORRACHA NATURAL**

Borracha Natural recém produzida contem entre 5 a 10% de gel, porém se o tempo de estocagem se estender por longo período o gel poderá chegar a 50%. O aumento no teor de



gel está relacionado principalmente com tempo de estocagem e manuseio, porém, o grande número de insaturação também é um fator preponderante.

O gel formado é facilmente quebrado e revertido, através do processamento de mastigação. Depois de mastigada a NR, torna-se completamente solúvel nos solventes convencionais para borracha.

### CRISTALIZAÇÃO DA BORRACHA NATURAL

Devido a regularidade estrutural bastante alta da NR, esta tende a cristalizar-se espontaneamente, com muita facilidade, quando submetida a baixas temperaturas, (aproximadamente – 26°C), ou sob estiramento. A cristalização causa enrigecimento reduzindo as propriedades elásticas, isto pode ser revertido através de aquecimento à temperatura entre 40 a 50°C, ou pelo alívio da tensão imposta.

### VULCANIZAÇÃO DA BORRACHA NATURAL POR ENXOFRE

A vulcanização da Borracha Natural através do Enxofre é ainda hoje o método mais largamente usado. Em compostos com NR ( exceto Ebonite ) emprega-se entre 0,5 a 3,5 phr de enxofre ( mais comum, 2,5 phr ), combinado com ativadores e aceleradores específicos.

Tecnicamente, os seguintes sistemas são normalmente empregados:

- Sistema convencional:- Enxofre elementar, ( 2 a 3,5 phr ) Aceleradores ( 0,4 a 1,2 phr );
- Sistema Semi-Eficiente:- Baixo teor de Enxofre elementar, ( 1 a 1,8 phr ), Doadores de Enxofre, ( 0,4 a 1,3 phr ), Altos teores de Aceleradores ( 1,2 a 2,3 phr );
- Sistema Eficiente:- Não usa Enxofre elementar, somente Doadores de Enxofre, ( 2,8 a 2,6 phr ), Altos teores de Aceleradores, ( 2 a 5 phr ).

Para os sistemas de vulcanização da Borracha Natural base Enxofre elementar, Semi Eficiente e Eficiente, verifica -se que estrutura vulcanizada apresenta as seguintes combinações:

<u>Tipo de Ligações</u>	<u>Sist. Conv.</u>	<u>Sist. S. Efic.</u>	<u>Sist. Ef</u>
Ligações poli e di sulfidricas -----	95 % -----	50% -----	20%
Ligações mono sulfidricas -----	5% -----	50% -----	80%
Concentração de sulfetos cíclicos -----	Alto -----	Medio -----	Baixo
Resist. à Cristaliz. Em baixas temperaturas -----	Alta -----	Media -----	Baixa
Resist. ao Envelhecimento pelo calor -----	Baixa -----	Media -----	Alta
Resist. à Reversão -----	Baixa -----	Media -----	Alta
Resist. à D.P.C ( 22H @ 70°C ) -----	30% -----	20% -----	10%
Resist. em Trabalhos Dinâmicos -----	Ótima -----	Regular -----	Baixa

O sistema de vulcanização convencional, (com Enxofre elementar), oferece aos artefatos propriedades iniciais excelentes, como; alta tensão de ruptura, ótima resiliência,



resistência à fadiga e a abrasão, sendo o sistema mais largamente usado pelos fabricantes de peças em Borracha Natural, porém, as propriedades de resistência ao envelhecimento térmico, e relaxação da tensão, são pouco satisfatórias.

Se as propriedades de resistência ao envelhecimento térmico, relaxação de tensão e baixa deformação permanente à compressão, forem requisitos mais importantes, os sistemas de vulcanização semi-eficiente oferecem uma alternativa interessante, principalmente no balanço entre performance e custo. Já o sistema eficiente oferece propriedades similares ao semi-eficiente e permite que a temperatura de vulcanização seja mais elevada ( 170 a 190°C ).

## **PROCESSAMENTO DA BORRACHA NATURAL**

Normalmente, compostos com Borracha Natural apresentam fácil processamento de mistura e conformação, apesar dos nervos que se mostram no polímero quando em temperatura ambiente, a adição de ingredientes peptizantes ou elevação da temperatura no início da mistura para próximo a 100°C, promove a plasticidade necessária para um bom processamento.

Os tipos de NR com viscosidade estabilizada não necessariamente precisam sofrer pré-mastigação antes da adição das cargas e outros ingredientes de composição, para outros tipos, a mastigação à temperatura acima de 85°C é necessária, em misturador aberto, podendo ser mastigada à temperatura até 120°C, em Banbury.

A qualidade da incorporação das cargas e outros ingredientes de composição está diretamente vinculada à queda da viscosidade durante o processamento de mistura, assim, para Borracha Natural, existe uma boa correlação entre a viscosidade da NR escolhida, como matéria prima, e a do composto desejado.

Para processamento de extrusão o principal fator a ser controlado é a viscosidade do composto, pois, determina o inchamento do perfil ao sair da matriz e as tensões internas desenvolvidas.

Então a escolha correta do tipo de NR em função da viscosidade, torna-se um parâmetro essencial para um bom processamento de mistura e conformação dos artefatos.

Vale lembrar que compostos de Borracha Natural oferece superior resistência em verde (green strength) e também melhor tack, comparativamente a outros elastômeros.

## **ALGUMAS PROPRIEDADES DA BORRACHA NATURAL VULCANIZADA**

Basicamente as propriedades conseguidas dos compostos com Borracha Natural vulcanizada, dependem das características típicas do elastômero, como viscosidade, pureza e outras como já vimos acima, porém os demais ingredientes de composição, como cargas tipos e quantidades, sistema de cura, etc... são sempre fatores determinantes que devem ser cuidadosamente observados.

Como referencia, para base de escolha, o gráfico abaixo, “ASTM D 2000” , sobre classificação de elastômeros vulcanizados nos orienta, através do “tipo e classe” em que

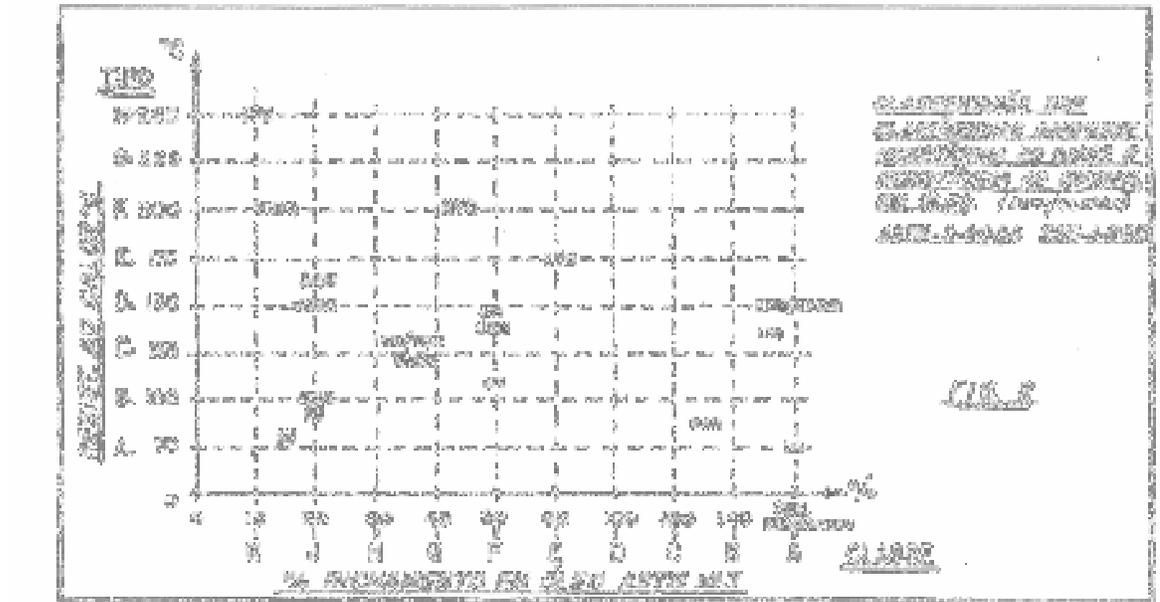


qualificação a NR se localiza, no que se refere à resistência química, “óleo ASTM nº- 3”, e resistência a altas temperaturas, seja:

Tipo “A” ----- ( resistência ao calor = 70°C )

Classe “A” ----- ( resistência ao Óleo nº- 3 )

### Gráfico Ref. ASTM D 2000



### Resistência à Tração

Compostos de Borracha Natural vulcanizados apresentam ótimas propriedades de resistência à tração, conseguindo-se valores entre 17 a 24 Mpa em casos Goma Pura, e em compostos contendo cargas reforçantes devidamente misturadas, pode chegar em até 32 Mpa.

As propriedades de resistência ao rasgamento (força necessária para induzir ao corte) ou a resistência à propagação do corte, é excelente.

Sem dúvida, estas propriedades são devidas à característica natural deste tipo de borracha em tender a cristalizar-se (alinhamento molecular) sob estiramento, porém, sob a ação de calor, todas as propriedades decrescem muito rapidamente.

### Resistência a Abrasão

A Borracha Natural apresenta excepcional resistência à abrasão, especialmente quando submetida em condições de ataque abrasivo suave e contínuo, (como caso de pneu ). Esta propriedade é ainda mais incrementada quando houver uma blenda de NR com BR (Polibutadieno), ainda, se no composto tiver cargas de negro de fumo de pequenas partículas. A resistência ao desgaste de compostos com Borracha Natural, em temperatura de trabalho até 35°C é excelente, porém, acima desta, e até aproximadamente 65°C, o SBR é superior.



### **Propriedades Dinâmicas**

Compostos com Borracha Natural, devidamente, elaborado e perfeitamente vulcanizado apresentam excelente resiliência, podendo ser superior a 90%.

Em condições de alto alongamento, bem como, resistência à fadiga em trabalhos dinâmicos a NR é muito superior ao SBR, porém, em condições de baixo alongamento, o SBR é melhor.

Quando as aplicações dos artefatos exigirem simultaneamente, melhor resistência à fadiga por flexão, grandes números de ciclos vibratórios com elevadas amplitudes, alta resiliência, em temperatura ambiente, a indicação da Borracha Natural torna-se opção ideal.

### **Deformação Permanente à Compressão**

Devido à resistência muito limitada a altas temperaturas, da Borracha Natural, os resultados de deformação permanente à compressão são pobres, se comparados aos do Polisopreno sintético ou SBR.

Se a resistência à deformação permanente à compressão, for propriedade determinante para o artefato em NR, a indicação dos tipos de Borracha Natural Desproteïnizadas ( DPNR ) são os mais indicados.

### **Resistência ao Envelhecimento Térmico**

Os altos níveis de insaturação nas cadeias estruturais da Borracha Natural, a torna muito sensível à oxidação, principalmente em temperaturas mais elevadas, o que resulta em baixa resistência ao envelhecimento acelerado pelo calor. Melhores resultados desta propriedade são obtidos adicionando aos compostos ingredientes antioxidantes e escolhendo sistemas de cura Eficientes ou Semi – Eficientes.

### **Resistência ao Oxigênio e Ozônio**

Novamente, a alta insaturação da Borracha Natural à torna vulnerável ao ataque pelo oxigênio e ozônio, que induzem à instabilidade química na estrutura da NR, tendendo a romper as cadeias, o que provoca perdas nas características mecânicas e degradação da peça.

A adição de agentes antiozonantes do tipo Parafinilenodiaminas ( 6PPD ) combinado com antioxidantes do tipo Trimetilhidroquinolinas ( TMQ ), e se possível, ainda ceras microcristalinas, oferecem proteção satisfatória.

## **ALGUMAS APLICAÇÕES DE ARTEFATOS EM BORRACHA NATURAL**

O maior consumo de compostos em Borracha Natural certamente está na fabricação de pneumáticos, principalmente para caminhões e veículos pesados, seja para banda de rodagem, laterais e outras partes do pneu. Em pneus de automóveis, a NR é usada na



fabricação da carcaça devido a melhor adesão, tack para montagem, resistência à fadiga, rasgo a quente e menor geração de calor em trabalho dinâmico. Também a NR é normalmente empregada em blendas com Borrachas Butílicas Halogenadas para fabricação de câmara de ar para pneus pesados.

O emprego de compostos de Borracha Natural para artefatos industriais é muito amplo, por exemplo; cobertura de correias transportadoras, revestimento de rolos, rodas de empilhadeira, roletes para beneficiamento de milho e arroz, mangueiras e mangotes diversos, gaxetas e vedações, lençóis calandrados, tecidos emborrachados, coxins ( incluindo os automotivos ) e batentes amortecedores de impacto e vibra stops, entre inúmeros outros.

Borracha Natural também é largamente usada na indústria calçadista, seja na fabricação de solados, adesivos e outros componentes do calçado.

## **PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS**

Borracha natural, simbologia NR.

Polímero insaturado, portanto, necessita de enxofre para promover a cura.

Necessita de óxidos metálicos e ácidos graxos como ativadores de vulcanização.

Devido a insaturação na cadeia molecular principal necessita de antidegradantes, (já comentados acima), como protetores.

A borracha natural possui ótimas propriedades mecânicas no estado goma pura por apresentar tendência a cristalização quando submetida a esforços, portanto, o uso de cargas reforçantes mantém e ainda melhoram tais propriedades.

Devido à característica de possuir altos nervos, é necessária a adição de peptizantes no início do processo de mistura para catalisar a quebra das moléculas, diminuindo o nervo, facilitando a incorporação de outros ingredientes e reduzindo o consumo de energia na mistura.

Com a adição de altos níveis de enxofre numa composição de borracha natural, pode-se conseguir a Ebonite (borracha de alta dureza), porém, é necessário compor formulações técnicas, devido a fragilidade e a contração dos artefatos. (este assunto será abordado adiante, ver Tabela 03)

Usando-se borracha natural de viscosidade Mooney mais elevada é possível aumentar os níveis de carga e plastificantes no composto.

Quando numa composição de NR tivermos altos níveis de negro de fumo (acima de 80 PHR) com características ácidas, é aconselhável a adição de 0,5 a 1,0 PHR de Etileno Tiureia (NA-22), em combinação com 0,5 a 1,0 de TMTM para equilibrar a acidez de forma a não comprometer a taxa de cura desejada.

Se a carga utilizada ( acima de 80 PHR ) for de silicatos ou carbonatos, (carga inerte), a combinação deverá ser de 0,5 a 1,0 PHR de NA-22 com 0,5 a 1,0 PHR de MBTS.



A borracha natural é perfeitamente compatível com BR, SBR, NBR, CR e Regenerado.

Em composições de borracha natural para artefatos de cor clara, é imprescindível, além da escolha do tipo de borracha, que pode ser a CCB, FCB ou GCB, escolher plastificantes como os óleos parafínicos, naftênicos ou esteres (DOP, DBP, DOA), também indicar antioxidantes e antiozonantes não manchantes como por exemplo: (antioxidantes.) VULKANOX SP, VULKANOX KB, VULKANOX SKF, BANOX S; (cera antiozonante) MOBIL WAX R, (antioxidantes.) SANTO WHITE CRISTALS, NAUGAWHITE, NAUGARD SP, e outros.

### **PROPRIEDADES APÓS VULCANIZADO**

- Dureza ----- de 25 shore A até 45 shore D
- Peso específico (goma pura) ----- 0,93 g/cm<sup>3</sup>
- Alta tensão de ruptura ----- acima de 30 Mpa
- Alto alongamento a ruptura ----- acima de 500 %
- Alta resiliência ----- acima de 70 % (goma pura)
- Boas propriedades a baixas temperaturas ----- até -10°C
- Boas propriedades a altas temperaturas ----- até 70°C
- Baixa deformação permanente a compressão ----- 15%
- Excelente resistência a abrasão.
- Muito bom tack e adesão a substratos.
- É isolante elétrico.
- Não resiste a derivados de petróleo (óleo, graxas solventes, etc.).
- Alta resistência a fadiga dinâmica.
- Boa resistência a álcoois e glicóis.
- Pouca resistência a solventes clorados.
- Admite composições de baixo custo.

### **TABELA 03**

#### **CONSIDERAÇÕES SOBRE EBONITE EM BORRACHA NATURAL**

<b>INGREDIENTES</b>	<b>PROPORÇÃO</b>	<b>CARACTERÍSTICAS</b>
RESINA S6 - H	DE 20 A 30 PHR	PROPORCIONA BOA PLASTICIDADE AO ARTEFATO FINAL
RESINA FENÓLICA TIPO NOVALACA	DE 15 A 30 PHR	PROPORCIONA ELEVAÇÃO DA DUREZA E RESISTÊNCIA MECÂNICA
HEXAMETILENO TETRAMINA	8% SOBRE A QTDE. DE RESINA FENÓLICA	ATIVA A REAÇÃO DA RESINA FENÓLICA
ENXOFRE	DE 20 A 30 PHR	PROMOVE INTENSA RETICULAÇÃO NA CADEIA POLIMÉRICA
CAULIM CALCINADO	DE 45 A 60 PHR	PROPORCIONA BOA ESTABILIDADE DIMENSIONAL DO ARTEFATO



**OBS.:** A utilização da resina SCENECTADY SBP 128, adicionada na proporção de 15 a 30 PHR, substituiu com vantagem o uso da resina fenólica e do hexametilenotetramina na composição de Ebonite.

Nas composições de ebonite que contém resina fenólica, não é necessário colocar estearina, que neste caso funcionaria como retardador de vulcanização.

### **PROCESSAMENTO DE MISTURA EM BANBURY**

Importância da mastigação ver Anexo 1, abaixo.

A seqüência e tempos indicados na descrição de processamento em Banbury abaixo é normalmente utilizada quando o equipamento não tem os comandos eletrônicos (integrador de potência) que permitem monitorar os estágios de adição dos ingredientes. Para Banbury modernos as etapas de adição dos ingredientes é mais facilmente monitorada através dos comandos eletrônicos.

#### **Seqüência Básica (BANBURY)**

- 1º) Observar que o Banbury esteja limpo, lubrificado, ligado e com intensa refrigeração.
- 2º) Calcular o volume da mistura obedecendo ao fator de enchimento da câmara do Banbury entre 70 a 75%.
- 3º) Alimentar o Banbury com a Borracha conjuntamente com o peptizante, baixar o pilão e mastigar por aproximadamente 1,5 minuto.
- 4º) Recuar o pilão e adicionar os agentes de proteção juntamente com os ativadores, mais metade das cargas e dos plastificantes, baixar o pilão e misturar por aproximadamente 1 minuto.
- 5º) Recuar o pilão e adicionar o restante das cargas, plastificantes, e também os agentes de processo, e outros aditivos. Baixar o pilão e misturar por mais 4 minutos.
- 6º) Descarregar a massada observando que a temperatura da mesma no ato da descarga esteja inferior a 110 ° C.
- 7º) Colocar a massada com misturador aberto e promover uma pré-homogeneização por aproximadamente 3 minutos; laminar em mantas com espessura  $\pm$  12 mm, resfriar e colocar para maturação (descansar) por um período mínimo de 24 horas.
- 8º) Retornar a massada no misturador aberto, aquece-la e adicionar lentamente o enxofre e os aceleradores, misturando e homogeneizando até total incorporação, em seguida, laminar a massada em mantas com espessura de  $\pm$  12 mm e enviar para os processamentos de conformação.



**Obs:-** Não é aconselhável armazenar as mantas de borracha misturada sobrepondo-as uma sobre as outras enquanto quentes.

### Processamento de Mistura em Misturador Aberto

- 1º ) Verificar se os rolos do misturador estão resfriados.
- 2º ) Manter a abertura entre os rolos em  $\pm 5$  mm.
- 3º ) Colocar o elastômero com o peptizante e mastigar até que se forme uma banda em torno do rolo do misturador.
- 4º ) Adicionar os agentes de proteção e misturar até total incorporação.
- 5º ) Adicionar o óxido de zinco com a estearina e misturar até total incorporação.
- 6º ) Despejar as cargas, plastificantes, agentes de processos, agentes de tack na bandeja do misturador, efetuando a pré mistura com uma pá. Abrir a distância entre os rolos para 8 a 10 mm.
- 7º ) Adicionar a pré-mistura (passo 6) à borracha no misturador, aos poucos, até incorporação total de todo o material.
- 8º ) Adicionar lentamente o enxofre até total incorporação.
- 9º ) Descarregar a mistura e deixar descansar por aproximadamente 24 horas.
- 10º ) Retornar a mistura ao misturador aberto, aquecer e adicionar os aceleradores lentamente até total incorporação.
- 11º ) Laminar a mistura em mantas com espessura de 8 a 15 mm, retirar do misturador e colocar para resfriamento rapidamente.

Uma boa mistura de borracha natural, elaborada em misturador aberto, demanda um tempo de processamento em máquina entre 40 a 50 minutos.

Após a mistura de borracha ter sido acelerada, é interessante utilizar para os processos seqüenciais, rapidamente, não armazenando por muito tempo, pois, poderá comprometer a massada iniciando a cura.

Para as composições de ebonite, aconselha-se efetuar a mistura em misturador aberto.



**SUMÁRIO**

-Níveis de enxofre-----	2,0 a 3,5 PHR.
-Óxido de zinco-----	3,0 a 5,0 PHR.
-Estearina-----	1,0 a 2 PHR.
-Antiozonantes-----	0,5 a 2,5 PHR.
-Antioxidantes-----	1,0 a 3,0 PHR.
-Ceras antiozonantes-----	2,0 a 4,0 PHR.
-Cargas de negro de fumo-----	0 a 100,0 PHR.
-Cargas de sílica-----	0 a 70,0 PHR.
-Coagente para sílicas -----	( Organosilano + Polietilenoglicol + Trietanolamina )
-Cargas inertes-----	0 a 120,0 PHR.
-Plastificantes-----	0 a 100,0 PHR.
-Aceleradores primários-----	0,5 a 2,0 PHR.
-Aceleradores secundários-----	0,2 a 0,8 PHR.
-Peptizante-----	0,2 a 0,5 PHR.
-Retardadores (PVI)-----	0 a 0,5 PHR.
-Agentes de fluxo-----	até 10 PHR conforme o tipo.
-Agentes de tack-----	0 a 5,0 PHR conforme o tipo.

Podem ser elaboradas composições com níveis de cargas e plastificantes maiores, porém, o artefato deixará de ter características técnicas satisfatórias.



## ANEXO I

### IMPORTÂNCIA DA “MASTIGAÇÃO”

Os Materiais elastoméricos, devido a formação de suas cadeias poliméricas apresentam a propriedade chamada de “Elasticidade” que oferece aos artefatos exatamente as características procuradas pelos engenheiros, de ter peças que não sejam rígidas como o aço ou concreto, e nem fluida com os líquidos.

A propriedade elástica da borracha, embora seja o fator determinante, para a escolha deste tipo de material, por outro lado, apresenta-se como um grande obstáculo durante os processamentos de preparação do composto, devendo ser momentaneamente modificada para uma condição “plástica” ou “semi-plástica”.

Entende-se como característica “elástica” aquela propriedade apresentada por certos corpos de se deformar quando submetido a algum esforço externo e retornar a sua forma original tão logo o esforço seja removido. Ao contrário, a característica “plástica” é a propriedade apresentada por certos corpos de se deformarem permanentemente mesmo depois de removido o esforço solicitante.

A borracha natural bem como diversos tipos de borrachas sintéticas têm longas cadeias moleculares (poliméricas) essencialmente elásticas que necessitam ser cisalhadas reduzindo o comprimento dessas cadeias e tornando o material com características predominantemente plásticas.

A plastificação da borracha (sempre no estado cru) é imprescindível para uma perfeita incorporação dos demais ingredientes da composição (formulação) e demais etapas do processo de fabricação do artefato, como: moldagem, extrusão, calandragem, injeção, etc...

Para modificar a característica inicialmente “elástica” da borracha, para predominantemente “plásticas” como necessário para os processos de mistura de conformação, é utilizado de um intenso trabalho mecânico por meio de máquinas denominadas de misturadores, os mais comuns são o misturador interno “Banbury” e o Misturador Aberto de Cilindros.

A plastificação mecânica do elastômero, além de diminuir o tamanho da cadeia molecular, conseqüentemente reduzindo o peso molecular médio do material, ainda provoca a oxidação dos radicais livres e formação de radicais oxidados produzindo uma pequena modificação na estrutura polimérica do material, em que, este efeito poderá afetar negativamente as propriedades físico/químicas do artefato final, portanto ingredientes de proteção são necessários no composto.

O intenso trabalho mecânico para plastificação do elastômero utiliza de um elevado potencial de energia (normalmente elétrica), bem como, demanda algum tempo e proporciona grandes esforços dos misturadores, tudo isso tende a onerar o produto. A inclusão na formulação de ingredientes chamados de peptizantes químicos auxilia o processamento, bem como, inibe a reversibilidade dos radicais livres impedindo de juntar novamente.



**ALGUMAS FORMULAÇÕES DE REFERÊNCIA EM BORRACHA NATURAL  
COM SUAS PRINCIPAIS PROPRIEDADES**

**TABELA 04**

<b>MATERIAS PRIMAS</b>	01 phr	02 phr	03 phr	04 phr	05 phr	06 phr	07 phr
NR - GEB	100	0	0	0	0	0	0
NR – SMR - CV	0	100	0	0	100	100	0
NR - SMR - 10	0	0	100	100	0	0	0
NR - Crepe Claro	0	0	0	0	0	0	100
Peptiznte Rhenacit 11 ( Bayer )	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	02
Antioxidante TMQ	1,6	2	2	2	2	1	1
Antiozonante 6PPD	1,3	1	1,3	0	1	1,5	0
Óxido de Zinco	5	5	5	5	5	5	3
Estearina	3	2	2	2	0,5	2	2
Negro de Fumo N 220	45	0	0	0	0	0	0
Negro de Fumo N 326	0	45	0	0	0	0	0
Negro de Fumo N 550	0	0	60	0	0	0	0
Negro de Fumo N 762	0	0	0	0	10	0	0
Negro de Fumo N 990	0	0	0	0	0	35	0
Caulim Calcinado	0	0	0	0	0	0	75
Plastif. Aromático	5	4	5	0	9	0	0
Plastif Naftênico	0	0	0	0	0	2,5	0
Plastif. Parafínico	0	0	0	0	0	0	5
Parafina	2	0	2	0	0	0	0
Factis Amarelo	0	0	0	25	0	0	0
Enxofre	2,5	0,35	1,2	3	0,6	1	0
TBBS	0,6	0	1	0	1,4	0	0
CBS	0	1,4	0	0,6	0	0	1,5
TMTD	0	0,4	0	0	0,6	0,25	0
DTDM	0	0	1	0	0	0	0
Santocure MBS ( Flexsys )	0	0	0	0	0	2,25	0
DOTG	0	0	0	0	0	0	0,5
<b>VULCANIZAÇÃO – Tempo ( min. ) / Temperatura ( °C )</b>	35 / 140	35 / 140	45 / 140	30 / 140	35 / 150	25 / 142	8 / 160
<b>PROPRIEDADES PRINCIPAIS</b>							
Dureza Shore A	67	65	70	42	36	52	55
Tensão Tração Rupt. Mpa	31,5	28,2	22	23	23	22	15
Along. Ruptura %	600	600	410	736	710	570	600
Modulo a 300% Mpa	11	7,5	17	2,4	-	3,5	3,4



**TABELA 01**  
**ESPECIFICAÇÃO DE CARACTERÍSTICAS CONFORME SMR "TSR"**

ESPECIFICAÇÃO	TIPO SMR-EQ	TIPO SMR-SL	TIPO SMR-5	TIPO SMR-10	TIPO SMR-20	TIPO SMR-50
SUJIDADE MÁX. (RETRIDAS EM PENEIRAS DE 44 µ DE ABERTURA	0,02	0,05	0,05	0,10	0,20	0,50
TEOR DE CINZAS % MÁX.	0,50	0,60	0,60	0,75	1,0	1,5
TEOR DE NITROGÊNIO % MÁX.	0,65	0,65	0,65	0,60	0,60	0,60
TEOR DE VOLÁTEIS % MÁX.	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
* P.R.I. MÍNIMO %	60	60	60	50	40	30
PLASTICIDADE INICIAL (WALLACE MIN. PLAST. RÁPIDA)	30	30	30	30	30	30
COR (LOVIBOND) MÁX.	3,5	6	---	---	---	---
VISCOSIDADE MOONEY ML. (1 + 4), 100° C	---	---	---	45 A 70	45 A 70	45 A 70

(\* ) P.R.I. = Índice de Retenção da Plasticidade  
 NOTA 1:- SMR = Standard Malayan Rubber



**TABELA 02**

**PADRONIZAÇÃO DAS BORRACHAS  
BRASILEIRAS ABNT. EB. 1866/88**

PARÂMETROS	TIPOS DE BORRACHA															
	DE LATEX							DE COÁGULOS								
	CCB-1	CCB-2	FCB-1	FCB-2	GCB-1	GCB-2	GLB-1	GLB-2	FFB-1	FFB-2	CEB-1	CEB-2	CEB-3	GEB-1	GEB-2	GEB-3
ÍNDICE DE COR (ESCALA LOVIBOND)	6	12	6	12	12	12	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
TEOR DE MATERIAIS VOLÁTEIS, MÁX. %	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
TEOR DE NITROGÊNIO MÁX. %	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
TEOR DE EXTRATO DE ACETONA MÁX. %	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
TEOR DE SUJIDADE MÁX. %	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1
TEOR DE CINZA, MÁX. %	0,3	0,5	0,3	0,5	0,3	0,5	0,3	0,5	0,3	0,5	0,3	0,5	0,3	0,5	0,3	0,5
PLASTICIDADE INICIAL WALLACE (POL.) MIN.	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
ÍNDICE DE RETENÇÃO DE PLASTICIDADE (IRP), MIN.	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60

CCB = Crepe Claro Brasileiro  
FCB = Folha Clara Brasileira  
GCB = Granulado Claro Brasileiro  
GLB = Granulado Látex Brasileiro

FFB = Folha Fumada Brasileira  
CEB = Crepe Escuro Brasileiro  
GEB = Granulado Escuro Brasileiro



Bibliografia:

- History of the Rubber Industry – Heffer Cambridge, P. Sschidrowitz and R.T. Dawson, Fordyce Jones 1952.
- Natural Rubber and Syntetics – P.W.Allen; Crosby Lockwood, London 1972.
- The Natural Rubber Industry, Oxford University Press, Kuala Lumpur 1978.
- Hevea; Thirty Years of Research in the Far East, University of Miami Press Coral Gables 1951.
- J. Rubber Reseaarch Institute Malaysia – P. De Jonge 1969.
- Proceedings of the Rubber Research Institute of Malaysia Planters Conference –Kuala Lumpur 1976.
- International Standards of Quality and Packing for Natural Rubber Grades ( The Green Book ) The Rubber Manufacturers Association 1969.
- Rubber Research Institute of Malaysia – SMR Bulletin nº- 9 (1979) and nº- 10 ( 1971) Kuala Lumpur.
- Rubber Chemical Technology – L. Bateman / B.C.Sekhar 1966.
- Technology Series Report 3, Rubber Research Institute of Malaysia – Kuala Lumpur 1976.
- Natural Rubber Technology – D. J. Elliot 1981.
- The Chemistry and Physics of Rubberlike Substances – E . H. Andrews / A. N. Gent, London 1963.
- Proceedings of the International Rubber Conference 1975 – Kuala Lumpur – A Subramaniam.
- Rubber in Engineering – P. B. Lindley / H. G. Rodway 1973.
- MRPRA, Natural Rubber Technical Information, several sheet ( 1976, 1978, 1979, 1982 )
- The Vanderbilt Rubber Handbook – Thirteenth Edition 1990.
- Rubber Technology – Maurice Morton – Third Edition 1995 – Chapman & Hall
- Several Class – notes of the Rubber Technology Course “Garbim” IPT and UNICAMP.
- Some Information of Planters Planalto Paulista about preparation dry Natural Rubber.

por:  
V. J. Garbim  
High Performances Elastomers  
Specialist

Este material é um trecho do livro “Tecnologia da Borracha”.  
Adquira o livro através do site [www.cenne.com.br](http://www.cenne.com.br) ou pelo telefone: (19) 3395-4206

