



PROCESSAMENTO DE ELASTÔMEROS EM UMA INDÚSTRIA DE ARTEFATOS DE BORRACHA

PROCESSING OF ELASTOMERS IN A RUBBER ARTIFACT INDUSTRY

Magda Balduino Cremonini – magda.cremonini@gmail.com

Angelita Moutin Segoria Gasparotto – angelita.gasparotto@fatectq.edu.br

Faculdade de Tecnologia de Taquaritinga (FATEC) – São Paulo – Brasil

RESUMO

A indústria de artefatos de borracha tem um papel fundamental para o desenvolvimento econômico do país, pois, sofre uma grande influência devido à demanda no setor automobilístico. A competitividade nos dias de hoje faz com que as empresas tendem a fornecer produtos com um padrão de fabricação e com o mínimo de perda possível em sua produção. De acordo o estudo levantado na empresa pesquisada todo processo de controle de qualidade é feito através de testes químicos e físicos, abrangendo desde a matéria prima até o produto. Este artigo tem como objetivo analisar algumas técnicas de produção dos elastômeros e avaliar o conhecimento técnico de todas as pessoas envolvidas no processo de transformação, para que haja interação no sentido de solução de problemas que surgem no dia a dia dentro da organização, garantindo assim a qualidade do produto, atendendo todos os requisitos exigidos pelos clientes. O método utilizado para a pesquisa foi a revisão bibliográfica por meio de livros, revistas acadêmicas e artigos científicos. A partir do trabalho realizado é possível considerar que a qualidade é fundamental para o processamento dos elastômeros e também a capacitação dos colaboradores.

Palavras-chave: Artefatos de Borracha. Transformação. Qualidade.

ABSTRACT

The rubber artifact industry has a fundamental role in the economic development of the country, as it suffers a big influence due to the demand in the automotive sector. The competitiveness, nowadays, makes companies tend to supply products with high standards of manufacture and minimum possible loss in their production. According to the study raised in the researched company the whole quality control process is made through chemical and physical tests, comprehending since the raw material until the final product. This article has the purpose of analysing some elastomers production technics and evaluate the technical knowledge of all the people involved in the transformation process, so that there is an interaction in the way to solve problems which appear daily within the organization, guaranteeing the quality of the final product, attending all the requirements demanded by the customers. The used method for the research was the bibliographic revision through books, academic magazines and scientific articles. From the accomplished work it is possible to



consider that quality is fundamental for the elastomers processing and also the collaborators capacitation.

Keywords: Rubbers artifacts. Transformation. Quality.

1 INTRODUÇÃO

O setor de artefatos de borracha teve um crescimento significativo para a economia dos países industrializados, embora enfrentem elevados custos relacionados aos insumos de produção, segundo relatos do Sindicato das Indústrias de Artefatos de Borracha do estado do Rio Grande do Sul, o Brasil acaba de passar por uma crise econômica, deixando sua marca registrada na história do país, em meio a tantos problemas como a queda nas exportações, a indústria de artefatos de borracha tem um papel fundamental para o fortalecimento do país. (SINBORSUL, 2017)

De acordo Oliveira (2010) na indústria de artefatos de borracha existe vários fatores que podem influenciar na qualidade do composto, tais como: temperatura, matéria prima, pressão, dentre outros, sendo o processo de mistura uma etapa essencial para a produção dos elastômeros, no qual, tem como objetivo a distribuição uniforme, a incorporação e a dispersão das matérias primas e suas propriedades.

Dentro do contexto da indústria de artefatos de borracha, surge a necessidade de zelar pela qualidade do produto fornecido aos clientes, portanto, o principal questionamento é se o processamento realizado incorretamente na produção de elastômeros afeta na estrutura do produto.

A execução desse artigo baseou-se no processo produtivo de elastômeros numa indústria de artefatos de borracha, voltada para a fabricação de peças automotivas. Tendo como objetivo analisar a qualidade do produto, através das práticas utilizadas no processamento e testes realizados para aprovação do composto, visando à segurança do produto e atendendo aos requisitos exigidos pelos clientes.

O presente artigo está dividido da seguinte maneira: a primeira abordagem será relatada a indústria de artefatos de borracha e o processo produtivo que descreve os tipos de elastômeros natural NR e o estireno – butadieno SBR, em seguida destaca o processo de transformação e suas etapas: recebimento de matéria prima, pesagem, processo de mistura, resfriamento, filtragem, qualidade do composto e produto.



2 A INDÚSTRIA DE ARTEFATOS DE BORRACHA E O PROCESSO PRODUTIVO

Segundo Pereira (2015) o processo produtivo é dividido por subprocessos, no qual, é possível estudá-los por meio de itens de controle e verificação, os próprios dados da empresa servem para melhorar os processos produtivos, pois, facilita a localização dos problemas e mantém a qualidade de todas as atividades da empresa, garantindo a segurança da entrega do produto ao cliente. Porém, deve-se atentar a existência de erros nos processos mesmo a variabilidade estando controlada é possível produzir itens com defeitos.

As variabilidades são oriundas de diferenças existentes entre as matérias primas, das condições dos equipamentos, dos métodos de trabalho, das condições ambientais e dos operadores envolvidos no processo. Além disso, a variabilidade pode ser originada do sistema de medição empregada. (PEREIRA, 2015)

As propriedades físicas ou reológicas dos elastômeros inalterados ou não vulcanizados são baseadas na resistência e força aplicada durante a fase de processamento, para se obter todas as propriedades necessárias do artefato na maioria das vezes é essencial a realização de inúmeros testes para garantir a homogeneidade do processo, pois, a qualidade do produto está ligada diretamente com o processamento da mistura que determina a fração adequada de energia e o tempo de vulcanização. (GUERRA et al. 2004)

Para obter melhores resultados as organizações vêm buscando a melhoria contínua nos processos, pois, é um fator que auxilia nas realizações de tarefas do dia a dia, busca a eficácia e aperfeiçoamento das atividades. (CUNHA, 2013)

De acordo Bazzon (2009) a indústria de artefatos de borracha voltada para o setor automobilístico vem crescendo gradativamente nos últimos anos, dado que faz parte de uma imensa cadeia de produtos e bens mais consumidos no mundo, no qual, contribui significativamente para o crescimento econômico do país.

Conforme Batista (2012) a borracha tornou-se uma matéria-prima de suma importância para economia dos países industrializados, pois, possui propriedades que permite a criação de diversificados produtos. No Brasil a indústria de transformação da borracha tem um espaço garantido no cenário econômico mundial. Para saber um pouco melhor sobre esse ramo, é necessário entender os tipos de elastômeros existentes: a borracha natural e a borracha sintética.



[...] a borracha natural é um elastômero insaturado obtido por coagulação do látex de seringueiras. Trata-se de um tipo de borracha usado há milênios por civilizações pré-colombianas como, por exemplo, os maias. A borracha sintética, por sua vez, é oriunda de derivados de petróleo e pode ser utilizada como alternativa à borracha natural, sobretudo, quando as fontes de látex são escassas em determinados períodos ou regiões. (BATISTA, 2012)

2.1 Elastômero Natural – NR

Para Grison et al. (2010) o único elastômero extraído da seringueira é a borracha natural, recolhido da seiva da árvore *Hevea Brasiliensis* e tem como as principais características: resiliência e elasticidade, podendo atingir um alongamento de aproximadamente 900 % em relação ao comprimento inicial, porém, ela não resiste à variação de temperatura, gases, luminosidade, poeira, umidade e nem aos derivados do petróleo. Como a borracha natural se degenera facilmente sob o efeito da luz e do calor, a mesma é aditivada com agentes de proteção: antioxidantes e antiozonantes que garante longa durabilidade. A vulcanização é feita a 145°C, não podendo passar de temperaturas acima desta, pois, o material decompõe-se formando um resíduo pegajoso.

2.2 Elastômero Estireno – Butadieno SBR

O elastômero estireno – butadieno SBR é uma borracha sintética compatível com a maioria dos elastômeros, tem uma semelhança com a borracha natural, no entanto, possui um grau mais homogêneo, porém é menos elástica, pode ser obtida de duas maneiras: pelo processo de emulsão e por isso contém um teor de umidade de até 0,5% e pelo processo em solução e não contém umidade. O tempo de vulcanização é realizado em temperaturas que variam entre 120°C a 170°C. As propriedades físico-mecânicas são obtidas com acréscimo de cargas robustas em negros de fumo das séries 200 e 300 e sílicas precipitadas. No mundo é a borracha mais utilizada em vários tipos de aplicações no segmento de artefatos, porém, o consumo é ainda maior nas indústrias. (GRISON et al. 2010)



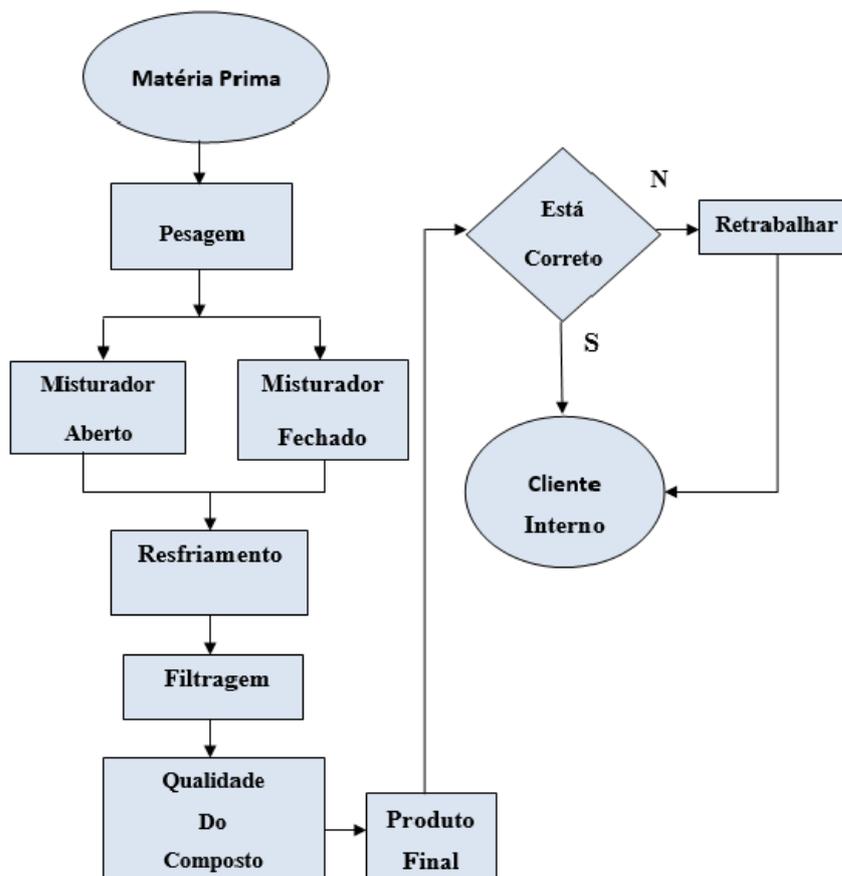
3 PROCESSO DE TRANSFORMAÇÃO

Para a transformação dos elastômeros é necessário a utilização de aditivos de processo que são vistos como promotores que aumentam a eficiência nos processos de produção da borracha e servem para incorporar as propriedades físicas, mecânicas e químicas. Alguns elementos químicos possuem funções específicas, sendo de suma importância para manter a qualidade do composto. As funções desses elementos utilizados na formulação de uma mistura estão descritos a seguir:

- **Elastômeros:** Principal matéria prima do processo tem como característica a resistência a produtos químicos e elevadas temperaturas.
- **Plastificantes:** Modificam as propriedades físicas do composto e serve como amaciante das borrachas cruas ou vulcanizadas, além da melhoria trazida ao processo através da facilidade de incorporação, maior fluidez e dispersão das cargas.
- **Cargas:** São ingredientes utilizados para redução de custos e serve para aumentar a dureza, tensão de ruptura e resistência a deformação.
- **Ativadores:** São aditivos de processos que ajudam na vulcanização e podem também melhorar na incorporação e na dispersão da carga.
- **Retardadores:** São reagentes que adicionados a uma composição de borracha aumenta a resistência á pré-vulcanização, sem influenciar no tempo de vulcanização. A adição de retardadores não só proporciona maior segurança nas diversas fases de processamento como também permite maior tempo de estocagens da mistura.

No desenvolvimento da mistura é fundamental um amplo conhecimento das máquinas, dos equipamentos de processamento e principalmente dos vários tipos de elastômeros disponíveis no mercado. O processo de transformação ocorre pelas seguintes etapas: recebimento de matéria prima, pesagem, processamento de mistura, resfriamento, filtragem, qualidade do composto e produto. Como demonstra a Ilustração 1 a seguir:

ILUSTRAÇÃO 1. Fluxo de Processo



Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2018).

3.1 Recebimento de matéria prima

Toda matéria prima recebida passa por uma etapa de teste, que serve para comprovar a qualidade do material, após todos os testes estarem dentro do padrão de exigências especificadas pela equipe de formulação, emite-se uma carta de aprovação ao fornecedor e a matéria prima é liberada para o processo de pesagem.

3.2 Pesagem

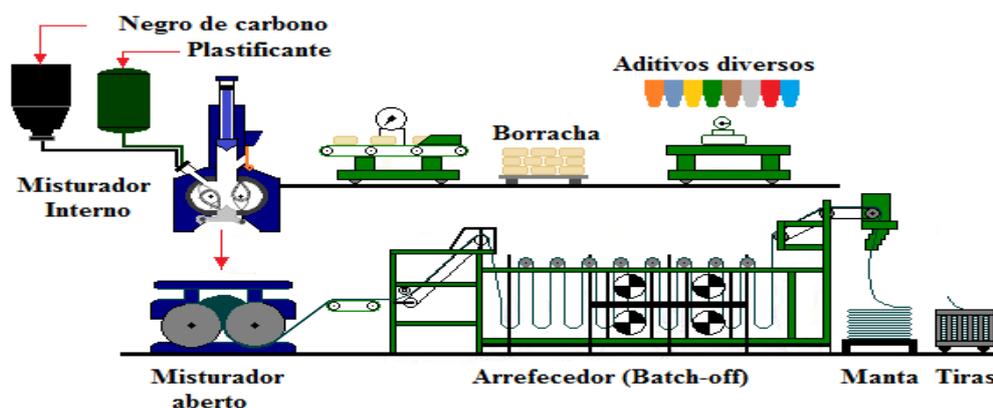
O processo de pesagem é a etapa mais delicada na indústria de artefatos de borracha, no qual, deve estar devidamente atento, pois, caso ocorra algum erro, pode acarretar prejuízos

físicos. Tais como: excesso ou falta de algum produto químico, excesso ou falta de óleos na mistura entre outros fatores que pode comprometer as sequências futuras.

3.3 Processo de mistura

É a fase responsável pela incorporação e dispersão de todos os ingredientes de maneira uniforme na formulação dos compostos, sendo utilizado o misturador aberto e o misturador fechado e/ou interno, ambos os equipamentos utilizados para o processamento da mistura devem ser considerados tempo e temperatura definidos em um esquema de ordem e adição. No misturador aberto é necessário mais tempo para efetuar uma mistura, pois, consiste numa estrutura de aço e cilindros de ferro, tendo os eixos longitudinais num mesmo plano horizontal e são perfurados de modo a permitir a circulação da água. No misturador fechado e/ou interno a mistura é processada em menos tempo e consiste numa câmara resfriada cujas paredes estão equipadas com a circulação de água e vapor para controlar a temperatura, existem dois rotores que giram em direções opostas e possui a velocidade controlada por meio de engrenagens e motores elétricos. No ciclo de um processamento de mistura ocorrem as seguintes etapas: os aditivos diversos e as borrachas já pesados passam por uma esteira que alimenta o misturador interno, onde a mistura é processada dentro da câmara, em seguida, passa para o misturador aberto em que permite a incorporação e a dispersão de todos os ingredientes, homogeneizando assim toda a mistura, transformando-as em mantas, na sequência é enviada para o Batch Off, então ocorre o processo de resfriamento. O processo citado está representado conforme a Ilustração 2:

ILUSTRAÇÃO 2. Processo de Mistura



Fonte: CT borracha (2014).

3.4 Resfriamento

Para que o composto não sofra uma pré-vulcanização devido à alta temperatura em que sai dos misturadores, é necessário passar por um processo de resfriamento e/ou descanso, ficando em repouso em uma máquina chamada batch-off, no qual, contém um sistema de resfriamento, onde em uma câmara fechada o composto passa e recebe esguichos de água e sabão. A Ilustração 3 a seguir mostra um modelo de máquina Batch Off mais utilizado na indústria de artefatos de borracha, em seu interior existe uma esteira com vãos, como se fossem cabides, onde automaticamente as mantas de borracha são penduradas, dando início ao processo de resfriamento com esguichadas de uma solução de água e sabão, depois os ventiladores são acionados secando assim o composto, o final do ciclo se dá pelo empilhamento das mantas em pallets.

ILUSTRAÇÃO 3. Batch Off



Fonte: China flame (2014).

3.5 Filtragem

Para cada tipo de peça extrudada existe um tipo de aplicação da massa, em algumas situações devem estar livres de contaminações/impurezas, como: fiapos de luvas dos operadores, partículas de ingredientes mal dispersos, vestígios de pré-vulcanizados, entre outros, que pode acarretar na má qualidade do produto. Para evitar à ocorrência destes problemas a massa passa por uma máquina chamada de extrusora filtradora, no qual, é adicionada uma de malha de filtragem de aço antes da matriz, que então segura todas as partículas indesejadas, obtendo um composto totalmente puro. O processo de filtragem visa eliminar a presença de impurezas e acontece da seguinte maneira: coloca-se as mantas de



borracha cortadas em tiras numa esteira transportadora que levará até o funil da extrusora filtradora, passando o composto pela malha de aço que bloqueará a passagem das impurezas, deixando o composto totalmente límpido. Segue abaixo a ilustração de uma extrusora filtradora:

ILUSTRAÇÃO 4. Extrusora-filtradora



Fonte: CT borracha (2014).

3.6 Qualidade do composto

A liberação do composto para uso na produção de peças é realizado através de testes de viscosidade para determinar a resistência oferecida ao cisalhamento, de curva rheométrica para apontar as características de processamento e de vulcanização, dureza e densidade para especificar a constituição do composto e volume da mistura, desta forma garante que o composto esteja dentro dos padrões especificados pelo cliente. Os equipamentos mais utilizados para a liberação do composto são:

- Viscosímetro MOONEY
- Rheômetro
- Durômetro
- Densímetro

A partir destes testes é possível garantir que a máquina de processo que realizará o produto não precisará sofrer nenhuma alteração do gênero: velocidade de injeção, temperatura do molde, pressão, etc.



3.7 Produto

Após passar pelos testes de qualidade o composto cru está liberado para o cliente interno e pode ser moldado, extrudado, revestido por tecidos, plásticos e metal, injetado, ou seja, está pronto para a produção de peças.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir da execução do trabalho de processamento de elastômero é imprescindível seguir todos os procedimentos padronizados pela indústria para que se obtenha um produto de qualidade. É de suma importância que no processo de mistura haja a incorporação, dispersão e homogeneização de todos os ingredientes, para isso, é essencial conhecer as características das máquinas e equipamentos e a variação de temperatura que ocorre durante o processo, além de seguir corretamente as ordens de adição de cada ingrediente, mantendo todos os parâmetros operacionais.

Guerra et al. (2014) descreve que é necessário estudar as propriedades reológicas, pois, é de grande valor para entender as eventuais falhas e defeitos no processamento de artefatos de borracha. O autor define que “reologia é a ciência que estuda o escoamento e a deformação da matéria sob a ação de uma força ou mais frequentemente de um campo de forças. Em outras palavras, é o estudo da resposta interna dos materiais quanto da aplicação de diferentes forças. ” Para determinar as propriedades físicas dos elastômeros existem vários equipamentos, tais como o viscosímetro Mooney, o reômetro e o plastômetros.

Para Pereira (2015) a melhoria de qualidade no processo produtivo numa indústria de artefatos de borracha é de suma importância para o resultado do produto, bem como a satisfação dos clientes, para isso todos os processos devem ser minuciosamente estudados e analisados, pois, a ocorrência de problemas como o encolhimento dos artefatos pode estar relacionado à composição da formulação, manuseio e parâmetros das máquinas, dentre outros fatores. Nos dias atuais a utilização de ferramentas da qualidade nas indústrias permite o crescimento diante das mudanças no mercado, o autor relata que os resultados obtidos em seu trabalho foram a interação das pessoas que trabalham na empresa, fortalecimento da marca e satisfação dos clientes por meio da transformação da matéria prima num produto desejado.



5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As empresas nos dias atuais buscam a melhoria contínua em suas atividades devido à alta competitividade do mercado, e com isso as empresas buscam a diminuição dos erros, a redução de tempo e redução de refugo. É notório ressaltar que a qualidade é fundamental em todo processo produtivo.

Na indústria de artefatos de borracha um dos principais obstáculos deve-se ao fato da utilização de um material com determinadas propriedades físicas que podem ser afetadas caso não haja um tratamento adequado. Uma vez que o composto não esteja dentro dos padrões especificados para fabricação das peças, o mesmo é segregado e passa por um processo de retrabalho, voltando ao processo de fabricação, no qual, é adicionada matéria primas para se enquadrar aos parâmetros, quando o problema não pode ser resolvido com retrabalho, o composto é então refugado, ou seja, é descartado gerando prejuízo financeiro para a empresa.

Diante dos processos apresentados percebe-se que cada operação é fundamental para a qualidade do produto, porém, deve-se dar uma atenção maior ao processo de mistura, pois, é uma das etapas mais relevantes para o processamento de elastômeros, sua principal finalidade é a incorporação e dispersão uniforme de todos os ingredientes na formulação dos compostos.

A partir do trabalho realizado, é possível considerar que não basta apenas ter equipamentos e máquinas de tecnologia para o processamento dos elastômeros e para a realização de testes, é necessário à capacitação técnica e científica dos colaboradores para assim ter vantagem competitiva no mercado e uma excelente gestão de qualidade.

REFERÊNCIAS

BATISTA, A. M. F. **Sistematização semântico - odontológica computacional do vocabulário técnico da indústria de artefatos de borracha.** Dissertação apresentada para a obtenção do título de mestre em Estudos Linguísticos, pela Universidade Estadual Paulista, São José do Rio Preto – SP. 2012. 248 p.

BAZZON, S. C. M. **Terminologia da indústria de artefatos da borracha: proposta de um vocabulário.** Trabalho de Pós- Graduação apresentado para o Programa de Graduação em Linguística, pela Universidade Federal de São Carlos “UFSCAR”, São Carlos – SP. 2009. 115 p.



BORRACHA, Ct. **Processo de mistura.** Disponível em: <<https://www.ctborracha.com/borracha-sintese-historica/aplicacoes/correias-transportadoras/o-fabrico-de-correias-transportadoras/componentes/>>. Acesso em: 02 de set. 2018.

CUNHA, L. F. P. O método PDCA como ferramenta de melhoria contínua dos processos e suporte para a elaboração do planejamento estratégico das empresas. **Revista Uniabeu**, v. 06, n. 14, 2013, p. 366 – 384.

FLAME, China. **Batch off device.** Disponível em: <<http://www.chinaflame.net/ProShow.Asp?ID=468> >. Acesso em: 02 de set. 2018.

GRISON, E. C; BECKER, E. ; SARTORI, A. **Borrachas e seus aditivos: componentes, influências e segredos.** ed. 1 editora Suliani, Porto Alegre – RS, 2010. 205 p.

GUERRA, B. B.; FURTADO, C. R. G.; COUTINHO, F. M. B. Avaliação reológica de elastômeros e suas composições. **Revista Polímeros: Ciência e Tecnologia**, v. 14, n. 4, 2004, p. 289 – 294.

OLIVEIRA, A. M. **Estudo da correlação entre as principais variáveis de processo de um misturador interno e as propriedades mecânicas de um composto elastomérico.** Trabalho de Graduação apresentado para o curso de Engenharia Química, pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre – RS. 2010. 34 p.

PEREIRA, J. **Utilização do ciclo PDCA na redução do inutilizado de encolhimento de artefatos de borracha.** Trabalho de Graduação apresentado para o curso de Química Industrial, pela Universidade Estadual da Paraíba, Campo Grande – PB. 2015. 50 p.

SINBORSUL. **Balanço econômico 2016 e perspectivas 2017:** avaliação do setor do setor de borracha do Rio Grande do Sul. Disponível em: <<http://www.sinborsul.com.br/acervo/sinborsul-acervo-1492706937.pdf> >. Acesso em: 04 de set. 2018.