

Inspeção e Manutenção de Mangotes Marítimos

Procedimento

Esta Norma substitui e cancela a sua revisão anterior.

Cabe à CONTEC - Subcomissão Autora, a orientação quanto à interpretação do texto desta Norma. A Unidade da PETROBRAS usuária desta Norma é a responsável pela adoção e aplicação das suas seções, subseções e enumerações.

Requisito Técnico: Prescrição estabelecida como a mais adequada e que deve ser utilizada estritamente em conformidade com esta Norma. Uma eventual resolução de não segui-la ("não-conformidade" com esta Norma) deve ter fundamentos técnico-gerenciais e deve ser aprovada e registrada pela Unidade da PETROBRAS usuária desta Norma. É caracterizada por verbos de caráter impositivo.

Prática Recomendada: Prescrição que pode ser utilizada nas condições previstas por esta Norma, mas que admite (e adverte sobre) a possibilidade de alternativa (não escrita nesta Norma) mais adequada à aplicação específica. A alternativa adotada deve ser aprovada e registrada pela Unidade da PETROBRAS usuária desta Norma. É caracterizada por verbos de caráter não-impositivo. É indicada pela expressão: **[Prática Recomendada]**.

Cópias dos registros das "não-conformidades" com esta Norma, que possam contribuir para o seu aprimoramento, devem ser enviadas para a CONTEC - Subcomissão Autora.

As propostas para revisão desta Norma devem ser enviadas à CONTEC - Subcomissão Autora, indicando a sua identificação alfanumérica e revisão, a seção, subseção e enumeração a ser revisada, a proposta de redação e a justificativa técnico-econômica. As propostas são apreciadas durante os trabalhos para alteração desta Norma.

"A presente Norma é titularidade exclusiva da PETRÓLEO BRASILEIRO S. A. - PETROBRAS, de aplicação interna na PETROBRAS e Subsidiárias, devendo ser usada pelos seus fornecedores de bens e serviços, conveniados ou similares conforme as condições estabelecidas em Licitação, Contrato, Convênio ou similar.

A utilização desta Norma por outras empresas/entidades/órgãos governamentais e pessoas físicas é de responsabilidade exclusiva dos próprios usuários."

Apresentação

As Normas Técnicas PETROBRAS são elaboradas por Grupos de Trabalho - GT (formados por Técnicos Colaboradores especialistas da Companhia e de suas Subsidiárias), são comentadas pelas Unidades da Companhia e por suas Subsidiárias, são aprovadas pelas Subcomissões Autoras - SC (formadas por técnicos de uma mesma especialidade, representando as Unidades da Companhia e as Subsidiárias) e homologadas pelo Núcleo Executivo (formado pelos representantes das Unidades da Companhia e das Subsidiárias). Uma Norma Técnica PETROBRAS está sujeita a revisão em qualquer tempo pela sua Subcomissão Autora e deve ser reanalisada a cada 5 anos para ser revalidada, revisada ou cancelada. As Normas Técnicas PETROBRAS são elaboradas em conformidade com a Norma Técnica PETROBRAS [N-1](#). Para informações completas sobre as Normas Técnicas PETROBRAS, ver Catálogo de Normas Técnicas PETROBRAS.

1 Escopo

1.1 Esta Norma estabelece os procedimentos para a inspeção e manutenção de mangotes marítimos (flutuantes, catenária e submarinos), utilizados em terminais aquaviários e oceânicos, fabricados conforme o guia GMPHOM 2009 do OCIMF ou seu guia anterior.

1.2 Esta Norma não se aplica a tubulações flexíveis não flangeadas, mangotes de píeres e mangotes para operações Ship to Ship (STS).

1.3 Esta Norma se aplica à inspeção e manutenção de mangotes marítimos, a partir da data de sua edição.

1.4 Esta norma não se aplica aos mangotes, ou mangueiras, cuja utilização seja diferente ao exposto no item 3.1.

1.5 Esta Norma contém somente Requisitos Técnicos.

2 Referências Normativas

Os documentos relacionados a seguir são indispensáveis à aplicação deste documento. Para referências datadas, aplicam-se somente as edições citadas. Para referências não datadas, aplicam-se as edições mais recentes dos referidos documentos.

PETROBRAS [N-2169](#) - Mangotes Marítimos - Manuseio, Embalagem, Transporte e Armazenamento;

OCIMF [GMPHOM 2009](#) - Guide to Manufacturing and Purchasing Hoses for Offshore Moorings 5th Edition.

OCIMF 1995 – Guide for the Handling, Storage, Inspection and Testing of Hoses in the Field 2nd Edition.

OCIMF [SMOG 2015](#) – Single Point Mooring Maintenance and Operations Guide 3rd Edition.

NOTA A partir de Janeiro de 2012, os mangotes passaram a ser fabricados conforme a publicação da [GMPHOM 2009](#). Antes disso, seguiam a versão anterior deste Guia, de 1991.

3 Termos e Definições

Para os propósitos desta Norma são adotados os termos e definições indicadas em 3.1 a 3.7, em conformidade com Materiais de Ancoragem e Alívio.

3.1

mangote marítimo

mangueira curta, provida de flanges, constituída por material composto, para escoamento de fluidos entre unidades de produção, terminais oceânicos ou aquaviários, e navios petroleiros. Foram padronizados os seguintes tipos de mangotes marítimos: mangote catenária, mangote flutuante e mangote submarino.

3.2

mangote dupla carcaça

mangote marítimo com uma carcaça adicional (segunda carcaça) independente, projetada para conter qualquer produto que possa escapar da primeira carcaça como resultado de um vazamento lento ou falha repentina

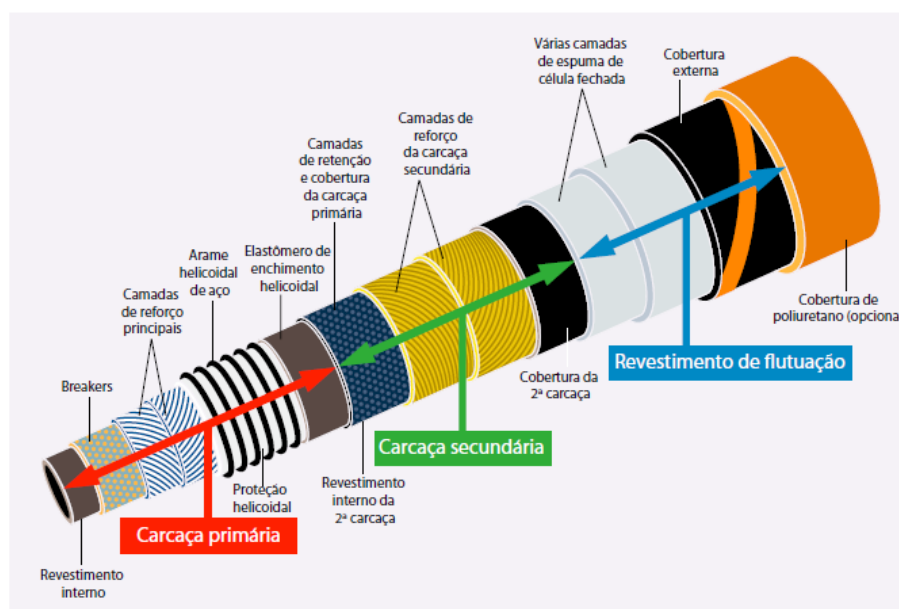


Figura 1 – Construção de um mangote marítimo (flutuante, dupla carcaça)

Fonte: Guide to Manufacturing and Purchasing Hoses for Offshore Moorings (GMPHOM 2009), © OCIMF

3.3

pressão nominal de trabalho

maior pressão de projeto a qual o mangote pode ser submetido durante a sua utilização

3.4

pressão nominal do sistema de bombeio

máxima pressão de operação utilizada durante o bombeio

3.5

pessoa qualificada

pessoa habilitada por órgão de competência profissional com treinamento formal em inspeção e manutenção conduzidos por organizações competentes.

NOTA Organização competente pode ser o fabricante de mangotes e acessórios, centros de formação profissional, empresas que fazem a operação ou a manutenção de mangotes. Inspectores próprios do Sistema Petrobras, com experiência em inspeção e manutenção de mangotes também são considerados pessoas qualificadas.

3.6

Terminal Oceânico

Instalação offshore com capacidade de realizar a transferência de óleo produzido, resíduo oleoso ou água entre Unidade(s) Estacionária(s) de Produção e navio petroleiro.

3.7

Terminal Aquaviário

Instalação próxima à costa com capacidade de realizar a transferência de óleo, resíduo oleoso, combustíveis ou água, entre terminal onshore e navio petroleiro.

4 Condições Gerais

4.1 Para efeito desta Norma são considerados 2 tipos de instalações:

- a) terminais aquaviários de carga e descarga de produtos tais como: monoboias e quadros de boias ligados a terminais em terra;
- b) terminais oceânicos de produção tais como: monoboias, quadros de boias, quadros de ancoragem, FPSOs ("Floating Production Storage and Offloading" - Unidade Flutuante de Produção e Armazenamento de Óleo), FSOs ("Floating Storage and Offloading" - Unidade Flutuante de Armazenamento de Óleo), ligados à produção de petróleo.

4.2 O inspetor deve ser pessoa qualificada conforme item 3.5.

4.3 A inspeção (onshore e offshore) deve ser realizada por pessoa qualificada conforme item 3.5.

4.4 Para efeito desta Norma, os seguintes danos, podem ser identificados a partir de inspeção visual:

- a) abrasão;
- b) camada interna danificada;
- c) corrosão em nipple;
- d) corrosão no flange;
- e) corte;
- f) dano no flange e nipple;
- g) danos nos sinalizadores;
- h) deformação por compressão;
- i) descolamento da camada de flutuação;
- j) descolamento da capa;
- k) descolamento do tubo interno;
- l) dobramento;
- m) espiral danificada;
- n) ovalização;
- o) perda de flutuabilidade;
- p) rasgo;
- q) separação entre nipple e camada interna;

NOTA Estes danos estão ilustrados nas Tabelas do Anexo A.

5 Condições Específicas

5.1 Inspeção de Mangotes no Mar - Terminais Aquaviários de Carga e Descarga de Produtos e Terminais Oceânicos de Produção

5.1.1 As linhas de mangotes devem ser monitoradas através de inspeções visuais com periodicidade definida em procedimentos específicos para cada terminal, buscando identificar danos ou avarias externas nos mangotes e a presença de vazamentos e verificar os sinalizadores de vazamento da primeira carcaça, quando houver.

5.1.2 As linhas devem ser inspecionadas visualmente também para os seguintes casos:

- a) após a linha submergir a profundidades superiores a especificação do fabricante ou ir a pique;
- b) antes da operação de cada navio, caso não seja possível realizar o ensaio de estanqueidade.

NOTA Estas inspeções e ensaios realizados pelo pessoal envolvido na operação, antes de cada offloading, têm como objetivo detectar falhas ou danos ocultos, funcionando assim como última barreira de segurança antes da operação e, por isso, não substituem as inspeções visuais periódicas, realizadas por pessoa qualificada, previstas pelo plano de manutenção do terminal.

5.1.3 Para as linhas de mangotes submarinos, além do descrito no item 5.1.1, as inspeções visuais devem buscar:

- a) o registro da configuração geométrica da(s) linha(s) de mangotes, atentando para a ocorrência de quaisquer vestígios de atrito entre a(s) linha(s), as amarras e outros pontos de interferência do sistema;
- b) o registro da forma geométrica dos mangotes, visando detectar quaisquer deformações;
- c) a conferência da quantidade e posicionamento dos flutuadores fixados no corpo dos mangotes;
- d) a conferência da quantidade dos parafusos de fixação dos flutuadores, reapertando-os ou substituindo-os, conforme o caso;
- e) a verificação e limpeza dos sinalizadores de vazamento da primeira carcaça, quando houver.

5.1.3 Um ensaio de estanqueidade deve ser realizado sempre após a instalação ou alguma intervenção nas linhas de mangotes.

5.1.4 O ensaio de estanqueidade deve seguir o seguinte procedimento:

- a) a linha de mangotes deve ser totalmente preenchida com água, removendo todo o ar da linha;
- b) aumenta-se a pressão do sistema para entre 1,0 a 1,5 vezes da pressão de operação;
- c) aguarda-se 30 minutos;
- d) faz-se a verificação da manutenção da pressão e do sistema quanto a vazamentos;
- e) a queda de pressão durante o teste não deve ser superior a 10% da pressão de teste.

NOTA Alternativamente, o teste pode ser dividido em duas etapas: 1 - realização de um teste após a montagem da linha, visando testar as conexões entre os mangotes; 2 - realização de outro teste após a instalação da linha, de forma a testar a conexão do mangote com o flange da unidade.

5.2 Inspeção em Seco

5.2.1 Frequências de Inspeção e Ensaio

5.2.1.1 A Tabela 1 apresenta os intervalos recomendados para a retirada dos mangotes de operação para serem submetidos à Inspeção e Ensaios em seco.

Tabela 1 - Periodicidade de Inspeção e Ensaios de Mangotes em Terra - Critério de Tempo

Tabela 1 - Periodicidade de inspeção e Ensaios de mangotes em terra - Critério de Tempo

Tipo de Mangote e Aplicação					
Guia de Fabricação dos Mangotes	Terminais aquaviários de carga e descarga de produtos (meses)		Terminais oceânicos de produção (meses)		
	GMPHOM 1991	GMPHOM 2009	GMPHOM 1991	GMPHOM 2009	
Flutuante simples e dupla carcaça	12 a 36	12 a 36	12 a 36	12 a 60	
Flutuante simples e dupla carcaça - Extremidades	12 a 18	12 a 36	12 a 36	12 a 60	
Submarino simples e dupla carcaça	12 a 36	12 a 36	12 a 36	12 a 60	
Catenária	NA	NA	36 a 60	36 a 60	
NOTA 1 Considera-se extremidades para terminais aquaviários de carga e descarga de produtos ou terminais oceânicos de produção que operam com monoboias e quadro de boias, o tanker rail (tanker end) e o first off the buoy (buoy end). NOTA 2 A partir de Janeiro de 2012, os mangotes passaram a ser fabricados conforme a publicação da GMPHOM 2009. Antes disso, seguiam a versão anterior deste Guia, de 1991. NOTA 3 Os intervalos destacados na tabela 1 são limites para a realização dos testes de recertificação, contudo cabe ao inspetor qualificado avaliar e determinar a validade do teste com base na condição do mangote e, também, estatísticas do terminal.					

5.2.1.2 A contagem do tempo para fins de ensaios inicia-se a partir da data de realização do último teste.

5.2.1.3 Mangotes novos, que estejam armazenados por um período inferior a 3 anos podem ser instalados na linha, mediante inspeção visual para liberação do seu uso. Neste caso, a contagem do tempo se inicia a partir da data de realização da inspeção visual, com a devida emissão do certificado de inspeção e ensaio. Caso o tempo armazenado seja igual ou superior a 3 anos, o mangote deverá passar pelos testes de recertificação antes de sua utilização.

5.2.1.3 Mangotes usados, que estejam armazenados por um período inferior a 1 ano podem ser instalados na linha, mediante inspeção visual para liberação do seu uso. Neste caso, a contagem do tempo se inicia a partir da data de realização da inspeção visual, com a devida emissão do certificado de inspeção e ensaio. Caso o tempo armazenado seja igual ou superior a 1 ano, o mangote deverá passar pelos testes de recertificação antes de sua utilização.

5.2.1.4 Sempre que ocorrerem danos aos mangotes que justifiquem a sua retirada de operação, estes devem ser trazidos para terra, para serem inspecionados, testados e reparados quando possível, independentemente da frequência estabelecida em 5.2.1.1.

5.2.1.5 Sempre que ocorrerem golpes de aríete que atinjam entre 1,5 e 2,5 vezes a pressão nominal de trabalho, os mangotes devem ser trazidos para terra, para serem inspecionados e testados, independentemente da frequência estabelecida em 5.2.1.1.

5.2.1.6 Sempre que ocorrerem golpes de aríete que ultrapassem 2,5 vezes a pressão nominal de trabalho, deve-se adotar o seguinte procedimento:

- Os mangotes devem ser removidos de operação e serem inspecionados visualmente. Mangotes danificados devem ser descartados;
- Caso os mangotes estejam visualmente íntegros, deve-se retirar um destes mangotes para realizar ensaio de ruptura (burst test), conforme GMPHOM 2009.

- c) Se o mangote passar no ensaio de ruptura (pressão de ruptura da primeira carcaça maior que 5 vezes a pressão nominal e da segunda carcaça maior que 2 vezes a pressão nominal), os demais mangotes devem passar pelos testes hidrostático, de vácuo e de continuidade elétrica;
- d) Os mangotes aprovados nos testes podem retornar à operação.

NOTA 1: No caso de impossibilidade de realizar o teste de ruptura, os mangotes devem ser descartados.

NOTA 2: No caso que a linha contenha mangotes fabricados conforme o guia GMPHOM 2009 e o guia de 1991, deve ser retirado um mangote de cada para teste destrutivo, conforme 5.2.1.6.

5.2.1.7 Sempre que ocorrer tração nos mangotes considerada superior àquela utilizada no padrão operacional, os mangotes devem ser trazidos para terra, para serem inspecionados e testados, independentemente da frequência estabelecida em 5.2.1.1.

5.2.1.8 Quando ocorrer submersão não prevista da linha de mangotes que possa comprometer a fluviabilidade original do mangote, este deve ser testado de modo a verificar a fluviabilidade remanescente.

5.2.2 Inspeção Externa

5.2.2.1 Capa Externa

A capa externa deve ser cuidadosamente examinada para detectar áreas onde possam ter ocorrido avarias do material de reforço ou de flutuação; deve ser verificada ocorrência de cortes, rasgos e abrasão; trincas ou rachaduras superficiais devidas à exposição prolongada ao sol não são motivos de reparo;

Se o material de flutuação ou reforço estiver exposto, sem atingir a segunda carcaça, o mangote deve ser avaliado segundo os critérios das Tabelas do Anexo A, podendo ser retirado de serviço ou reparado, testado e retornado à operação.

5.2.2.2 Carcaça (Mangote Submarino e Catenária)

Verificar a existência de regiões deformadas, dobradas ou com as espiras de aço danificadas, evidenciadas por deformação permanente ou por presença de sulcos ou saliências longitudinais. Se durante os ensaios de pressão e vácuo estas áreas se deformarem ou aumentarem de tamanho o mangote deve ser descartado.

5.2.2.3 Acessórios

As superfícies externas de flanges, seus olhais e sinalizadores devem ser limpos e cuidadosamente examinados para detectar trincas ou corrosão excessiva. Ocorrendo qualquer um destes defeitos o mangote deve ser avaliado segundo os critérios de um inspetor visual qualificado, podendo ser retirado de serviço ou reparado, testado e retornado à operação mediante Certificado de Inspeção e Ensaio.

5.2.3 Inspeção Interna

O objetivo da inspeção interna é a verificação de ocorrência de bolhas, rasgos, cortes, trincas, corrosão, descolamentos ou separação do tubo interno da carcaça. Ocorrendo qualquer um destes defeitos, o mangote deve ser avaliado segundo os critérios das Tabelas do Anexo A, podendo ser retirado de serviço ou reparado, testado e retornado à operação. Danos menores devem ser reavaliados durante o ensaio de vácuo.

5.2.4 Ensaio de Pressão

5.2.4.1 Deve ser realizado após as inspeções externa e interna referentes aos itens 5.2.2 e 5.2.3.

5.2.4.2 O ensaio de pressão deve ser executado obedecendo ao seguinte procedimento:

- a) colocar o mangote em local nivelado, apoiando-o sobre roletes ou suportes apropriados, de modo que fique tão retilíneo quanto possível e que possa alongar-se ou contrair-se livremente;
- b) instalar os equipamentos de medição de pressão;
- c) encher totalmente com água doce, retirando todo o ar, e pressurizar a 0,7 bar;
- d) medir o comprimento total entre faces dos flanges (L1), anotando o valor desta medida no Certificado de Inspeção e Ensaios, no Anexo B;
- e) aumentar gradativamente a pressão de 0,7 bar até a metade da pressão de ensaio, mantendo esta pressão durante 10 min, enquanto inspeciona o mangote quanto à vazamentos;
- f) reduzir a pressão gradativamente a zero;
- g) aumentar, gradativamente, a pressão de zero até a pressão de ensaio, mantendo esta pressão durante 10 minutos, enquanto inspeciona o mangote quanto à vazamentos;
- h) medir o comprimento total entre as faces dos flanges (L2), anotando o valor desta medida no Certificado de Inspeção e Ensaios; deve ser registrado o valor do alongamento temporário como um percentual do comprimento inicial medido a 0,7 bar;
- i) aumentar a pressão até 1,5xPressão de Ensaio, mantendo por 5 minutos enquanto inspeciona o mangote quanto à vazamentos.
- j) reduzir, gradativamente, a pressão a zero, durante 5 min;
- k) aguardar um intervalo mínimo de 15 min e pressurizar novamente a 0,7 bar durante 5 min;
- l) medir o comprimento total entre as faces dos flanges (L3), anotando o valor desta medida no Certificado de Inspeção e Ensaios; deve ser registrado o valor do alongamento permanente como um percentual do comprimento inicial medido a 0,7 bar;
- m) reduzir, gradativamente, a pressão a zero e drenar o mangote.

NOTA A Pressão de Ensaio é a pressão do teste de fábrica, na qual as comparações dos valores são realizadas.

5.2.4.3 Os alongamentos devem ser calculados empregando as seguintes fórmulas:

$$\text{Alongamento temporário} = \frac{L_2 - L_1}{L_1} \cdot 100 (\text{em}\%) \quad (1)$$

$$\text{Alongamento permanente} = \frac{L_3 - L_1}{L_1} \cdot 100 (\text{em}\%) \quad (2)$$

Onde:

L₁ é o comprimento inicial medido a 0,7 bar, conforme c);

L₂ é o comprimento medido à pressão de ensaio, conforme h);

L₃ é o comprimento final medido a 0,7 bar, conforme i).

5.2.4.4 A figura 2 apresenta graficamente a sequência do ensaio de pressão.

ENSAIO DE PRESSÃO

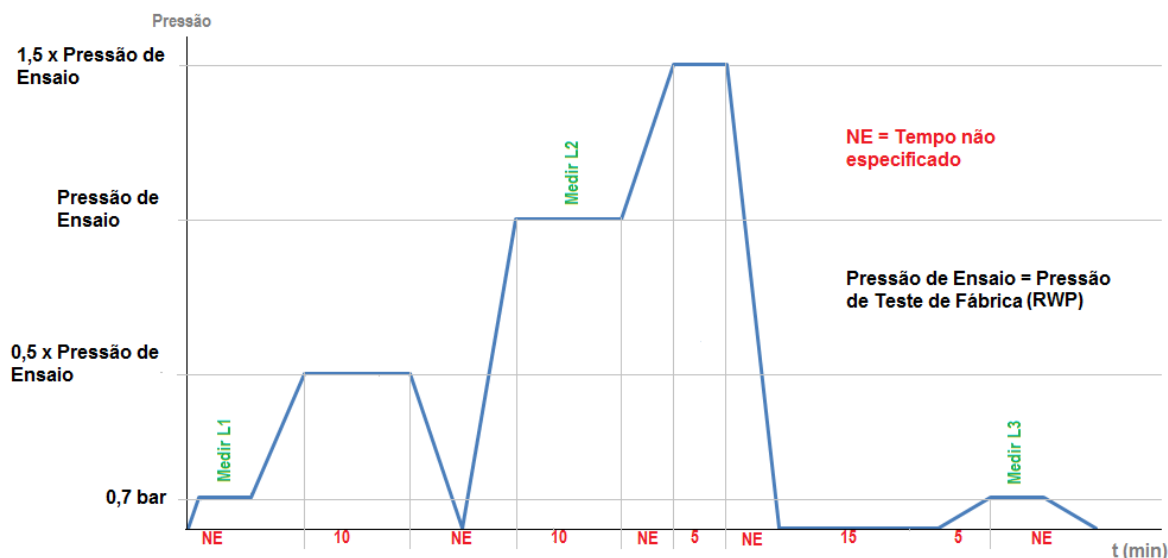


Figura 2 – Ensaio de Pressão

5.2.4.5 Os valores em % dos alongamentos temporário e permanente devem ser registrados, respectivamente, no Certificado de Inspeção e ensaio de Mangotes Marítimos, no Anexo B.

5.2.4.6 Quando o alongamento total temporário ou permanente, medido durante o ensaio de pressão, exceder os valores de alongamento total temporário ou permanente medidos no ensaio de fábrica em 2 %, os mangotes devem ser descartados.

5.2.5 Ensaio de Vácuo

5.2.5.1 Para a realização do ensaio de vácuo é necessária a utilização de 2 flanges de acrílico transparente, 1 fonte de luz (lanterna ou raios solares) e 1 refletor (espelho), além da bomba de vácuo adequada a este tipo de serviço. Este ensaio deve ser executado obedecendo a seguinte sequência de procedimentos:

- colocar o mangote em local nivelado, apoiando-o sobre roletes ou suportes apropriados, de modo que fique tão retilíneo quanto possível e que possa alongar-se ou contrair-se livremente;
- Aplicar vácuo de 850 milibar, por um período de 10 min;
- durante a aplicação do vácuo estabelecido em b), observar detalhadamente, com auxílio de fonte de luz ou de refletor, o comportamento da camada interna de borracha do mangote sob ensaio; caso seja verificada a formação de bolhas que denotem descolamento da camada interna ou qualquer dano que venha a comprometer sua integridade, o mangote deve ser retirado de serviço; danos menores sobre os quais parem dúvidas em relação a ameaça a integridade do mangote devem ser avaliados junto aos fabricantes, podendo ser retirado de serviço ou reparado, testado e retornado à operação.
- O lado externo do mangote não deve apresentar deformações ou bolhas.

5.2.6 Ensaio de Continuidade Elétrica

5.2.6.1 Para a realização do ensaio de continuidade elétrica é necessária a utilização de 1 medidor de resistência elétrica (ohmímetro) e 1 extensão de aproximadamente 12 m de condutor isolado de cobre com 2,50 mm² de seção. O ensaio de continuidade elétrica deve ser executado obedecendo à sequência descrita de 5.2.6.2 a 5.2.6.4.

5.2.6.2 O ensaio de continuidade elétrica deve ser realizado antes e após o Ensaio de Pressão, conforme 5.2.4.