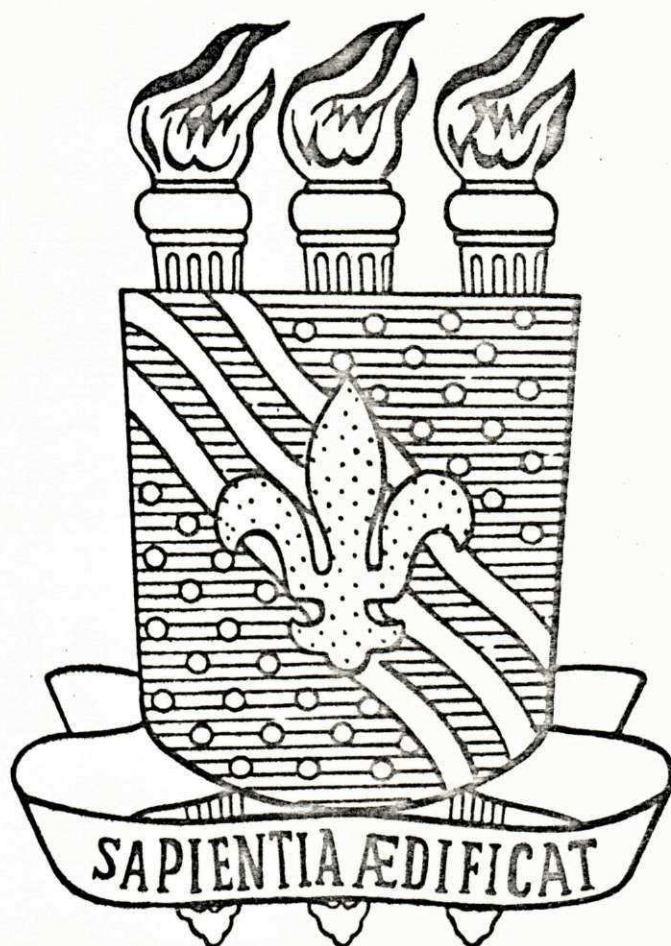


Universidade Federal da Paraíba

PRÓ-REITORIA PARA ASSUNTOS DO INTERIOR

CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA



AV. APRIGIO VELOSO, 882 - BODOCONGO 58.100 - CAMPINA GRANDE - PARAÍBA
FONE (083)321-7222 - RAMAL 430/431 - CXP10057



Biblioteca Setorial do CDSA. Abril de 2021.

Sumé - PB



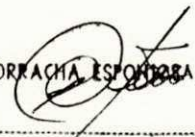
BESA BORRACHA ESPONJOSA S.A. - INDUSTRIA E COMERCIO

AV. AGOSTINHO BARROSA, 4124 - JARDIM LINDA - JARDIM LINDA - CAMPINA GRANDE - P.B. - CEP. 57.000-000

DECLARAÇÃO

Declaro para os devidos fins, que o Sr. REGILDO COSTA estagiou nesta empresa no período de Agosto a Dezembro de 1990 perfazendo um total de carga horária de 700 horas.

Campina Grande 10 de Janeiro de 1991


"BESA" BORRACHA ESPONJOSA, S/A IND. E COM.

ESTÁGIO SUPERVISIONADO

JULGADO EM 28 / 01 / 91

NOTA: 95 (noventa e cinco)

EXAMINADORES

Maria do Socorro de Lacerda

José Raimundo Sobrinho

René F. de S. Codeiro

CAMPINA GRANDE - PARAÍBA

JANEIRO / 1991

RESUMO

O presente trabalho foi desenvolvido durante às atividades do estágio realizado na BESA - Borracha Esponjosa S/A , no departamento de Engenharia Industrial, com a finalidade de conciliar a teoria à prática, no processamento das sandálias Havaianas.

O material processado é o copolímero SBR, com aditivos específicos que definem a composição própria da indústria e capazes de fornecer a resistência e qualidade no consumo necessárias às suas sandálias.

A preocupação no controle do processo e mistura dos aditivos, se faz necessária para obtenção de um produto com propriedades adequadas e com uma melhor performance do manufaturado.

É imprescindível que se faça controle e inspeção constantes nas máquinas, moldes e matéria-prima para assegurar a boa qualidade do produto e reprodutibilidade do processo.

ABSTRACT

The present work was performed during my internship at BESA - Spongy Rubber S/A, at the Industrial Engineering Department, the purpose was to reconcile theory and experiment during processing of "Havaianas" sandals.

The material processed is a SBR copolymer with specific additives according to the industry's own formulation and which impart onto the final product the necessary strength and quality.

It is necessary to have rigorous control of the process conditions and mixing procedures in order to obtain a product with suitable properties and better performance.

It is imperious to control inspect regularly the equipment, moulds and raw materials in order to assure good quality and reproducible processing.

ÍNDICE

| | |
|--|----|
| AGRADECIMENTOS | 01 |
| APRESENTAÇÃO | 02 |
| 1 - INTRODUÇÃO | 03 |
| 2 - CONSIDERAÇÕES TEÓRICAS | 04 |
| 2.1 - BORRACHA NATURAL | 04 |
| 2.2 - BORRACHA ESTIRENO-BUTADIENO (SBR) | 08 |
| 2.3 - COMPÓSITOS | 17 |
| 2.4 - ALGUNS ADITIVOS | 21 |
| 2.5 - POLICLORETO DE VINILA (PVC) | 25 |
| 3 - SETORES BÁSICOS NO PROCESSAMENTO DAS SANDÁLIAS HAVAIANAS | 29 |
| 3.1 - PENEIRAS | 30 |
| 3.2 - BANBURY | 32 |
| 3.3 - MOINHOS | 35 |
| 3.4 - PRENSAS | 37 |
| 3.5 - STÁBIL | 40 |
| 3.6 - INJEÇÃO - FORQUILHA | 41 |
| 3.7 - CORTE-ACABAMENTO | 43 |
| 4 - DISCUSSÕES | 44 |
| 5 - CONCLUSÕES | 45 |
| 6 - BIBLIOGRAFIAS | 46 |
| 7 - ANEXOS | |

AGRADECIMENTOS

Agradeço a DEUS por sua plenitude e pelo êxito permitido durante este período de estágio.

A minha família, por estar sempre ao meu lado, apoiando, incentivando e dando grande impulso na minha vida profissional.

Agradecimentos especiais às professoras Maria do Socorro de Larcerra, orientadora do estágio, a profª Drª Élide Eduarda Famá, coordenadora do estágio supervisionado e, aos demais professores do curso de Engenharia de Materiais e do Departamento de Engenharia Química.

Agradeço aos Doutores Marcos Vinícius Lia Fook, Fernando Nazareno, Antônio José Pereira Mendes e Ivan Gomes de Souza Filho, pela atenção e acompanhamento qualificado.

A todos os companheiros que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste estágio.

APRESENTAÇÃO

Este relatório faz parte das exigências curriculares para a conclusão do curso Engenharia de Materiais da Universidade Federal da Paraíba - UFPb , Campus II , realizado na indústria BESA - Borrachas Esponjosas S/A , Fábrica 22 do Grupo Alpargatas.

O trabalho tem como objetivo, desenvolver uma linha de pesquisa que forneça às informações básicas sobre a tecnologia e processamento da borracha com aplicações de vários elastômeros na fabricação de artefatos.

Objetivou-se, também, um acompanhamento no processamento da sandálias Havaianas, bem como, nas introduções dos moldes das solas, tentando reduzir os inutilizados gerados em alguns números das solas com mais frequência.

INTRODUÇÃO

A introdução de materiais poliméricos tem crescido muito nos últimos anos. Atualmente, a grande atenção tem-se dado ao desenvolvimento de materiais poliméricos feitos sob medida "tailor-made", para aplicação específica.

Os copolímeros tem revolucionado e desenvolvido as indústrias, dando ênfase aos aditivos usados e, que permite uma performance no compósito, onde sem eles teríamos pouca chance de sucesso.

No processamento das sandálias Havaiana consegue-se um alto desempenho devido aos tipos de aditivos usados, que serão posteriormente abordados, no qual possibilita uma estabilidade e mudança nas propriedades do compósito.

As etapas do processamento são fundamentais, pois o processo de transformação das propriedades na incorporação dos aditivos com a matriz devem ser bem controlada, onde as propriedades físicas-química depende da habilidade e precisão na mistura.

A vulcanização favorecida pelo enxofre, provoca uma reticulação na estrutura tridimensional, havendo formação de ligações cruzadas entre às moléculas da borracha. A cura da borracha ocorre a uma temperatura de 158°C.

2 - CONSIDERAÇÕES TEÓRICAS

2.1 - BORRACHA NATURAL:

O Brasil ocupa o 39º lugar no mundo, no que se refere a percentagem de consumo de borracha sintética em relação ao consumo total de elastômeros e que demonstra ter alcançado um excelente índice tecnológico na sua indústria de borracha.

O período áureo da produção foi atingido em 1912-1913, os preços alcançaram níveis muito elevados concorrendo para o desenvolvimento do Amazonas.

O processo de produção é ainda muito rudimentar sendo que praticamente o único avanço nos métodos foi o abandono da machadinha que até 1915 era usada para fazer incisão na casca das árvores, o que as sacrificava por demais, causando morte de muitas delas pois as atingia frequentemente em zonas vitais da *Hevea Brasiliensis*.

Atualmente utiliza-se uma faca de formato próprio. A incisão não deve atingir o câmbio que é uma zona fina vital da árvore, porém deverá ir até próximo do câmbio, pois os vasos latíferos que percorrem a casca são mais numerosos perto desta. Existem vários sistemas de cortes sendo o mais utilizado aquele denominado "espinha de peixe".

As borrachas em sua forma bruta se obtém de uma grande variedade de árvores e plantas que se encontram nas regiões tropicais. Árvores da família *Hevea* são, de longe, as fontes mais importantes da borracha natural, devido ao seu alto rendimento. A borracha se

obtem em forma de látex, que provém dos vasos capilares que se encontram entre a casca e o tronco, e é realmente uma emulsão da borracha natural e água. Fazendo-se uma incisão inclinada na casca da árvore consegue-se extrair o látex da planta, embora isto se processe lentamente.

O látex é recolhido em taças de alumínio, filtrado grosseiramente e diluído, após o que é feito a coagulação por meio de ácido fórmico ou ácido acético. O material coagulado é então lavado e secado cuidadosamente. Pode ser então convertido em qualquer uma das formas seguintes:

(a) Crepe Pálido - Neste processo, o material coagulado é inicialmente lavado e prensado firmemente entre dois róllos até que se obtenha um crepe de espessura reduzida. O produto é depois secado a temperatura ambiente, obtendo-se uma borracha levemente colorida em baixa velocidade de cura.

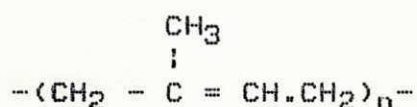
(b) Chapa Defumada - Esta se obtém prensando a borracha coagulada entre dois róllos, lavando e finalmente secando o produto numa atmosfera de ar quente e fumaça. Resulta desta forma uma borracha marrom, que cura com maior rapidez que a anterior.

(c) Lençóis - A borracha coagulada pode ser mantida por algumas semanas na plantação, onde sofre um ciclo de maturação. Trata-se na realidade de um processo de decomposição das substâncias estranhas à borracha por parte das bactérias. A borracha é de cor escura e cura rapidamente.

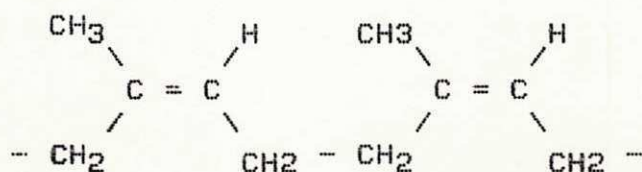
(d) Látex Concentrado - O látex pode ser concentrado por algumas semanas na plantação, onde sofre um ciclo de níaco.

2.1.1 - Estrutura:

Quimicamente, a borracha natural é quase toda cis 1,4 poliisopreno, sendo que o hidrocarboneto tem a fórmula C_5H_8 . É um polímero linear de alto peso molecular de fórmula geral

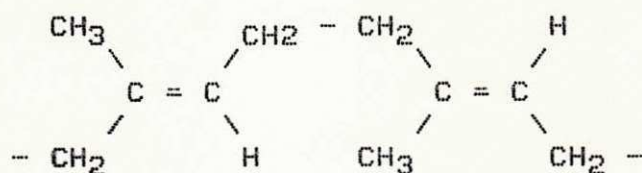


Os poliisoprenos de ocorrência natural são encontrados predominantemente na forma cis da borracha natural e na forma trans na gutta-percha. Os isômeros geométricos são os que se seguem:



(a) Isômeros cis - borracha natural

(b) Isômeros trans - gutta-percha, balata e chiclete .



2.1.2 - Ingredientes e Processamento:

Antes de processar a borracha natural é necessário, misturá-la com outros ingredientes, pois no estado bruto é economicamente inadequada para qualquer uso. Para conseguir usá-la é preciso submetê-la inicialmente a um processo de "mastigação", que consiste na mistura da borracha em rolos quentes até que a borracha se torne termoplástica pela ruptura das cadeias poliméricas. Desta for-

ma, a borracha é bastante macia e permite a incorporação dos ingredientes na formulação.

2.1.3 - Técnicas de Processamento:

A borracha natural e o látex composto são produzidos em forma aproveitável por muitas das técnicas usadas para manufatura plásticos que na realidade são apenas adaptações dos métodos usados originalmente para a produção de artigos de borracha.

2.1.4 -Propriedades:

Físicas - As propriedades da borracha natural dependem muito do grau de cura e do tipo de aditivos e da carga de reforço usada.

Químicas - A borracha natural tem geralmente boa resistência aos álcalis e aos ácidos diluídos. A resistência aos ácidos mais concentrados não é boa e a resistência aos hidrocarbonetos aromáticos e alifáticos são pobres. A borracha natural não é afetada pelo ácido clorídrico concentrado, embora seja atacada pelos ácidos oxidantes, tais como o ácido nítrico.

2.2 - BORRACHA ESTIRENO-BUTADIENO (SBR)

A SBR é a borracha mais importante do mundo, em termos de tonelagem. Próximo de alguns cálculos, cerca da metade do consumo global de borracha, que no final de 1970 era cerca de 8×10^6 TON. , foi contado por SBR.

Em muitas considerações SBR, particularmente, não é uma boa borracha e ela domina o mercado amplamente devido a três fatores:

- baixo custo
- adequação a pneus de carros de passageiros, onde tem alta resistência a abrasão
- alto nível de uniformidade do produto do que encontrado com a borracha natural.

Ainda que primeiramente preparado a cerca de 1930 pelos cientistas da GERMAN CHEMICAL COMPANY OF IGFBEN os novos produtos não mostram muitos nas suas propriedades.

Entretanto, no ano de 1930 o produto comercial do copolímero conhecido na Alemanha como " Buna's " - o termo Buna originou-se do fato de que os novos polímeros de butadieno foi feito pelo catalizador sodium (Na) na polimerização do butadieno (Bu). De fato Buna's já era produzido pelo processo de via radical livre, um pouco antes de ser iniciado a produção comercial IGFBEN, como resultado de um acordo de troca de informações, favoreceu detalhes para a Standard Oil da manufatura de copolímeros, de tal modo que na II guerra mundial, Malásia e as Índias Orientais foram invadidas pelos Japones. Um programa de choques rápidos para manufatura do polímero foi iniciado pelos Governos dos Estados Unidos e Canadá , por volta de 1945 a produção do copolímero, então conhecido como GR-S , gover-

nado pela borracha estireno , foi da ordem de 10^6 Toneladas por ano, mas o produto era tão inferior durante o final da II guerra mundial de 1945 que a produção diminuiu dramaticamente.

Os materiais no período da guerra foram produzidos como era comum, o estireno contendo 23,5% na polimerização em emulsão de radicais livres a temperatura de 50°C . Por volta 1950 novas borrachas usando sistemas de iniciadores redox geradores de radicais livres , mais poderosos que polimerizava em cerca de 5°C . Estas borrachas de estrutura molecular linear e produzia vulcanizados com propriedades melhoradas. Ao começar a guerra na Korean em 1952, muitos países em particular os Estados Unidos , eleva a produção , tornando-se menos no suprimento da borracha do suldoeste da Ásia. Devida a baixas temperaturas de polimerizações às novas borrachas foram referidas com as borrachas a frio, para distinção dos materiais anteriores que tornaram-se conhecidas como borrachas quentes.

Desde antes de 1950 haviam sido desenvolvido um número adiantado de técnicas. Nestas incluem-se:

- (1) O desenvolvimento de óleos extendedores na SBR em que muitos polímeros borrachosos de alto peso molecular são misturados com quantidades de substâncias de óleos hidrocarbonetos. Isto fornece um custo mais baixo o polímero de peso molecular médio mais convencional.
- (2) O desenvolvimento de borrachas com uma estrutura molecular controlada mais fechada. Embora os materiais sejam produzidos usando polimerização aniônica ou catalisador Ziegler - Natta e, eles podem ser polimerizados em solução.

(3) O desenvolvimento de termoplásticos SBR.

As propriedades dos SBR podem ser divididos em dois grupos:

- aquelas propriedades em que eles são parecidos a da borracha natural,
- aquelas propriedades em que eles são distintos da borracha natural

O método normal para preparação de SBR é usar a técnica da polimerização em emulsão, que envolve o cruzamento químico ou a copolimerização de butadieno de alta pureza com estireno, dando lugar à formação de longas cadeias moleculares de alto peso molecular.

O estireno e o butadieno são inicialmente emulsificados num líquido em que, são imiscíveis, como por exemplo água, usando como agentes de emulsificação sabões de ácidos graxos, sabões de ácidos resinosos ou uma mistura dos dois. Depois disso, leva-se o conjunto a um reator, ajustando-se a proporção entre estireno e butadieno de modo a se obter um polímero contendo normalmente 23-26% em peso de estireno copolimerizado. A reação em cadeia é iniciada por intermédio de um iniciador de mecanismo de radical livre, sustentado em sua ação por um ativador, e o conjunto recebe o nome impróprio de sistema "Redox". Este sistema pode incluir, além do ativador, uma solução de sais orgânicos, incluindo o agente de redução, e um oxidante, normalmente um hidroperóxido orgânico.

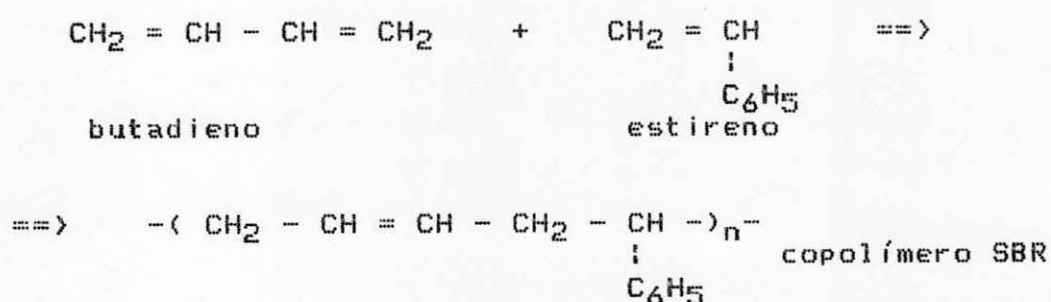
O comprimento da cadeia do polímero é controlado por meio de um modificador de reação, que é geralmente uma mercaptana. Quando se alcança o grau desejado de conversão, para-se a reação por meio de um produto chamado bloqueador de cadeia. Isto é absolutamente necessário quando se deseja produzir elastômeros de propriedades físi-

cas de alto nível. Quando se omite o citado produto de bloqueio e se deixa a copolimerização continuar a vontade até o complemento natural, verifica-se um aumento acentuado das ligações cruzadas e das ramificações que dificultam enormemente a produção.

Uma vez completada a reação da forma desejada, o estireno e o butadieno que não reagiram são retirados da mistura. Adiciona-se, então, um antioxidante ou estabilizador ao látex formado, para evitar a degradação da borracha durante a secagem e o armazenamento. A esta altura da fabricação é também possível diluir o látex com óleo, e normalmente a quantidade máxima que ele tolera se situa entre 37 e 37,5 partes. Ao preparar a borracha de estireno-butadieno diluída com óleo, tem-se como objetivo neutralizar o efeito do excesso de polimerização verificado durante o processo e, que na realidade é indesejável. O elastômero resultante pode ser trabalhado facilmente e possui excelentes propriedades físicas.

As partículas de borracha são então coaguladas e o coágulo é filtrado, lavado, secado e comprimido em "bolas" padrão. As bolas podem ser embaladas em filmes de polietileno para evitar a adesão da borracha aos sacos multifoliados de papel nos quais são acondicionados.

2.2.1 - Polimerização e Estrutura:



Como NR , SBR são polímeros de hidrocarbonetos insaturados, portanto, componentes não vulcanizados, serão dissolvidos em mais solventes de hidrocarbonetos e outros líquidos de parâmetro de solubilidade semelhante, por consequência, produtos vulcanizados incham bastante. Ambos os materiais irão também sofrer muito tipos de reações do tipo olefínico, tal como, oxidação, ataque por ozônio, halogenação, hidroalogenação e outras, se bem que as atividades e reações diferentes detalhadas devido a presença de um grupo metil vizinho de dupla ligação na molécula da borracha natural. Ambas às borrachas podem ser reforçados pelo carbono, negro de fumo, e ambas, não podem ser classificadas como borrachas que resistem ao calor.

As diferenças entre borrachas podem ser subdivididas em três categorias.

- (1) Nos materiais supridores,
- (2) comportamento de processamento,
- (3) nas propriedades de vulcanização.

Comparado com a borracha natural a matéria prima SBR é mais uniforme em uma variedade de processos. Não apenas ela é mais uniforme em qualidade como também os componentes são mais consistentes em ambos os processamentos e propriedades dos produtos, mais também no sentido de que ela, geralmente, contém menos contaminantes indesejáveis.

A maior diferença entre SBR e borracha natural é que a primeira não quebra em grande extensão de mastigação. O material sintético é suprido com uma viscosidade considerada para fornecer melhor balanço de boa dispersibilidade de carga, requerendo alta viscosidade e fácil fluxo na extrusão, calandragem, moldagem, isto

fornece economia em duas composições de energia e tempo e, portanto, no custo. Já que a viscosidade muda pouco durante o trabalho, ela é fácil de trabalhar em estoques retrabalhados de um composto. Em muitas outras considerações o comportamento do processamento da SBR não é tão bom quanto a borracha natural. Mistura em moinho é mais difícil e o material sintético tem propriedades uniformes quando não vulcanizado. Isto é, propriedades mecânicas inferiores no estado não exhibe às características da natural, que também é útil na importância de outras conjuntas ou na união de borrachas não vulcanizadas.

Comparativamente a borracha natural cristaliza com $T_m = 50^{\circ}\text{C}$, enquanto SBR com estrutura molecular irregular é amorfa. A cristalinidade da borracha natural é reduzida pela presença de cargas e outros aditivos, entretanto, em extensões cristalinas e temperatura normal ambiente dá maior energia tênsil, a tenacidade, com a mesma goma, isto é, sem carga. As vulcanizações da goma SBR são, por outro lado, moles, e ela é essencial para o reforçamento com negro de fumo, também com finas partículas com negro de fumo para obter produtos de alta energia.

A borracha moderna de Estireno-Butadieno não requer por mais tempo repetidos ciclos de mistura de produtos. Suas propriedades de extrusão são superiores às daquelas da borracha natural, e suas matérias primas tem menos tendências a queima no processamento. Embora a SBR fria seja frequentemente preferível à quente, para otimizar as propriedades físicas, o uso da SBR a quente, quando possível pode contribuir para bons processamentos e uma produção melhorada. Elas quebram mais rapidamente, desenvolvendo menos calor e aceitando mais carga no processamento. Para muitos usos, blends de SBR

e outras borrachas são feitas, tal como, borracha natural ou cis-polibutadieno . A formulação seria proporcionado ao balanço para cada tipo de exigência de borrachas usada.

Todos os tipos de SBR usam a mesma formulação básica, como outros polímeros de hidrocarbonetos insaturados. Eles necessitam de enxofre, aceleradores, antioxidantes, antionizantes, ativadores, cargas e amaciantes ou estendedores. A SBR requer menos enxofre do que a borracha natural para cura, desde que ela contenha menos insaturação. A variação, geralmente, é cerca de 1,5 - 2,0% de enxofre. A formulação com o conteúdo de enxofre reduzido ou com nenhum radical livre confere melhores propriedades de envelhecimento no produto porém, são mais lentamente curado. Peróxidos tal como, dicumil peróxido, melhora a resistência ao envelhecimento mas, são caros e seu aroma é desagradável. Estearato de zinco ou óxido de zinco ou ácido estearato são ativadores mais comuns para a SBR.

A quantidade usada depende do polímeros que em muitos tipos de SBR já tem apreciável quantidade de ácidos graxos. O efeito realmente importante de ácido esteárico é provavelmente solubilizar o óxido de zinco e realçar seu efeito na promoção croslinear com respeito a boas taxas e alcance do estágio final. Os Aceleradores como o próprio nome indica, acelera a taxa de cura. Toda borracha de estireno-butadieno, devido a sua baixa insaturação, são mais lentamente curadas do que a borracha natural e requer maior aceleração. Várias classes de compostos são adequáveis : thiazoles, guanidinas, thiuram, sulfetos, sulfenamides, e outros. Retardadores, como ácido salicílico retardam as taxas de cura que são, frequentemente, na queima de matéria prima. São enfatizados como componentes ingredien-

tes, como drogas, e frequentemente, tem efeitos laterais indesejáveis e que é possível adicionar mais e mais ingredientes a formulação, cada um destinando-se a vencer a falha do outro.

Na adição do antioxidante e antionizante à formulação, inclui 1,5% de cera parafínica. A cera deve ser a mais pura possível para a superfície do produto curado e ter sua função efetiva como antiozonizante.

As cargas mais efetivas são os reforçantes de negro de fumo. Os negros de fumo tem uma área superficial média de 20-150m²/g, com vários tamanhos de partículas. O reforçamento varia com o pH como, também, o tamanho e área superficial da carga.

Partículas finas de sílica também são reforçantes, embora não seja como o negro de fumo, mas podem ser usado onde são desejáveis produtos coloridos. Outras cargas como carbonatos, silicatos e aluminas são fracamente reforçantes. Outros materiais que podem aparecer na composição incluem plasticizantes, amaciantes, borracha reciclada, e outros.

Dado a quantidade de enovelados pode ser encontrado para uma grande variedade de fins e usos. Há disponível várias manufaturas e outras fontes. Apesar disso, alguns resultados publicados são mostrados apenas como guia e muitos não são reproduzíveis. A experiência não mostra nenhuma produção extensiva.

O processamento do composto SBR inicia-se em misturador internos, como Banbury, ou nos moinhos, e podem então ser extrudados, calandrados, moldados e curados em equipamento convencional. O procedimento de mistura varia com o composto borrachoso. Em geral,

são misturados à borracha, óxido de zinco, antioxidante, e ácido esteárico; então o negro de fumo é colocado na proporção com o amaciante ou óleo, quando pode ser considerado um negro de boa fornada mestre. A segunda fase inclui mistura de todos os outros ingredientes com o acelerador e o enxofre é que adicionado por último. A mistura então continua até o enxofre ser bem dispersado.

O copolímero de estireno-butadieno contendo 40-55% de estireno comporta-se como alto reforçante duro da borracha; com estireno contendo 70-90% eles são com mais razão, resinas do que elastômeros. Os copolímeros de 40-55% de estireno são, frequentemente, usados sozinhos, mas os 70-90% de polímeros estireno são, geralmente, blendas com elastômeros tal como SBR, borracha natural, borracha nitrílicas, ou neopreno. Borracha butílica não é recomendada. Pode não ser verificado que blendas de SBR com polímeros de alto conteúdo de estireno não são equivalentes a polímeros de conteúdo médio de estireno, embora tenha o mesmo conteúdo médio de estireno. A fórmula composto para blendas são, geralmente, parecidos com aquelas usadas na SBR sozinho.

Os níveis de enxofre variam inversamente com o conteúdo de estireno da blenda, mas poderia variar cerca de 1,5-2,5% . Por causa da não equivalência das blendas existe recomendação de manufaturas de copolímeros. Desde que os copolímeros resinosos de alto conteúdo de estireno reforçam as blendas, as propriedades físicas das gomas são superiores àquelas das gomas de SBR e produtos úteis para calçados ou pisos pode ser feito com cargas brancas não reforçantes ou sem nenhuma carga. O processamento no moinho ou banbury são parecido com àquele do SBR, aquecendo os rolos ou banbury

acima de 150°F, seja desejável para fazer a mistura da resina.

2.3 - COMPÓSITOS

2.3.1 - Conceituação e Tipos

De um modo geral define-se compósitos como uma combinação de dois ou mais materiais, cada qual permanecendo com suas características individuais, em uma estrutura bifásica: a fase contínua, ou matriz, e a fase dispersa, em forma de cilindros, esferas ou plaquetas embebidas na matriz (3). Quando a matriz é um polímero, tem-se os compósitos poliméricos, de grande aceitação atual com centenas de produtos comerciais.

Quando a carga adicionada possibilita um aumento na resistência do material em relação à matriz pura, isto é, exerce uma função de reforço, o material resultante é dito reforçado e, caso possua extraordinária relação resistência/peso, resistência térmica e química, tem-se um compósito avançado.

2.3.2 - Função dos Componentes

Os componentes exercem funções específicas, dependendo de suas próprias características. A matriz representa a superfície final, determinando importantes propriedades como resistência a agentes químicos, comportamento térmico e elétrico e aparência superficial. Atribui-se também à matriz resistência ao impacto, resistência ao fissuramento sob tensões ambientais, facilidade de usinagem e

estabilidade dimensional.

As cargas, fibras ou partículas, por sua vez apresentam as mais variadas funções, dependendo da forma, razão de aspecto-relação entre a maior e menor dimensão, também chamado grau de anisotropia, propriedades intrínsecas e grau de afinidade com a matriz. Dentre os principais requisitos de uma carga citam-se:

- melhoria nas propriedades físicas desejadas
- baixa absorção de umidade
- boa molhabilidade
- baixo custo e disponibilidade e outras.

2.3.3 - Propriedades:

As propriedades dos compósitos dependem basicamente dos seguintes fatores:

- propriedades dos componentes individuais e composição
- grau de interação entre as fases - características da interface / mesofase
- razão de aspecto e porosidade da carga
- grau de homogeneização e mistura entre os componentes.

Geralmente a adição de alguns componentes melhora algumas propriedades em detrimento de outras. Cargas não reforçantes aumentam o módulo de elasticidade, temperatura de amolecimento, viscosidade, dureza, enquanto diminuem a resistência mecânica. Por outro lado, as cargas reforçantes tem por objetivo melhorar a resistência mecânica do compósito.

2.3.3.1 - Interface/Mesofase

Atribui-se o aumento na resistência tênsil do compósito à transferência de tensões através da interface como resultado da deformação elástica, longitudinal, entre a carga e a matriz e, do contato por fricção entre a carga e a matriz (Morley & Millman 1974). Segundo estes autores, existe um valor máximo de tensão de cisalhamento que pode ser transferido ao reforço, que depende de efeitos de fricção. Desta forma a interfase, ou seja, a área de contato entre o polímero e a carga, assume papel decisivo nas propriedades mecânicas do material final, de modo que boa adesão resulta em boas propriedades mecânicas. Considera-se que a falha de um compósito origina-se da quebra da interface, e não devido à quebra de um dos componentes (Richard et al., 1985).

Postula-se a existência de uma interfase entre as partículas de cargas e a matriz propriamente dita, comumente chamada mesofase, onde existem imperfeições, gradientes de tensões e outras singularidades que podem iniciar a falha. Esta mesofase é polimérica mas com conformações diferentes do polímeros base e sua extensão depende do polímero, da carga e do grau de afinidade entre estes.

As moléculas poliméricas, quando em contato com a superfície da carga, que é na verdade rugosa, com cantos vivos, cavidades e outras irregularidades, originam adsorção física e química. Camadas fisicamente adsorvidas geram mesofases fracas, salvo nos casos de intermixagem e interpenetração, onde, além da adsorção física ocorre o "agarramento" mecânico. A adsorção química gera mesofase forte, aumentando o mecanismo de reforço.

Em resumo, a interfase exerce papel decisivo no comportamento dos compósitos, mas o mecanismo é complexo pois é um campo de interação de muitos processos, tais como:

- a região interfacial que, é um espaço onde existe um grande número de tensões geradas por diferentes expansões térmicas dos componentes;
- cargas são sítios preferenciais de adsorção ou desorção de certos segmentos moleculares;
- a interface pode ser um sítio preferencial de reação resultante da atividade superficial da carga.

2.3.3.2 - Homogeneização

Boa dispersão das partículas na matriz é uma das condições necessárias para se ter boas propriedades mecânicas do produto moldado. Há uma tendência natural das cargas formarem agregados, impedindo o envolvimento completo pela matriz, o que gera concentração de tensões excessiva e conseqüente fragilização do material. Para se obter boa dispersão é preciso levar em conta fatores, tais como, forma e tamanho das partículas, tendência a se agregarem ou a interagirem com o polímero, molhabilidade da carga pela matriz e da técnica, e tempo de mistura.

O tamanho da partículas também é importante pois define a área de contato com a matriz. Em geral, a resistência aumenta com a diminuição do tamanho de partícula. Quando se usa cargas porosas, como negro de fumo, consegue-se níveis de resistência devido a uma adsorção mais eficiente e até difusão das macromoléculas na estrutura da carga, permitindo o "agarramento" mecânico.

2.4 - ALGUNS ADITIVOS

Praticamente todos os polímeros comerciais recebem aditivos, seja durante o processamento ou em uma etapa anterior ao processamento, a etapa de mistura. Os aditivos são algumas vezes necessários para alterar as propriedades do material, como por exemplo, tornando-o mais duro, mais flexíveis ou até mesmo mais barato. Geralmente, necessário para conferir estabilidade ao material durante o serviço e/ou durante o processamento, o que é conseguido por meio de aditivos adequados.

Os aditivos comumente utilizados são:

- plastificantes
- estabilizantes
- cargas
- lubrificantes
- pigmentos
- espumantes
- antioxidantes
- antiozonizante

Os tipos e quantidades dos aditivos a serem incorporados dependerão da matriz, do processo de transformação a ser utilizado e da aplicação a que se destina. Um aditivo tem efeitos positivos sobre vários aspectos, como a adição do negro de fumo na borracha, que aumenta sua resistência tênsil, confere coloração preta e, através da absorção de radiação ultra-violeta, melhora a resistência ambiental. Os aditivos podem ser sólidos, borrachosos, líquidos ou gases e devem atender aos seguintes requisitos:

- a) devem ser eficientes em sua função
- b) devem ser estáveis na condições de processamento
- c) não devem migrar
- d) devem ser atóxicos e não provocar gosto ou odor
- e) devem ser baratos.

De um modo geral, pode-se classificar os aditivos usados em polímeros como aditivos modificadores e aditivos protetores.

2.4.1 - Aditivos Modificadores

São os que alteram as propriedades físicas das matrizes poliméricas, como as cargas, plastificantes, agentes químicos, agentes espumantes, pigmentos e outros.

- As cargas que aumentam a resistência da matriz polimérica é dita carga reforçante, como por exemplo o negro de fumo na borracha; caso contrário, a carga é dita não reforçante, ou inerte, como o caulim e carbonato de cálcio. As cargas reforçantes, ou ativas, geralmente diminui a resistência as impacto do material e aumenta muito o módulo de elasticidade. Os aspectos importantes das cargas são o tamanho, a forma e a afinidade química com a matriz.
- Os plastificantes, geralmente na forma de líquidos não voláteis, são usados para aumentar a flexibilidade do polímero. O exemplo de polímero plastificado mais comum é o PVC que, dependendo da quantidade de plastificante adicionado, pode mudar de material vítreo para material borrachoso.
- O agente químico mais usado como aditivo é o agente de reticulação, que funciona como uma ponte entre as cadeias do polímero. O número de reticulações obtido depende do número de pontos ativos de polímero e da quantidade de aditivos adicionado. O efeito nas propriedades é aumentar a resistência e rigidez e reduzir a fluência. O exemplo comum é a vulcanização da borrachas por enxofre.
- Os agentes de expansão são usados para produzir artigos de espuma.

São substâncias que se decompõe quimicamente na temperatura de processamento, liberando gases. O uso de agentes de expansão é cada vez mais crescente na tentativa de se produzir artigos leves e resistentes. O produto produzido pode ser de célula fechada, a espuma, ou de célula aberta, a esponja, dependendo das condições de processamento.

- Os pigmentos são aditivos utilizados para conferir tonalidades de cor aos materiais. É costume de distinguir entre pigmentos e matrizes "dyes". Os primeiros são insolúveis nos plásticos e as matrizes são solúveis. Esta classificação dos corantes não pode ser muito rigorosa pois alguns tipos são parcialmente solúveis.

O polímero pigmentado deve ser estável tanto à temperatura quanto ao tempo de exposição, seja durante o processamento, seja durante o uso do artigo. Os pigmentos orgânicos são geralmente mais estáveis, especialmente o dióxido de titânio, óxido de ferro, óxido de cromo, pigmentos de cobalto e o negro de fumo. A estabilidade no processamento inclui não apenas a resistência à temperatura, mas também a resistência ao cisalhamento que ocorre.

Os requisitos principais de um pigmento são:

- a) forte poder de recobrimento a matriz
- b) tamanho de partícula adequado
- c) ser eficiente em pequenas quantidades para não alterar as propriedades mecânicas do polímero
- d) ter estabilidade térmica compatível com a temperatura de processamento do polímero
- e) não migrar.

2.4.2 - Aditivos Protetores

Os aditivos usados para dar "proteção" ao polímero são os antioxidantes, antiozonantes, estabilizantes de ultra-violeta, agentes antiestáticos, lubrificantes e outros.

- Os antioxidantes são utilizados para proteger contra a oxidação atmosférica. O oxigênio atmosférico reage com sítios ativos da cadeia polimérica - com átomos em hidrogênio em carbono terciário, dando origem a uma série de reações que culminam com a cisão da cadeia, degradação. O antioxidante interfere quimicamente com a série de reações que leva à cisão. Sem esta proteção, seria quase impossível se processar muitos polímeros satisfatoriamente, pois as perdas nas propriedades seriam inaceitáveis.

- Os antiozonantes são tipos de antioxidantes que evita que as borrachas sejam atacadas por ozônio, muito comum especialmente quando a borracha está sendo tensionada.

Os estabilizantes de ultra-violeta atuam em conjunto com os antioxidantes. Sua função é evitar que a luz solar inicie o processo de degradação. Estes aditivos atuam absorvendo a radiação UV.

As borrachas insaturadas apresentam problemas de rachaduras quando em estado tensionado e expostas a radiação de ozônio. Durante algum tempo estas borrachas foram protegidas com ceras que formavam uma camada superficial impermeável ao ozônio. Entretanto, esta cera se tornava menos efetiva em aplicações dinâmicas, daí o desenvolvimento a partir dos 50 de agentes antiozonantes, isto é, compostos que combatem a degradação iniciada por ozônio, como os derivados de p-fenilenodiamina. Estes aditivos só são utilizados em borrachas sujeitas a tensões dinâmicas durante o uso.

2.5 - POLICLORETO DE VINILA - PVC

As resinas de PVC são fabricadas por dois processos principais: polimerização em suspensão, e polimerização em emulsão. Um terceiro processo, a polimerização em massa, não foi usado em maior escala até hoje, mas espera-se que terá um papel importante no futuro próximo.

Não considerando o método de polimerização empregado, as resinas podem ser classificadas em homopolímeros e copolímeros.

Homopolímeros podem ser caracterizados em termos do seu peso molecular. Copolímeros são principalmente composições de cloreto de vinila/acetato de vinila, ou cloreto de vinila/cloreto de vinilideno.

2.5.1 - Monômero - O cloreto de vinila é um gás que ferve a -149°C . Se produzem correntemente por um processo de duas etapas em que se fazem reação primeiro ao etileno cataliticamente com HCl e oxigênio para dar 1,2 dicloroetano. Este se pirolisa então ao cloreto de vinila e HCl, sendo o último reciclado. O processo mais antigo é o que adiciona HCl ao acetileno, mas já está ultrapassado.

2.5.2 - Polimerização - A polimerização em suspensão é o método mais comum de preparar o policloreto de vinila, e ele procede na maioria dos materiais utilizado para moldagem, extrusão e calandragem. A polimerização em emulsão, segunda em importância, se emprega extensivamente para produzir as resinas vinílicas utilizadas em plastisoles e organosoles. Nos últimos anos se tem realizado alguma de polimerização em massa à escala comercial, apesar da insolubili-

dade do polímero em seu monômero e na sensibilidade do método, em que os radicais quebram atrapalhando, e ao sobre aquecimento local com a deterioração das propriedades das resinas. Se emprega, ambas, uma pequena quantidade de polimerização em dissolução.

2.5.3 - Estrutura - O policloreto de vinila é um produto parcialmente sindiotático, com a suficiente irregularidade da estrutura para que a cristalinidade seja bastante baixa. Sua caracterização estrutural se complica, pela possibilidade de ramificação na cadeia e a tendência do polímero ao associar-se em dissolução.

2.5.4 - Estabilidade - O policloreto de vinila é bastante instável ao calor e a luz. A iniciação térmica implica na perda de um átomo de cloro adjacente a alguma anormalidade estrutural, que reduzem a estabilidade da ligação C-Cl, tal como a insaturação terminal. O radical de cloro formado extrai um hidrogênio para formar HCl, enquanto o radical de cadeia resultante reage então para formar insaturação de cadeia com regeneração de um radical de cloro. A reação pode iniciar-se também por luz ultravioleta, que são absorvidas nas estruturas insaturadas com liberação de um átomo de cloro adjacente. A presença do oxigênio em ambas reações da cadeia, aceleram e se formam estruturas catônicas nas mesmas.

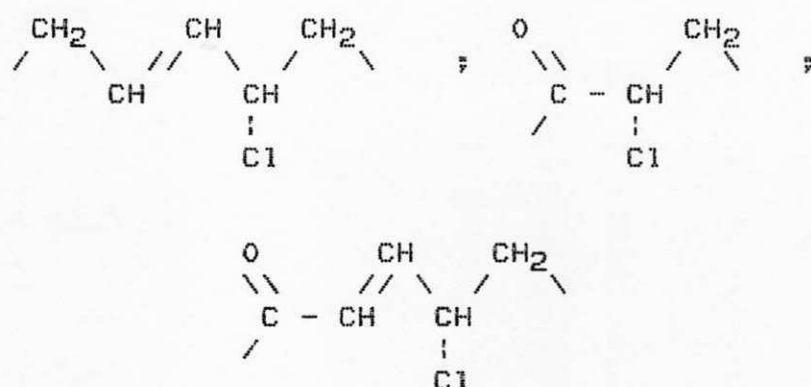
2.5.5 - Estabilizantes para o PVC

É literalmente impossível se processar o PVC em altas temperaturas sem o uso de estabilizantes. A decomposição durante o processamento ocorre com ou sem a presença de estabilizantes, mas a presença destes diminui a intensidade de degradação, possibilitando

a moldagem. A grande instabilidade do PVC é atribuída aos seguintes fatores:

- (1) presença de resíduos de catalisadores, cadeias ramificadas e ligações duplas terminais, que favorecem o processo oxidativo
- (2) presença de átomos de carbono terciário
- (3) condição lábil dos átomos de cloro, que desprendem facilmente do polímero formando HCl, que atua de forma catalítica no processo oxidativo.

O processo oxidativo do PVC pode ser iniciado tanto por aumento de temperatura quanto por absorção de luz. A descloração é o aspecto determinante na degradação do PVC, levando a mudança radical na coloração do material e alterando muito as propriedades físicas. Possíveis estruturas intermediária formadas são:



As ligações duplas formadas são mais facilmente oxidáveis e até passíveis de ligações de reticulação, o que se verifica em amostras altamente degradadas, que apresentam aspectos de polímero termofixo.

Os estabilizantes de PVC além da atuação análoga aos estabilizantes para outros plásticos tem a importante função de reagir com o HCl formado, evitando que este atue como catalisador na

degradação. Esta reação forma produtos que evaporam durante o processamento. Os principais tipos de estabilizantes usados no PVC são:

- sais metálicos de ácidos orgânicos, inorgânicos e fenóis
- compostos organometálicos, compostos de estanho tetravalente
- compostos epóxi
- compostos orgânicos contendo nitrogênio
- fosfitos
- estabilizantes orgânicos como, fenóis, poliois, triazóis e outros.

É muito comum se utilizar sistemas combinados de estabilização visando efeitos sinérgicos.

3 - SETORES BÁSICOS NO PROCESSAMENTO DAS SANDÁLIAS HAVAIANAS

A incorporação da borracha estireno-butadieno com outros elementos são envolvidas por várias etapas básicas no processamento da sola, onde as propriedades do produto final dependerá do controle durante o processo.

Características das sandálias Havaianas - são essencialmente solados do compósito de SBR moldados em moldes sob medida.

Na fabricação das sandálias Havaianas há uma sequência de incorporações na formulação de acordo com a ordem de colocação dos aditivos, cujo produtos que fazem parte da formulação são:

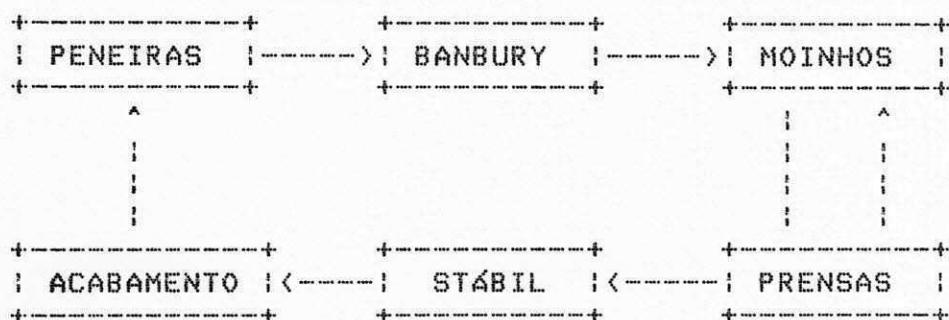
- SBR
- negro de fumo, caulim, carbonato de cálcio
- parafina, ácido esteárico
- dióxido de titânio, óxido de zinco
- pigmentos, óleo lubrificante
- esponjante, ativador
- clorofórmio, enxofre
- resíduo do composto de SBR

O composto de SBR, são resíduos e rebarbas gerados no corte das solas, os quais são reprocessadas e entram na formulação como carga. A formulação geral do composto é a seguinte:

| | |
|-------------------------------|-------|
| - borracha estireno-butadieno | 28,7% |
| - resíduo do composto de SBR | 40,0% |
| - cargas | 20,0% |
| - demais aditivos | 11,3% |

No processamento de industrialização da sandália Havaiana são

sequenciadas por vários setores, conforme fluxograma abaixo, que são divididos em:



3.1 - SETOR DE PENEIRAS

É o primeiro setor na etapa do processo das sandálias havaianas, onde pode ser dividido nas seguintes etapas:

3.1.1 - Armazenagem de Resíduos

Este setor é responsável pela armazenagem dos compostos de SBR vinda do corte das solas, do setor "acabamento", como resíduo. Os resíduos são armazenados em silos e, separados por cores. Ao serem retirados dos silos são conduzidos em carros para a estufa, tipo COPÉ - com capacidade para 4 carros, com 300Kg cada.

3.1.2 - Tratamento do Resíduos

3.1.2.1 - Estufamento

Os resíduos do composto de SBR colocados na estufa tem por finalidade eliminação de gases geradores de bolhas e, principalmente, às ligações cruzadas provocadas pelo enxofre na vulcanização. Na estufa os resíduos permanecem por uma hora e meia a

temperatura de aproximadamente 100°C . Este tratamento é realizado a fim de evitar uma pré-vulcanização no Banbury ou outro tipo de reação que poderia dificultar o processo.

3.1.2.2 - Moinhos Quebradores

Os carros com resíduos que saem da estufa são colocados em "lay out", em seguida conduzidos aos moinhos quebradores com a finalidade de reduzir o tamanho do composto de SBR estufado, facilitando na pulverização. Na fábrica existe atualmente dois moinhos quebradores do tipo COPÉ.

3.1.2.3 - Moinhos Trituradores e Peneiras

Os moinhos trituradores e as peneiras trabalham em conjunto, formando um ciclo. Os compostos de SBR que saem dos moinhos quebradores são pulverizados e classificados em peneiras de granulometria de 12 Mesh, onde os compostos de SBR classificados são colocados em caixas e, os que não passar na malha retorna ao moinho, formando um ciclo. Existem três moinhos trituradores, tipo COPÉ, cada um trabalhando com uma cor específica.

Produção de cada peneira é a seguinte:

| PENEIRAS | CAPACIDADE |
|----------|--------------------|
| 01 | 40 CAIXAS POR HORA |
| 02 | 26 CAIXAS POR HORA |
| 03 | 26 CAIXAS POR HORA |

Obs.: cada caixa contém 10,7Kg do composto de SBR pulverizado.

3.2 - SETOR DO BANBURY

O Banbury é um misturador de câmara fechada que proporciona maior rendimento, eficiência e economia na mistura. Neste equipamento os componentes são adicionados pelo canal de alimentação e, um pistão comprime a massa junto aos rotores. A distância entre a superfície do rotor e as paredes é muito pequena, sendo aí que a mistura ocorre intensamente.

O setor do Banbury é responsável pelas pesagens e misturas de todos os componentes do composto. Este setor são divididos em:

3.2.1 - Pesagem da Borracha estireno-butadieno

As borrachas estireno-butadieno são retiradas do estoque e levadas a uma guilhotina hidráulica de 50 kgf/cm^2 para serem cortadas, em seguida pesadas, de acordo com a quantidade estabelecida na formulação.

São três tipos de borrachas estireno-butadieno usadas, onde as diferenças estão no tipo de copolimerização empregada na sínteses. A borracha estireno-butadieno pode ser obtida por polimerização, através de emulsão e solução.

Os copolímeros de butadieno e estireno com mais de 50% em butadieno a uma razão 3:1 de monômeros dá um copolímero elástico.

A principal característica deste tipo de borracha antes da vulcanização é a sua pouca pegajosidade e o pouco escoamento ao próprio peso.

3.2.2 - Pesagem das Cargas

São substâncias que incorporadas as borrachas podem modificar ou até melhorar as propriedades delas, tais como:

- resistência a abrasão
- resistência tênsil
- aumento de dureza e outras

As cargas são usadas, também, como enchimento, aumentando o peso e, reduzindo o custo. As cargas usadas no processo são:

- caulim
- carbonato de cálcio
- composto de SBR pulverizado

3.2.3 - Pesagem de Pigmentos

Na sala de pigmentos são pesados os aditivos que são incorporado no compositos da borrachas, sendo eles:

- antioxidante - Vulkanox KMS
- acelerante - Vulkacit Merkaptó
- pigmentos - negro de fumo, azul Irgalite, amarelo Irgalite
- ativador - óxido de zinco
- antiozonante - parafina
- ácido esteárico - esteárico 35

Todos estes aditivos são usados para melhorar o processamento e fornecer certas propriedades específicas, tais como, cor, resistência ao ataque de ozônio e outras, satisfatória ao produto final. Todos estes aditivos juntos entram na formulação em aproximadamente 11,3% .

3.2.4 - Mistura no Banbury

Todos os componentes da mistura são colocados no Banbury, formando uma carga de 280kg.

É seguido um processo para a colocação da carga no Banbury que é conhecida como "UP SEAT DOWN", e tem a seguinte ordem de colocação por produto:

- carregar as borrachas estireno-butadieno
- carregar o tambor com as pesagens de pigmentos mais o composto de SBR pulverizado e, a metade do óleo lubrificante
- colocar o tambor com a outra metade do composto de SBR e o óleo lubrificante
- fechar a porta do Banbury
- aos 3 minutos varrer bem
- aos 5 minutos varrer
- aos 6 minutos arriar o lote.

O tempo de mistura é padrão para todas cargas e são de 6 minutos a uma temperatura de aproximadamente 100°C, sob uma pressão de 5Kgf/cm² . Após o tempo de mistura o lote é despejado no moinho semi-final para homogeneizar a mistura. Terminada a homoge-

neização o composto de SBR é cortado em mantas e levados as banho de sabão, onde é esfriada e, tornando a superfície menos aderente.

O teste de qualidade do composto na mistura que sai do Banbury é realizado pelo laboratório, verificando fundamentalmente a mistura quanto à aceleração. Diz-se que o composto está atrasado, quando não completa seu ciclo de vulcanização no tempo determinado ao processo. A correção do composto é feita nos moinhos finais.

3.3 - SETOR DE MOINHOS

O equipamento mais simples de mistura de aditivos em borracha é o misturador de dois rolos, que consiste de dois cilindros metálicos girando em sentido contrário, geralmente com velocidades diferentes - razão de velocidade de 1/1.1 a 1/1.4 . Os componentes são alimentados no espaço entre os rolos e serão intensamente cisalhados, tendendo a aderir a um dos rolos, dependendo da temperatura e velocidade. O equipamento dispõe de sistema de aquecimento e refrigeração.

O misturador de cilindros ou de rolos, tipo COPÉ, recebe o composto que sai do banho de sabão e, que estão estocados em palets por um período de 24 horas. Este tempo é suficiente para estabilização das reações químicas ocorrida durante o processo.

3.3.1 - Moinho de Sola

Os moinhos de solas são alimentados pelas mantas do compostos de SBR que estavam estocados e neles são incorporados o

elemento vulcanizante, o enxofre, o esponjante, e clorofórmio. A mistura permanece no moinho a um tempo padrão de 11 minutos à temperatura de aproximadamente 80°C. As mantas são cortadas e divididas em três tiras, em cada das extremidade do cilindro, por oito facas rotativas com às dimensões definadas pelo "Standard".

| DIMENSÕES DAS FACAS | | |
|---------------------|--------|--|
| EXTREMIDADE | 122 mm | |
| CENTRO | 121 mm | |

As dimensões das tiras das solas do composto são:

| SOLA | LARGURA | ESPESSURA |
|------|------------|--------------|
| | 124-126 mm | 11,5-12,0 mm |

As mantas cortadas em tiras são colocadas e conduzidas em carrinhos até os ventiladores para resfriamento.

3.3.2 - Moinho de Palmilha

O processo do composto de SBR é similar ao da sola, com exceção de alguns produtos usados. Os produtos que não entram na formulação da palmilha são, o caulim, o negro de fumo e os pigmentos específicos das solas.

O moinho de palmilha tem a mesma finalidade dos moinhos de solas, só que é usado apenas para o processo de homogeneização dos componentes usado como palmilha, existindo uma diferença quanto ao ponto de vulcanização. A palmilha é mais atrasada do

que a sola porque entra em contato primeiro com o molde, iniciando a reação.

O moinho de palmilha tipo COPÉ, com sistema de esteira, de sete rolos, dá ao composto da borracha, espessura e largura, adequada na união ao composto da borracha da sola.

| | LARGURA | ESPESSURA |
|----------|------------|------------|
| PALMILHA | 126-128 mm | 1,3-1,6 mm |

Os rolos são refrigerados com água geladas, garantindo que a palmilha não pré-vulcanize e continue atrasada em relação a sola. A palmilha ao sair do moinho são enrolados em lonas que, evita aderência e sujeiras.

3.4 - SETOR DE PRENSAS

É o setor responsável pela união sola/palimilha e a vulcanização da borracha, onde é expandida em moldes com design definido. Este setor divide-se em três etapas:

3.4.1 - Análise da Carga

A análise da carga ocorre antes de chegar no setor. Enquanto a carga está sendo retirada do moinho final, uma amostra representativa é levada às prensas para se analisar o estado da borracha após a vulcanização. Caso a amostra não estiver em condições de processamento é retornada ao moinho para correção.

3.4.2 - Mesa de Corte

As tiras de borrachas são colocadas na mesa de corte, onde é feita à união da sola à palmilha. As tiras são cortadas por guilhotinas pneumáticas em pedaços denominados "cartuchos", cujo comprimento dependerá do número da sandálias.

| CARTUCHOS (mm) | |
|----------------|-------------|
| NÚMEROS | COMPRIMENTO |
| 23/4 | 87 |
| 25/6 | 93 |
| 27/8 | 107 |
| 29/0 | 121 |
| 31/2 | 137 |
| 33/4 | 147 |
| 35/6 | 170 |
| 37/8 | 180 |
| 39/0 | 195 |
| 41/2 | 210 |
| 43/4 | 230 |

Os cartuchos são cortados e separados de acordo com a ordem dos moldes que está na prensa. A estes agrupamentos de cartuchos separados por panos dá-se o nome de "livro", onde são levados para a prensa.

3.4.3 - Prensas

É onde a vulcanização ocorre e a modelação da borracha. São num total de 16 prensas divididas em 4 grupos. Cada prensa tem capacidade para 8 moldes. A quantidade de cavidades por moldes depende do número da sandália, como mostra o quadro seguinte:

| NÚMERO DA SANDÁLIA | QUANTIDADE DE CAVIDADES |
|--------------------|-------------------------|
| 23/4 | 16 |
| 25/6 | 16 |
| 27/8 | 16 |
| 29/0 | 12 |
| 31/2 | 9 |
| 33/4 | 9 |
| 35/6 | 9 |
| 37/8 | 9 |
| 39/0 | 9 |
| 41/2 | 6 |
| 43/4 | 6 |

Observação: cavidade é a quantidade de pares moldados nos moldes.

Os moldes são banhados com uma solução antidesmoldante de silicone que evita que a borracha fique aderida no molde e, atua, também, como estabilizador térmico. Após o banho os cartuchos são colocados na prensa, em seguida, é fechada.

A prensa deve trabalhar com os valores adequados ao processo para obter-se um produto com uma boa performance. Os da-

dos em que a prensa deve trabalhar é a seguinte:

| TEMPERATURA | PRESSÃO HIDRÁULICA | PRESSÃO VAPOR | TEMPO |
|-------------|-------------------------|-------------------------|-------|
| 158 ± 3°C | 180 Kgf/cm ² | 5,5 Kgf/cm ² | 6'10" |

Uma das características da sandália, quando apresenta no processo, um bom desempenho, é ter estes valores de dureza:

| LOCAL | DUREZA SHORE A |
|-------|----------------|
| BICO | 19 a 23 |
| SALTO | 15 a 19 |

As mantas que saem das prensas são colocadas em carros com capacidade para 54 mantas, onde são empilhadas, três a três e, conduzido ao setor stábil.

3.5 - SETOR DE STÁBIL

Stábil são estufas onde ocorre a estabilização das reações químicas, devido a ativação térmica nas moléculas, ocorrida durante a prensagem. A sua principal característica é fazer que não haja um alto grau de encolhimento do tamanho da sola, devida as acomodações das moléculas e liberações de gases.

A estabilização ocorre em três estágios com temperatura elevando-se até o máximo e depois decaindo. Isto acontece para que o material não fique, sujeito por muito tempo, à temperatura alta que, poderia haver degradação da borracha.

A stábil possui ventiladores laterais que fazem o ar quente circular, mantendo a distribuição de calor uniforme. A fábrica possui três stábil colocadas em paralelos. Quando os carros carregados com mantas saem da stábil, eles ficam expostos a grandes ventiladores, facilitando no resfriamento da borracha vulcanizadas. O quadro seguinte apresenta as especificações no processo stábil:

| | |
|---------------------------|----------------------|
| TEMPO DE ESTABILIZAÇÃO | 1h30' |
| TEMPERATURA NO 1º ESTÁGIO | 86°C |
| TEMPERATURA NO 2º ESTÁGIO | 98°C |
| TEMPERATURA NO 3º ESTÁGIO | 65°C |
| CAPACIDADE | 9 CARROS |
| PRESSÃO DE VAPOR | 7Kgf/cm ² |

Quando as mantas encontram-se à temperatura próxima ao ambiente são retiradas da frente dos ventiladores e, estocadas em um lay out, separando-os por cor e número. Estas mantas são empilhadas em tarimbadas, com cem mantas, onde é colocadas em seguida, no setor de corte.

3.6 - INJEÇÃO - FORQUILHA

A forquilha é a parte da sandália que dá sustentação ao pé junto a sola. Possuem um formato em "V" e são feitas de PVC através do processo de injeção. As cores das forquilhas são às mesmas das solas. O policloreto de vinila é injetado a uma pressão de 15Kgf/cm² a uma temperatura de 180°C em moldes com 12 cavidades. Existem, atualmente, na fábrica 16 injetoras. As forquilhas possuem códigos que identificam o número das sandálias e, que fábrica ela pertence.

O quadro abaixo ilustra o tamanho da forquilha, com relação ao número das solas que se encontra em um dos botões da forquilha:

| TAMANHO | NÚMERO DAS SANDÁLIAS |
|---------|----------------------|
| 0 | 23/4 a 25/6 |
| 1 | 27/8 a 29/0 |
| 2 | 31/2 a 33/4 |
| 3 | 35/6 |
| 4 | 37/8 |
| 5 | 39/0 |
| 6 | 41/2 a 43/4 |

As forquilhas são armazenadas em seu lay out, dividindo por número. No lay out as caixas são etiquetadas para controle e são liberadas, após análise do controle de qualidade, no qual verifica, basicamente, quando a sua tonalidade. Quando aprovadas pelo controle de qualidade as forquilhas são conduzidas ao setor de corte para montagem na sola. A produção de forquilha é contada por caixa, e cada caixa contém uma quantidade que depende do código. Veja o quadro:

| TAMANHO | QUANTIDADE (PÉ) |
|---------|-------------------|
| 0 | 894 |
| 1 | 840 |
| 2 | 788 |
| 3 | 735 |
| 4 | 721 |
| 5 | 654 |
| 6 | 630 |

3.7 - SETOR DE ACABAMENTO

é a parte final do processo de fabricação das sandálias havaianas.

São as operações finais da fabricação das sandálias, onde as mantas são cortadas com facas sob medida e, em seguida, colocada a forquilha. As sandálias são embaladas e inspecionadas por inspetores do controle de qualidade. O critério usado pelo controle de qualidade na rejeição das sandálias, são expostos em um quadro classificados por defeitos. Os inspetores usam, comparativamente, estes critérios, verificando se o material é ou não de boa qualidade.

4 - DISCUSSÃO

Durante o desenvolvimento do estágio alguns pontos do processo exigui estudos e discussões.

O método de incorporação empregado com toda a padronização do processo foi, um dos pontos que necessitou muita atenção.

Diante dos problemas apresentados no processo, observa-se que existe vários parâmetros no qual acarretam os defeitos, de modo que a prática e a rotina da produção leva o operador, a máquina e o molde a um desgaste.

O setor de prensas è o mais afetado, pois é necessário que haja constante inspeção tanto nas máquinas, como nos operadores . O controle de qualidade, após estudos realizados, está atuando diariamente neste setor, mas apesar das reduções das solas inutilizados, não foi possível uma total eliminação dos defeitos gerados, conforme anexo I e II.

A matéria prima processada no setor dispõe apenas, de análise superficiais fornecido pelo laboratório da empresa, pois ela não dispõe de equipamento suficiente para fazer testes físico-químicos que assegurem numa melhor qualidade do produto. A matéria prima que fornecida pelos fornecedores da empresa, também, não são submetidos a testes comparativos àqueles que são fornecidos por eles.

Por conta da ausência destes testes de controle de qualidade no laboratório da empresa, não foi possível apresentar dados de resultados comparativos, uma vez que a empresa confia totalmente no material fornecido. Por outro lado, o setor em que se atuava durante estágio não permitia o acesso ao controle feito pelo laboratório.

5 - CONCLUSÃO

O presente trabalho nos mostrou como desempenhar atividades dentro de uma indústria, no qual é posto em prática os conhecimentos teóricos assimilados e deles beneficiando para a formação e um bom desempenho profissional.

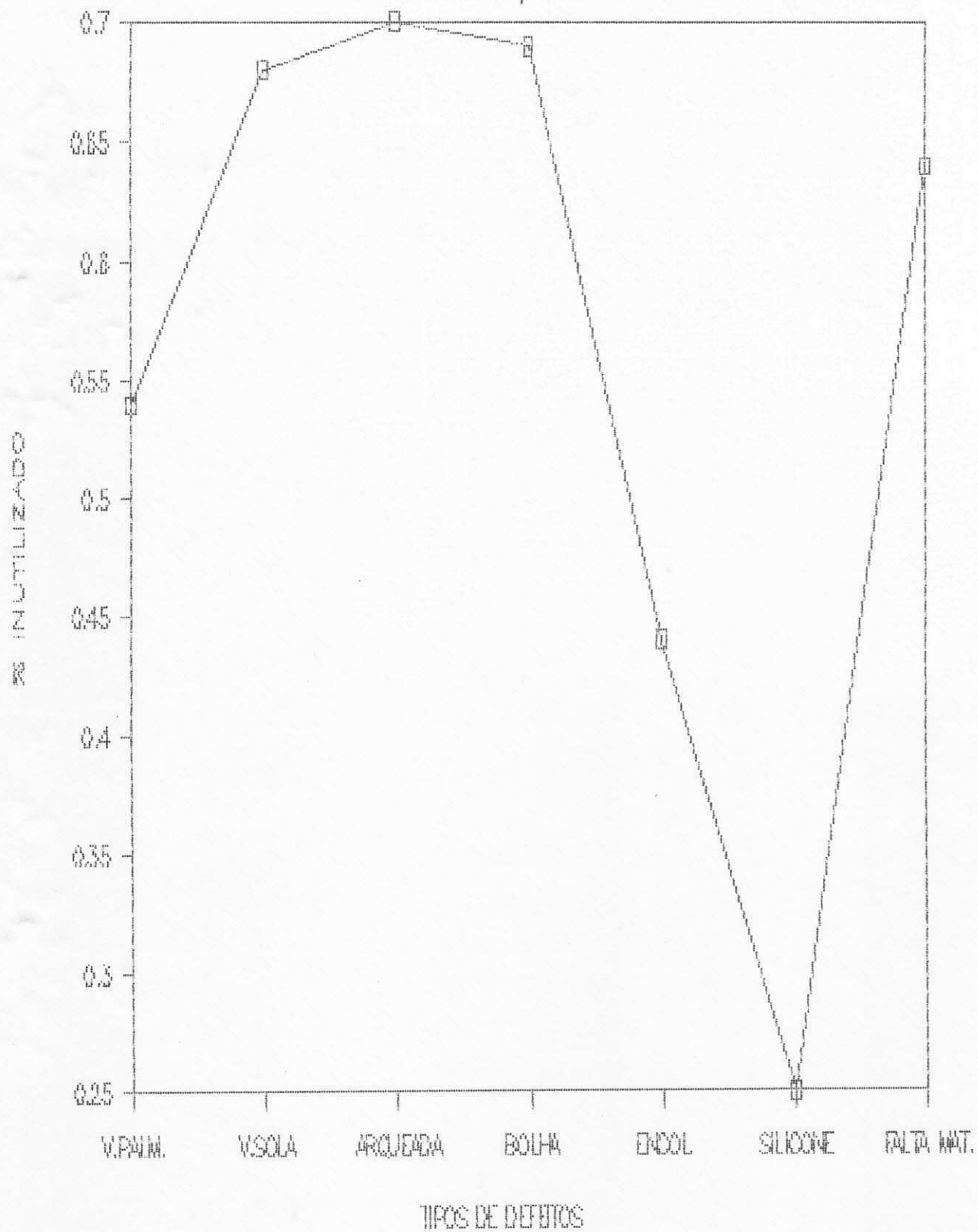
No processo de produção dos materiais verifica-se que há uma grande preocupação de alguns setores, pois é preciso que a incorporação deste materiais forneça as propriedades desejadas do produto final. O grande índice de inutilizados gerados é devido, a concentração de cargas não homogenizadas por completo, criando pontos radicais que geram canais vazadores de palmilha na sola, pois a palmilha por está em contato primeiro com o molde, ela torna-se mais fluida penetrando, principalmente, nos pontos que não foram bem dispersados na mistura, gerando vazamento, isto é, manchas brancas nas solas.

6 - BIBLIOGRAFIA

- 1 - A. BLASS - Processamento de Polímeros - Ed. da UFSC
Florianópolis, 1988
- 2 - GACHTER e MULLER - Plastics Additives Handbook - Ed. Hanser
Publishers, Munich , 1985
- 3 - RABELLO S., MARCELO - Apóstila de Aditivacão de Polímeros
UFPb - CAMPUS II - Departamento de Engª Química - 1990
- 4 - J. BRYDSON - Plastics Materials - Bettrmorths, London, 1982
- 5 - V. STRUBER - Teoria e Prática da Fabricação de Compostos Vi-
níficos - Argus Chemical Corporaation, São Paulo , 1971
- 6 - ~~FRED W. BILLMEYER, JR.~~ - Ciência de los Polímeros -
Ed. Reverte, Barcelona - 1978.

INDICE DE INUTILIZADO x MES

MES: DEZ / 90



INDICE DE INUTILIZADO x MES

MES: DEZ / 90

