

## **Condições de segurança em operações com ventosas – Rev. 2017**

Este documento tem como objetivo informar e detalhar as definições de segurança adotadas pela Indutec Ltda. e Ergovac, no que diz respeito a operação de equipamentos de movimentação com o uso de ventosas e geradores ou bombas de vácuo. Estas diretrizes não se aplicam a equipamentos fornecidos ou projetados por terceiros. É uma compilação de experiências próprias, bem como diretrizes das normas ASME B30.20 e ISO EN 13155. Enfatizamos também a observância da NR-11, especificamente Anexo I, norma em vigor no Brasil e de atendimento compulsório, tanto por usuários como fabricantes de equipamentos.

### **Válvula de não retorno:**

As montagens sempre usam no mínimo um nível de segurança passiva, que é a válvula de não retorno ou anti-retorno. Esta é uma válvula automática, acionada por mola e pressão, que permite a passagem do fluxo de ar somente em um sentido, no caso, somente das ventosas para a bomba. No caso de perda de energia ou falta de ar comprimido esta válvula sela automaticamente as ventosas e a maior parte do circuito de vácuo. Isto mantém o vácuo por algum tempo, evitando a queda imediata da carga. Esta válvula pode estar montada no próprio circuito de vácuo, como no caso com geradores pneumáticos. Também pode estar "implícita" na própria bomba, como no caso das bombas a pistão, que na maioria das vezes já são estanques quando desligadas.

### **Fator de segurança:**

É o número múltiplo do peso máximo da carga que o equipamento pode suportar no pior caso. Ou seja, é quantas vezes a força do equipamento (baseado no modelo das ventosas, número de ventosas e nível de vácuo) é maior que o peso da maior carga para o qual foi projetado.

- Para cargas na posição horizontal e movimentos lentos, um fator de segurança mínimo de 2 é o recomendado (ASME B30.20).
- Para cargas que possam ser posicionadas na vertical ou movimentos rápidos, um fator de 4 é recomendado (ASME B30.20).
- Para cargas com movimentos extremamente rápidos, como por exemplo com o uso de robôs, deve-se adicionar ao fator de segurança o número g (aceleração da gravidade =  $9,81\text{m/s}^2$ ) ao qual a carga é submetida. Por exemplo, uma carga manipulada tanto na horizontal como na vertical (fator 4), mas que é acelerada até 2 g, deve-se usar fator 6 !

### **Nível de vácuo de operação ou de segurança:**

É o nível de vácuo mínimo para operação que garante que o fator de segurança determinado seja mantido. É determinado principalmente pelo modelo e quantidade das ventosas, e também pela sua distribuição sobre a carga. O ideal é que a distribuição seja homogênea, com a carga distribuída igualmente entre as ventosas. Se este não for o caso, o nível deve ser aumentado para compensar a sobrecarga em alguma ventosa, mesmo que o conjunto já esteja com o fator correto.

Normalmente é adotado o nível de vácuo de -60 kPa (aproximadamente 60% de vácuo) como nível de operação. Este valor aproveita bem o potencial da maioria das ventosas, minimiza o seu desgaste e é fácil de ser atingido pela maioria das bombas e geradores de vácuo.

Níveis menores que -40 kPa geralmente não são usados, pois tendem a configurar desperdício da capacidade das ventosas, na maioria dos casos poderia se trabalhar com menos ventosas e um nível mais alto.

Um nível maior que -80 kPa geralmente não é usado, pois acarreta desgaste maior das ventosas e é difícil de ser atingido por bombas de vácuo comuns (o que é agravado com a altitude em relação ao nível do mar do local). No entanto, as vezes este nível de vácuo é necessário para atingir fatores de segurança elevados sem aumentar muito o número e o peso de ventosas.

### **Condições de uso seguro na prática:**

Os valores definidos anteriormente são teóricos, precisam ser testados e adaptados para as condições reais do equipamento.

Quando houver uma pane no fornecimento de energia ou falha no ar comprimido (no caso de gerador pneumático), o sistema é selado pela válvula de não retorno. Uma vez que o nível de vácuo caia abaixo do nível de segurança, o operador deve ter em mente que esta é uma situação de perigo, devendo imediatamente baixar a carga e/ou tomar qualquer atitude cabível para preservar a segurança das pessoas e instalações. A informação mais útil que se pode ter neste caso é o tempo entre a perda do nível de segurança e a queda efetiva da carga. Este tempo pode ser influenciado por inúmeros fatores, os principais são:

- Estado de conservação e/ou desgaste das ventosas e tubulações.
- Peso da carga.
- Acabamento superficial da carga, polimento, oxidação.
- Presença de sujeira ou contaminantes na superfície, como poeira, umidade, óleos.
- Posicionamento das ventosas sobre a carga de forma simétrica ou não.

Desta forma, é importante criar um ensaio para determinar este tempo de queda da carga, e repeti-lo periodicamente ou sempre que haja mudança (ou suspeita de mudança) nas características da carga ou do equipamento. Seguem as instruções para realização do ensaio.

1) Selecione uma peça da carga que tenha as características mais exigentes para o transporte, deve ter o maior peso que será transportado e o pior acabamento superficial que pode ser encontrado. Tenha em mente que se a superfície estiver empoeirada, isto diminuirá o tempo até a queda, pois isto piora a vedação da ventosa. Se a superfície estiver coberta com algum óleo ou líquido, isto aumentará o tempo para cargas na horizontal, pois melhora a vedação. Já na posição vertical este mesmo óleo diminui o atrito entre a ventosa e a carga, podendo provocar um deslizamento e queda mesmo com um nível ainda alto. Selecione a peça que melhor representa o pior caso, a peça que cairia no menor tempo.

2) Posicione esta peça sobre uma superfície que suporte uma queda da mesma de alguns centímetros da altura, em torno de 5 cm.

3) Posicione as ventosas sobre a peça da maneira mais simétrica possível, esta condição deve ser obedecida na operação normal do equipamento também.

4) Acione o vácuo. Uma vez que tenha atingido o nível de segurança, suspenda a peça alguns centímetros (5 cm, por exemplo).

5) Desligue o vácuo e aguarde o sistema atingir o nível de operação ou segurança (geralmente -60 kPa).

6) com um cronômetro, determine o tempo entre o nível de segurança atingido e a queda efetiva da carga. Se o sistema tiver ventosas planas a carga deve cair, se tiver ventosas com fole, a simples mudança de forma das mesmas (no sentido de largar a peça) pode ser interpretada como queda, pois neste caso, como a altura é pequena, a carga pode não cair e ser depositada com certa suavidade.

7) Repita a experiência algumas vezes até obter uma média de tempos consistente. Se este tempo for constante adote-o como padrão. Se houver um desvio muito grande nos tempos, adote o pior caso, o menor tempo. Faça algumas experiências posicionando as ventosa de forma um pouco assimétrica sobre a carga e avalie a influência deste fator no tempo até a queda.

Com estes tempos em mãos, avalie quais medidas de segurança devem ser tomadas com a perda do nível de segurança, avalie:

- Até que ponto a carga pode ser reposicionada na origem antes que haja queda.
- A partir de que ponto a carga pode ser levada até o fim do trajeto sem que haja queda.
- Se a carga deve ser baixada imediatamente.
- Se a carga pode ser retirada com auxílio de empilhadeira, se pode ser contida com cintas, correntes ou pega chapas.
- Uma vez que haja perda do nível de segurança, leve em conta que movimentos bruscos podem acelerar ou provocar uma queda.

Se o tempo até a queda for muito pequeno, verifique:

- Estado de conservação das ventosas tubulações e vedações do sistema.
- Melhore ou selecione as condições de acabamento e limpeza da carga, faça disso um novo padrão no uso normal.

## Diretrizes gerais de segurança e NR-11:

A movimentação de qualquer peça com ventosas deve seguir por norma, prudência e segurança algumas diretrizes básicas:

- 1) A movimentação deve ser feita apenas entre 2 posições adjacentes, mesmo que o equipamento de elevação tenha capacidade de movimentar peças por toda instalação. Exemplos: De um veículo de carga para uma pilha adjacente, entre 2 pilhas adjacentes ou entre um pilha e uma máquina ou processo adjacente que usa a peça.
- 2) A elevação da peça a qualquer momento não deve ser maior que o estritamente necessário para colocar ou retirar a peça da posição mais alta, 10 a 20 cm acima são suficientes para a maioria dos casos.
- 3) A peça transportada por ventosas não pode passar sobre outros equipamentos da instalação ou sobre áreas destinadas ou normalmente usadas para passagem de pessoas ou veículos. ... *deve destinar área específica para a movimentação de chapas com uso de ventosa, de forma que o trabalho seja realizado com total segurança; esta área deve ter sinalização adequada na vertical e no piso (Item 5.1.h, Anexo I, NR-11).*
- 4) É recomendável que qualquer dispositivo de transporte com ventosas tenha sistema de no-break elétrico ou acumulador de vácuo e/ou ar comprimido para os casos de falha no fornecimento de energia ou rompimento acidental de cabos e tubulações. *Procedimentos de segurança devem ser adotados para garantir a movimentação segura de chapas na falta de energia elétrica. (Item 5.1.i, Anexo I, NR-11).*
- 5) Cabos e tubos de alimentação devem preferencialmente chegar ao equipamento através do dispositivo de elevação (ponte, talha ou guincho), não é admissível que estejam pendentes do equipamento. *As mangueiras (e cabos) devem estar protegidas, firmemente presas aos tubos de saída e de entrada e, preferencialmente, afastadas das vias de circulação (Item 5.1.e, Anexo I, NR-11).*
- 6) *Recomenda-se que os equipamentos de movimentação de chapas, a vácuo, possuam alarme sonoro e visual que indiquem pressão fora dos limites de segurança estabelecidos (Item 5.2, Anexo I, NR-11).*