



# **DOSSIÊ TÉCNICO**

Fabricação de Artefatos de Látex

Nilso José Pierozan

SENAI-RS

Centro Tecnológico de Polímeros do SENAI  
CETEPO

Agosto  
2007

**Sumário**

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>2</b>
<b>2 OBJETIVO</b> .....	<b>2</b>
<b>3 LÁTEX</b> .....	<b>3</b>
<b>3.1 Aspectos para seleção da melhor forma de produção</b> .....	<b>3</b>
<b>3.2 Composição de látex</b> .....	<b>3</b>
<b>3.3 Características fundamentais</b> .....	<b>4</b>
<b>3.4 Estabilidade X desestabilização e coacervação</b> .....	<b>4</b>
<b>4 LÁTEX NATURAL</b> .....	<b>5</b>
<b>4.1 Aplicações</b> .....	<b>6</b>
<b>5 LÁTICES SINTÉTICOS</b> .....	<b>6</b>
<b>5.1 Principais tipos comerciais</b> .....	<b>6</b>
<b>5.2 Látices de SBR</b> .....	<b>7</b>
<b>5.3 Látices de SBR vinil-piridina</b> .....	<b>7</b>
<b>5.4 Látices nitrílicos</b> .....	<b>7</b>
<b>5.5 Látices de policloropreno</b> .....	<b>8</b>
<b>6 CLASSIFICAÇÃO E FUNÇÃO DOS INGREDIENTES PARA COMPOSIÇÕES DE LÁTEX</b> .....	<b>8</b>
<b>6.1 Ingredientes</b> .....	<b>8</b>
6.1.1 Tenso-ativos para dispersão e emulsão .....	<b>8</b>
6.1.2 Modificadores da fase líquida.....	<b>8</b>
6.1.3 Modificadores da fase elastomérica.....	<b>9</b>
<b>6.2 Composição de látex</b> .....	<b>9</b>
<b>6.3 Processos de transformação de látex</b> .....	<b>9</b>
6.3.1 Fornecimento e manuseio do látex .....	<b>9</b>
6.3.2 Estruturação de uma composição de látex .....	<b>10</b>
6.3.3 Preparo das composições.....	<b>10</b>
6.3.4 Preparo das dispersões .....	<b>10</b>
6.3.5 Preparo das emulsões .....	<b>12</b>
6.3.6 Preparo das soluções.....	<b>12</b>
<b>6.4 Espuma de Látex</b> .....	<b>12</b>
6.4.1 Processos de obtenção de espuma de látex .....	<b>13</b>
6.4.1.1 Processo DUNLOP .....	<b>14</b>
6.4.2 Imersão.....	<b>16</b>
<b>6.5 Tratamento de papel</b> .....	<b>18</b>
6.5.1 Adição por batedores .....	<b>18</b>
6.5.2 Saturação de papel .....	<b>18</b>
6.5.3 Revestimento de papel.....	<b>18</b>
<b>6.6 Tratamento de tecidos</b> .....	<b>19</b>
6.6.1 Dipagem de cordonéis .....	<b>19</b>
6.6.2 Impregnação de tecidos .....	<b>19</b>
6.6.3 Revestimento de tecidos.....	<b>20</b>
<b>6.7 Moldagem</b> .....	<b>20</b>
<b>6.8 Aglomeração</b> .....	<b>21</b>
<b>6.9 Extrusão</b> .....	<b>21</b>
<b>6.10 Mistura com asfalto</b> .....	<b>22</b>
<b>6.11 Adesivos</b> .....	<b>23</b>
<b>6.12 Secagem e vulcanização</b> .....	<b>23</b>
<b>Referências</b> .....	<b>23</b>

## Título

Produção de artefatos de látex

## Assunto

Fabricação de elastômeros

## Resumo

Apresenta de forma sucinta a tecnologia de produção de artefatos de látex. Aborda as matérias-primas necessárias, a sua compatibilização com o látex, a formulação de composições de látex e os processos de transformação de acordo com o tipo de artefato que se pretende produzir.

## Palavras-chave

Borracha; fabricação; látex; polímero; produção

## Conteúdo

### 1 INTRODUÇÃO

A produção de artefatos de borracha a partir do látex é conhecida como a tecnologia do látex, que constitui uma parte da tecnologia da borracha.

Artefatos de borracha podem ser produzidos de diversas formas:

- Borracha seca: os ingredientes de uma dada formulação são misturados a seco (estado sólido) dando origem a um composto de borracha que é pré-formado e vulcanizado. Permite a obtenção dos mais diversos tipos de artefatos, com restrições aos de baixa espessura e formato complexo;
- Borracha líquida: O material elastomérico que se encontra na forma líquida, sem presença de solventes, é vertido em um molde com o formato desejado e reticulado, resultando no produto final. Ex. borracha de silicone, borracha de poliuretano. São poucos os materiais disponíveis nesta forma;
- Solução de borracha: O material elastomérico é dissolvido em solvente apropriado o qual após a sua aplicação e evaporação do solvente vai constituir o artefato ou parte dele, que por fim é vulcanizado. Apresenta restrições ambientais, técnicas e econômicas;
- Látex: Tem vantagem sobre a solução de borracha pela ausência de solventes orgânicos. Limita-se a fabricação de artefatos onde seja possível a eliminação da água de forma racional, i.e., artefatos de espessura fina.

### 2 OBJETIVO

Oportunizar ao interessado o acesso a conhecimentos básicos sobre a tecnologia de obtenção

de artefatos a partir do látex.

### 3 LÁTEX

O látex pode ser definido como uma dispersão coloidal estável de uma substância polimérica num meio essencialmente aquoso. Convém lembrar, da química coloidal clássica, o conceito de dispersão coloidal, ou seja, a apresentação de uma substância sólida, líquida, ou gasosa, sob a forma de pequenas partículas, com dimensões entre 1  $\mu\text{m}$  e 1 nm, dispersa numa substância contínua, que, por sua vez, também pode ser sólida, líquida ou gasosa. Assim, a dispersão de um sólido num líquido forma um **sol** ou um gel, a dispersão de um sólido num gás constitui um **aerosol**, a dispersão de um líquido em outro líquido produz uma **emulsão**, e a dispersão de um gás num líquido forma uma **espuma**.

Portanto, o látex constitui-se num tipo de hidrosol, com a particularidade de apresentar uma fase dispersa de natureza polimérica, de caráter mais hidrofóbico que hidrofílico.

#### 3.1 Aspectos para seleção da melhor forma de produção

A escolha da melhor opção, já que determinadas peças podem ser obtidas de diversas formas, vai depender de aspectos técnicos e econômicos.

A escolha do material leva em consideração as características necessárias para o bom desempenho do artefato e, também, do processo de produção desejado. A borracha líquida, por questões econômicas e poucos tipos disponíveis é pouco relevante. As soluções de borracha por questões econômicas, riscos ambientais e à saúde, devem ser consideradas como a última opção. Assim sendo, a tecnologia do látex e da borracha seca são prioritárias. Comparando-se as técnicas de processamento dos látices e borrachas sólidas, podemos destacar o seguinte:

- o processamento do látex requer apenas equipamentos leves e simples, ao contrário do equipamento pesado e do alto custo utilizado para a transformação da borracha e que necessita elevado consumo de energia;
- a não necessidade da etapa de mastigação no processamento do látex significa não apenas economia em equipamento, energia e tempo, mas também um vulcanizado com melhor resistência ao envelhecimento, além da manutenção da característica original de alto peso molecular, resultando em produtos com maior módulo;
- devido a ausência da mastigação, a adição de cargas reforçantes utilizadas na tecnologia da borracha seca não produz efeitos análogos no látex, pois o mecanismo de reforço está relacionado com uma íntima interação carga e polímero, a qual é obtida através do forte cisalhamento durante o processo de mistura.
- a dificuldade da secagem dos depósitos de látex restringe o seu uso à produção de artefatos pouco espessos;
- a remoção de água acarreta normalmente encolhimento do artefato à base de látex.

#### 3.2 Composição de látex

Os látices de borracha, na produção de artigos vulcanizados, requerem a adição dos mesmos ingredientes fundamentais utilizados na formulação da borracha seca, como agentes de vulcanização, aceleradores, ativadores, antioxidantes, etc.

Além desses produtos, face à natureza coloidal do látex, outros ingredientes específicos de processamento tornam-se necessários, tais como estabilizantes, umectantes, gelificantes, coagulantes, etc.

Para promover a perfeita compatibilidade dos ingredientes ao látex, os produtos sólidos, sob a forma de pó, devem ser previamente dispersos em meio aquoso; os líquidos imiscíveis em

água, por sua vez, devem ser emulsionados em água, antes da sua adição ao látex e os ingredientes solúveis são adicionados como soluções aquosas.

### 3.3 Características fundamentais

As principais características que definem a natureza e o desempenho de um látex são:

- Tipo de polímero (fase dispersa);
- Concentração do polímero;
- Partículas (forma, tamanho, distribuição e tamanho médio);
- Fase aquosa (meio dispersante);
- Superfície das fases (carga elétrica: aniônicos ou catiônicos).

### 3.4 Estabilidade X desestabilização e coacervação

Pode-se considerar que os látices disponíveis comercialmente são estáveis, pois os processos de floculação e coalescência ocorrem muito lentamente.

A coacervação vem a ser a desestabilização do látex de tal maneira que as partículas aglomeram e coalescem em grande quantidade. De uma forma geral, é a passagem do látex do seu estado líquido para o sólido.

A coacervação pode processar-se segundo três formas distintas:

- gelificação, dando origem a um gel;
- floculação, dando origem a uma massa de flocos;
- coagulação, originando um coágulo.

A coacervação pode ocorrer através de agentes químicos ou físicos.

Os coacervantes químicos podem ser divididos em três grupos:

- coacervantes diretos ou de contato;
- coacervantes termosensibilizantes;
- coacervantes de ação retardada.

Os coacervantes físicos provocam a desestabilização do látex, quer pelo aumento de frequência ou da violência das colisões entre as partículas, ou ambas.

Tais agentes são basicamente os seguintes:

- Aquecimento;
- Congelamento;
- Agitação mecânica.

O controle da estabilidade é de suma importância no processamento do látex. Ela deve ser suficiente para que a composição de látex permaneça estável até a etapa em que promove-se a passagem do estado líquido para o estado sólido, mas não demasiada de modo a dificultá-la. Para cada processo e produto deve-se encontrar o ponto ideal de estabilidade.

## 4 LÁTEX NATURAL

O látex natural é extraído da *Hevea brasiliensis* e, em menor expressão, também de outros vegetais.

O processo de produção do látex consiste na sangria da árvore, coleta do látex, remoção de impurezas e concentração do mesmo.

Na sangria, o látex recolhido na tigelinha está sujeito à ação de bactérias, que encontram no soro os elementos propícios ao seu desenvolvimento, como proteínas, açúcares, sais, etc., tendendo à desestabilização.

A fim de evitar a coacervação do látex nos primeiros estágios da coleta, utilizam-se diversos tipos de agentes, sendo a amônia o mais comum.

O látex fresco de *Hevea brasiliensis* apresenta composição variável, que pode ser exemplificada por:

Sólidos totais.....	36,0 %
Borracha seca.....	33,0 %
Substâncias protéicas.....	1,5 %
Substâncias resinosas.....	1,0 - 2,5 %
Açúcares.....	1,0 %
Cinza (sais minerais, etc.).....	< 1,0 %
Água	

Na usina de beneficiamento, além da filtração e concentração, são realizados vários outros ajustes, visando obter as características desejadas do produto.

Devido às inúmeras variáveis naturais e de processo, o látex costuma apresentar características de processamento bastante desuniformes.

O látex natural é classificado conforme TAB. 1

Tabela 1 - Classificação do látex natural

Requisitos		Tipo de Látex			
		A1	A2	B1	B2
Sólidos totais, S.T.	% máx	61,5	61,5	64,0	64,0
Borracha seca, B.S.	% mín	60,0	60,0	62,0	62,0
Diferença de S.T. e B.S.	% máx	2,0	2,0	2,0	2,0
Borra	% máx	0,10	0,10	0,10	0,10
Coágulo	% máx	0,05	0,05	0,05	0,05
Viscosidade, cps	mín/máx	60/180	60/180	60/180	60/180
Estabilidade mecânica	s, mín	540	540	540	540
	s, máx	1600	1600	1600	1600
Alcalinidade em % NH <sub>3</sub> na fase aquosa	mín	1,6	-	1,6	-
	máx	-	1,0	-	1,0
Índice de KOH	máx	0,80	0,80	0,80	0,80
Índice de ácidos gordurosos voláteis	máx	0,03	0,03	0,03	0,03
Cobre	% máx s/ S.T	0,0008	0,0008	0,0008	0,0008
Manganês	% máx s/ S.T	0,0008	0,0008	0,0008	0,0008

Fonte: Centro Tecnológico de Polímeros, 2007.

O látex do tipo A1 (HA – *High Amônia*) é o tipo mais utilizado. Todos estes tipos são aniônicos e alcalinos, sendo sensíveis às substâncias ácidas.

O látex natural destaca-se por formar um gel resistente ao gelificar, apresentar secagem rápida, favorecendo a manufatura de muitos tipos de artefatos e conferir ao produto final excelentes propriedades mecânicas.

Como aspectos negativos, a presença de proteínas em sua composição pode levar ao desenvolvimento de maus odores, ocasionar alergias ao usuário de artefatos, especialmente em luvas e a amônia, que é liberada ao meio ambiente durante o processamento não é amigável ao trabalhador.

#### **4.1 Aplicações**

É utilizado com destaque na produção de contraceptivos, balões, luvas domésticas, luvas de procedimentos, luvas cirúrgicas, chupetas e bicos de mamadeiras, impregnação de tecidos e fibras, câmaras de bola, entre outros.

### **5 LÁTICES SINTÉTICOS**

Os látices sintéticos são obtidos através da polimerização em emulsão.

Contêm emulsionantes, introduzidos quando da sua polimerização, que acarretam elevada estabilidade mecânica e química, além de melhores propriedades de "molhabilidade" que o látex de borracha natural.

Estes látices sintéticos possuem composição química bem mais definida que o látex de borracha natural e, em conseqüência, sua produção pode ser mais facilmente controlada, proporcionando maior regularidade de qualidade.

Apresentam algumas diferenças importantes em relação ao látex natural, conforme segue:

- **Processabilidade:** Normalmente apresentam maior estabilidade. Demoram mais para secar, apresentam maior molhabilidade nos substratos (moldes, tecidos, etc.);
- **Propriedades:** Os vulcanizados obtidos a partir de látices elastoméricos sintéticos têm as mesmas características correspondentes às das borrachas secas. É óbvio, entretanto, que as propriedades finais de vulcanizados de látices sintéticos são naturalmente influenciadas pela composição do produto.

Assim, por exemplo, e de uma forma geral, artefatos produzidos de um látex nitrílico têm boa resistência aos óleos e derivados de petróleo, como os vulcanizados a partir da borracha nitrílica.

Deve-se ressaltar, entretanto, que, com relação às propriedades mecânicas, ou seja, resistência à tração, módulo, resistência ao rasgo, etc., os vulcanizados de látices de elastômeros sintéticos são consideravelmente inferiores aos vulcanizados obtidos de látex de borracha natural, principalmente quanto à resistência ao rasgo.

#### **5.1 Principais tipos comerciais**

Os mais importantes tipos de látices elastoméricos de interesse comercial, estão listados a QUADRO 1

Quadro 1: Tipos de látices elastoméricos de interesse comercial

<b>Tipo</b>	<b>Natureza química do polímero</b>
SBR	estireno-butadieno
SBR carboxilado (XSBR)	estireno-butadieno-ácido carboxílico
SBR vinil piridina (PSBR)	estireno-butadieno-vinil piridina
Nitrílico (NBR)	acrilonitrila-butadieno
Policloropreno	cloropreno

Fonte: Centro Tecnológico de Polímeros, 2007.

## 5.2 Látices de SBR

### Aplicações:

O material elastomérico obtido das composições de SBR apresenta baixa resistência mecânica, o que limita o seu uso em muitas aplicações. Por outro lado é possível obter-se composições com elevado teor de sólidos que, aliado com sua alta estabilidade mecânica, torna-se ótima opção para determinadas aplicações.

As principais aplicações dos látices de SBR são:

S-42: aglomerações de fibras celulósicas, tecido-não-tecido, couro e fabricação de goma de mascar (tipo "*chewing gum*").

S-62: espuma, laminado de espuma, impregnação de tapetes, mistura com asfalto para impermeabilização e pavimentação, aglomeração de fibras, fabricação de goma de mascar (tipo bola), vedante para embalagens e dublagem de tecido.

## 5.3 Látices de SBR vinil-piridina

Os adesivos obtidos da mistura de resina resorcinol-formaldeído e látex de SBR vinilpiridina representam atualmente o meio mais eficaz e barato para unir borracha - fibras têxteis, inclusive no tratamento de fibras sintéticas, como o nylon, que são filamentos contínuos e de superfície lisa.

Estes sistemas, além disso, mantêm as características das ligações borracha-tecido, mesmo quando submetidas a extremas variações de temperatura, ciclos repetidos de tensão, compressão, choque e torção.

Este látex é muito empregado em sistemas para tratamento de tecidos sintéticos destinados à fabricação de lonas para pneumáticos e no reforço de correias em V, mangueiras, correias transportadoras, etc.

## 5.4 Látices nitrílicos

Estes látices costumam apresentar baixo teor de sólidos (cerca de 40 %) e pode-se obter películas com moderada resistência mecânica, além de serem excelentes aglomerantes. São indicados para a fabricação de ligantes para fibras animais, vegetais, sintéticas e de tecido-não-tecido. São também aplicados para o acabamento e tratamento de papéis, além de revestimento de tecidos em geral.

São utilizados na produção de luvas resistentes ao óleo bem como outros artefatos que necessitem desta característica.

## 5.5 Látices de policloropreno

### Aplicações:

Este tipo de látex ainda não é produzido no Brasil. Apresenta semelhança com o látex natural no que se refere a resistência mecânica das películas obtidas de suas composições. Além disso, é mais resistente ao envelhecimento e possui moderada resistência a óleos.

Por outro lado, o látex de policloropreno é mais propenso a desestabilização devido ao ácido clorídrico que ele libera com o tempo e possui preço relativo mais elevado.

Os látices de policloropreno são usados, principalmente, na produção de:

- Artigos de imersão (luvas, balões meteorológicos, sondas);
- Adesivos;
- Impregnação de tecidos;
- Vedantes para latas;
- Revestimentos protetores para a indústria química.

## 6 CLASSIFICAÇÃO E FUNÇÃO DOS INGREDIENTES PARA COMPOSIÇÕES DE LÁTEX

### 6.1 Ingredientes

Os ingredientes empregados na composição de látex podem ser classificados em três categorias distintas:

- Agentes tenso-ativos para dispersão e emulsão;
- Modificadores da fase aquosa;
- Modificadores da fase elastomérica.

#### 6.1.1 Tenso-ativos para dispersão e emulsão

O principal aspecto a ser considerado quando da preparação de uma composição de látex é que sua estabilidade coloidal deve ser mantida durante o processamento.

Conseqüentemente, materiais sólidos insolúveis e líquidos imiscíveis em água, e que basicamente são utilizados como modificadores da fase elastomérica, devem ser convertidos a sistemas compatíveis no meio aquoso, e misturados de maneira uniforme ao látex, sem acarretar qualquer conseqüência à sua estabilidade coloidal.

Isto é conseguido através do emprego de agentes tenso-ativos na preparação das dispersões dos produtos sólidos e emulsões dos ingredientes líquidos.

Desde que a maioria dos látices sintéticos comerciais são aniônicos, os surfactantes mais comuns podem ser aniônicos ou não iônicos. Os iônicos, quando dispersos em água, originam ânions que representarão a parte ativa do tensoativo. Por sua vez, os não iônicos (anfóteros), dependendo do pH do meio, poderão ter comportamento aniônico ou catiônico.

#### 6.1.2 Modificadores da fase líquida

Esses materiais são empregados com as finalidades de:

- Proteger as partículas de látex no meio aquoso; prevenir a coagulação prematura; evitar a formação de coágulos durante o processamento e quando da adição de diversos

- ingredientes ao látex;
- Modificar as propriedades líquidas do látex, tais como a viscosidade e a "molhabilidade", de maneira a obter-se as características desejadas durante o processamento da composição.

### 6.1.3 Modificadores da fase elastomérica

Esses ingredientes melhoram as propriedades do produto final, após a conversão do látex do estado líquido para o sólido.

Praticamente tais produtos são os mesmos que aqueles utilizados nas composições à base de borracha seca, os quais são:

- Enxofre: agente de reticulação;
- Óxido de Zinco: ativador da vulcanização;
- Acelerador: Acelera a vulcanização. Os mais utilizados são os ditiocarbamatos e dentre eles o ZDEC é o mais empregado.

Devido à possibilidade de gerarem N-Nitrosaminas carcinogênicas a maioria dos ditiocarbamatos encontra restrições.

## 6. 2 Composição de látex

Uma formulação de látex envolve não somente a adição dos ingredientes apropriados para obtenção das propriedades requeridas pelo artefato, mas também o perfeito controle das suas características coloidais, as quais devem ser mantidas durante o processamento, tornando possível a transformação da composição de látex do estado líquido para o sólido, na forma do produto final.

A composição e a estabilidade do processo são influenciadas por fatores como:

- Tamanho de partícula;
- Carga elétrica;
- Tensoativo adsorvido;
- Teor de sólidos;
- pH;
- Viscosidade.

## 6. 3 Processos de transformação de látex

### 6.3.1 Fornecimento e manuseio do látex

Os látices podem ser fornecidos em tambores de 200 litros, revestidos internamente com resina epoxi, ou a granel, em caminhões tanques, de aço inox, com capacidade para 12.000 litros. Normalmente, na indústria de transformação de látex, os tanques de estocagem e preparo de misturas são em aço carbono comum. As linhas de transporte do produto podem ser de PVC, dotadas de engates rápidos, que facilitam a limpeza de tubulação, que pode ser efetuado com um jato d'água.

Na prática é conveniente tomar-se algumas precauções no manuseio do látex com relação às suas propriedades de sensibilidade às baixas temperaturas, estabilidade, etc.

Além disso, os equipamentos e linha de transporte devem ser periodicamente limpos. São

recomendadas, para o transporte do látex, bombas tipo "Mono", dotadas de parafuso sem fim, que evita a desestabilização do produto.

### 6.3.2 Estruturação de uma composição de látex

O primeiro aspecto a ser considerado numa composição de látex é a seleção do polímero a ser empregado.

Isto envolve a escolha de um tipo básico de látex, além de, em muitos casos, da relação do teor de co-monômeros, tamanho de partícula, teor de sólidos, etc.

Basicamente, o látex é escolhido em função das exigências de serviço tais como a resistência mecânica, resistência aos óleos, resistência ao envelhecimento, etc.

Na prática, a maneira mais fácil de selecionar-se uma formulação de látex é por um ensaio simulado do uso final.

Uma composição de látex é normalmente baseada no peso seco dos ingredientes a serem adicionados. A matéria-prima básica é o polímero, que entra em 100 partes por peso seco, ou seja, 100 phr. Os demais produtos variam em função dessas 100 partes de borracha seca. O peso úmido que é o aplicado na prática, é calculado por:

$$\text{Peso úmido} = \frac{\text{Peso seco} \times 100 \%}{\text{Teor de sólidos} (\%)}$$

Exemplo de estruturação de uma composição de látex (TAB 2).

Tabela 2: Estruturação de uma composição de Látex

	phr	Concentração, %	peso úmido
látex SBR	100,0	68	147,0
Estabilizante	0,5	20	2,5
Acelerador	1,0	50	2,0
Enxofre	1,5	50	3,0
Óxido de Zinco	1,5	50	3,0

Fonte: Centro Tecnológico de Polímeros, 2007.

### 6.3.3 Preparo das composições

O equipamento necessário ao preparo dos compostos de látex é relativamente simples, pois a operação de mistura é conduzida à pressão e temperatura ambiente.

Normalmente as misturas são feitas em tanques verticais cilíndricos, dotados de agitador, que pode ser do tipo pá.

No tanque, o látex é misturado aos demais ingredientes sob a forma de dispersões, emulsões ou soluções.

### 6.3.4 Preparo das dispersões

Como já foi mencionado, todas as substâncias sólidas insolúveis em água devem agregar-se sob a forma dispersa às misturas de látex.

A dispersão aquosa é feita diminuindo-se o tamanho de partícula do sólido, em presença de um agente dispersante.

O equipamento empregado para preparo das dispersões, é o moinho, geralmente de porcelana e dotado de bolas também de porcelana e com diferentes tamanhos. As bolas devem ocupar metade do volume do moinho para uma boa eficiência de moagem.

O efeito da redução da partícula depende dos seguintes fatores:

- velocidade de rotação do moinho;
- volume de bolas mais material a moer deve alcançar, no máximo, 90% do espaço interno;
- viscosidade da dispersão.

Em princípio, pode-se moer todas as substâncias sólidas necessárias a mistura do látex, fazendo-se uma dispersão única.

Entretanto, para uma indústria que trabalha com diversas fórmulas, é conveniente preparar em separado dispersões de aceleradores, de antioxidantes, do óxido de zinco, do enxofre, etc.

### Exemplos de dispersões

A seguir apresentamos algumas dispersões típicas dos principais ingredientes utilizados em composições de látex, com os respectivos tempos necessários ao batimento em moinho de bolas.

#### a) Dispersão de óxido de zinco (50 %)

ZnO	50,00 g
Dispersante	1,50
Amônia 240 Be	0,15
Água	48,35
Total	100,00
Tempo de batimento = 24 h	

#### b) Dispersão de enxofre (50 %)

Enxofre	50,00g
Dispersante	2,00
Bentonita	0,50
Água	47,50
Total	100,00
Tempo de batimento = 72 h	

#### c) Dispersão de Antioxidante (50 %)

Antioxidante (sólido)	50,00g
Dispersante	5,00
Bentonita	0,70
Água	44,30
Total	100,00
Tempo de batimento = 48 h	

#### d) Dispersão de Acelerador (50 %)

ZDC	50,00g
Dispersante	2,00
Bentonita	0,75
Água	47,25
Total	100,00
Tempo de batimento = 48 h	

#### 6.3.5 Preparo das emulsões

Todos os componentes líquidos imiscíveis em água devem ser agregados sob a forma de emulsão às composições de látex. Essas emulsões são preparadas em um vasilhame adequado, sob condição de forte agitação.

Em seguida apresentamos alguns exemplos típicos de emulsões para látex:

#### a) Emulsão de antioxidante (65 %)

Antioxidante (líquido)	65,0 g
Ácido oléico	2,0
Trietanolamina (TEA)	1,5
Água	31,5
Total	100,0

1. A - sob agitação a 70 °C;
2. B - sob agitação a 70 °C;
3. A+B - sob forte agitação.

#### 6.3.6 Preparo das soluções

##### Solução de Hidróxido de Potássio (10 %)

KOH	10
Água	90
Total	100

Adicionar o KOH à água sob agitação. Não fazer o inverso pois há desenvolvimento de calor. O produto é corrosivo.

## 6.4 Espuma de Látex

A seguir estão classificados os produtos celulares:

- Borracha esponjosa;
- Borracha microcelular;
- Espuma de látex.

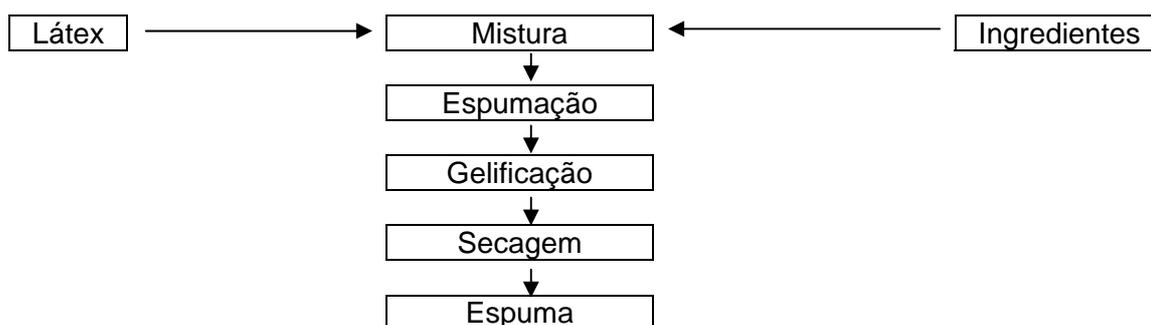
Os dois primeiros são obtidos de borracha sólida. Borracha esponjosa e espuma de látex, possuem poros abertos e células comunicantes. Na borracha microcelular os poros são fechados, de menor tamanho e não se comunicam. Na produção de espuma de látex podem ser classificados dois tipos básicos de artefatos:

- Moldados;
- Laminados.

As espumas moldadas para artefatos volumosos tem perdido sua importância face ao desenvolvimento das espumas de poliuretano.

Por sua vez, os laminados representam um crescimento considerável e, no panorama internacional, representam o maior consumo de látex.

Basicamente a produção da espuma de látex apresenta as seguintes etapas:



A etapa crítica do processo é a gelificação e praticamente, podemos classificar os processos de obtenção da espuma de acordo com a maneira que se dá a gelificação.

A gelificação é o estágio mais importante porque o processo de espumação depende do arranjo das dispersões do ar na composição de látex e de borracha em água (FIG. 1).

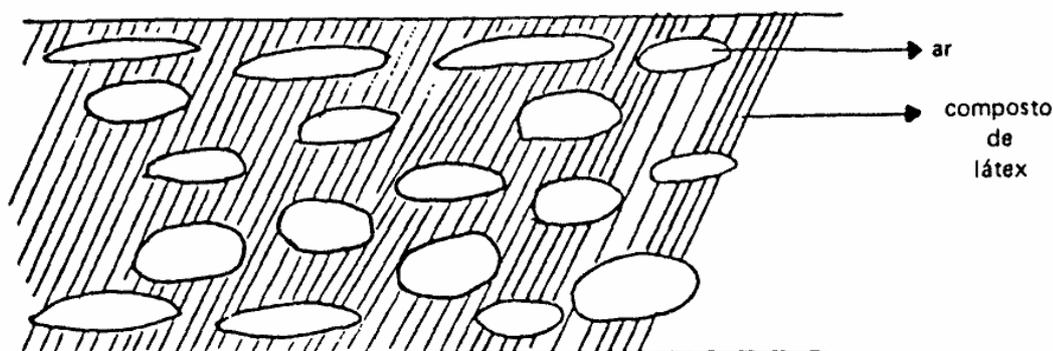


Figura 1 - Dispersão de ar em composição de látex  
Fonte: Brasil, 2001.

Quando procedemos a gelificação da espuma, necessitamos destruir a dispersão do polímero em água e não do ar em látex. Se houver destruição das duas dispersões, a espuma se desfaz, ocorrendo o fenômeno denominado "colapso".

#### 6.4.1 Processos de obtenção de espuma de látex

O processo "DUNLOP" utiliza o fluorsilicato de sódio como gelificante de ação retardada, e a espuma é obtida por agitação mecânica.

No processo "KAYSAM", a gelificação é feita pela combinação de óxido de zinco com sal de

amônia, que origina um termosensibilizante químico.

Basicamente a mesma combinação é usada no processo TALALAY, com única modificação que é a introdução de uma substância capaz de gerar gases, como o peróxido de hidrogênio. A espuma é obtida por agitação e vácuo, ocorrendo a gelificação por meios físico-químicos.

O processo "DOW", mais recente, inclui uma nova concepção dentro da tecnologia de látex, envolvendo um polímero carboxilado, que permite aumentar a adesividade do látex e a reticulação. Ocorre sem a necessidade dos sistemas convencionais à base do enxofre. Finalmente, o processo "CROWN RUBBER" emprega o que se denomina sistema "não-gel", ou seja não se adiciona ao látex qualquer substância com o fim específico de gelificá-lo, ocorrendo a gelificação pela perda natural de água durante o processo.

Veremos a seguir, com detalhes, o processo DUNLOP.

#### 6.4.1.1 Processo DUNLOP

Foi patenteado na metade da década de 30; embora seja um processo antigo, ainda é um dos mais usados até hoje em dia.

Destina-se à fabricação de laminados de espuma com espessura maior do que 12 mm e moldados de espuma.

Ilustraremos abaixo o processo contínuo de obtenção de moldados de espuma, destinados à fabricação de travesseiros e colchões (FIG. 2).

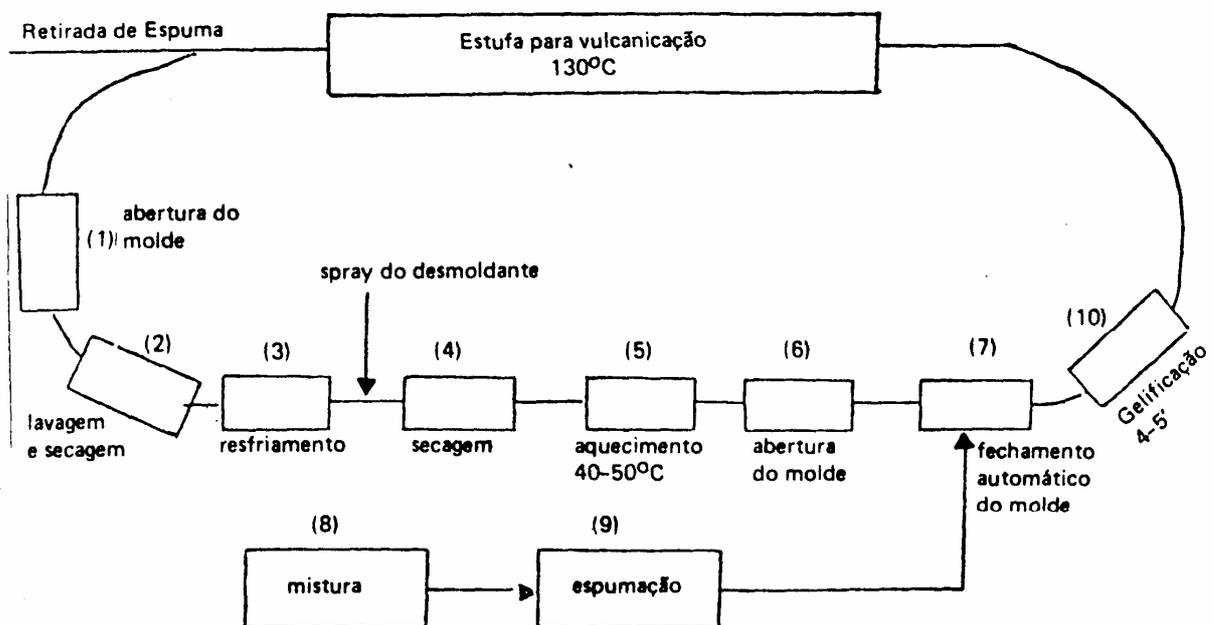


Figura 2 - Esquema do processo de produção de espuma moldada  
Fonte: Blackley, 1966.

O molde vazio é aberto (1) e lavado para retirada dos resíduos das operações anteriores; sofre em seguida uma secagem (2) e resfriamento (3). Depois é vaporizado com um agente desmoldante que facilita a retirada da espuma do molde.

Segue-se uma nova etapa de secagem (4) e um pré-aquecimento do molde a 40-50 °C (5).

Posteriormente o molde (6) é alimentado com a espuma (7), fechando-se automaticamente quando cheio.

A mistura e a espumação são obtidas a partir do equipamento que descrevemos a seguir.

O processo de mistura (8), como já mencionado, é feito em tanques verticais, como agitador. O equipamento mais utilizado para espumação (9) é conhecido como "ESPUMADOR OAKES", em que ar e látex são administrados conjuntamente em câmara onde um rotor gira a elevada velocidade. O equipamento é dotado de um dispositivo para incorporação do agente gelificante, (no caso fluorsilicato de sódio e óxido de zinco), após obtida uma determinada espumação. É um equipamento contínuo. A espumação também pode ser realizada em bateadeiras industriais. A gelificação se inicia imediatamente após a adição desses dois ingredientes, e se tem apenas um tempo limitado para alimentar a espuma no molde.

Normalmente o processo de enchimento do molde tem que ser feito no máximo em 2 minutos. O molde cheio com espuma percorre um percurso determinado para que se complete a gelificação (10), penetrando logo após em uma estufa para vulcanização a 130° (11).

Após a vulcanização, o molde retorna à posição inicial onde ele é aberto automaticamente e removido o artigo fabricado, iniciando logo em seguida o molde um novo ciclo.

O artefato é lavado várias vezes e passa por rolos espremedores para retirar o excesso de água e finalmente vai para uma estufa com circulação de ar para secagem final e complementação da vulcanização.

A quantidade de fluorsilicato de sódio a ser adicionada varia em função da composição, da temperatura ambiente e deve ser ajustada periodicamente de tal modo que o tempo de gelificação seja da ordem de 4 e 5'. Um tempo muito curto de gelificação não permite que os moldes sejam carregados e a espuma complete o molde. Por outro lado, uma gelificação muito lenta poderá acarretar um colapso da espuma antes que se inicie a gelificação.

Para o processo DUNLOP, tanto se pode empregar látex de borracha natural quanto SBR como matéria prima básica. A seguir apresentamos dois exemplos típicos de formulação para espuma a base desses dois elastômeros.

Exemplos de formulações para obtenção de espuma de látex pelo processo DUNLOP:

a) à base de borracha natural

		concentração, %	phr
Látex NR		60	100,00
Caseinato de Potássio		10	0,20
Oleato de Potássio		20	0,50
Enxofre		50	2,50
ZDC		50	1,00
ZMBT		50	0,75
		50	1,00
Sistema	DPG	50	0,30
de	ZnO	50	3,00
Gelificação	Na <sub>2</sub> SiF <sub>6</sub>	20	1,00

b) à base de SBR

		concentração, %	phr
Petrolátex S 62		68	85,0
Nitriflex S6H		38	15,0
ZDC		50	1,0
ZMBT		50	1,0
Enxofre		50	2,0
Wingstay L		50	1,0
Oleato de Potássio		20	0,4
Sistema	Trimene base	50	1,0
de	Zno	50	2,0
Gelificação	Na <sub>2</sub> SiF <sub>6</sub>	20	3,0

#### 6.4.2 Imersão

Este se constitui num dos mais antigos processos de transformação de composições de látex; geralmente, usa látex natural como matéria-prima básica.

Existem diversos tipos de processos de imersão, cujo principal critério de escolha é o tipo de coacervação e espessura de película desejados:

- Imersão simples

Utilizado quando se deseja obter artigos de látex com parede muito fina. Baseia-se na imersão de uma forma que pode ser de porcelana, alumínio ou vidro, na composição de látex. Em seguida promove-se a secagem, obtendo-se um filme uniforme em torno do molde. A viscosidade da composição é importante na obtenção da espessura desejada para determinada aplicação.

- Imersão com coagulantes

Na fabricação de artigos com espessuras maiores, se introduz primeiramente o molde aquecido em um banho do coagulante. Depois que grande parte do solvente/água tenha evaporado e o coagulante tenha formado uma película uniforme sobre o molde, imerge-se a fôrma na composição (banho) de látex, promovendo-se a coagulação de uma película homogênea.

A espessura da película pode ser controlada com uma só imersão dependendo da concentração da solução coagulante e o tempo de imersão.

O processo pode usar coagulante úmido ou seco. O coagulante úmido normalmente usado é o ácido acético; no processo com coagulante seco, empregam-se substâncias secas à temperatura ambiente, como o cloreto ou nitrato de cálcio, que são previamente dissolvidos em solvente apropriado, como um álcool. Estes coagulantes secos são de maior importância industrial.

Exemplo de fabricação de luvas cirúrgicas.

	Peso (gramas) - seco
Látex	100,0
Óxido de Zinco	1,5
Enxofre	1,5
Dietilditiocarbamato de zinco (ZDC)	1,0
	104,0

- a) Colocar o látex em um tanque com agitador lento (15 a 20 rpm) porém com pás suficientemente grandes de modo a promover uma agitação lenta e eficiente;
- b) Acrescentar a seguir no látex um estabilizante, como por exemplo, o laurato de potássio;
- c) A seguir adicionar as dispersões e emulsões;
- d) Deixar a mistura em maturação por cerca de 12 horas, em torno de 20 °C, temperatura a qual deve ser mantida durante todo o consumo da mistura;
- e) Aquecer o molde da luva entre 60-70 °C;
- f) Imergir o mesmo no coagulante abaixo descrito;
- g) Retirar do coagulante, deixar secar e imergir no composto de látex dando-se o tempo necessário para formação da película 30 a 60 s;
- h) Levar para um suporte adequado, e procurar a formação da bainha, enrolando-se 2 a 3 cm da parte inferior do punho, que deverá ser mais fina que o restante. Isto é conseguido dando-se menos tempo de imersão a esta parte;
- i) Levar os moldes para secagem e vulcanização;
- j) Talcar as luvas e retirar as mesmas dos moldes.

Havendo necessidade de lixiviar o produto para extrair subprodutos indesejados, a imersão no respectivo banho pode ser realizada logo após a formação da película ou logo após a secagem e vulcanização.

Exemplo de solução de coagulante seco, para obtenção de luvas industriais:

	partes em peso
cloreto de cálcio anidro	15
nitrato de cálcio anidro	15
álcool metílico	50
água	20

Preparo do coagulante de cloreto de cálcio:

- a) Tomar determinada quantidade de cloreto de cálcio e dissolver a frio com água, procurando-se obter uma concentração alta e conhecida;
- b) Ferver esta solução durante no mínimo 30 minutos, se necessário acrescentar água para evitar cristalização;
- c) Deixar esfriar, em repouso, por 12 horas;
- d) Após 12 horas, verificar no fundo do vasilhame um depósito de cor castanha, separado do líquido sobrenadante, que é incolor e transparente, que deve ser decantado para ser usado. Esta solução é ajustada de acordo com a necessidade do processo em questão.

Exemplos de formulações para obtenção de artigos de imersão:

a) Luva doméstica

	concentração (%)	phr
Látex natural	60	100,0
Caseinato de amônia	5	0,5
Óxido de Zinco	50	3,0
ZDC	50	1,0
ZMBT	50	1,0
Caulim	-	10,0
TiO <sub>2</sub> anatase	-	5,0
Enxofre	50	2,5

Condições de vulcanização: 20 min/ 125 °C

### c) Balão infantil

	concentração (%)	phr
Látex natural	60	100,0
Estabilizante	20	0,5
Óxido de Zinco	50	0,3
ZDC	50	0,6
Pigmento	5	1,5
Enxofre	50	0,8

Condições de vulcanização: 20 min/100 °C

## 6.5 Tratamento de papel

O tratamento de papel com látex envolve três tipos distintos de processos:

- Adição por batedores ("*beater addition*");
- Saturação do papel;
- Revestimento do papel.

Nos dois primeiros, a quantidade de borracha é bem maior do que para o revestimento. A função do látex é aumentar a resistência do papel à umidade.

No revestimento, o objetivo é aumentar a capacidade de impressão do papel.

### 6.5.1 Adição por batedores

Neste processo se promove a coagulação do látex misturado com polpa de papel.

O grande problema que ocorre é a necessidade de uma precipitação uniforme. É fácil fazer o látex coagular em grandes flocos, porém a dificuldade é fazê-lo coagular uniformemente.

Dessa maneira, inicialmente, há necessidade do ajuste do pH da massa do papel, em torno de 9, com soda cáustica. Em seguida, adiciona-se o látex que ainda está bastante estável e não ocorre problemas de dispersão. Uma vez obtida uma perfeita dispersão do látex no papel, adiciona-se sulfato de alumínio (5 %) na mistura. Tendo o pH alcançado 4-5, ocorre a coagulação e precipitação do material sólido, separando-se do soro aquoso.

### 6.5.2 Saturação de papel

Neste caso, o papel sob forma de folha é totalmente introduzido em um banho saturado de látex e continuamente passa por estágios de secagem, calandragem, vaporização, banho com água e alisamento, originando um papel tratado, com boas características de resistência à umidade.

### 6.5.3 Revestimento de papel

Como referido anteriormente, o objetivo do processo é aumentar a facilidade de impressão do papel, além de melhorar suas características de pegajosidade e flexibilidade.

O processo consiste na aplicação em uma ou nas duas faces do papel de um revestimento à base de uma composição de látex.

Os vários tipos de processos para revestimento de papel se classificam de acordo como é aplicada a película de látex. Dessa maneira podemos citar:

- Método *champion*: o látex é aplicado através de um cilindro que recebe o banho da composição;

- Recobrimento por faca de tratamento: o composto é aplicado entre uma faca e um cilindro, por onde passa o papel;
- Método de faca de ar: o filme de látex depositado sobre o papel é regulado por um jato de ar;
- Método *Massay*: neste caso o revestimento é dos dois lados. A composição de látex é colocada entre dois cilindros e o papel passa entre eles.

Exemplo de formulação para revestimento de papel:

	Concentração (%)	partes em peso
Látex SBR	44	8
Pasta de amido	20	12
Pasta de caulim	65	100

## 6.6 Tratamento de tecidos

### 6.6.1 Dipagem de cordonéis

Látices de SBR do tipo vinil piridina são utilizados para ligarem materiais têxteis, como rayon, nylon e poliéster, a compostos de borracha na fabricação de pneus, correias transportadoras, mangueiras, etc.

Na produção do adesivo para cordonéis de pneu, o tecido é ligado à borracha por intermédio de um sistema R F L (resorcinol-formaldeído-látex).

Uma formulação típica R F L para ligação de tecido de *rayon* é ilustrada abaixo:

	phr
resorcinol	11
formaldeído	5
solução de NaOH	1
Látex Vinil Piridina	80
Látex de SBR	20

Obs.: Caso fosse o nylon usaríamos 100 phr de Látex Vinil Piridina.

Trata-se de um sistema de 2 partes. O composto de resorcinol/formaldeído/NaOH é preparado à parte, sendo envelhecido, à temperatura ambiente ( $23 \pm 1$  °C) por 4 horas, antes de ser adicionado aos látices. A mistura dos dois látices é feita em um reservatório em separado. Depois os dois compostos são misturados e maturados por 24 horas à temperatura ambiente. Industrialmente, o processo é bastante simples: o tecido passa pelo banho RFL e, continuamente sofre uma secagem, seguindo depois para o emborrachamento.

### 6.6.2 Impregnação de tecidos

A impregnação de fibras têxteis com látex objetiva aumentar a resistência do tecido ao desgaste e fornecer-lhe maior elasticidade.

O processo envolve a imersão total ou parcial do tecido em um banho de látex, e em seguida passa por estágios de secagem e vulcanização.

Exemplo de formulação saturada para tecido resistente a óleos:

	Concentração (%)	phr
Látex NBR carboxilado	45	100,0
Solução de melamina-formaldeído	50	5,0
Surfactante não iônico	10	0,5
Polisiloxano	10	2,0

### 6.6.3 Revestimento de tecidos

Ao contrário da impregnação, no revestimento de tecidos, a mistura de látex não deve ultrapassar o reverso do tecido, apesar de ser necessária uma certa penetração. A função do revestimento é a de aumentar o peso, produzindo tecido mais rígido, melhorar a estabilidade dimensional, e no caso de tapetes, fornecer-lhes propriedades anti-derrapantes.

No processo, o tecido passa por um dispositivo que controla a espessura da composição do látex que é aplicada sobre o verso do tecido, indo em seguida para estufa onde se dá a secagem e vulcanização.

Este processo tem sido usado para obtenção de tapetes emborrachados. Exemplos de formulações para revestimento de tecidos:

#### a) à base de SBR

	Concentração (%)	phr
Látex de SBR	68	100,0
Oleato de Potássio	10	1,5
HMF	20	0,8
Óxido de Zinco	50	2,0
ZDC	50	1,7
ZMBT	50	0,6
Hidróxido de Potássio	20	0,3
CaCO <sub>3</sub>	-	180,0
Enxofre	50	1,7
Antioxidante	50	1,0

### 6.7 Moldagem

É um dos processos mais antigos de transformação de composições de látex, que aos poucos vai perdendo seu interesse comercial devido ao desenvolvimento de tecnologias no campo dos plásticos. Era muito empregado na fabricação de brinquedos, máscaras, etc.

Normalmente, empregam-se moldes ociosos de duas ou mais peças, à base de material poroso, como porcelanas sem esmalte ou gesso, que possuem uma abertura, através do qual se alimenta a composição de látex. Por filtração do soro na parede interna do molde, forma-se uma película que com o tempo vai aumentando. Uma vez alcançada a espessura desejada remove-se a composição excedente e o molde fechado fica em repouso por 30 a 60 minutos à temperatura ambiente ou por 20-30 minutos a 70 °C, objetivando complementar a coagulação e ocorrer a vulcanização.

Depois de obtido o artefato, ele é pintado com tintas apropriadas. Exemplo de formulação para moldagem:

	Concentração (%)	phr
Látex Natural	60	100,0
Estabilizante	20	0,2
Óxido de Zinco	50	1,5
ZDC	50	1,0
Antioxidante	50	1,0
Caulim	-	50,0
Enxofre	50	2,0

## 6.8 Aglomeração

Hoje em dia se tem empregado cada vez mais o látex como aglomerante para os mais diversos materiais como papel, couro, fibra de coco e outros.

No processo de aglomeração de couro se faz o aproveitamento do refugo do material, transformando-o em placas compactas, que são empregadas na fabricação de palmilhas para sapatos.

O processo, em resumo, consiste das seguintes etapas:

- a) transformação do refugo em fibra;
- b) o material em meio aquoso, é misturado com o composto de látex;
- c) a mistura alimenta formas perfuradas, nas quais se submete vácuo, para formação de placas;
- d) submete-se a placa à compactação em filtro-prensa;
- e) segue-se uma nova prensagem a 100 °C, para obtenção das medidas definitivas das placas;
- f) a última etapa é a secagem das placas, que pode ser à temperatura ambiente ou em estufa sob determinada temperatura.

A aglomeração de fibra de coco é feita objetivando a produção de estruturas para assentos, principalmente bancos de automóveis.

O composto de látex é aplicado por "spray" na estrutura da peça. Depois se segue as etapas de secagem e vulcanização, por 30 minutos a 100 °C.

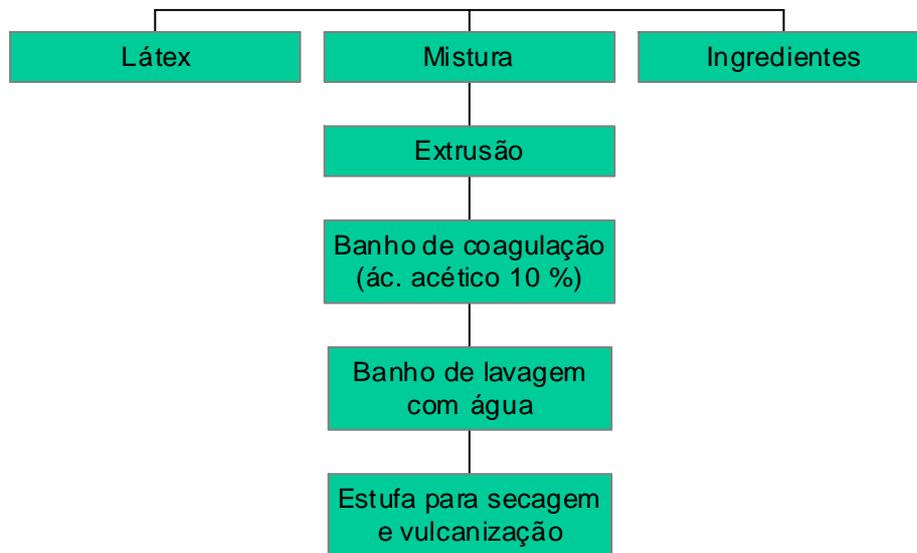
Exemplo de formulação para aglomeração de fibra de coco:

	Concentração (%)	phr
Látex Natural	60	80
Látex de SBR	68	20,0
Estabilizante	10	1,0
Óxido de Zinco	50	3,0
ZDC	50	2,5
ZMBT	50	1,0
Hidróxido de Potássio	20	0,8
Caulim	-	3,8
Enxofre	50	2,5

## 6.9 Extrusão

Fios elásticos de seção quadrada ou circular são obtidos por extrusão de composição à base de látex natural, originando filamentos ultrafinos, que são empregados na indústria têxtil para fabricação de trajes de banho, meias elásticas, roupas íntimas, etc.

Abaixo esta o esquema do processo de extrusão:



Os fios são produzidos através da extrusão do látex em capilares de vidro, de formato adequado; os fios extrudados passam por um banho de coagulação, geralmente de ácido acético a 5 – 10 %.

Em seguida o fio coagulado é lavado com água quente e vulcanizado continuamente, após o que é enrolado automaticamente em grandes bobinas.

### 6.10 Mistura com asfalto

As necessidades atuais de melhores rodovias demandam maiores exigências para os materiais de pavimentação.

Asfaltos emborrachados podem oferecer a melhor opção para a obtenção de estradas, pistas de aeroporto, etc. O uso do látex em asfalto visa:

- Melhorar as propriedades do material a baixas temperaturas;
- Aumentar a viscosidade a elevadas temperaturas;
- Aumentar a coesão e o ponto de amolecimento;
- Melhorar as propriedades de envelhecimento;
- Aumentar a pegajosidade.

Os látices de SBR aniônicos podem ser empregados em mistura com cimentos asfálticos e emulsões asfálticas aniônicas.

Já os látices de SBR invertidos (catiônicos) são usados em mistura com emulsões asfálticas catiônicas (lamas asfálticas).

Os látices de borracha também podem ser misturados com asfalto na obtenção de impermeabilizantes para construção civil.

## 6.11 Adesivos

Os látices elastoméricos podem ser empregados como adesivos numa grande variedade de aplicações como colas para sapatos, auto-adesivos para papel, ligante de tecido ao couro, etc. Um grande número de látices podem ser usados para adesivos, dependendo da aplicação final. Entretanto, os mais utilizados são látex natural, de policloropreno e nitrílico.

Exemplo de formulação para adesivos:

	phr
Látex de policloropreno	100,00
Óxido de zinco	15,00
Antioxidante	2,00
Caseinato de amônio	20,00
Silicato de sódio	0,25

## 6.12 Secagem e vulcanização

A secagem dos artigos de látex pode ser efetuada em ar (à temperatura ambiente) ou em estufas com circulação de ar (a temperaturas mais elevadas).

Artigos de parede muito fina (0,05 mm) prontamente secam; para artefatos de parede com maior espessura é recomendável que se promova a secagem numa temperatura da ordem de 70 °C, elevando-se em seguida até cerca de 100-150 °C para que ocorra a vulcanização.

O tempo de vulcanização é função da temperatura, espessura da película e do tipo e quantidade de aceleradores empregados na formulação.

## Conclusões e Recomendações

Ao interessado em produzir artefatos a partir do látex, após a leitura deste texto, recomenda-se que obtenha o máximo de detalhamento das exigências técnicas e legais do produto e realize a análise da viabilidade técnica e econômica do produto. Para esta tarefa é desejável que o interessado se assessorar com profissionais especializados no assunto. Deve-se salientar que, embora houve um esforço em detalhar bem o assunto acima abordado, não foi possível explorar totalmente a complexa tecnologia do látex, requerendo uma busca mais ampla de informações mais detalhadas sobre dado tema específico de interesse.

## Referências

BRASIL. MIC. SUDHEVEA. **Curso Básico em Tecnologia dos Elastômeros**: tecnologia dos látices. Brasília: s.d. 79p, 2001.

BLACKLEY, D. C. **High Polymer Latices**. London: Maclaren & Sons Ltda, 1966.

WINSPEAR, George, G. **The Vanderbilt Latices Handbook**. New York: R. T. Vanderbilt, 1954.

## Nome do técnico responsável

Nilso José Pierozan – Supervisor de Educação e Tecnologia

**Nome da Instituição do SBRT responsável**

SENAI-RS / Centro Tecnológico de Polímeros

**Data de finalização**

29 ago. 2007