PU_{RIO}

PIC

评

Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro



JOSÉ JEFFERSON MORAIS DE OLIVEIRA

ANÁLISE E REPARO EM DUTOS CORROÍDOS Um estudo de caso para reparo por dupla calha

MONOGRAFIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO ENGENHARIA DE DUTOS

Rio de Janeiro Setembro de 2016

COORDENAÇÃO CENTRAL DE EXTENSÃO

1111





José Jefferson Morais de Oliveira

Análise e Reparo de Dutos Corroídos Um estudo de caso para reparo por dupla calha

Monografia

Monografia apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica da PUC-Rio como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Engenharia de Dutos.

Orientador: José Luiz de França Freire, PhD

Rio de Janeiro, setembro de 2016



Ao único e eterno Deus, em quem reside a plenitude de todo conhecimento e da verdadeira sabedoria;

Àquele que pelo poder da sua palavra formou o universo, "de maneira que o invisível passou a existir a partir das coisas que não aparecem" (Hebreus 11.3b);

A Ele, e somente a Ele, dedico este humilde trabalho.

Agradecimentos

Sou imensamente grato ao meu Deus, que tão graciosamente me permitiu a honra de concluir mais esta etapa da minha vida acadêmica e profissional;

Agradeço, também, ao ilustre professor José Luiz de França Freire, que concordou em me orientar nesta monografia – suas aulas foram memoráveis;

Aos meus queridos pais: José Miguel e Maria de Fátima de Morais, pelo exemplo e educação a mim concedidos;

À minha querida esposa e filhos: Jussara, Jordan e Joseph, novamente, pela paciência e apoio de sempre – vocês são minha fonte de inspiração;

À Petróleo Brasileiro S.A. – Petrobras, empresa onde tenha a honra de trabalhar, por todo o suporte prestado;

À Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro – PUC-Rio e aos professores do curso de Engenharia de Dutos, pela oportunidade de aprender um pouco mais durante esta especialização;

Aos colegas de trabalho: o inspetor de equipamentos Gilcenir dos Santos Lima e o inspetor de dutos Rodrigo Correia de Jesus, pelo costumeiro profissionalismo e pelo auxílio prestado na elaboração da presente monografia;

Aos valentes colegas da pós-graduação, que não desistiram, mas perseveraram até o fim.

A todos vocês, o meu muitíssimo obrigado!

Resumo

Dutos são um meio de transporte de hidrocarbonetos seguro e confiável. No entanto, durante sua vida útil eles estão sujeitos a adquirir defeitos que podem afetar a sua integridade. Dentre estes defeitos, a redução da espessura de parede causada por corrosão é um dos principais mecanismos de dano que mais afetam a integridade de dutos terrestres e submarinos. Neste trabalho será apresentado um estudo de caso para o reparo por dupla calha num oleoduto terrestre, que sofreu processo de corrosão externa de intensidade severa. O principal objetivo é estudar melhor o processo de soldagem operacional, bem como, ressaltar a importância desta técnica nas atividades de manutenção e reparo de dutos.

Palavras chaves: dutos, soldagem em operação, reparo por dupla calha.

Abstract

Pipelines are a means of safe and reliable transport hydrocarbons. However, over their lifetime they are subject to acquiring defects that could affect its integrity. Among these defects, the reduction of wall thickness caused by corrosion is a major damage mechanisms that most affect the integrity of on shore and subsea pipelines. In this work, it will be presented a case study for pressure-containing sleeves repair in on shore pipelines with intensity severe external corrosion. The main objective is to better study the process of welding in-service, as well as demonstrate the importance of this technique for maintenance and repair of pipelines.

Keywords: pipelines, welding in-service, pressure-containing sleeves.

Sumário

Introdução	1
Estudo da Arte: Integridade de Dutos	3
Considerações Gerais	4
Reparo Estrutural de Dutos pelo Método de Dupla Calha (DC)	6
Formação de Trincas a Frio Induzidas pelo Hidrogênio	7
Penetração do Arco Elétrico Através da Parede do Tubo	14
Experiência Internacional com Soldagem em Operação	19
Estudo de Caso: Reparo Estrutural de Oleoduto por DC	22
Análise da Falha no Revestimento 3LPP	
Cálculo da Pressão de Trabalho Admissível do Oleoduto	40
Soldagem Operacional de Dupla Calhas em Oleoduto	45
Avaliação da Integridade da Parede do Duto	
Determinação da Composição Química do Material	47
Avaliação do Risco de Perfuração por Simulação Térmica	51
Instalação das Dupla Calhas	55
Conclusão	67
Referências	69
Anexos	71
Anexo 1 – Relatório de Inspeção por Ultrassom	
Anexo 2 – Relatório de Réplica Metalográfica	
Anexo 3 – Relatório de Análise Química	
Anexo 4 – Especificação de Procedimento de Soldagem	90
Anexo 5 – Ata de Reunião da Norma PETROBRAS N-2163	
Anexo 6 – Inspeção Final – END's	100

Lista de Figuras

- Figura 01 Geometria da região corroída e parâmetros dimensionais do defeito;
- Figura 02 Difusão do hidrogênio do metal de solda para a ZTA;
- Figura 03 Fotomicrografia de uma superfície fraturada com vazio de trinca;
- Figura 04 Fotomicrografia de junta de ângulo com presença de TIH;
- Figura 05 Deposição de metal de solda em superfície externa de tubo;
- Figura 06 Seções transversais de solda ilustrando o efeito do aporte térmico;
- Figura 07 Ilustração resumindo os dois problemas para soldagem em operação;
- Figura 08 Detalhe do certificado de inspeção do fabricante dos tubos;
- Figura 09 Retirada de PIG MFL do scraper recebedor após pigagem de duto;
- Figura 10 Relatório (DIG Sheet) de inspeção por pig instrumentado;
- Figura 11 Diagrama da Árvore de Falhas para Oleoduto Ø14 pol API 5L;
- Figura 12 Surgimentos de trincas no revestimento anticorrosivo no duto;
- Figura 13 Presença de empolamentos no revestimento do duto;
- Figura 14 Presença de empolamentos em outro trecho do revestimento;
- Figura 15 Mais um trecho do duto com presença de empolamentos;
- Figura 16 Trecho do duto onde houve descolamento do revestimento;
- Figura 17 Vala aberta para correlação de campo e avaliação do oleoduto;
- Figura 18 Remoção do revestimento anticorrosivo em região de empolamentos;
- Figura 19 Remoção de revestimento em trecho de formação de empolamentos;
- Figura 20 Superfície interna do revestimento de 3LPP removido do oleoduto;
- Figura 21 Superfície de Oleoduto Ø14 pol, após remoção do revestimento;
- Figura 22 Detalhe dos alvéolos de corrosão na superfície do duto;
- Figura 23 Manta termocontrátil de polietileno utilizada na junta de campo;
- Figura 24 Junta de campo após remoção da manta termocontrátil;
- Figura 25 Junta soldada do oleoduto após remoção da junta de campo;
- Figura 26 Medição de profundidade do maior alvéolo de corrosão;
- Figura 27 Medição de espessura por ultrassom de região adjacente;
- Figura 28 Junta soldada próxima ao dano mais crítico no oleoduto;

- Figura 29 Detalhe da região que contém o defeito de maior criticidade;
- Figura 30 Braçadeira mecânica parafusada instalada no oleoduto;
- Figura 31 Detalhe do dano mais crítico localizado no oleoduto;
- Figura 32 Região onde foi realizada a varredura por ultrassom;
- Figura 33 Inspeção do duto por ultrassom convencional;
- Figura 34 Ensaio de réplica metalográfica em campo;
- Figura 35 Resultado para o ensaio de réplica metalográfica;
- Figura 36 Detalhe de microestrutura do material do duto;
- Figura 37 Remoção de amostra para determinação do CE;
- Figura 38 Ensaio de espectrometria de campo para determinação do CE;
- Figura 39 Tela do software Thermal Analysis Model for Hot-Tap Welding;
- Figura 40 Resultados obtidos para simulação térmica;
- Figura 41 Resultado gráfico do software de simulação térmica;
- Figura 42 Calha fabricada a partir de um duto \emptyset 16 pol, t = 9,5 mm, em API 5L;
- Figura 43 Preparação de dupla calhas pela equipe de campo;
- Figura 44 Preparação de dupla calhas pela equipe de campo;
- Figura 45 Acoplamento de dupla calha no duto;
- Figura 46 Detalhe da fixação das calhas;
- Figura 47 Preenchimento dos alvéolos de corrosão mais severos com epóxi;
- Figura 48 Soldagem com processo TIG do GTAW do passe de raiz;
- Figura 49 Juntas longitudinais soldadas simultaneamente;
- Figura 50 Soldagem de junta circunferencial intermediária;
- Figura 51 Execução dos passes de enchimento e acabamento;
- Figura 52 Detalhe do acoplamento de calhas adjacentes;
- Figura 53 Juntas longitudinais e circunferencial intermediária após reforço;
- Figura 54 Vista do oleoduto já com diversas dupla calhas segmentadas;
- Figura 55 Aquecimento da região adjacente a solda de fechamento;
- Figura 56 Medição da temperatura na superfície aquecida;
- Figura 57 Soldagem de fechamento concluída por processo SMWA;
- Figura 58 Inspeção final por ensaio de PM (partículas magnéticas);
- Figura 59 Inspeção final por ensaio de US (ultrassom) convencional;
- Figura 60 Oleoduto Ø14 pol, após aplicação de tinta epóxi;
- Figura 61 Ensaio de Holiday Detector após aplicação de tinta epóxi.

Lista de Tabelas

Tabela 01 – Resultados Obtidos para Determinação do Carbono Equivalente; Tabela 02 – Dados de Input Utilizados para Simulação Térmica no Software Thermal Analysis Model for Hot Tap Welding da PRCI.

There is not a square inch in the whole domain in our human existence over which Christ, who is sovereign over wall, does not cry: Mine!

Não há um único centímetro quadrado, em todos os domínios de nossa existência, sobre os quais Cristo, que é soberano sobre tudo, não clame: É meu!

Abraham Kuyper (1837~1920) Teólogo Reformado Holandês

Introdução

1

Segundo a ANP, em seu Regulamento Técnico Nº 2/2011, item 4.2.1, dutos terrestres podem ser definidos como uma instalação constituída por uma sequência de tubos ligados entre si, incluindo os seus componentes (lançadores, recebedores, válvulas, flanges, conexões, juntas, estojos, entre outros) e os seus complementos (suportes, sistema de proteção catódica, junta de isolamento elétrico, provadores de corrosão, instrumentação, entre outros). Esta instalação, por sua vez, se destina ao transporte ou transferência de fluidos entre as fronteiras de unidades operacionais geograficamente distintas.

De fato, dutos são um meio de transporte de hidrocarbonetos seguro e confiável. No entanto, durante sua vida útil eles estão sujeitos a adquirir defeitos que podem afetar a sua integridade. Dentre estes defeitos, a redução de espessura de parede causada pela corrosão é um dos que mais afetam a integridade de dutos, tanto terrestres quanto submarinos.

No presente trabalho será considerado um caso real de reparo em um oleoduto terrestre que sofreu processo de corrosão externa de intensidade severa, devido a falha no seu revestimento anticorrosivo. Como será detalhado adiante, a técnica de manutenção empregada para reabilitação do duto foi por meio da instalação de dupla calhas segmentadas, visando a recomposição da resistência mecânica perdida nos tubos que apresentaram defeito – isto é, nos tubos que tiveram perda de material devido ao processo de corrosão eletrolítica.

A principal vantagem desta técnica se deve ao fato das calhas serem instaladas mediante soldagem com o duto em operação, eliminando-se assim, a necessidade de parada do mesmo para realização do reparo, ou seja, sem ou com um impacto operacional bastante reduzido.

Entretanto, a soldagem operacional, apesar de ser uma prática já conhecida e bastante empregada, requer alguns cuidados adicionais, quando comparada a soldagem convencional. Por exemplo, o risco do surgimento de trincas a frio com o duto pressurizado ou o risco de perfuração da parede do duto devido ao emprego de um aporte térmico excessivo.

Por isso, este trabalho será iniciado com um breve resumo sobre a técnica de soldagem em operação (ou soldagem em carga), como alternativa para a manutenção da integridade de dutos. Na sequência, será apresentado o estudo de caso do oleoduto que sofreu dano por corrosão. Conforme se poderá perceber, o estudo de caso será dividido em três tópicos: a análise da falha do revestimento anticorrosivo, o cálculo da pressão de trabalho admissível pelo ASME B31G para o trecho com defeito e, finalmente, a descrição do reparo realizado mediante a instalação de dupla calhas.

Desta forma, espera-se ratificar a eficiência desta técnica de reparo através do seu emprego numa situação real, contribuindo para promoção da mesma como uma importante atividade na manutenção de dutos

Estudo da Arte: Integridade de Dutos

2

Segundo Freire (2009, p. 15.1), a falha estrutural de um duto ocorre no instante em que se tem início o vazamento de líquido ou gás, em função da presença de uma descontinuidade na parede de contenção do mesmo. Essa descontinuidade pode ser devido a um rasgo, fissura ou trinca.

A integridade de um duto pode ser avaliada de forma quantitativa para suas condições de novo ou em serviço, sendo que, neste último caso, a avaliação ocorre após a constatação de algum dano no duto. Ainda segundo Freire (2009, p. 15.3), entende-se por dano como sendo uma transformação na microestrutura do material ou na geometria de um duto, gerada em decorrência de suas condições de trabalho. Já o defeito seria o dano limite ou crítico para as condições desejadas de operação da estrutura, ou seja, quando o estado de dano acumulado põe em risco a funcionalidade da estrutura.

De acordo com Benjamin (2014, p. 1), dentre os diversos defeitos que podem afetar a integridade de um duto ao longo de sua vida útil, a redução de espessura de parede causada por processo corrosivo, é um dos mais decorrentes nas atividades de reabilitação de dutos – tanto terrestres quanto marítimos.

Ainda segundo o mesmo autor, a avaliação da resistência de dutos, com defeitos causados por corrosão, tem importância cada vez mais crescente. E isto se deve porque:

Por motivos econômico-financeiros e ecológicos, as operadoras destas linhas precisam evitar que os dutos corroídos sofram rupturas, que impliquem em vazamentos de produto, interrupções forçadas de operação e danos ao meio ambiente. A prevenção de acidentes, representa uma economia considerável de recursos pois envolve também a preservação da integridade de pessoas (funcionários da operadora e terceiros), a preservação da imagem da operadora e a prevenção de danos materiais (patrimônio da operadora e de terceiros). (BENJAMIN, 2014, p. 1).

Freire (2009, p. 15.17) acrescenta que, dutos com defeitos de corrosão, erosão ou perda metálica, podem ser analisados pelos procedimentos já normalizados ou bem testados. Sendo que, no caso de um dano proveniente de um processo corrosivo ou erosivo, tem-se a perda de material na parede do tubo externa ou internamente. A morfologia deste dano tanto poderá ser uniforme, localizado ou pitiforme. A caracterização do dano de corrosão é feita pela geometria do defeito.

No presente trabalho, serão considerados dutos com defeito (operando com uma pressão interna superior a pressão externa), cujo mecanismo de dano se deu mediante processo de corrosão.

2.1.

Considerações Gerais

De acordo com a PETROBRAS N-2786 – Rev. A, item 5.1.2, a avaliação de dutos corroídos deve ser realizada com base nos resultados obtidos pela inspeção do duto com o auxílio de ferramentas de medição de espessura, tais como: o ultrassom manual ou automático e diversos tipos de " $pigs^1$ " instrumentados ultrassônicos e magnéticos.

Por sua vez, a PETROBRAS N-2098 – Rev. F, item 4.3 e Tabela 1, define qual a frequência para inspeção com pigs em dutos e o tipo de pig instrumentado a ser utilizado, em função da anomalia que se espera encontrar.

Áreas corroídas, em geral, apresentam contornos e topografias irregulares, porém, no desenvolvimento de métodos empíricos e analíticos, para se a avaliar a integridade de estruturas que apresentem defeitos, faz-se o uso de "defeitos idealizados".

Segundo a PETROBRAS N-2786 – Rev. A, item 5.1.6, para a idealização de defeitos, a região corroída deve ter sua geometria descrita por pelo menos três parâmetros: a profundidade máxima d, o comprimento L (dimensão longitudinal

¹ PIG (ou pig), do inglês, *Pipeline Inspection Gauge*. Trata-se de um dispositivo que é inserido em um duto e que é capaz de se deslocar no interior deste de forma autônoma, sendo impulsionados pelo próprio fluido. A complexidade deste dispositivo varia de acordo com a função que irá exercer – podem ser utilizados para limpeza de dutos (*pigs* de espuma) ou para inspeção (*pigs* instrumentados). O presente trabalho, faz referência, apenas, aos pigs instrumentados.

do defeito) e a largura w (dimensão circunferencial do defeito). Na Figura 01, temos um exemplo com a geometria de um defeito de corrosão, onde podemos observar os parâmetros L (dimensão longitudinal do defeito) e d (profundidade máxima).



Figura 01 – Geometria da região corroída e parâmetros dimensionais utilizados na análise do defeito. Fonte: Adaptado da norma ASME B31G – 2012, Figura 2.1-1.

Quando o defeito apresente o comprimento L maior ou igual à largura w, dizse que o mesmo é longitudinal. Entretanto, por causa das características do processo corrosivo, o comprimento L e a largura w são em geral maiores que a profundidade d.

Segundo Benjamin (2014, p. 20), métodos desenvolvidos para avaliação de defeitos longitudinais em dutos submetidos a carregamento de pressão foram desenvolvidos supondo que a influência da largura w do defeito pode ser desprezada. Esta hipótese deixará de ser coerente, apenas, para defeitos profundos nos quais a largura w é maior que o comprimento L.

O método ASME B31G ainda hoje é muito utilizado, em todo o mundo, para avaliação de dutos corroídos submetidos a carregamento de pressão. Este método é bastante simples de utilizar, pois requer apenas do comprimento do defeito L e da sua profundidade máxima d para representar a área longitudinal de material perdido.

A norma ASME B31G – 2012, item 2.2, estabelece como metodologias admissíveis para avaliação de integridade, para o nível 1, os seguintes métodos: *B31G original*, *B31G modificado* e *API 579 nível 1*.

Mais a diante, será apresentado um estudo de caso para o reparo estrutural de um defeito real por corrosão externa na parede de um duto terrestre. Nesta ocasião, será realizado uma avaliação de integridade, pelos métodos *B31G original* e *B31G modificado*, para o cálculo da pressão de falha do duto.

2.2.

Reparo Estrutural de Dutos pelo Método de Dupla Calha (DC)

A operação de soldagem sobre uma tubulação em operação, seja com o objetivo de instalar uma conexão para posterior atividade de trepanação (furo), seja para a instalação de luvas metálicas bipartidas (dupla calha), para reforçar áreas com corrosão, trincas ou danos mecânicos, é uma ocorrência comum na área industrial. É evidente que existem incentivos econômicos e ambientais significativos para se justificar uma soldagem numa tubulação ou em um duto em operação. Dentre as motivações de ordem econômica, por exemplo, podem ser citados a possibilidade de se manter a operação (e consequentemente o suprimento do produto escoado durante a soldagem), evitar um vazamento eminente do produto e, ainda, evitar a necessidade de se disponibilizar para o meio ambiente partes do produto (ainda presente na tubulação) ou de água oleosa (como resultado do procedimento de limpeza anterior ao corte do duto para execução do seu reparo).

Segundo Paes (2000, p. 3), três situações devem ser consideradas durante a soldagem em operação do produto: (i) o risco de trincas induzidas pelo o hidrogênio absorvido durante o processo de soldagem, (ii) o risco do arco de solda penetrar através da espessura da tubulação e, por último, (iii) o risco de decomposição instável do produto pela temperatura e pressão alcançada na parte interna do duto ou tubulação.

No presente tópico, será considerado apenas os dois primeiros riscos, uma vez que, avaliar o risco de decomposição instável de produtos (tais como eteno, acetileno, benzeno, entre outros), fugiria ao escopo deste trabalho.

2.2.1. Formação de Trincas a Frio Induzidas pelo Hidrogênio²

De acordo com Paes (2000, p. 3), com relação a trincas induzidas pelo hidrogênio (TIH), também conhecidas como trincas a frio, estas são as descontinuidades mais significativas no que diz respeito a integridade da tubulação. A ocorrência deste tipo de trinca depende de determinadas condições específicas e se dá, normalmente, na zona termicamente afetada (ZTA).

As condições ou fatores necessários, segundo Modenesi *et al* (2006, p. 6.8), que devem ocorrer de forma simultânea para que se formem trincas TIH, são três, a saber: (i) presença de hidrogênio na região da solda, (ii) formação de microestrutura de elevada dureza, capaz de ser fortemente fragilizada pelo hidrogênio, e (iii) solicitação de tensões residuais e externas. Para minimizar a chance de fissuração, deve-se atuar nos três fatores mencionados acima, como por exemplo, através da seleção de um material menos sensível, da redução no nível de tensões, da seleção do processo de soldagem e do controle da velocidade de resfriamento.

Por sua vez, Paes (2000, p. 2-3), destaca a relevância da temperatura, preferindo relacionar como quatro os fatores necessários para a formação da TIH – o que pareceu mais didático para o entendimento do mecanismo de dano. Segundo ele, para que se ocorra o surgimento de trincas induzidas por hidrogênio, é necessário que estejam presentes, simultaneamente, as seguintes condições: (i) presença de hidrogênio na solda oriundo da umidade existente no eletrodo, da umidade e temperatura da atmosfera em contato com o arco e/ou da presença de contaminantes na superfície a ser soldada (hidrocarbonetos, graxa, óleos, ferrugem, entre outros); (ii) microestrutura suscetível a gerar trincas induzidas pelo hidrogênio, principalmente, na ZTA em função do substrato apresentar elevado carbono equivalente (CE) em sua metalurgia; (iii) tensões trativas decorrentes de tensões residuais que surgem como resultados de restrições e deformações imposta pela contração da solda durante seu resfriamento; e (iv) temperatura, já que as

² A expressão *trincas induzidas por hidrogênio* (TIH), também conhecida como trincas a frio, é uma tradução do inglês: *hydrogen induced cracking* (HIC).

trincas a frio, de uma forma geral, costumam ocorrer em temperaturas inferiores a 150° C, sendo praticamente inexistente quando a temperatura do metal for superior a 250° C.

Durante o processo de soldagem, segundo Modenesi *et al* (2006, p. 6.8-6.9), hidrogênio proveniente de moléculas de material orgânico e umidade são dissociados no arco, sendo absorvidos pela poça de fusão, onde permanece em solução na solda após a solidificação. Esse hidrogênio difunde-se rapidamente no aço, incialmente na zona fundida (ZF) e, em seguida, na zona termicamente afetada (ZTA), regiões onde a metalurgia é austenizada – ou seja, onde o hidrogênio encontra maior solubilidade. Com o resfriamento da solda, como o substrato costuma ser mais temperável do que o metal de solda, tem-se uma forte fragilização da ZTA devido à presença de hidrogênio, surgem, portanto, tensões de tração residuais (além daquelas provenientes de carregamento externo), que podem provocar fissuras nesta região. Ainda de acordo com este autor, a fragilização pelo hidrogênio é particularmente intensa à temperatura ambiente – na Figura 02 pode-se observar o processo de difusão do hidrogênio do metal de solda na ZTA.

Möser e Schmidt (1984, p. 2), explicam a fragilização da ZTA em função da presença do hidrogênio. Segundo ele, hidrogênio atômico que não conseguiu deixar a solda durante o processo de solidificação, difunde-se até encontrar vazios, tais como inclusões, trincas a quente ou poros, onde irá ser "estocado". Nestes vazios, os átomos de hidrogênio (H⁺) se recombinam, formando hidrogênio molecular (H₂). Na forma molecular, o hidrogênio tem um aumento de volume e não é mais capaz de se difundir através do material. Como consequência, tem-se um aumento da pressão do gás aprisionado nestes vazios que, com o surgimento de esforços internos. Quando estes esforços são capazes de produzirem deformações plásticas, novas cavidades são criadas, outras "estocagens de hidrogênio atômico" no material surgem, novamente, átomos de hidrogênio se recombinam em hidrogênio molecular e o processo se repete. Como consequência, ocorrerá a separação de planos cristalinos, resultando no surgimento de trincas na estrutura – na Figura 03 tem-se uma fotomicrografia de uma superfície fraturada, onde se pode observar o início de uma trinca num vazio em função da estocagem de hidrogênio.

Para se ter uma ideia da magnitude da pressão possível nestes casos, Telles (2003, p. 243), menciona que o gás retido pode chegar à uma pressão de 105 kgf/cm².



Figura 02 – Difusão do hidrogênio do metal de solda para a zona termicamente afetada (ZTA) durante a soldagem quando o metal de solda é menos temperável que o substrato.

Fonte: Adaptado de Paes, 2000, Anexo II, Fig. 1.



Figura 03 – Fotomicrografia de uma superfície fraturada onde se observar em um vazio o surgimento de uma trinca devido à estocagem de hidrogênio no seu interior. Fonte: Möser e Schmidt, 1984, página 4, Fig. 4.

Já na fotomicrografia representada na Figura 04, observa-se a presença de uma trinca induzida pelo hidrogênio na zona termicamente afetada de uma junta soldada, à margem do cordão de solda.



Figura 04 – Fotomicrografia de junta de ângulo onde se pode identificar a presença de trincas induzidas por hidrogênio na ZTA, na margem do cordão (B). Fonte: TWI – The Welding Institute. Disponível em: http://www.twi-global.com/technical-knowledge/published-papers/welding-of-hydrogen-charged-steel-for-modification-or-repair/>. Acesso em: 17/06/2016.

Como a TIH se forma apenas quando as condições já mencionadas se encontram presentes simultaneamente, a remoção ou prevenção de qualquer uma delas pode ser utilizada como uma forma de controle das trincas a frio. Obviamente, no caso de se remover mais de uma das condições mencionadas acima, a mitigação do risco para ocorrência de TIH, durante uma soldagem em operação, passará a contar com uma margem de segurança adicional.

2.2.1.1. Controle do Hidrogênio

Conforme já mencionado e de acordo com Paes (2000, p. 5-6), uma forma de se evitar a formação de trincas a frio ocorre quando se restringe, significativamente, a quantidade de hidrogênio introduzido na solda. Isto é obtido através de um

controle rígido no preparo dos consumíveis de baixo hidrogênio e com uma limpeza cuidadosa da superfície que será soldada. Outra alternativa, seria "permitir" que o mesmo escape por difusão, prolongando-se o ciclo térmico de soldagem, ou seja, reduzindo-se a taxa de resfriamento (por exemplo, mediante o uso de preaquecimento antes da solda), de forma que a concentração de hidrogênio terá se reduzido a níveis aceitáveis no momento em que a temperatura da junta alcançar valores inferiores à 150° C.

Ainda segundo Paes, eletrodos de baixo hidrogênio devem ser armazenados em estufas portáteis sob temperatura apropriada e usados a partir de recipientes recém-abertos e isolados da atmosfera. Eletrodos de baixo hidrogênio em pequenas embalagens a vácuo, ou seja, que não necessitam de serem secos, caso utilizados logo após a abertura da embalagem, já se encontram disponíveis no mercado. Se necessário, o teor de umidade dos eletrodos de baixo hidrogênio, após exposição a atmosfera, pode ser reduzido fazendo-se a secagem dos mesmos de acordo com as recomendações do fabricante, usualmente em temperaturas entre 260 e 450 °C e armazenando-os a temperaturas acima de 95°C.

Já a remoção da umidade de eletrodos tipo celulósicos é ineficiente, pois este tipo de eletrodo requer uma atmosfera redutora no arco (como a gerada pelo hidrogênio), de modo a produzir grande penetração, pela qual ele se caracteriza. Uma vez que, o risco de ocorrência de TIH é muito maior quando se utiliza eletrodos celulósicos, ao invés de eletrodos de baixo hidrogênio, o emprego de eletrodos celulósicos não é recomendado para a soldagem de tubulações em operação

2.2.1.2. Controle da Microestrutura

O risco de TIH na ZTA, segundo Paes (2000, p. 7), também pode ser reduzido através do controle da microestrutura, pois o aumento da dureza contribui com a formação de trincas a frio e a dureza, por sua vez, depende da composição química, da taxa de resfriamento e do tratamento térmico. O valor da dureza, normalmente, aceito como limite máximo para se evitar a TIH em soldas de aço carbono ou de baixa liga é de 350 Vickers. Modenesi *et al* (2006, p. 6.9) ressalta que no caso de microestrutura de elevada dureza, a martensita costuma ser a fase mais sensível à fissuração por hidrogênio. O uso de fórmulas de carbono-equivalente, que representam o efeito dos diversos elementos de liga na temperabilidade em termos de seu teor equivalente de carbono, servem para avaliar a sensibilidade do metal base à trinca a frio. Um critério simples, baseado nesta fórmula, considera que, se CE < 0,4, o aço é insensível à fissuração. Já quando o CE > 0,6, o material é fortemente sensível, exigindo técnicas especiais de soldagem, por exemplo, o uso de processos de baixo nível de hidrogênio e de pré-aquecimento.

Existem diversas fórmulas para o determinar carbono equivalente de um aço. Uma fórmula simplificada, desenvolvida pelo IIW (*International Institute of Welding*), que se tornou uma medida comumente aceita para soldabilidade dos aços e que está relacionada no ASME IX – 2010, item QW-403.26, encontra-se na Equação 01, a seguir:

$$CE_{IIW} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Ni + Cu}{15}$$
(01)

De acordo com a PETROBRAS N-2163 – Rev. F, item 5.2, a Equação 01 se aplica para aços com carbono maior que 0,12%. Para aços com teor de carbono menor ou igual a 0,12%, deve-se utilizar a seguinte equação:

$$CE_{pcm} = C + \frac{Si}{30} + \frac{Mn}{20} + \frac{Cu}{20} + \frac{Ni}{60} + \frac{Cr}{20} + \frac{Mo}{15} + \frac{V}{10} + 5B$$
(02)

Ainda segundo a PETROBRAS N-2163 – Rev. F, a composição química deve ser obtida para o local onde a soldagem será executada (tubulação, duto, conexão, equipamento) e pode ser realizada por meio de análise química via úmida ou instrumento de espectrometria de emissão ótica – no caso de não se dispor de certificado de material ou quando houverem dúvidas quanto à informação disponível.

Paes (2000, p.7-8), acrescenta que para análise química via úmida, material é removido diretamente da parede do tubo (mediante o emprego de fresa portátil), para posterior análise em laboratório. Já no caso de espectrometria, a análise química do tubo é realizada em campo, utilizando-se equipamento portátil de espectrometria ótica. Não se deve esquecer, ainda que, também é necessário conhecer a composição química das luvas (dupla calha), que serão instaladas num reparo que demande soldagem em operação.

Por sua vez, a taxa de resfriamento influencia a dureza do material. E de acordo com Paes (2000, p. 8), a dureza da ZTA em aços de tubos soldados com fluxo interno será tanto maior quanto maior for a taxa de resfriamento imposta na faixa de temperatura onde ocorre a transformação de martensita e bainita inferior. Como a taxa de resfriamento das soldas executadas em tubulações em operação é função dos parâmetros de soldagem e das condições operacionais da tubulação, ocorre que o aporte térmico pode ser aumentado pelo aumento da corrente de soldagem ou pela redução da velocidade de soldagem – o que em geral determina uma redução na velocidade de resfriamento.

Ainda segundo o autor, o preaquecimento é usado em soldagens convencionais para redução da velocidade de resfriamento, apesar de ter uma eficiência inferior em relação ao aumento do aporte térmico no que concerne a formação de fases menos frágeis. Por outro lado, este mesmo preaquecimento para tubulações em operação, utilizando técnicas convencionais de aquecimento, é pouco aplicável devido a capacidade do fluxo interno em remover calor da parede interna, principalmente em tubulações de baixa espessura, e na presença de grandes vazões de produto.

É importante lembrar que, durante a qualificação de procedimentos de soldagem, serão definidos quais os parâmetros de soldagem (tais como: energia, velocidade e consumível de soldagem) devem ser empregados para a soldagem em operação. Isto porque, conforme já mencionado, estes parâmetros, juntamente com os parâmetros operacionais (tais como: fluido, vazão, pressão e espessura da parede), afetarão a taxa de resfriamento na região da solda, consequentemente, a dureza final e o risco de trinca a frio.

Entretanto, embora a qualificação de procedimento ateste que a taxa de resfriamento empregada não causará trinca a frio, programas de modelação numérica, como o *Thermal Analysis Model for Hot-Tap Welding* da *Pipeline Research Council International* – PRCI, permitem uma estimativa da dureza final da solda. Esta informação é útil para uma avaliação preliminar do risco de TIH, antes de se realizar a soldagem em operação.

2.2.1.3. Controle das Tensões Atuantes na Solda

Com relação as tensões de trações necessárias para a formação de TIH, sabese que estas podem ser, tanto de natureza externa (ou seja, oriundas de cargas externas), quanto de natureza interna (ou seja, a partir de tensões residuais). No caso das tensões externas, estas costumam ser mais previsíveis. Diferentemente das tensões internas ou residuais.

Conforme Paes (2000, p. 13), as tensões residuais resultam da restrição imposta a estrutura soldada e da contração térmica durante o resfriamento da solda. Estas tensões, por sua vez, acabam se somando aos efeitos de tração imposto pela pressão interna do fluido. A restrição da solda é de difícil controle, embora algum controle pode ser feito no projeto da conexão a ser soldada. Por exemplo, um bom ajuste da luva reduzindo ao máximo o "*gap*" existente entre o par luva-tubo e entre luvas (longitudinal e circunferencial no caso de trechos curvos), como também evitar um desalinhamento entre as duas selas da luva, são procedimentos que minimizarão a restrição introduzida pela solda. O resultado final será uma redução das tensões residuais.

2.2.2.

Penetração do Arco Elétrico Através da Parede do Tubo

O uso de aportes térmicos mais elevados contribui para prolongar o ciclo térmico de soldagem, reduzindo a velocidade de resfriamento e, portanto, diminuindo o risco de trinca a frio na soldagem operacional. Entretanto, elevados aportes térmicos podem gerar defeitos tipo mordedura ou ainda elevar o risco de perfuração da parede de tubos de pequena espessura, além de poder gerar um aumento do tamanho de grão, principalmente, na região de grãos grosseiros da ZTA.

Com relação ao risco de perfuração do tubo, de acordo com Paes (2000, p. 21-22), este fenômeno poderá ocorrer caso a área não fundida, que se encontra adjacente a poça de fusão, não tenha resistência suficiente para conter a tensão

proveniente da pressão interna da tubulação. Este fenômeno é governado basicamente por três fatores: espessura local (juntamente com o tipo de material da parede da tubulação), penetração da solda e condições operacionais da tubulação. O risco de perfuração diminui à medida em que se reduz a penetração da solda e se aumenta a espessura da parede da tubulação.

Ainda segundo o autor, a perfuração da tubulação terá como consequência direta o vazamento do produto. Além do perigo físico do vazamento em si, o produto pode ainda ser tóxico ou inflamável. A perfuração de uma tubulação durante a soldagem normalmente não leva a rupturas catastróficas, porém uma parada total do sistema de escoamento se torna necessário.

Na Figura 05 tem-se a imagem de um duto perfurado para uma simulação de soldagem em operação. Por sua vez, as Figuras 06 e 07 ilustram a influência do efeito do aporte térmico na superfície interna da parede de um tubo.



Figura 05 – Deposição de metal de solda em superfície externa de tubo com baixa espessura, simulando o risco de perfuração de tubulações e dutos mediante aporte térmico elevados.

Fonte: Fotos do EWI - Edison Welding Institute. Endereço: <www.ewi.org>.

O próprio Paes (2000, p. 21), faz menção a estudos (como por exemplo, do Instituto Battelle), que relacionaram a perfuração da parede com sua temperatura na face interna do tubo. Estes estudos estabelecem que que o risco de perfuração é eminente quando a temperatura na superfície interna da tubulação soldada (a partir de testes com soldas de conexão ou dupla-calha) alcança valores superiores a 1260°C (2300°F). Assim, foram arbitrados valores menores como margem de segurança: o valor de 980°C para eletrodos de baixo hidrogênio e 760°C para eletrodos celulósicos.



Figura 06 (Parte 1) – Fotomicrografia com seções transversais de solda em tubo ilustrando o efeito do aumento de aporte térmico sobre a superfície interna da parede de um tubo – espessura da parede: 3 mm; vazão: 0,6 mm scfd/sq.in; fluido: gás metano.

Na micrografia em (a) não se percebe alterações na parede interna do tubo. Já nas micrografias em (b) e (c), observa-se o surgimento de "bulging" (abaulamento) na região não fundida adjacente a solda, em função do aporte térmico utilizado. Fonte: Fotos do EWI – Edison Welding Institute. Endereço: <www.ewi.org>.



Figura 06 (Parte 2) – Fotomicrografia com seções transversais de solda em tubo ilustrando o efeito do aumento de aporte térmico sobre a superfície interna da parede de um tubo – espessura da parede: 3 mm; vazão: 0,6 mm scfd/sq.in; fluido: gás metano.

Novamente, na micrografia em (b) observa-se o surgimento de "bulging" (abaulamento) na região não fundida adjacente a solda, em função do aporte térmico utilizado. Já as fotomicrografias ilustradas em (d) e (e), mostram o surgimento de trinca na região do bulging.

Fonte: Fotos do EWI - Edison Welding Institute. Endereço: <www.ewi.org>.

Paes adverte, ainda que, existem uma concepção errada, porém bastante difundida nas práticas operacionais. Esta concepção é a de que é sempre necessário

17

haver algum tipo de fluxo no interior da tubulação ou do duto, de forma a se evitar a perfuração da parede durante a soldagem em carga. Apesar de a manutenção de algum fluxo ter como efeito uma redução da temperatura interna, pode ser demonstrado que a temperatura interna é normalmente inferior a 980°C, sob condições normais de soldagem – ou seja, com espessuras superiores a 6,35 mm, pela ação do resfriamento por condução de calor através da parede da tubulação e pala ação do próprio fluido interno.

Observando-se, por exemplo, a norma PETROBRAS N-2163 – Rev. F, item 6.2.1, Tabela 1, percebe-se uma relação entre espessura mínima do tubo e a presença ou não de fluxo no interior do mesmo. No caso de dutos ou tubulações com espessura de parede igual ou superior à 12,70 mm, o resfriamento causado pela existência de algum fluxo interno, é desnecessário para reduzir o risco de perfuração da parede do tubo, pois o aporte térmico na superfície externa do tubo não é capaz de elevar a temperatura interna aos 980°C, já mencionado, mesmo na ausência de fluxo. Por outro lado, para uma parede com espessura entre 6,35 e 12,70 mm, a existência de qualquer fluxo poderá eliminar este risco numa soldagem em operação.

Em termos práticos, o risco de perfuração está diretamente associado ao emprego de correntes elevadas durante a soldagem, ou ao uso de baixa velocidade de soldagem, ou em situações onde o tubo a ser soldado apresenta pequena espessura (abaixo de 4 mm), ou ainda, devido a presença de uma elevada pressão no interior da tubulação ou do duto – embora neste último caso, a probabilidade de se atingir uma pressão crítica para perfuração seja pouco provável.

Na Figura 07, a seguir, tem-se uma ilustração esquemática resumindo os dois principais problemas envolvidos numa soldagem em operação – risco de trinca a frio na ZTA induzida por hidrogênio e risco de perfuração devido à redução local da resistência do tubo. Conforme já apresentado, a redução ou mitigação destes riscos passa pelo controle do aporte térmico durante a soldagem (quando baixo de mais, pode promover a trinca a frio, já quando em excesso, pode levar a perfuração da parede), e o controle da taxa de resfriamento (pois taxas elevadas favorecem a presença de martensita e bainita inferior – estruturas suscetíveis a trinca à frio).



Figura 07 – Ilustração resumindo os dois principais problemas com a soldagem em operação: risco de trinca a frio na ZTA induzida por hidrogênio e risco de perfuração devido à redução local da resistência do tubo. A mitigação destes riscos passa pelo controle do aporte térmico e pelo controle das taxas de resfriamentos da solda.

Fonte: Adaptado de slide do curso Soldagem Operacional, ministrado pela Universidade Petrobras, em parceria com o Creduto (Transpetro), dezembro de 2015.

2.2.3.

Experiência Internacional com Soldagem em Operação

A análise de acidentes ocorridos com dutos na América do Norte³, relacionados a soldagem em operação e que a presença de trincas a frio induzidas pelo hidrogênio fora fator comum, levou a criação de um comitê pela National Energy Board (Canadá), para avaliar assuntos pertinentes a qualificação de procedimentos e soldadores, bem como, ao emprego de END's.

³ Na verdade, os acidentes responsáveis pela criação deste comitê foram: (a) Trinca a frio durante reparo em uma tubulação em Camrose (Canadá), no ano de 1985; e (b) Trinca a frio após a instalação de dupla calha numa tubulação de gasolina da Sun Oil em Pensylvania (EUA), em 1986.

Segundo a NATIONAL ENERGY BOARD (1990, p. 9), o comitê concordou que procedimentos devem ser qualificados e selecionados baseados na composição química do material, representado pelo CE, do aço da tubulação e não no grau da tubulação.

Já a API STANDARD 1104, 2013, Annex B, B.2.3, considera o carbono equivalente como varável essencial para soldagem em operação, ou seja, dado um procedimento de soldagem qualificado, o mesmo não deve ser utilizado caso o CE do material a ser reparado possua valor de CE superior aquele referente ao procedimento qualificado.

Como já colocado anteriormente e de acordo com Paes (2000, p. 15-17), é importante ratificar que para se evitar a formação de trincas a frio, pelo menos uma das quatro condições tem de ser evitadas ou severamente minimizadas (hidrogênio, microestrutura suscetível, tensões e temperatura). Uma quantidade significativa de tensões residuais atuando na solda estão sempre presentes, não podendo ser evitadas.

Ainda de acordo com o autor, tanto na América do Norte quanto na Europa, é comum se utilizar como primeiro passo para se evitar trincas a frio o emprego de eletrodos de baixo hidrogênio ou processos de baixo hidrogênio. Como segurança adicional para evitar a formação de TIH, procedimentos de soldagem são desenvolvidos para se minimizar a formação de microestruturas suscetíveis. Para tal, são comumente usadas as seguintes especificações ou uma combinação delas:

- Aporte térmico mínimo;
- Preaquecimento mínimo;
- Procedimento de passe de revenimento.

Finalmente, na América do Norte, os procedimentos que requerem controle do aporte térmico são mais comuns, enquanto que na Europa procedimentos com preaquecimento mínimo e/ou sequência de passes de revenimento são predominantes, devido a espessuras de parede mais elevadas pela menor pressão máxima de operação permitida. Embora a soldagem de tubulações em operação seja empregada tanto para instalação de luvas quanto para instalação de conexões, a mais predominante de todas (pelo número de soldas executadas) na América do

Norte, por exemplo, é a de instalação de luvas de reparo (dupla calhas) para reforço de áreas com corrosão externa e principalmente interna. Normalmente esses reparos se seguem após inspeções realizadas com pig eletromagnético, resultando num número apreciável de luvas a serem instaladas.

Estudo de Caso: Reparo Estrutural de Oleoduto por DC

3

Agora, será considerado um caso real de reparo estrutural em um duto terrestre de transferência de petróleo, de propriedade da Petróleo Brasileiro S.A., localizado no estado do Espírito Santo, onde fora identificado dano por corrosão externa com severa intensidade. Conforme será observado mais adiante, a técnica de reparo estrutural utilizada neste caso, foi a instalação de dupla calha com solda circunferencial – *pressure-containing sleeves*, para o restabelecimento da resistência mecânica do mesmo no trecho corroído foi identificado o dano.

O duto em questão interliga uma concessão de campos terrestres à um terminal aquaviário no norte do estado capixaba. Por ele é transferido óleo especificado aquecido, devido a elevada viscosidade do petróleo produzido na região. Para a construção deste oleoduto foram utilizados tubos Ø14 pol x 7,9 mm de espessura, em aço API 5L Grau X-60, sem costura, sendo sua extensão total de 14,8 km – ver cópia do certificado de inspeção dos tubos na Figura 08. O revestimento anticorrosivo é polipropileno extrudado em três camadas⁴ (3LPP).



Figura 08 – Detalhe do Certificado de Inspeção do Fabricante de Tubos. Pode-se observar as seguintes informações: [1] Dimensões: 344,60 mm x 7,90 mm; [2] Grau do aço: X-60; [3] Norma metalúrgica: API SPEC 5L e [4] Produto: tubos de aço sem costura. Fonte: Vallourec & Mannesmann Tubes, outubro de 2003.

⁴ 3LPP – *Three Layer Polypropylene*: Sistema de proteção externa anticorrosiva em tripla camada, bastante empregado em tubos metálicos para construção de dutos, consiste em uma camada epóxi de alta performance (*fusion bonded epoxy*), na qual uma camada adesiva copolímero é extrudada, seguida por uma camada de polipropileno extrudada até a espessura desejada ser alcançada. Neste caso, o polímero utilizado foi o polipropileno (PP).

Tem-se ainda os seguintes dados de projeto e de operação para o oleoduto em questão – pressão, vazão e temperatura:

Pressão de Projeto: 90 kgf/cm² Pressão de Operação: 9 ~ 42 kgf/cm² Vazão de Operação: 33 ~ 100 m³/h Temperatura de Operação: 90° C (máximo)

Conforme o plano de inspeção de dutos da Companhia, este oleoduto passa por inspeção com *pig* instrumentado a cada 5 (cinco) anos. Em setembro de 2015 este duto foi inspecionado com PIG MFL⁵. Na Figura 09 tem-se o registro fotográfico do momento em que a ferramenta é recebida no scraper (Recebedor de PIG) do terminal.

Na ocasião, a empresa responsável comunicou à Petrobras que houve indicação de diversos pontos de corrosão externa num trecho do duto a jusante do scraper de lançamento. Ainda segundo a executante pela inspeção, o pig instrumentado indicou perdas de espessura de até 85% (oitenta e cinco por cento). Na Figura 10 tem-se uma cópia da Ficha de Localização para o tubo que apresentou maior perda de espessura, retirado do Relatório de Detalhes da inspeção DIG Sheet ou ISAR (*Individually Sentenced Anomaly Report – Weld and Anomaly Location Sheet*) da Contratada.

Após abertura de vala para atividade de correlação do trecho onde a inspeção sinalizou a existência de corrosão, pode-se confirmar a presença do dano indicado pelo PIG MFL – perda de espessura devido a corrosão externa do oleoduto. A análise sugere ainda que a origem do dano (corrosão externa nos tubos), está relacionada a falha no revestimento anticorrosivo de polipropileno em tripla camada, devido a sua deterioração, em função da temperatura de operação do duto $(90^{\circ} C, no máximo)$.

⁵ PIG MFL são *pigs* instrumentados magnéticos que utilizam magnetismo como princípio físico de funcionamento. Um campo magnético é aplicado sobre a superfície de interesse, sensores colocados na parte central deste campo monitoram de forma contínua o fluxo magnético e detectam a fuga do magnetismo proveniente de descontinuidades volumétricas, especialmente devido à corrosão. Estes *pigs* normalmente se deslocam no interior dos dutos de forma autônoma e são capazes de armazenar os registros da operação em curso para análise e avaliação posteriores.



Figura 09 – Momento em que o PIG MFL é retirado do scraper recebedor após operação de passagem de PIG Instrumentado para inspeção da integridade do Oleoduto Ø14 pol. Fonte: Petróleo Brasileiro S.A., 2015.

3.1.

Análise da Falha no Revestimento 3LPP

Segundo a ABNT NBR 15221-2:2015, item 1, este tipo de revestimento é indicado para proteção anticorrosiva externa de tubulações de aço enterradas ou submersas em água doce ou salgada, operando em temperaturas compreendidas entre -20 e 110 °C. No entanto, existe histórico de falhas deste revestimento em dutos da Petrobras, mesmo operando dentro da faixa admissível de temperatura. Esse tipo de falha costuma estar associada a problemas durante o processo de extrusão e aplicação do revestimento e/ou ao emprego material de qualidade inferior no revestimento.

Também foi identificado falha semelhante no revestimento anticorrosivo das juntas de campo. Todavia, o nível de corrosão encontrado nos tubos na região das juntas de campo, geralmente, se mostrou mais severo do que onde ocorreram falhas no revestimento anticorrosivo em 3LPP. Isto porque nas juntas de campo a empresa



responsável pela construção e montagem do duto utilizou manta em filme externo de polietileno reticulado não extrudado (manta termocontrátil em PE).

Figura 10 – Relatório (DIG Sheet) da Empresa Contratada responsável da inspeção por PIG Instrumentado do oleoduto em questão. Observa-se uma indicação de perda de espessura externa de 85% (ver valor para "depth", no campo "Anomaly Information" do relatório). Fonte: ROSEN – Empowered by Technology, 2015.
Segundo a PETROBRAS N-2328 – Rev. C, item 5.1.1.3, o filme externo de polietileno reticulado não estruturado com tecido de fibra de vidro, pode ser utilizado em dutos que operam, no máximo, à 80° C – o que é incompatível com a temperatura máxima de projeto do duto.

Na Figura 11 tem-se a árvore de falha para análise da falha do revestimento anticorrosivo, responsável pelo dano no oleoduto:



Figura 11 – Diagrama da Árvore de Falha para perda de espessura no Oleoduto Ø14" – API 5L Gr X-60. Observa-se duas causas prováveis para a falha no revestimento anticorrosivo do duto. A baixa qualidade do revestimento de polipropileno em tripla camada utilizado na fabricação dos tubos e o emprego de material inadequado na construção do duto. Fonte: Elaborado pelo autor, 2016.

A análise do dano identificado no oleoduto (corrosão externa dos tubos), sugere que o mesmo está associado a falha do revestimento anticorrosivo, tanto na tripla camada quanto na junta de campo. Por sua vez, como será visto, a falha do revestimento se deu por degradação térmica do material e tem, portanto, relação direta com a temperatura de operação do oleoduto.

Conforme pode se observar nas Figuras 12, 13, 14 e 15, foram encontradas diversas trincas e/ou empolamentos ao longo do revestimento de polipropileno em tripla camada. Em alguns pontos do trecho escavado, pode-se identificar um descolamento total do revestimento anticorrosivo (Figura 16).

Observando-se a camada de polipropileno do revestimento, percebeu-se que o mesmo apresentava um aspecto frágil (quebradiço), sugerindo que o PP tenha sofrido algum processo de envelhecimento característico da sua exposição à temperatura de operação do oleoduto. Isto pode ocorrer para o polipropileno quando, durante o processo de aplicação do revestimento, os requisitos da ABNT NBR 15221-2:2015, Tabelas A.1, A.2, A.3, A.4 e A.5, não são plenamente atendidos. Por exemplo, o uso de aditivos no polipropileno em quantidade inferiores ao especificado, levam o mesmo a falhar para temperaturas inferiores ao seu limite de aplicação (110° C). O principal efeito deletério deste envelhecimento seria uma redução apreciável da flexibilidade do polipropileno, a sua fragilização e o surgimento de trincas na sua superfície.

Mais tarde se se constatou ainda que, o tipo de FBE empregado, específico de um determinado fornecedor no mercado, utilizava uma formulação química que já havia sido descontinuada, devido a uma série de problemas apresentado em outras aplicações.

Quanto ao processo de corrosão externa em dutos enterrados com um sistema de proteção catódica operando, sabe-se que isto é algo raro de ocorrer. Para o duto em questão, há um forte indicativo que as trincas do revestimento (Figura 12), permitiram a entrada de água, que se acumulou entre a parede metálica e o revestimento. O caráter isolante do polipropileno, por sua vez, impediu que a corrente de proteção catódica evitasse a corrosão destes pontos. Ao que parece, a geometria das trincas no momento do seu surgimento apresentava dimensões suficientes para permitir a entrada de água, mas não para permitir a entrada de corrente do sistema de proteção catódica. Efeito semelhante ocorre quando se promove a blindagem de um duto para se evitar a captação de correntes elétricas indesejáveis pelos tubos (DUTRA e NUNES, 2006, p 155-156).

Como o tipo de FBE empregado já tinha um histórico de falhas, provavelmente, a água deve ter chegado até a parede externa dos tubos. A consequência disto foi o início do processo de corrosão localizada sob as trincas do revestimento – que acabariam por evoluir, assumindo a morfologia de alvéolos de corrosão.



Figura 12 – Surgimento de trincas no revestimento anticorrosivo do duto. Estas trincas permitiram a entrada de água através do revestimento. A presença de água sob o revestimento e em contato com a parede do tubo, por sua vez, promove o processo de corrosão eletrolítica.

Fonte: Foto de autoria própria, dezembro de 2015.



Figura 13 – Presença de empolamentos no revestimento do duto. As trincas que permitiram a entrada de água sob o revestimento, nuclearam alvéolos de corrosão. O produto de corrosão gerado, preso sob o revestimento, sofre um aumento de volume, promovendo a formação de empolamentos conforme se pode observar. Fonte: Foto de autoria própria, dezembro de 2015.

Com o avanço do processo de corrosão, o produto de corrosão que vai se acumulando na região sob as trincas do polipropileno, dão origem a empolamentos,

que por sua vez, exercem uma pressão crescente sob o próprio revestimento anticorrosivo do duto (Figuras 13, 14 e 15). Esta pressão tende a promover a propagação destas trincas e a sua abertura.



Figura 14 – Presença de empolamentos em outro trecho do revestimento anticorrosivo de polipropileno em tripla camada. Uma concentração maior foi observada nos tubos que sofreram curvatura em campo. É provável que a curvatura de tubos durante construção do duto tenha introduzido micro trincas no revestimento, favorecendo a falha do mesmo. Fonte: Foto de autoria própria, dezembro de 2015.



Figura 15 – Mais um trecho do duto com presença de empolamentos no revestimento anticorrosivo. Observa-se que aumento de volume devido ao produto de corrosão externa causa a ruptura do revestimento em diversos pontos. Fonte: Foto de autoria própria, dezembro de 2015.

A distribuição destes empolamentos originados na superfície do revestimento não foi uniforme no trecho do duto avaliado. Conforme se pode observar na Figura 17, os tubos descobertos para correlação de campo se

encontravam num trecho curvo. Foi na região de maior curvamento dos tubos onde se constatou uma maior presença de alvéolos (Figura 14).

É possível ainda, para o caso da falha no revestimento, que a operação de curvamento dos tubos em campo tenham introduzido micro trincas no revestimento e que estas tenham evoluído com o duto em operação. Uma outra possibilidade, no caso do dano nos tubos, é que a presença de tensões internas maiores na parede, devido ao seu curvamento, tenha acelerado o processo de corrosão nesta região do duto devido à combinação de corrosão e tensão.

Conforme já mencionado anteriormente, foram localizados trechos em que ocorreu o completo descolamento do revestimento (Figura 16). Grandes extensões de trechos de revestimento descolados podem reduzir a eficiência do sistema de proteção catódica, já que o mesmo é considerado no cálculo da corrente requerida para proteção do duto. Em outras regiões, o revestimento encontrava-se com baixa aderência (Figuras 18 e 19).



Figura 16 – Trecho do duto onde houve descolamento do revestimento anticorrosivo por completo. Observa-se neste caso, que o descolamento ocorre entre a superfície do duto e a camada de FBE. Fonte: Foto de autoria própria, dezembro de 2015.

A análise da superfície do duto nestas regiões mostrou a presença de uma maior concentração de alvéolos. É possível que a corrosão alveolar contribuiu para o descolamento do revestimento, nos trechos onde ela foi mais intensa. Na Figura 20, tem-se o verso de uma amostra do revestimento 3LPP retirado do duto. Nele pode-se observar que a camada de FBE (na cor amarela) está totalmente aderida a camada de PP. Estes tubos foram adquiridos em 2003. Problemas de aderência da camada de epóxi à superfície dos tubos foram recorrentes para este tipo de FBE. Atualmente, os tubos com revestimento em FBE utilizam um outro de tipo de formulação química e tem sua coloração verde.



Figura 17 – Vala aberta para correlação de campo e avaliação do Oleoduto Ø 14 pol. A falha do revestimento ocorreu num trecho de curvatura do duto. Fonte: Foto de autoria própria, janeiro de 2016.

Conforme já mencionado, a falha do revestimento anticorrosivo ocorreu numa temperatura menor que o seu limite operacional (pois o revestimento foi especificado para suportar 110°C, mas veio a se deteriorar a 90°C). É essa falha no revestimento, a principal causa pelo surgimento do mecanismo de dano do oleoduto, ou seja, corrosão externa alveolar. Nas Figuras 21 e 22 podem ser observadas os alvéolos de corrosão que se nuclearam sob as trincas do revestimento, na superfície externa dos tubos.



Figura 18 – Remoção do revestimento anticorrosivo em regiões de empolamentos. Observe o produto de corrosão e a presença de corrosão alveolar na superfície externa do duto. É possível, ainda, identificar no interior dos alvéolos a indicação da trinca inicial que levou a falha do revestimento anticorrosivo – ver seta A. Fonte: Foto de autoria própria, dezembro de 2015.



Figura 19 – Remoção do revestimento anticorrosivo em trecho de formação de empolamentos. Nestas regiões observou-se uma baixa aderência do revestimento. Observe a impressão do contorno das trincas no interior dos alvéolos de corrosão. Fonte: Foto de autoria própria, dezembro de 2015.



Figura 20 – Superfície interna do revestimento de polipropileno em tripla camada removido do oleoduto. Observa-se a camada de FBE completamente aderida a camada de PP. As manchas em coloração escura apresentam o contorno dos alvéolos de corrosão. Fonte: Foto de autoria própria, janeiro de 2016.

Por outro lado, a falha no revestimento numa temperatura inferior à sua temperatura limite, reforça a ideia de que fora empregado materiais com qualidade questionável para o revestimento anticorrosivo. Neste caso, tanto o FBE como o polipropileno utilizados para a aplicação do revestimento em tripla camada de PP, tiveram um desempenho muito aquém do especificado para este tipo de revestimento.

No caso do processo de corrosão de severa intensidade sob as juntas de campo⁶ – região também conhecida como *cut back*, também foi identificado degradação térmica do material – ver Figuras 23 e 24.

A falha do revestimento das juntas de campo, também foi o principal responsável pela corrosão na região do *cut back*, porém, neste caso, devido a aplicação de material incompatível para a temperatura de operação do oleoduto. No trecho avaliado, foram utilizadas mantas termocontrátil em polietileno reticulado, ao invés de polipropileno (ver Figura 23). A temperatura de operação do duto fez com que as mesmas sofreram processo de descolamento, em função da sua degradação térmica – daí resultou o aspecto de ressecamento da manta.

⁶ As juntas de soldagem de campo, uma vez concluídas, costumam receber um revestimento anticorrosivo por meio de mantas termo contráteis. Estas mantas devem ser fornecidas em material polimérico compatível com o revestimento de fábrica dos tubos utilizados.



Figura 21 – Superfície do Oleoduto Ø14 pol, após remoção do revestimento anticorrosivo. Presença de alvéolos de corrosão devido a falha no revestimento anticorrosivo externo. Fonte: Foto de autoria própria, dezembro de 2015.



Figura 22 – Detalhe dos alvéolos de corrosão na superfície do duto, após limpeza com escova rotativa. Foram encontrados alvéolos de corrosão com severa intensidade. Fonte: Foto de autoria própria, dezembro de 2015.



Figura 23 – Manta termocontrátil de polietileno utilizada na junta de campo – ao invés de manta termocontrátil de polipropileno. A depender do tipo de manta em polietileno, a mesma terá aplicação limitada a 60°C ou a 80°C. Aqui, observa-se, facilmente, que o polietileno sofreu envelhecimento devido a temperatura de operação do duto. Fonte: Foto de autoria própria, dezembro de 2015.



Figura 24 – Junta de campo após remoção da manta termocontrátil. Pode se observar a utilização de revestimento asfáltico (ou a base de betume). Este tipo de revestimento apresenta pobre adesão ao aço e está limitado a temperatura máxima de operação de 60°C. Parte da superfície do duto ficou exposta devido a deterioração do revestimento. Fonte: Foto de autoria própria, dezembro de 2015.

Após remoção da manta em polietileno, pode-se verificar ainda que, foi aplicado material asfáltico como base sobre o *cut back* e que o mesmo, também, sofreu processo de degradação. Segundo a PETROBRAS N-2238 – Rev. C, item 5.4.2.1, material a base de asfalto tem aplicação, também, limitada à 60°C. Assim, fica evidente o emprego de material não compatível com a temperatura de operação do duto, o que caracteriza, por sua vez, falha durante a fase de construção e montagem deste oleoduto.

As Figuras 25, 26, 27, 28 e 29 dizem respeito a atividade de correlação de campo do ponto mais crítico, onde foi sinalizado perda de espessura de 85%, segundo o PIG MFL (reportado no relatório da Figura 10). A localização deste ponto o posicionou sobre uma junta de campo, próximo a junta soldada.

A Figura 25 ilustra este ponto, depois da remoção da manta e do material asfáltico. A medição da profundidade do alvéolo de corrosão foi de 6,0 mm (Figura 26), e a maior medição de espessura do duto em uma região integra adjacente foi de 7,98 mm (Figura 27). Portanto, a perda de espessura corrigida, para o ponto mais crítico reportado na inspeção, foi de 75%. Ou seja, tem-se neste ponto uma espessura remanescente da ordem de 2 mm – ver Figuras 28 e 29.

Combinado com a falha na seleção do revestimento da junta de campo, acredita-se que o descolamento da junta de campo, em função da sua degradação, promoveu uma condição de blindagem elétrica desta região (mais uma vez, destaca-se a natureza isolante do polímero, neste caso, o polietileno), já que não houve a remoção física da junta após o seu descolamento. Ela manteve-se em torno do *cut back*, oferecendo uma barreira física à corrente de proteção catódica, ou seja, blindando essa região. Desta forma, o sistema de PC se tornou pouco eficiente para conter a corrosão na região do *cut back* e taxas de corrosão mais severas podem ser esperadas nas paredes do duto.

Como este dano comprometia consideravelmente a integridade do duto, pois representava um sério risco de perfuração ao mesmo, foi providenciado a imediata instalação de uma braçadeira mecânica parafusada, conforme ilustrado na Figura 30. Na seção seguinte será calculada a pressão de falha para este dano.

O procedimento utilizado na Figura 30 é previsto em norma e classificado como um tipo de reparo temporário, conforme norma PETROBRAS N-2737 – Rev. B, item 4.5.2.3 e Anexo B, Tabela B.1.



Figura 25 – Junta soldada do oleoduto após remoção da junta anticorrosiva de campo (material asfáltico e manta termocontrátil em PE). Próxima a esta junta a inspeção por PIG MFL reportou o local de maior perda de espessura. Fonte: Foto de autoria própria, dezembro de 2015.



Figura 26 – Medição da profundidade do alvéolo de corrosão que apresentou maior perda de material. Conforme pode-se observar, o alvéolo apresentou uma profundidade de 6 mm. Fonte: Foto de autoria própria, dezembro de 2015.



Figura 27 – Medição de espessura por ultrassom para região integra adjacente ao alvéolo de corrosão que apresentou maior perda material – ilustrado na imagem da Figura 26. Fonte: Foto de autoria própria, dezembro de 2015.



Figura 28 – Junta soldada onde foi identificado o dano mais crítico no Oleoduto Ø 14 pol, por corrosão de severa intensidade. Observe que a área mapeada com o alvéolo de corrosão (dimensão de 90 x 70 mm), apresentou 6,0 mm de profundidade. Fonte: Foto de autoria própria, dezembro de 2015.



Figura 29 – Detalhe da região que contém o defeito de maior criticidade identificado na correlação de campo, ilustrado na Figura 28. Fonte: Foto de autoria própria, dezembro de 2015.



Figura 30 – Braçadeira mecânica parafusada instalada no Oleoduto Ø14 pol, como reparo temporário para região onde foi identificado o dano mais crítico. Fonte: Foto de autoria própria, dezembro 2015.

Segundo a ASME PCC-2 – 2015, Article 3.6, a braçadeira mecânica aparafusada tanto pode ser utilizada para conter ou prevenir vazamentos, como para reforçar mecanicamente as paredes de um componente avariado.

3.2. Cálculo da Pressão de Trabalho Admissível do Oleoduto

Para se determinar a pressão admissível para o oleoduto corroído, de acordo com o código de projeto ASME B31.4 – 2012, item 451.6.2.2.(b), um procedimento aceitável é o método descrito na norma ASME B31G – 2012.

A Figura 31 mostra o dano mais crítico encontrado na correlação de campo, já apresentado na seção anterior:



Figura 31 – Detalhe do dano mais crítico localizado no oleoduto. Observe que foi considerado a interação de três alvéolos na área reticulada. As dimensões encontradas, foram: L = 90 mm; W = 70 mm e d = 6,0 mm. Que corresponde, respectivamente, ao comprimento (longitudinal), à largura (circunferencial) e a maior profundidade medida.

Fonte: Foto de autoria própria, dezembro de 2015.

Inicialmente, será calculado o nível de tensão de ruptura S_F pelo método B31G original. Segundo a ASME B31G – 2012, item 2.2.(a), para uma análise Nível 1 e um defeito classificado como curto (z \leq 20), o mesmo pode ser estimado pela seguinte equação:

$$S_F = S_{flow} \left[\frac{1 - \frac{2}{3}(d/t)}{1 - \frac{2}{3}(d/t)/M} \right]$$
(03)

Onde S_{flow} corresponde a 1,1 x S_y ; *d* corresponde a profundidade do defeito; *t* corresponde a espessura do tubo e *M* corresponde ao fator de Folias. E, lembrandose que $S_y = SMYS = 60$ ksi = 413 MPa, tem-se:

$$S_{flow} = 1, 1. S_y = 454, 3 \text{ MPa}$$
 (04)

Conforme mencionado, o defeito em questão foi classificado como curto, pois para o cálculo de *z*:

$$z = \frac{L^2}{Dt} \tag{05}$$

Onde *L* = 90 mm; *D* = 14 pol = 355,6 mm e *t* = 7,9 mm. Assim:

$$z = 2,883 < 20 \tag{06}$$

Ainda, segundo a ASME B31G, o fator de Folias para um defeito curto, pelo método original, é calculado pela seguinte equação:

$$M = (1 + 0.8 z)^{1/2}$$
(07)

Portanto:

$$M = 1,8184$$
 (08)

Com os valores obtidos para o fator de Folias e para S_{flow} , retornando-se à equação (03), para d = 6,0 mm, chega-se ao seguinte valor para o nível de tensão de ruptura pelo método original:

$$S_{F(original)} = 310,82 \text{ MPa}$$
⁽⁰⁹⁾

Repetindo-se o mesmo procedimento para o cálculo do nível de tensão, pelo método B31G modificado, de acordo com o ASME B31G – 2012, item 2.2.(b), análise Nível 1 e defeito curto ($z \le 50$), tem-se:

$$S_F = S_{flow} \left[\frac{1 - 0.85(d/t)}{1 - 0.85(d/t)/M} \right]$$
(10)

Sendo o fator de Folias, igual à:

$$M = (1 + 0.6275z - 0.003375z^2)^{1/2}$$
(11)

E, para a classificação do defeito:

$$z = 2,883 < 50 \tag{12}$$

Portanto:

$$M = 1,6677$$
 (13)

E, de acordo com a equação (10), chega-se ao seguinte valor paro o nível de tensão de ruptura pelo método modificado:

$$S_{F(modificado)} = 262,71 \text{ MPa}$$
⁽¹⁴⁾

Agora, com os valores obtidos para o nível de tensão de ruptura para o oleoduto (S_F), conforme equações (09) e (14), respetivamente, pelos métodos B31G *original* e *modificado*, pode-se determinar valores da pressão admissível do oleoduto com defeito.

Considerando que a falha de um material dúctil ocorre por escoamento, de acordo com Budynas e Nisbett (2011, p. 237-239), o *critério de escoamento de Tresca* ou da *teoria da tensão de cisalhamento máxima*, estabelece que quando a tensão num ponto crítico do componente atingir o mesmo valor da tensão de cisalhamento, num ensaio de tração, tem-se o limite de referência para este critério de falha. Ainda segundo os autores, introduzindo-se um fator de segurança (para aplicação em projetos), a máxima tensão cisalhante pode ser escrita da seguinte forma:

$$\tau_{m\acute{a}x} = \frac{S_y}{2.FS} \tag{15}$$

Sendo $\tau_{máx}$ a tensão de cisalhamento máxima, S_y a tensão de escoamento do material e *FS* o fator de segurança.

Para o caso de um cilindro pressurizado de paredes finas, Beer *et al* (2015, p. 496), apresenta o critério de Tresca, fazendo uso da fórmula de Barlow, com a seguinte expressão:

$$\tau_{max} = \frac{pD}{4t} \tag{16}$$

Sendo p a pressão no interior do cilindro, D o diâmetro do cilindro e t a espessura da parede do cilindro.

Das equações (15) e (16), conforme Freire (2009, p. 9.20), tem-se que:

$$\sigma_{adm} = \frac{S_y}{2.FS} = \frac{pD}{4t} \tag{17}$$

Finalmente, introduzindo-se o conceito de fator de projeto, muito comum nos códigos de projeto da ASME (ao invés de fator de segurança) e, segundo ASME B31G-2012 (itens 1.5 e 2.2) e Freire (2009, p. 15.19), tem-se para o cálculo da pressão estimada de falha do duto:

$$P_{defeito} = \frac{2t}{D} \cdot S_F \cdot Fator \ de \ Projeto \tag{18}$$

Onde o *Fator de Projeto* (design fator) é constituído pelo produto dos parâmetros γ_d , γ_E e γ_T , que são definidos, respectivamente, como fator de projeto, fator de eficiência de junta e fator de temperatura.

Segundo o código ASME B31.4 – 2012, item 403.2.1, o valor de γ_d (fator de projeto), não deve ser superior à 0,72. Em função da prática de procedimento de soldagem qualificado e inspecionado na Petrobras e da temperatura de operação do oleoduto (<120°C), os demais fatores são iguais a um, ou seja, $\gamma_E = \gamma_T = 1$.

Assim, para se determinar a pressão máxima admissível, será calculado a pressão de defeito do duto no trecho onde foi identificada a corrosão de maior

severidade. Para tal, serão utilizados os valores obtidos para o nível de tensão de ruptura (método original e método modificado), o fator de projeto igual à 0,72 e a equação (18):

$$P_{defeito\ (original)} = 9,94 \text{ MPa} = 101,46 \text{ kgf/cm}^2$$
 (19)

$$P_{defeito (modificado)} = 8,40 \text{ MPa} = 85,6 \text{ kgf/cm}^2$$
(20)

De acordo com os valores encontrados para a pressão de falha, percebe-se que o método B31G original é mais conservador do que o método B31G modificado. Sendo que, o primeiro apresentou um valor superior à pressão de projeto informada do oleoduto (90 kgf/cm²). Já o segundo valor encontrado ficou um pouco abaixo deste. Isto se deve, certamente, a fator de projeto utilizado para o cálculo do projeto deste oleoduto – lembrando que, para o cálculo das pressões de falha, foram utilizados os seguintes valores $\gamma_d = 0,72$; $\gamma_E = 1$ e $\gamma_T = 1$ para o cálculo do Fator de Projeto.

Se a máxima pressão admissível para o duto novo for recalculada, utilizandose o mesmo Fator de Projeto, tem-se:

$$p_{adm} = \frac{2t}{D} \cdot S_{y} \cdot \gamma_{d} \cdot \gamma_{E} \cdot \gamma_{T}$$
(21)

Logo:

$$p_{adm} = 13,2 \text{ Mpa} = 134,6 \text{ kgf/cm}^2$$
 (22)

Comparado com o valor acima, a pressão de projeto informada equivale a dois terços do valor recalculado. Logo, para a pressão de projeto do duto foi utilizado um fator de projeto menor do que 0,72. Desta forma, como a espessura remanescente da parede neste ponto é de, apenas, 2 mm (dois milímetros), o profissional habilitado reduziu a PMOA (pressão máxima de operação admissível) do duto para 50 kgf/cm² – até que o reparo estrutural fosse executado.

É importante frisar que esta redução da PMOA, também, foi motivada em função da importância deste oleoduto, uma vez que o mesmo transfere cerca de 9,5

mil barris de petróleo por dia. Qualquer evolução do dano relatado, poderia levar o duto a falha, causando impactos ambientais e operacionais.

Diante deste cenário, a decisão da equipe de manutenção da integridade foi pela instalação imediata da braçadeira aparafusada (conforme já mencionado anteriormente e ilustrado na Figura 30), e pela reabilitação do oleoduto. Na seção seguinte, será abordado a técnica de reparo estrutural empregada.

3.3.

Soldagem Operacional de Dupla Calhas em Oleoduto

Dentre as possíveis técnicas de reparo para o duto avaliado, conforme a norma PETROBRAS N-2737 – Rev. B, item 4.5.2, foram avaliadas as seguintes possibilidades:

- Troca de trecho;
- Reparo por material compósito;
- Instalação de dupla calhas.

A troca de trecho iria exigir a parada operacional do duto, o que era inviável, até porque a parada do duto iria exigir a completa drenagem do mesmo, pois o tipo de hidrocarboneto transportado neste duto tem alta viscosidade e numa parada de fluxo poderia provocar o tamponamento do oleoduto. Por outro lado, optar por operação de trepação para construção de by-pass provisório e troca do trecho, sem parada do duto, seria muito dispendioso. Assim, esta opção foi descartada.

O reparo com o emprego de material compósito apresentou dois complicadores. Primeiro, a temperatura de operação do duto era elevada (cerca de 90°C), o que requer maiores cuidados para o uso desta técnica. Adicionalmente, de acordo com a norma PETROBRAS N-2737 – Rev. B, Anexo B, Tabela B.1, este tipo de reparo seria considerado temporário. Assim, essa técnica também acabou sendo descartada.

Desta forma, o reparo estrutural por dupla calha parecia ser o método mais indicado para o reparo do duto. Após consulta aos consultores do CREDUTO – Centro Nacional de Reparos de Dutos da Petrobras, definiu-se por esta técnica para manutenção do duto.

Em função da extensão do dano e da necessidade de estanqueidade numa eventual ruptura da parede nos locais com baixa espessura remanescente, optou-se pela instalação de dupla calha (meia cana) segmentada, com solda circunferencial de fechamento nas extremidades (selagem). Para as soldas circunferenciais intermediárias e para as soldas longitudinais, seriam utilizados juntas de topo com mata-juntas embutidas. Antes da instalação das calhas, os alvéolos de corrosão seriam preenchidos com massa epóxi (PETROBRAS N-2737 – Rev. B, item 4.5.2.8, alíneas "a" e "c" e Nota 1; N-2163, Rev. F, item 5.1, alínea "r").

Como o reparo por dupla calha prever a instalação das mesmas por soldagem em carga, ou seja, a soldagem das calhas se dá com o duto em operação, algumas atividades preliminares são requeridas antes da liberação do serviço. A norma PETROBRAS N-2163 – Rev. F, item 5.2, relaciona estas atividades preliminares sob o título de "inspeção inicial". A seguir, listaremos as principais etapas da inspeção inicial para o reparo do duto em questão.

3.3.1.

Avaliação da Integridade da Parede do Duto

Após a determinação da extensão do dano, foi realizada inspeção por varredura de parede com ultrassom convencional para se verificar a integridade da mesma. O objetivo era definir a região adjacente ao dano com maior espessura de parede, conforme pratica recomendada da norma PETROBRAS N-2163 – Rev. F, item 5.1, alínea "s").

Na Figura 32 tem-se a indicação da região selecionada e inspecionada para receber a soldagem de selagem de uma das extremidades do reparo por dupla calha segmentada. A Figura 33 registra a varredura da parede por ultrassom convencional.

No Anexo 1 desta monografia, encontra-se o relatório da inspeção inicial por ultrassom para o metal de base e para as juntas, cujos reforços de solda seriam removidos para permitirem o correto acoplamento e instalação de dupla calhas – conforme prevê a norma PETROBRAS N-2163 – Rev. F, item 5.2, alínea "i".



Figura 32 – Região onde foi realizada a varredura por ultrassom para determinação da região de selagem do reparo por dupla calha. Fonte: Foto de autoria própria, janeiro de 2016.



Figura 33 – Inspeção do duto (varredura da parede) por ultrassom convencional para determinação da região de selagem do reparo por dupla calha. Fonte: Foto de autoria própria, janeiro de 2016.

3.3.2.

Determinação da Composição Química do Material

Embora os certificados de material dos tubos estivessem disponíveis (conforme visto na Figura 08), em função da criticidade do serviço de reparo, foram realizados ensaios de campo para se confirmar a composição química dos tubos, bem como seu carbono equivalente. No caso da composição química, foram realizados ensaios de réplica metalográfica e de medição de dureza em campo. A réplica metalográfica consiste em preparação metalográfica superficial com lixamento, polimento, seguido de ataque com reagente adequado para revelar a microestrutura do material. A microestrutura assim revelada é copiada mediante uma réplica de acetato. Uma vez removida a réplica de acetato com a cópia da microestrutura, a mesma está pronta para ser examinada em microscopia óptica, mediante simples preparação prévia. Na Figura 34, tem-se o momento do ensaio de réplica metalográfica.



Figura 34 – Ensaio de réplica metalográfica em campo. Após a preparação da superfície metalográfica do material (lixamento, polimento e ataque), e cópia desta microestrutura através de um filme de acetado. Após a produção da réplica, o acetado é encaminhado para análise em laboratório.

Fonte: Foto de autoria própria, janeiro de 2016.

Após a preparação das réplicas metalográficas em filme de acetado para cada um dos tubos nos quais seriam instaladas dupla calhas, as mesmas foram encaminhadas para análise em laboratório. O resultado confirmou metalurgia do material – aço API 5L Gr X-60.

Nas Figuras 35 e 36 pode-se observar o resultado para o ensaio de réplica metalográfica e macrografia para um dos pontos analisados. A dureza média encontrada para os tubos analisados foi de 246 HB.

No Anexo 2 desta monografia, encontram-se os resultados para todos os ensaios de réplica metalográfica realizados no duto para o trecho a ser reparado.



a)

b)

Figura 35 – Resultado para o ensaio de réplica metalográfica para um dos tubos a ser reparado. a) Microestrutura composta por matriz ferrítica e perlita fina. Aumento 100x. Tamanho de grãos: 8. Ataque simples: Nital 2%. b) Foto de macrografia de réplica mostrando a superfície isenta de descontinuidades.

Fonte: Araújo Engenharia e Integridade de Equipamentos, fevereiro de 2016.



Figura 36 – Detalhe da microestrutura do material do duto, ilustrada na Figura 35.a). Aumento: 400x. Fonte: Araújo Engenharia e Integridade de Equipamentos, fevereiro de 2016.

Já para a determinação do carbono equivalente dos tubos, foram realizadas a amostragem de material de campo e espectrometria de absorção atômica em campo. Na Figura 37 pode-se observar a retirada de material para envio e análise química em laboratório. Já a Figura 38 mostra o ensaio de espectrometria de absorção atômica com o uso de equipamento de campo.



Figura 37 – Remoção de amostra para determinação de carbono equivalente por espectrometria em laboratório.

Fonte: Foto de autoria própria, janeiro de 2016.



Figura 38 – Ensaio de espectrometria de campo para determinação de carbono equivalente. Fonte: Foto de autoria própria, janeiro de 2016.

Os resultados obtidos para o carbono equivalente (CE) dos tubos avaliados encontram-se listados na Tabela 01. Conforme se pode observar, os tubos apresentaram CE $\leq 0,44\%$. Esta informação será de grande importância para a simulação térmica a fim de se avaliar o risco de perfuração, bem como, para a seleção de procedimento qualificado para soldagem (PETROBRAS N-2163 – Rev. F, itens 6.2.1.3.1 e 6.2.1.3.2). De acordo com o que foi obtido em campo, os valores obtidos para o CE são coerentes com os valores informados nos certificados de fabricação dos tubos (Figura 08).

No Anexo 3 desta monografia, encontra-se uma cópia do relatório da análise química para determinação do carbono equivalente referente ao tubo número 1.

Tubos Analisados	CE				
Tubo #1	0,20%				
Tubo #2	0,44%				
Tubo #3	0,40%				
Tubo #4	0,25%				
Tubo #5	0,27%				
Fonte: Dados obtidos em campo durante as atividades de espectrometria por absorção atômica. Janeiro de 2016.					

Tabela 01 – Resultados Obtidos para Determinação do Carbono Equivalente

3.3.3.

Avaliação do Risco de Perfuração por Simulação Térmica

Conforme determina a norma PETROBRAS N-2163 – Rev. F, item 6.2.1.1, o risco de perfuração deve ser avaliado antes da soldagem. Ainda segundo a mesma norma, conforme Tabela 1, para a espessura nominal do duto (t = 7,9 mm), na eventual falta de fluxo, será necessário avaliar o risco de perfuração por meio de modelos de análise térmica.

Conforme já mencionado, um dos programas recomendados para tal avaliação térmica é *o Thermal Analysis Model for Hot-Tap Welding*, do *Pipeline Research Council International* – PRCI (PETROBRAS N-2163 – Rev. F, Tabela 1, Nota 1 e API STANDARD 1104, 2013, Annex B, B1).

Com base no maior percentual de carbono equivalente encontrado para os tubos corroídos (0,44%), foi selecionado um procedimento do Creduto para realização das soldas circunferenciais de selagem do reparo, Especificação de Procedimento de Soldagem em Operação – EPS, número PR-4000.00-6500-PMP-001C – vide no Anexo 4, cópia da referida especificação.

Conforme já foi visto, estas são as juntas de fechamento (ou selagem) do reparo por dupla calha. São, portanto, as únicas soldas realizadas, realmente, com o duto em operação, pois como não se empregam mata juntas para as mesmas, durante seu processo de soldagem ocorre a fusão das calhas ao metal de base do duto. Ainda no Anexo 4 desta monografia, encontra-se uma segunda Especificação de Procedimento de Soldagem (EPS número PR-4000.00-6500-210-PMP-095L), que será utilizada para as juntas longitudinais e circunferenciais intermediárias.

Com base nos dados de projeto e operação do duto, a composição química do material e os parâmetros de soldagem da EPS para junta circunferencial de selagem, alimentou-se o software da PRCI para as abas: *"pipe joint"*, *"weld conditions"* e *"pipe contentes"* – ver Figura 39.



Figura 39 – Tela do software Thermal Analysis Model for Hot-Tap Welding, da PRCI – Pipeline Research Council International. *Input* dos dados da junta da tubulação, das condições de soldagem e do fluido transportado, para simulação do risco de perfuração do duto e de trinca a frio durante a soldagem em operação. Fonte: *Print screen* da tela do software, janeiro de 2016.

Foram realizadas quadro rodadas diferentes no programa de simulação térmica, cada uma com oito combinações possíveis para os dados de pressão, vazão e parâmetros de soldagem – dentro do intervalo admissível para as variáveis operacionais do duto e para os parâmetros de soldagem da EPS selecionada.

Assim, para simulação térmica, foram avaliados o risco de perfuração e de trinca a frio em trinta e duas combinações possíveis. Todos os resultados foram bastante satisfatórios.

A Tabela 2 apresenta todas as trinta e duas combinações de valores utilizadas para *input* no software da PRCI.

Na Figura 40, tem-se os resultados numéricos obtidos para uma destas rodadas com oito combinações possíveis. Não houve variação significativa nos resultados para as quatro rodadas. Atenção especial deverá ser dada para as duas últimas colunas dos resultados. Conforme já mencionado, o valor da temperatura interna na parede do tubo avalia o risco de perfuração do mesmo. Já a máxima dureza na ZTA, avaliará o risco de trinca a frio.

Nº	PRESSÃO		VAZÃO		TENSÃO	CORRENTE	VELOCIDADE SOLDAGEM	
	kgf/cm ²	kPa	m³/h	m/s	v	А	mm/min	mm/s
1	9	882.5985	33	0.1011	24	85	100	1.6667
2	9	882.5985	33	0.1011	28	85	100	1.6667
3	9	882.5985	33	0.1011	24	90	100	1.6667
4	9	882.5985	33	0.1011	28	90	100	1.6667
5	9	882.5985	33	0.1011	24	85	130	2.1667
6	9	882.5985	33	0.1011	28	85	130	2.1667
7	9	882.5985	33	0.1011	24	90	130	2.1667
8	9	882.5985	33	0.1011	28	90	130	2.1667
9	9	882.5985	100	0.3063	24	85	100	1.6667
10	9	882.5985	100	0.3063	28	85	100	1.6667
11	9	882.5985	100	0.3063	24	90	100	1.6667
12	9	882.5985	100	0.3063	28	90	100	1.6667
13	9	882.5985	100	0.3063	24	85	130	2.1667
14	9	882.5985	100	0.3063	28	85	130	2.1667
15	9	882.5985	100	0.3063	24	90	130	2.1667
16	9	882.5985	100	0.3063	28	90	130	2.1667
17	42	4118.793	33	0.1011	24	85	100	1.6667
18	42	4118.793	33	0.1011	28	85	100	1.6667
19	42	4118.793	33	0.1011	24	90	100	1.6667
20	42	4118.793	33	0.1011	28	90	100	1.6667
21	42	4118.793	33	0.1011	24	85	130	2.1667
22	42	4118.793	33	0.1011	28	85	130	2.1667
23	42	4118.793	33	0.1011	24	90	130	2.1667
24	42	4118.793	33	0.1011	28	90	130	2.1667
25	42	4118.793	100	0.3063	24	85	100	1.6667
26	42	4118.793	100	0.3063	28	85	100	1.6667
27	42	4118.793	100	0.3063	24	90	100	1.6667
28	42	4118.793	100	0.3063	28	90	100	1.6667
29	42	4118.793	100	0.3063	24	85	130	2.1667
30	42	4118.793	100	0.3063	28	85	130	2.1667
31	42	4118.793	100	0.3063	24	90	130	2.1667
32	42	4118.793	100	0.3063	28	90	130	2.1667

 Tabela 2 – Dados de Input Utilizados para Simulação Térmica no

 Software Thermal Analysis Model for Hot Tap Welding da PRCI

Fonte: Autoria própria, janeiro de 2016.

Lembrando que, segundo a norma PETROBRAS N-2163 – Rev. F, item 6.2.1, Tabela 1, a temperatura interna na parede do duto não deve exceder 980°C a fim de se evitar a perfuração da parede. Para a máxima dureza na ZTA, de acordo com Paes (2000, p. 7), o valor normalmente aceito como limite máximo para se evitar TIH em soldas de aços carbono ou de baixa liga é de 350 Vickers.

Observando os valores da Figura 40 obtidos para a temperatura interna e dureza máxima na ZTA, obteve-se o seguinte:

- Temperatura Interna na Parede Máxima (simulação): 659°C;
- Dureza Máxima na ZAT (simulação): 224,96 HV.

Ou seja, a simulação mostrou que não há risco para a execução do serviço de reparo pela técnica de dupla calha.

		6/24/2016	6:23:03PN					
Project ID :	2016.005	Description: O	leoduto DN14" - FAL /	TNC				
Case Number	HeatInput kJ/in	Maximum Cooling Rate F/sec at 1000 F	Minimum Maximum Inner Cooling Time Temperature t (800-500C), sec F [C]				HAZ Hardness Hv	
1	38.40	26.0	7.69	1,219	[659]	190.92	
2	23.91	59.6	3.24	1,016	[547	1	224.96	
3	31.09	37.7	5.23	1,107	[597	1	202.81	
4	36.27	28.3	6.98	1,188	[642	1	193.53	
5	32.92	33.5	5.85	1,137	[614	1	198.96	
6	27.90	45.5	4.38	1,091	[589	1	209.88	
7	25.32	52.8	3.62	1,044	[562	1	218.88	
8	29.54	40.0	4.91	1,120	[604	1	205.22	

Figura 40 – Resultados obtidos para simulação térmica do software Thermal Analysis Model for Hot Tap Welding. Atenção para as duas colunas à esquerda: temperatura interna máxima e dureza na ZTA. A partir da análise destes valores se pode conhecer a existência ou não de risco para soldagem em operação.

Fonte: Print screen da tela do software, janeiro de 2016.

Na Figura 41, tem-se mais um resultado da simulação térmica, desta vez em forma gráfica. O mesmo relaciona o Heat Input para a operação de soldagem com o tempo de resfriamento entre as temperaturas de 800 a 500°C.

A observação das duas curvas mostra que o aumento do Heat Input leva a um aumento do tempo de resfriamento e, consequentemente, se impede a formação de estrutura martensítica. Desta forma, sem a formação de martensita na ZTA, a dureza máxima na mesma será menor.

Por exemplo, se for utilizado um Heat Input de 30 kJ/in, de acordo com o gráfico superior da Figura 41, o tempo de resfriamento " $t_{(800-500)}$ " será igual a 5 s (cinco segundos). E, pela curva inferior da mesma figura, a dureza estimada na ZTA para esta taxa de resfriamento será de 200 HV, o que é um valor aceitável pois é inferior ao valor de referência (350 HV).



Figura 41 – Resultado gráfico do software Thermal Analysis Model for Hot Tap Welding, da PRCI. As curvas relacionam o tempo de resfriamento com o Heat Input de soldagem e o tempo de resfriamento com a dureza na ZTA. Pode-se concluir que aumentar o Heat Input produz um aumento no tempo de resfriamento, evitando a formação da martensita e, consequentemente, reduzindo a máxima dureza na ZTA. Fonte: *Print screen* da tela do software, janeiro de 2016.

3.3.4.

Instalação das Dupla Calhas

Uma vez concluído a fase de levantamento de dados e documentos, a inspeção inicial e a simulação térmica, realizou-se a reunião final de análise, como último requisito, para verificação do planejamento e autorização do reparo por soldagem em operação. Este requisito está previsto na norma PETROBRAS N-2163 – Rev. F, item 4.1.3. Vide no Anexo 5 uma cópia da Ata de Reunião e da Lista de Verificação.

Para o projeto da dupla calha, optou-se pela fabricação de 30 (trinta) calhas, a partir de um duto Ø16 pol, t = 9,5 mm, material API 5L X-65, com um comprimento de 900 mm, para cada calha. Assim, o comprimento total da dupla calha segmentada a ser instalada seria de 27 (vinte e sete) metros. Após a fabricação das dupla calhas, todas foram submetidas a inspeção por ultrassom (varredura de parede) e por partículas magnéticas. Em seguida, as mesmas foram encaminhadas à campo para se dar início a soldagem em operação. Na Figura 42, tem-se a foto de uma destas calhas.



Figura 42 – Calha fabricada a partir de um duto Ø16 pol, t = 9,5 mm, material API 5L Grau X-65, para reparo em Oleoduto Ø14 pol, t = 7,9 mm, material API 5L Grau X-60. Fonte: Foto de autoria própria, janeiro de 2016.

Já nas Figuras 43 e 44, tem-se o início das atividades de campo, onde se pode observar a limpeza de bisel e a preparação de manta junta.



Figura 43 – Preparação de dupla calhas pela equipe de campo. Observa-se atividades de limpeza de bisel da junta longitudinal com o uso de escova rotativa e preparação (conformação) de mata junta da junta circunferencial. Fonte: Foto de autoria própria, janeiro de 2016.



Figura 44 – Preparação de dupla calhas pela equipe de campo. Observa-se a limpeza de bisel de junta circunferencial através de operação de esmerilhamento. Fonte: Foto de autoria própria, janeiro de 2016.

Na sequência, um par de calhas é acoplado sobre a região do duto que se deseja reforçar. Conforme a norma PETROBRAS N-2163 – Rev. F, item 6.3, alínea "e", para o posicionamento e fixação da dupla calha, fez-se uso de corrente de aço e macaco hidráulico para melhor ajuste, atentando-se para o paralelismo e perpendicularidade da calha superior com a calha inferior – ver Figuras 45 e 46.



Figura 45 – Acoplamento de dupla calha no duto. Observa-se o uso de corrente de aço e macaco hidráulico (para melhor fixação das calhas), bem como a inserção de mata junta para uma das juntas longitudinal.

Fonte: Foto de autoria própria, janeiro de 2016.



Figura 46 – Detalhe da fixação das calhas. Observa-se a instalação de mata junta para junta longitudinal. Faz-se necessário a inspeção visual dimensional de ajuste para assegurar o paralelismo e a perpendicularidade na montagem da dupla calha. Fonte: Foto de autoria própria, janeiro de 2016.

Para regiões onde houve considerável perda de material por corrosão externa, houve preenchimento do volume corroído com massa epóxi antes da instalação das calhas, conforme requisito da norma PETROBRAS N-2737 – Rev. B, item 4.5.2.8, alínea "d" – ver Figura 47.



Figura 47 – Preenchimento dos alvéolos de corrosão mais severos com massa epóxi (na cor cinza), antes da instalação de dupla calhas. Fonte: Foto de autoria própria, janeiro de 2016.

A aplicação do epóxi nestas regiões é importante para o bom funcionamento da dupla calha. Segundo Freire (2009, p. 15.32), é importante que a calha esteja

bem acoplada sobre toda a superfície a do duto, a fim de que os esforções aplicados na região do defeito possam ser transferidos para a dupla calha.

Tanto a redução da pressão de operação (previsto na norma PETROBRAS N-2163 – Rev. F, item 6.2.1.7, alínea "d"), como a utilização de mecanismos para comprimir a dupla calha sobre o tubo (corrente e macaco hidráulico), durante a execução do reparo, favorecem a transferência dos esforços que atuam na região do defeito para a dupla calha.

Ainda de acordo com a PETROBRAS N-2163 – Rev. F, item 6.3, alínea "f", antes da soldagem, deve-se executar a inspeção visual dimensional de ajuste com registro, para se certificar de que as calhas (superior e inferior), estejam corretamente posicionadas e fixadas, principalmente, quanto ao paralelismo e perpendicularidade.

Para as juntas longitudinais e circunferenciais intermediárias, o passe de raiz e o passe de reforço foram executados pelo processo TIG (Tungsten Inert Gas) ou GTAW (Gas-Shielded Tungsten Arc Welding), conforme procedimento PR-4000.00-6500-210-PMP-095L (vide cópia desta EPS no Anexo 4).

Nas Figuras 48 e 49 pode-se observar a execução da soldagem do passe de raiz e do passe de reforço para juntas longitudinais de dupla calhas.



Figura 48 – Soldagem com processo TIG ou GTAW do passe de raiz da junta longitudinal que une a calha superior a calha inferior. Observa-se que durante esta etapa da soldagem, as correntes e o macaco hidráulico continuam instalados às calhas, pressionando as mesmas contra o duto na região do defeito.

Fonte: Foto de autoria própria, janeiro de 2016.



Figura 49 – Juntas longitudinais sendo soldadas simultaneamente. Esta prática visa limitar as deformações provenientes das contrações da solda, durante o resfriamento da junta. Fonte: Foto de autoria própria, janeiro de 2016.

Já na Figura 50, tem-se a execução de uma solda circunferencial intermediária, também pelo processo TIG (ou GTAW), para os passes de raiz e de reforço.



Figura 50 – Soldagem de junta circunferencial intermediária através de processo TIG (Tungsten Inert Gas) ou GTWA (Gas-Shielded Tungsten Arc Welding). Nesta foto observase que houve um "improviso" para fixação das calhas mediante uso de um tirfor (guincho manual com alavanca).

Fonte: Foto de autoria própria, janeiro de 2016.

No caso dos passes de enchimento e de acabamento das juntas longitudinais e circunferenciais intermediárias, foi utilizado o processo de soldagem por eletrodo revestido ou SMAW (Shielded Metal Arc Welding), procedimento também previsto na EPS já citada – PR-4000.00-6500-210-PMP-095L. Na Figura 51 podese observar a soldagem por eletrodo revestido para juntas longitudinais



Figura 51 – Execução dos passes de enchimento e acabamento com soldagem SMAW nas juntas longitudinais. Fonte: Foto de autoria própria, janeiro de 2016.

Nas Figuras 52, 53 e 54, pode-se observar algumas etapas para a realização do reparo. Têm-se, respectivamente, um detalhe do acoplamento das dupla calhas, um detalhe de juntas após o passe de raiz e de reforço e a imagem de um trecho após a instalação de diversas dupla calhas.



Figura 52 – Detalhe do acoplamento de calhas adjacentes, com abertura de raiz e mata junta instalados. Atenção para o paralelismo e perpendicularidade das juntas. Fonte: Foto de autoria própria, janeiro de 2016.


Figura 53 – Juntas longitudinais e circunferencial intermediária após a execução do passe de raiz e do passe de reforço com GTAW.

Fonte: Foto de autoria própria, janeiro de 2016.



Figura 54 – Vista do oleoduto já com diversas dupla calhas segmentadas instaladas. O comprimento total do reparo foi de 27 m (suficiente para cobrir toda a região corroída). Fonte: Foto de autoria própria, janeiro de 2016.

Para as juntas circunferenciais de fechamento do trecho segmentado, ou seja, para as duas juntas que, efetivamente, foram soldadas em carga, a execução das soldas ocorreu conforme a Especificação de Procedimento de Soldagem em Operação PR-4000.00-6500-210-PMP-001C (vide cópia da EPS no Anexo 4).

No caso destas duas juntas, de acordo com a norma PETROBRAS N-2163 -Rev. F, item 6.2.1.3.1, devido ao risco de trinca a frio, o tempo de resfriamento na faixa de temperatura de 250 a 100°C é considerado uma variável essencial. A EPS mencionada estabelece um tempo mínimo de resfriamento de 7 segundos. O controle deste tempo é aplicado, principalmente, na ausência de uma simulação térmica. Na prática, se aquece a parede próximo a região da solda com um maçarico a uma temperatura acima de 300°C, para se monitorar o resfriamento da região aquecida dentro desta faixa (250 ~ 100°C), com o auxílio de um pirômetro e de um cronômetro. Mesmo tendo se realizado a simulação térmica para este reparo, este procedimento foi aplicado em campo – ver Figuras 55 e 56.



Figura 55 – Aquecimento da região adjacente a solda de fechamento para monitoramento do tempo de resfriamento de 250 à 100°C. Fonte: Foto de autoria própria, janeiro de 2016.



Figura 56 – Medição da temperatura na superfície aquecida para monitoramento do tempo de resfriamento de 250 a 100°C. Fonte: Foto de autoria própria, janeiro de 2016.

Após esta última verificação, foi realizado a soldagem da junta em ângulo para fechamento do reparo por dupla calha segmentada. Na Figura 57 tem-se a foto de uma soldagem em carga concluída.



Figura 57 – Soldagem de fechamento concluída por processo de eletrodo revestido (SMWA). Fonte: Petróleo Brasileiro S.A. – Petrobras.

Conforme define a norma PETROBRAS N-2163 – Rev. F, itens 6.4.1, 6.4.2, 6.4.3, 6.4.4 e 6.4.5, as juntas soldadas devem ser submetidas a inspeção por ensaio não destrutivos – END's, para atestar a qualidade das mesmas. A inspeção deve ser realizada após um período de, pelo menos, 12 horas após o término do trabalho de soldagem.

Foi realizada inspeção visual de solda e inspeção por PM (partículas magnéticas) para 100% das juntas soldadas. Já para as juntas de penetração total (juntas de topo), as mesmas foram, também, inspecionadas por US (ultrassom) convencional.

O critério de aceitação empregado para a inspeção por END's, conforme o código de projeto ASMEB.31.4 – 2012, item 434.8.5.(b).(1), e especificado na EPS, foi aquele previsto na norma API STANDARD 1104 – 2013, item 9.

Nas Figuras 58 e 59, tem-se o registro fotográfico das inspeções finais realizadas – inspeção por PM e inspeção por US convencional, para as juntas de topo (longitudinais e circunferenciais intermediárias).

Para os relatórios de inspeção final (PM e US), com o laudo de aprovação de todas as juntas soldadas, vide cópia destes ensaios no Anexo 6.



Figura 58 – Inspeção final por ensaio de PM (partículas magnéticas) de juntas soldadas durante o reparo por dupla-calha. Fonte: Foto de autoria própria, janeiro de 2016.



Figura 59 – Inspeção final por ensaio de US (ultrassom) convencional nas juntas soldadas do reparo por dupla-calha. Fonte: Foto de autoria própria, janeiro de 2016.

Finalmente, para recomposição do revestimento anticorrosivo no trecho reparado, foi realizado o jateamento abrasivo das dupla calhas e aplicação de tinta

epóxi "novolac", curada com poliamida, tipo III (N-2912). Na Figura 60 pode-se observar o duto reparado, após a aplicação da tinta epóxi.



Figura 60 – Oleoduto Ø14 pol, após aplicação de tinta epóxi para recomposição do revestimento anticorrosivo. Fonte: Foto de autoria própria, fevereiro de 2016.

Concluída a aplicação da tinta epóxi, foi realizado ensaio com Holiday Detector para se atestar a qualidade da película do revestimento anticorrosivo aplicado. Na Figura 61 pode-se observar o momento em que tal ensaio era realizado.



Figura 61 – Ensaio de Holiday Detector após aplicação da tinta epóxi como revestimento anticorrosivo no oleoduto. Fonte: Foto de autoria própria, fevereiro de 2016.

Conclusão

4

Corrosão externa em dutos com revestimento anticorrosivos e proteção catódica ativa é algo raro de acontecer. Mesmo assim, conforme pode-se observar através do estudo de caso apresentado, é algo possível de ser encontrado durante a vida operacional de dutos terrestres. O exemplo abordado neste trabalho só vem a corroborar quanto a importância da técnica de reparo por dupla calhas. Daí a necessidade de se conhecer suas as dificuldades, quais os seus riscos e como proceder para mitigá-los.

Uma vez atendido todos os requisitos para a fase de planejamento e preparação do reparo – tais como: mapeamento da extensão do defeito, determinação do carbono equivalente, qualificação de procedimento para soldagem em operação, controle do aporte térmico e simulação do risco de perfuração da parede do duto – a execução deste serviço pode ser realizada com total sucesso. No reparo em questão, o mesmo foi realizado com eficiência, segurança, sem impactos ambientais e sem parada operacional.

Já do ponto de vista do custo de manutenção, quando comparada a outras técnicas, como troca de trecho (considerando o lucro cessante⁷ devido a parada operacional) ou uso de material compósito (que possui um custo de reparo elevado devido ao material empregado, além de ser classificado, apenas, como um reparo temporário), o reparo por dupla calhas descrito no estudo de caso se mostrou mais interessante, até porque esta técnica é considerada como um reparo definitivo – mesmo para o nível de severidade do defeito encontrado no duto.

Um ponto digno de nota, segundo os próprios consultores do Centro Nacional de Reparo de Dutos da Petrobras – CREDUTO, é que em dez anos de existência, nunca haviam acompanhado um reparo tão extenso com dupla calhas segmentadas na Companhia. Foram necessárias 30 calhas segmentadas

⁷ Através deste oleoduto escoa um volume de 9,5 mil barris de petróleo por dia.

(totalizando uma extensão de 27 metros contínuo) e 90 kg de metal de adição depositados para a realização deste reparo.

Deve-se ainda registrar que, após a conclusão do serviço descrito neste trabalho, fez-se nova correlação em trecho à montante do local reparado, uma vez que o novo trecho correlacionado opera com óleo numa temperatura similar ao trecho que apresentou tubos com defeito. Após abertura da vala e avaliação do revestimento anticorrosivo, também se constatou que esta região do revestimento em 3LPP se encontrava com diversas fissuras, o que poderia vir comprometer a integridade do duto num futuro próximo. A remoção deste revestimento mostrou que novos alvéolos de corrosão estavam se formando na superfície do duto, embora em estágio inicial. Desta maneira, optou-se, em caráter preventivo, pela imediata recomposição do revestimento anticorrosivo em todo o trecho a montante do local onde foram instaladas as duplas calhas.

Futuras inspeções por *pigs instrumentados* e por ensaios para se avaliar o revestimento anticorrosivo pelas técnicas de CIS (*Close Interval Survey*) e DCVG (*Direct Current Voltage Gradient*), continuarão a monitorar a integridade deste duto durante sua vida operacional.

Finalmente, acredita-se que os objetivos iniciais, mencionados na introdução desta monografia – permitir uma melhor compreensão da técnica e demostrar a sua eficiência numa aplicação real de reparo, com o intuito de se ratificar, portanto, sua importância para manutenção de dutos, foram alcançados de forma bastante satisfatória.

Referências

5

AGENCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E COMBUSTÍVEL. Regulamento Técnico ANP Nº 2/2011 – Regulamento Técnico de Dutos Terrestres para Movimentação de Petróleo, Derivados e Gás Natural (RTDT). Rio de Janeiro, 2011;

AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE. API STANDARD 1104 – Welding of Pipelines and Related Facilities. Twenty first edition. Washington, 2013;

AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS. ASME B31.4 – 2012: Pipeline Transportation Systems for Liquids and Slurries. New York, 2012;

AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS. **ASME B31G** – **2012: Manual for Determining the Remaining Strength of Corroded Pipelines**. New York, 2012;

AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS. ASME IX – Qualification Standard for Welding and Brazing Procedures, Welders, Brazers, and Welding and Brazing Operators. New York, 2010;

AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS. ASME PCC-2 – 2015: Repair of Pressure Equipment and Pipe. New York, 2015;

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 15221-2: Tubos de Aço – Revestimento Anticorrosivo Externo. Parte 2: Polipropileno em Três Camadas. 2ª Edição. Rio de Janeiro, 2015;

BEER, Ferdinand P.; JOHNSTON JR, E. Russel; DEWOLF, John T.; MAZUREK, David F. **Mecânica dos Materiais**. Tradução: José Benaque Rubert. 7ª Edição. Porto Alegre: Editora McGraw-Hill, 2015;

BENJAMIN, Adilson. Avaliação Estrutural de Dutos Corroídos: Notas de Aulas – Volume I. Dutos Submetidos Apenas a Carregamento de Pressão. PETROBRAS/Universidade Petrobras. Rio de Janeiro, 2014;

BUDYNAS, Richard G. e NISBETT, J. Keith. **Elementos de Máquinas de Shigley**. Tradução: João Batista de Aguiar e José Manoel de Aguiar. 8ª Edição. Porto Alegre: Editora McGraw-Hill, 2011;

DUTRA, Aldo Cordeiro e NUNES, Laerce de Paula. **Proteção Catódica – Técnica de Combate à Corrosão**. 4ª Edição. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2006;

FREIRE, José L. de F (Organizador). **Engenharia de Dutos**. ABCM – Associação Brasileira de Engenharia e Ciências Mecânicas. Rio de Janeiro, 2009;

MODENESI, Paulo J.; MARQUES, Paulo V. e SANTOS, Dagoberto B. Introdução a Metalurgia de Soldagem. Apostila. Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006;

MÖSER, M., SCHMITDT, V. **Fractography and Mechanism of Hydrogen Craking – The Fisheye Concept**. Academy of Sciences of German Democratic Republic – Institute of Solid State Physics and Electron Microscopy, Halle, 1984. Disponível em: http://www.martinmoeser.de/Veroeffentlichungen/fisheye_concept_rand_a.pdf>. Acesso em: 22 de agosto de 2016;

NATIONAL ENERGY BOARD. **Review of Recommendation 5.9: Integrity of Existing Pipelines, of the National Energy Board Report MH-2-85 – Report OHW-1-89**. Ottawa: Regulatory Support Office, September 1990;

PAES, Marcelo Torres Piza (Relator). **Procedimentos para a Soldagem de Dutos e Tubulações Industriais em Operação**. Relatório Técnico Final. Rio de Janeiro: PETROBRAS/CENPES/DIPLOT/SEMEC, 2000;

PETROBRAS – PETRÓLEO BRASILEIRO S.A. **N-2098 – Inspeção de Dutos Terrestre em Operação**. Revisão F. Rio de Janeiro, 2014;

PETROBRAS – PETRÓLEO BRASILEIRO S.A. **N-2163 – Soldagem e Trepanação em Equipamentos, Tubulações Industriais e Dutos em Operação.** Rev. F. Rio de Janeiro, 2015;

PETROBRAS – PETRÓLEO BRASILEIRO S.A. **N-2238 – Reparo de Revestimento Anticorrosivo Externo de Tubos**. Revisão C. Rio de Janeiro, 2014;

PETROBRAS – PETRÓLEO BRASILEIRO S.A. **N-2328 – Revestimento para Junta de Campo para Duto Enterrado**. Revisão C. Rio de Janeiro, 2012;

PETROBRAS – PETRÓLEO BRASILEIRO S.A. **N-2737 – Manutenção de Oleoduto e Gasoduto Terrestre**. Revisão B. Rio de Janeiro, 2014;

PETROBRAS – PETRÓLEO BRASILEIRO S.A. N-2786 – Avaliação de Defeitos em Oleodutos e Gasodutos Terrestres e Submarinos Rígidos em Operação. Revisão A. Rio de Janeiro, 2015;

TELLES, Pedro C. Silva. **Materiais para Equipamentos de Processo**. 6^a Edição. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2003.

6 Anexos

- Anexo 1 Relatório de Inspeção por Ultrassom;
- Anexo 2 Relatório de Réplica Metalográfica;
- Anexo 3 Relatório de Análise Química;
- Anexo 4 Especificação de Procedimento de Soldagem EPS;
- Anexo 5 Ata de Reunião da Norma PETROBRAS N-2163;
- Anexo 6 Inspeção Final END's.

Anexo 1 – Relatório de Inspeção por Ultrassom

VIC					Rel	latóric	o de Ensalo Não Destrutivo ULTRASSOM Inspeção de Soldas				Relatório N* MB 002/16 Data: 15/01/16 Folha N* 01 de 03			
Cliente:	PETRO	BRAS			_	(Obra/	Contrato: 2	300 008247	1.13.2					
Area:	E&P/U	O-ES				Equip	amento:	Oleoduto	14" - F	AL X TNC			_	
Hodômetro:		Confe	me croc	QUÍ.		Desen	iho:	N/A	and the second second				_	
Norma de R	leferênci	a: ASN	AE B31.4			1.00			P	rocedime	mto: ViC	US-08	Rev.2	
Aparelho:	EPOCH	4 600			Bio	co de F	Referência:	V1 0381						
Certificado	do Apare	ilho:	MB 001/	/14	Car	tificado	o do Bloco:	1304-D		Acopl	ante:	METIL		
Metal de Ad	ição:	E 701	8		Meti	al de Ba	860:	API 5L	X 60	Espess	ura:	9,5mm	10	
Cabeçotes I	Utilizado	5	I and the local diversion of		1.000				Varr	edura				
Pos / Cat	oeçote	SE	MONO	45"	60"	70								
108	1	×			·		-							
		-		-	+	-								
		-		-	+	-	1		P	1.1				
		1			1		1		1.1	1				
	_			-			1	Tuperficie 1		0	_	í.		
				-	1		1			_				
						1]							
	-	_			_									
TIPO	FABRI	CANTE	MODE	0.0	N'D	F SÉRIE	DIMENSÃO	ANGULO	FREQ	UENCIA.	VAAN	GANHO	35	
	. Ken it		A APRIL OF	T.ALA		19.0.1	10	REAL	p	ersz)	GP	PT	GC	
0E	Maud	miner Mise-dari 54304 10 mm				g.			67,6	0	67,6			
	-			-	+						-	-		
	1	-			+				-		-	-	-	
				-			Descontinuid	ade		_		_		
Solda / I	Peça	N'	Cabeç	Ga	nho	Local	Compa	Prof	P5	Posição	Laudo	Tipo	Sinete	
Superflo	cie 1	+			-	+	-	÷			-	-		
-						1								
	-					1			-					
	-		-			-								
		-		-	_	-				-	-		-	
					_	-						-		
				-	_				-		-		-	
		-	-	-	-			-		-	-	-		
			-	-					-		<u> </u>	-	-	
				-	_				-	-				
									5		-	~		
oboba —							1					-		
085.: * Realizada	a varredu	ra por u	Itrassom	i, com	objeti	vo de v	erificar poss	lveis perdar	s de esp	essura, ir	speção r	ealizada	в	
nas areas d	emarcada	ss, cont	iorme foli	os em	anex	0,								
Legenda							24 -34 10	538920 1						
A - aprovado							TL - Trinca I	ongitudinal			FP - Fal	ta de pe	netração	
PEC People	go mandrañ	a star mar					TI - Trinca	ransversal			IE - Incli	usão de	escória	
NEC - NECOI	menoaça	o de ex	arrie com	ренти	entar	No.	FF - Fala d	e tuiseo		0	PO - Po	ro ou po	prosidade	
INSPETOR				CON	TROL	E DE Q	UALIDADE			CLIENTE	-			
Assinatura	1	-	-	Assin	atura		F			Assinatu	8			
	150	R	0			1	n			VUI	11/10			
dentificação	dit	-	>	Identi	ficacă	0	1			Identific	Cân	<	_	
Victo US-N2	Marcio Der opia Qualid 2-S4/S2 1	ade Ind. - SNQC	o Lida -04317		Gilce	nir do: Proj. Co	s Santos Lit ntr. e Montege	778 200		José	Jefferson ng. de Ro UO-ES/	a M. de l uipame APMF/	Oliveira ntos	
Data 15/01/18				Deta:	2.0.75	UDES	085300-1			Data Valu	HE 97502	T/CERS-	PB 7539D	
FIRE 12401/18				CAME.		A Ander	485300-1			ILluta T5/01	1/16	all manual.		

vic	in the second	Relatório de Ensa - ULTRA Inspeção	io Não Destrutivo ASSOM de Soldas	Relatório N° MB 002/15 Data: 15/01/16 Folha N° 02 de 03
llente:	PETROBRAS	Obra/Contrato:	2300.0082471.13.2	
rea:	E&P/UO-ES	Equipamento:	Oleoduto 14" - FAL x 1	TNC
odômetro:	Conf. at	aixo Desenho:	N/A	
	Oleoduto 1	4" FAL x TNC		
		Inite of the out	Realizada varr Espessura mia Espessura más Comprimento Hodômetro: la Ponto: 3 Realizada varr Espessura mía Espessura mía Comprimento Hodômetro: la Ponto: 3	edura nesta região. ima encontrada: 7,3mm. xima encontrada: 8,1mm. : 300mm. m 84.784. edura nesta região. lima encontrada: 6,8mm. dma encontrada: 6,8mm. : 300mm. m 57.850.
			Realizada varre Espessura minir Espessura máxi Comprimento: a Hodômetro: km Realizada varre Espessura minir	dura nestas regiões. ma encontrada: 6,6mm. ma encontrada: 8,0mm. 300mm. 147.582. dura nestas regiões. ma encontrada: 7,1mm.
1	1.4 14		Espessura máxil Comprimento: Modômetro: km	ma encontrada: 8,2mm. 300mm. 47.582.
SPETOR		CONTROLE DE QUALIDADE	CUE	NTR
sinatura		Assinatura	Assi	natural
	402	(n)		and all lits
entificação	10	Identificação	Idam	Theacho
Victor US-N2	arcio Denis Bueno la Qualidade Ind. Ltda 54/52 1 - SNQC-6431	7 Gilcenir dos San Tec. Proj. Cantr. e I UO-ES/APM	tos Lima Mortagem F/M	José Jefferson M. de Oliveira Eng. de Equipamentos UO-ES/APMF/MI
fa: 15/01/16		Data: Motro 985.50	Ovta	TELET # 978629-1/CREA-PD 7539D



VIC	2		A		Re	latório	o de Ensa ULTRA Inspeção d	io Não D SSOM le Soldas)estruti	vo	D	Relatório VIB 001 ata: 15/0 ha N° 01	0 N" /16 01/16 1 de 03
Cliente:	PETRO	BRAS	-	_	-	Obra/	Contrato: 2	300 00824	71 13 2		_	_	
Area:	E&P/U	O-ES			-	Equip	amento:	Oleodut	p 14" - F	AL X TNC	_	_	
Hodômetro:		Km	84,784m	_	-	Deser	iho:	N/A		1211110	_		
Norma de R	eferènci	a: ASM	NE 831.4	-	-				Pr	rocedimer	to: VIC-	US-08	Rev 2
Aparelho:	EPOCH	1 600			Blog	o de F	leferência:	V1 0381				00.00	
Certificado	do Apan	elho:	MB 001/1	4	Cert	ficado	do Bloca:	1304-D		Acopla	nte:	METIL	
Metal de Ad	ição:	E 7018	5		Meta	de Ba	190:	API 5L	X 60	Espessi	arm:	9.5mm	-
Cabeçotes U	Utilizado	\$			3.2				Var	adura			
Pos / Cab	eçote	SE	MONO	45*	60*	70]		94017	NINE AL A			
Poel	2	X			*	- A -	-		ſ	Peer 2			
Pos 1	13	×			x	х	Po	1		The state		Prod	
								1	11			1	
	-					-		2	ILY	1	14	-	
									1.000	- Ye			_
			-					1					
		-			-					\backslash			_
		-			-	-							
13255	1	10000	-	1		- 200		ANOR O	1			-	
TIPO	FABRE	CANTE	MODEL	uu	N. DE	DÉRIE	CHMENSÃO	REAL	FREQUE	NCIA (MHZ)	00	SAANERS	
BE	Krauth	rismar	MSE B	eH .	64	WW.	10 mm	th'		_	107 0	PI	06
60	Son	atent	SMA44	80	8.1	1230	R _i G	80			48.4	2	0,10
70	Son	aberat	SMA4-	70	B-0	1233	5.0	70			83.7		86.7
					-						termine .		
			-		-		Seacontinuid	ade	-		-		-
Solda (F	eĉa.	N'	Cabecote	Gar	onti	Local	Compr	Prof	PS	Posicão	Laudo	Tipo	Sinete
Solda -	- J1	+	-					-		-	A		-
Solda -	- J2	141	- S4			+	+		-	-	A	-	
Solda -	- 14			1.00	-	1.0					A		.+.
		-											
		-	-										
					-			-	-				
		-		-	-	_			-				
		-		-				-	-	-			
		-		-			-					-	
				-					-			-	
		-		-			-		-	-		-	-
OBS.: A se	uperficie	externa	das junta	is 11, J	2 e 14	, encor	tram-se con	n bastante	irregula	ridade, dei	rido a co	rrosão.	
Legenda	_	_	_	_	_	_	_	_	_				
A - norounde							TI Tolana	o and the first	a l				
R - Reprovado REC - Recor	, do mendaçã	o de ex	ame comp	lemer	itar		TT - Trinca FF - Falta d	transversa e fusão	al.		IE - Incli PO - Po	ta de pe usão de ro ou pe	escória escória
INSPETOP		-		ICON	TROUT	E DE 4	NIALIDADE			Ter in the			
Assinatura				Arein	atura	E DE (20MLILMUE			Aseint			
- seen refut to		490		109910	of State of		(n			(Assilvin)	an a		
	1	the	-				(1)	10.1		1 Chi	uuun	-	
Identificação	de	P	N	Identi	ficaçã	lo	Contractory of	-		Identifica	ção	-	and the
Victo UIS-N2	Marcin Der Marcin Der Marcin Der Marcin Der	his Buen lade Ind. - SNQC	o. Ltda -04317		Gilci Téc.	Proj. O	S Santos D ontr. e Montag BIAPMFINH	641) 19		José E	Jefferso ng. de E UO-ES	n M. de quipam /APMF/	Oliveira entos MI
Data 15/01/18				Data		Matt	one sour 1			Date: 1501	mia: 97868	9-1/CREA	787539D



73	<u></u>	Relatório de Ensalo Não Des	trutivo	Relatório Nº
100		ULTRASSOM		MB 001/18
		•	-	Data: 15/01/18
		Inspeção de Soldas		Folha Nº 03 de 03
ursbo:	PETROBRAS	Obra/Contrato: 2300.0082471.	13.2	
NAC .	E&P/UO-ES	Equipamento: Oleoduto 1	4" - FAL X TNC	
dômetro	: Km 84.78	4m Desenho: N/A		
	DES.: A superficte exter levido a corrosão.	na das juntas J1, J2 e J4, encontram-se com bas	stante irregularida	de,
PETOR		CONTROLE DE QUALIDADE	ICLIEN/7E	
inatura		Assinatura	Assingtura	
	100	16	(Bub)	1111
ntificação	de la compañía de la	Identificação	Intentificant	net
N Victo US-Nd	AarCio Denis Bueno na Qualidade Ind. Lida I-\$4/52.1 - \$NQC-04317	Gilcenir dos Santos Lima Tec. Proj. Centr. e Montagem	José Je Eng. Ud	fferson M. de Oliveira de Equipamentos D-ES/APMF/MI
ALCONG INC.		UC ESTAPOLTING	Watercala.	978079-1/CREX-P8 75198

Anexo 2 – Relatório de Réplica Metalográfica



2016_01_RRM_BRUOES_OLEODUTO14"EFAL_TNC

1/8 OS: 2665 Folha:

CLIENTE: PETRÓLEO BRASILEIRO S/A - COMPARTILHADO / RSPS / BS / STEC CONTRATO: 0200.0082161.13.2 SOLICITANTE: PETROBRÁS - UO ESPIRITO SANTO SETOR: INSPEÇÃO DE EQUIPAMENTOS

1.0 Informações fornecidas pelo interessado:

RELATÓRIO DE RÉPLICA METALOGRÁFICA

- Solicitação de Ensaios: #1147173.
- Equipamento: OLEODUTO 14"EFAL / TNC.
- Data do serviço de campo: 18/01/2016 a 21/01/2016.
- Denominação dos ensaios realizados:
 - Exame Metalográfico não destrutivo conforme ISO 3057; Tamanho de grão conforme norma ASTM E 112; Ensaio de dureza de campo conforme norma ASTM E 110;

2.0 Equipamento:

Tipo: TUBULAÇÃO

Material: API 51 X60

Resultados: 3.0

3.1 Definições.

Abreviações utilizadas:

MB: Metal base. Material da chapa ou tubo.

ZTA: Zona Termicamente Afetada. Material da chapa ou tubo transformado pelo calor da soldagem. MD: Metal Depositado. Material do cordão de solda.

Foto geral do oleoduto. 3.2



Foto do OLEODUTO 14*EFAL / TNC, examinado por Réplica Metalográfica.

Araujo Engenharia e Integridade de Equipamentos LTDA. Rua Manoel Matheus, 1645 - CEP. 13280-000 - Jd. Italia - Vinhedo - SP - Fone: 19 3836 2020 - www.araujoengenharia.com.hr



2016_01_RRM_BRUOES_OLEODUTO14	"EFAL_TN	C	
RELATÓRIO DE RÉPLICA METALOGRÁFICA	Folha:	2/8	OS: 2665

Réplica 01 - Odômetro - 84.784. 3.3



Foto do oleoduto mostrando localização da réplica 01.



Microestrutura composta por matriz ferrítica e perlita fina. 100x. Tamanho de grãos: 8. Ataque simples: Vilella's. Dureza média: 263HB.



Réplica 01 feita a 9h.



Foto macro da réplica 01 mostrando superfície isenta de descontinuidades.



Detalhe da microestrutura. 400x.

Armoo Engenharia e Integridade de Equiptementos LTDA. Rua Manoel Matheus, 1645 - CEP. 13280-000 - 3d. Italia - Vinhedo - SP - Fone: 19.3836.2020 - www.armijoengenharia.com.hr



2016_01_RRM_BRUOES_OLEODUT014	EFAL_TNO	C		
RELATÓRIO DE RÉPLICA METALOGRÁFICA	Folha:	3/8	OS: 2665	

3.4 Réplica 02 - Odômetro - 47.581.



Foto do oleoduto mostrando localização da réplica 02.



Microestrutura composta por matriz ferritica e perlita fina. 100x. Tamanho de grãos: 8. Ataque simples: Nital 2%. *Dureza média: 246HB.*



Réplica 02 feita a 3h.



Foto macro da réplica 02 mostrando superficie isenta de descontinuidades.



Detalhe da microestrutura. 400x.

Araujo Engenharia e Integridade de Equipamentos LTDA. Rua Manoel Matheus, 1645 - CEP. 13280-000 - Jd. Italia - Vinhedn - SP - Fone: 193836 2020 - www.araujoengenharia.com.hr



2016_01_RRM_BRUOES_OLEODUT014	"EFAL_TNO	C		-
RELATÓRIO DE RÉPLICA METALOGRÁFICA	Folha:	4/8	OS: 2665	

3.5 Réplica 03 - Odômetro - 48.200.



Foto do oleoduto mostrando localização da réplica 03.



Microestrutura composta por matriz ferritica e perlita fina. 100x. Tamanho de grãos: <8. Ataque simples: Nital 2%. <u>Dureza média: 246HB.</u>



Réplica 03 feita a 9h.



Foto macro da réplica 03 mostrando superficie isenta de descontinuidades.



Detalhe da microestrutura. 400x.

Araujo Engenharia e Integridade de Equipamentos LTDA. Rua Manoel Matheus, 1645 - CEP, 13280-000 - Jd. Italia - Vinhedo - SP - Fone; 19.3836 2020 - www.amajoengenharia.com.br



2016_01_RRM_BRUOES_OLEODUTO14	"EFAL_TNO	C	
RELATÓRIO DE RÉPLICA METALOGRÁFICA	Folha:	5/8	OS: 2665

3.6 Réplica 04 - Odômetro - 51.138.



Foto do oleoduto mostrando localização da réplica 04.



Microestrutura composta por matriz ferrítica e perlita fina. 100x. Tamanho de grãos. <8. Ataque simples: Nital 2%. <u>Dureza média: 278HB.</u>



Réplica 04 feita a 3h.



Foto macro da réplica 04 mostrando superfície isenta de descontinuidades.



Detalhe da microestrutura. 400x.



2016_01_RRM_BRUOES_OLEODUTO14"	EFAL_TN	C	<u>19</u>
RELATÓRIO DE RÉPLICA METALOGRÁFICA	Folha:	6/8	OS: 2665

3.7 Réplica 05 - Odômetro - 56.008.



Foto do oleoduto mostrando localização da réplica 05.



Microestrutura composta por matriz ferritica e perlita fina. 100x. Tamanho de grãos: <8. Ataque simples: Nital 2%. <u>Dureza média: 263HB.</u>





Foto macro da réplica 05 mostrando superficie isenta de descontinuidades.



Detalhe da microestrutura. 400x.



3.8 Réplica 06 – Odômetro – 60.878.



Foto do oleoduto mostrando localização da réplica 06.



Microestrutura composta por matriz ferrítica e perlita fina. 100x. Tamanho de grãos: <8. Ataque simples: Nital 2%. *Dureza média: 253HB.*



Réplica 06 feita a 3h.



Foto macro da réplica 06 mostrando superfície isenta de descontinuidades.



Detalhe da microestrutura. 400x.

Araujo Engenharia e Integridade de Equipamentos LTDA. Rua Manoel Matheus, 1645 – CEP. 13280-000 – Jd. Itália - Vinhedo – SP – Fone: 19 3836 2020 – www.araujoengenharia.com.br



2016_01_RRM_BRUOES_OLEODUTO14"E	FAL_TNC	;	
RELATÓRIO DE RÉPLICA METALOGRÁFICA	Folha:	8/8	OS: 2665

4.0 LAUDO:

As regiões examinadas apresentaram microestruturas típicas para o material declarado API 5L Gr. X60, compostas por matriz ferrítica e perlita fina.

Não foram observados danos físicos nas regiões analisadas.

O ensaio de dureza superficial localizado realizado nas regiões examinadas mostram valores acima do especificado para o material API 5L X60.

5.0 OBSERVAÇÕES:

Os resultados destes ensaios têm significação restrita e se aplicam somente às amostras fornecidas pelo interessado.

ARAUJO ENGENHARIA E INTEGRIDADE DE

EQUIPAMENTOS LTDA.

Vinhedo, 01 de fevereiro de 2016.

Inspetor de Equipamentos Rogério Wagner A. Gonçalves CREA 5069364144 Técnico Responsável Renato Araújo de Carvalho CREA-SP 5062872252

Renato Araujo de Carvalho Técnico em Metalurela CREA SP 5062872252 NICAT JE JUDEOI LEVE ASNT-TC-CP5015/CPN2

Engenheiro Responsável Mauro Duque de Araujo CREA-SP-5060574544 adue

Araujo Engenharia e Integridade de Equipamentos LTDA. Rua Manoel Matheus, 1645 - CEP. 13280-000 - Jd. Itália - Vinhedo - SP - Fone: 19 3836 2020 - www.araujoengenharia.com.br

Anexo 3 – Relatório de Análise Química



REL	ATÓRIO DE ANÁLISE QUÍMICA	Folha:	1/1	OS:2665/ 08 - 2016
CLIENTE: CONTRATO: SOLICITANTE: SETOR:	PETRÓLEO BRASILEIRO S/A - COMPARTI 0200.0082161.13.2 PETROBRÁS UO – ESPIRITO SANTO INSPECÃO DE EQUIPAMENTOS	LHADO / RS	PS/BS	/STEC

1.0 Informações fornecidas pelo interessado para execução dos ensaios:

- Solicitação de Ensaios: # 1147173.
- Amostras: OLEODUTO 14* EFAL/TNC ODÔMETRO: 47581. .

Denominação:
ITEM 1.2.2 - Análise química absorção atômica, combustão direta e volumetria conforme norma ASTM A 751, ed 2011.

TABELA DE RESULTADOS

AMOSTRA		-	0.05	1	1000 C 1000	1.0000	-	1	100
TUBO DE DESCARGA B-06C	C SI	Si Mn	Cr	Ni	Mo	Cu	V	В	
	0,12	1,08	0,36	0,020	0,10	0.16	0,10	0,03	ND
CARBONO EQUIVALENTE:	CEIP	cm) = C+	$\frac{Si}{30} = \frac{M n}{20} =$	$\frac{Cu}{20} + \frac{Nl}{60} +$	$\frac{Cr}{20} + \frac{Mo}{15} =$	$\frac{V}{10} = 5B$		0,20	%

Fórmula para cálculo de carbono equivalente para material com percentual de carbono igual ou abaixo de 0.12%. .

ND = Não detectado.

3.0 Laudo:

٩

O percentual de carbono equivalente calculado a partir dos resultados obtidos através de análise química via úmida, realizada na amostra de cavacos extraídos do OLEODUTO 14" - EFAL/TNC foi de 0.20%, conforme mostram os cálculos feitos acima.

2.0 Observações:

O(s) resultado(s) deste(s) ensalo(s) têm significação restrita e se aplica(m) somente às amostras fornecidas pelo interessado.

Vinhedo, 01 de fevereiro de 2016	ARAUJO ENGENHARIA E INTEGRIDADE DE EQUIPAMENTOS LIDA
TÉCNICO RESPONSÁVEL	ENGENHEIRO RESPONSÁVEL
0	N Sit
Renato Araujo de Carvalho CREA-SP 5062872252	aulo de carvalho Mauro Duque de Araujo CREA-SP - 506057454
Renation	A SP 50628 CPN2 A SP 50628 CPN2 A NORE GUS/NO MICANIA
ranjo Engenharia e Integridade de Equipementos LTDA. 🕅	EHO CREAT 1 - SP - Fine: 19 3836 2020 - e-mail: commercial@araujoengenhama.com br

Anexo 4 – Especificação de Procedimento de Soldagem

	PRO	CEDIWEN					FOLHA: 1/2
5	TITUE		CF	REDUIO			DATA
TRANSPL	TRO	ES	SOLDA	ÇÃO DE PROCEDIMENTO DE AGEM EM OPERAÇÃO			22/4/2009
lorma de refe	rência: ASME B	.31.8 / ASME B	.31.4 / API 11	104 Ap. B ed	d. 2005 / 1	I-2163 D	
Baseado na R	QPS Nº: CE-400	0.00-6500-210	-PMP-001C			6	
Processo de s	oldagem: Eletro	do Revestido	.*	Tipo: Man	iual		(Corta pº 1)
Metodologia a	plicada:Passe d	e Revenimento	Padrão D-1)/	/Esp.≤0,5"/	C > 0,109	%/0,42%≤CE ≤ 0,50%	-(Callan I)
Croqui da jur	ita			Sequencia	1 46 1 455	SOLDA CIR	CUNFERENCIAL
		SOLDA CIRCUN	FERENCIAL			<u>3000 A OI</u>	
				10 10		(illime passe)	1-2 mm
		1.				(ultimo passe)	
1.5		_					
ž Z	DUPLA-CALH	<u>م</u>		DUP	LA-CALH		2-
-	TUBO)		5_	TUBO	1.	2.
1 2				Obs	Demais o	asses seguir seguênci	a indicada.
		1.20		000.	Donnais		Section Real
	METAL	DASE				ÁS DE PROTECÃO	- 24-20 M
	METAL	BASE		Tipo: N/A		Vazão: N/A	
Especificação : /	API 5L X56	1		Tipo. MA		POSIÇÃO	
Faixa qualificada	: TODOS					PUSIÇÃO	
Faixa de Carbono	Equiv. (CE): ≤0,44	% Faixa de Carb	ono(C):≤ 0,10%	Posição de s	soldagem te	stada: Figura D-2	lanadonta
Retirada Térmica	(resfriamento entre	250°C - 100°C): ()7 segundos	Faixa qualifi	cada: IOL	AS Progressao: /	Ascendente
Diâmetro: 22"	Faix	a qualificada: TOE	OOS		PRE	/ POS AQUECIMENT	0
Espessura: 6,35	mm Faix	a qualificada: TOI	DAS	Temperatur	a de pré-aqu	ecimento: ≥ 50°C	
Obs: -				Temperatur	a de interpas	se: ≤ 150°C	
	TÉCNICA DE	SOLDAGEM		Temperatur	a de pós-aqu	uecimento: N/A	1 P
Técnica : Passe	e de Revenimento	A	Sec. 2.	Técnica : N	Maçarico (t	ipo chuveiro)	
Tipo de cordão :	Relilíneo	121220		Obs: Utiliz	zar p/pré-	aquecimento 02 aparelh	os de maçarico
Oscilação : máx	3 x o diâmetro d	o eletrodo	1.2.2.1	utilizando	GLP + Oxi	gênio (chama levemente	oxidante).
Tempo entre pas	ses : imediato			TF	RATAMEN	TO TÉRMICO PÓS S	OLDAGEM
Oher -				Obs: N/A			
			METAL	DE ADICÃO	0 0		
Passes	Classe (AWS)	Especif. SFA	Grupo	Di	iâmetro	Marca comercial	Fabricante
Qualquer	E7018(H4)	5.1	3	2	,5 mm	FOX EV 50	BOEHLEF
anadan					¥.		
			-				
	112	-	0				
nspetor de solda	gem:	Aprovaç	ao:	Pedro da Silv	a Braga	Fiscalização:	SILVA ERAGA
F-0 10	rélevens Br	ItO	Gel	ente da Obr	ia	IUNEY B. DA	etes Const
ELAP		13		Metrazia		- Mont	igens in



	PR	OCEDIMENT	O PR-	- 4000.0	0-6500-2	10-PMP-095L	REV.:
H . Y . Y			CR	EDUTO	1		FOLHA: 1/2
TRANSPETI	711UL	^{o:} ESF	PECIFICAÇA SOLDA	ão de i Gem en	PROCED M OPERA	IMENTO DE ÇÃO	DATA 06/01/2016
NORMAS DE REFERÉ	INCIA: ASM	NE B.31.8 / ASME	B.31.4 / API	1104 Ap.	B ed. 2013	/ N-2163 F	
BASEADO NA ROPS	Nº: CE-400	0.00-6500-210-PI	MP-095L				and the second second
PROCESSO DE SOLI	DAGEM: Elet	rodo Revestido		TIPO: Man	nual	essura: 4.8 mm ≤ e	≤ 19,1 mm
METODOLOGIA APLI	CADA: Sold	a de Topo / Meta	Base: LE = 4	Sequênc	ia de Pass	e s	
1-2 mm	30°-35°	SOLDA LONGITU		[Rai	SOLDA LONG Acat Reforç z	himento/ pamento 0
Especificação : API	5LX 65			TIPO: Maç	arico (tipo chi	veiro) Vazão: N/A	
Faixa gualificada : Al	PI 5L X65					POSIÇÃO	
Faixa de CE: N/A		Faixa de Carbo	ono(C): N/A	Posição de	e soldagem te:	stada : Figura B-2	
Retirada Térmica (res	friamento enti	re 250°C - 100°C) : N	I/A	Faixa qual	lificada : Toda	es Progressão :	N/A
Diâmetro: 16"	Fa	ixa qualificada : Todo)S		PRÉ	/ PÓS AQUECIMEN	OTI
Espessura : 9,5 mm	Fa	ixa qualificada : 4,8 a	a 19,1 mm	Temperatu	ura de pré-aqu	ecimento: ≥ 50°C	
Obs: -	I			Temperatu	ura de interpas	se: ≤ 150°C	
Т	ÉCNICA D	E SOLDAGEM		Temperatu	ura de pós-aq	uecimento: N/A	
Técnica : -				Técnica :	Maçarico (t	ipo chuveiro)	
Tipo de cordão : reti	lineo			Obs: Uti	lizar p/ pré -	aquecimento 02 apare	lhos de maçarico
Oscilação : máx 3	x o diâmetro	o do eletrodo		utilizand	to GLP + Ox	gênio (chama levemer	te oxidante).
Tempo entre passes	: N/A			T	RATAMEN	TO TÉRMICO PÓS	SOLDAGEM
Obs: -				Obs: -			
			METAL		ÃO		
Passes	Classe (AWS)	Especif. SFA	Grupo		Diâmetro	Marca comercial	Fabricante
Raiz	ER 70S-3	5.18	-	2,	5/3,2 mm	BME-C3	BELGO MINEIR
Reforco	ER 70S-3	5.18	-		2,5	BME-C3	BELGO MINEIR
Demois	F 7018-1	5.1	31	2.5	/ 3,25 mm	OK 48.04/FOX EV 5	0 ESAB/BOEHLE
Inspetor de soldagem José de De 18 020	us Brite	Aprovaçã	io: Faulo Sergi Eng.Mec.Mec 	o da Silva		Fiscalização: Sidney B. da CREDUTO-Centro Empu Cénsult Matricu	Silva Braga Inal de Repart de Duas In Tecnico Ia 16848-4

and the second se		PROCE	DIMENTO	PR- 40	00.00-6500-210	-PMP-095L	0
ER.				CRED	JTO		FOLHA: 2/2
L.		TITULO:	ESPEC	CIFICAÇÃO	DE PROCEDIM	ENTO DE	DATA
RANSPI	TRO	-		SOLDAGE	MEM OPERAÇ	ÃO	06/01/2016
			SEQ	UÊNCIA DE S	OLDAGEM		
			Sequência o	le deposição para	soldas longitudinais.		
		_	-	1	4		
		50 mm d mata-jur	e extensão do				
<u>Notas</u> : 1)/ acima. 2)	A soldagem Disţância er	da juntas loo ntre os sistem	igitudinais (L1/L as de tensionam	2) deverão ser e: nento (L ≤400 mi	kecutadas simultanea n).	mente seguindo a se	equência indicada
Limpeza inicia	Escovan	nento vamento e esi	merilhamento				
Acoplamento	externo: Corr	ente e Macad	o Hidráulico				
		. But standard [PAR	ÂMETROS DE	SOLDAGEM Velocidade de	Energia de	Temperatura de
Passe	ø	Corrente	Corrente (A)	Tensão (V)	soldagem (mm/min).	soldagem (KJ/mm)	interpasse (°C)
1	3,2 mm	CC-	110 - 140	10 - 14	70 - 90	-	\$150
1 ou 2	2,5 mm	CC-	100 - 130	10 - 14	80 - 110		≤150
Demais	2,5 mm	CC+	70 - 100	20-30	100 - 200		≤150
Demais	3,25 mm	CC+	105 - 155	20-30	100 - 200		
					1. Carriel 10		
			-				
				ORSEDVA	050		
				UBSERVA	,UE3.		
1)Utilizar sor estufas portá 2)Antes da m circunferenci	nente eletrode teis ontagem da o al a ser realiz	os homologado dupla-calha, ins ada.	is pela FBTS.Eletri ipecionar com ultra	odos embalados à	vácuo, após a abertura magnéticas em uma lar	da embalagem, deverã gura de 150 mm para o	o ser mantidos em cada lado da solda
1)Utilizar sor estufas portá 2)Antes da m circunferenci 3) A soldagen	nente eletrodi teis ontagem da d al a ser realiz n sobre solda	os homologado dupla-calha, ins ada. is "ERW" só de	is pela FBTS.Eletri ipecionar com ultra ve ser executada	odos embalados à assom e partículas após avaliação me	vácuo, após a abertura magnéticas em uma lai talográfica de campo.	da embalagem, deverã gura de 150 mm para o	io ser mantidos em cada lado da solda
1)Utilizar son estufas portá 2)Antes da m circunferenci 3) A soldager 4) Caso seja mm além da	nente eletrode teis ontagem da d al a ser realiz n sobre solda necessário, r dupla-calha a	os homologado dupla-calha, ins ada. Is "ERW" só de ebaixar a solda ser instalada,	is pela FBTS Eletri ipecionar com ultra ve ser executada longitudinal do tu deverá ser realiza	odos embalados à assom e partículas após avaliação me bo condutor para fi da a inspeção com	vácuo, após a abertura magnéticas em uma lar talográfica de campo, acilitar o acoplamento d ultra-som na solda ant	da embalagem, deverã rgura de 150 mm para o a dupla calha. A uma d es do esmenlhamento	io ser mantidos em cada lado da solda istância de "no minin
1)Utilizar sor estufas portá 2)Antes da m circunferenci 3) A soldagei 4) Caso seja mm além da 5) A soldagei executadas a	nente eletrodi teis. ontagem da o al a ser realiz n sobre solda necessário, r dupla-calha a m deverá ser is soldas circu	os homologado dupla-calha, ins ada. Is "ERW" só de ebaixar a solda ser instalada, executada por unferenciais.	is pela FBTS. Eletri ipecionar com ultra ive ser executada i longitudinal do tu deverá ser realiza 02(dois) soldadori	odos embalados à assom e partículas após avaliação me bo condutor para f da a inspeção com es, simultaneamen	vácuo, após a abertura magnéticas em uma lar talográfica de campo, acilitar o acoplamento d ultra-som na solda ant te Deverá ser iniciada p	da embalagem, deverã igura de 150 mm para d a dupla calha. A uma d es do esmenihamento sela junta longitudinal, a	o ser mantidos em cada lado da solda istância de "no minin ao término desta será
1)Utilizar sor estufas portá 2)Antes da m circunferenci 3) A soldagei 4) Caso seja mm atém da 5) A soldagei executadas a 6) Recoment	nente eletroda teis. ontagem da o al a ser realiz n sobre solda necessário, r dupla-calha a m deverá ser is soldas circi ta-se que os i	os homologado dupla-calha, ins ada. Is "ERW" só de ebaixar a solda ser instalada, executada por unferenciais. ensaios-não-de	is pela FBTS. Eletri specionar com ultri ve ser executada i longitudinal do tu deverá ser realiza 02(dois) soldadori istrutivos sejam re	odos embalados à assom e partículas após avaliação me bo condutor para fi da a inspeção com es, simultaneamen ealizados, no minir	vácuo, após a abertura magnéticas em uma lar talográfica de campo, acilitar o acoplamento d ultra-som na solda ant te Deverá ser iniciada p no, 12 horas após o tén	da embalagem, deverã igura de 150 mm para d a dupla calha. A uma d es do esmenihamento xela junta longitudinal, a mino da soldagem.	o ser mantidos em cada lado da solda istância de "no minin no término desta será
1)Utilizar sor estufas portá 2)Antes da m circunferenci 3) A soldagei 4) Caso seja mm além da 5) A soldagei executadas a 6) Recoment Inspetor de s	nente eletroda teis. ontagem da o al a ser realiz n sobre solda necessário, r dupla-calha a m deverá ser is soldas circi ta-se que os oldagem:	os homologado dupla-calha, ins ada. Is "ERW" só de ebaixar a solda ser instalada, executada por unferenciais. ensaios-não-de	is pela FBTS.Eletri specionar com ultri ve ser executada i longitudinal do tu deverá ser realiza 02(dois) soldadori istrutivos sejam re	DBSERVAN podos embalados à assom e partículas após avaliação me bo condutor para fi da a inspeção com es, simultaneament ealizados, no minir cuio (ne no no s)	vácuo, após a abertura magnéticas em uma lar talográfica de campo, acilitar o acoplamento d ultra-som na solda ant te Deverá ser iniciada p no, 12 horas após o tén	da embalagem, deverã egura de 150 mm para d a dupla calha. A uma d es do esmenihamento bela junta longitudinal, a mino da soldagem. Fiscalização: Sidney B. d CEDUTO Carboder	o ser mantidos em cada lado da solda istância de "no minin ao término desta será colterano desta será solte desar o basa fuera o basa

Anexo 5 – Ata de Reunião da Norma PETROBRAS N-2163

	FUL	HA DE DADOS			1.41	
1:1:1		OLEODUTO 14	" FAL / TNC	FOLHA	1 de	2
PETROBRAS	TITULO:	ATA DE	REUNIÃO	21	/01/2016	
ASSUNTO:		SOL	AGEM E/OU TREPANAÇÃO E TUBULAÇÃO OU DUTO EM O	M EQUIPAMENTO, OPERAÇÃO		
OUPAMENTO TUBUL	ACÃO OU DUTO	OLEODUTO 14' EAU / TNC				_
OCALIZAÇÃO	nyno oo boro.	Odômetro 60 064 m - 7R-838	6031			_
ESENHOS:		DE-3655.00-6501-949-DUT-001-D	0001			-
PROFISSIONAL RESPO	NSÁVEL:	Homero Osório da Silva Júnio Edio Roberto Christ	x.			
EXECUÇÃO/FISCALIZA	AO:	Paulo Roberto Muniz				-
NSP. EQUIPAMENTOS		Elienai Loureiro Barbosa				-
EGURANÇA INDUSTR	AL:	Lucio Lourenco Tavares				-
ROJETO		N/A				_
ATA PREVISTA DO SE	RVICO	22/01 a 12/02/2016				-
SERVICO		INST. DE CONEXÃO SOLDA	DA TINST DE CONEXÃO RO	SCADA X SOLDAGEM	TREPAN	ACÍ
PREPARADO POR:		José Jefferson Morais de Oliveira			Interior	196
serem reparos foi de	efinido por meio o	de correlação e inspeção no C	leoduto DN 14 poi - FAL x T	NC (Nota ZR-8386031).		
OS TÉCNICOS ENVO DE VERIFICAÇÃO SU EXISTE POSSIBILID, DECORRENTES DO O	LVIDOS NA EXEC IGERIDA PARA EX ADE DE ISOLAM CONTEÚDO DO EC	EUÇÃO DOS SERVIÇOS JÁ VER KECUÇÃO DOS TRABALHOS? SIM X [7] ENTO, PURGA, ESVAZIAMENT SUIPAMENTO OU DUTO, COM IN SIM [7]	IFICARAM SE EXISTE ALGUM IÃO TO OU OUTRA AÇÃO, QUE IPACTO ECONÔMICO E AMBIE	A PENDÊNCIA, APRESEN PERMITA A ELIMINAÇÂ INTAL ACEITÂVEL?	TADAS NA	LIS
2 OS TÉCNICOS ENVO DE VERIFICAÇÃO SU EXISTE POSSIBILID DECORRENTES DO O	LVIDOS NA EXEC IGERIDA PARA EX ADE DE ISOLAM CONTEÚDO DO EC	UÇÃO DOS SERVIÇOS JÁ VER KECUÇÃO DOS TRABALHOS? SIM X M ENTO, PURGA, ESVAZIAMEN SUIPAMENTO OU DUTO, COM IN SIM 7	IFICARAM SE EXISTE ALGUM IÃO TO OU OUTRA AÇÃO, QUE IPACTO ECONÔMICO E AMBIE IÃOX	A PENDÊNCIA, APRESEN PERMITA A ELIMINAÇÂ ENTAL ACEITÂVEL?	TADAS NA	LIS
OS TÉCNICOS ENVO DE VERIFICAÇÃO SU EXISTE POSSIBILID, DECORRENTES DO O JUAL? EMBORA EXISTA EST POR QUE? <u>N/A</u>	LVIDOS NA EXEC IGERIDA PARA EX ADE DE ISOLAM CONTEÚDO DO EC	EUÇÃO DOS SERVIÇOS JÁ VER KECUÇÃO DOS TRABALHOS? SIM X [n ENTO, PURGA, ESVAZIAMEN DUIPAMENTO OU DUTO, COM IN SM [] E, RECOMENDA-SE QUE OS TR	IFICARAM SE EXISTE ALGUM	A PENDÊNCIA, APRESEN PERMITA A ELIMINAÇÂ INTAL ACEITÁVEL? OPERAÇÃO. (PRÁTICA RE	TADAS NA O DOS R	LIS
OS TÉCNICOS ENVO DE VERIFICAÇÃO SU EXISTE POSSIBILID, DECORRENTES DO O O	LVIDOS NA EXEC IGERIDA PARA EX ADE DE ISOLAM CONTEÚDO DO EC	EUÇÃO DOS SERVIÇOS JÁ VER VECUÇÃO DOS TRABALHOS? SIM X [n] ENTO, PURGA, ESVAZIAMEN DUIPAMENTO OU DUTO, COM IN SIM [] E, RECOMENDA-SE QUE OS TR OS PROCEDIMENTOS EXECUTIV	IFICARAM SE EXISTE ALGUM	A PENDÊNCIA, APRESEN PERMITA A ELIMINAÇÂ INTAL ACEITÁVEL? OPERAÇÃO. (PRÁTICA RE	O DOS R	ISC
OS TÉCNICOS ENVO DE VERIFICAÇÃO SU EXISTE POSSIBILID, DECORRENTES DO O IUAL? 	LVIDOS NA EXEC IGERIDA PARA EX ADE DE ISOLAM CONTEÚDO DO EC	EUÇÃO DOS SERVIÇOS JÁ VER VECUÇÃO DOS TRABALHOS? SIM X [N] ENTO, PURGA, ESVAZIAMEN DUIPAMENTO OU DUTO, COM IN SIM [N] E, RECOMENDA-SE QUE OS TR OS PROCEDIMENTOS EXECUTIV SIM X [N]	IFICARAM SE EXISTE ALGUM	A PENDÊNCIA, APRESEN PERMITA A ELIMINAÇÂ INTAL ACEITÁVEL? OPERAÇÃO. (PRÁTICA RE OPERAÇÃO. (PRÁTICA RE	O DOS R	LIS
OS TÉCNICOS ENVO DE VERIFICAÇÃO SU EXISTE POSSIBILID, DECORRENTES DO O UAL? 	LVIDOS NA EXEC IGERIDA PARA EX ADE DE ISOLAM CONTEÚDO DO EC TA POSSIBILIDAD	EUÇÃO DOS SERVIÇOS JÁ VER KECUÇÃO DOS TRABALHOS? SIM X P ENTO, PURGA, ESVAZIAMEN DUIPAMENTO OU DUTO, COM IN SIM 2 E, RECOMENDA-SE QUE OS TR OS PROCEDIMENTOS EXECUTIV SIM X P CALUSTA DE VERIFICAÇÃO, SEI	IFICARAM SE EXISTE ALGUM	A PENDÊNCIA, APRESEN PERMITA A ELIMINAÇÂ ENTAL ACEITÁVEL? OPERAÇÃO. (PRÁTICA RE TÃO ANEXOS & ESTA ATA	O DOS R	isc
OS TÉCNICOS ENVO DE VERIFICAÇÃO SU EXISTE POSSIBILID DECORRENTES DO O IUAL? 	LVIDOS NA EXEC IGERIDA PARA EX ADE DE ISOLAM CONTEÚDO DO EC FA POSSIBILIDAD RAM AVALIADOS	EUÇÃO DOS SERVIÇOS JÁ VER KECUÇÃO DOS TRABALHOS? SIM X M ENTO, PURGA, ESVAZIAMENT DUIPAMENTO OU DUTO, COM IN SIM	IFICARAM SE EXISTE ALGUM	A PENDÊNCIA, APRESEN PERMITA A ELIMINAÇÂ INTAL ACEITÁVEL? OPERAÇÃO. (PRÁTICA RE TÃO ANEXOS & ESTA ATA	O DOS R	ISC
2 OS TÉCNICOS ENVO DE VERIFICAÇÃO SU DE VERIFICAÇÃO SU DECORRENTES DO O DUAL? DUAL? EMBORA EXISTA ESI POR QUE? N/A ENESTA REUNIÃO FOI E CONCLUSÃO: COM E Sidny Hen Vandelfan	LVIDOS NA EXEC IGERIDA PARA EX ADE DE ISOLAM CONTEÚDO DO EC TA POSSIBILIDAD RAM AVALIADOS IASE NOS ITENS D IQUE Carvalho Barb de Melo Melreles, 1	EUÇÃO DOS SERVIÇOS JÁ VER KECUÇÃO DOS TRABALHOS? SIM X P ENTO, PURGA, ESVAZIAMEN DUIPAMENTO OU DUTO, COM IN SIM 2 E, RECOMENDA-SE QUE OS TR E, RECOMENDA-SE QUE OS TR SIM X P DA LISTA DE VERIFICAÇÃO, SEI SIM X P DA LISTA DE VERIFICAÇÃO, SEI SIM X P DA LISTA DE VERIFICAÇÃO, SEI SIM X P	IFICARAM SE EXISTE ALGUM	A PENDÊNCIA, APRESEN PERMITA A ELIMINAÇĂ ENTAL ACEITÁVEL? OPERAÇÃO. (PRÁTICA RE TÃO ANEXOS A ESTA ATA DO(S) SERVIÇO(S)? Icenir do Santos Lima, Paule ana Santana.	O DOS R	LIS
OS TÉCNICOS ENVO DE VERIFICAÇÃO SU EXISTE POSSIBILID, DECORRENTES DO O QUAL? EMBORA EXISTA ESI POR QUE? <u>N/A</u> NESTA REUNIÃO FOI CONCLUSÃO: COM E PROVAÇÃO <u>Sidny Henry</u>	LVIDOS NA EXEC IGERIDA PARA EX ADE DE ISOLAM CONTEÚDO DO EC TA POSSIBILIDAD RAM AVALIADOS RAM AVALIADOS IASE NOS ITENS D Ique Carvalho Barb de Meio Meireles, I	EUÇÃO DOS SERVIÇOS JÁ VER KECUÇÃO DOS TRABALHOS? SIM X P ENTO, PURGA, ESVAZIAMEN DUIPAMENTO OU DUTO, COM IN SIM X P E, RECOMENDA-SE QUE OS TR OS PROCEDIMENTOS EXECUTY SIM X P DA LISTA DE VERIFICAÇÃO, SEI SIM X P OSA, Lucio Lourenço Tavares, José Elenai Loureiro Barboss, Jivan da	IFICARAM SE EXISTE ALGUM	A PENDÊNCIA, APRESEN PERMITA A ELIMINAÇĂ ENTAL ACEITÁVEL? OPERAÇÃO. (PRÁTICA RE TÃO ANEXOS A ESTA ATA DO(S) SERVIÇO(S)? Icenir do Santos Lima, Pauk sna Santana.	TADAS NA	ISC

the second se	FOLH/	A DE DADOS	N*	REV.			
1-7-1		OLEODUT	0 14" FAL / TNC	FOLHA 2 2			
PETROBRAS	TITULO:	ATA	DE REUNIÃO	21/01/2016			
7 CONDICÕES GERAIS							
7.1 CARACTERISTICAS	DO MATERIAL						
ESPECIFICAÇÃO T	ÉCNICA DO MATERIA	L: Tubo API 5L Gr. X-60 (sem costura) e Dupla Calha fabricada co	m tubo API 5L Gr. X-65			
CARBONO EQUIVA	LENTE: Tubo 1 = 0,44	%; Tubo 2 = 0,44%; Tubo	3 = 0,40%; Tubo 4 = 0,25%; Tubo 5 = 0,2	27%; Ponto 8 = 0,39%.			
ESPESSURA MINIM	A ENCONTRADA: Es;	pessura 7.11mm na regiá:	o da solda circunterencial obado por var	redura de ultrassom (Victoria)			
7.2 PRODUTO CONTID	0						
VAZÃO NOMINAL	Óleo Escecificado						
PRESSÃO DE PRO	VETO: 90 kotiom?						
TEMPEDATI DA DI	E BBO JETO: 400° C						
É TÓNICO.	EPROJETO, 100 C	(mark)	1160				
E TOXICO:		SIM (X)	NAG				
E CORROSIVO:		SIM	NAO (X)				
E INFLAMAVEL		SIM(X)	NAO				
PRESSÃO DO SUL	ENIMANTIDAS DURA	NTE A EXECUÇÃO DOS	SERVIÇOS NO LOCAL DA INSTALAÇA	(0): (844-100 m ³ 0)			
TEMPERATURA D	C FI LUDO: alé até até		VAZAO MAN	IMA: 33 m ³ h			
Term Electronetter	0100000.0000		112 TO 111	100 x 350 00 00			
7.4 BLOQUEIOS E ALIN	HAMENTOS A SEREN	FEITOS NO SISTEMA:					
NA							
RESPONSÁVEL (ÓRGÁ	O DE OPERAÇÃO) - N	OME: Sidny Henrique Ca	rvalho Barbosa.				
		CONTRACTOR		100			
7.5 MEDIDAS A SEREM	ADD TADAS PARA P	CEVENIH CONTAMINAC	AO DO PESSUAL COM PRODUTO TOX				
read indiverse contailo or	on o produte.						
7.6 MEDIDAS QUE PER A vala deverá ter aces	MITAM ACESSO PÁC sso fácil para entrad	L E LIVRE, PREVENDO a e saída. Cumprir PP	INCLUSIVE O ESCAPE OU RESGATE F -1E1-00568-B (Escav e Reaterro er	RÁPIDO DE PESSOAS: m Faixas Dutos Terrestres da UO-ES			
7.6 MEDIDAS QUE PER A vala deverá ter acer Prever sistema de con	MITAM ACESSO FÁC sso fácil para entrad mbate incêndio e eq	L E LIVRE, PREVENDO la e saida. Cumprir PP uipe de resgate na est	INCLUSIVE O ESCAPE OU RESGATE F ~1E1-00568-B (Escav e Reaterro er tação que está localizado aproximar	RÁPIDO DE PESSOAS: m Faixas Dutos Terrestres da UO-ES damente 1 km do ponto a ser execu-			
7.6 MEDIDAS QUE PER A vala deverá ter aces Prever sistema de con tado o serviço.	MITAM ACESSO FÁC sso fácil para entrad mbate incêndio e eq	IL E LIVRE, PREVENDO a e saida. Cumprir PP uipe de resgate na est	INCLUSIVE O ESCAPE OU RESGATE F -1E1-00568-B (Escav e Reaterro er tação que está localizado aproximad	RÁPIDO DE PESSOAS: m Faixas Dutos Terrestres da UO-ES damente 1 km do ponto a ser execu-			
7.6 MEDIDAS QUE PER A vala deverá ter aces Prever sistema de con tado o serviço. RESPONSÁVEL (ÓRGA	MITAM ACESSO FÁC aso fácil para entrad mbate incêndio e eq O DE OPERAÇÃO E S	L E LIVRE, PREVENDO la e saida. Cumprir PP uipe de resgate na est EGURANÇA INDUSTRIA	INCLUSIVE O ESCAPE OU RESGATE F -1E1-00568-B (Escav e Reaterro er tação que está localizado aproximar L) - NOME: Lucio Lourenço Tavares.	RÁPIDO DE PESSOAS: m Faixas Dutos Terrestres da UO-ES damente 1 km do ponto a ser execu-			
7.6 MEDIDAS QUE PER A vala deverá ter aces Prever sistema de con tado o serviço. RESPONSÁVEL (ÓRGA)	MITAM ACESSO FÁC sso fácil para entrad mbate incêndio e eq O DE OPERAÇÃO E S	IL E LIVRE, PREVENDO a e saida. Cumprir PP uipe de resgate na est EGURANÇA INDUSTRIA	INCLUSIVE O ESCAPE OU RESGATE F -1E1-00588-B (Escav e Reaterro er tação que está localizado aproximar 4L) - NOME: Lucio Lourenço Tavares.	RÁPIDO DE PESSOAS: m Faixas Dutos Terrestres da UO-ES damente 1 km do ponto a ser execu-			
7.6 MEDIDAS QUE PER A vala deverá ter aces Prever sistema de con tado o serviço. RESPONSÁVEL (ÓRGA) 7.7 RUAS E ACESSOS N/A	IMITAM ACESSO FÁC sso fácil para entrad mbate incêndio e eq O DE OPERAÇÃO E S A SEREM INTERDITA	L E LIVRE, PREVENDO a e saida. Cumprir PP uipe de resgate na est EGURANÇA INDUSTRIA DOS:	INCLUSIVE O ESCAPE OU RESGATE F -1E1-00588-B (Escav e Reaterro er tação que está localizado aproximar tu) - NOME: Lucio Lourenço Tavares.	RÁPIDO DE PESSOAS: m Faixas Dutos Terrestres da UO-ES damente 1 km do ponto a ser execu-			
7.6 MEDIDAS QUE PER A vala deverá ter ace: Prever sistema de con tado o serviço. RESPONSÁVEL (ÓRGA/ 7.7 RUAS E ACESSOS N/A	IMITAM ACESSO FÁC sso fácil para entrad mbate incêndio e eq O DE OPERAÇÃO E S A SEREM INTERDITA	L E LIVRE, PREVENDO a e saida. Cumprir PP uipe de resgate na est EGURANÇA INDUSTRIA DOS:	INCLUSIVE O ESCAPE OU RESGATE F -1E1-00588-B (Escav e Reaterro er tação que está localizado aproximar L) - NOME: Lucio Lourenço Tavares.	RÁPIDO DE PESSOAS: m Faixas Dutos Terrestres da UO-ES damente 1 km do ponto a ser execu-			
7.6 MEDIDAS QUE PER A vala deverá ter ace: Prever sistema de con tado o serviço. RESPONSÁVEL (ÓRGAI 7.7 RUAS E ACESSOS N/A	MITAM ACESSO FÁC sso fácil para entrad mbate incêndio e eq O DE OPERAÇÃO E S A SEREM INTERDITA	L E LIVRE, PREVENDO a e saída. Cumprir PP uipe de resgate na est EGURANÇA INDUSTRIA DOS:	INCLUSIVE O ESCAPE OU RESGATE F -1E1-00568-B (Escav e Reaterro er tação que está localizado aproximar L) - NOME: Lucio Lourenço Tavares.	RÁPIDO DE PESSOAS: m Faixas Dutos Terrestres da UO-ES damente 1 km do ponto a ser execu-			
7.6 MEDIDAS QUE PER A vala deverá ter acer Prever sistema de con tado o serviço. RESPONSÁVEL (ÓRGAI 7.7 RUAS E ACESSOS N/A 7.8 PROCEDIMENTO IN	MITAM ACESSO FÁC sso fácil para entrad mbate incêndio e eq O DE OPERAÇÃO E S A SEREM INTERDITA MEDIATO DE CONTRO	L E LIVRE, PREVENDO a e saída. Cumprir PP uipe de resgate na est EGURANÇA INDUSTRIA DOS: DLE DE EMERGÊNCIA:	INCLUSIVE O ESCAPE OU RESGATE F -1E1-00568-B (Escav e Reaterro er tação que está localizado aproximar L) - NOME: Lucio Lourenço Tavares.	RÁPIDO DE PESSOAS: m Faixas Dutos Terrestres da UO-ES damente 1 km do ponto a ser execu-			
7.6 MEDIDAS QUE PER A vala deverá ter ace: Prever sistema de col tado o serviço. RESPONSÁVEL (ÓRGA) 7.7 RUAS E ACESSOS N/A 7.8 PROCEDIMENTO IN Plano de Resposta a Em	MITAM ACESSO FÁC sso fácil para entrad mbate incêndio e eq O DE OPERAÇÃO E S A SEREM INTERDITA MEDIATO DE CONTRO regência - PE-556-000	L E LIVRE, PREVENDO a e saída. Cumprir PP uipe de resgate na est EGURANÇA INDUSTRIA DOS: DLE DE EMERGÊNCIA: 189-G (da UO-ES)	INCLUSIVE O ESCAPE OU RESGATE F -1E1-00568-B (Escav e Reaterro en tação que está localizado aproximan L) - NOME: Lucio Lourenço Tavares.	RÁPIDO DE PESSOAS: m Faixas Dutos Terrestres da UO-ES damente 1 km do ponto a ser execu-			
7.6 MEDIDAS QUE PER A vala deverá ter ace: Prever sistema de col tado o serviço. RESPONSÁVEL (ÓRGA) 7.7 RUAS E ACESSOS N/A 7.6 PROCEDIMENTO IM Plano de Resposta a Em RESPONSÁVEL (ÓRGA)	MITAM ACESSO FÁC soo fácil para entrad mbate incêndio e eq O DE OPERAÇÃO E S A SEREM INTERDITA MEDIATO DE CONTRO regência - PE-566-00 O DE OPERAÇÃO E S	L E LIVRE, PREVENDO a e saída. Cumprir PP uipe de resgate na est EGURANÇA INDUSTRIA DOS: DLE DE EMERGÊNCIA: 389-G (da UO-ES) EGURANÇA INDUSTRIA	INCLUSIVE O ESCAPE OU RESGATE F N-1E1-00568-B (Escav e Reaterro er tação que está localizado aproximar L) - NOME: Lucio Lourenço Tavares L) - NOME: Lucio Lourenço Tavares	RÁPIDO DE PESSOAS: m Faixas Dutos Terrestres da UO-ES damente 1 km do ponto a ser execu-			
7.6 MEDIDAS QUE PER A vala deverá ter ace: Prever sistema de col tado o serviço. RESPONSÁVEL (ÓRGA) 7.7 RUAS E ACESSOS N/A 7.8 PROCEDIMENTO IM Plano de Resposta a Em RESPONSÁVEL (ÓRGA)	MITAM ACESSO FÁC sso fácil para entrad mbate incêndio e eq O DE OPERAÇÃO E S A SEREM INTERDITA AEDIATO DE CONTRO ergência - PE-SE8-00 O DE OPERAÇÃO E S	L E LIVRE, PREVENDO a e saída. Cumprir PP uipe de resgate na est EGURANÇA INDUSTRIA DOS: DLE DE EMERGÊNCIA: 389-G (da UO-ES) EGURANÇA INDUSTRIA	INCLUSIVE O ESCAPE OU RESGATE F N-1E1-00568-B (Escav e Reaterro er tação que está localizado aproximar L) - NOME: Lucio Lourenço Tavares.	RÁPIDO DE PESSOAS: m Faixas Dutos Terrestres da UO-ES damente 1 km do ponto a ser execu-			
7.6 MEDIDAS QUE PER A vala deverá ter ace: Prever sistema de col Iado o serviço. RESPONSÁVEL (ÓRGA: 7.7 RUAS E ACESSOS N/A 7.8 PROCEDIMENTO IM Plano de Resposta a Em RESPONSÁVEL (ÓRGÀ: 8 EXECUÇÃO DOS SEF OS SERVIÇOS DOS SERVIÇOS DOS	MITAM ACESSO FÁC sso fácil para entrad mbate incêndio e eq O DE OPERAÇÃO E S A SEREM INTERDITA AEDIATO DE CONTRO ergência - PE-SE8-00 O DE OPERAÇÃO E S RVIÇOS	L E LIVRE, PREVENDO a e saída. Cumprir PP uipe de resgate na est EGURANÇA INDUSTRIA DOS: DLE DE EMERGÊNCIA: 389-G (da UO-ES) EGURANÇA INDUSTRIA	INCLUSIVE O ESCAPE OU RESGATE F N-1E1-00568-B (Escav e Reaterro er tação que está localizado aproximar L) - NOME: Lucio Lourenço Tavares L) - NOME: Lucio Lourenço Tavares	RÁPIDO DE PESSOAS: m Faixas Dutos Terrestres da UO-ES damente 1 km do ponto a ser execu-			
7.6 MEDIDAS QUE PER A vala deverá ter ace: Prever sistema de col RESPONSÁVEL (ÓRGA) 7.7 RUAS E ACESSOS N/A 7.8 PROCEDIMENTO IM Plano de Resposta a Em RESPONSÁVEL (ÓRGÀ) 8 EXECUÇÃO DOS SEF OS SERVIÇOS DEVE Jilvao da Conceição J	MITAM ACESSO FÁC sso fácil para entrad mbata incêndio e eq O DE OPERAÇÃO E S A SEREM INTERDITA MEDIATO DE CONTRO ergência - PE-SES-000 O DE OPERAÇÃO E S RVIÇOS M SER EXECUTADOS	L E LIVRE, PREVENDO a e saída. Cumprir PP uipe de resgate na est EGURANÇA INDUSTRIA DOS: DLE DE EMERGÊNCIA: 189-G (da UO-ES) EGURANÇA INDUSTRIA SPELA SEGUINTE EQUI	INCLUSIVE O ESCAPE OU RESGATE F -1E1-00568-B (Escav e Reaterro er tação que está localizado aproximar L) - NOME: Lucio Lourenço Tavares L) - NOME: Lucio Lourenço Tavares PE: Serrano (caldeireiro) Leondas Bart	RÁPIDO DE PESSOAS: m Faixas Dutos Terrestres da UO-ES damente 1 km do ponto a ser execu-			
7.6 MEDIDAS QUE PER A vala deverá ter acer Prever sistema de cor rever sistema de cor RESPONSÁVEL (ÒRGA 7.7 RUAS E ACESSOS N/A 7.8 PROCEDIMENTO IM Plano de Resposta a Em RESPONSÁVEL (ÒRGÀ 8 EXECUÇÃO DOS SEF JIVan da Conceição I Brito (soldadores), Or	MITAM ACESSO FÁC sso fácil para entrad mbate incêndio e eq O DE OPERAÇÃO E S A SEREM INTERDITA AEDIATO DE CONTRO iergência - PE-SES-000 O DE OPERAÇÃO E S RVIÇOS IM SER EXECUTADOS Mota, Adriano de Se smar de Jesus e Joo	L E LIVRE, PREVENDO a e saída. Cumprir PP uipe de resgate na est EGURANÇA INDUSTRIA DOS: DLE DE EMERGÊNCIA: 189-G (da UO-ES) EGURANÇA INDUSTRIA SPELA SEGUINTE EQUI INA SANtana, Joaquim nadabe de Araújo (liva	INCLUSIVE O ESCAPE OU RESGATE F -1E1-00568-B (Escav e Reaterro er tação que está localizado aproximar L) - NOME: Lucio Lourenço Tavares L) - NOME: Lucio Lourenço Tavares PE: Serrano (caldeireiro), Leondas Bart dores), Alexandre Bráz (eletricista).	RÁPIDO DE PESSOAS: m Faixas Dutos Terrestres da UO-ES damente 1 km do ponto a ser execu-			
7.6 MEDIDAS QUE PER A vala deverá ter acer Prever sistema de col RESPONSÁVEL (ÓRGA 7.7 RUAS E ACESSOS - N/A 7.8 PROCEDIMENTO IM Plano de Resposta a Em RESPONSÁVEL (ÓRGÀ 8 EXECUÇÃO DOS SEF OS SERVIÇOS DEVE Jilvan da Conceição I Brito (soldadores), Or	MITAM ACESSO FÁC sso fácil para entrad mbate incêndio e eq O DE OPERAÇÃO E S A SEREM INTERDITA AEDIATO DE CONTRO iergência - PE-SES-000 O DE OPERAÇÃO E S RVIÇOS IM SER EXECUTADOS Mota, Adriano de Se smar de Jesus e Jor	L E LIVRE, PREVENDO a e saída. Cumprir PP uipe de resgate na est EGURANÇA INDUSTRIA DOS: DLE DE EMERGÊNCIA: 389-G (da UO-ES) EGURANÇA INDUSTRIA SPELA SEGUINTE EQUI ina Santana, Joaquim nadabe de Araújo (lixa	INCLUSIVE O ESCAPE OU RESGATE F -1E1-00568-B (Escav e Reaterro er tação que está localizado aproximar L) - NOME: Lucio Lourenço Tavares L) - NOME: Lucio Lourenço Tavares PE: Serrano (caldeireiro), Leondas Bart dores), Alexandre Bráz (eletricista).	RÁPIDO DE PESSOAS: m Faixas Dutos Terrestres da UO-ES damente 1 km do ponto a ser execu-			
7.6 MEDIDAS QUE PER A vala deverá ter acer Prever sistema de col RESPONSÁVEL (ÒRGA 7.7 RUAS E ACESSOS - N/A 7.8 PROCEDIMENTO IM Plano de Resposta a Em RESPONSÁVEL (ÒRGÀ 8 EXECUÇÃO DOS SEF OS SERVIÇOS DEVE JIIvan da Conceição I Brito (soldadores), Or RESPONSÁVEL (ÒRGÀ	MITAM ACESSO FÁC sso fácil para entrad mbate incêndio e eq o DE OPERAÇÃO E S A SEREM INTERDITA AEDIATO DE CONTRO iergência - PE-5E6-000 O DE OPERAÇÃO E S RVIÇOS IM SER EXECUTADOS Mota, Adriano de Se smar de Jesus e Jon O DE EXECUÇÃO) - N	L E LIVRE, PREVENDO a e saída. Cumprir PP uipe de resgate na est EGURANÇA INDUSTRIA DOS: DLE DE EMERGÊNCIA: 189-G (da UO-ES) EGURANÇA INDUSTRIA SPELA SEGUINTE EQUI INA SANtana, Joaquim na Santana, Joaquim nadabe de Araújo (lixa	INCLUSIVE O ESCAPE OU RESGATE F N-1E1-00568-B (Escav e Reaterro er tação que está localizado aproximar L) - NOME: Lucio Lourenço Tavares L) - NOME: Lucio Lourenço Tavares NL) - NOME: Lucio Lourenço Tavares PE: Serrano (caldeireiro), Leondas Barb dores), Alexandre Bráz (eletricista). NZ	RÁPIDO DE PESSOAS: m Faixas Dutos Terrestres da UO-ES damente 1 km do ponto a ser execu-			
7.6 MEDIDAS QUE PER A vala deverá ter acer Prever sistema de col tado o serviço. RESPONSÁVEL (ÒRGA 7.7 RUAS E ACESSOS / N/A 7.8 PROCEDIMENTO IN Plano de Resposta a Em RESPONSÁVEL (ÒRGÀ 0S SERVIÇOS DEVE Jilvan da Conceição I Brito (soldadores), Or RESPONSÁVEL (ÒRGÀ Observação 1: Respel 4000.006500-210-PMF Observação 3: Manter Observação 3: Manter	MITAM ACESSO FÁC sso fácil para entrad mbate incêndio e eq o DE OPERAÇÃO E S A SEREM INTERDITA MEDIATO DE CONTRO iergência - PE-SE6-00 O DE OPERAÇÃO E S RVIÇOS MOLA, Adriano de Se smar de Jesus e Joi O DE EXECUTADOS MOLA, Adriano de Se smar de Jesus e Joi O DE EXECUÇÃOJ - N tar as seguintes EP: P-095L Rev 0. Docu ar a unidade operaci r sistema de comuni	L E LIVRE, PREVENDO a e saida. Cumprir PP uipe de resgate na est EGURANÇA INDUSTRIA DOS: DLE DE EMERGÊNCIA: 389-G (da UO-ES) EGURANÇA INDUSTRIA SPELA SEGUINTE EQUI na Santana, Joaquim nadabe de Araújo (lixa OME: Paulo Roberto Mun S: PR-4000.00-6500-2 mentação Técnica do onai imediatamente ar cação entre a unidade	INCLUSIVE O ESCAPE OU RESGATE F A-1E1-00568-B (Escav e Reaterro er tação que está localizado aproximar L) - NOME: Lucio Lourenço Tavares L) - NOME: Lucio Lourenço Tavares VL) - NOME: Lucio Lourenço Tavares PE: Serrano (caldeireiro), Leondas Bart dores), Alexandre Bráz (eletricista). V2 HO-PMP-001C – Rev 1; PR-4000.00 CREDUTO para realização do repa ntes e após a execução dos trabalh operacional e as frentes de trabalh	RÁPIDO DE PESSOAS: m Faixas Dutos Terrestres da UO-ES damente 1 km do ponto a ser execu- damente 1			
7.6 MEDIDAS QUE PER A vala deverá ter acer Prever sistema de col tado o serviço. RESPONSÁVEL (ÒRGA 7.7 RUAS E ACESSOS - N/A 7.8 PROCEDIMENTO IM Plano de Resposta a Em RESPONSÁVEL (ÒRGÀ 8 EXECUÇÃO DOS SER OS SERVIÇOS DEVE Jilvan da Conceição I Brito (soldadores), Or RESPONSÁVEL (ÒRGÀ Observação 1: Respel 4000.006500-210-PMF Observação 2: Informe Observação 3: Manter de soldagem.	MITAM ACESSO FÁC sso fácil para entrad mbate incêndio e eq O DE OPERAÇÃO E S A SEREM INTERDITA MEDIATO DE CONTRO regência - PE-5E6-000 O DE OPERAÇÃO E S MOSER EXECUTADOS MOSER EXECUTADOS MOSE, Adriano de Se smar de Jesus e Jor O DE EXECUÇÃO) - N tar as seguintes EP- P-095L Rev O. Docu ar a unidade operaci r sistema de comuni-	L E LIVRE, PREVENDO a e saída. Cumprir PP uipe de resgate na est EGURANÇA INDUSTRIA DOS: DLE DE EMERGÊNCIA: 2005: DLE DE EMERGÊNCIA: 2006: DLE DE EMERGÊNCIA: 2007: 2	INCLUSIVE O ESCAPE OU RESGATE F M-TE1-00568-B (Escav e Reaterro er tação que está localizado aproximar L) - NOME: Lucio Lourenço Tavares L) - NOME: Lucio Lourenço Tavares M() - NOME: Lucio Lourenço Tavares PE: Serrano (caldeireiro), Leondas Barb dores), Alexandre Bráz (eletricista). 10-PMP-001C - Rev 1; PR-4000.00 CREDUTO para realização do repa ntes e após a execução dos trabalh operacional e as frentes de trabalh	RÁPIDO DE PESSOAS: m Faixas Dutos Terrestres da UO-ES damente 1 km do ponto a ser execu- damente 1 km do ponto a ser execu- ser execu- Desso dos Santos e Clóvis Soares de Dessa dos Santos e Clóv			
7.6 MEDIDAS QUE PER A vala deverá ter acer Prever sistema de col tado o serviço. RESPONSÁVEL (ÒRGA 7.7 RUAS E ACESSOS - N/A 7.8 PROCEDIMENTO IM Plano de Resposta a Em RESPONSÁVEL (ÒRGÀ 8 EXECUÇÃO DOS SEI OS SERVIÇOS DEVE JIIvan da Conceição I Brito (soldadores), Or RESPONSÁVEL (ÒRGÀ Observação 1: Respel 4000.006500-210-PMF Observação 2: Informa Observação 3: Manter de soldagem. Encarregado da SACS	MITAM ACESSO FÁC sso fácil para entrad mbate incêndio e eq O DE OPERAÇÃO E S A SEREM INTERDITA MEDIATO DE CONTRO regência – PE-566-000 O DE OPERAÇÃO E S RVIÇOS MOSER EXECUTADOS MOSA, Adriano de Se smar de Jesus e Joi O DE EXECUÇÃOJ - N tar as seguintes EP: P-095L Rev O. Docu ar a unidade operaci r sistema de comuni S – Jilvan da Conceli – Adriano de Sena S	L E LIVRE, PREVENDO a e saída. Cumprir PP uipe de resgate na est EGURANÇA INDUSTRIA DOS: DOS: DE DE EMERGÊNCIA: 189-G (da UO-ES) EGURANÇA INDUSTRIA SPELA SEGUINTE EQUI na Santana, Joaquim nadabe de Araújo (lixa OME: Paulo Roberto Mun S: PR-4000.00-6500-2 mentação Técnica do onai imediatamente ar cação entre a unidade ção Mota; iantana;	INCLUSIVE O ESCAPE OU RESGATE F A-1E1-00568-B (Escav e Reaterro er tação que está localizado aproximar L) - NOME: Lucio Lourenço Tavares (L) - NOME: Lucio Lourenço Tavares (L) - NOME: Lucio Lourenço Tavares PE: Serrano (caldeireiro), Leondas Bart dores), Alexandre Bráz (eletricista). (L) -PMP-001C – Rev 1; PR-4000.00 CREDUTO para realização do repa ntes e após a execução dos trabalh operacional e as frentes de trabalh	RÁPIDO DE PESSOAS: m Faixas Dutos Terrestres da UO-ES damente 1 km do ponto a ser execu- damente 1 km do ponto a ser execu- base dos Santos e Clóvis Soares de D-6500-210-PIMP-002L – Rev 2; PR- ro no duto; os - Operação FAL: Supervisor Op; o durante todo o período dos trabalho			
7.6 MEDIDAS QUE PER A vala deverá ter acer Prever sistema de col RESPONSÁVEL (ÒRGA 7.7 RUAS E ACESSOS - N/A 7.8 PROCEDIMENTO IN Plano de Resposta a Em RESPONSÁVEL (ÒRGÀ 6 EXECUÇÃO DOS SEI OS SERVIÇOS DEVE JIVan da Conceição I Brito (soldadores), Or RESPONSÁVEL (ÒRGÀ Observação 1: Respel 4000.006500-210-PMF Observação 3: Manter de soldagem. Encarregado da SACS Inspetor de Solda N1 - Fiscalização TRANSP	MITAM ACESSO FÁC sso fácil para entrad mbate incêndio e eq 0 DE OPERAÇÃO E S A SEREM INTERDITA MEDIATO DE CONTRO iergência - PE-566-000 0 DE OPERAÇÃO E S RVIÇOS MOLA, Adriano de Se smar de Jesus e Joi 0 DE EXECUÇÃOJ - N tar as seguintes EP- P-095L Rev 0. Docu ar a unidade operaci r sistema de comuni S - Jilvan da Conceli - Adriano de Sena S ETRO/CREDUTO -	L E LIVRE, PREVENDO a e saida. Cumprir PP uipe de resgate na est EGURANÇA INDUSTRIA DOS: DE DE EMERGÉNCIA: 289-G (da UO-ES) EGURANÇA INDUSTRIA 289-G (da UO-ES) EGURANÇA INDUSTRIA 299-CA SEGUINTE EQUI na Santana, Joaquim nadabe de Araújo (lixa OME: Paulo Roberto Mun S: PR-4000.00-6500-2 mentação Técnica do onai imediatamente ar cação entre a unidade ção Mota; iantana; Paulo Roberto Muniz.	INCLUSIVE O ESCAPE OU RESGATE F A-1E1-00568-B (Escav e Reaterro er tação que está localizado aproximar L) - NOME: Lucio Lourenço Tavares L) - NOME: Lucio Lourenço Tavares V() - NOME: Lucio Lourenço Tavares PE: Serrano (caldeireiro), Leondas Bart dores), Alexandre Bráz (eletricista). V2 HO-PMP-001C – Rev 1; PR-4000.00 CREDUTO para realização do repa ntes e após a execução dos trabalh operacional e as frentes de trabalh	RÁPIDO DE PESSOAS: m Faixas Dutos Terrestres da UO-ES damente 1 km do ponto a ser execu- damente 1			
7.6 MEDIDAS QUE PER A vala deverá ter acer Prever sistema de col RESPONSÁVEL (ÓRGA 7.7 RUAS E ACESSOS N/A 7.8 PROCEDIMENTO IM Plano de Resposta a Em RESPONSÁVEL (ÓRGÁ 6 EXECUÇÃO DOS SER OS SERVIÇOS DEVE Jilvan da Conceição I Brito (soldadores), Or RESPONSÁVEL (ÓRGÁ Observação 1: Respel 4000.006500-210-PMF Observação 1: Respel 4000.006500-210-PMF Observação 3: Manter de soldagem. Encarregado da SACS Inspetor de Solda N1 Fiscalização TRANSP	MITAM ACESSO FÁC sso fácil para entrad mbate incêndio e eq 0 DE OPERAÇÃO E S A SEREM INTERDITA MEDIATO DE CONTRO lergência - PE-SE8-000 0 DE OPERAÇÃO E S MOLE APERAÇÃO E S MOLE ALTRO DE CONTRO SER EXECUTADOS MOLA, Adriano de Se smar de Jesus e Joi 10 DE EXECUÇÃO) - N tar as seguintes EP- P-095L REV 0. Docu ar a unidade operaci sistema de comuni S - Jilvan da Conceli - Adriano de Sena S ETRO/CREDUTO -	L E LIVRE, PREVENDO a e saída. Cumprir PP uipe de resgate na est EGURANÇA INDUSTRIA DOS: DOS: DE DE EMERGÊNCIA: 189-G (da UO-ES) EGURANÇA INDUSTRIA SPELA SEGUINTE EQUI na Santana, Joaquim nadabe de Araújo (lixa CME: Paulo Roberto Mun S: PR-4000.00-6500-2 mentação Técnica do onai imediatamente ar cação entre a unidade ção Mota; iantana; Paulo Roberto Muniz.	INCLUSIVE O ESCAPE OU RESGATE F A-1E1-00568-B (Escav e Reaterro er tação que está localizado aproximar L) - NOME: Lucio Lourenço Tavares (L) - NOME: Lucio Lourenço Tavares (L) - NOME: Lucio Lourenço Tavares PE: Serrano (caldeireiro), Leondas Bart dores), Alexandre Bráz (eletricista). (L) - PMP-001C – Rev 1; PR-4000.00 CREDUTO para realização do repantes e após a execução dos trabalh operacional e as frentes de trabalh	APIDO DE PESSOAS: m Faixas Dutos Terrestres da UO-ES damente 1 km do ponto a ser execu- damente 1 k			
7.6 MEDIDAS QUE PER A vala deverá ter acer Prever sistema de col RESPONSÁVEL (ÓRGA 7.7 RUAS E ACESSOS N/A 7.8 PROCEDIMENTO IM Plano de Resposta a Em RESPONSÁVEL (ÓRGÁ 8 EXECUÇÃO DOS SER OS SERVIÇOS DEVE Jilvan da Conceição I Brito (soldadores), Or RESPONSÁVEL (ÓRGÁ Observação 1: Respel 4000.006500-210-PMF Observação 1: Respel 4000.006500-210-PMF Observação 1: Respel 4000.006500-210-PMF Observação 3: Manter de soldagem. Encarregado da SACS Inspetor de Solda N1 - Fiscalização TRANSP	MITAM ACESSO FÁC sso fácil para entrad mbate incêndio e eq O DE OPERAÇÃO E S A SEREM INTERDITA MEDIATO DE CONTRO lergência - PE-SE8-000 O DE OPERAÇÃO E S MOTO DE CONTRO lergência - PE-SE8-000 O DE OPERAÇÃO E S MOTO DE CONTRO SER EXECUTADOS MOTO, Adriano de Se smar de Jesus e Joi IO DE EXECUÇÃO) - N tar as seguintes EP- P-095L REV O. Documenta a unidade operaci sistema de comuni S - Jilvan da Conceli - Adriano de Sena S ETRO/CREDUTO -	L E LIVRE, PREVENDO a e saída. Cumprir PP uipe de resgate na est EGURANÇA INDUSTRIA DOS: DE DE EMERGÊNCIA: 189-G (da UO-ES) EGURANÇA INDUSTRIA BYELA SEGUINTE EQUI na Santana, Joaquim nadabe de Araújo (lixa CME: Paulo Roberto Muniz. PRI-A000.00-6500-2 mentação Técnica do onal imediatamente ar cação entre a unidade ção Mota; iantana; Paulo Roberto Muniz.	INCLUSIVE O ESCAPE OU RESGATE F A-TE1-00568-B (Escav e Reaterro er tação que está localizado aproximar L) - NOME: Lucio Lourenço Tavares L) - NOME: Lucio Lourenço Tavares NL) - NOME: Lucio Lourenço Tavares PE: Serrano (caldeireiro), Leondas Bart dores), Alexandre Bráz (eletricista). NZ. 10-PMP-001C – Rev 1; PR-4000.00 CREDUTO para realização do repa ntes e após a execução dos trabalh operacional e as frentes de trabalh	APIDO DE PESSOAS: m Faixas Dutos Terrestres da UO-ES damente 1 km do ponto a ser execu- damente 1 km do ponto a ser execu- bosa dos Santos e Cióvis Soares de D-65500-210-PIMP-002L – Rev 2; PR- ro no duto; os - Operação FAL: Supervisor Op; o durante todo o período dos trabalho BIIA ENALIDADE			
			REV.	1			
---	-----------------------------------	---	--	----------	-------	-------	-----
		OLEODUTO 14"	FAL / TNC	FOLHA	1	12	2
PETROBRAS	ITULO: L	ISTA DE VERIFICAÇĂ DE SOLDAGEM E	O PARA OS SERVIÇOS M EQUIPAMENTO		21/01	/2016	
		TUBULAÇÃO OU DI	JTO EM OPERAÇÃO				
ANTES DO INÍCIO DA SOLI	DAGEM			SIM	NÃO	RESP.	N/A
1 FORAM AVALIADOS OS DE INFORMAÇÃO DE SE	PRODUTOS EGURANÇA	CONTIDOS NA TUBULAÇÃO OU EQ DOS PRODUTOS QUÍMICOS REVISAI	UIPAMENTO A SER SOLDADO, E A FICHA DA QUANTO AOS RISCOS À SAÚDE?	x			
		 A) OXIGÉNIO OU ATMOSFERA CO OXIGÊNIO? 	NTENDO HIDROCARBONETOS RICOS EM		×		
		B) AR COMPRIMIDO?			×		
	3	C) SUBSTÂNCIAS OXIDANTES?		X			
		D) SUBSTÂNCIAS TÓXICAS?		х			
	ĵ	E) SUBSTÂNCIAS CÁUSTICAS, NIT	RATOS OU OUTRO?		х		111
	. 1	F) PRODUTO QUE POSSA CAUSA PROCESSO OU DO DUTO, PORT	R FRAGILIZAÇÃO DO EQUIPAMENTO DE REAÇÃO A QUENTE?		x]	
2 O(S) EQUIPAMENTO(S), TUBULAÇÃO(ÔES) OU	DUTO(S)	G) COMPOSTOS TERMICAMENTE I	NSTÁVEIS?	1	х		
CONTÉM ALGUM DOS S	EGUINTÉS	H) ACETILENO?			X		
Photo Toa	2	 HIDROGÊNIO PURO OU EM MIST 	TURA?	<u>.</u>	X		
		J) ETENO?			х		0
	K) AMÓNIA?						
		L) METANOL?		1	X	6	8 8
		M) SUBSTÂNCIAS CORROSIVAS?			x		
		N) H ₂ S?		X			
		0) VACU07		-	X		13
PROJETO?	EFUNÇO ES	STRUTURAL FOI PROJETADA SEGI	JINDO AS EXIGENCIAS DA NORMA DE	X			
4 A ESPECIFICAÇÃO DO P	ROCEDIME	NTO DE SOLDAGEM FOI DESENVOL	VIDA CONFORME ESTA NORMA?	×		-	
5 A ÁREA A SER SOL INTERFERÊNCIA COM IMPERFEIÇÕES METAL	DADA FOI M SOLDAS .URGICAS?	INSPECIONADA VISUALMENTE E EXISTENTES, DUPLA LAMINAÇ	COM US, QUANTO À ESPESSURA, ÃO, ATAQUE POR H ₂ OU OUTRAS	x			
6 FOI FORNECIDO LAUDO	POR ESCR	ITO POR ÓRGÃO RESPONSÁVEL PE	LA INSPEÇÃO DE EQUIPAMENTOS?	x			
7 SE ENCONTRADAS DES DETERMINAR SE E CO	CONTINUE MO SE DEV	ADES OU DEFEITOS, FOI FEITA UM E PROSSEGUIR O SERVIÇO?	A ANÁLISE TÉCNICA ABRANGENTE PARA				x
		A) FOI FEITA UMA ANÁLISE DE CRI	TICIDADE DO DEFEITO?				x
8 CASO POSITIVO:	3	B) O DEFEITO APRESENTA A INSTAVELMENTE COM A PRESS	LGUM RISCO DE SE PROPAGAR AO EXISTENTE?			2	x
	1	C) É NECESSÁRIA ALGUMA REDU DEFEITO?	ÇÃO DE PRESSÃO EM FUNÇÃO DESTE	8 3			x
9 FOI IDENTIFICADO O MA O REFORÇO ESTRUTUR	ATERIAL DA VAL (DC)7	TUBULAÇÃO OU EQUIPAMENTO E	SE É COMPATÍVEL COM A CONEXÃO OU	x			
10 A DISTÂNCIA MÍNIMA D	OS PONTO	S ONDE SE REALIZA OS TRABALHOS	DE SOLDAGEM ATENDE ESTA NORMA?	x			
11 FORAM PROVIDENCIAL	DOS EQUIP/	MENTOS DE COMBATE A INCÊNDIO	ADEQUADOS?	х			
12 FORAM PROVIDENCIAL	DOS OS EPI	APROPRIADOS PARA TODOS QUE	TRABALHAM NA ÅREA?	x			
13 A ÁREA A SER SOLDA TUBULAÇÃO OU EQUIP	ADA ESTÁ L	OCALIZADA ABAIXO DO NÍVEL DE L O QUAL TENHA SIDO DETERMINADA	IQUIDO DO EQUIPAMENTO OU EM UMA A VAZÃO?	x			
14 A ÁREA DO SERVIÇO F	OIDEVIDAN	ENTE ISOLADA E PREVISTAS ROTA	S DE EMERGÊNCIA?	x			
15 EXISTE ÁREA DE ACES	SO SUFICIE	INTE PARA SITUAÇÕES DE EMERGÊ	NCIA?	x			
16 O PESSOAL FOI TREIN	ADO PARA I	MPLEMENTAR O PROCEDIMENTO D	E EMERGÊNCIA?	x			
17 OS TRABALHOS SÃO E	XECUTADO	S EM PONTOS PERMITIDOS CONFO	RME PROJETO DO EQUIPAMENTO?	x			
18 O PROCEDIMENTO DE	SOLDAGEN	A SER EMPREGADO FOI QUALIFICA	DO POR ESTA NORMA?	x			100
19 OS SOLDADORES SÃO SER UTILIZADO?	QUALIFICA	ADOS E TREINADOS PARA O PROCI	EDIMENTO DE SOLDAGEM APROVADO A	x			
20 FOI EXIGIDO UM PRÉ EXIGÊNCIA DO PROCE	-AQUECIME	ENTO DA ÁREA DE SOLDAGEM P. DE SOLDAGEM SELECIONADO?	ARA REMOÇÃO DE UMBADE OU POR	x			
AS INFORMAÇÕES DESTE DO	CUMENTO SA	O PROPRIEDADE DA PETROBRAS, SENDO	PROIBIDA A UTILIZAÇÃO FORA DA SUA FINALIDA	EDE.		-	
FORMALÁRIO PERSENCENTE	A NORMA PET	TROBRAS N-2163 REV. F ANEXO D - FOUR	A (1/02)			-	

	FOLHA DE DADOS				REV	62		
State State	OLEODUTO 14" F	AL / TNC		FCR.HA	2 de	2		
PETROBRAS	TITULO: LISTA DE VERIFICAÇÃO DE SOLDAGEM EM	PARA OS SERVIÇO	S	21/01/2016				
	TUBULAÇÃO OU DU	TO EM OPERAÇÃO	SIM	NÃO	RESP.	N/A		
21 HÁ NECESSIDADE I	E REDUÇÃO DA PRESSÃO EM FUNÇÃO DA PRESEN	CA DE DEFEITO?	x					
2 A ESPESSURA DE F	AREDE DO EQUIPAMENTO OU TUBULAÇÃO OFEREC	E RISCO DE PERFURAÇÃO?		x				
3 FOI VERIFICADA A A	FERIÇÃO DAS MÁQUINAS DE SOLDAGEM?		x					
24 O PESSOAL DA EQ CARGA	uipe de Solda é qualificado e treinado par	A SERVIÇOS DE SOLDAGEM EM	x					
						_		
			-	+		-		
			-	-	-			
			_					
9786.29.1 985.300.5	2485239 IS- 2485239 IS- 2410520 J	ssod Hot	/	430	4717	3		
AS INFORMAÇÕES DESTE	DOCUMENTO SÃO PROPRIEDADE DA PETROBRAS, SENDO PI	ROIBIDA A UTILIZAÇÃO FORA DA BUA F	INALIDA	DE.				

Anexo 6 – Inspeção Final – END's.

6.	DECIOT			-	Nº Relatorio:	PM-VIC-ES-001/16
VICTORIA	PARTIC	ULA M	AGNET	ICA	DATA: 29/01	/2016 Pág.: 1/1
CLIENTE: Petrobras S.A				co	NTRATO:	4600400601
EQUIPAMENTO / LINHA: Olecoluto 1	(FALKING) - Duple	a calha		нос	OMETRO:	84.784 m / Ponto 3
ORMA DE REFERÊNCIA: N-1598	PROCED	IMENTO:	VIC-PM-0	I REVIS	A07-7	10
APARELHO: Yok: - Nº 235011 TÉC. MAGNETIZAÇÃO: Continue CORRENTE: Alternada	PARTICULA M [x] COLORID [] FLUORESC	IAGNÉTIC: A CENTE	VIA DO E	NSAIO A DA	METAL DE B METAL DE A ESPESSURA:	ASE: APLIL NO DIÇÂQ: N/A 9.5 mm
SOLDA/PECA		YUNG	DESCONT	INUIDAD	ES	OBSERVAÇÕES
	- MC	100	COIA	COMPA	LAUDO	
1 & L18 - Juntas longitudinais					A	
2 a CB - Sumas Grounerenciare					-	
			-	-	-	
Croonit	And Division in which the				10 - C - C - C	
				~		
OBS: Foi restizado e essato de PM nas jantas lo	ngila dinde e circusferm	relatis das dup			wssecond	
EGENDA			la-callou e at	lo foi casais	itada a presença i	ie trimen.
A- Aprovado 8- Reprovido REC:- Reconstrutação do ovoroe complem	TL- Trisc TT- Trisc TR- TR- TR- Lites FF- Felta	a longitadina a transvecsal s ramiticada de fuato	la-callou e el	lo foi caunta	FP- Falta de pe MO- Morsieña 62º fietropolig PO- Poro ou pe	te trisuas. nemação n. 60 rostidade
A- Aptroido B- Reptovido REZ - Reconstruiques de evene compiens ASS	TL- Trisse TT- Trisse TT- Trisse FF- Falla RNSPETOR	s longitadina a transversal s ramittasés de fuado	la-calitas e ni	to foi coanta	FP- Faita de pe MG- Moriecka BF fichtrepolig PO- Poro ou pe	te trisus. nemação na fo rosidade NTE / PISCALEZAÇÃO
t- Aptovado L- Reprovado ISS ISS IENTIFICAÇÃO	TL- Trisc TT- Trisc TT- Trisc TR- Trisc FF- Pala FF- Pala RNSPETOR FF- Pala RNSPETOR FF- Pala RNSPETOR FF- Pala RNSPETOR	n longitadina a transversal s ramificada de fuaño	la -calibus e si		FP- Faita de pe MO- Morsiena 8P fiotreposig PO- Poro ou pe a.sss INENTIFICACA Jost Jes Eng, t Ou Manufaci	te trisuas. nemação n. 60 muidade NTE / PECALIZAÇÃO UUU 0 forme N. de Oliveira la Equipamentos ES/APMP/MI OSCO-(/CELPE PEND

6.	DEVOIST	RODE	ENG AR	NDF	Nº Balaterius	PM-V8C-ES-002.16
VICTURIA	PARTIC	ULA M	AGNET	ICA	DATA: 300	2016 Pig: 1/1
LIENTE: Petrobras S A				_ cc	INTRATO:	10000400001
OUTPAMENTO / LINHA: Oluoduto 1-4" (F	AL + TNC) - Du	pia calha		HO	OMETRO	84.784 m / Ponto 3
ORMA DE REFERÊNCIA N-1558	PROCEE	IMPONTO	VICIPALI	I REVIS	80.J	Providence and
PARELHO: Yoke - N° 233011 EC. MAGNETTZAÇÃO: Continus URRENTE: Alternale	PARTICULA 5 * COLORII FLEORES	AAGNÉTIC M CENTE	VIA DO SEC	ENSARO DA IDA	METAL DE B METAL DE A ESPESSURA:	ASE: APER SIS DIÇÃO: N/A 0,5 mm
SOLDATEGA	6.4	1100	DESCONT COTA	DNUIDAD Leviseur	03 1 1 41 1945	OBSERVAÇÕE
ananal Inder	2	110.0	1.47.6.4	C. Sectores	1,14,1997	
19 - Junta longitudinei	- Commence		here and	in the second se	<u>.</u>	
2. Aurila longitudinal			Attest.	Annie	A	
2 - Auta pontudical						
10 - Junta circunferenciai		and the second	Contraction of Contra	and the second		-
11 - Junta circumenencial			E	-	<u><u><u>a</u></u></u>	
12 - Junta circunferencial	and the second second				A	
~	Converting of			1900		
			_	-		
			-	-		
	-	-				
		San				
	-		-			
				Station Company	1921	
		1.000				
						-
						and the second sec
	<u> </u>	~				
BES. Fol realizade a consiste de FM nae Jaarlae keegend EGENDA	luire donafero	niats das dag	n rafhin e a	de fei consta	fads a generaça d	1117C.8.
o Aprovado E- Regionado 1882: Hosseneridação de osamo somplementar	TL-Tone TT-Trine TB-Trine FF-Falla	a longinadiou a trazoversal a remiticada de fasilo	S		FP-Falta de per MO-Montacion SP-Sobreposici PO-Pontos ap	ntxişilə o textifadə
- P	SPETCH				400	TRATING ALL ALC AU-
. I	Q					4141
Ellas Ferre fra Insp. de End. 5NO EVS-LP-PN-NE - Teo CREA-ES 08131	de Lima C-98373 Necôrica 16729-6				userneicaeteo José Jeffer Eng. de UO-E	aan M. de Oliveira Equipamentos E/APNP/MI
					2000 Car 51	629-170328-98-25368

G.	DECIS	mo pr	ENEXTO	N INF	N? Refatorio:	PM-VK-05-002/14		
VICTORIA	PARTIC	CULA M	AGNET	ICA	DATA: 05/02/2016 Pag.: 1/1.			
CLADATE: Performe S.A			_	CC	NTRATO	1000100001		
EQUIPARENTO J LINHA: Oleoduto 1.4*	(FAL = TNC) - Du	phi taiha		HO	ометио-	84.784 m.CPonto 3		
ORMA DE REFERÊNCIA: N-1598	PROCES	OWENED	VICTOR	I REVIS	20.2			
PARELINE Your-SP235011	PARTICULA 2	MAGNÉTIC	VIA DO F	INSAID-	METAL DE I	ASELANDE DET		
EC. MAGNETIZAÇÃO: Continua TORRENTII: Altatuda	1 +1 COLORD	DA CENTE	1 SEC 1.4 LONG	А 10А	METAL DE A ESPESSERA	DICÃO: N/A R.f.mm		
SOLDAPEÇA		TIMA	DESCONT	INCIDAD	ES	OBSERVACOE		
		1000	LOTA	COMPS.	1.40002			
73 - Junta langitudical		(And Address of Co.			- A			
24 - Junta longitudinal			+++++++		- X			
25 - Junta longitudical	interes.	and the second	annun	ineres in	<u>:A</u>			
Ar - Anda tenghatenar		in a second	and the second	beauties	<u></u>			
22 - Austra Long Estantia	201000	deserved.		hereet.	A			
- Junta lonotucknii					<u>^</u>			
38 - Junta longitudinal		and the second second		Concerning and	X			
81 - Austa longitudinal		(analytical)		LABORER	Å			
32 - Junta tongitudinal								
20 - Junta longstadinat		in the second	lemma	inenest.	ă.			
24 - Autha longitudinal				Income of	A	A second second		
25 - Junta Kenghadinai		And Street, or	Arrente	10444314				
29 - 2016 Brightsbill 17 - Berla Interfeliet	- Internet	10-10-10-0	1-1-1-1-1-	Here is a	<u>A</u>			
38 - Junta Innoitactinal		Internet al		100000		-		
39 - Junta Ionoludinal								
13 - JUNI GROBERNSIA				Constant of Constant	X			
14 - Junta circularencial	C (marked)			Minister Co.	A			
16 - Junta skoulerensiai		territer -	-		A			
16 - Junta circuferiencial		increased in	arrester ?.	minin	A			
17 - Junta carcuterencial					<u>A</u>			
16 - Junta cinculemenar			arrent	transa	A			
20 - austa carculerensia		TRANSPORT OF	and all	Laurant.				
Into - and the calculation room				10111010				
			-	-	-			
DBS: Fet restleado o consto de PM mai jantas langt	tediesk e sircarfets	estain Dir Aug	de-culture of	ile fei ceneti	cata a processa i	b Handa.		
.EGENDA 4- Aprovada 4- Reprovado 0 C- Reconverdição de oxaito complement 0 C- Reconverdição de oxaito complement	TL- Triss TT- Triss TB- Triss TB- Triss FF- Edg OSPETON	sa longitudin di tumi versa sa rarat ficada . On funio	4		PP-Paka da pa MO-Mordona SP-Sotreping PD-Pino na pi FDI	nerração a do do novidade NTE (1980) (AEA) (AEA)		
newroneweto Elias Fer Inep. de En	Teira de Lima				ASS June verse Ar Ar Jost Jeffs Eng. 6	rean M. de Oliveira		
EVELP-PM CREA-E	8961395720-8				DO- Maricale 9	EG/APMF/MI 2009-1/0888-287590		

VIETUDIA	REGIS	ERO DE	ENSAIG	DE	N* Relaterie	954-5/9C-428007/16	
Tankinkar menerikan	TAKIN	SULSE DI	10001	a.n	DATA: 05/02/2016 Pig.: 1/1		
CLIENTE: Patroleos 8.A					STRATE:	4000400001	
CONSCIENCE AND A CONSTRUCTION CONSCIENCE AND A CONSTRUCT AND A CONSTR			HO	обметно:	64.264 m / Popie 3		
VORMA DE REFERÊNCIA: N-1598	Innocu	INTENTO-	WW. PAL	i Barvis	λn.τ		
APAREL BOILVILLE, Nº 20500	PARTICULO	all and the second second	AVIA DOL	INSAM'S	NUT ST. DV H	ARE and a way	
IEC. MAGNETIZAÇÃO: Continua MERENTE / Abranda	1 +1 COLORO 1 1 FC 00005	RA REPORTE		A Ba	METAL DE A ESPESSUDA	DOCACE NOS 0.5 mm	
SOLDA/PECA		T mente	DESCON	INUIDAD	4.S	ORSERVACINE	
	- M.	neo	COTA	COMPLETE	LAUDO		
46 - Junta longitudinal			in the second se				
41 - Junta longitudinal		and the second	tobal dates	indiana.	A		
42 - Junta longitudinal	interest.		interaction (- A		
12. Janie langitudinol		STREET,	(anning)	interest (Â.		
44 Junta longitudinal		and the second second			A		
45 Junta longitudinat		area and	Contraction (diamate	A		
46 - Junta longitudinal			Concernant, 1	distant	<u> </u>	-	
 Search torgetuerten Aurors ingenit official 	-3000032	222220444	Incontrast.	distant.	<u>N</u>	10	
ere - carna tangatarian 20. harta berahadiyat				Contraction (<u> </u>		
50 - Junta longiturinai		and the second s	Construction (provide and the second	18. 1		
51 - Junta konstitutioni					2-		
52 - Junta longitudinal		Contraction of	Laure .	C. C. C.	- A		
53 - Junta longitutinai					A		
21 - Junta directerencial		1		1	A		
22 - Junto circuferencial		And Address	Chanken.	Louise Lan.	A		
23 - Junta circuferencial							
24 - Junta circuferencial		annen .	Sillion .		A		
25 - Junta circuferencial			-		A		
		1951 A 1971 198					
		_		_			
			-	-			
		-		-	-		
			-	1			
			-	The second second			
						-	
					~		
BBS: Foi realtada o cinaia de PM azo jantas liceg	Andinalse Grendere	schin dan shap	lá-calhas a re	in fai canati	dada á proisega d	le trianat.	
EGENDA	1051403	NO. DISS.	7	_	7.539 C	93.9	
i- Aprovado 1- Reperivado 1932 - Recoinciscingão die una ine complianaer	TL Trin TT Trin tat TB-Trin	a longitudire a transversel a cornificaela			FP- Falla de pa MU- Mordeska NP- Sebropose	netraçilər B İo	
	PF- Fully Deservice	or main			POP PORCE IN	mariala la companya de la companya d	
ss I	Ø				No fu	UUUK	
Elias Ferrel Inte, de Erd, S CVS (-Productor CREA-ES 06	ra de Lima NGC - 08373 Tés. Nocénica 1395720-8				IDENTIFICATION JORE Jell Eng UC Restricts	Espan H. de Oliveire de Equipamentos - 88 / APMP / MI 97809-1/CRM-70 7590	
ATA: NO	2011		_		DATA 2	511312014	

VIETURIA	REGIS' PARTI	FRO DE CULA M	ENSAIC AGNET	DE ICA	Nº Belatorio:	PM-VIC-ES 0001
OLEWIN Petroleurs 2.4				1	DALA: 050	anociocecu
		07722111		- M	ATTRATO.	4003400001
CORPAMENTO / LINHA: CIESOUS 14	D-AL & TACL-DL	ipla calita		HO	DOMETRO:	84.714 m 2 Ponto
NORMA DE REFERÊNCIA: N-1500	рносаа	HMENTO:	VIC-PM-0	1 I.S.Vis	AQT	
APARELIIO: Yokz - Nº 235011 TIOC: MAGNETIZAÇÃO: Controna CORRENTE: Absenuía	PARTICULA 1 1 x1 COLORI 1 1 FEP2082	MAGNETIC DA BERTER	2 VIA DO 1 SEC 0.56	ONSAJO A IDA	METAL DE B MUTAL DE A ESPEZIURA:	ASE) and as DICAD: N/A 0,5 mm
SOLDAPECA		1	DESCONT	UNUDAE	ES.	ORSERVAÇÕI
	- A.	100	LUMA	COMPR.	LABDO	
54 - Junta longitudinal		territer :	interest of	Same in	- A	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·
.85 - Junia longitudinel	COLUMN.				A	
.55 - Junta longitudinal	. Hereite	in manines	manager in	innine	A	
ar - Junia langitudinal					A	1
.59 - Juma longitudinai		Contractory.	AND DO DO	ACCURATE	. A	-
04 Lotte data forgetational						
226 - Junia circaferenciai			1	and the second s		
C27 - Junta circuforencial			-			
228 - Junite circulferencial				and the second second	A	-
C29 - Jonta circurerencial			-			
C30 - Junta circuferenciat		and and	And design	and an and	A	
C31 - Junta cárceferencial		Section 21			A	
	_	-				
	and the second se	-				
		-	1			
	_			-		
			1			1
OBS: Tei craticado o senado de IPM nas juertas lleng	tediusis e circustere	ncinds das das	to californ v ri	do foi coart	natu a promoça d	e these.
OBS: Tel realizado o ortanio de PM eses portes trang LECENDA A- Agreerado R- Reperovado REC - Nicomenadação de cuarte coreplement	tedhusi eciryatkry TI, Tás TI- Uas Ma TR- Fals	neinin dar dap	da cathar e si	do bié canart	rada a promoça d HP- Palta de por MUL-Morelector RP- Demography PC- Promoção	e ti lacat. atrașile la producte
OBS: Tel realizado o ornado de PM eses portes trang LECENDA A- Agroceado R- Neptrovalo REC Nicosmentingilo de cuartic coreplearant	TIL Tris TIL Tris TI-Us	neinin dar dap neinin dar dap in kongitacilira in turn vertrada a turn vertrada in turnika	As cathar y si d	do bií cann	rada a promoça d FP- Palta de por NUL- Mordedon RU- Promoções RU- Promoções Atari	e thise as. artração te madade transfer Actividação
OBS: Tel realizado o estado de PM com portas llong A- Agrovado R- Repervado REC- Necomentação de estarse coropleman USS DESTRUCIÇÃO Elfaco Ferr Imp. do End EVE-L Panalo EVE-L Panalo	TIL Triss TI- Triss TI- Diss TI- Diss T	a kogitofia a tongitofia a tunikada de tunika	As cathor v ri	do bil caurt	HP. Falta de par 100 Merdedan SP. Solenpos d RO-Finn ou ju RO-Finn ou ju	entação arração terroração de la composição de la composição br>de la composição de la composição de la composição de la composição de la composição de la composi

6.	DECIS	monr	ENGATO	UDE	N ⁴ Relatorio: PM-VIC-ES- 004/16			
VICTURIA	PARTIC	CULA M	AGNET	ICA	DATA: 03/02	1/2016 Pág.: 1/1		
CLIENTE: Petrobras 5.A				CC	NTRATO:	4600400601		
EQUIPAMENTO / LINHA: Oleodote 14"	(FAL x TNC)			но	ÓWETRO:	60.064 m / Ponto 3		
ORMA DE REFERÊNCIA: N-1591	PROCVE	MENTO:	VIC-PM-	H REVIS	ÃØ-7			
APARELHO: Yoke - Nº 235011	PARTICULA A	MAGNÉTIC	IVIA DO I	UNSAID	METAL DE B	ASE: APISE SHI		
EC. MAGNETIZAÇÃO: Comma	1 VI COLORI	0A	I I SEL	A	METAL DE A	DICAU: N/A		
ORRENTE: Alternada	FLUORES	CENTE	[s] 0M	IDA.	ESPESSURA:	9,5 mm		
SOLDAPEÇA	N.*	TIPO	COTA	COMPR	LAUDO	OBSERVAÇÕE		
		and the second	and the second second	100000.00				
103 - Junta circumterencial					A	-		
		-		-				
Crissonla			12.5	-	10.1 (C)			
				~				
OBS								
Foi realizado e emaio de PM na junta circon CEGENDA A- Aprovado R- Reprovado RFC- Necemendação de exame completom	forencial jà esistente TL- Trins TV- Trins Iar TR- Trins FS- Paine	a longitudine a longitudine a transversal a ramificade ude fasile	1 S4" FAL X	TNC e não f	oi constatada a pr FP- Fulta de per MO- Memiatan SP- Sofre au nor	mença du tritocas. Intração No Formadade		
	INSPETDIA		_		cuio	VTE / FISCALIZAÇÃO		
	3				ASS	un		
Ellas Ferreira Inst. de End. SNO EVS. (F. P. M. H. T. H. CREA. F. T. H.	de Lina C-08373 Mecánica				Destruction José Jeffer Bag. de UO-8 Worksie Wi	son M. de Offseira Equipumentos S/APMF/MI NP+1/CREs-9675290		
NATA: 06.02.	0/20-6				DATA: 23	3/02/2016		

VIC	A				Rei	latórik	O de Ensaio Não Destrutivo O de Ensaio Não Destrutivo ULTRASSOM Odra 07000 Inspepilo de Soldas Folta M ^a 01 de					- N* /16 2/16 de 10	
Clents	PETRO	BRAS	_	_	-	Obrak	Contrator 2	200 0000	01.112	-	_		
Area:	Earyu	o-es		_	_	Equip	amento:	Clobel	10 14° - V	AL/THC	_		
Nodômetro:		kurs	54,764 (n -	-	Deser	iho:	NVA.	-	Contract of the local data	-	_	_
Norme de R	eferênci	in: Alli	41 001.4		_		and the second se	and designed	F	to the family	vio: Vic-	In the second	av 2
Aparetho:	EPOC	1 000	and a second		I this	co de F	Seferencia:	VIOSBI	-				
Certificado -	dia Apan	shot.	Mit 00-1	14.	Cen	Grade	do Simer-	1944-0		Acopla	interi.	WETT.	
Metal de Ad	ição:	E 701	6		Mate	d de Eb	the first	APIE	X 65	Esonnia	1011	la fartanti	-
Cabeçotes I	Julizado	6		_					1. Contraction				
Pos / Cab	eçole	SE	MONO	45*	60*	10	1		2000	No. of the			
Latio	κ	1.	1.1.4		- E	×.	1						
- Leite	V	1.1	-		1	10	1						
No. of Concession, name													
	Survey of the second												
		The second				1.00		1.14	Sec. 1	A. A.	A State		
			- Stationers			1		1	- Ballers	ROM.	in the second	14	
	_			- Andrewson -	in the second				1	-		1.1	
						-			10-2	the beauties			
_		_			_				_	_			
TIPO	FARM	CANTE	WORD	0.0	Nº OF	e selves	DMINIAG	ANSING	Princous	NOW MICH	Contraction of	GAMING	s
	1.125.14	1000			1.1		100 C	MEAL.	Crease 19	TAD AGAINS	- 6P	C PT	30
N	* ingent	they we	MERE-	6491	- 6	KNOK	19700	- F			12.8	- Ø -	17.87.80
- 507	- 20	steel:	13244	-60	8	12.003	84	- 68			48	1	. 82
70	<u>- Sen</u>	their	25244	601. ·	<u> </u>	1211		70	1. 14	_	- 92	4	W.,
_	_		1.1						-	_	-	-	
Soldin 17	No.	1.1.1.1		11 mg		12 01	Onecominant	lade	1000	100	1	-	
		N.	Caller	140	me	Local	Carrige	Prof	P8	Postção	Latedo	Tipo	Obs.
Panto 1	- 02	1.14				100		-	-		A		
Ponto 1	- C3										A		
Ponto 1	1,14	1		1	-			-	1.1		A		
P Dritto 1	- 6.0	-		-	÷	5.45			1.1		A		
Pipeter 1	392	-	-		_	1.00					. A	14-	-
Piprito 1	10.0	1.1		-	_				1.1		. A		
Pionito 1	- 68				-						. A .	2.4	-
Ponto F	- CB	-			-					1.1	. A	1.1	
Panto 1-	1000	-	-	-	-			1.0	-	27	A	1.0	
Panto 1-	1140	1.2	-		-			-	1.4	1.14	A	1.0	
P0200 1 -	Ser.	in the second		-	-				1.1	2.4	A	-	_
PORIO 1	Call B	1.00		-	_	1.00		•		1.1.1	A.	14	
OBS - Insp OUD	nção rea r de 14" F	AL X TI	nes volas VC;	es Tone	pludin	eis e ci	nurfirinca	ia de dupi	a ceiha:		A		
agenda	_			_	_	_				_			_
A - aprovado	1						The Trines	handhistory	1		FO COM	للتجاديها	denier
R - Reproved	10						TT - Trinca I	Transfer where a			167 . Involu	andre ste	ran reketa
REC - Record	mindada	0.00.00	ante com	inter-	intain'		FF., Falls d	a timão			D(1) - Dee	normal suit	and the second
a strange a strange		-		in the late		-		the Frank Stor	_	1		to on po	real and the
NUMBER	_	_	_	LUN.	POEDLY	e De O	NALIDADE.			CLIENTE		_	_
neternal and	_	-	_	Asin	et ara		fre	_	_	Assistant		_	_
	100	-					(1)			1 1 11	11/100	1	
Dentheaple	Tel	2.0		Identi	Report	0		_		linteret to a		-	_
Wate	Alcolo Der Na Gusto - GARSZ 1	ns Buer Inde Vid - SHIGC	10 13dm -04317		6	Apentir I.e., Proj US	COS SUNIOS Centri a Mar ESWINATION	Definite.		José Eu	de Bau lo-ES/A	M. de O. Disente Disente Disente	lvetra tos
We STREAM	_	_		Cene	_		ar-001200-1			Bate Core	ille CARGONI H II	UCRA-N	2030
and the second se		_		and the second second						A CONTRACT OF A	SHE STREET LY SHEAR OF SHEAR		

VIC	A	ÎR	A		Re	atórk	de Ensai ULTRA Inspeção (io Nilio D SSOM Ili Soldas	estruti	Ivo Retatório Nº MB 004/18 Data 97/70/1 Folta Nº 83 an			
Cliente:	PETHO	REAL OF	_		_	Obrail	Sustaine 7	UNI DINISI	21 21 2				in a serie
Area:	PAPAJ	0-65		_	-	Equip	amento;	Cleocha	0 14	AL / TNC	_	_	_
Hodometro.	1	kern.	64.764n	1	_	Depen	he:	NA	-			1-1-1-1	_
Norma de R	ateningi	a: ASA	1E 831.4		and the	Constraint of the		and the second s	E P	inconfigura	tio: VPS	10.001	See 2
Aparelho:	EPOC	1600			Tillo	oo de F	Seferência:	Vi casi					
Certificado (56 Apan	elho:	MB 901	14	Cer	theads	a do Bloca:	1304-0		I Aceph	inter in	METIL	_
Metal de Ad	ição:	1000	1		Mats	d de Bi	2001	APTE	X 65	Espensi	ATTN:	9.5mm	
Cabogutan I	Jtilinatio	6							10.00	and the second second			
Pos / Cab	eçote	BE :	MONO	45"	60*	70	1		2000	and the second second			
Lots	A	X	-		K.	. 18	1						
Ladio -	ŧ	- X -		1.4.2	1	X	1						
	-		_										
-	- 3				-		1	1.48	Sec. 1	6 K.	Late 1		
			the second se	_				1		\$C)#-		1.1	
				and the second second	-			1.00	1	withow .		1.000	
	_					-	1			-adain the			
	T TOTAL				1								
199	PARE	CANTE	MOID	ni D	N 01	C TRANS	DIMENSAG	ANGULO.	PRESSE	NOA (MRZ)	in second	GAMIC	0
	- Contraction	and bridges	Land		-	-		COURS -	1000	and the second second	GP	PT	190
10	- Postario		in the second se			and the second s	15.000		-		-67.8		61.6
10	10.00		100.00		1 1	and the second s	200	and the second second				3	52
14	-		100,00	- 10 ⁻		10/17	100	11				- 4	- 57
		-		-	h	-	ALC: NO.	and the		_	-	-	-
BoldsrP	Terça :	No.	Caboo	100		I could	Comment	Terret	1.00	Contraction of the	1	-	-
Perm 1	0.15	1	COLUMN .	- Shap	and a	L. C. Margers	C.Amagor	1-100	1.0	Printing and	Landas	TIPO 1	0.04
Ponto 1	C16			-	-				1		- A		
Fonia 1	617			1					-		-		1. 1.
Ponto 1.	C18	-	1					-		-		-	
Ponto 1	C19	1.4								-	A		1000
Ponia 1 -	C20	1.4				1.00	- Sec. 1		1000	-	A	-	
Ponto 1-	CH									1.1.1	A	1.4	
Ponto 1-	0.22	1.4.1.1						and the second	141		A	-	1.1.1
Poolo 1	623		-	-					-	-	A	1.00	
Poolo 1	624		-		-	1.00		Charles St.	1.1.1		A	1.00	
Ponta 1	C25	-	×						1.42		A	1.00	
Ponta 1-	C26	10.000				1.00	1.			1.24	A. 1		1000
Ponto 1 -	-C37	1.4	1.200	1.1.1	12.00	1.1		1. ar 1.			A	1.00	1.00
OBS.: - Insp - Duto	reção nel L de 14" P	ALX T	nas soliā NC:	as long	jõulle	an + c	rounferencia	ils de dupi	a:				
A approval	10						The Trans	namit with			201 C-4	in the sec	and the second
R - Revenue	10						TT . Trings	total and the			The second	ander die	internação d
REC - Reew	ngintar-A	o de ev	ame cov	inter-	and an		FE., Falte 4	e arreverse in fuelle			DOL D-	and the second	encorne.
	and the second second	1.000		1000			1 1 - I menuel to	Se Longrady -		1000	1.74 - 1.24	record for	ALCONTRACTOR.
INSPETOR	_	_		CON	ROL	E DE G	UALICIALI			CLIENCE	3		_
ASSINGUE	_	100	-	Assist	stura		<u> </u>			Massingler	No. of Street	-	_
a sector sector		Contra la		1			MU			MAG	FUR	la -	
Identificação	1	12		identi	feach	0			C Development of the second seco				_
Nino US-NG	Aurora De Qualita	ini Guerra Iada Ind I BNQC	Little .04317	Gilconiv dos Santos Lilli Gilconiv dos Santos Lilli Las Ped Cores, publicatione Des Ped Cores, publicatione Des Ped Cores, publicatione					n M. de (olpane Apareza	Xiveira ntos			
Den 07/00/11				Date			Load - State Party			Date Million	AL STREET	1.CERAS	
second				A PROPERTY.		1.15	Contraction of the local division of the loc			AND REAL PROPERTY.	A STOLEN AND A STOLEN A	a second second	and the second sec

VIC	A	Relatório de Ensalo Não Destrutivo B ULTRASSOM Inspeção de Soldas Fol						telwaria 48 004 da: 078 ha Nº 03	2 N° /16 /2/16 / de 10				
Cherte:	PETRO	TREAS		_	10	in the second	inetester 7	and reside	11111				_
Area:	ENFIL	0.68	and the second second	_	E	U LUD	amente:	Cincelat	p 14 - F	AL 7THC		_	_
Hodometro		km	64 784n	0	0	e Saint	ha:	NIA		10111110	_	_	_
Norma de R	ofveteral	a: ASA	AE 831 A			-			P	ocatima	Mar VIC.	110.000	Rev 3
Aparelhor	EPOCI	H 600			Bieco	die F	lafaritocia:	V1 CORI			and the second		
Certificace :	do Apar	niho;	MBcon	114 - 1	Centifi	sade	nio Bloco:	1304-01		Aropia	inter 1	MARTIN.	
Metal de Ad	ição:	E. 701	3	_	Motal c	in Bi	196	API SI	X 65	Espess	APRIL 1	0.5mm	
Cabegotes I	Juliado	6							Vacr	whire			
Pos / Cab	eçobe	32	MONO	48*	60*	70			1000	and a second			
Letis	A	4			1.	00							
Later	0	. X.			1.	10							
Contraction of the local division of the loc	_	-											
	-	-		_		_							
	-	1				_			Ser. 1	6 A.	property.		
-	_			-	_	-		1	a state of the		lend	1 Beer	
		-	_	1.77	in a second			1.10	4-7	- and the	_	1.1.000	
	_	-				No.			- C	1000			
-			1.0	-	Contract of			ANSWED		_		(catero)	
1940	FRAME	COMPLETE:	MORD	ero -	AL DE R	CARE	DPITHUAD	REAL.	PRESIE	NETA (MAZ)	0.8	PT 1	
	Frank	a property in	Mag-	5494	3400		12 000	12	-		82.6	10	17.4
- 101	50%	annes .	1994	140	14-1022	10	84	80			45	- 2	82
198	2 an	diam'r	Dist.A.	4-75 5-6299		the l	10	-		11		87	
	1			-				-	_	-			
Balance Pr	No.	des de la		1.2.1	in the second		The Contraction		1.1.1.2.1.1				_
- Domana / F	and at the second	W.	Cableg	Gan	ho i b	increa	Compr	Peol	24	Posição	Langle	Topsie	Obs.
Ponto 1 -	028	1.040	-	1.0	1.00	-	1.1	10000	1.1	1.121	- A	1.1.1	
Porrio 1	C29	1.41				140.5		5-4-55	141		A	1.00	
Ponto 1-	C30	1.00			_	-	1.14	-			A	1000	
Ponto 2	· CZ	1.4			-			1.00	- 2+3	1.04	A	24.1	10.61
Ponto 3	+ 623			-	-	-				1	- A		10.40
PURE 1	- 1.1	1.5		-	-	÷.,		1.04			A	1.00	11.00
P 00100-3	14	1.1			-			10.960		1.1.1	A	100	
Porter (- 6.0					-		1.14		1.1	. A		
Parity I	- 1.4		+	-	-	-		1.1.4		-	- A	1.41	
Partie 1	1.0	-			-	-			-	1			
Director 1		-			-	-			-	-	A		
Desite 1	110	-	-	-	-	-	-		-		- A		
OBS.: - Inug - Duro	eção rec de14" f	Hzada AL X T	nae sold NC;	as long	totnai		cunfirmola	ia da Oupl	0	-	<u>^</u>		
Legenda								_					
A - aprovido	60 C						TL - Trinca I	including	d		FP - Fat	la de pa	et attained a
R - Reprovad	do l						TT - Trinca (TRANSVERSE			IE - Inch.	nião de	anch in
REC - Recor	nendaçã	ie de ex	ame opin	nplame	mini -		FF - Faits d	e fusão			PO-Po	0.04.00	rosidade
BASSING TOM			_	FOAT	ENTER T	NE /N	IN THE R. LANS			Lets imagine	-		
Asserution	_	_	-	Analyz	thank		02	_		An Internation	à	_	
	~	12-				-	(11)			Contraction of the			_
	-	-	3			-	0	12		V	H II	Δ.	
Rostificação	Safe			dents	ospāo -	_		_	_	Identificing to			
Vide US-NO	harph De rol Guato (SAVE2 1	te Buen Inde Ind - SHQC	e 1.000 -04217		6808 100,	Géognir dos Santos Litto Josè Jefferson M. de OB Teo, Proj. Gosta a Montagente UO-ES / APOP / MI				Oliveira estus MI			
Date Critishe				Dea	_	12	- WARD I	-		Date Mills	He main	th/CREAK	19:15:50
and the second se				and the second s						A REPORT OF TAXABLE			

VIC	-	ÍR	A		Re	latóric	ório de Ensaio Não Destrutivo ULTRASSOM Inspeção de Soldas				D Fa	Terletors MB DO4 eta: 077 ha Nº 04	o Nº 1/16 10/16 10/16
Clienter,	PETRO	-BRAD		-	-	Chran	Spontanto: 2	500 0080v	71.13.7		_	_	
Area:	CAPID	0-65	ALC: NOT BEEN			Equip	amento:	Cleodul	0.14	AL/THE		_	_
Hodómutro		kim	04.704m	1	_	Deser	Page .	MA .		Contraction of the second		-	-
Norma de R	afaranci	a: ASA	1E 8314		11.44				1 1	error outflowing	oto: Vic-	0.00	Nerse T
Aparelhot	EPOC	1600		1	[Blo	co de F	eferincia	V1-0581	ir		and the second second	100.000	
Certificado a	do Apen	ho:	MB OP1	14	Car	fiends	tin Diego:	COMPLEX.		Aronis	erichair -	MITTE.	
Metal de Ad	010:	EXC	l'anna anna anna anna anna anna anna ann		Matu	d dia Ri	A REAL PROPERTY AND INCOME.	A 11 41	X 65.	Famana		To Louis	
Cabecotes I	Nilmide	6			-				ALC: NOT	I make and	01.01.	DOM NOT	
Pos / Cab	ecuta	BE	MONO	452	T 682	70	1		Mars	reisura.			
Later	A	1	- activities	-	1								
Lade				1.0	1	N.							
Survey of the local division of the local di													
	-			-	-	1.000							
	-	-	_	-				1.000	0.000	2.7 ± 2.6	- 6663		
		1	Configuration of the local division of the l	-				1	TI	R-S.	ET.	-	
	_			The second	-			1.	1	N		1.1	
		-			-	-		- Decision	1-			and the second	
				-	-	-	1						
1892	14810	CARTE	MOD	ILD .	NO	. NENE	tanesako	ANDULO	FRECUT	ACTA MICT		GANHO	£
	-		in the second	-	1.1		1.000	HERE.	1.111		110	PT.	00
- 54	- Point	Contrast	MS-		- 5	CIGH .	10/101	0	-		82,8	. 6	87.6
- 10		diant.	THUA	-00		500	1640	- 90	1	-	45	. 2	8.2
	Dure	Alanci	194.44	-10	- 8	1001	hut		-	-			87
Contraction of the local division of	-	-	_	_		_			-	-	-	-	110
Bolda (P	wea:	- and		in the second	(1	Law and	Descontauto	inde 👘		CHANNEL STOR	10 metrics	1.00	
	<u> </u>	N'	Cablec	Gay	tito .	Local	Compr	Pief.	. PS	Possção	Laudo	Tipe .	Obs.
Ponte 1	- LB	1.1	-	-		1.00	2014	10000		1000	A	14	
Ponto 1 -	1,10			1.	_		-	10 CM 11	1.01		. A	-+	1.1
Ponto 3 -	1.11		+	1	_			1550.00	E.+.:	line .	. A	1.00	
PORto 1 -	1.32		-	-				1.00			A	+	1.0
Porto 1-	- NA			-	-	1.4.1.1			- 14.5-		A		
Ponto 1 -	1.14				_						. A.	-+-	1.04
Ponto T-	- 1,12	1.1	+	-				1.1.4.1.1			. A	2.4	1.000
Ponto 1-	-1.10	1.4		1			(M_1)	1.00	1.4	1.00	A		10.00
Porto 1	1.17		-	1	G	100		1.000			A	1.00	
Posto 1	118	1.00		-	1	100					A	1.00	
Pointo 1 -	1.14	1000			_					1.4	A		
Puno 1	1.20	10.00		-	-	140		1.4		1.1	A		
Ponto 1 0955.: - Insp - Deito	eção rea de14" F	ALX T	- nas sold VC;	aù liverg	pluck	alt a C	raunferencia	in de dupi	4.		A	-	
Jegenda I eprovado I Reprovad REC - Report	50 meridaçã	o de ex	ame con	iplem:	entar		TL - Trinca TT - Trinco FF - Fallo d	longitudiru Venaversa e fusiko	u i		FP - Fat IE - Itch PO - Po	la de pe laão de 10 04 po	metraçă escôria rosidad
NUPETOR				CONT	ROL.	bt Q	UAUDADE			CLIENTE	5	_	
Asishigturg				Asses	atura.	100	R			Assister		-	_
		14		1811			11		_		11.111		
والمتحدة الاحتيار		65		the set			<u> </u>	_			- man		
Vino	Ingeno Der	th Blain ada Ind	d Lide Addate	100mb	iceça (Brown dos Sanios Little Jaco Jeffereye V. de Nec. Proj. Gook. v Montager Kog. de Equipase				M. de C Diputzie	Miveira star		
Nation OF ADDAVIE	Constant of	CONTRACTOR OF	1000	Conta-	-		- eestion			Contract Transit Conterna Transit			1500 F

VICTORIA					Relatório de Ensalo Não Destrutivo ULTRASSOM Inspegia de Soldes							Relatorio Nº MB 004/16 Class: 07/02/18 Folha Nº 05 de 10			
Cliente:	PETR	BARRE			-	GENU	Commun: 2	500 00824	11112		-	-	_		
Area: EAPRICES						Equip	amento:	Cleosif	10 14" - F	AL / TNG	_	_			
Hodômetro	lenger Carrie	- N/D	84.794n	8	-	Deser	100	NIA.	12 77			_	-		
Norma de R	afarânci	at 2451	推出的 了。		Sec.		2		1 - P	recedimen	nto: ViC-	USI-00	Rev.2 =		
Aparelho:	EPOC	4 600			10Hos	ro de P	Referêncie:	V1 0381							
Certificado	do Apar	elha;	ME-001	754	Cen	If cade	do Bioco:	1304-0		Acopla	urethic	MITTE			
Metal de Ad	içilici	E705			Meta	il de Si	960	APIS	X 65	Expense	100	B.Smin			
Categores I	/tillgadio	15		_		1			Wast	which	_				
Pos / Cab	NOOTA	SE	MONO	- 65"	60*	70									
Lado	A	1.8	-		.8	. 4									
Late			-	1.00	8	. X									
	-	-	-	-	-										
	-	-		-	-	_		1. Sec. 1.	a contra		an pane				
		-	-		-	-		1.11		6_6	C.T.				
		-		The second	-	-		1		~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~		These			
_	_	-		1.20	12mm	-					-	Train.			
-	_	-			1 - 1				191						
neo	FAIM	CMITE	MOD	no	N. 08	V DE BÊREE CANES		ANGULO	FREQUE	HOA (BHD)	-	GAME	6		
88	Nine 1	Charles !	inter.	B-844	-	201	10			Cold States	104	PT	30		
iter :	lint	(Test)	DARLA.		1.0	NOTO:	No.	101	1	_			47.8		
10	liet	alara -	184.4	11	1	1210	Ref.	100			40		12		
	-			-	-	-					-		84		
					-		Second service	with .	-	_					
Debbs / I	ada.	110	Cathler	Gar	the 1	Local	Carton	Fred	1.00	Desiring 1	I make	Time.	170.00		
Porte 1	1.22	1.1		1.1.1		State!	1000				A	1.00	Contraction.		
Ponto 1	1.23	1.1	13+		-	12 4 12	100		1.10		- A.	1	1.27		
Ponto 1	1.24				1						A	-			
Ponto 1	1.25	1.0							1.14	1.1	A				
Prento 1	120		1.1	1. 1	· · · ·				1.0		- K.	-			
Ponto 1	1.27	1.1	1.14		-			1.00	2.0		A .				
Ponto 1	1.28	1.1	1.1						-	1.1	A				
Ponto 1	1.29				1		1.00		-		. A.	1.4	-		
Ponto 1	1.36	1.7			-	1.4		-	-	1	A	1.4			
Pronto 1	6.31	17.		i internet		1.4					A.	1.4			
-smith 1	6.62	12		1	-	14				1.0	An	1.1.1			
	1.32	1		-	-	1.	-				. A .		1. 1.		
Ditta: - Insp - Dute	eçilia rea det 4" F	AL X T	nas solidi NC;	es liénç	nadn	nin e d	rcurtlerancia	is da dupi	- K						
Jegendia 1 - aprovado 1 - Reprova REC - Recor	io necdaçã	o de ex	ane cor	iplemi	entar		TL - Trince I TT - Trince FF - Falle d	ongitudina Watavansa Is Naséo	()) 1		PP - Pat IE - Inck PO - Po	ta de po mão de ro ou po	notiução escôria rosidade		
NOPETOR CONT					HOU	OF Q	UALICADE		CUENTER						
Assiratura Assira					atturns.		a		Appington						
		25		1000			105		_	11	hermon	0			
den 65 marilie	-		2	irigenet.	No.		- Sale		_	/ success/					
Victor Victor		ni Dum	e Lizia Galerez	-sorrigh	Ģ	CONT C. Proi	dos Santes Sonte Mon	Lima		José Jefferson M. de Oliveira Eng. de Equipamentos					
lata: 00002118	CALCUMP.		- in it	Data	1.65	110	CBMP470	15		Martin States - Constant					
David Contraction (Lines)						-	and the second se	Case Stringers							

VIETURIA					Rei	atóric	o de Ensai ULTRA Inspeção d	Relatório Nº MB 004/16 Dera 07/02/18 Folha Nº (8) de 10					
Gliente	PETRO			-		Obcall	Contrato: 7	100 over 14	01133	-			
Ares:	EAPID	O-ES			_	Equip	amanie:	Clarada	in the state	ALCINC.		_	_
fiedômetro:		km	84.724-1			Deser	ilse:	NA		PIGE 3 TIPECS	_	_	_
Norma de Po	afaritrici	a: ASA	AF BOT A	-					I P	ioned inter	00010403	125.561	Parer 7
Aparelho:	EPOCH	1600		_	Filling	in de F	Seferêncie:	WE COME			TRACT OF FREE	Print Print 1	199.00
Conficado e	56 Apan	that	MB 00/1	/14	Cart	Fonde	de Bloce	1004-0	-	LAnnak	ordan :	Plant.	_
Metal de Ad	içdin:	E 709	and the second second	(m) m) r	Mana	de lla	254	API 5	X 65	Estern	UTO:	U.Seren	_
Cabecetas L	Hillmado				distant of the				1.1	I to a to			
Pos / Cab	ecole	SE	MONO	497	40*3	70	1		AND	ecura.			
Lasto	A.	- 8			K	T.							
Lasto i	Ň	1.10	-		X	1							
Station in the local division in the local d						-							
	There are a second second												
	-							1.04	8	I FE	54918		
			Station .						- Internet	للرجها			
-				The second					.X	N.		1000	
				-	1	CL. Carlos				aller an			
					1	-	5						
inter-			4474874		Luc on	in the second	monto	Abbiato	1			GAMINE	
	- Martin	- and -	100,000	ern.	1.00		TRAFFICACE	REAL .	misor	NOA (HIC)	- 9.0	· pt -]	URC .
86.	Frank	Carries .	Millio-	0404	1.54	004	SD center 1	σ		0	67.6	. 6	12.4
10	5.00	ing .	550.00	1405	1.00	12:00	Bull.	80	1		44		12
. 20	Gara	in the second	SHOW.	1.70	10.4	1000	545	100			4.2	1.1	
		_				_	-		-			100	_
and the second second							Concernation in	1110					_
South 1 P	NCS.	N.	Cabee	64	the 1	Local	Correct	Paul	1 100	Personal I	T. surgices	Time I	Citra.
Pronto 1 -	1.55	1.1				ALC: NOT			1		- and a	1.000	
Pasto 14	138					1.1		-	1				_
Pointo 1	Lar		_			1	1. 1. 10. 11	-	1.1.1	-	- 2	-	
Posto 1	1.28	1.44	-				1		1			-	
Printo 1	1.298	-						_			A	1000	_
Poeto 1	1,46					45.5				1.0	A		_
Ponto 1.	141	1.5						-	-		A		
Ponto 1 -	142	0.000					1 Car 1		100	1.00	A		
Posto 1 -	1.43	1.123					1.1.1		1	-	A	-	
Posto 1 -	L44 :								1		A		
Pontp 1	1.45		+			1.6.31	14.00	_	1	1	A	and and	_
Ponto 1	L46	11.4				4.	1.1		- the last	-	A	-	
Ponto 1 -	1.47	(Namini	-	100		140				1	1 A		
OBB.: - Imip - Duto	eção rea de 14" P	ALX T	NUE DOICE	as long	pludin	ala e di	rcurferencia	iis dai dopi	a;				
Lagenda A - aprovodo R - Reprovod REC - Recor	to nendaçã	o de ex	arrve cover	talente	ettir		TL - Trinca TT - Trinca FF - Falla d	longitudini transvensi e fusão	uí di		FP - Fal IE - Indu PO - Po	la de pe milo de	nistnição escória maidefe
the part of				nout	Distant 2	ne -	Contraction of the	Part and a second second	_	Los per en		a see per	
Lasinetona Augus					and the second	: De O	PACITIAD	_	GLIENTE				
A STORES	_	diam'r		- aparts	anara.		d	_	_	Associa	-	_	
1729-						1	10			Malliner			
Dentificação					logoli	1			-	Line and the second second			
Marge Dense Buerrs Wetter Ooststade Mrt Little UIS-AQ-64/42 1 - DIOC-04317					Gio	nir (10 yang G	is Sontos U anu o Nortal	105 107	José Jefferson M. de Oliveira Eng. de Equipamentos UO-05/APMF/MI				
Des CACONE Des					-		A STATISTICS	_	Date Welderig Wildon Ly Child PE 15/52				

VIETOHIA					Relatório de Ensaio Não Destrutivo Relat ULTRASSOM MB 0 Data 0 Inspeção da Soldas Fotos M								irla N" 04/16 1/60/18 62° de 10	
Chamin ;	PETIN	SERVICE SERVICE	_	_	_	Obrah	Contrate: 2	556 6687-	01.02			-		
Area:	24240	0.53			_	Equip	amento:	Orelda	6 14 - F	AL / THE	_	_		
Hodometro.		. Lin	54.764m	8	-	Deper	he:	NUA						
Norma de R	eferène	a: ASI					Sector Connector		TR	ACCOUNTS OF A	nto: ViC	115-081	See 2	
Aparelho:	EPOC	1.900	2 Carrie		Bio	10 (let)	befordersche:	V10381						
Certificado	de Apar	a hine	NR 601	14	Gart	fficade	o do Illoco:	1104-0	10-00 mg/d	Acopti	nia:	METH	_	
Metal de Ad	1000:	E 701	8		Meta	i de B	000	API 5	X 85	Espess	ure:	9.5mm		
Cabepotes I	Hillends		1045101	0.052	1597				Vaire	a first a	(Paido)	100100		
Pos / Cab	eçobe	SE.	MONO	45'	60*	79	1		A401	ESCATE:				
S. Salar	A	1			1	8								
- Latin	Ð	1.1		11000	1.1	- 20								
	-	100												
	-	-						692	Sec. 1.					
_		1				-		1.00	Sping 1	b = b	- Select			
	_		- and the second diversion of	-		_		1		10°-	heel	17.		
		1	-	1	in.	-		i di kan		and from the	_	2.3		
	_								15		-			
100	TARR	exame :	HIGH	6.6	ie ni		minista	ANOULD	-	urse made	-	Gathere		
		_	_		11 24		- Compilation	REAL	FRENCHE	Louis description	UP.	PT	00	
34	Filled	in the second	MUE	Rati	. 19	004	10 mm	0			17.0	. 0	- WA	
	B) Forumet EXAM			44-00 1-0		1930	- ball	- 90	4		40	. 2	10	
- PI	Tar	after at	1004	4.70	- 1-	CI (1)	- Bull	10	-		10.00	4	10 M	
	-			_	_	_	and the second se	-	_	_	-	the state of the s	-	
5565511	1000	-	(and the second	-			Departments	and a	*******					
Double 1	1.48	N	Catego	Cer.	and -	Local	Compr	Prof	PS	Postpla	Lando	Tipe	Obs.	
Downin 1	1.41			-	-	-	-	+		-	. A		1.14	
Presso 1	1.40	1.00			_	-			-	-	<u> </u>			
Pressio 1.	141	1	-		_	1.000				-	4		1.9	
Posto 1	1.52	-		-					-	-		-		
Posts 1	1.55		1.1	1	-	11			-			-	-	
Prento 1	1.54	1			-	the second second			-	-	1			
Poets 1	1.55	1.1	1		-			1000	1.00					
Porte 1	1.56	1			-	-			-			1.0		
Ports 1	1.57		-		_				-			-	-	
Poeta 1	1.58	1.0	1.1		_			1.00	-		- <u>A</u>	-	-	
Ponto 1-	1.59		-							1.1.2	A	1		
Ponto 1	L00	1.1+1.1				1.18	and the second		1.10		A	-		
068.: • Insp • Dute	eção re de14º P	illandin AL X TI	nas solds NC;	eni lising	fistin	ais e c	roviterancia	iis da dupi	ŵ.					
i i gestiant							11. 18844	and and the second			110 100	in drawn	and and a	
E Beleven	100						TT - Dime-	a or agardust differ Initial discourses			PERSONAL PROPERTY.	m os pe	cerração	
REC. Rame	niaration-R	n de ex	ante com	-	weber.		RE_ Date of	e deserver the			NE - MARK DATA - MARK	100 0001	esconte:	
		- 198 A.		Constraints of the	n I BAL	and proceedings	A RECEIPTION OF THE	n penify	_		PLATED	to ou po	randada	
Nore (UM CON					HOLI	L DE O	NALIDADE	_	CLIENTER					
entration .	_	-		ARRIVE	itum.	_	6		_	Assinsty	P			
ALC: NO						(1) -			11111					
dentificação	1100	2		identif	icaçă.	6	See This			Thermore and the second second				
Marco Devia Suerei Vetorio Gualdade Int. Lida US-Igo 6482 1 - BNGC 04017					GUC	anir di Prot S	os Santos I ante e Morte	jin. por	Joef Jefferson N. de Göveira Eng. de Squipamentos OC-ES/APMP/MI					
Owner STATION				Uwin		100	SALES OF SALES	_	_	Date Matricely Wildow LICELS OF PERIO				
Dee orkoris 0							C CONTRACTOR OF A CONTRACT	Case Cricone						

VICTORIA					Relat	ióric	Relationo N° MEI 004/15 Data 07/02/16 Folka Nº 06 de 10						
Clientle;	PETRO	BRAS	_	-	10	bra/	Contrato: 2	300.00ed	71.13.2	Section 2010			
Area:	E	quip	amento:	Cloodu	to 14" - F	AL/THC		_	_				
ordemotion	10.000	. lom	84.784/	η	D	1541	ho:	N/A					_
iorma de R	elvrénci	a; ASA	AE 801,4	1					P	rocedime	nto: VIC	-US-08	Rev.2
parelho;	EPOCA	4 600			Bloco	de F	beferfingla:	A) 0361					
ertificado	de Apar	siho:	MB CO 1	/14	Gertifi	cado	do Bloca:	1204-0		heoph	an/ta:	MEPTH.	
tecut die Ad	ição:	E 701	8	_	Metal d	te th	126	APIS	X 65	Espess	urit:	0,5mm	
Recotes 1	Jumado	0	-	1 400	6001	14.00			Marr	sidura			
POR/GR	A	- 26	MONO	40'	60.	70							
Lado	8	1:			-	*							
	-	1.2	-		-								
	~												
	-	5						5.04	5	1 2	1abril		
			~			_		-	P	10 B	LT.		
				1						Y		100	
				1		-			1				
-	1		-	-	-		11.000	AMPLED	1		1	Gáster	
	. Freetower	Contra	HOLD.	0.0	W DE S	eren.	CVIIIIIIII	AIDAL.	PROQUE	INCOV (MINUT)	OF.	14	THC .
	tiout	1000	MiGE-	D4H	0430	6	12.000	0	1	i	87.6	a -	87,8
. 07	- Gyr	ditet:	2364	440	6-5290		66	60	1.1.1		40	. 1	92
11	ties	ative) :	1114	4.72	6-325	<u>8</u>	04	10	4	L	87	- 4	- 57
_	_	_		_	_		The second se	-	-	_	-		
Soldia 11	Pilos.		1.4.4			- 16	MISCORDANIE	area .					
Books 7	1.4	.N	Calleo	11.00	in Li	ocal	Compr	Pepf	PS .	Pesição	Lautio	Tipe	Cibe.
Ponto 2	-17	-	-	-	-	-		-			<u>A</u>	-	
Ponto 2	-13			-		-				-	- 1		-
Ponto 2	-14	-	+	-		-		-		-	- 0		-
Panie 2	-1.6	-	+		-	-	1.2	-	111		A		
Poolo 2	-16	-	·			-					A		
Pools 3	- 41	-	1.16			+ 1			-		A		
Ponto 3	-L2		+		0-12	+		1.1		+	A		
and the second s	-		1200		-								
					_	-		-				-	
	-		-	-	-	-	_	-		-	-		-
	_		-	_	-	-		-	-				
Etst.: - Intep - Dute	ieção rea de14" F	Hzada AL x Th	nas sold VC;	as long	itedinais		rcunterlince	ia da skipi	a celha;				
egonda - aprovada - Reprova EC - Recor	r do mendaçã	o de ex	ame opr	nplem	ertar		TL - Trinca TT - Trinca FF - Falta d	kingitudiru Itanoversia e fusão	al.		FP - Fal IE - Inch PO - Po	ta de pe Jaão de ro ou po	netraçã escória rosidad
INSPETOR SCON					ROLED	E O	LIAL IDAPAT	_	CUENTRE.				
Assinsture Assin					stura	-	(G	_	Assingluid				
	5	42 -	_			-	(1)			A.	and the		
					in a start of the	_	0						
Margo Deres Buern Margo Deres Buern Wittong Qualdade Hol Litte					Gilcar Tea.P	ilr m	15 Santos (aris: a Neerla	ATIQ gen	José Jefferson M. de Oliveira Eng. de Equipamentos UD-ES/Abarryur				
the EPODorus				Cata		201-0	1365300-1			Date Marks		-HICKEL	1015210
and the second second		-			Tists: Synamic								

VICTOR	Relatório de Ensalo Não Destr ULTRASSOM Inspeção de Soldas	rutivo Relatório Nº MB 004/16 Data: 07/02/16 Folha Rº 05 de 10
Itente: PETROBRAS	Obra/Contrato: 2300.0082471. Egylgamenta: Cleudyto 14	12 - FAL/TING
odômetro km 5	Cr54m Desembs: N/A Duple-calba - Cleodute 36" Fall + Tef	
Ponto 1 CI		
Panto 1 .2 113/112 113		20 C11 C12
Punta 1 C13	G4 G5 G6	CI7 CI4
128/124	135 137/128 135/130 133/	132
Ponto 1 C19		C23 C24
Ponto 1 CPS	C26 C27 C28	
		Pente 3
SPETCR	CONTROLE DE QUALIDADE	CUENTE.
erithcacko	Hantilicandar	Mandal Ca
Méroto Dentis Buenia Victoria Guatrillada (nd. 1 UIS-ND-64/62, 1 - SNQC-0	nta Olonnir dos Sarsos Linte 1017 Teo Proj. Contr. e Montratan	José Jeffersen N. de Obveira Eng. de Equipamentos OO-ES/APMF/MJ
ta OTIONI	Claim Mark 185700-1	Date MILLINE WINDOW COMES-TO POND







Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro UNIDADE BARRA Av. das Américas, 3.434 Bl 07 Sl 103/104 Barra da Tijuca/RJ

UNIDADE CAXIAS R. Benjamin da Rocha Junior (antiga R. José Pinto), 6 São Bento - Duque de Caxias/RJ

UNIDADE CENTRO Av. Marechal Câmara, 186/ 7º andar Centro/RJ

UNIDADE GÁVEA R. Marquês de São Vicente, 225/ Casa XV Gávea/RJ

Informações: 0800 970 9556 · cce.puc-rio.br