

INTERVENÇÃO EM TUBULAÇÕES SEM PARADA DE PRODUÇÃO¹

Alexander Rodrigues²

Resumo

Este procedimento descritivo tem por objetivo estabelecer métodos de execução de serviço de intervenção em tubulações de transporte, utilizando-se a tecnologia da T.D. Williamson, Inc., denominada *Hot Tapping and Plugging* (HTP). Tal tecnologia visa o reparo de trechos com corrosão excessiva ou tendo-se a necessidade de intervenção por qualquer outro motivo, sem a parada de operação da tubulação, evitando-se perda de produção e impactos ambientais e, conseqüentemente, prejuízos. Os serviços de soldagem em carga, trepanação e bloqueio obedecem à norma N-2163 Ver. C, onde algumas premissas básicas devem ser obedecidas.

Palavras-chave: Trepanação; Bloqueio; Dupla calha; Sem parada de produção.

INTERVENTION ON PIPES WITH NO SHUT DOWN

Abstract

This descriptive process has the objective to establish execution methods for intervention services on transportation pipes, utilizing the T.D. Williamson, Inc. technology called *Hot Tapping and Plugging* (HTP). This technology aims for the repair of sections with excessive corrosion or having the need for intervention for any other reason, with no shut down, avoiding loss in production and environmental impacts, and, consequently, financial loss. The welding, tapping and plugging services on pressurized pipes are in accordance to the N-2163 Ver. C regulation, where some basic premises must be obeyed.

Key words: tapping, plugging, split tee, with no shut down.

¹ *Contribuição técnica ao 63º Congresso Anual da ABM, 28 de julho a 1º de agosto de 2008, Santos, SP, Brasil*

² *Engenheiro Mecânico, com especialização em Dutos – T.D. Williamson do Brasil Ltda.*

1 OBJETIVO

Esta tecnologia compreende a soldagem de conexões especiais à tubulação em carga, utilizando equipamentos de trepanação e bloqueio, de forma a isolar um determinado trecho da tubulação. Através de um *bypass* provisório, promove-se o desvio do fluxo de produto da linha tronco permitindo-se assim realizar reparos sem a parada do duto e atingindo-se ganhos operacionais, menor custo de parada de equipamentos e comissionamento para retorno operacional.

2 METODOLOGIA

2.1 Considerações sobre Produtos

A trepanação não deve ser executada para os seguintes produtos: peróxidos, cloro e substâncias cáusticas e ácidas, exceto para os casos em que sejam tomados cuidados especiais para proteção da equipe e do equipamento de trepanação utilizado.

Este procedimento descritivo não se aplica a equipamentos, tubulações e dutos em operação que:

- a) Tenham sido totalmente isolados e descontaminados ou que ainda não tenham entrado em operação;
- b) Necessitem de tratamento térmico de alívio de tensões após a soldagem;
- c) Contenham produtos ou resíduos que venham a se tornar explosivamente instáveis pela exposição ao calor da solda ou que venham afetar o aço em questão tornando-o suscetível à ignição, corrosão sob tensão ou fragilização;
- d) Exijam trabalhos de soldagem submarina, hiperbárica ou molhada, devendo estes trabalhos ser avaliados em cada caso específico.

Anteriormente à realização da trepanação, os ensaios não-destrutivos, como ultra-som e partícula magnética, devem ser executados para a garantia da integridade da solda. Após os ensaios não-destrutivos realizaremos o teste hidrostático para verificação da resistência mecânica da conexão soldada à linha tronco e o teste de estanqueidade para verificação de vazamentos durante a montagem dos acessórios (válvulas, máquina, juntas, parafusos etc.).

2.2 Pessoal

- Técnico Operador
- Ajudantes
- Inspetores

2.3 Equipamentos

- Manômetros;
- Mangueiras de Alta Pressão;
- Conexões dupla calha fabricadas conforme código de construção da tubulação;
- Cilindros de Bloqueio;
- Ferramentas;
- EPI's / EPC's;

- Válvula de Purga;
- Máquina de *Hot Tap* com unidade hidráulica e acessórios;
- Válvulas de bloqueio (Sanduíche);
- Carretéis três-vias;
- *Spools* (Diversos);
- *Adapter* (Diversos);
- *Housing* de Bloqueio (Diversos);
- T-101.

2.4 Premissa para Trepanação

Após execução da soldagem da derivação (*fitting*) e ensaios não-destrutivos (Visual, Ultra-som, Partículas magnéticas), deverão ser executados os testes hidrostáticos e pneumáticos da derivação, dupla calha e válvula de bloqueio, anteriormente à execução da trepanação.

Inspeção da instalação de acessórios (*fitting* dupla calha)

1. Limpar o interior do acessório (*fitting*), checar os elementos de fixação do plugue, avançar e retrain os mesmos e marcar o número de voltas de cada um ao seu lado;
2. Verificar o apoio do acessório para que suporte o peso da montagem da máquina de trepanação *Hot Tap*, minimizando os esforços no duto a ser trepanado;
3. Inspeccionar as juntas instaladas em todo o acessório.



Figura 1. *Fittings* de bloqueio e *bypass*

Instalação da Válvula de Bloqueio (Válvulas Sanduíche)

1. Colocar a válvula conforme posição do flange do *fitting*, sempre mantendo as faces do flange e válvula limpas;
2. Instalar a junta;
3. Colocar a válvula no acessório, mantendo os estojos nos furos dos flanges;
4. Instalar as porcas nos estojos e apertá-las;
5. Abrir a válvula, medir a concentricidade e deixá-la aberta;
6. Medir a distância do topo da válvula à saliência do flange do acessório;
7. Instalar a junta no topo da válvula.

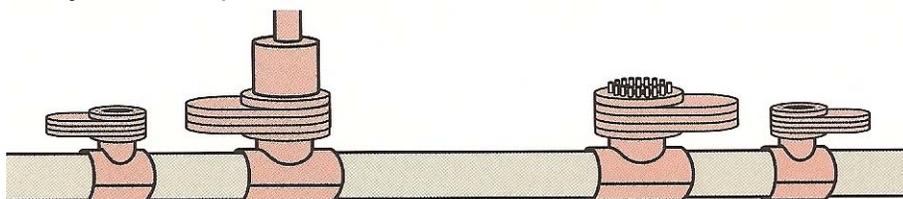


Figura 2. Montagem das válvulas sanduíche

Montagem da Máquina de Trepanção

1. Retirar, anteriormente à montagem da máquina, as medidas da trepanação e marcá-las na barra de medição da máquina;
2. Checar o curso de avanço (*travel*) da serra copo (cortador) e a passagem interna pela válvula de bloqueio, *spool* e demais acessórios;
3. Montar a máquina com o cortador, deixando-o retraído, e retirar as medidas de referência;
4. Montar a máquina sobre o flange da válvula e instalar as válvulas de *purgade* ¼" e 2" no *adapter* da máquina de trepanação;
5. Conectar as mangueiras da unidade hidráulica na máquina de trepanação e ligar a unidade hidráulica.

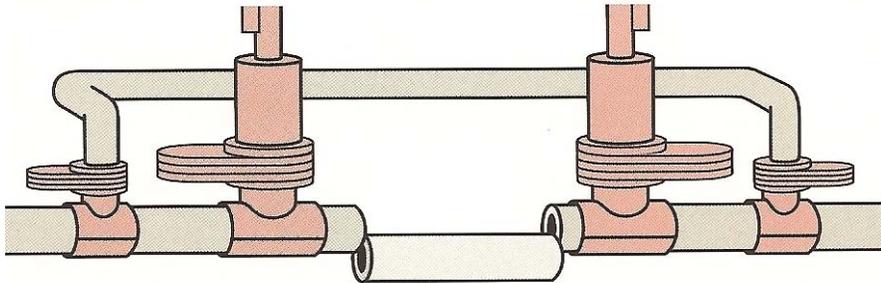


Figura 3. Esquema de montagem típica com *bypass*

Esquemas de Montagem

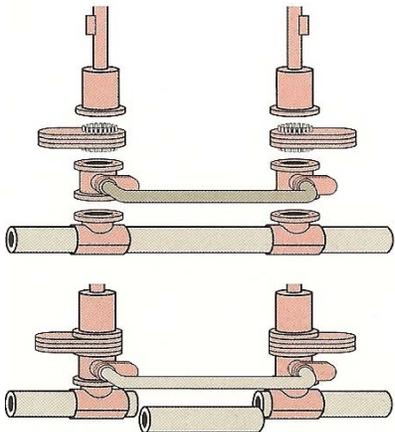


Figura 4. Carretel três-vias e *bypass* pela máquina de Bloqueio

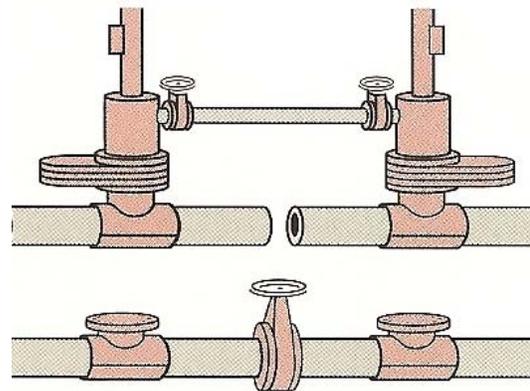


Figura 5. *Bypass* pelo *housing*

Início da Trepanação

1. Abrir a válvula sanduíche de bloqueio e proceder o avanço do cortador, sem rotacioná-lo, até que o mesmo passe pelo interno da válvula, *spool* e carretel três-vias;
2. Seguir as medidas retiradas anteriormente e iniciar o corte da tubulação;
3. A purga ou drenagem poderá ocorrer quando a broca penetrar a tubulação tronco (exceto quando uma purga de nitrogênio for solicitada). A purga evacua o ar ou o

produto do adaptador da máquina de furação por razões de segurança (explosividade);

4. Após o avanço especificado anteriormente, o corte é concluído e o cupom é retirado e entregue ao cliente.

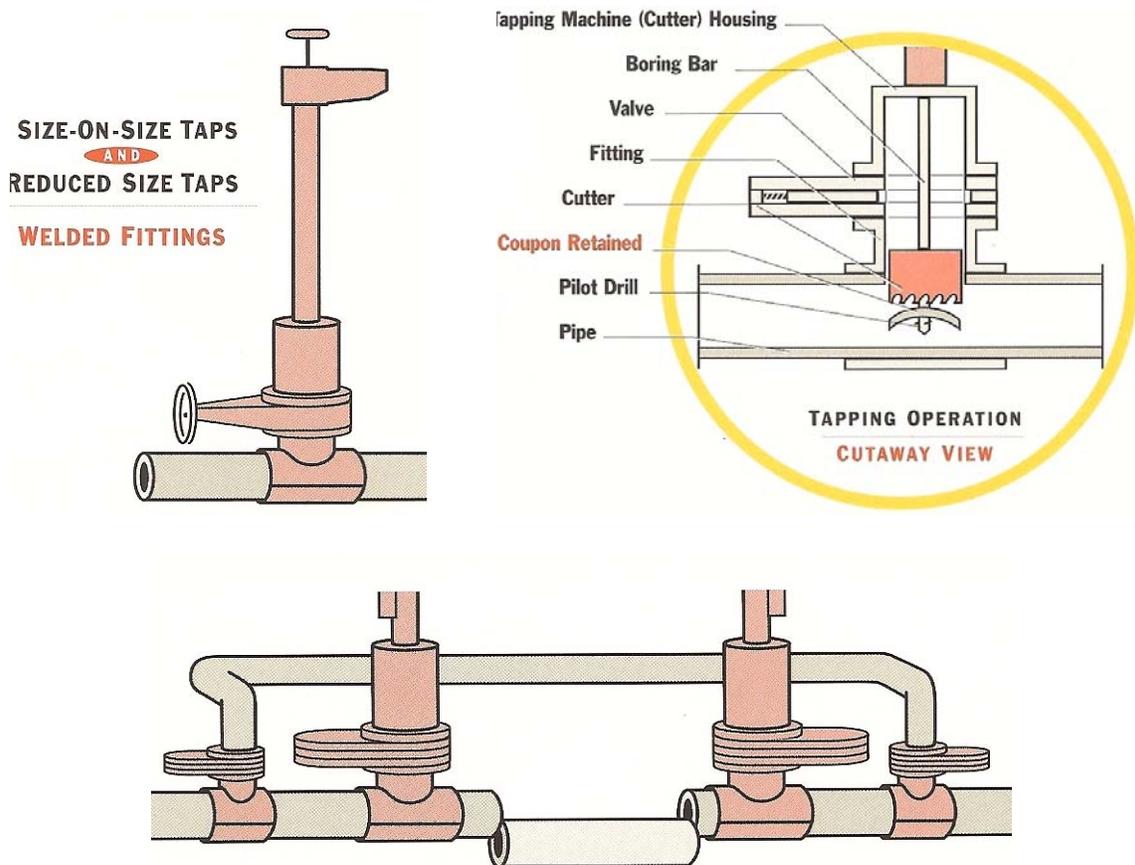


Figura 6. Esquema de Montagem com *Bypass* e *Fittings*

Bloqueio

Instalação da máquina de bloqueio STOPPLE

1. Verificar as juntas para utilização;
2. Limpar as faces da flange da máquina de bloqueio e da válvula sanduíche;
3. Instalar a cabeça de bloqueio na barra de bloqueio;
4. Instalar o *housing* da máquina de bloqueio no cilindro hidráulico de bloqueio;
5. Instalar os dutos de equalização entre a válvula de 2" da máquina de bloqueio e o duto principal;
6. Purgar o ar da máquina de bloqueio e fechar a válvula de purga;
7. Abrir a válvula de trepanação sanduíche e medir a haste da válvula;
8. Instalar as máquinas de bloqueio STOPPLE;

9. Baixar lentamente a cabeça de bloqueio após a equalização do *housing* com a válvula sanduíche. Baixar primeiro a cabeça de bloqueio ajustante e depois amontante;
10. Verificar após a realização do bloqueio a estanqueidade do trecho que será reparado. Utilizar o vent de 2" ajustante da cabeça de bloqueio e liberar lentamente o gás contido entre o trecho bloqueado;
11. Monitorar com um explosímetro, após ventar o trecho bloqueado, assegurando que não tem passagem de gás pelas cabeças de bloqueio. Utilizar o vent de 2" para realizar o monitoramento;
12. Será utilizado também selo com bexiga ajustante da cabeça de bloqueio, como uma barreira de segurança, caso algum escape de gás ocorra pela cabeça de bloqueio;
13. Após o reparo concluído, retraindo a cabeça de bloqueio;
14. Conectar o duto de equalização entre a máquina de bloqueio e o duto principal e equalizar a pressão;
15. Retrair lentamente a cabeça de bloqueio ajustante e depois amontante e fechar a válvula sanduíche;
16. Ventar pela válvula de 2" do *housing* da máquina de bloqueio e retirar a máquina de bloqueio STOPPLE.

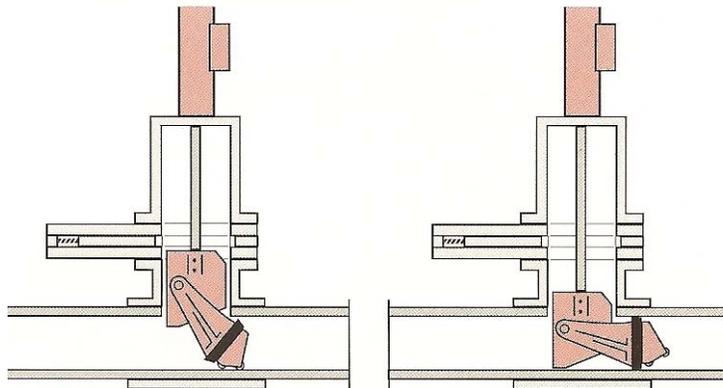


Figura 7. Abaixando a cabeça de bloqueio / Bloqueio concluído

Inserção do plugue (L-O-R) com a máquina de trepanação

1. Remover a serra copo e piloto da máquina de trepanação;
2. Instalar o fixador do plugue no próprio;
3. Instalar o plugue com o fixador na máquina de trepanação;
4. Recolher a haste de trepanação com o plugue na máquina de trepanação.

Instalação da máquina de trepanação na válvula de trepanação sanduíche

1. Limpar as faces dos flanges;
2. Instalar as juntas;
3. Alinhar os furos dos flanges;
4. Instalar os parafusos e porcas e apertar uniformemente com torquímetro;
5. Instalar a válvula de purga e deixá-la aberta;

6. Ligar as mangueiras hidráulicas da unidade hidráulica até a máquina de trepanação;
7. Ligar a mangueira de equalização à máquina de trepanação e à válvula do THREAD-O-RING (T-O-R) de 2”;
8. Abrir a válvula de 2” no *fitting* T-O-R e a válvula de 2” na máquina de trepanação para equalizar a pressão dentro do adaptador da máquina, purgando o ar através da válvula de purga;
9. Abrir a válvula sanduíche.

Instalação do plugue (L-O-R) no Fitting

1. Instalar a vara de medição e marcar as medidas de instalação do plugue;
2. Estender a barra de furação até a medida estabelecida para instalar o plugue;
3. Estender os segmentos até ao plugue;
4. Confirmar que o plugue está instalado, estendendo e retraindo a barra de furação;
5. Soltar o plugue da máquina de trepanação, girando a barra de medição;
6. Recolher a barra de furação no adaptador da máquina de trepanação;
7. Fechar a válvula sanduíche;
8. Fechar as válvulas de 2” da máquina de trepanação e do *fitting* T-O-R de 2”;
9. Abrir a válvula de purga na máquina de trepanação para aliviar a pressão dentro do adaptador.

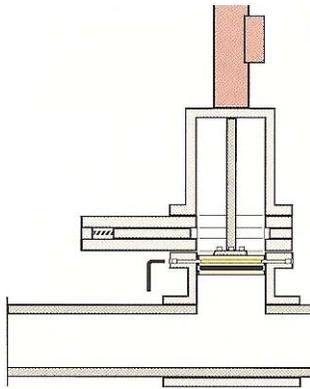


Figura 8. Esquema de instalação do plugue

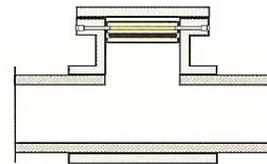


Figura 9. Plugue colocado e flangeado

Desmontagem da máquina de trepanação e válvula sanduíche

1. Remover a mangueira de equalização de 2” da máquina de trepanação e do fitting T-O-R;
2. Remover a máquina de trepanação da válvula sanduíche;
3. Remover a válvula sanduíche do *fitting*;

Instalação do flange cego na dupla calha

1. Instalar as juntas permanentes na dupla calha;
2. Instalar os flanges cegos;
3. Instalar os parafusos e porcas;

4. Apertar as porcas de acordo com as indicações do fabricante da junta com torquímetro;

Instalação o plugue de 2" no *fitting* THREAD-O-RING (T-O-R)

1. Instalar a máquina T-101 com o plugue T-O-R de 2"
2. Abrir a válvula de trepanação de 2" e purgar o ar através da válvula de purga;
3. Fechar a válvula de purga e estender a barra de trepanação da T-101 no *fitting* T-O-R de 2", enquanto se roda a barra para inserção do plugue de 2" até a medida requerida;
4. Confirmar que o plugue L-O-R está instalado, e purgar o produto através da válvula de purga;
5. Remover a T-101 T/M;
6. Remover a válvula de trepanação de 2";
7. Instalar o *cap* roscado.



Figura 10. Montagem final com flange cego (serviço concluído)

Teste hidrostático da conexão soldada

Para conexões com temperatura inferior a 90 °C, deve ser realizado teste hidrostático antes do início do corte, sendo o procedimento detalhado a seguir:

1. Após a aprovação da solda pelos ensaios não-destrutivos, deve ser efetuado o teste hidrostático da derivação, antes da execução da trepanação;
2. Este teste pode ser realizado com a máquina de trepanação já acoplada;
3. Deve ser verificado o aperto de parafusos, gaxetas, porcas e de qualquer linha de *bypass*, para evitar qualquer vazamento;
4. Se a temperatura verificada na linha ou vaso permitir, deve ser conduzido um teste hidrostático em consonância com a metodologia proposta pela norma ASME WRC 406;
5. O tempo de teste deve ser de, no mínimo, 1 hora no patamar na pressão de teste.

Nota: Caso não seja viável a execução do teste hidrostático da conexão ou derivação devido à temperatura do fluido no interior do equipamento ou duto, deve ser realizado teste pneumático, seguindo as mesmas orientações de tempo de teste e do cálculo da pressão de teste utilizada para o teste hidrostático, conforme será mostrado a seguir.

Cálculo da pressão de teste hidrostático

A pressão de teste hidrostático, executado antes da furação do duto, utilizado para verificação das soldas da conexão soldada, deve ser determinada através da metodologia proposta pela norma ASME WRC-406;

A seguinte notação é utilizada:

Do - diâmetro externo do duto na região de instalação da conexão (mm);

L - comprimento total da conexão (mm);

FT - fator definido pelo código original de projeto do duto, aplicado para a determinação da pressão de teste hidrostático;

FS - fator de segurança para a determinação da pressão = 4,0;

PClasse - pressão máxima admitida para a classe de pressão da conexão (MPa);

PMOP - pressão máxima de operação do duto na região de instalação da conexão (MPa);

PTH - pressão de teste hidrostático da conexão (MPa);

Pop - pressão de operação no duto durante a realização do teste hidrostático (MPa);

Sy - tensão de escoamento mínima especificada para o material do duto (MPa);

t - espessura mínima do duto na região de instalação da conexão (mm);

ΔP - pressão externa máxima diferencial a ser aplicada durante teste hidrostático da conexão (MPa);

E - módulo de elasticidade.

B-3 O critério de determinação da pressão de teste hidrostático utiliza as seguintes etapas:

Passo 1: Determinar Mx

$$Mx = L / [0,5 \cdot Do]^{1/2}$$

Passo 2: Determinar Ch

$$Ch = 0,55 \cdot t / Do \text{ para } Mx \geq 2 \cdot (Do / t)^{0,94}$$

$$Ch = 1,12 \cdot Mx$$

$$-1,058 \text{ para } 13 < Mx < 2 \cdot (Do / t)^{0,94}$$

$$Ch = 0,92 / (Mx - 0,579) \text{ para } 1,5 < Mx < 13$$

$$Ch = 1,0 \text{ para } Mx \leq 1,5$$

Passo 3: Determinar Fe

$$Fe = 1,6 \cdot Ch \cdot E \cdot t / Do$$

Passo 4: Determinar Fa

$$Fa = Sy / FS \text{ para } Fe / Sy \geq 2,439$$

$$Fa = [0,7 \cdot Sy / FS] \cdot (Fe / Sy)^{0,4} \text{ para } 0,552 < Fe / Sy < 2,439$$

$$Fa = Fe / Sy \text{ para } Fe / Sy \leq 0,552$$

Passo 5: Determinar ΔP

$$\Delta P = 2 \cdot Fa \cdot (t / Do)$$

Passo 6: Definir a PTH

$$PTH = Pop + \Delta P$$

A pressão de teste hidrostático definida deve ser limitada, ainda, ao menor dos seguintes valores:

a) 1,5.PClasse do duto; ou

b) FT.PMOP (máxima pressão de operação)

3 REGISTROS DE RESULTADOS

Os resultados da inspeção, assim como laudo final, serão registrados em formulários próprios pelo inspetor da qualidade e entregues ao Supervisor do Controle de Qualidade, que o aprovará e o encaminhará para aprovação da contratante.

Em relação às medições para a execução dos serviços de trepanação e bloqueio, o cartão de medição onde são anotadas as respectivas medidas durante a realização das operações de trepanação e inserção de plugue e bloqueio, será entregue ao cliente para registro das medições retiradas para realização dos serviços.

Com a utilização desta tecnologia os ganhos de produção e operacionais são imensos, como podemos citar abaixo:

- ✓ Inertização somente do trecho bloqueado, minimizando o tempo de comissionamento e retorno operacional;
- ✓ Possibilidade de se executar a intervenção na tubulação sem a parada operacional e produtiva da mesma;
- ✓ Impacto ambiental minimizado pelo fato de não ser necessário parar a tubulação e retirar o produto contido em sua linha, tendo somente a intervenção localizada no trecho bloqueado, minimizando também o descarte deste material para o meio ambiente ou para o local de armazenamento apropriado, evitando-se desperdícios.

BIBLIOGRAFIA

- 1 AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE. API Specification 6D. Washington D.C.: 2002.
- 2 BRAGA, Sidney B. S., CAVALCANTI, Charles A., CERSOSIMO, Arno G., CHIEN, Wu C., CURVELO, Eliezer, FARIA, Paulo, FERNANDES, Edimilson, FILHO, Byron G. S., MENDONÇA, José B., PAES, Marcelo T. P., PASSOS, Douglas O. e SOARES, Maria F. A. N-2163 - Rev. C: Soldagem e Trepanação em Equipamentos, Tubulações e Dutos em Operação. Rio de Janeiro: PETROBRAS, 2006.
- 3 HICKS, David e GOINS, Gary. TDW Technician Hot Tapping & Plugging Procedures and Guidelines. Tulsa: T.D. Williamson, Inc., 2005.