

# MANUAL DE REFORMA

## SEÇÃO OITO



## VULCANIZAÇÃO

## 8.1 TEORIA

O Processo de Vulcanização que ocorre na reconstrução do pneu é o ápice de todos os esforços feitos no pneu durante todas as operações precedentes.

A menos que a vulcanização seja feita de acordo com as instruções e especificações, mesmo o trabalho do melhor dos operadores e todo o material usado será desperdiçado.

No processo de reconstrução a frio (pré-moldado), a ligação incurada (não vulcanizada) estará localizada entre o Anel pré-moldado e a superfície raspada da carcaça, isto proporcionará, em conjunto com o ciclo de vulcanização, o ambiente adequado para junção dos dois componentes já vulcanizados.

### VULCANIZAÇÃO

A Vulcanização pode ser descrita com uma troca das propriedades físicas da borracha de um estado predominantemente plástico para um estado predominantemente elástico através de temperatura, pressão e tempo.

A Borracha de Ligação em estado incurado tem uma falta de rigidez (módulo) e irá se esticar facilmente (baixa força de tensão e alto alongamento). É macia e plástica quando aquecida e tem aderência – todas estas propriedades são essenciais para facilitar o processamento

Para a reconstrução do pneu, em função da necessidade de promover um bom serviço e performance a reação química deve acontecer durante o ciclo de vulcanização de forma a trocar as propriedades físicas do composto da borracha de ligação para o oposto exato daquele do estado incurado. Máxima força de tensão e assim, elasticidade, com altos módulos no estado pós-vulcanização para obter máxima força de adesão e boa performance em serviço.

Para que a reação química requerida aconteça com a borracha de ligação, o pneu, montado e envelopado, deve ser submetido a três importantes parâmetros dentro da autoclave:

1. Tempo.
2. Temperatura.
3. Pressão.

Os parâmetros de Tempo, Temperatura e Pressão são calculados para se obter uma ÓTIMA VULCANIZAÇÃO dentro do seu ciclo.

‘Ótima Vulcanização’ é usualmente o tempo requerido em minutos para se obter 90% da máxima força de tensão (T90).

O processo de vulcanização segue diretamente após os procedimentos de envelopamento e pre-vácuo descritos anteriormente.

A capacidade de Vulcanização em termos de números e tamanhos de autoclaves e o tempo de vulcanização, controlam diretamente a capacidade de produção de uma indústria de reconstrução.

O processo de vulcanização para o sistema RingTread é realizado dentro da ‘Autoclave’ que em termos mais simples poderia ser chamada de câmara de pressão, que é aquecida internamente por vapor ou eletricidade. Um ventilador elétrico interno assegura a circulação do ar, promovendo a homogeneização da temperatura em todos os pontos no interior da autoclave.

As Autoclaves variam em diâmetro e comprimento conseqüentemente em capacidade. Em geral as autoclaves para reconstrução de pneus de caminhões seguem um padrão em termos de diâmetro, mas variam consideravelmente em termos de comprimento e desta forma em capacidade de produção.

Os métodos especificados para aquecimento de Autoclave para o sistema RingTread são:

1. Elementos de aquecimento Elétricos.
2. Vapor Indireto.

## 8.2 INSTRUÇÕES DE OPERAÇÃO

### 8.2.1 CARREGANDO A AUTOCLAVE

- a) Antes de carregar, a autoclave poderá ser pré-aquecida para a primeira vulcanização

Um tempo mínimo para alcançar a temperatura ideal de vulcanização deve ser observado, que somado ao tempo do ciclo, formará o tempo total da vulcanização. Isto só poderá ser confirmado com um teste de termopar.

- b) O procedimento inicia com os pneus envelopados sendo suspensos no trilho da autoclave vindo da monovia de carregamento e conectados aos engates de vácuo, da autoclave, conforme descrito previamente nos procedimentos de pre-vácuo.
- c) O número de pneus envelopados esperando o carregamento deverá representar o máximo da capacidade da autoclave, quando possível, de forma a maximizar a produtividade e a eficiência da produção.
- d) Os Pneus envelopados devem estar colocados na monovia de carregamento em ordem decrescente de tamanho, então conseqüentemente, eles serão carregados na autoclave primeiro os maiores e depois os menores.
- e) Seguindo o pré-aquecimento (no caso de primeira vulcanização do dia) ou depois de uma vulcanização, **somente abra a porta da autoclave quando toda a pressão residual tiver saído.**
- f) Ligue a bomba de vácuo da autoclave e faça as manobras necessárias para manter os pneus na condição de pre-vácuo. O valor do vácuo recomendado é de 0,6 a 0,8 bar.
- g) Abaixe o trilho que liga a monovia para a posição correta. Desconecte a mangueira de vácuo da monovia de carregamento da válvula do envelope do primeiro pneu e coloque na última posição dentro da autoclave. Conecte a mangueira flexível de vácuo na posição um dentro da autoclave e abra a válvula de vácuo da autoclave também na posição um.  
Uma vez que o máximo de vácuo tenha sido estabelecido na posição um, feche a válvula de três vias e procure por qualquer perda de vácuo. Se não estiver ocorrendo perda de vácuo, reabra a válvula de vácuo e deixe-a na posição aberta.
- h) Carregue cada pneu subsequente repetindo o procedimento conforme descrito para o primeiro pneu até o último pneu ser carregado.

NOTA: Os Pneus devem ser carregados na autoclave em ordem descendente de diâmetro. Pneus com maior diâmetro são carregados primeiro seguidos pelos pneus de menor diâmetro para minimizar possíveis interrupções no fluxo de ar e desta maneira minimizar possíveis diferenciais de temperatura dentro da autoclave.

- i) Tenha absoluta certeza de que somente as válvulas de vácuo nas posições onde os pneus estejam presentes estejam abertas e que nas posições vazias (sem pneus), as válvulas estejam fechadas.

A razão para carregamentos consecutivos e um certo padrão para abertura da válvula de vácuo é para se ter certeza que as válvulas apropriadas estão abertas ou fechadas sem erro.

Para minimizar o risco de erro é preferível ter dois operadores envolvidos no carregamento da autoclave, checando a posição/modo da válvula de vácuo em relação à posição do pneu. Desta forma teremos um procedimento de dupla checagem minimizando então as chances de erros e (ou) enganos.

- j) Quando o último pneu for carregado dentro da autoclave e o vácuo checado, a porta da autoclave poderá então ser fechada e travada.

NOTA: No caso de 'Sistema de Carregamento Automático (Cartucho) todos os pneus são suspenso de um único carregamento móvel (cartucho) e as mangueiras de vácuo são conectadas em um sistema de vácuo comum. Para carregar a autoclave, o cartucho completo, é movimentado para dentro da autoclave e uma simples pressão faz o acoplamento das conexões de vácuo existente na autoclave. Com este sistema existem dois cartuchos que são intercambiáveis com um pequeno motor que permite carregar e descarregar em uma única operação.

## 8.2.2 INICIANDO O CICLO DE VULCANIZAÇÃO

- a) Ajuste o relógio do tempo de processo para o tempo correto de vulcanização e assegure-se que o termo-regulador esteja ajustado para a temperatura correta de vulcanização (Ótima).
- b) Assegure que a entrada de suprimento de ar esteja ajustada para a pressão especificada da autoclave.
- c) Se o **Sistema da terceira pressão** estiver selecionado assegure-se que o seletor esteja na posição 'ligado'.
- d) Uma vez satisfeitos todos os parâmetros e requerimentos conforme especificado, o ciclo de vulcanização poderá ser iniciado pressionando o botão de início de ciclo.
- e) Iniciando o início do ciclo de vulcanização a pressão interna e a temperatura da autoclave irão subir progressivamente.
- f) No momento apropriado, a linha de vácuo da autoclave irá fechar e a linha de entrada da terceira pressão irá se abrir, injetando ar automaticamente dentro dos envelopes. O diferencial de pressão entre a autoclave e o envelope deverá ser de 1 a 2 bares.

NOTA: O propósito do Sistema da terceira pressão é o de prevenir distorções da banda de rodagem que ocorreria através de uma pressão diferente exercida pelo envelope externo através do perfil da banda, resultando então em movimentos da banda de rodagem e migrações da borracha de ligação durante o processo de vulcanização. Ver Foto 0001.

- g) A autoclave deverá ser monitorada de perto nos primeiros estágios da vulcanização especialmente até que a pressão interna tenha sido obtida. Este é o estágio mais crítico quando furos ou má vedação entre o envelope externo e interno podem começar a aparecer.
- h) Se o vazamento do envelope estiver significativo e presente sob pressão total de trabalho, primeiramente a(s) posição(ões) do(s) pneu(s)

## SE O SISTEMA ESTIVER SOB VÁCUO

Inicie na posição 1 fechando temporariamente sua válvula (cerca de 10 segundos) e se o vácuo cair rapidamente então o vazamento no envelope é significativo e deve ser consertado.

Se o vácuo somente cair de forma devagar, então o vazamento é negligenciável e a bomba de vácuo irá suprir sem problemas.

Retorne a válvula, para a posição de vácuo rapidamente e verifique todas as posições , uma a uma.

## SE O SISTEMA ESTIVER SOB PRESSÃO

Iniciando na posição 1 feche a válvula de comunicação com o sistema de terceira pressão e abra a que solta o ar para a atmosfera. Depois do jato inicial de ar faça uma avaliação do vazamento

Se o vazamento é extremamente pequeno então não será significativo, pois o sistema da terceira pressão ira compensar a perda.

Retorne as válvulas para suas posições e proceda a mesma verificação em cada pneu , um a um.

Entretanto se o vazamento for mais pronunciado e constante deverá ser retificado (consertado).

NOTA: Também se o vazamento for significativo o conduite da válvula no envelope ficará quente.

- i) Nestes primeiros estágios, antes de atingir a pressão máxima de trabalho (6 bar), a autoclave pode ser esvaziada, os pneus removidos e a fonte do vazamento determinada e reparada, depois recarrega-se novamente a autoclave e reinicia-se o ciclo de vulcanização.

Entretanto se um vazamento significativo for detectado em um estágio crítico de vulcanização, a autoclave não poderá ser esvaziada (despressurizada), pois isto poderá resultar em porosidade na borracha de ligação de todos os pneus.

No caso do vazamento ser grande e possa vir a afetar o diferencial de pressão, a posição deverá ser identificada e isolada do sistema, fechando a válvula de comunicação com a terceira pressão e abrindo a de saída para a atmosfera.

Esta opção poderá salvar o pneu que estiver vazando, talvez com um re-processo, mas permite, com segurança, a conclusão do ciclo de vulcanização do resto dos pneus na autoclave.

- j) Faça verificações regulares da temperatura, pressão, terceira pressão e vazamentos de envelopes durante todo o ciclo de vulcanização.
- k) Se a autoclave possuir sistema de registro de ciclo assegure-se que o gravador, esteja monitorando a temperatura pressão e a terceira pressão. Tenha certeza que os pneus estão corretamente relacionados ao ciclo de vulcanização
- l) Terminado o ciclo de vulcanização, o sistema de controle da autoclave deverá desligar o aquecimento e despressurizar a autoclave, pneus e terceira pressão
- m) Quando a pressão interna da autoclave chegar a 'zero' a trava de segurança irá permitir a abertura da porta.
- n) Abra a válvula de despressurização manual para ter certeza que não existe pressão residual remanescente antes de abrir a porta.
- o) Abra a porta da autoclave devagar e quando totalmente aberta coloque o trilho de interligação da monovia no lugar. Com isto a máquina estará pronta para descarregar/ recarregar.

### **8.2.3 DESCARREGANDO A AUTOCLAVE**

- a) Desconecte a mangueira de vácuo da autoclave da válvula do envelope do primeiro pneu e remova o pneu da autoclave puxando o pneu e o gancho juntos para a monovia de descarregamento.
- b) Repita o mesmo procedimento desconectando e removendo cada pneu por sua vez até que todos os pneus sejam removidos da autoclave e transferidos para o lado de descarregamento da monovia.

### **8.2.4 RE-CARREGANDO A AUTOCLAVE**

Neste ponto e depois de remover os pneus vulcanizados da monovia, a autoclave deverá ser recarregada com os próximos pneus a serem vulcanizados e já com o procedimento de pré-vácuo adotado.

### 8.2.5 REMOVENDO OS PNEUS VULCANIZADOS DA MONOVIA E RETIRANDO OS ENVELOPES (REMOVENDO OS ENVELOPES INTERNOS E EXTERNOS)

- a) Com atenção coloque cada pneu na envelopadeira tendo cuidado para não danificar o envelope interno nas bordas da envelopadeira.

NOTA: Algumas monovias têm um sistema de descarregamento que abaixam o pneu e o gancho juntos para o nível do chão, isto elimina a necessidade do operador de levantar o pneu do gancho. Outros permitem a desmontagem do conjunto na própria monovia.

- b) Tanto o envelope interno e o externo podem ser removidos facilmente com as mãos, seguindo os procedimentos abaixo:
- c) Remova o envelope interno puxando as abas ou camisas para baixo em direção ao centro do pneu e puxe sempre para fora do pneu. O envelope interno sairá facilmente e normalmente com um simples puxão.
- d) Para remover o envelope externo coloque o pneu verticalmente em frente a você, com ambas as mãos, segure a borda da aba do envelope externo e puxe para cima e para fora do pneu em sua direção. Use uma das mãos para prevenir que o envelope não retorne à posição original e com a outra mão puxe outro pedaço em sua direção.
- e) Faça isto progressivamente até o envelope poder ser retirado por todo o diâmetro do pneu e removido.
- f) Guarde os envelopes, interno e externo, imediatamente em posição plana para evitar que eles percam sua forma enquanto estiverem quentes.
- g) Entretanto, se preferir o envelope externo pode ser removido usando a envelopadeira, neste caso o envelope interno deve ser removido primeiro com as mãos, depois de montar o pneu na máquina de envelope.
- h) Uma vez que o pneu esteja depositado na máquina de envelope, introduza os braços e ganchos embaixo da parte de dentro da aba do envelope externo.
- i) Acione o expansor de abertura dos braços para permitir a remoção do pneu vulcanizado da envelopadeira.

- j) Após retirar o pneu, retorne os braços para a posição original, remova o envelope externo e guarde em posição plana, de forma a evitar deformações, uma vez que o envelope esta quente.
- k) Remova a almofada dreno cuidando para que os grampos não fiquem em locais que possam provocar perfuração nos envelopes.
- l) Remova o polipropileno (polifilme) e descarte-o.
- m) Enquanto o pneu estiver quente o operador da autoclave dever fazer uma inspeção preliminar para determinar se existe qualquer defeito óbvio de pós-vulcanização.

- Separação de banda de rodagem
- Separação do liner
- Separação de reparos
- Separações nas laterais
- Separação nas primeiras lonas
- Separação de talão
- Sinais evidentes de sub-vulcanização.

- n) Qualquer defeito de pós-vulcanização deve ser marcado e comunicado para o inspetor final, antes dos procedimentos de inspeção final.
- o) O gráfico do registrador se for o caso, deve ser examinado e assinado pelo responsável pelo setor após cada ciclo completo de vulcanização.

O Ciclo de Vulcanização está agora completo.

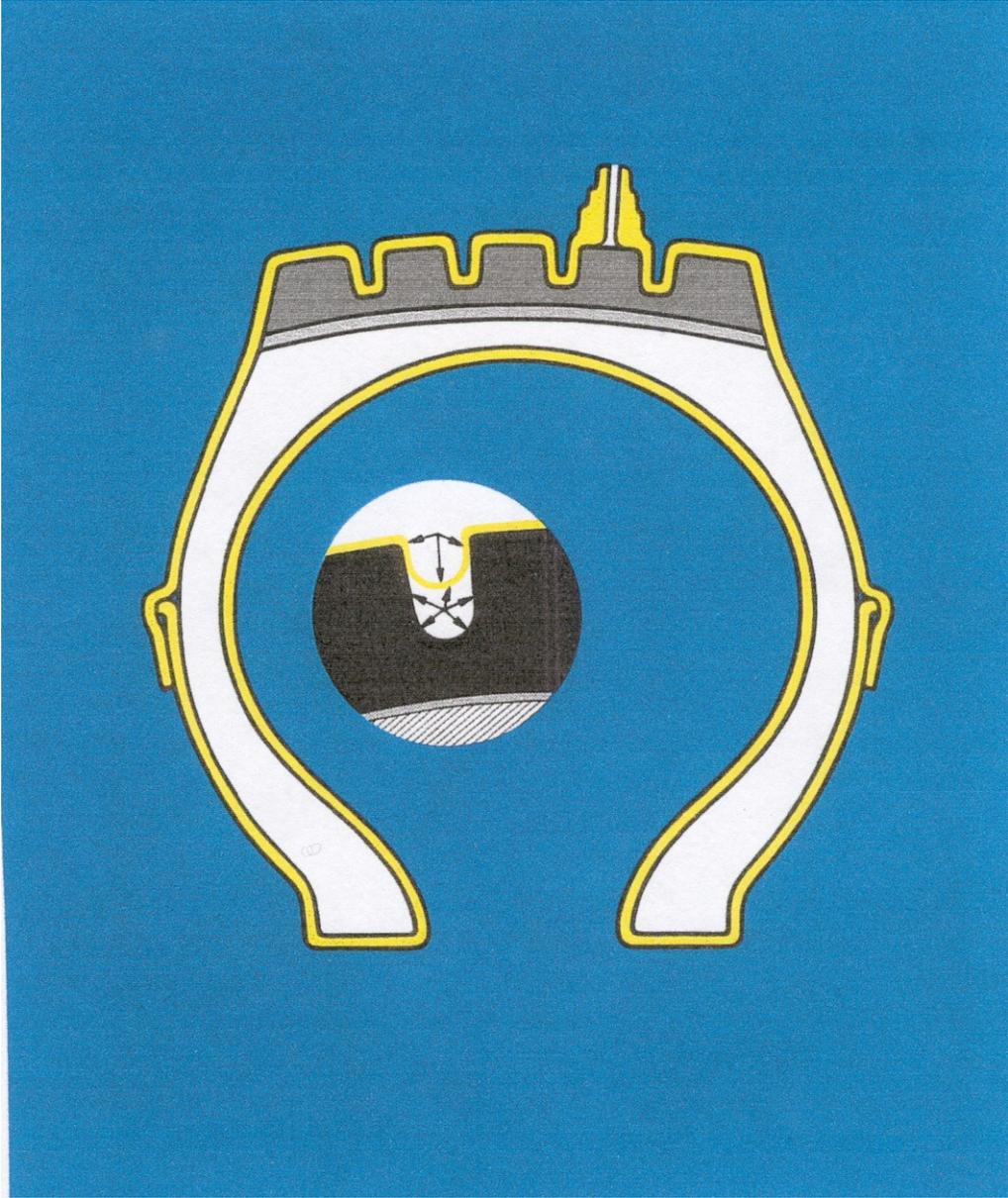
### **8.3 DESENHOS E FOTOS**

## **VULCANIZAÇÃO**

### **LISTA DAS FOTOS**

**0001**

PHOTO 0001



## **8.4 TABELAS DE DADOS**

### **VULCANIZAÇÃO**

#### **CONTEUDO DA LISTA**

-

VULCANIZAÇÃO EM AUTOCLAVE, TEMPO DO CICLO VS TEMPERATURA –  
CRG 1

LISTA DAS AUTOCLAVES MARANGONI – CRG 2

## **VULCANIZAÇÃO, TEMPO DO CICLO VS TEMPERATURA** **CRG 1**

Temperatura Autoclave ⇒	98°C	105°C	110°C	115°C	120°C	125°C
Ligação Especial. – Tempo do ciclo	no	no	no	210 min.	160 min.	120 min.
Ligação Extra. – Tempo do ciclo	230 min.	180 min.	170 min.	145 min.	115 min.	100 min.

NB. ESTES TEMPOS SÃO PARA BANDAS DE NO MÁXIMO 22 mm.

## **LISTA DAS AUTOCLAVES MARANGONI – CRG 2**

Marangoni RTS Convertor	-	2 posições.
Marangoni RTS Multiconvertor	-	4 posições.

As autoclaves de grande capacidade variam entre 06 e 25 posições.

A série **VULCTYRE** da Marangoni é a seguinte:

BE/BV 8 posições  
BE/BV 15 posições  
BE/BV 22 posições  
BE/BV 24 posições  
BE/BV 28 posições

## **8.5 - SÍNTESE E DIFERENÇAS DO SISTEMA RINGTREAD.**

O controle do ciclo de vulcanização da Marangoni combinado com o sistema de duplo envelope, pre-vácuo e o sistema de terceira pressão proporcionam uma integridade sem paralelos nas reconstruções através do sistema RingTread, criando vantagens distintas sobre todo os outros concorrentes.

Algumas das vantagens sobre os outros tipos de vulcanização são as seguintes:

1. Vulcanização uniforme em toda a circunferência sem distorções do desenho da banda de rodagem.

NOTA: Alguns sistemas não podem eliminar a migração da borracha de ligação e conseqüentemente as distorções dos desenhos da banda de rodagem.

2. A temperatura de vulcanização com o sistema Marangoni Ringtread são flexíveis de acordo com a necessidade do cliente podendo variar de 98°C a 125°C.
3. O controle de vulcanização, incluindo a troca do vácuo para terceira pressão é totalmente automático, desta forma não necessitam da intervenção do operador.

## 8.6 PARA SER EVITADO

1. Use somente materiais de reconstrução da Marangoni para assegurar a completa compatibilidade com o processo de vulcanização.
2. Aplique e respeite as especificações e procedimentos recomendados pela Marangoni para aplicação e uso dos materiais.
3. Respeite os parâmetros do ciclo de vulcanização autorizado pela Marangoni com relação à temperatura, pressão e tempo.
4. Faça regularmente a verificação da temperatura através do termopar, para assegurar que não existe distorção em termos de eficiência de temperatura ou mesmo de circulação de ar dentro da autoclave.
5. Calibre as válvulas termoreguladoras, de pressão e de vácuo pelo menos a cada seis meses.
6. Não faça supervulcanização:- Quando o ciclo de vulcanização estiver completo, descarregue a autoclave.

NB Em nenhuma circunstância deixe a última rodada da autoclave durante a noite a menos que a porta esteja aberta – Isto irá prejudicar tanto a carcaça quanto o processo (fica calor residual e falta pressão).

7. NÃO FAÇA subvulcanização. Não reduza o tempo recomendado pela Marangoni – principalmente para desenhos de tração e (ou) em ambientes mais frios.

NÃO descarregue a autoclave para consertar vazamentos de envelopes após o estágio crítico do ciclo de vulcanização – Isto irá resultar em porosidades e separações da banda de rodagem.

8. Sempre carregue os pneus na autoclave em seqüência – maiores primeiro menores por último.

Assegure-se que os ganchos com o peso do pneu estão dando uma boa concentricidade nos talões e proporcionando uma boa circulação de ar dentro da autoclave.

9. Use almofadas de dreno de boa qualidade com 2 lonas de tecidos e troque com regularidade.

10. Use polifilme ou envelope autolubrificante.
11. Use válvulas de engate rápido sem retorno e cheque cada unidade para manter o vácuo quando desconectado.

Use também mangueiras de vácuo com engates rápidos para checar as válvulas quando na monovia para pré-vácuo.

12. Faça o pre-vácuo em todos os pneus na monovia de pelo menos 0,6 bar e verifique qualquer vazamento nos envelopes antes de carregar a autoclave.
13. Carregue os pneus na autoclave um por um e verifique novamente a integridade do vácuo, individualmente.
14. Quando se iniciar o ciclo de vulcanização, verifique se houve a troca do vácuo para terceira pressão
15. Faça verificações regulares durante o ciclo de vulcanização, checando temperatura, pressão, terceira pressão e vazamentos de envelopes.

Descarregue os pneus da autoclave assim que completar o ciclo de vulcanização e que a pressão interna tenha sido exaurida.