D O S S I Ê T É C N I C O

Processo de Pesagem na Indústria da Borracha

Jordão Gheller Jr.
Viviane Lovison

SENAI-RS
Centro Tecnológico de Polímeros - CETEPO

Junho
2006

BRT Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas	**DOSSIÊ TÉCNICO**	SENAI

Sumário

INTRODUÇÃO 3
1 OBJETIVO 3
2 FORMULAÇÃO DE COMPOSTOS DE BORRACHA 3
2.1 Borrachas (elastômeros) 4
2.2 Agentes da vulcanização 4
2.3 Aceleradores 5
2.4 Ativadores 6
2.5 Retardadores 6
2.6 Agentes de proteção (antidegradantes) 6
2.7 Cargas 6
2.8 Classificação das cargas usadas em composições de borracha 7
2.9 Plastificantes 7
2.10 Auxiliares de processo 8
2.11 Outros ingredientes de composição 8
3 ESTOCAGEM E CONSERVAÇÃO DE MATERIAIL 8
4 ESTOCAGEM DAS MATÉRIAS-PRIMAS NA INDÚSTRIA DA BORRACHA .. 9
5 A BALANÇA E O SEU USO 10
5.1 O que é pesagem 10
5.2 Balanças 11
5.3 O que interfere diretamente no resultado de uma pesagem? 12
5.3.1 Método de pesagem 12
5.3.2 Amostra 12
5.3.3 Usuário 12
5.3.4 Condições ambientais 12
5.3.5 Equipamento 13
5.4 Erros de pesagem 13
5.4.1 Erro de pesagem grosseiro 13
5.4.2 Erro de pesagem sistemático 13
5.4.3 Erro de pesagem aleatório 14
6 UNIDADES DE MEDIDA DE MASSA 14
6.1 Resumo geral das unidades de medida de massa estabelecidas a partir do grama 14
7 INSTALAÇÃO DAS BALANÇAS 15
7.1 Lugar de instalação 15
7.2 Mesas de pesagem 15
7.3 Iluminação 15
8 MANUSEIO E PESAGEM DAS PRINCIPAIS CLASSES DE MATÉRIAS-PRIMAS 15
8.1 Borrachas (elastômeros) 15
8.2 Negro-de-fumo 16
8.3 Cargas não-pretas (cargas claras) 17
8.4 Plastificantes/óleos 17
8.5 Ingredientes utilizados em menos quantidade 18
9 TÉCNICAS DE PESAGEM UTILIZADAS NA INDÚSTRIA DA BORRACHA 18
9.1 Pesagem individual 18

9.2 Pesagem em grupo **18**
9.3 Pesagem em pré-misturas (*masterbatch*) **19**
9.4 Dosagem automática **19**
10 APRESENTAÇÃO DA FÓRMULA PARA PESAGEM **20**
11 SETOR (OU SALA) DE PESAGEM **21**
11.1 Armazenamento das matérias-primas na sala de pesagem **22**
11.1.1 Matérias-primas em forma de pó 22
11.1.2 Matérias-primas líquidas 22
12 RISCOS DA OPERAÇÃO DE PESAGEM 23
12.1 Acidentes **23**
12.2 Doenças **25**
12.3 Recomendações de segurança **26**
13 RASTREABILIDADE **27**
CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES **28**
REFERÊNCIAS **28**

Título

Processo de Pesagem na Indústria da Borracha

Assunto

Borracha e plástico

Resumo

Pesagem consiste na determinação da massa de um determinado material. Na indústria da borracha, o conhecimento e controle deste processo é fundamental para a garantia da qualidade das demais etapas que envolvem a produção de um artefato de borracha. Para correta pesagem de um material, faz-se necessário conhecer: os materiais que serão pesados, os equipamentos e as técnicas de pesagem e as formas mais adequadas de manuseio dos materiais que serão pesados.

Palavras-chave

Balança; empresa; indústria da borracha; matéria-prima; pesagem; peso

CONTEÚDO

INTRODUÇÃO

Pesagem é uma operação básica, na qual geralmente se apresentam dúvidas relativas a métodos, ao sistema de unidades, significado físico ou mesmo numérico.
Com este Dossiê busca-se proporcionar aos leitores a compreensão dos conceitos e princípios básicos relativos à operação de pesagem, da correta aplicação prática desses conceitos, dos cuidados de armazenagem e manuseio das matérias-primas bem como da importância do processo de pesagem na indústria da borracha.

1 OBJETIVO

Contribuir de maneira simples, porém eficaz na preparação de Recursos Humanos que atuam ou que venham a atuar nos setores de pesagem, bem como na resolução de problemas básicos enfrentados pelas indústrias, principalmente as micro, pequenas e médias, onde o processo de pesagem é essencialmente manual.

2 FORMULAÇÃO DE COMPOSTOS DE BORRACHA

A borracha (tecnicamente chamada de elastômero) faz parte de um grupo de materiais industriais que inclui também metais, fibras, concreto, plástico e vidro, do qual toda tecnologia moderna depende. Mais da metade de toda a borracha produzida, natural ou sintética, é usada na fabricação de pneumáticos. O restante da produção mundial vai ao encontro da manufatura de uma extraordinária variedade de produtos industriais e de consumo, variando em tamanho e sofisticação técnica.

Copyright © Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas - SBRT - http://www.sbrt.ibict.br

As propriedades mais relevantes que distinguem a borracha dos outros materiais são a elasticidade, flexibilidade, impermeabilidade, resistência à abrasão, não ser afetada pela corrosão causada pela maioria dos produtos químicos mais comuns e pode ser aderida firmemente tanto a tecidos como ao aço.

Em muitas de suas aplicações, a borracha não é usada sozinha, mas como uma composição (composto) onde ela é o ingrediente básico.
A escolha do tipo e da quantidade de cada produto químico (ingrediente)que é adicionado à borracha é em geral efetuada na indústria da borracha pelo Químico (ou o chamado "formulador").

A formulação de um composto de borracha demanda ao "formulador" ter um bom conhecimento sobre as borrachas e os produtos químicos para borracha disponíveis no mercado e também ter certa habilidade ("arte") para associar adequadamente estes produtos entre si.

A fórmula (também usualmente chamada na indústria como "formulação") de um composto de borracha usualmente envolve dez ou mais ingredientes. Cada um dos ingredientes tem uma função específica e uma correspondente influência no processamento, nas propriedades e no preço do artefato final.

Os ingredientes (TAB. 1) que integram a fórmula de um composto de borracha podem ser classificados como segue:

2.1 Borrachas (elastômeros)

A escolha deste ingrediente é efetuada, principalmente, pelas suas propriedades químicas (resistência a solvente, resistência a óleos, resistência ao ozônio, resistência a produtos químicos), pelo limite de temperatura de trabalho exigida (ambiente, ao frio, ao calor) e pelas propriedades mecânicas específicas (tração, rasgamento, etc) que o artigo a ser confeccionado deve apresentar.

Tabela 1 – Principais elastômeros utilizados na indústria da borracha com suas respectivas siglas

Nome Químico ou Usual	Designação ASTM (D 1418)
Borracha Natural	NR
Poliisopreno	IR
Polibutadieno	BR
Poli (estireno-butadieno)	SBR
Poli (etileno-propileno-dieno)	EPDM
Poli (isubutileno-isopreno) – "Borracha Butílica"	IIR
Polissulfetos	T
Poli (acrilonitrila-butadieno) – "Borracha Nitrílica"	NBR
Policloropreno	CR
Epilcloridrina	ECO
Silicone	MQ,VMQ, PVMQ
Polietileno clorossulfonado – "Hypalon"	CSM
Poliacrilatos	ACM
Borrachas fluoradas	CFM
Poliuretanos	AU, EU
Polietileno clorado	CM

Fonte: INMETRO, 2001.

2.2 Agentes da vulcanização

Entende-se como agentes de vulcanização (FIG. 1) aqueles produtos químicos que promovem a vulcanização, isto é, as ligações entre as cadeias do elastômero formando uma

Copyright © Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas - SBRT - http://www.sbrt.ibict.br

rede tridimensional que determina no material um estado predominantemente elástico de características definidas, estáveis e grande resistência aos agentes do meio ambiente.

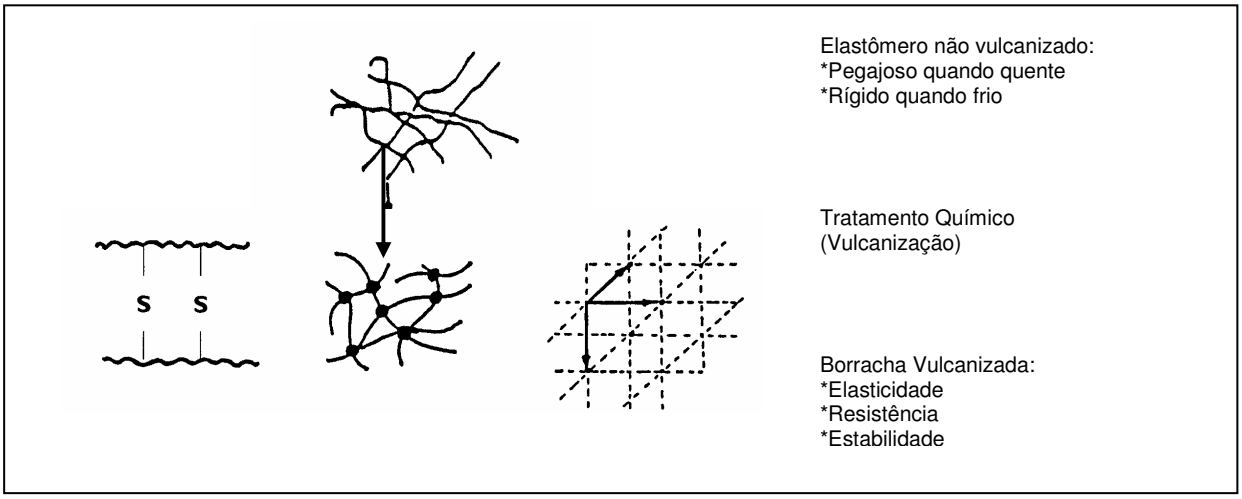


FIG. 1 - Vulcanização
Fonte: CALVI, 1994.

De um modo geral, os agentes de vulcanização classificam-se em 3 grupos, a saber:

- Enxofre: é o agente de vulcanização mais comum.
- Doadores de enxofre: certos produtos químicos (aceleradores da vulcanização) contendo enxofre decompõem-se a determinadas temperaturas, liberando quantidades apreciáveis de enxofre.
- Agentes não sulfurosos; este terceiro grupo de agentes de cura é constituído por óxidos metálicos como o óxido de zinco, o litargírio (PbO) etc.

2.3 Aceleradores

Os aceleradores (TAB. 2) são os produtos químicos que reduzem o tempo de vulcanização contribuindo, além disso, para conferir determinadas propriedades aos vulcanizados.
O tempo e temperatura de vulcanização de uma composição de borracha dependem da quantidade e tipo de acelerador.
A escolha do acelerador ou aceleradores, deve levar em conta, entre outros fatores, as dimensões da peça, o processo de moldagem e vulcanização.

Tabela 2 – Classificação dos aceleradores

Classificação	Exemplo de acelerador	**Tempo relativo de vulcanização**
Lento	Anilina	120 minutos
Moderado	Difenilguanidina (DPG) Diortotolinilguanidina (DOTG)	60 minutos
Rápido	Mercaptobenzotiazol (MBT) Dissulfeto de benzotiazila (MBTS)	30 minutos
Ultra rápido	Dissulfeto de tetrametiltiurã (TMTD) Dietilditiocarbamato de zinco (ZDC)	2 a 5 minutos (em peças finas)

Fonte: GRISON, 1984.

Embora usualmente se constitua uma porção muito pequena de um composto, o(s) acelerador(es) tem uma profunda influência nas propriedades físicas, na resistência ao envelhecimento e nas características de processamento (tempo de pré-vulcanização e razão

Copyright © Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas - SBRT - http://www.sbrt.ibict.br

de cura). A importância da utilização correta de aceleradores e sua quantidade exata deve ser sempre lembrada.

2.4 Ativadores

Os ativadores de vulcanização são produtos químicos que ativam o sistema de aceleração e aumentam sua eficácia.

Os compostos de borracha mais comuns, empregam como ativadores de vulcanização o sistema óxido de zinco e o ácido esteárico, porém outros óxidos e ácidos graxos podem ser utilizados.

2.5 Retardadores

Os retardadores de vulcanização são ingredientes usados para reduzir a tendência a pré-vulcanização "queima" de um composto, dar maior segurança de processamento, sem afetar a velocidade de vulcanização e as propriedades do vulcanizado.

Um retardador amplamente usado é cyclohexyl-N-thiophthalimida (Santogard PVI).

2.6 Agentes de proteção (antidegradantes)

Quase todos os elastômeros são afetados pelo processo de envelhecimento natural ou acelerado. Portanto deve-se usar agentes de proteção (antioxidantes, antiozonantes e outros materiais) que eliminam ou diminuem os efeitos dos agentes catalisadores do envelhecimento (O2,O3, calor, luz, flexão mecânica, etc), prolongando a durabilidade do artefato.

Tais agentes classificam-se em:

- Físicos: aqueles que tem a propriedade de migrar para a superfície, formando uma barreira física que protege o elastômero da ação do oxigênio e do ozônio; neste grupo estão as ceras microcristalinas, muito efetivas na proteção de artefatos de borracha estáticos, isto é, não sujeitos a deformações.
- Químicos: são os agentes de proteção que reagem com o agente agressor (02, 03, etc.), impedindo a ação deste sobre a borracha.
- Tipos mais comuns: Derivados fenólicos, derivados amínicos e parafenilenodiaminas.

2.7 Cargas

São materiais utilizados para reforçar as propriedades físicas da borracha, conferir certas características de processamento ou para reduzir o custo do composto.

As cargas são classificadas em:

- Cargas reforçantes: Tem por função reforçar os elastômeros fracos por natureza, como o SBR, EPDM, etc. ou conservar as características dos elastômeros autoreforçantes, como a borracha natural, policloropreno, etc.
  Cargas reforçantes têm uma profunda influência nas propriedades físicas e de processamento do composto.
- Cargas inertes (ou de enchimento): As cargas inertes ou de enchimento têm como função baratear o composto e conferir boas características de processamento.

Copyright © Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas - SBRT - http://www.sbrt.ibict.br

2.8 Classificação das cargas usadas em composições de borracha

- CARGAS
  - REFORÇADORAS
    - BRANCAS
      - SÍLICAS PRECIPITADAS
      - SILICATOS PRECIPITADOS
      - CARBONATO DE MAGNÉSIO
    - PRETAS
      - NEGROS-DE-FUMO EM GERAL
    - POLIMÉRICAS
      - RESINAS AMÍDICAS
      - RESINAS FENÓLICAS
      - RESINAS URÉICAS
      - RESINAS ESTIRÊNICAS
      - RESINAS OLEFÍNICAS
  - INERTES
    - PRETAS
      - GRAFITE
      - PÓ DE PNEU
    - BRANCAS
      - CAULINS TRATADOS
      - CARBONATO DE CÁLCIO
      - DOLOMITA
      - ÓXIDO DE ZINCO
    - DIVERSAS
      - CELULOSE E SEUS DERIVADOS
      - PÓ DE BORRACHA VULCANIZADA
      - SERRAGEM
      - AMIANTO
      - LITARGÍRIO (PbO)

2.9 Plastificantes

São utilizados com a finalidade de ajustar a dureza dos compostos e outras características, além de facilitarem a incorporação de cargas e o processamento em geral.

Copyright © Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas - SBRT - http://www.sbrt.ibict.br

Os mais comuns são os seguintes:

- Óleos minerais: classificados em parafínicos, naftênicos e aromáticos.
- Ésteres: são mais caros do que os óleos minerais e portanto usados somente em circunstâncias especiais, principalmente nos casos em que o artefato deva conservar elasticidade em baixas temperaturas.
  Os ésteres mais utilizados são os dibutilftalato (DBP) e o dioctilftalato (DOP).
- Plastificantes poliméricos: dentro deste grupo os mais importantes são as resinas de cumarona e as resinas fenólicas.

2.10 Auxiliares de processo

Os auxiliares de processamento são os produtos químicos adicionados em um composto de borracha para facilitar as operações de processamento, tais como mistura, calandragem, extrusão e moldagem, e com isto reduzir os custos de produção.
Os auxiliares de processo diferem dos plastificantes em termos da quantidade utilizada na formulação, geralmente em quantidades baixas, melhorando a capacidade de processamento do composto sem afetar e modificar suas propriedades físicas.

2.11 Outros ingredientes de composição

Certos ingredientes são utilizados apenas em casos especiais. Os mais comuns são:

- Agentes de expansão: utilizados para se obter borracha esponjosa ou microporosa.
- Pigmentos: empregados para dar a cor desejada, sendo usado tanto os orgânicos como os inorgânicos. Entre os inorgânicos destacam-se os óxidos de ferro (vermelho e amarelo), óxido de titânio, os cromatos, etc. Entre os orgânicos, os mais importantes são os negros-de-fumo em geral e os derivados azóicos.
- Retardantes de chama: utilizam-se produtos químicos halogenados e também o óxido de antimônio para reduzir a flamabilidade.
- Odorantes: são essências e mascaradores de cheiro.
- Agentes de adesão borracha/metal e borracha/têxteis: geralmente misturas complexas de elastômeros, resinas e catalizadores, em solução ou emulsão.
- Agentes de pegajosidade: que também tem ação plastificante, como breu, cumarona, asfalto, alcatrão de pinho, resina.
- Agentes de ligação carga/elastômero: são empregadas principalmente em composições carregadas com sílica destacando-se diversas substâncias denominadas silanos.

3 ESTOCAGEM E CONSERVAÇÃO DE MATERIAIS

Milhares de dólares são perdidos anualmente pelas empresas em virtude da má conservação de materiais (entenda-se aqui como matérias-primas ou produtos químicos) em regime de estocagem. Os cuidados normais que são requeridos pelos materiais para a sua perfeita conservação dependem, essencialmente, das características e da natureza dos mesmos.

A conservação da maioria dos materiais existentes nos depósitos depende da utilização de meios e procedimentos adequados. Para tomarmos as medidas necessárias e agirmos com segurança, é preciso considerar:

- Quais os materiais que são considerados explosivos e que devem ser classificados como perigosos;
- Quais aqueles que devem ser considerados agentes de oxidação, com o fim de separá-los dos inflamáveis e combustíveis;

Copyright © Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas - SBRT - http://www.sbrt.ibict.br

- Quais os que convêm guardar em áreas de segurança;
- Quais aqueles que exigem ambiente seco, com ou sem ventilação;
- Quais os que possuem um tempo de conservação limitado (validade limitada);
- Quais devem ser estocados em ambiente com controle de temperatura e/ou umidade;
- Que, no dimensionamento da área de armazenagem de matérias-primas e suas subdivisões, deve-se levar em conta as quantidades necessárias de cada uma e o volume por ela ocupado;
- Que o interior do depósito deve ser bem iluminado, ventilado e bem conservado, atentando para que não existam infiltrações de umidade e vazamentos que determinem a deterioração das matérias-primas;
- Que a movimentação de pessoal na área de estocagem deve ser restrita, facilitando o controle e reduzindo os danos às embalagens dos produtos;
- Que o acesso e a identificação adequada dos materiais no local de armazenagem seja fácil;
- A adequada localização de cada matéria-prima para evitar que uma contamine a outra.

A não observação destas medidas pode dar origem a transformações e modificações que poderão inutilizar grandes lotes de materiais, ocasionando elevados prejuízos.

4 ESTOCAGEM DAS MATÉRIAS-PRIMAS NA INDÚSTRIA DA BORRACHA

A estocagem adequada de elastômeros, cargas e outros produtos químicos para borracha são essenciais para se obter o melhor composto possível no processo de mistura.

As seguintes orientações podem ser observadas para prevenir deterioração e contaminação destes materiais:

- Descarregar todo o elastômero, cargas e demais produtos químicos para borracha diretamente dentro do depósito. Não é permitido que estes produtos sejam estocados e expostos à intempérie, exceto talvez tambores lacrados de plastificantes/ óleos.
- Conferir a identificação do material imediatamente após a chegada. Se alguma identificação for perdida ou não estiver legível; providenciar identificação para os recipientes antes dos mesmos serem removidos para dentro da área em que serão permanente ou regularmente estocados.
- Guardar todos os elastômeros, especialmente a borracha natural (NR) e policloropreno (CR), longe de pontos quentes, tais como aquecedores, saída de calor e tubos de vapor. Não expô-los, também, a radiações de lâmpadas fluorescentes ou vapor de mercúrio.
- Os elastômeros borracha natural (NR), poliisopreno (IR), butil (IIR) e o poli etileno-propileno-dieno (EPDM) não devem ficar em áreas onde a temperatura esteja abaixo de 5°C. A viscosidade destes polímeros pode tornar-se excessivamente alta, em condições inferiores a esta, e isto pode conduzir a uma pobre dispersão dos ingredientes nestes elastômeros no processo de mistura.
- Manter os elastômeros, tais como poli estireno-butadieno (SBR), borracha natural (NR) e borracha nitrílica (NBR), dentro da área de estocagem, bem acondicionados e separados de outros produtos químicos, para evitar possíveis contaminações.
- Para evitar que o polietileno clorossulfonado (CSM) fique úmido, estocá-lo em uma área permanentemente seca.
- Verificar e garantir que todos os recipientes de produtos químicos para borracha, dentro do depósito, estejam bem fechados e vedados.

Copyright © Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas - SBRT - http://www.sbrt.ibict.br

A seguinte regra deve ser rigorosamente cumprida:
O primeiro lote (ou pote, ou saco,[...]) de material a entrar no estoque deve ser o primeiro a sair (PEPS) e deve ser usado até o fim antes de iniciar a utilização de um novo. Isto deve ser observado de modo a garantir-se a utilização de produtos dentro do limite de tempo de estocagem(validade).

5 A BALANÇA E O SEU USO

5.1 O que é pesagem

É a operação que consiste na determinação da massa de um determinado corpo. A massa de um corpo é definida como sendo a quantidade de matéria contida no mesmo. A unidade fundamental da massa é o quilograma (kg).

A determinação da massa M de um corpo baseia-se no princípio segundo o qual a força gravitacional P com que o corpo é atraído pela Terra é igual ao produto de sua massa M pela intensidade da gravidade g no local da pesagem. Portanto:

$$P = M \; x \; g \qquad (1)$$

No caso de dois corpos de massa M1 e M2, ambos submetidos à atração da mesma gravidade, têm-se:

$$P_1 = M_1 \; x \; g \qquad (2)$$

$$P_2 = M_2 \; x \; g \qquad (3)$$

Onde:

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{M_1}{M_2} \qquad (4)$$

A equação (4) mostra estarem as forças gravitacionais atuando sobre os dois corpos proporcionais às suas massas. A força gravitacional que atua sobre um corpo é conhecida por peso. O peso é propriamente expresso em unidades de força (Newton). Como a intensidade da gravidade varia com a localização geográfica, conclui-se que o peso de um corpo é uma variável, ou seja, varia conforme o lugar que se encontre o corpo, ao passo que a massa é uma invariante, ou seja, é sempre a mesma para qualquer lugar da Terra em que se encontre o corpo. Não obstante, o termo peso é comumente usado no sentido de massa. Diz-se, por exemplo, que um determinado objeto pesa 5g. O fato resulta principalmente do método empregado para determinar a massa dos corpos, que consiste em comparar o peso do corpo cuja massa se quer medir com o peso de uma massa de referência.

Conclusão

Quantidade de matéria (medida em Kg) MASSA ↗	≠	Força (medida em Newton) ↖ PESO

Copyright © Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas - SBRT - http://www.sbrt.ibict.br

5.2 Balanças

Na prática, a massa de um corpo é determinada através de equipamentos chamados de balanças.

Exemplos de balanças:

FIG. 2 – Balança de travessão
Fonte: SENAI. SP, 1981.

FIG. 3 – Balança tipo mecânica
Fonte: SENAI. SP, 1981.

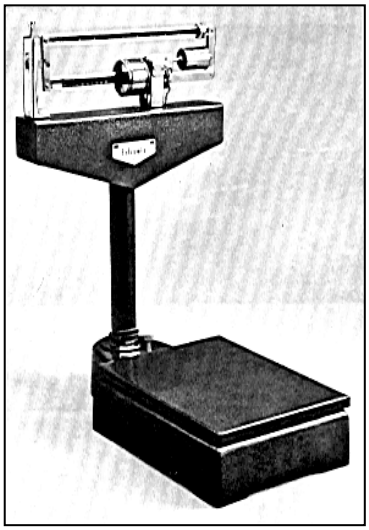


FIG. 4 – Balança tipo plataforma
Fonte: SENAI. SP, 1981.

Copyright © Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas - SBRT - http://www.sbrt.ibict.br

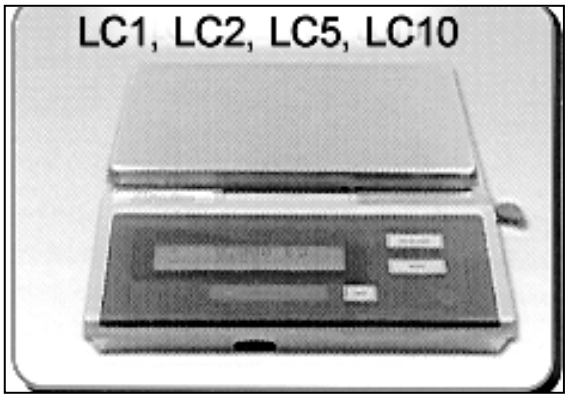


FIG. 5 - Balança eletrônica
Fonte: MARTE, 1998.

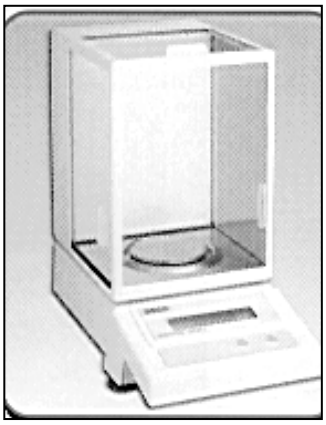


FIG. 6 - Balança analítica eletrônica
Fonte: MARTE, 1998.

Do ponto de vista técnico, quando uma pesagem é realizada, espera-se que ela seja exata (a massa determinada seja o mais próximo possível do valor verdadeiro do corpo pesado), repetitiva (haja pouca ou nenhuma diferença entre as massas determinadas, em pesagens sucessivas de um mesmo corpo efetuadas sob as mesmas condições) e reprodutibilidade (haja pouca ou nenhuma diferença entre as massas determinadas de um corpo, efetuadas sob as condições diferentes).

5.3 O que interfere diretamente no resultado de uma pesagem?

O método utilizado, a amostra, as condições ambientais, o usuário (operador) e o equipamento utilizado.

5.3.1 Método de pesagem

É a seqüência lógica de operações (atividades e ações), descritas genericamente e realizadas para se obter uma medida adequada da massa.

5.3.2 Amostra

Entende-se como amostra uma determinada quantidade de material retirado de um conjunto total (por exemplo: lote, tonel, saco...). Devemos ter cuidado na seleção e manuseio da amostra, de modo que não obtenhamos valores errados por escolha e/ou manuseio indevido da mesma, ou seja, utilizar materiais trocados, contaminados, úmidos, com prazo de validade vencido, etc.

5.3.3 Usuário

O usuário (operador) deve ser capacitado para a utilização adequada do equipamento (balança). Deve também conhecer o método de pesagem, saber avaliar as condições ambientais, decidir sobre a realização ou não da pesagem, selecionar adequadamente o material a ser pesado e interpretar o resultado das pesagens.

5.3.4 Condições ambientais

Entende-se como condições ambientais o fatores de influência a que é submetido o equipamento de pesagem (balança), como a temperatura, umidade, poeira, vibração, tensão de alimentação, etc., no local onde as pesagens são realizadas.

Copyright © Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas - SBRT - http://www.sbrt.ibict.br

5.3.5 Equipamento

As balanças utilizadas na pesagem devem ter faixa de trabalho e exatidão adequada às quantidades de material a serem pesadas.

5.4 Erros de pesagem

Não existe pesagem 100% exata, isto é, isenta de erros. Na realidade, o que devemos é conhecer e manter estes erros dentro de limites aceitáveis. Podemos dividir os erros de pesagem em três grupos: grosseiros, sistemáticos e aleatórios.

Erro de Pesagem = é a diferença entre a massa determinada na pesagem e a massa convencional do corpo a ser pesado.

5.4.1 Erro de pesagem grosseiro

O erro grosseiro é aquele cuja massa determinada difere muito de todos os outros, em um conjunto de pesagens. Erros grosseiros, normalmente, correspondem a um único valor que deve ser desprezado quando identificado.

Exemplo:	Pesagens realizadas =	12,5g
		12,3g
		123g erro grosseiro
		12,4g

Um erro grosseiro pode ser causado, por exemplo, por um defeito na balança ou uma leitura do valor da massa equivocada pelo usuário.

5.4.2 Erro de pesagem sistemático

O erro sistemático é a diferença entre a massa convencional de um corpo e a média de um determinado número de pesagens. Este erro pode ser eliminado na calibração ou com auxílio de uma tabela de correção, pois, normalmente, é devido a uma causa constante. Os erros sistemáticos fazem a média de um conjunto de pesagens se afastar da massa convencional aceitável e afetam a exatidão das massas determinadas.

Exemplo: Massa convencional: 12,3g

Medições: 12,2g, 12,1g e 12,3g

Média das Pesagens: (12,2 + 12,1 + 12,3) / 3 = 12,2g

Erro sistemático: Massa convencional - Média das Pesagens

Erro sistemático: 12,3 - 12,4 = 0,1g

As principais causas do erro sistemático são: erro de zero, erro de span (ganho), erro de paralaxe (balança com dial), erro de operação da balança, etc.

Copyright © Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas - SBRT - http://www.sbrt.ibict.br

5.4.3 Erro de pesagem aleatório

O erro aleatório é a diferença entre uma pesagem e a média de um determinado número de pesagens. Os erros aleatórios aparecem por causas irregulares e dificilmente podem ser eliminados. Assim como erro sistemático, os erros aleatórios afetam a exatidão das pesagens.

Exemplo: Pesagens realizadas: 12,2g, 12,1g, 12,3g

Média das Pesagens: (12,2 + 12,1 + 12,3) / 3 = 12,2g

Erro aleatório = Massa determinada - Média das Pesagens

Erro aleatório 1ª pesagem: 12,2 - 12,2 = 0 Erro aleatório 2ª pesagem: 12,1 - 12,2 = - 0,1 Erro aleatório 3ª pesagem: 12,3 - 12,2 = 0,1

As principais causas do erro aleatório são: precisão da balança, histerese, ruído, resolução, variações das condições ambientais, da amostra, de operação da balança, etc.

6 UNIDADES DE MEDIDA DE MASSA

O sistema de medidas de massa utilizado na indústria da borracha segue o Sistema Internacional de Unidades, sendo o grama a unidade básica de medida.

6.1 Resumo geral das unidades de medida de massa estabelecidas a partir do grama

Quadro 1 - Unidades de medida de massa

	Unidades maiores que o grama					**Unidades menores que o grama**		
Nome	tonelada	quilograma	hectograma	decagrama	grama	decigrama	centigrama	Miligrama
Símbolo	t	kg	hg	dag	g	dg	cg	mg
Valor	1000000g	1000g	100g	10g	1g	0,1g	0,01g	0,001g

Fonte: SENAI. SP, 1981.

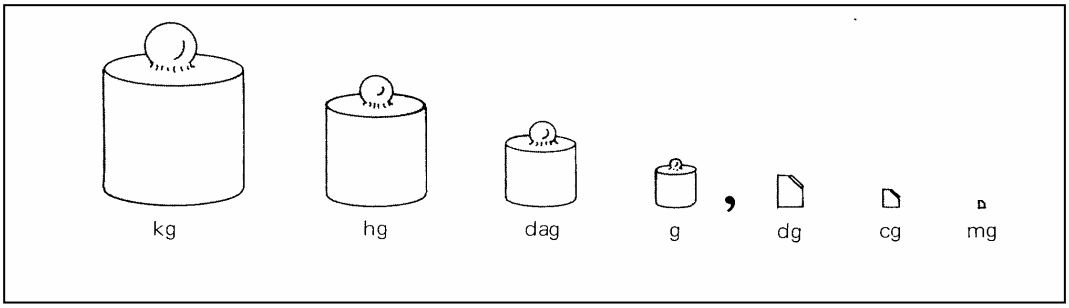


FIG. 7 - Posições das unidades de massa
Fonte: SENAI. SP, 1981.

Em medidas de massa, trabalha-se mais nas indústrias com a tonelada (t), o quilograma (kg), grama (g) e o miligrama (mg); as outras unidades (hg, dag, dg e cg) não são normalmente usadas.

7 INSTALAÇÃO DAS BALANÇAS

Como vimos anteriormente, as balanças não são sensíveis apenas a vibrações, mas reagem também a oscilações rápidas de temperatura e a correntes de ar. Nestas circunstâncias, é preciso observar os seguintes pontos principais por ocasião da instalação das mesmas:

7.1 Lugar de instalação

A sala em que será instalada a balança deve, preferencialmente, ter um só acesso, não podendo assim ser usada como passagem. Se viável, a balança deverá ser instalada num dos cantos da sala de pesagem, os quais constituem o lugar mais estável da construção.

De forma alguma, poderá a balança ser instalada na vizinhança imediata de janelas, para evitar o perigo de um aquecimento desigual pela radiação solar. O mesmo se refere a aquecedores instalados na proximidade, os quais, além de uma irradiação térmica, podem produzir correntes de ar relativamente fortes.

7.2 Mesas de pesagem

Recomendam-se mesas com tampa de mármore ou concreto maciço ou, opcionalmente, suportes fixados na parede. É desaconselhável uma fixação combinada na parede e no solo, visto que isso resultaria numa conjugação de trepidações transmitidas por esses elementos. A mesa de pesagem não deve servir de depósito para objetos pesados. Querendo usar a mesa de pesagem para anotações ou outros trabalhos de escritório, haverá conveniência em escolher um modelo em que a parte central da mesa, em mármore ou concreto, tenha uma moldura em torno, feita de madeira ou metal, que servirá para escrever. O que importa é que entre a parte central e a moldura não exista contato direto.

7.3 Iluminação

O melhor resultado é obtido com iluminação artificial numa sala sem janelas. As luminárias deverão ser instaladas a uma distância razoável da mesa de pesagem, com lâmpadas de wattagem moderada para evitar radiações térmicas nocivas. São preferíveis lâmpadas fluorescentes.

8 MANUSEIO E PESAGEM DAS PRINCIPAIS CLASSES DE MATÉRIAS-PRIMAS

A forma de manuseio das matérias-primas depende, não só do tipo da matéria-prima, como da quantidade a ser manuseada. O manuseio de grandes quantidades de matérias-primas exige soluções de manuseio mais automatizadas, menos dependentes da força humana; já, menores quantidades de matéria-prima, poderão ser manuseadas pelos técnicos, sem a necessidade de processos mais automatizados.

8.1 Borrachas (elastômeros)

São normalmente fornecidos em forma de fardos. Assim, seu manuseio é efetuado, usualmente, sobre *pellets*, com auxílio de empilhadeiras que facilitam o transporte.

Copyright © Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas - SBRT - http://www.sbrt.ibict.br

Existem sistemas disponíveis que podem manusear quatro diferentes tipos de elastômeros em formas de fardos, pesando-os simultaneamente e juntando-os num dispositivo transportador em bateladas de 300kg. A operação geralmente é controlada por microcomputador, mas isto, é claro, é um sistema ideal e muitas fábricas não tem tais facilidades. É comum encontrar fardos de borracha sendo manuseados manualmente, cortados inicialmente com guilhotina (FIG. 11, letra A), e/ou faca ou serrotes (FIG. 8) e pesados um a um em balanças e, após, colocados dentro de uma caixa de plástico que é encaminhada junto com os demais ingredientes da fórmula para processamento. No caso de uso de "misturadores internos" com esteira – balança, a pesagem pode ser prévia ou na própria esteira.

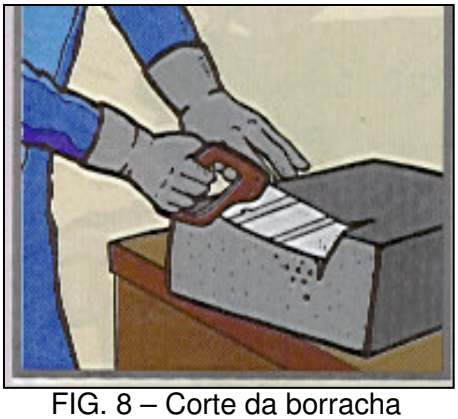


FIG. 8 – Corte da borracha
Fonte: PESAGE de materias primas en la industria del caucho, s.d.

8.2 Negro-de-fumo

Existem várias justificativas para se manusear os lotes de negro-de-fumo a granel (silos ou *Big-Bag*). A granel é mais barato e absorve menos umidade. O manuseio é mais limpo e mais eficiente.

Há sistemas disponíveis para manuseio a granel que transportam, pesam e carregam o negro-de-fumo diretamente ao misturador interno, controlados por computador (FIG. 11, letra D).

Porém, também é comum se encontrar sacos de negro-de-fumo sendo manipulados manualmente e pesados um a um em balanças, porque a quantidade de negro-de-fumo em muitas indústrias, que não sejam as fabricantes de pneus, não é grande suficiente para comportar investimentos em equipamentos de manuseio a granel. Neste caso, com o auxílio de uma "concha" (FIG. 9), recolhe-se o negro-de-fumo de dentro de sua embalagem, introduzindo-o dentro de sacos (de papel ou plásticos), latas ou baldes plásticos e o pesamos. Após, o negro-de-fumo pesado é encaminhado, juntamente com os demais ingredientes da fórmula, para processamento da mistura.

Copyright © Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas - SBRT - http://www.sbrt.ibict.br

FIG. 9 - Exemplo de concha/ colher para manuseio dos produtos
Fonte: COLE PARMER, 2001.

8.3 Cargas não-pretas (cargas claras)

Podem ser manipuladas manualmente e pesadas conforme o(s) mesmo(s) procedimento(s) descrito(s) para o negro-de-fumo, obviamente, dependendo da quantidade consumida. De qualquer modo, um controle computadorizado de manuseio e pesagem é preferível se o capital investido para a necessária automação for financeiramente justificável (FIG. 11, letra D).

8.4 Plastificantes/óleos

Por serem usualmente líquidos, eles são uma categoria de matéria-prima que deve, preferivelmente, ser manipulada, no mínimo, semi-automaticamente. Para plastificantes usados em grandes quantidades, o manuseio a granel é vantajoso.

Assim, como para o negro-de-fumo, existem sistemas disponíveis para o manuseio automático que transportam, pesam e carregam os plastificantes/óleos diretamente no misturador interno (FIG. 11, letra E). Porém, também é comum encontrar plastificantes sendo manipulados manualmente e pesados com o auxílio de balanças. Os tambores que contém os plastificantes/óleos ficam elevados em relação ao solo sobre suportes (FIG. 10), sendo o plastificante/óleo escoado para dentro de um saco de polietileno de baixa densidade (geralmente disposto dentro de um balde que dá suporte ao saco) e pesado. A extremidade do saco com plastificante/óleo é atada, e após o mesmo é encaminhado, juntamente com os demais ingredientes da fórmula, para processamento da mistura.

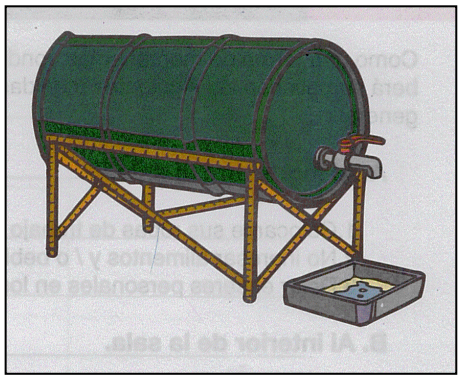


FIG. 10 - Tambor de plastificantes
Fonte: PESAGE de materias primas en la industria del caucho, s.d.

Copyright © Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas - SBRT - http://www.sbrt.ibict.br

8.5 Ingredientes utilizados em menos quantidade

Os ingredientes utilizados em menor quantidade são os aceleradores, antioxidantes, ácido esteárico, agente de cura, etc.

Um sistema de pesagem automático para manusear e pesar as quantidades relativamente pequenas de outros ingredientes é até mais importante que para o negro-de-fumo, porque são exatamente estes ingredientes que têm uma profunda influência nas propriedades de um composto de borracha.

Estes ingredientes ainda são, usualmente, manipulados manualmente e pesados um a um, dentro de sacos plásticos, em balanças na grande maioria das indústrias de borracha.

9 TÉCNICAS DE PESAGEM UTILIZADAS NA INDÚSTRIA DA BORRACHA

A exatidão da pesagem é um pré-requisito para que o controle de qualidade do composto e do artefato final tenha sentido. Periodicamente, deve-se fazer a calibração das balanças, pois a exatidão das pesagens dos diferentes ingredientes deve girar em torno de 1%.

Por exemplo:

Quadro 2 - Quantidades pesadas e exatidões exigidas

Quantidade a ser pesada	Exatidão exigida
10g	0,1g
100g	1g
1000g	10g
10.000g	100g

Fonte: INMETRO, 2001.

9.1 Pesagem individual

Consiste em pesar cada um dos ingredientes da formulação individualmente. Este procedimento, muitas vezes, induz a erros desnecessários.

O problema da pesagem individual, geralmente, tem relação com a resolução da balança e a possibilidade de troca. É importante que se verifique, no final da pesagem, a soma das quantidades dos ingredientes da fórmula.

9.2 Pesagem em grupo

Visando a diminuir o número de pesagens e, com isso, eliminar em parte o erro de balança que tanto pode ser qualitativo como quantitativo, costuma-se pesar os ingredientes em grupos após uma dosagem individual previamente projetada.
O processo consiste em tomar alguns dos ingredientes da mistura em quantidades 10 vezes maiores do que realmente são usados no composto, preparar uma mistura prévia entre eles e, após, efetuar uma única pesagem de uma quantidade que mantenha a proporção original da fórmula.

Para realizar a operação de pré-mistura, recomenda-se o uso de um misturador em “V” feito em aço inox.

A mistura dos ingredientes deve ser a mais homogênea possível. Dessa maneira, obtém-se um certo número de produtos (ingredientes da fórmula) devidamente pesados numa só operação, reduzindo não só o número de pesagens e recipientes, mas também o grande

Copyright © Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas - SBRT - http://www.sbrt.ibict.br

número de oportunidades de erro, a mão-de-obra aplicada, além, é claro, de agilizar o fluxo de produção e de poder-se obter compostos mais controlados e homogêneos.

9.3 Pesagem em pré-misturas (*masterbatch*)

A pesagem em *masterbatch*, sobretudo de agentes de coloração, é muito indicada quando a precisão de cor e matizes é muito exigida. Também o uso de *masterbatch* para aceleradores, enxofre, plastificantes e quaisquer outros componentes é indicado. Embora implique num certo comprometimento de equipamentos, esta técnica é compensadora pelos bons resultados que são obtidos no final do processo.

O procedimento consiste em tomar uma determinada quantidade de borracha, do mesmo tipo a ser usada no composto, e lhe incorporar a maior quantidade possível do ingrediente desejado de modo a se ter uma pré-mistura rica no requerido ingrediente. Para determinada quantidade de composto, faz-se uma dosagem criteriosa da quantidade de masterbatch necessária, a ser adicionada ao composto, que deverá ser repetida para os demais compostos da série (pesos) que virão a ser produzidos.

9.4 Dosagem automática

Nas grandes fábricas, onde a quantidade de compostos é muito grande, o sistema recomendado e mais utilizado é o da dosagem automática, no qual cada ingrediente entra no misturador interno, de acordo com o que está programado e segundo o qual o computador comanda a adição.

Para tanto, o sistema de estocagem é especial e, ao misturador interno, estão acoplados dosadores automáticos e um computador. (FIG. 11)

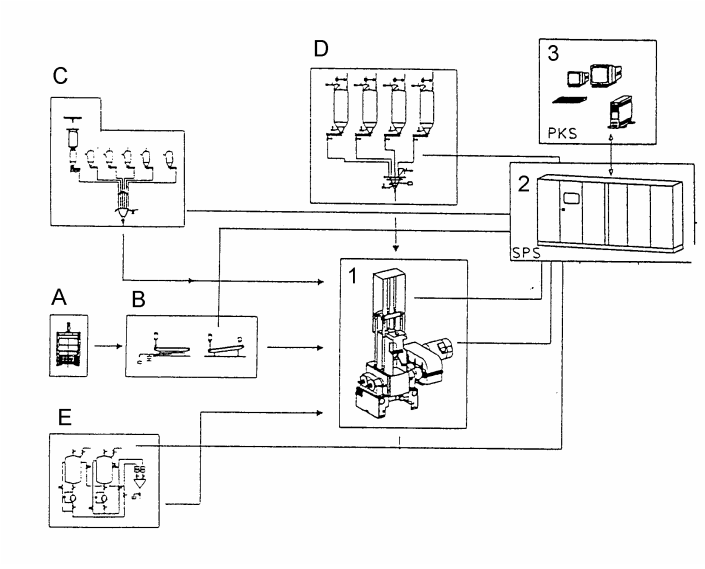
Um sistema de pesagem automática para os ingredientes reduz potenciais fontes de erros na pesagem e também reduz a chance de se usar ingredientes totalmente trocados.

Podemos ter um sistema semi-automático do tipo silos e balança dosadora ou um sistema totalmente automatizado do tipo de silos e alimentação/dosagem direta no misturador interno.

Para cada uma das classes de matérias-primas utilizadas na indústria da borracha, os sistemas de pesagem automática têm sido recomendados. No entanto, de qualquer modo, deve ser lembrado que um sistema manual que trabalhe bem é preferível a um sistema automático pobre e ineficiente. A instalação de sistemas automáticos inadequados pode causar mais problemas que soluções.

Pode-se verificar a representação esquemática de um sistema automático de estocagem e dosagem de ingredientes:

Copyright © Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas - SBRT - http://www.sbrt.ibict.br



A – Contadora de fardos de borracha (Guilhotina)
B – Dispositivo de pesagem e transporte ("Esteira - Balança")
C – Estocagem e Pesagem de aditivos (Ingredientes utilizados em menor quantidade)
D Estocagem e pesagem de cargas (Negro-de-fumo e cargas não pretas)
E – Estocagem e pesagem de plastificantes/ óleos
1. Misturador interno (Banbury)
2. CLP (Controlador lógico programável)
3. PKS (Sistema de controle do processo)

FIG. 11 – Equipamentos periféricos do misturador interno (estocagem e pesagem de matérias-primas de uso na indústria da borracha)
Fonte: BHOWMICK; HALL; BENAREY, 1994.

10 APRESENTAÇÃO DA FÓRMULA PARA PESAGEM

A formulação deve ser fornecida para o setor de pesagem, em uma ficha, denominada "Ficha de Pesagem", preferencialmente plastificada, objetivando melhor conservação da mesma.
Na ficha, devem estar registrados, em letras e algarismos, bem legíveis, a identificação (código ou nome) da fórmula, os ingredientes e as respectivas quantidades a serem pesadas, a data e o responsável pela liberação da fórmula para produção.
Além de constarem os pesos individuais dos ingredientes, deve conter o peso total acumulado, para se evitar a pesagem memorizada. De preferência, os ingredientes devem estar codificados. Algumas indústrias já colocam, também, a tolerância para cada quantidade de ingrediente a ser pesado.

A Ficha de Pesagem (FIG. 12) deve conter sempre a fórmula atualizada. Caso a fórmula seja alterada, a Ficha de Pesagem desatualizada deve ser recolhida e substituída.

Copyright © Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas - SBRT - http://www.sbrt.ibict.br

Composto:		
Resp.:	Data:	
Nº	Ingredientes (Nome ou código)	g
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		
TOTAL (g)		

FIG. 12 - Modelo de "Ficha de Pesagem"
Fonte: LOVISON, 2001.

11 SETOR (OU SALA) DE PESAGEM

Deve, preferencialmente, estar próximo e ligado diretamente ao depósito (almoxarifado) de matérias-primas, com o objetivo de se evitar o transporte de grandes volumes de materiais por toda a fábrica e ocupar pessoal em atividades de apoio, com o respectivo risco de acidente associado.

O piso deste setor deve ser de um material que permita ser limpado continuamente (piso vinílico, cimento fino, lajotas, [...]) e as paredes devem ser de superfícies lisas e estar pintadas com cores claras, com o objetivo de se manter a área limpa, bem iluminada e segura para o pessoal e os produtos químicos ali manipulados.

Esta área deve estar continuamente ventilada, de forma natural ou por intermédio de exaustores que permitam que as correntes de ar arrastem as partículas de pó existentes no ambiente de trabalho, com o objetivo de se evitar a inalação de produtos químicos por parte do pessoal.

A iluminação geral deste setor deve ter como mínimo 300LUX (LX), dada a importância que tem a exatidão na pesagem de produtos químicos e a concentração que deve ter o pesador para não se confundir. Assim, obter-se-á uma excelente pesagem e evitar-se-á problemas visuais ao pessoal.

Copyright © Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas - SBRT - http://www.sbrt.ibict.br

No setor de pesagem, deve-se proceder um arranjo físico o mais compacto possível, com uma disposição dos equipamentos e dos materiais o mais próximo possível do(s) operador(es). Arranjos em forma de “U” são bastante utilizados.

11.1 Armazenamento das matérias-primas na sala de pesagem

Na sala de pesagem, as matérias-primas são armazenadas em forma de pó ou líquidas.

11.1.1 Matérias-primas em forma de pó

Devem ser armazenadas em “tulhas” com tampa (caixotes) que devem permanecer fechadas quando não estão em uso e devem estar identificadas com o nome do produto na parte externa da tampa (letras de cor amarela), com o objetivo de manter os produtos separados e evitar a contaminação entre eles. Para retirar o produto de dentro das caixas com tampa, se deve dispor de uma “concha” (FIG. 13). Com estas medidas, busca-se diminuir a concentração de pó no ambiente e, com isto, o risco à saúde do pessoal.

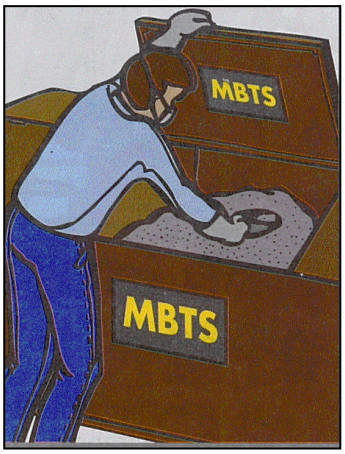


FIG. 13 - Armazenamento de matérias-primas em forma de pó
Fonte: PESAGE de materias primas en la industria del caucho, s.d.

11.1.2 Matérias-primas líquidas

Os tambores de plastificantes/óleos devem ser mantidos apoiados sobre um suporte (estrutura construída de madeira ou metal), numa posição mais elevada em relação ao solo, para que, na hora da pesagem, escoem gravimetricamente (FIG. 14). Inclusive, para alguns plastificantes/óleos, é necessário manter os tambores aquecidos de modo a reduzir suas viscosidades e torná-los mais adequados ao manuseio. Estes tambores deverão ter uma torneira com sistema de chave de corte rápido, intercambiável. Em baixo da torneira, deve-se colocar um depósito para recolher as gotas e, assim, manter a área limpa e ordenada, evitando escorregões e quedas do pessoal por derramamento.

Copyright © Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas - SBRT - http://www.sbrt.ibict.br

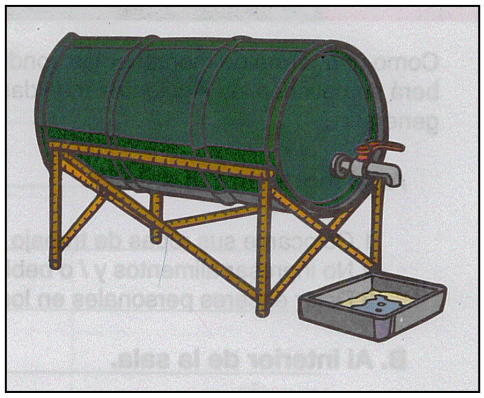


FIG. 14 - Tambor de plastificantes
Fonte: PESAGE de materias primas en la industria del caucho, s.d.

Em muitas indústrias, utiliza-se colocar a balança de pesagem dos plastificantes sobre um "carrinho" que se desloca abaixo das torneiras dos tambores, facilitando a operação de pesagem (FIG. 15).

FIG. 15 – Balança para pesagem dos plastificantes/ óleos sobre os carrinhos
Fonte: PESAGE de materias primas en la industria del caucho, s.d.

12. RISCOS DA OPERAÇÃO DE PESAGEM

É importante o conhecimento e controle dos riscos inerentes ao processo de pesagem e manuseio de matérias-primas de forma a evitar, sempre que possível, a ocorrência de acidentes nos setores de pesagem.

12.1 Acidentes

a) cortes: Ocorrem quando o pessoal efetua a atividade de corte dos fardos de borracha com facas, serrotes ou guilhotinas de maneira insegura e/ou quando se utiliza ferramentas inadequadas.
b) Dermatites: Ocorrem quando as mãos, braços e antebraços estão em contato direto com as matérias-primas.

Copyright © Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas - SBRT - http://www.sbrt.ibict.br

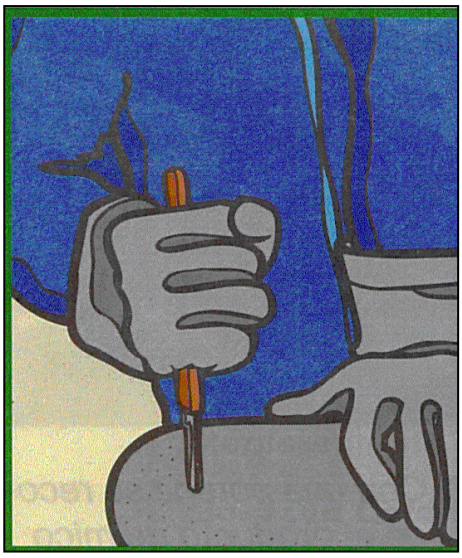


FIG. 16 e 17 – Riscos de Cortes

Fonte: PESAGE de materias primas en la industria del caucho, s.d.

c) Batidas: Ocorrem quando o pessoal realiza movimentos, sem as devidas precauções, de sacos com matérias-primas, tambores de plastificantes/ óleos, fardo de borracha, etc.

FIG. 18 – Risco de golpes

Fonte: PESAGE de materias primas en la industria del caucho, s.d.

d) Dores lombares: Ocorrem quando o pessoal realiza mal a força (a efetua em posição inadequada), ou o esforço é maior que sua capacidade física.

FIG. 19 - Risco de dores lombares
Fonte: PESAGE de materias primas en la industria del caucho, s.d.

e) Quedas: Ocorrem quando se está transportando materiais de um lugar para outro, ou quando os retiramos de zonas altas de maneira insegura.

FIG. 20 – Risco de quedas
Fonte: PESAGE de materias primas en la industria del caucho, s.d.

12.2 Doenças

As enfermidades podem ocorrer por:

a) Inalação de pó: Ocorre quando o usuário (pesador) efetua a pesagem das diferentes matérias-primas sem proteção respiratória.

Copyright © Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas - SBRT - http://www.sbrt.ibict.br

FIG. 21 e 22 – Inalação de pó

Fonte: PESAGE de materias primas en la industria del caucho, s.d.

b) Ingestão de pó: Ocorre quando o usuário (pesador) não efetua uma limpeza eficiente das mãos e unhas antes de ingerir e/ou quando consome alimentos e/ou bebidas nos lugares de trabalho.

FIG. 23 e 24 – Ingestão de pó
Fonte: PESAGE de materias primas en la industria del caucho, s.d.

12.3 Recomendações de segurança para o setor de pesagem

- Para a empresa

Como uma forma de evitar a ocorrência de acidentes e/ou doenças profissionais, é necessário que as empresas levem em conta as seguintes recomendações:

- Dar ao pessoal equipamentos de proteção individual, para evitar que sofram lesões ao entrar em contato direto com os produtos que manipulam.

Entre os equipamentos, indicamos, no mínimo, os seguintes:
- Luvas de látex (tipo cirúrgico);

- Proteção respiratória para pó – certificada.
(respirador descartável ou meia máscara se a concentração for menor que 10vezes do limite;
- máscara completa e filtro de alta eficácia se a concentração for maior e também para operações especiais);

“Sempre consultar especialistas sobre o adequado e correto tipo de máscara para cada situação específica”.
- Avental de PVC ou colete;
- Luvas de couro;
- Chapéu (“toca") descartável - (opcional);
- Calçados de segurança;
- Outros que a empresa considerar pertinente.

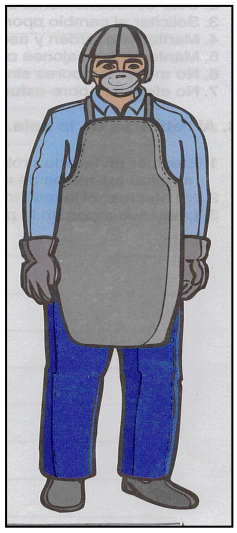


FIG. 25 – Equipamentos de proteção individual
Fonte: PESAGE de materias primas en la industria del caucho, s.d.

- Regulamentar o uso obrigatório dos equipamentos de proteção individual, em concordância com o que indica o regulamento interno de organização, limpeza e segurança da empresa.
- Estabelecer em procedimento escrito que indique a periodicidade e a forma de realizar as trocas dos equipamentos de proteção individual.

- Para o pessoal que trabalha no setor de pesagem

Para evitar a ocorrência de acidentes e/ou doenças profissionais, o pessoal deve observar as seguintes medidas de caráter geral:

- Para ingressar na sala:
- colocar as roupas de trabalho e equipamentos de proteção individual;
- não ingressar na sala com alimentos e/ou bebidas;
- deixar os pertences pessoais nos respectivos armários no vestiário.

- No interior da sala:
- não consumir alimentos e/ou bebidas;
- usar constantemente seus equipamentos de proteção individual;
- solicitar a troca, oportunamente, dos filtros, máscaras e luvas;
- manter a ordem e o acesso da sala;
- manter as “tulhas” (caixotes) com as matérias-primas tapadas enquanto não estão em uso;
- não movimentar os tambores sem ajuda;
- não efetuar sobreesforços além de sua capacidade física.

- Ao sair da sala:
- lavar o rosto, mãos e braços com abundante água e sabão, para retirar restos do material que podem ter se aglutinado sobre a pele;
- Não efetuar a lavagem anteriormente indicada com algum tipo de dissolvente;
- Lavar as roupas de trabalho, se possível, duas vezes por semana.

13 RASTREABILIDADE DAS PESAGENS

Em muitas situações, precisa-se retornar ao ponto inicial de produção de um composto de borracha, ou seja, a pesagem, para poder identificar as possíveis causas de problemas de processabilidade e/ou de não-atendimento às exigências de qualidade pré-estabelecidas.

Copyright © Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas - SBRT - http://www.sbrt.ibict.br

Deve-se estabelecer um método para permetir o controle e a rastreabilidade das pesagens efetuadas na produção de determinado batch(lote, peso) de composto.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A etapa de pesagem é uma das primeiras no processo de fabricação de um artefato de borracha, portanto é de fundamental importância para o êxito das etapas seguintes, influenciando diretamente desde a processabilidade do composto de borracha, até as propriedades e a qualidade do artefato final. Cada ingrediente utilizado em uma formulação de borracha é definido de forma balanceada e tem uma função específica exigindo portanto, que sua dosagem seja realizada com muito cuidado e exatidão.

Muitos dos problemas da indústria de transformação da borracha são decorrentes de erros cometidos na etapa de pesagem, tais como:

- troca do tipo ou dosagem incorreta de um acelerador, que influencia diretamente nas condições de processabilidade e vulcanização;
- adição incorreta da quantidade de uma carga ou de plastificante, influenciando diretamente nas propriedades físico-mecânicas do produto final.

Estes erros de pesagem decorrem comumente da falta de treinamento dos operadores, da não definição de um processo de pesagem racional e adequado, das condições ambientais e de manuseio inadequado das matérias-primas, bem como, dos equipamentos de pesagem utilizados não estarem calibrados e/ou não atenderem à faixa de trabalho e exatidão adequados às quantidades de material a serem pesados.

Não se pode esquecer que o processo de pesagem está ligado ao transporte e manuseio de diferentes materiais e, portanto, suscetível aos riscos de acidentes e contaminações que devem ser minimizados e, sempre que possível evitados, através de medidas de segurança eficazes.

Recomenda-se, portanto, que a indústria de transformação de borracha reavalie periodicamente suas práticas relativas ao processo de pesagem, sob os aspectos de segurança, organização, adequação e exatidão dos equipamentos, capacitação e produtividade, bem como reconheça a importância deste processo nos seus resultados econômicos e na qualidade de seus produtos.

REFERÊNCIAS

BHOWMICK, Anil K; HALL, Malcolm M; BENAREY, Henry A. **Rubber products manufacturing technology**. New York: Marcel Dekker, 1994. 918 p.
CALVI, Leonidas Claure. Vulcanización. **Cauchotecnia**, Buenos Aires, v.1, n.2, p.9-43, sep. 1994.

COLE-PARMER. **Catálogo técnico**. Vermon Hills, 2001.

CROSFIELD. **Catálogo técnico**. São Paulo: Gessy Lever, 1999.

GRISON, Elyo Caetano; HOINACKI, Eugênio; MELLO, José Antônio Barcellos de **Curso de tecnologia da borracha**. Porto Alegre: Associação Brasileira de Química, 1984. 2 v.

INMETRO. **Vocabulário internacional de termos fundamentais e gerais da metrologia**.

Rio de Janeiro, 2001.

LOVISON, Viviane. **Introdução ao processo de pesagem na indústria da borracha**. São Leopoldo: SENAI-RS/Centro Tecnológico de Polímeros, 2001.

MARTE. **Catálogos, balanças e aparelhos de precisão**. São Paulo, 1998.

MIC. SUDEHEVA. **Curso básico em tecnologia dos elastômero**: controle de qualidade. Brasília, s.d. 1 v.

PESAJE de materias-primas en la industria del caucho. Santiago: ACHS, s.d. 7 p.

ROCHA, Edmundo Cidade da; LOVISON, Viviane M. H.; PIEROZAN, Nilso José. **Tecnologia de transformação dos elastômeros.** São Leopoldo: Centro Tecnológico de Polímeros SENAI, 2000.

SENAI. DN. **Matemática**: unidade modular: massa. Rio de Janeiro, s.d. (Módulo Instrucional)

SENAI. SP. **Matemática básica I para mecânica**: módulo 1: medidas de peso. São Paulo, 1981.

Nome do técnico responsável

Jordão Gheller Júnior – Químico Industrial
Viviane Lovison – Engenheira Química

Nome da Instituição do SBRT responsável

SENAI-RS. Centro Tecnológico de Polímeros – SENAI CETEPO

Data de finalização

08 jun. 2006

Copyright © Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas - SBRT - http://www.sbrt.ibict.br