



Universidade Federal De Minas Gerais
Departamento Engenharia Mecânica
Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Soldagem

SOLDAGEM DO AÇO AISI 8630 MODIFICADO

Wilian Paula Coelho
Yuri Rezende Guimarães Nogueira

Belo Horizonte, 2015

Wilian Paula Coelho
Yuri Rezende Guimarães Nogueira

SOLDAGEM DO AÇO AISI 8630 MODIFICADO

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Engenharia de Soldagem da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito para obtenção do título de Especialista em Engenharia de Soldagem.

Área de Concentração: Engenharia de Soldagem

Orientador: Prof. Dr. Paulo José Modenesi

Belo Horizonte

Março de 2015

RESUMO

Aços baixa liga temperados e revenidos são utilizados em diversas aplicações, dentre as quais serão destacadas neste trabalho aquelas onde a soldagem é parte do processo de fabricação de equipamentos compostos por estes materiais. O presente trabalho consiste em um estudo detalhado da soldagem de aços baixa liga temperados e revenidos, e da análise de um procedimento de soldagem, anteriormente qualificado, para soldagem de união do aço AISI 8630 modificado. Após o estudo e levantamento das informações técnicas do procedimento são realizadas observações onde são feitas correlações entre o estudo prévio da revisão bibliográfica e os aspectos analisados na qualificação da EPS.

Palavras chave: AISI 8630, Aços Baixa Liga, Aços temperados e revenidos, Soldagem.

ABSTRACT

Quenched and tempered low alloy steels are used in several applications, among which are highlighted in this work those where welding is part of the equipment manufacturing process composed of these materials. This work consists of a detailed study about the welding of quenched and tempered low steel, and the analysis of a welding procedure, previously qualified for the steel interface welding AISI 8630 modified. After the study and survey of the technical information of the procedure observations are performed where correlations are made between the preliminary study of the literature review and the aspects analyzed in the quality of WPS.

Keywords: AISI 8630, Low Alloy Steels, Tempered and Quenched Steels, Welding.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - PROCESSO BÁSICO DE SOLDAGEM MIG/MAG	5
FIGURA 2 - O PROCESSO DE SOLDAGEM POR ARCO SUBMERSO.....	8
FIGURA 3 - CLASSIFICAÇÃO DO TIPO DE FISSURAÇÃO DE ACORDO COM A LOCALIZAÇÃO DA TRINCA: (1) FISSURAÇÃO NA CRATERA, (2) FISSURAÇÃO TRANSVERSAL NA ZF, (3) FISSURAÇÃO TRANSVERSAL NA ZTA, (4) FISSURAÇÃO LONGITUDINAL NA ZF, (5) FISSURAÇÃO NA MARGEM DA SOLDA, (6) FISSURAÇÃO SOB O CORDÃO, (7) FISSURAÇÃO NA LINHA DE FUSÃO E (8) FISSURAÇÃO NA RAIZ DA SOLDA	10
FIGURA 4 - MICROTRINCAS DE SOLIDIFICAÇÃO NA ZF DE UMA LIGA FE-MN-AL-SI-C. 200X.	11
FIGURA 5 - SUPERFÍCIE DE UMA TRINCA DE SOLIDIFICAÇÃO EM AÇO INOXIDÁVEL FERRÍTICO OBSERVADA AO MICROSCÓPIO ELETRÔNICO DE VARREDURA -	13
FIGURA 6 - NÍVEL DE RESTRIÇÃO EM FUNÇÃO (A) DAS DIMENSÕES DA SOLDA EM RELAÇÃO À JUNTA E (B) DA RIGIDEZ DA MONTAGEM	13
FIGURA 7 - FORMAÇÃO DE TRINCAS DE SOLIDIFICAÇÃO EM (A) CORDÕES CÔNCAVOS EM SOLDAS DE FILETE, (B) CORDÕES CÔNCAVOS EM PASSE DE RAIZ, (C) SOLDAS DE TOPO COM ELEVADA RAZÃO PENETRAÇÃO/LARGURA E (D) EM CORDÕES EM FORMA DE SINO.	14
FIGURA 8 - TRINCAS DE HIDROGÊNIO: (A) ASPECTO MACROGRÁFICO (B) ASPECTO MICROGRÁFICO OBTIDO POR MICROSCOPIA ÓTICA. ATAQUE: NITAL. AUMENTO 100X.	15
FIGURA 9 - PERFIL DA JUNTA GMAW + SAW.	21
FIGURA 10 - ESQUEMA DE CORTE DA BARRA.	22
FIGURA 11 - ESQUEMA DE RETIRADA DAS PLACAS DA BARRA.	22
FIGURA 12 - REPRESENTAÇÃO DOS CP'S MONTADOS.	22
FIGURA 13 - DIMENSÃO DO CHANFRO E SEQUÊNCIA DE PASSES CP 1.....	23
FIGURA 14 - DIMENSÃO DO CHANFRO E SEQUÊNCIA DE PASSES CP 2.....	24
FIGURA 15 - ESQUEMA DE RETIRADAS DOS CORPOS DE PROVA PARA ED CP1.....	26
FIGURA 16 - ESQUEMA DE RETIRADAS DOS CORPOS DE PROVA PARA ED CP2.....	26
FIGURA 17 - CORPOS DE PROVA DE TRAÇÃO.....	28
FIGURA 18 - CORPO DE PROVA DE DOBRAMENTO.	29
FIGURA 19 – ESQUEMA DE RETIRADA DE CORPO DE PROVA DE CHARPY.	30
FIGURA 20 - FOTOGRAFIA DO MC 1 DE MACROGRAFIA.	32
FIGURA 21 - PERFIL DE DUREZA.	33

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - COMPOSIÇÃO QUÍMICA AISI 8630.	2
TABELA 2 - PROPRIEDADES MECÂNICAS AISI 8630.....	2
TABELA 3 - CORRENTE MÍNIMA PARA SOLDAGEM POR AEROSSOL / SPRAY	7
TABELA 4 - COMPOSIÇÃO QUÍMICA AISI 8630 MODIFICADO.	18
TABELA 5 - PROPRIEDADES MECÂNICAS AISI 8630 MODIFICADO.....	19
TABELA 6 - PROPRIEDADES DE TENACIDADE – CHARPY LONGITUDINAL AISI 8630 MODIFICADO.	19
TABELA 7 - COMPOSIÇÃO QUÍMICA AWS A5.28 ER80S-D2.....	19
TABELA 8 - PROPRIEDADES MECÂNICAS AWS A5.28 ER80S-D2.....	19
TABELA 9 - COMPOSIÇÃO QUÍMICA (METAL DEPOSITADO) AWS A5.23 ECF6 + F11A8	20
TABELA 10 - PROPRIEDADES MECÂNICAS (METAL DEPOSITADO) AWS A5.23 ECF6 + F11A8.....	20
TABELA 11 - TABELA DE PARÂMETROS DE SOLDAGEM CP 1.....	23
TABELA 12 - TABELA DE PARÂMETROS DE SOLDAGEM CP 2.....	24
TABELA 13 - TABELA DE PARAMETROS DE TTAT	25
TABELA 14 - RESULTADOS DE ENSAIO DE TRAÇÃO TR 1	28
TABELA 15 - RESULTADOS DE ENSAIO DE TRAÇÃO TR 2	29
TABELA 16 - RESULTADOS DE ENSAIO DE DOBRAMENTO LATERAL	29
TABELA 17 - RESULTADOS DE ENSAIO DE IMPACTO (CHARPY).....	31
TABELA 18 - TABELA DUREZA NA LINHA 1	33
TABELA 19 - TABELA DUREZA NA LINHA 2	34
TABELA 20 - TABELA DUREZA NA LINHA 3	34
TABELA 21 - PROPRIEDADES MECÂNICAS DOS CONSUMÍVEIS E MATERIAL DE BASE.....	35
TABELA 22 - COMPOSIÇÃO QUÍMICA AISI 8630 MODIFICADO.	36
TABELA 23 – TABELA PARA DETERMINAÇÃO DE PRÉ-AQUECIMENTO.....	37

LISTA DE EQUAÇÕES

EQUAÇÃO 1 - CÁLCULO DO CARBONO EQUIVALENTE (IIV)	16
--	----

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	2
2.1. CARACTERÍSTICAS DOS AÇOS BAIXA LIGA TEMPERADOS E REVENIDOS	2
2.2. SOLDABILIDADE	3
2.2.1. PROCESSOS DE SOLDAGEM	4
2.2.1.1. O PROCESSO GMAW	4
2.2.1.2. O PROCESSO SAW	7
2.3. PROBLEMAS DE SOLDAGEM DOS AÇOS TEMPERADOS E REVENIDOS..	9
2.3.1 MECANISMOS DE FISSURAÇÃO.....	10
2.3.1.1 FISSURAÇÕES NA SOLIDIFICAÇÃO.....	11
2.3.1.2 FISSURAÇÃO A FRIO	14
2.4 TRATAMENTO TÉRMICO PARA ALIVIO DE TENSÕES	16
3. DESENVOLVIMENTO	18
3.1 DESCRIÇÃO DO PROCEDIMENTO QUALIFICADO	18
3.1.1 METAL DE BASE.....	18
3.1.2 CONSUMÍVEIS	19
3.2 SOLDAGEM DOS CORPOS DE PROVA	21
3.3 TRATAMENTO TÉRMICO DE ALÍVIO DE TENSÕES	25
3.4 ENSAIOS NÃO DESTRUTIVOS	25
3.5 ENSAIOS DESTRUTIVOS	26
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	28
4.1 ENSAIO DE TRAÇÃO	28
4.2 ENSAIO DE DOBRAMENTO LATERAL	29
4.3 ENSAIO DE IMPACTO.....	30

4.4	ENSAIO DE MACROGRAFIA	32
4.5	ENSAIO DE DUREZA	33
4.6	DISCUSSÃO	35
4.6.1	SELEÇÃO DE CONSUMÍVEIS	35
4.6.2	TÉCNICA E PARÂMETROS DE SOLDAGEM.....	36
4.6.3	TEMPERATURA DE PRÉ-AQUECIMENTO.....	37
5.	CONCLUSÃO.....	39
6.	REFERÊNCIAS	40
7.	ANEXOS.....	42

1. INTRODUÇÃO

Nos anos 50, durante a fase de desenvolvimento ocasionada pelos conflitos militares, os aços temperados e revenidos começaram a ser aplicados na fabricação de equipamentos bélicos com a finalidade de proporcionar blindagem. Desde então, estes aços vem sendo amplamente utilizados em diversos segmentos por apresentarem propriedades que os tornam versáteis, com destaque para a sua elevada resistência mecânica, boa tenacidade, razoável ductilidade, e boa resistência à fadiga.

Estes aços são submetidos a tratamentos térmicos de têmpera e revenimento que proporcionam a estes uma elevada razão entre resistência mecânica e peso.

Apesar destes materiais possuírem boa soldabilidade, a soldagem dos aços baixa liga temperados e revenidos é um processo crítico, que exige a observação e cumprimento de um procedimento adequado que pode possuir particularidades dependendo da composição química, tratamento térmico do material de base e normas relacionadas ao equipamento ou componente que será soldado.

Existem aplicações, principalmente na indústria de exploração e refino de petróleo, onde aços baixa liga temperados e revenidos são largamente utilizados. A soldagem destes materiais torna-se um desafio ainda maior devido à necessidade de realizar uma solda íntegra e resistente, considerando todas as implicações de questões ambientais, de saúde e segurança que uma falha acarretaria.

Neste trabalho será estudado um procedimento de soldagem, anteriormente qualificado para soldagem de união do aço AISI 8630 modificado. Após o estudo e levantamento das informações técnicas do procedimento foram realizadas observações onde serão correlacionados o estudo prévio da revisão bibliográfica e os aspectos analisados na qualificação da EPS.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Os aços baixa liga temperados e revenidos são utilizados de forma relevante na construção de estruturas e equipamentos soldados nos mais variados ramos industriais. A revisão bibliográfica a seguir apresentará de forma geral os principais aspectos a serem considerados ao planejar e executar a soldagem de um aço desta classificação.

2.1. Características dos aços baixa liga temperados e revenidos

Os Aços Alta Resistência e Baixa Liga (ARBL), em inglês “High-Strength Low-Alloy (HSLA)”, possuem elevado limite de resistência e uma tenacidade adequada quando comparados aos aços carbono. Estes aços originalmente foram utilizados na indústria petrolífera (ASM INTERNACIONAL, 1990).

O aço AISI 8630 é um aço baixa liga com composição química e propriedades mecânicas mostradas nas tabelas 1 e 2 respectivamente. Neste aço também são adicionados elementos de liga, tais como, vanádio, titânio e nióbio, garantindo um limite de escoamento de 560 MPa (81 ksi) e uma temperatura de transição dúctil frágil para o ensaio de Impacto Charpy de -60°C (-75 F) (ASM Metals Handbook, 1994).

Tabela 1 - Composição química AISI 8630.

C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	Al	Cu	V	Ti
0,25- 0,33	0,15- 0,35	0,70- 1,10	0,025	0,025	0,85- 1,00	0,35- 0,45	0,75- 0,90	0,035	0,25	0,06	0,06

Tabela 2 - Propriedades mecânicas AISI 8630.

Tensão de ruptura, MPa	655
Tensão limite de escoamento, MPa	517
Alongamento, %	18
Redução de área, %	35
Dureza [HBW]	207 – 237

2.2. Soldabilidade

A soldagem de aços alta resistência baixa liga temperados e revenidos necessita de alguns cuidados especiais, tais como, a utilização de baixo aporte térmico para que a resistência mecânica da região que foi soldada não tenha perdas significativas, a aplicação de pré e pós-aquecimento, a ser definido em função da composição química e espessura da junta, dentre outros cuidados que deverão estar descritos em um procedimento qualificado (MODENESI, 2012).

Os processos de soldagem a arco são utilizados na soldagem dos aços temperados e revenidos. Dentre os principais processos pode-se citar o uso dos processos SMAW, GMAW, SAW, FCAW e GTAW. Porém, como, quanto menor o aporte térmico imposto na soldagem desses materiais, menor será a redução de propriedades, alguns processos que usam muita energia como eletro-escória não são aconselháveis. Nestas condições, ocorrem mudanças na microestrutura na região soldada, reduzindo propriedades mecânicas e, às vezes, tornando-a imprópria para os equipamentos fabricados (MODENESI, 2012).

Outro fator importante é ter cuidado na aplicação dos consumíveis, em especial os que utilizam fluxo, pois estes podem absorver umidade e levar para a junta soldada o hidrogênio. Assim, deve se tomar cuidado na secagem e estocagem desses consumíveis, e também utilizar os consumíveis de baixo teor de hidrogênio. Analogamente, a preparação das juntas e a remoção de umidade e sujeira devem ser previamente executadas.

Para o processo GMAW, uma mistura de proteção Ar-2%O₂ é comumente usada. Arames de composição química especial (não cobertos usualmente por especificações da AWS) devem ser usados. A composição química do arame deve ser similar ao do metal base. Na soldagem SAW, um fluxo neutro deve ser usado com um arame de composição similar ao metal base (MODENESI, P, J, 2012).

Os aços Cromo-Níquel-Molibdênio e Cromo-Molibdênio apresentam melhor soldabilidade na condição de recozido ou superrevenido (tratados acima das temperaturas típicas de revenimento). Independente do estado inicial da microestrutura, estas juntas necessitam sofrer tratamento térmico para ajuste da

resistência mecânica após a soldagem. A microestrutura da ZTA destes materiais quando submetidos a “altas taxas de resfriamento” será constituída de martensita ou martensita e bainita. Por serem aços de alta temperabilidade se torna necessário na soldagem o controle da taxa de resfriamento, através do controle da temperatura de pré-aquecimento e interpasse (PETROBRAS, 2014; CALLISTER, 2002)

Para a soldagem dos aços temperáveis, um fator importante na soldagem multipasses é a sua realização por passes retilíneos e de pequena espessura. Isso evita um alto aporte térmico comum, por exemplo, quando se utiliza a técnica de tecimento dos cordões. Deve-se utilizar também, preferencialmente, processos que demandam menor energia, tais como, SMAW, GMAW e GTAW.

Quando a técnica de tecimento de cordões não puder ser evitada, como na soldagem vertical ascendente, o tecimento deve ser o menor possível, por exemplo, inferior a dois diâmetros do eletrodo. Pelo mesmo motivo, cuidado extremo deve ser tomado para evitar que a temperatura entre passes ultrapasse o máximo especificado (MODENESI, P,J, 2012).

2.2.1. Processos de soldagem

Serão apresentados neste trabalho os processos GMAW e SAW. Devido a estes processos terem sido utilizados no procedimento em estudo.

2.2.1.1. O processo GMAW

O processo GMAW é um processo a arco elétrico que utiliza gás para proteger tanto o arco elétrico, quanto a poça de fusão da contaminação atmosférica. Os gases que podem ser utilizados são o argônio, CO₂, hélio e misturas entre estes e com e também com pequenas adições de oxigênio (WAINER, E, 2004).

O processo utiliza um eletrodo em forma de arame que é alimentado continuamente através da tocha. O arco elétrico é gerado entre o metal de base e o eletrodo conforme mostra a figura 1.

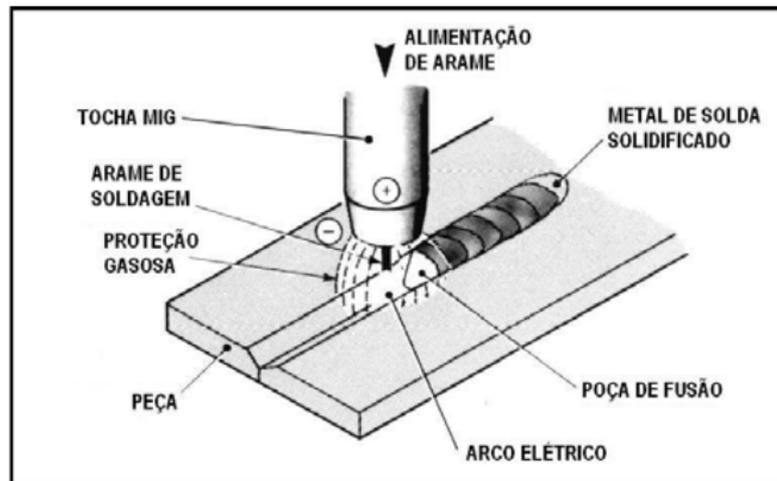


Figura 1 - Processo básico de soldagem MIG/MAG

Fonte: Apostila Soldagem MIG/MAG – ESAB

Este processo é muito utilizado com correntes mais altas, o que gera uma alta taxa de deposição, apresentando mais produtividade que a soldagem com eletrodos revestidos. Além disto, este processo é de automatização relativamente fácil. Além de não gerar uma formação significativa de escória. (OKUMURA, T, e TANIGUCHI, C, 1982).

Sendo assim, a soldagem GMAW é bastante versátil, o processo pode ser utilizado em quase todo tipo de material metálico, e se destaca em aplicações em que a soldabilidade é difícil, tais como na soldagem de alguns aços inoxidáveis, aços de alta resistência e de diversas ligas não-ferrosas, onde outros processos não são tão eficientes quanto ao GMAW (OKUMURA, T, e TANIGUCHI, C, 1982).

No processo GMAW é possível obter alguns modos de transferência metálica do eletrodo para a peça. A seguir serão mencionados os quatro principais modos.

A transferência por curto circuito é obtida ao se usar valores de correntes e tensões mais baixas, normalmente utilizado na soldagem em uma condição onde a junta não esteja na posição plana ou, até mesmo, em baixas espessuras devido à necessidade de baixo aporte térmico. Tal modo se caracteriza pela formação de uma gota de metal que aumenta continuamente de seu volume até tocar a peça de trabalho, sendo atraída pela poça de fusão devido à tensão superficial. Porém, esse modo gera

instabilidade do arco e respingos. A quantidade de respingos pode ser minimizada, regulando os parâmetros de soldagem (MARQUES, P, V, MODENESI, P, J e BRACARENSE, A, Q, 2009).

O modo de transferência globular ocorre quando os valores de tensão e corrente são aumentados acima dos valores característicos para soldagem com transferência por curto circuito. Os diâmetros das gotas tendem a ser maiores que o diâmetro do eletrodo e esse diâmetro tende a diminuir com o aumento da corrente. O nível de respingos tende a ser elevado e esta transferência é controlada pela gravidade, limitando as posições de soldagem em que pode ser usada. Ocasionalmente poderá acontecer curto circuito (MARQUES, P, V, MODENESI, P, J e BRACARENSE, A, Q, 2009).

Já na transferência por aerossol ou spray a corrente e a tensão são maiores que no modo globular, o valor mínimo de corrente para qual esse tipo de transferência ocorra é denominado corrente de transição. Neste modo há geração de grande número de gotas pequenas. A quantidade de respingos é praticamente zero, o arco é muito estável e o cordão tem um excelente aspecto visual. A transferência aerossol ou spray somente ocorre com alguns gases ou misturas. A tabela 3 mostra exemplos para diferentes ligas metálicas juntamente com valores típicos da corrente de transição (MARQUES, P, V, MODENESI, P, J e BRACARENSE, A, Q, 2009). (CENTRO DE CONHECIMENTO ESAB, 2015).

Tabela 3 - Corrente mínima para soldagem por aerossol / spray

Tipo de arame	Diâmetro do Arame		Gás de proteção	Corrente mínima de aerossol (A)
	pol (")	mm		
Aço Carbono	0,030	0,76	98% Ar / 2% O ₂	150
	0,035	0,89		165
	0,045	1,10		220
	0,052	1,30		240
	0,062	1,60		275
Aço Inoxidável	0,035	0,89	98% Ar / 1% O ₂	170
	0,045	1,10		225
	0,062	1,60		285
Alumínio	0,030	0,76	Argônio	95
	0,046	1,19		135
	0,062	1,60		180
Cobre desoxidado	0,035	0,89	Argônio	180
	0,045	1,10		210
	0,062	1,60		310
Bronze ao Silício	0,035	0,89	Argônio	165
	0,045	1,10		205
	0,062	1,60		270

Fonte: Apostila Soldagem MIGMAG - ESAB

Existem modos controlados de transferência, sendo o mais utilizado o pulsado, que é usado em faixas de corrente típicas da transferência globular, sendo mais estável e uniforme do que esta. É obtido pela variação de corrente em dois patamares, um superior a corrente de transição e o outro mais baixo. No patamar inferior a gota é formada e cresce, em seguida, no patamar superior, o pulso de corrente, a gota se desprende e vai ao encontro à poça de fusão (MARQUES, P, V, MODENESI, P, J e BRACARENSE, A, Q, 2009).

2.2.1.2. O processo SAW

A soldagem SAW é um processo a arco elétrico obtido entre o arame e o metal de base, recoberto por um fluxo fundente. O fluxo tem como principal função proteger a poça de fusão dos efeitos da atmosfera, conforme pode ser visto na figura 2.

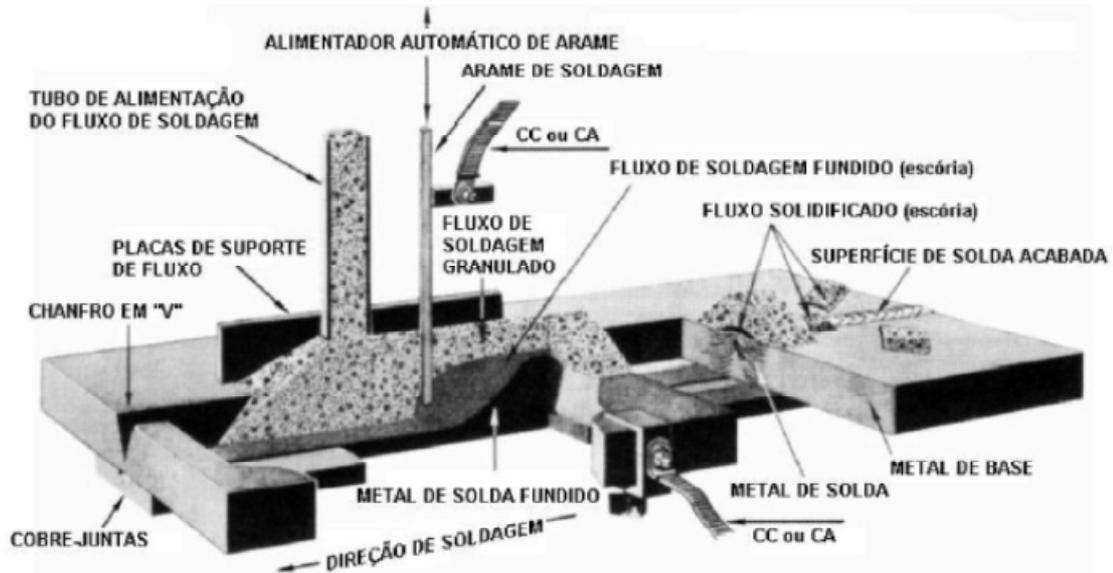


Figura 2 - O processo de soldagem por arco submerso

Fonte: Apostila de Arco Submerso

Neste processo, como o material depositado sob um fluxo, o aspecto do cordão tende a ser de alta qualidade. É possível executar a solda com altas intensidades de corrente, que propiciam uma penetração profunda e ainda uma alta taxa de deposição. Não exige habilidades manuais avançadas do operador. Deve-se ter um cuidado especial com as variáveis de soldagem, pois uma regulagem inadequada poderá levar à perda da junta soldada de acordo com as normas de projeto utilizadas. Existe limitação nas posições de soldagem, podendo ser executada na plana e horizontal. Entretanto, quando necessário, por exemplo, na soldagem circunferencial de uma virola, viradores e outros dispositivos podem ser usados (MARQUES, P, V, MODENESI, P, J e BRACARENSE, A, Q, 2009).

Uma grande vantagem do processo SAW é sua alta eficiência e a possibilidade de trabalhar com altas correntes. Diversos eletrodos podem ser usados em uma mesma poça de fusão, possibilitando, assim, uma alta taxa de deposição.

A soldagem a arco submerso é um processo que apresenta uma alta estabilidade, a quantidade de respingos e fumos é praticamente zero e os cordões de solda apresentam boa uniformidade e bom aspecto visual.

Para se realizar a soldagem é necessário combinar os consumíveis (fluxos e eletrodos). Estes eletrodos podem ser na forma de arames, fitas, ou eletrodos tubulares. Os arames maciços de aço carbono e de baixa liga normalmente são cobreados, exceto em algumas aplicações como exemplo em equipamentos para área nuclear ou sujeitos a corrosão.

Os fluxos podem ser aglomerados ou fundidos. Os fluxos fundidos são fabricados por uma mistura seca de ingredientes, e passam por um forno elétrico para serem fundidos.

2.3. Problemas de soldagem dos aços temperados e revenidos

A fissuração pelo hidrogênio é o principal problema na soldagem dos aços temperados e revenidos de baixa liga, ocorrendo de forma incisiva na zona termicamente afetada. A consideração desta tendência é uma premissa básica para o desenvolvimento de um procedimento de soldagem adequado.

Segundo Modenesi (2012), problemas de perda de tenacidade na zona fundida e na zona termicamente afetada, relacionados à formação de estruturas de granulação grosseira (devido a elevado aporte térmico durante a soldagem) e formação de estruturas frágeis (devido a baixo aporte térmico), podem ocorrer durante e ou após a soldagem destes materiais.

Outro tipo de fissuração que pode ocorrer na soldagem destes materiais é a fissuração na solidificação. As trincas de solidificação ocorrem exclusivamente no metal de solda, em região onde há elevado nível de impurezas, principalmente fósforo e enxofre que formam eutéticos de baixo ponto de fusão (FONTES, C. H 2008).

Problemas comuns (tais como porosidade, falta de fusão, mordeduras, inclusões e etc.), provenientes da utilização de parâmetros inadequados, técnicas de soldagem incorretas, condições ambientais impróprias para realização da soldagem, ou ainda, da seleção incorreta do consumível de soldagem, também podem ocorrer.

2.3.1 Mecanismos de fissuração

Trincas podem ser formadas como resultado de diferentes fenômenos que ocorrer durante ou após a soldagem. Um fator importante é a presença de tensões de tração que podem ser desenvolvidas pela própria operação de soldagem ou por solicitações mecânicas externas. Regiões da solda podem ser fragilizadas e não serem capazes de absorver estas tensões e acabarem sendo pontos de origem destas fissuras.

Estas trincas podem se apresentar de forma macroscópica ou microscópica. A figura 3 abaixo demonstra os diferentes tipos de fissuras em um cordão de solda.

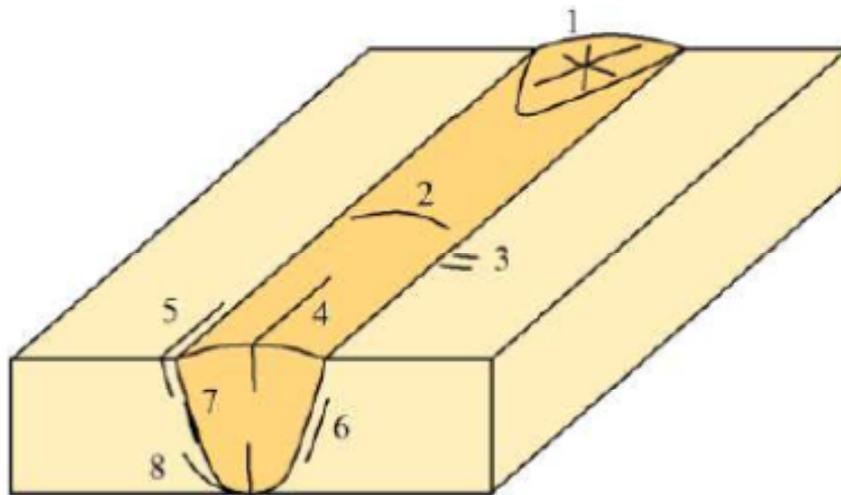


Figura 3 - Classificação do tipo de fissuração de acordo com a localização da trinca: (1) Fissuração na cratera, (2) fissuração transversal na ZF, (3) fissuração transversal na ZTA, (4) fissuração longitudinal na ZF, (5) fissuração na margem da solda, (6) fissuração sob o cordão, (7) fissuração na linha de fusão e (8) fissuração na raiz da solda

Fonte: Introdução à Metalurgia da Soldagem

Existem diversos mecanismos de fissuração. Alguns materiais são mais susceptíveis a fissuração por determinados mecanismos devido a diversos fatores, tais como composição química e microestrutura. O processo de soldagem também pode influenciar a formação de fissuras.

Neste estudo serão explanados os mecanismos de fissuração que ocorrem na soldagem dos aços baixa liga temperados e revenidos.

2.3.1.1 Fissurações na solidificação

Trincas de solidificação é uma forma de trinca de segregação, que está associada com microsegregações provenientes de impurezas levando à formação de filmes intergranulares (MACHADO, 1980).

As trincas de solidificação possuem algumas características detalhadas abaixo (MACHADO, 1980; MODENESI, P, J, 2012).

- Formam-se a altas temperaturas acima da metade da temperatura de fusão do material, sendo esta expressa em graus Kelvin.
- A trinca aparece em contornos de grão, contornos interdentríticos ou entre células (figura 4), isto é, a sua morfologia é intergranular em relação à estrutura primária de solidificação.

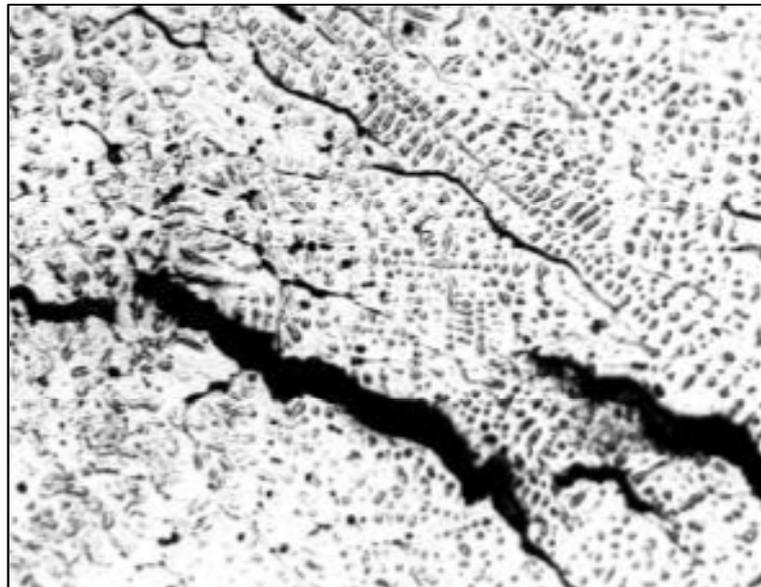


Figura 4 - Microtrincas de solidificação na ZF de uma liga Fe-Mn-Al-Si-C. 200x.

Fonte: Introdução à Metalurgia da Soldagem

- Quando a trinca aflora externamente, a sua superfície apresenta-se geralmente oxidada, refletindo a alta temperatura de formação.
- As trincas são, em geral, longitudinais e superficiais, ocorrendo, com frequência no centro do cordão, mas podem ser também transversais, na cratera ou radiais. Trincas internas podem também ser formadas e serem macro ou microscópicas.
- Esta forma de fissuração pode ocorrer em associação a todos os processos de soldagem conhecidos e, também, em processos de fundição.
- A superfície da trinca, quando observada com o microscópio eletrônico de varredura (MEV), apresenta uma aparência "dendrítica" típica, associada frequentemente com filmes de segregação (figura 5).
- O problema pode ocorrer na soldagem da maioria das ligas usadas industrialmente. Contudo, algumas são particularmente sensíveis: aços cromo-níquel com estrutura de solidificação completamente austenítica, algumas ligas de alumínio com silício, cobre, magnésio, ligas de cobre contendo bismuto ou chumbo, bronze de alumínio (com cerca 7,5%Al) e ligas de níquel contendo elementos como Pb, Bi, S, P, Cd, Zr e B.
- A chance de formação de trincas aumenta com o nível de restrição da junta. Entende-se, como nível de restrição, a maior ou menor falta de liberdade que os membros da junta têm para se mover e acomodar as tensões resultantes da soldagem. O nível de restrição aumenta com a espessura da junta e com uma maior rigidez da montagem, figura 6.
- A forma da poça de fusão e o seu padrão de solidificação também influenciam a sensibilidade à fissuração (figura 7). Condições de solidificação que levam ao crescimento dos grãos colunares para o interior da poça favorecem o aparecimento de trincas. Essas condições ocorrem em cordões de elevada relação penetração/largura, com formato de sino ou de acabamento côncavo. O efeito está ligado, como ocorre em fundição, à menor facilidade de partes da

poça de fusão serem alimentadas com metal líquido nas etapas finais da solidificação.

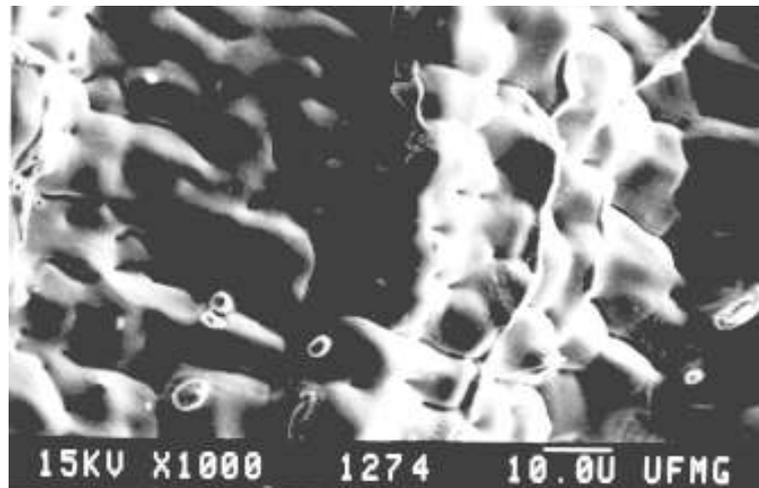


Figura 5 - Superfície de uma trinca de solidificação em aço inoxidável ferrítico observada ao microscópio eletrônico de varredura -

Fonte: Introdução à Metalurgia da Soldagem

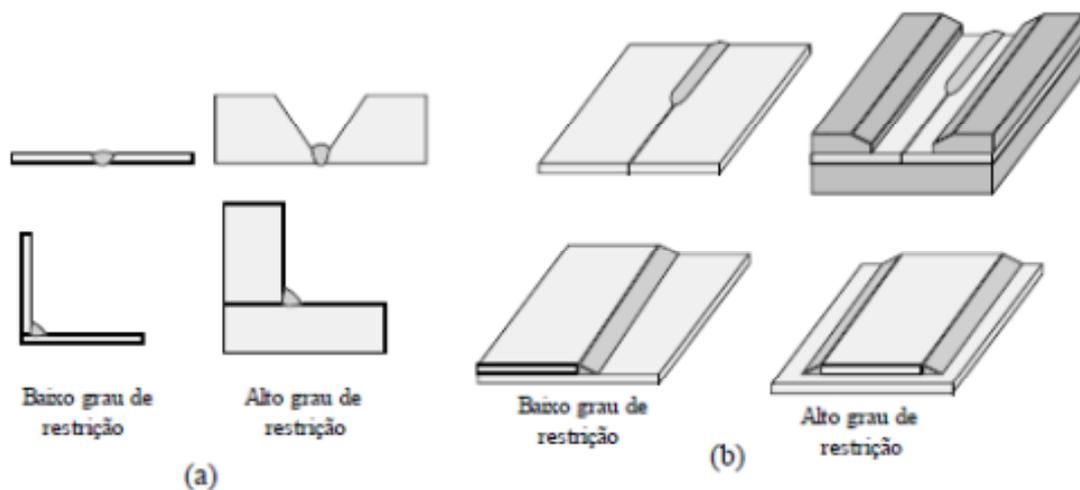


Figura 6 - Nível de restrição em função (a) das dimensões da solda em relação à junta e (b) da rigidez da montagem

Fonte: Introdução à Metalurgia da Soldagem

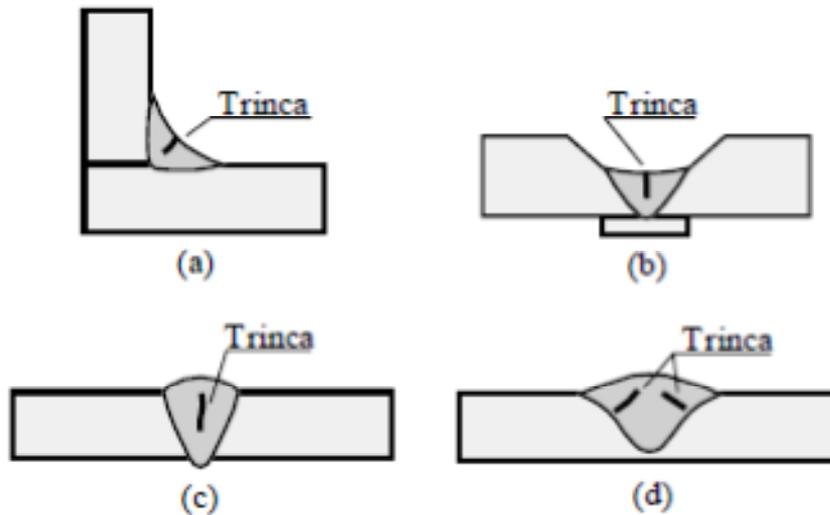


Figura 7 - Formação de trincas de solidificação em (a) cordões côncavos em soldas de filete, (b) cordões côncavos em passe de raiz, (c) soldas de topo com elevada razão penetração/largura e (d) em cordões em forma de sino.

Fonte: Introdução à Metalurgia da Soldagem

Pode-se associar a formação de uma trinca de solidificação com dois fatores básicos: incapacidade do material se deformar e presença de esforços de tração, causando tensões que eventualmente podem ultrapassar a capacidade de resistência do material (MODENESI, P,J, 2012).

Uma fragilização pode ocorrer nas etapas finais do processo de solidificação, quando os grãos ainda estão largamente separados por filmes de material líquido, existindo apenas poucos pontos de contato entre os grãos (MODENESI, P,J, 2012).

Uma discussão mais profunda deste assunto pode ser encontrada em MODENESI (2012) e em MACHADO (1980).

2.3.1.2 Fissuração a frio

Esta forma de fissuração é considerada um dos maiores problemas de soldabilidade dos aços estruturais comuns, particularmente para processos de baixa energia de soldagem. Ela pode ocorrer tanto na ZTA como na ZF. A trinca se forma quando o material está próximo da temperatura ambiente. A sua formação se inicia após um período inicial, tendendo a crescer de forma lenta e descontínua e levando até 48 horas após soldagem para a sua completa formação (MODENESI, P,J, 2012).

A fissuração pelo hidrogênio tem sido associada muitas vezes com a falha prematura de componentes soldados, ajudando a iniciação de fratura frágil ou por fadiga.

As trincas podem ser longitudinais, transversais, superficiais ou sub-superficiais, se originando, frequentemente, a partir de concentradores de tensão, como a margem ou a raiz da solda. Ocorre principalmente na ZTA, na região de crescimento de grão, mas pode também ocorrer na zona fundida. A figura 8 mostra o aspecto típico de uma trinca pelo hidrogênio (MODENESI, P,J, 2012).

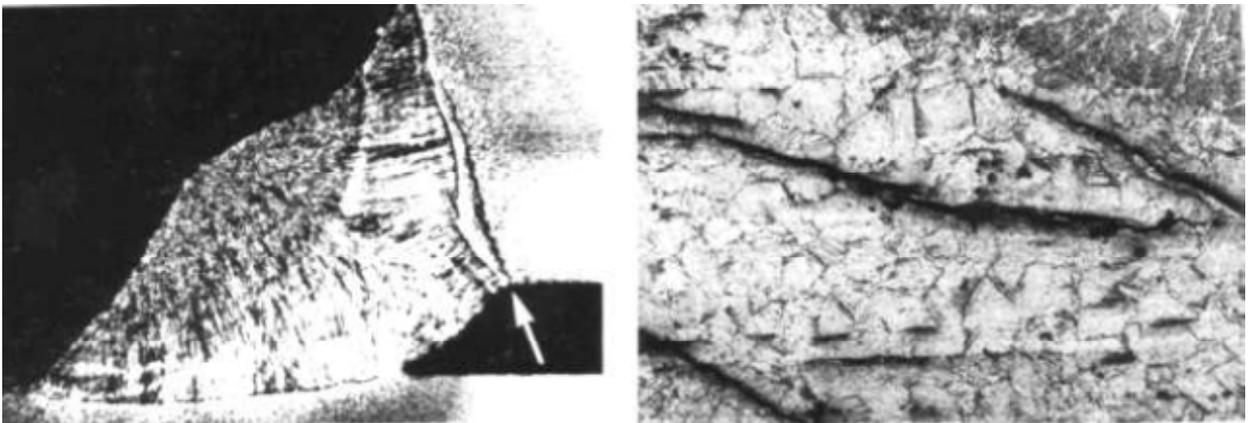


Figura 8 - Trincas de hidrogênio: (a) aspecto macrográfico (b) aspecto micrográfico obtido por microscopia ótica. Ataque: Nital. Aumento 100X.

Fonte: Introdução à Metalurgia da soldagem

A fissuração pelo hidrogênio é causada quando ocorrem simultaneamente 3 fatores: (a) presença de hidrogênio na região da solda, (b) formação de microestrutura de elevada dureza, capaz de ser fortemente fragilizada pelo hidrogênio, e (c) solicitação de tensões residuais e externas (MODENESI, P,J, 2012).

O hidrogênio difunde-se rapidamente no aço, atingindo regiões da ZF, e principalmente da ZTA, cuja microestrutura é fortemente fragilizada pela sua presença. Com a ocorrência de tensões de tração (residuais e externas), fissuras podem ser formadas. A fragilização pelo hidrogênio é particularmente intensa à temperatura ambiente.

Microestruturas de elevada dureza, particularmente contendo martensita, são, em geral, mais sensíveis à fissuração pelo hidrogênio. Neste contexto, 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 fissuração pelo hidrogênio (Equação 1).

Equação 1 - Cálculo do carbono equivalente (IIW)

$$CE = \%C + \frac{\%Mn}{6} + \frac{\%Mo}{4} + \frac{\%Cr}{5} + \frac{\%Ni}{15} + \frac{\%Cu}{15} + \frac{\%P}{3} \quad (\% \text{ em peso})$$

Um critério simples, baseado nesta fórmula, considera que, se $CE < 0,4$, o aço é insensível à fissuração e, se $CE > 0,6$, o material é fortemente sensível, exigindo técnicas especiais de soldagem, como por exemplo, o uso de processos de baixo nível de hidrogênio, a aplicação de pré-aquecimento, e em casos mais críticos a utilização de pré e pós-aquecimento (MODENESI, P,J, 2012).

Como foi descrito no final do item 2.3.2, uma discussão mais profunda deste assunto pode ser encontrada em MODENESI (2012).

2.4 Tratamento térmico para alívio de tensões

Quando se realiza a soldagem, tensões residuais são geradas na peça devido ao aporte térmico aplicado e a existência de gradientes térmicos em diferentes pontos da peça. Os gradientes térmicos causam dilatação térmica não uniforme, ocorrendo tensões de contração e expansão na peça. As regiões do material metálico sujeitas a alta temperatura tendem a expandir, e suas adjacências resistem a essa expansão. Similarmente, quando a peça de fusão sofre resfriamento, o material contrai, aparecendo tensões de tração nas regiões da zona fundida e da ZTA. Ao final do resfriamento da peça, estas tensões permanecem na mesma na forma de tensões residuais. Com isso podem ser geradas, também, distorções nas peças.

Uma das formas de amenizar tensões residuais é a realização do tratamento térmico de alívio de tensões, que consiste em aquecer a peça com taxas de aquecimento e resfriamento controlados, e manter essa peça a uma determinada temperatura dependendo do tipo de aço, por um determinado tempo, calculado a partir da espessura da junta soldada com base em normas.

Os principais objetivos do tratamento térmico são aliviar as tensões residuais resultantes da soldagem, aumentar a ductilidade, diminuir a dureza na região de zona fundida e na zona termicamente afetada, reduzir distorções e aumentar resistência à fadiga e à corrosão sob tensão.

3. DESENVOLVIMENTO

O procedimento em estudo foi qualificado segundo as regras de qualificação do código ASME seção IX e de especificações de engenharia para soldagem de união do aço AISI 8630.

Além das condições normativas, o procedimento atende também às condições de projeto do equipamento. Algumas destas condições de projeto serão explicitadas neste trabalho.

3.1 Descrição do procedimento qualificado

Este trabalho foi baseado em um procedimento anteriormente qualificado. Os processos de soldagem utilizados na EPS foram GMAW e SAW, os consumíveis e parâmetros de soldagem foram selecionados pelos responsáveis da qualificação. Portanto neste trabalho não haverá justificativas para a seleção destas variáveis.

Trata-se de uma EPS mista, ou seja, dois processos em uma mesma EPS, elaborada de acordo com a norma ASME seção IX.

3.1.1 Metal de base

O metal de base é o aço AISI 8630 modificado. O que difere o AISI 8630 modificado do comum é o tratamento térmico de têmpera e revenimento, que confere ao aço propriedades mecânicas superiores, de acordo com o certificado do material (anexos).

A sua composição química é mostrada na Tabela 4 e algumas propriedades mecânicas nas tabelas 5 e 6.

Tabela 4 - Composição química AISI 8630 modificado.

C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	Al	Cu	V	Ti
0,3100	0,2800	0,9200	0,0080	0,0010	0,9700	0,4200	0,8800	0,0260	0,1500	0,0030	0,0020

Tabela 5 - Propriedades mecânicas AISI 8630 modificado.

Tensão de ruptura, Ksi [MPa]	107 [737]
Tensão limite de escoamento, Ksi [MPa]	81 [558]
Alongamento, %	25
Redução de área, %	66
Dureza [HBW]	229 – 235

Tabela 6 - Propriedades de tenacidade – Charpy Longitudinal AISI 8630 modificado.

Temperatura [°C]	CVN [Joules]*
-46	61 / 77 / 82

*Valores referentes a três corpos de prova

3.1.2 Consumíveis

Os consumíveis de soldagem foram selecionados para os processos GMAW e SAW.

Para o processo GMAW foi selecionado o consumível AWS A5.28 ER80S-D2 (Tabelas 7 e 8).

Tabela 7 - Composição química AWS A5.28 ER80S-D2.

C	Si	Mn	P	S	Mo	Ni	Cu
0,072	0,680	1,830	0,011	0,008	0,460	0,050	0,180

Tabela 8 - Propriedades mecânicas AWS A5.28 ER80S-D2.

Tensão de ruptura mínimo, MPa	550
Tensão limite de escoamento mínimo, MPa	470
Alongamento mínimo, %	17
Impacto (-30° C) mínimo, Joules	27

Segundo o fabricante, este consumível é indicado para soldagem de ASTM A335 GR. P1, aços de construção sem liga, aços para vasos de pressão, e aços com 0,5% de Molibdênio (KESTRA, 2012).

Para o processo de arco submerso foi selecionado um conjunto arame tubular e fluxo com composição química e propriedades mecânicas mostradas nas Tabelas 9 e 10.

Tabela 9 - Composição química (metal depositado) AWS A5.23 ECF6 + F11A8

C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	Cu
0,070	0,340	1,280	0,020	0,020	0,370	0,560	2,180	0,017

Tabela 10 - Propriedades mecânicas (metal depositado) AWS A5.23 ECF6 + F11A8

Tensão de ruptura, MPa	812
Tensão limite de escoamento, MPa	740
Alongamento, %	23
Impacto (-60° C), Joules	80

Conforme informações de catálogo do fabricante (catálogo ESAB), o fluxo utilizado é aglomerado neutro, de elevada basicidade, apropriado para a soldagem em chanfro estreito (“Narrow Gap”). Apresenta bom destacamento de escória e fusão uniforme nas laterais do cordão, aplicável na soldagem com múltiplos arames em CC+/CA. Indicado para soldagem de vasos de pressão, em aplicações nucleares e em construções Offshore, com excelentes valores no ensaio CTOD. Oferece baixíssimos níveis de oxigênio e hidrogênio difusível no metal de solda.

Ainda conforme o fabricante, o arame ECF6 é tubular do tipo “metal cored” que deposita um aço ligado ao Mn, Cr, Ni e Mo para soldagem em passe único ou multipasse. A combinação OK® Tubrod ECF6 + OK Flux 10.62 F11A8 (é indicada na união de aços com requerimentos de resistência mecânica e tenacidade elevadas. Devido à sua alta resistência à compressão, é utilizado também como camada de almofada em aplicações de revestimento duro, envolvendo reparo de rolos de laminação de tiras a quente. O metal de solda apresenta, ainda, boa resistência à propagação de trincas.

3.2 Soldagem dos corpos de prova

A EPS foi qualificada com base na soldagem de dois corpos de prova soldados pelos processos GMAW e SAW, de forma mista, sendo o GMAW aplicado nos passes de raiz, reforço de raiz e parte do enchimento, e o SAW nos passes de enchimento e acabamento (Figura 9).

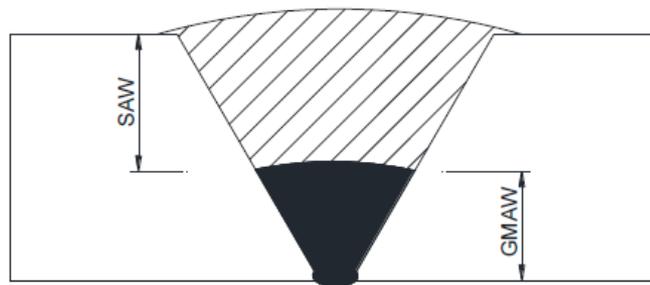


Figura 9 - Perfil da junta GMAW + SAW.

Para realização de todos os ensaios exigidos pelas normas de qualificação foram fabricados dois corpos de prova. Os corpos de prova foram retirados de uma barra forjada com diâmetro inferior a dimensão mínima referenciada acima, sendo, portanto, necessária a utilização de pelo menos dois corpos de prova.

Quatro placas foram retiradas no sentido transversal da barra redonda forjada. Posteriormente foram cortadas em geometrias retangulares com dimensões 355 mm x 400 mm x 50 mm e fresadas, para que a espessura fosse regularizada ao longo da placa, até atingir 40 mm (Figura 10 e11).

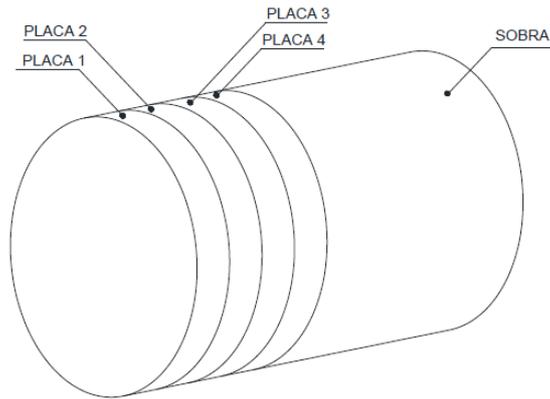


Figura 10 - Esquema de corte da barra.

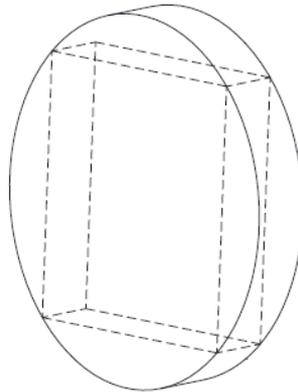


Figura 11 - Esquema de retirada das placas da barra.

As duas bordas de 355 mm foram chanfradas com ângulo de 30°, e as quatro placas foram cortadas ao meio, dando origem a oito placas, dos quais dois conjuntos foram deixados como reservas. Posteriormente foram montadas em pares gerando dois corpos de prova denominados CP 1 e CP 2. (Figura 12)

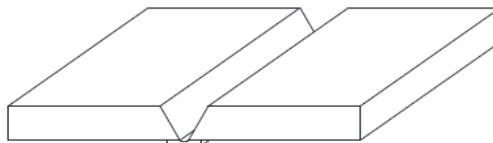


Figura 12 - Representação dos CP's montados.

Foram soldados dois corpos de prova (CP 1 e CP 2) com dimensões 355 mm x 400 mm x 40 mm, chanfro em “V” com ângulo de 60°, utilizando os processos de soldagem GMAW + SAW.

Todos os parâmetros de soldagem foram registrados no acompanhamento de soldagem conforme mostrado nas Figuras 9 e 10 e Tabelas 11 e 12.

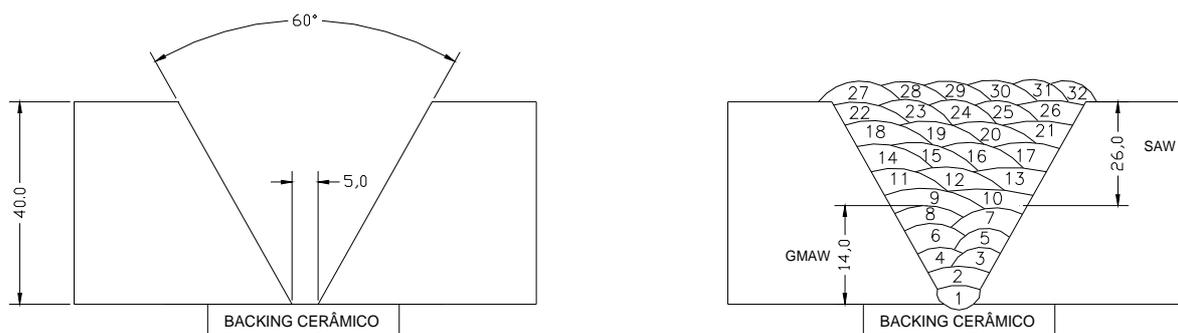


Figura 13 - Dimensão do chanfro e sequência de passes CP 1.

Tabela 11 - Tabela de parâmetros de soldagem CP 1.

Passe	Processo	Consumível	Ø (mm)	Corrente			Tensão (V)	Temperatura (°C)	Largura do cordão (mm)	Tempo		L (mm)	Velocida (cm/min.)	Heat Input (J/cm)
				Tipo	Polaridade	Valor (A)				min.	seg.			
1º	GMAW	ER 80S-D2	1,2	CC	Positiva	100 / 115	26 / 29	317	8	4	15	355	8,4	23.821
2º	GMAW	ER 80S-D2	1,2	CC	Positiva	245 / 262	30 / 32	330	11	0	52	355	41,0	12.269
3º	GMAW	ER 80S-D2	1,2	CC	Positiva	245 / 262	30 / 32	340	10	1	4	355	33,3	15.106
4º	GMAW	ER 80S-D2	1,2	CC	Positiva	245 / 262	30 / 32	310	13	1	5	355	32,8	15.337
5º	GMAW	ER 80S-D2	1,2	CC	Positiva	245 / 262	30 / 32	315	14	1	17	355	27,7	18.160
6º	GMAW	ER 80S-D2	1,2	CC	Positiva	260 / 280	30 / 32	310	10	1	5	355	32,8	16.390
7º	GMAW	ER 80S-D2	1,2	CC	Positiva	260 / 280	30 / 32	323	9	1	1	355	34,9	15.404
8º	GMAW	ER 80S-D2	1,2	CC	Positiva	260 / 280	30 / 32	318	10	0	48	355	44,4	12.108
9º	SAW	ECF6-F6	3,2	CC	Positiva	450 / 455	34 / 36	330	16	0	50	355	42,6	23.070
10º	SAW	ECF6-F6	3,2	CC	Positiva	450 / 456	34 / 36	340	18	0	51	355	41,8	23.564
11º	SAW	ECF6-F6	3,2	CC	Positiva	580 / 600	34 / 35	330	20	0	51	355	41,8	30.144
12º	SAW	ECF6-F6	3,2	CC	Positiva	560 / 590	33 / 36	315	20	1	0	355	35,5	35.899
13º	SAW	ECF6-F6	3,2	CC	Positiva	500 / 520	33 / 34	300	22	0	57	355	37,4	28.364
14º	SAW	ECF6-F6	3,2	CC	Positiva	470 / 500	33 / 34	350	19	1	0	355	35,5	28.732
15º	SAW	ECF6-F6	3,2	CC	Positiva	630 / 680	33 / 35	320	18	1	0	355	35,5	40.225
16º	SAW	ECF6-F6	3,2	CC	Positiva	650 / 665	34 / 36	335	20	1	0	355	35,5	40.462
17º	SAW	ECF6-F6	3,2	CC	Positiva	600 / 650	31 / 34	315	21	1	1	355	34,9	37.994
18º	SAW	ECF6-F6	3,2	CC	Positiva	600 / 650	32 / 33	335	20	1	0	355	35,5	36.254
19º	SAW	ECF6-F6	3,2	CC	Positiva	600 / 650	32 / 33	350	20	1	1	355	34,9	36.877
20º	SAW	ECF6-F6	3,2	CC	Positiva	600 / 650	32 / 33	345	21	0	59	355	36,1	35.651
21º	SAW	ECF6-F6	3,2	CC	Positiva	560 / 580	33 / 34	350	19	1	0	355	35,5	33.330
22º	SAW	ECF6-F6	3,2	CC	Positiva	530 / 580	34 / 34	350	20	1	0	355	35,5	33.330
23º	SAW	ECF6-F6	3,2	CC	Positiva	470 / 500	33 / 35	350	22	1	2	355	34,4	30.523
24º	SAW	ECF6-F6	3,2	CC	Positiva	550 / 600	33 / 36	320	18	1	0	355	35,5	36.507
25º	SAW	ECF6-F6	3,2	CC	Positiva	570 / 590	33 / 36	340	18	1	1	355	34,9	36.516
26º	SAW	ECF6-F6	3,2	CC	Positiva	500 / 550	33 / 35	320	21	1	0	355	35,5	32.535
27º	SAW	ECF6-F6	3,2	CC	Positiva	500 / 530	33 / 35	350	20	1	0	355	35,5	31.352
28º	SAW	ECF6-F6	3,2	CC	Positiva	510 / 560	33 / 36	350	22	1	3	355	33,8	35.787
29º	SAW	ECF6-F6	3,2	CC	Positiva	460 / 500	32 / 35	350	21	1	2	355	34,4	30.523
30º	SAW	ECF6-F6	3,2	CC	Positiva	530 / 580	33 / 35	350	18	1	5	355	32,8	37.134
31º	SAW	ECF6-F6	3,2	CC	Positiva	500 / 550	33 / 36	350	20	1	2	355	34,4	34.535
32º	SAW	ECF6-F6	3,2	CC	Positiva	500 / 550	33 / 36	350	21	1	0	355	35,5	33.465

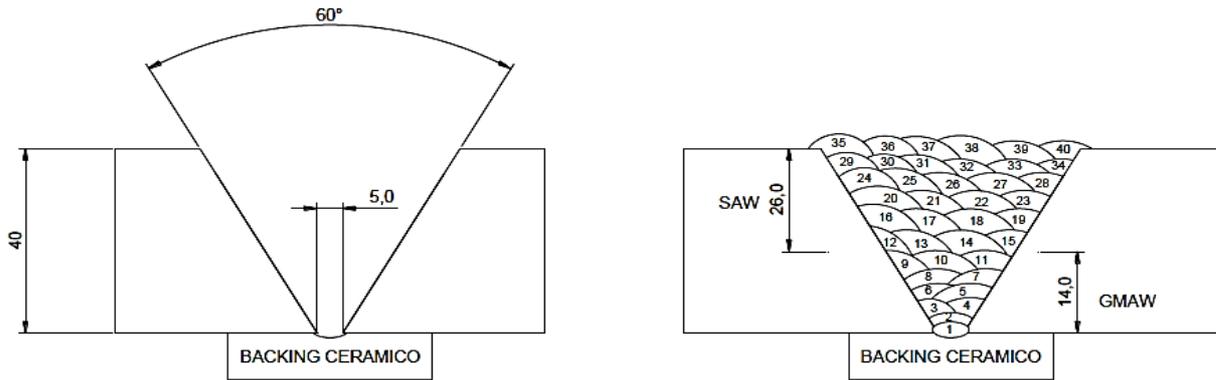


Figura 14 - Dimensão do chanfro e sequência de passes CP 2.

Tabela 12 - Tabela de parâmetros de soldagem CP 2.

Passe	Processo	Consumível	Ø (mm)	Corrente			Tensão (V)	Temperatura (°C)	Largura do cordão (mm)	Tempo		L (mm)	Velocidade (cm/min.)	Heat Input (J/cm)
				Tipo	Polaridade	Valor (A)				min.	seg.			
1º	GMAW	80S-D2	1,2	CC	Positiva	147 / 160	19 / 20	350	9	4	50	355	7,3	26.301
2º	GMAW	80S-D2	1,2	CC	Positiva	245 / 267	32 / 34	330	12	1	40	355	21,3	25.572
3º	GMAW	80S-D2	1,2	CC	Positiva	229 / 247	30 / 31	335	14	1	16	355	28,0	16.408
4º	GMAW	80S-D2	1,2	CC	Positiva	239 / 255	30 / 31	328	12	1	7	355	31,8	14.915
5º	GMAW	80S-D2	1,2	CC	Positiva	217 / 244	30 / 31	320	12	1	42	355	20,9	21.715
6º	GMAW	80S-D2	1,2	CC	Positiva	228 / 247	30 / 31	323	11	1	34	355	22,7	20.239
7º	GMAW	80S-D2	1,2	CC	Positiva	256 / 275	30 / 31	335	12	1	30	355	23,7	21.582
8º	GMAW	80S-D2	1,2	CC	Positiva	228 / 257	30 / 31	315	9	2	5	355	17,0	28.119
9º	GMAW	80S-D2	1,2	CC	Positiva	244 / 273	30 / 31	338	11	1	19	355	27,0	18.807
10º	GMAW	80S-D2	1,2	CC	Positiva	256 / 274	30 / 31	335	12	1	17	355	27,7	18.399
11º	GMAW	80S-D2	1,2	CC	Positiva	243 / 258	30 / 31	327	14	1	50	355	19,4	24.736
12º	SAW	ECF6 F6	3,2	CC	Positiva	500 / 540	30 / 31	315	14	1	0	355	35,5	28.293
13º	SAW	ECF6 F6	3,2	CC	Positiva	480 / 510	30 / 32	330	20	0	50	355	42,6	22.986
14º	SAW	ECF6 F6	3,2	CC	Positiva	480 / 520	31 / 33	305	16	0	45	355	47,3	21.767
15º	SAW	ECF6 F6	3,2	CC	Positiva	500 / 560	31 / 32	314	20	0	40	355	53,3	20.173
16º	SAW	ECF6 F6	3,2	CC	Positiva	460 / 520	31 / 32	300	22	0	40	355	53,3	18.732
17º	SAW	ECF6 F6	3,2	CC	Positiva	500 / 540	31 / 32	315	18	0	40	355	53,3	19.452
18º	SAW	ECF6 F6	3,2	CC	Positiva	540 / 580	31 / 32	307	20	0	42	355	50,7	21.964
19º	SAW	ECF6 F6	3,2	CC	Positiva	520 / 560	31 / 33	310	22	0	45	355	47,3	23.442
20º	SAW	ECF6 F6	3,2	CC	Positiva	520 / 580	31 / 32	330	19	0	50	355	42,6	26.141
21º	SAW	ECF6 F6	3,2	CC	Positiva	540 / 600	30 / 31	312	24	0	48	355	44,4	25.135
22º	SAW	ECF6 F6	3,2	CC	Positiva	500 / 560	31 / 32	300	22	0	45	355	47,3	22.732
23º	SAW	ECF6 F6	3,2	CC	Positiva	500 / 560	31 / 32	326	20	0	47	355	45,3	23.735
24º	SAW	ECF6 F6	3,2	CC	Positiva	520 / 580	31 / 32	302	19	0	42	355	50,7	21.964
25º	SAW	ECF6 F6	3,2	CC	Positiva	520 / 580	31 / 32	308	20	0	45	355	47,3	23.543
26º	SAW	ECF6 F6	3,2	CC	Positiva	540 / 580	31 / 32	325	22	0	45	355	47,3	23.543
27º	SAW	ECF6 F6	3,2	CC	Positiva	520 / 560	31 / 32	337	22	0	40	355	53,3	20.173
28º	SAW	ECF6 F6	3,2	CC	Positiva	520 / 560	31 / 32	320	18	0	37	355	57,6	18.667
29º	SAW	ECF6 F6	3,2	CC	Positiva	540 / 600	31 / 32	315	21	0	40	355	53,3	21.614
30º	SAW	ECF6 F6	3,2	CC	Positiva	540 / 600	30 / 31	330	22	0	38	355	56,1	19.893
31º	SAW	ECF6 F6	3,2	CC	Positiva	500 / 560	30 / 31	308	23	0	37	355	57,6	18.083
32º	SAW	ECF6 F6	3,2	CC	Positiva	500 / 560	31 / 32	322	22	0	45	355	47,3	22.732
33º	SAW	ECF6 F6	3,2	CC	Positiva	500 / 540	31 / 32	310	22	0	42	355	50,7	20.450
34º	SAW	ECF6 F6	3,2	CC	Positiva	520 / 560	31 / 32	323	24	0	40	355	53,3	20.173
35º	SAW	ECF6 F6	3,2	CC	Positiva	520 / 560	31 / 32	315	23	0	38	355	56,1	19.166
36º	SAW	ECF6 F6	3,2	CC	Positiva	520 / 580	31 / 32	306	22	0	42	355	50,7	21.964
37º	SAW	ECF6 F6	3,2	CC	Positiva	540 / 560	30 / 31	309	23	0	43	355	49,5	21.042
38º	SAW	ECF6 F6	3,2	CC	Positiva	480 / 540	31 / 32	323	22	0	45	355	47,3	21.920
39º	SAW	ECF6 F6	3,2	CC	Positiva	480 / 520	31 / 32	330	21	0	39	355	54,6	18.286
40º	SAW	ECF6 F6	3,2	CC	Positiva	480 / 520	31 / 32	335	21	0	42	355	50,7	19.692

Imediatamente após a soldagem os corpos de prova foram submetidos a pós-aquecimento na temperatura de 350°C durante 30 minutos, e posteriormente envolvidos em manta térmica para resfriamento lento.

3.3 Tratamento Térmico de Alívio de Tensões

Os corpos de prova foram submetidos a tratamento térmico de alívio de tensões após soldagem especificado na norma ASME VIII divisão I, UCS-56. Os corpos de prova foram tratados em diferentes ciclos. A Tabela 13 mostra os parâmetros de tratamento térmico aplicados em cada CP.

Tabela 13 - Tabela de parâmetros de TTAT

Parâmetro	CP1	CP2
Temperatura de início e final de controle	400° C	400° C
Taxa de aquecimento (max. 140°C/h)	78° C/h	50° C/h
Taxa de resfriamento (max. 180°C/h)	61° C/h	65° C/h
Temperatura de TTAT (600 a 650° C)	600 a 620° C	600 a 610° C
Tempo de patamar (mín. 95 minutos)	127 minutos	175 minutos

Os dois corpos de prova foram tratados em fornedas diferentes devido a ordem de fabricação e aproveitamento de outros tratamentos térmicos que estavam sendo realizados, entretanto conforme o ASME VIII divisão 1, todas os parâmetros estão dentro dos limites estabelecidos.

3.4 Ensaios não destrutivos

Após soldagem e tratamento térmico os corpos de prova foram submetidos a ensaios visuais, de líquido penetrante e de radiografia.

Em todos os ensaios mencionados acima as soldas foram aprovadas conforme critérios de aceitação estabelecidos nas normas de qualificação e especificações do equipamento para o qual o procedimento se destina.

3.5 Ensaios destrutivos

Os ensaios destrutivos são determinantes para qualificação de um procedimento de soldagem. Os seguintes ensaios destrutivos, com as quantidades totais de corpos de prova usados, foram realizados para esta qualificação (Figura 15 e 16).

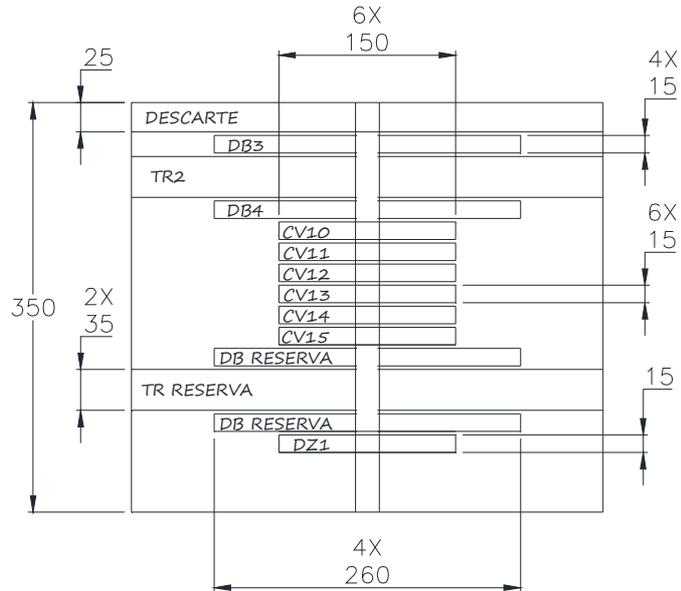


Figura 15 - Esquema de retiradas dos corpos de prova para ED CP1.

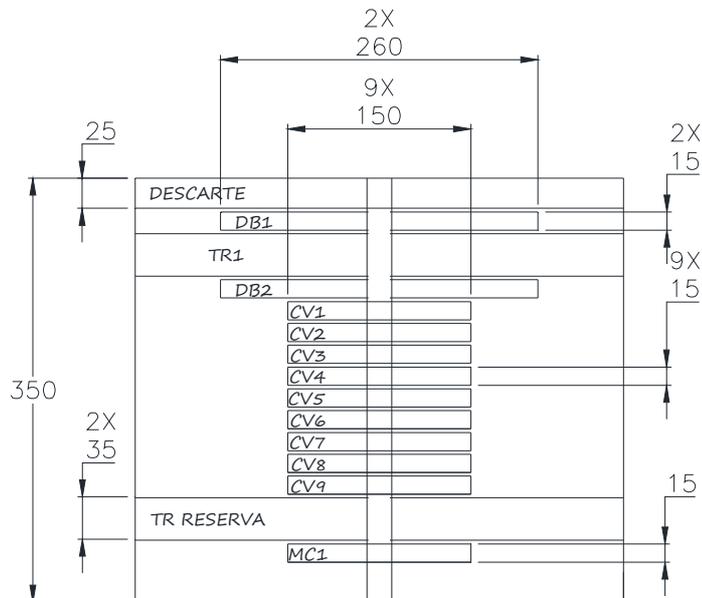


Figura 16 - Esquema de retiradas dos corpos de prova para ED CP2.

Notas: Dimensões em mm;

- Ensaio de tração, dois corpos de prova; TR 1 e TR 2
- Ensaio de dobramento lateral, quatro corpos de prova; DB 1, DB 2, DB3 e DB4
- Ensaio de impacto, 05 conjuntos com três corpos de prova para cada um dos conjuntos; totalizando quinze corpos de prova; CV 1 a CV 15.
- Ensaio de macrografia, um corpo de prova; MC 1.
- Ensaio de dureza, um corpo de prova; DZ 1.

Foram confeccionados alguns corpos de prova reservas para o caso da necessidade de retestes. Não houve necessidade de utiliza-los.

Os critérios para fabricação dos corpos de prova, bem como para avaliação dos resultados, para os ensaios mencionados acima, estão estabelecidos no código ASME seção IX.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados dos ensaios serão avaliados com base nos critérios de aceitação estabelecidos nas normas de qualificação.

4.1 Ensaio de tração

A Figura 17 ilustra os corpos de prova de tração utilizados nos ensaios.

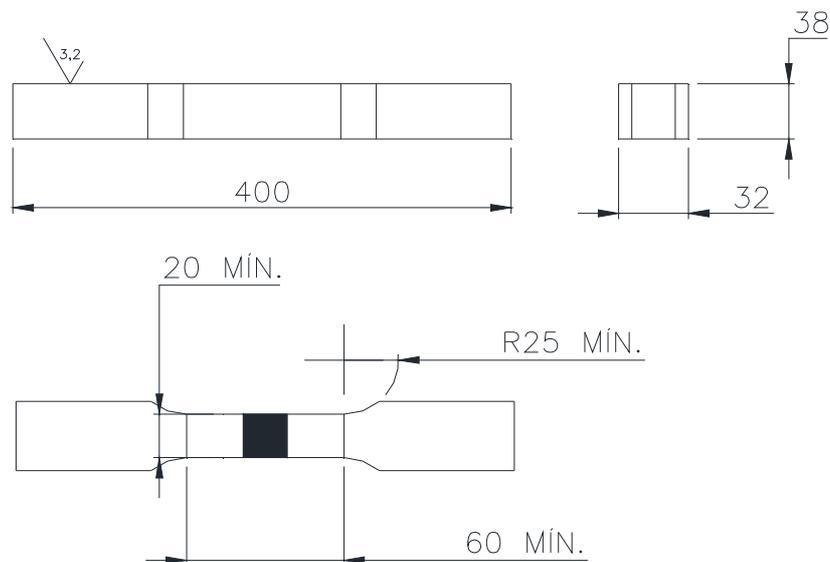


Figura 17 - corpos de prova de tração.

Notas: Dimensões em mm;

As tabelas 14 e 15 mostram os resultados dos ensaios de tração realizados nas duas amostras.

Tabela 14 - Resultados de ensaio de tração TR 1

Tensão de ruptura, MPa	754
Tensão limite de escoamento, MPa	540

*Rompeu no metal de base

Tabela 15 - Resultados de ensaio de tração TR 2

Tensão de ruptura, MPa	758
Tensão limite de escoamento, MPa	549

*Rompeu no metal de base

Segundo o ASME seção IX, QW-153, item (a), a tensão de ruptura mínima deve ser igual a tensão de ruptura especificada para o material de base (737 MPa). Portanto, por este critério, os ensaios foram considerados aprovados.

4.2 Ensaio de dobramento lateral

O ensaio de dobramento lateral (Figura18) foi realizado em 04 amostras, sendo que uma delas apresentou descontinuidade inferior a 3,00 mm. As demais amostras não apresentaram descontinuidade. Pelo critério estabelecido no QW-163 do código ASME IX, onde é especificado que a região convexa não deve apresentar descontinuidades maiores que 3 mm, todos os CP's foram aprovados (Tabela 16).



Figura 18 - Corpo de prova de dobramento.

Notas: Dimensões em mm;

Tabela 16 - Resultados de ensaio de dobramento lateral

DB	Laudo da inspeção visual
01	Não apresentou descontinuidade
02	Apresentou descontinuidade < 3,00 mm
03	Não apresentou descontinuidade
04	Não apresentou descontinuidade

4.3 Ensaio de impacto

O critério para aceitação dos resultados foi estabelecido por uma especificação técnica do equipamento para o qual o procedimento em estudo se destina. A temperatura do ensaio deve ser -29°C , e a energia média (de três amostras) absorvida deverá ser de no mínimo 47 Joules, sendo que nenhuma das amostras poderá apresentar absorção de energia abaixo de 42 Joules (Figura 19).

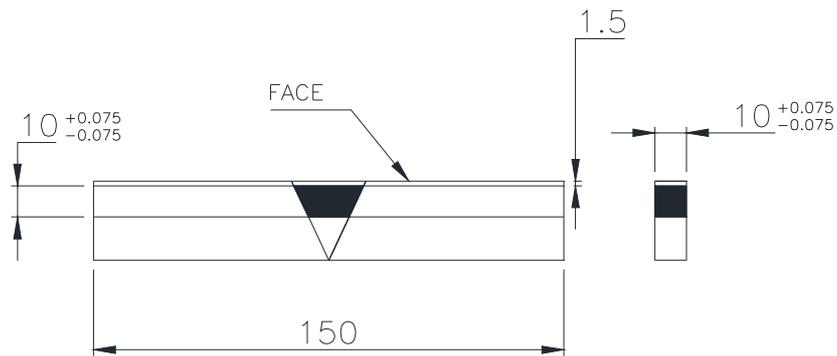


Figura 19 – Esquema de retirada de corpo de prova de Charpy.

Os corpos de prova de charpy foram retirados das regiões de face e raiz, de maneira análoga à figura acima, e os entalhes foram feitos nas regiões de interesse (Metal de solda, ZTA, e etc).

A tabela 17 resume os resultados dos ensaios de charpy realizados nos 05 conjuntos de corpos de prova, cada um com 03 amostras.

Tabela 17 - Resultados de ensaio de impacto (Charpy)

CV	Localização do entalhe	Temperatura do teste (°C)	Energia (Joule)	Média (Joule)
CV 1	Metal de Solda (Face)	- 29	54,0	54,0
CV 2			56,0	
CV 3			52,0	
CV 4	Metal de Solda (Raiz)		66,0	67,3
CV 5			76,0	
CV 6			60,0	
CV 7	ZTA (Raiz)		74,0	108,7
CV 8			182,0	
CV 9			70,0	
CV 10	ZTA (Face)		44,0	57,3
CV 11			64,0	
CV 12			64,0	
CV 13	ZTA (Face)		64,0	71,3
CV 14			50,0	
CV 15			100,0	

Todas as amostras foram aprovadas conforme critério de aceitação.

4.4 Ensaio de macrografia

A Figura 20 mostra a macrografia da seção transversal realizada no MC 1.

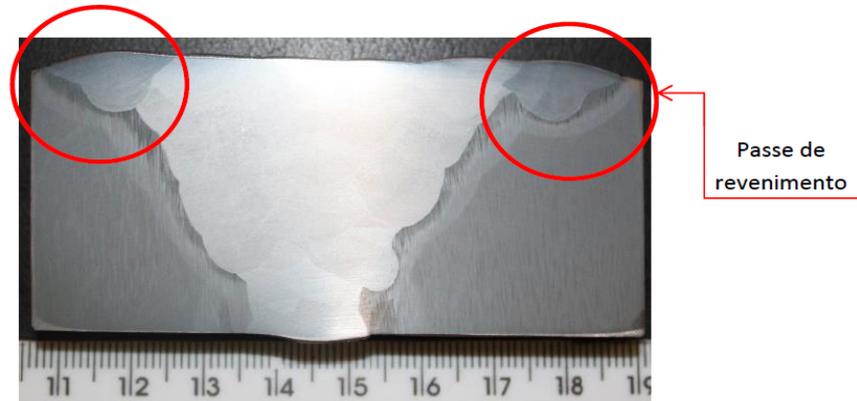


Figura 20 - Fotografia do MC 1 de macrografia.

Pode-se observar que nos dois lados do chanfro foram executados passes de revenimento. Esta técnica tem como objetivo aliviar as tensões dos passes anteriores, promovendo o ajuste das propriedades mecânicas de forma a reduzir a dureza da ZTA.

4.5 Ensaio de dureza

O ensaio de dureza foi realizado conforme perfil ilustrado na Figura 21.

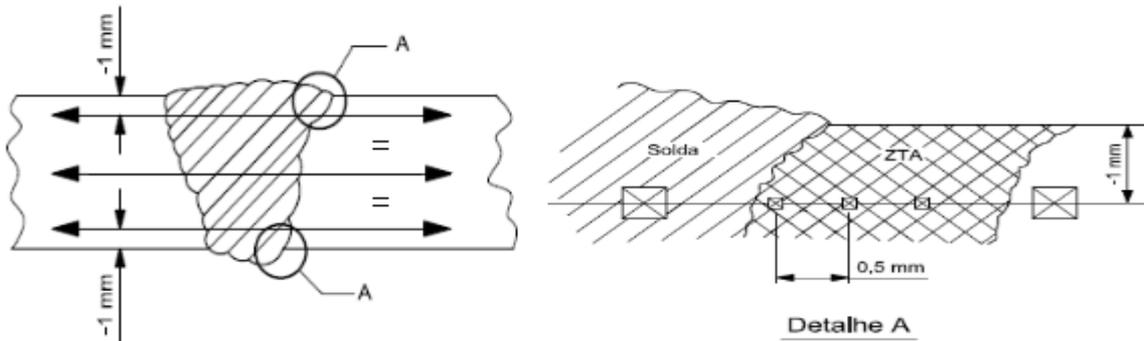


Figura 21 - Perfil de dureza.

Conforme especificação técnica, o ensaio de dureza deve ser realizado pelo método Vickers, com uma carga de 10 kgf e os valores não podem ser maiores que 275 HV 10.

As Tabelas 18 e 20 apresentam os valores de dureza para os pontos definidos na Figura 14. A Tabela 19 apresenta os resultados para pontos extras, direcionados por uma linha no centro do corpo de prova DZ 1.

Tabela 18 - Tabela dureza na linha 1

Linha 1 (Face)	Dureza Vickers HV 10
1 – Metal de base	216
2 – ZTA	255
3 – ZTA	273
4 – ZTA	269
5 – Metal de solda	252
6 – Metal de solda	244
4 – ZTA	253
8 – ZTA	261
9 – ZTA	255
10 – Metal de base	224

Tabela 19 - Tabela dureza na linha 2

Linha 2 (Centro)	Dureza Vickers HV 10
1 – Metal de base	225
2 – ZTA	251
3 – ZTA	250
4 – ZTA	251
5 – Metal de solda	242
6 – Metal de solda	244
4 – ZTA	253
8 – ZTA	252
9 – ZTA	246
10 – Metal de base	228

Tabela 20 - Tabela dureza na linha 3

Linha 3 (Raiz)	Dureza Vickers HV 10
1 – Metal de base	220
2 – ZTA	243
3 – ZTA	244
4 – ZTA	242
5 – Metal de solda	170
6 – Metal de solda	188
4 – ZTA	241
8 – ZTA	242
9 – ZTA	240
10 – Metal de base	220

Após avaliação dos resultados o ensaio de dureza foi aprovado.

4.6 Discussão

Conforme apresentado nos itens anteriores, os resultados de todos os ensaios destrutivos foram aprovados. Entretanto, existem algumas melhorias na qualificação deste procedimento que serão tratadas neste subitem.

Com base na revisão bibliográfica deste estudo e análise das práticas adotadas na qualificação deste procedimento, serão feitas algumas observações com o objetivo de identificar e sugerir melhorias na soldagem do AISI 8630 modificado.

4.6.1 Seleção de consumíveis

A seleção dos consumíveis poderia ter sido feita, levando-se em consideração os dois principais aspectos para determinação de consumíveis, a composição química e as propriedades mecânicas.

Na Tabela 21, pode-se comparar as propriedades mecânicas nominais dos consumíveis (metal depositado) selecionados com as do material de base.

Tabela 21 - Propriedades mecânicas dos consumíveis e material de base.

Propriedade	AISI 8630 MOD.	ER 80S-D2	ECF6+F11A8
Tensão de ruptura, [MPa]	738	550	812
Tensão limite de escoamento, [MPa]	558	470	740
Alongamento, %	25	17	23

As propriedades mecânicas do arame ER 80S-D2, são inferiores as do metal de base. A aplicação de um consumível com características inferiores pode causar falhas.

A Tabela 22 apresenta as composições químicas dos consumíveis e do material de base.

Tabela 22 - Composição química AISI 8630 modificado.

Nota	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	Al	Cu	V	Ti
1	0,310	0,280	0,920	0,008	0,001	0,970	0,420	0,880	0,026	0,150	0,003	0,002
2	0,072	0,680	1,830	0,011	0,008	-	0,460	0,050	-	0,180	-	-
3	0,070	0,340	1,280	0,020	0,020	0,370	0,560	2,180	-	0,017	-	-

Notas

1 – Composição química do AIS 8630 Modificado.

2 - Composição química do metal depositado para ER 80S-D2.

3 - Composição química do metal depositado para o ECF6+F11A8.

Os dois consumíveis apresentam diferenças significativas de composição química em relação ao material de base, principalmente nos teores de carbono, cromo e níquel.

A ausência destes elementos podem caracterizar perdas de resistência mecânica e tenacidade na zona fundida. Entretanto para confirmar esta informação seria necessária a realização de uma análise química da zona fundida, que não foi realizada na qualificação deste procedimento.

O cromo, combinado com o carbono, influencia na liga aumentando a dureza destes aços. O cromo aumenta a temperabilidade, favorecendo a formação de estruturas bainíticas mais finas e resistentes. Na zona fundida, para um aço estrutural, a formação de muitos carbonetos não é desejável, pois isto degrada a tenacidade e a ductilidade. Além do endurecimento, o cromo também contribui com o aumento da resistência à corrosão e a resistência do aço a altas temperaturas.

O níquel melhora a ductilidade e a resistência ao impacto do aço a baixas temperaturas. Além disto, o níquel, como o cromo, favorece uma maior temperabilidade, gerando estruturas mais finas e resistentes.

4.6.2 Técnica e parâmetros de soldagem

Analisando o acompanhamento da soldagem dos corpos de provas (Tabelas 11 e 12), pode-se observar que a largura dos cordões varia, para o processo GMAW de 8,0 a 14,0 mm, e para o processo SAW de 14,0 a 24,0 mm. Isto sugere a utilização de

técnicas e parâmetros de soldagem inadequados para soldagem de um material com as características do AISI 8630 Modificado.

As variações de largura de cordão apresentadas nos acompanhamentos podem indicar a utilização da técnica de tecimento (no processo GMAW). Como foi estudado na revisão bibliográfica, este tipo de técnica eleva o aporte térmico aumentando a tendência de ocorrer mudanças na microestrutura e conseqüentemente perdas de propriedades mecânicas.

Na soldagem por arco submerso as variações da largura dos cordões podem estar associadas às oscilações na velocidade de soldagem. A energia de soldagem aumenta com a diminuição da velocidade, o que pode ser prejudicial às propriedades da junta pelos mesmos motivos expostos no parágrafo anterior.

4.6.3 Temperatura de pré-aquecimento

De acordo com os acompanhamentos de soldagem foi aplicado pré-aquecimento de 350°C.

Um dos métodos de determinar a temperatura de pré-aquecimento é utilização de tabelas empíricas que correlacionam as faixas de carbono equivalente às faixas de temperatura (Tabela 23).

Tabela 23 – Tabela para determinação de pré-aquecimento

Carbono Equivalente C_{eq} (%)	Temperatura de pré-aquecimento recomendada
< 0,30	Opcional
0,31 - 0,45	100°C - 200°C
0,45 - 0,60	200°C - 250°C
> 0,60	250°C - 300°C

Fonte: Apostila Metalurgia da Soldagem

O carbono equivalente do AISI 8630 Modificado utilizado na qualificação do procedimento é de 0,81% o que implica na aplicação de pré-aquecimento na faixa de

temperatura de 250° C a 300° C. Conforme verificado nos acompanhamentos, o pré-aquecimento aplicado na qualificação foi de 350° C.

O dimensionamento correto da temperatura de pré-aquecimento é extremamente importante. Esta técnica é responsável pela redução da velocidade de resfriamento e por auxiliar a difusão de hidrogênio. Ações que evitam a formação de microestruturas frágeis e trincamento a frio.

A aplicação de um pré-aquecimento excessivo pode causar maiores distorções nos equipamentos soldados e eleva o custo do processo. Por outro lado, alguns valores de dureza ficaram próximos de 275 HV. Um menor pré-aquecimento poderia causar problemas neste aspecto, devido à possibilidade de formação de microestruturas duras e frágeis com a maior velocidade de resfriamento.

5. CONCLUSÃO

Após realização do estudo sobre a soldagem do aço AISI 8630 Modificado, registrado neste trabalho, e análise da qualificação do procedimento foi possível observar pontos de melhoria que tornariam o procedimento mais adequado à aplicação.

O procedimento foi aprovado em todos os ensaios requisitados e atende a todas as normas e especificações para qualificação. Entretanto é importante ressaltar que as melhorias sugeridas neste trabalho, do ponto de vista da Engenharia de soldagem, fariam com que o procedimento fosse mais coerente para soldagem do AISI 8630 Modificado.

6. REFERÊNCIAS

ASM. (1994). ASM Metals Handbook: Properties and Selection: Iron, Steels, and High Performance Alloys., vol. 1, 10th Edition.

ASM INTERNACIONAL. (1990). Classification and Designation of Carbon and Alloy Steels. In: ASM Handbook, v. 1,.

ASM INTERNATIONAL. (1993). Welding, Brazing, and Soldering. ASM INTERNATIONAL.

ASM Metals Handbook. (1994). Properties and Selection: Iron, Steels, and High Performance Alloys, vol. 1, 10th Edition.

ASME Boiler and Pressure Vessel Committee on Pressure Vessels. (2010). ASME Boiler and Pressure Vessel Code. In: ASME Boiler and Pressure Vessel Code VIII Division 1 RULES FOR CONSTRUCTION OF PRESSURE VESSELS. New York: ASME collective membership mark.

ASME Boiler and Pressure Vessel Committee on Welding and Brazing. (2010). ASME Boiler & Pressure Vessel Code. In: A. B. Brazing, ASME Boiler & Pressure Vessel Code IX QUALIFICATION STANDARD FOR WELDING AND BRAZING PROCEDURES, WELDERS, BRAZERS, AND WELDING AND BRAZING OPERATORS. New York: ASME collective membership mark.

CALLISTER, W. (2002). Ciência e Engenharia do Materiais uma introdução, 2002, Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: LTC.

CENTRO DE CONHECIMENTO ESAB. (15 de Janeiro de 2015). Site da empresa Esab. Acesso em 2015 de Janeiro de 2015, disponível em Site da empresa Esab: <http://www.esab.com.br>

EMILIO WAINER, E, BRANDI, S, D, MELO, F, D, H. (2004). Soldagem Processos e Metalurgia. São Paulo: Edgard Blucher Ltda.

ESAB . (2005). Apostila Metalurgia da Soldagem. ESAB.

FONTES, C. H. (2008). Juntas de Aço Baixa Liga Soldadas com Diferentes Consumíveis – Efeito do Tratamento Térmico de Alívio de Tensões nas Características Metalúrgicas das Soldas,. Rio de Janeiro.

KESTRA. (2012). Catálogo de consumíveis KESTRA. 2012.

MACHADO, I. K. (1980). Mecanismo e natureza das trincas de solidificação nas soldas, partes I e II, Tecnologia de Soldagem, Associação Brasileira de Soldagem. São Paulo.

MODENESI, P. J. (2012). Introdução á Metalurgia da soldagem. Belo Horizonte: UFMG.

MODENESI, P. J. (2012). Soldabilidade dos Aços Transformáveis. Belo Horizonte: 2012.

MARQUES, P, V , MODENESI, P, J, BRACARENSE, A, Q. (2009). Soldagem Fundamentos e Tecnologia. Belo Horizonte: UFMG.

PETROBRAS. (2014). N-133 rev. L - Soldagem. Rio de Janeiro: Contec.

SINDOU, K. (2003). Welding Metallurgy, D. L. Wile Intercience, 2º Edição.

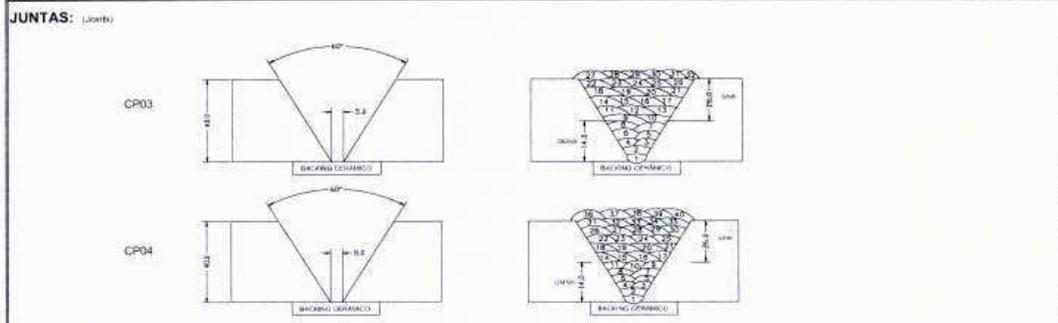
OKUMURA, T, TANIGUCHI, C. (1982). Engenharia de Soldagem e aplicações. Rio de Janeiro: LTC.

7. ANEXOS

REGISTRO DE QUALIFICAÇÃO DE PROCEDIMENTO DE SOLDAGEM (RQPS) PROCEDURE QUALIFICATION RECORD (PQR)		2014	
PÁGINA (Page):		01/03	
RQPS Nº: 11414	Revisão: 0	PROCESSO (S) DE SOLDAGEM GMAW + SAW	DATA: 10/09/2014
TIPO DO PROCESSO (S) DE SOLDAGEM SEMI-AUTOMÁTICO + MECANIZADO	NORMA APLICÁVEL ASME IX - 2013	NOME DO(S) SOLDADOR(ES) CP04 - SINETE(S):	
METAL(S) DE BASE			
ESPECIFICAÇÃO: AISI 8630 - MODIFICADO PARA ATENDER M20408 (FMC) COM AISI 8630 - MODIFICADO PARA ATENDER M20408 (FMC)			
ESPESSURAS: 40,0 mm	DIÂMETRO DO TUBO: 40,0 mm		
METAL(S) DE ADIÇÃO			
ESPECIFICAÇÃO: AWS A5.28	ESPECIFICAÇÃO: AWS A5.23	ESPECIFICAÇÃO: AWS A5.23	ESPECIFICAÇÃO: AWS A5.23
CLASSIFICAÇÃO: ER 80S-D2	CLASSIFICAÇÃO: ECF6-F6	CLASSIFICAÇÃO: ECF6-F6	CLASSIFICAÇÃO: F11A8
MARCA COMERCIAL: KST S MO	MARCA COMERCIAL: OK TUBRODUR ECF6	MARCA COMERCIAL: OK TUBRODUR ECF6	MARCA COMERCIAL: OK FLUX 10.62
FABRICANTE: KESTRA	FABRICANTE: ESAB	FABRICANTE: ESAB	FABRICANTE: ESAB
DIÂMETRO DO METAL DE ADIÇÃO: 1,2 mm	DIÂMETRO DO METAL DE ADIÇÃO: 3,2 mm		
POSIÇÃO DA PEÇA DE TESTE:			
POSIÇÃO (ÕES) DO CHANFRO OU FILETE: 2G - GMAW + 1G - SAW	SOLDA DE REVESTIMENTO ANTI-CORROSIVO		
PROGRESSÃO DE SOLDAGEM: ASCENDENTE	DESCENDENTE	SOLDA DE REVESTIMENTO DURO	
SOLDADO COM: SOLDAGEM POR UM LADO COM PENETRAÇÃO TOTAL	EXTRAÇÃO DE RAIZ: X	SOLDA DE FILETE	
COM COBRE JUNTA: X	TIPO DE COBRE JUNTA: CERÂMICO	TIPO DE MATERIAL METÁLICO: N.A.	
PRÉ AQUECIMENTO		GÁS	
TEMPERATURA DE PRÉ AQUECIMENTO: 300°C	TEMPERATURA DE INTERPASSAS: 350°C	COMPOSIÇÃO PERCENTUAL	
POÓS AQUECIMENTO: 40 minutos à 300°C e resfriamento protegido.	OUTROS: Proteger a peça com manta imediatamente após concluída a soldagem ou a qualquer interrupção no processo de soldagem.	GÁS: MISTURA C-18	MISTURA: 82% Ar + 18% CO2
		VAZÃO (l/min): 18	
TRATAMENTO TÉRMICO			
FAIXA DE TEMPERATURAS: * 600 a 610°C / ** 600 a 620°C	TEMPO DE PATAMAR: * 2,1 HORAS / ** 2,9 HORAS	MODO DE AQUECIMENTO: FORNO	
INÍCIO DE CONTROLE MÁX: 400°C	FINAL DE CONTROLE MÁX: 400°C	MÉTODO DE CONTROLE: Termopar e Registro Gráfico	
RELATÓRIO DE TRATAMENTO TÉRMICO DE ALÍVIO DE TENSÕES: (EMPRESA / NÚMERO)		DLP - 044/2014 e 045/2014	
OBSERVAÇÕES: * VALORES PARA CP 03 (RELATÓRIO 044/2014) ** VALORES PARA CP 04 (RELATÓRIO 045/2014)			
ELABORADO POR: DATA: 10/09/2014	APROVADO POR: DATA: 10/09/2014		
FISCALIZAÇÃO (PROJETO): DATA:	FISCALIZAÇÃO (CLIENTE): DATA:		

TÉCNICA	
Thecnic (s)	
Bead covering	
Method of back gouging	
Bead size	
Oscillation max	
Electrodes number	
Distance back-peel (min/max)	
Ø of nozzle	
Wire feed speed	
Electrode travel inclination	
Electrode work inclination	
Mode of metal transfer	
Weld machine type	
Welding	

LIMPEZA INICIAL <small>Brushing / Machining</small>	ESCOVADO / USINADO <small>Brushing / Machining</small>	LIMPEZA INTERPASSES <small>Interpass cleaning</small>	ESMERILHAMENTO / ESCOVAMENTO <small>Grinding / Brushing</small>
METODO DE GOIVAGEM DA RAIZ <small>Method of back gouging</small>		ESMERILHAMENTO <small>Grinding</small>	
TIPO DE CORDÃO <small>Bead type</small>	TRANÇADO <small>Wave</small>	RETILINEO X <small>String</small>	MULTIPLAS X <small>Multiple</small>
OSCILAÇÃO MÁXIMA <small>Oscillation max</small>	Processo 1 14 mm de largura de cordão <small>14 mm wide bead</small>	Processo 2 17,0 a 26,0 mm <small>17.0 to 26.0 mm</small>	Processo 2 22 mm de largura de cordão <small>22 mm wide bead</small>
NÚMERO DE ELETRODOS <small>Electrodes number</small>	Processo 1 SIMPLES X <small>Single</small>	Processo 2 MULTIPLAS <small>Multiple</small>	Processo 2 SIMPLES X <small>Single</small>
DISTÂNCIA BICO-PEÇA (min/max) <small>Contact length / Total to Work Distance</small>	Processo 1 6,0 a 15,0 mm <small>6.0 to 15.0 mm</small>	Processo 2 17,0 a 26,0 mm <small>17.0 to 26.0 mm</small>	Processo 2 ESPECIFICAÇÃO DO TUNGSTÊNIO <small>Specification for Tungsten electrode</small>
Ø DO BOCAL <small>Nozzle diameter</small>	Processo 1 13,0 mm <small>13.0 mm</small>	Processo 2 N.A. <small>N.A.</small>	Processo 2 CLASSIFICAÇÃO DO TUNGSTÊNIO <small>Classification for Tungsten electrode</small>
VEL. DE ALIMENT. DO ARAME <small>Wire feed speed</small>	Processo 1 7,3 a 44,4 cm/min <small>7.3 to 44.4 cm/min</small>	Processo 2 32,8 a 57,6 cm/min <small>32.8 to 57.6 cm/min</small>	Processo 2 DIÂMETRO DO ELETRODO DE TUNGSTÊNIO <small>Diameter of the Tungsten electrode</small>
INCLINAÇÃO DE AVANÇO DO ELETRODO (SAW) <small>Electrode travel inclination</small>	Arame 1 90° <small>Wire 1</small>	Arame 2 90° <small>Wire 2</small>	Processo 2 DISTÂNCIA ENTRE ELETRODOS (SAW) <small>Electrode distance (SAW)</small>
INCLINAÇÃO DE TRABALHO DO ELETRODO (SAW) <small>Electrode work inclination</small>	Arame 1 90° <small>Wire 1</small>	Arame 2 90° <small>Wire 2</small>	Processo 2 INCLINAÇÃO ENTRE ELETRODOS (SAW) <small>Inclination between electrodes (SAW)</small>
MODO DE TRANSFERÊNCIA <small>Mode of metal transfer</small>	Processo 1 GLOBULAR <small>Globular</small>	Processo 2 GLOBULAR <small>Globular</small>	Processo 2 GLOBULAR <small>Globular</small>
TIPO DE MÁQUINA DE SOLDA <small>Weld machine type</small>	Processo 1 <input type="checkbox"/> Corrente constante <small>Constant Current</small>	<input checked="" type="checkbox"/> Tensão constante <small>Constant Voltage</small>	Processo 2 <input type="checkbox"/> Corrente constante <small>Constant Current</small>
OUTROS <small>Other</small>	N.A.		



OBSERVAÇÕES: (Remarks)

CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS:
Electric Characteristics

CAMADA (S) DE SOLDA <small>Weld Layer (s)</small>	PROCESSO <small>Process</small>	METAL DE ADIÇÃO <small>Filler Metal</small>		CORRENTE <small>Current</small>			FAIXA DE TENSÃO (V) <small>Volt Range (V)</small>	FAIXA DE VELOC. DE AVANÇO <small>Travel Speed Range (cm/min)</small>	ENERGIA DE SOLDAGEM (Max) <small>Heat Input (J/cm)</small>
		Classificação <small>Classification</small>	Ø - mm <small>Diameter</small>	TIPO <small>Type</small>	POLARIDADE <small>Polarity</small>	FAIXA DE CORRENTE - (A) <small>Current Range (A)</small>			
RAIZ (Root)	GMAW	ER 80S-D2	1,2	CC (DC)	Positiva (Positive)	100 a 160	19 a 29	7,3 a 8,4	26.301
ENCHIMENTO (Fill)	GMAW	ER 80S-D2	1,2	CC (DC)	Positiva (Positive)	217 a 280	30 a 34	17,0 a 44,4	28.119
ENCHIMENTO (Fill)	SAW	ECF6-F6	3,2	CC (DC)	Positiva (Positive)	450 a 680	30 a 36	34,4 a 57,6	40.462
ACABAMENTO (Cap)	SAW	ECF6-F6	3,2	CC (DC)	Positiva (Positive)	460 a 580	30 a 36	32,8 a 54,6	37.134
ACABAMENTO (Cap)									

ELABORADO POR: <small>Elaborate By:</small>	DATA: <small>Date:</small> 10/09/2014	APROVADO POR: <small>Approved by:</small>	DATA: <small>Date:</small> 10/09/2014
FISCALIZAÇÃO (PROJETO) <small>Approved (Project)</small>	DATA: <small>Date:</small>	FISCALIZAÇÃO (CLIENTE) <small>Approved (Client)</small>	DATA: <small>Date:</small>

REGISTRO DE QUALIFICAÇÃO DE PROCEDIMENTO DE SOLDAGEM (RQPS)				2014	
PROCEDURE QUALIFICATION RECORD (PQR)					
RQPS Nº: 11414		REVISÃO Nº: 0		PÁGINA (Page) 03/03	
CERTIFICADOS					
MATERIAL	CERTIFICADO Nº:	CORRIDA Nº:	OUTROS:		
Material	Certificate No.	Heat No.	Others		
BARRA REDONDA SAE 8630	EUR-284658	E56238-13	OR. 145684		
ARAME ESAB ECF6-F6	VT414T4701	VT414T4701	OR. 145896		
ARAME KESTRA ER 80S-D2	21444/12	7370112	OR. 135080		
FLUXO ESAB	EC23429673	PN308567	OR. 145897		
ENSAIO DE TRAÇÃO:					
Tensile Test					
CORPO DE PROVAS Nº:	ÁREA - mm²	CARGA TOTAL PARA RUPTURA - kgf	LIMITE DE RESISTENCIA - Mpa	LOCAL DA RUPTURA	
Specimen No.	Area - mm²	Ultimate Total Load - kgf	Ultimate Tensile Stress - Mpa	Location of the failure	
1	752,30	57.847	754,09	Metal de Base (Base Metal)	
2	749,29	57.974	758,79	Metal de Base (Base Metal)	
LABORATÓRIO: SENAI FIEMG - ACR		CERTIFICADO Nº: 1439/14 e 1440/14		LAUDO: APROVADO	
Laboratory		Certificate No.		Result	
ENSAIO DE DOBRAMENTO:					
Bend Test					
CORPO DE PROVAS Nº:	TIPO	RESULTADO	CORPO DE PROVAS Nº:	TIPO	RESULTADO
Specimen No.	Type	Result	Specimen No.	Type	Result
1	DOBRAMENTO LATERAL	APROVADO			
	Side bend	Approved			
2	DOBRAMENTO LATERAL	APROVADO			
	Side bend	Approved			
3	DOBRAMENTO LATERAL	APROVADO			
	Side bend	Approved			
4	DOBRAMENTO LATERAL	APROVADO			
	Side bend	Approved			
LABORATÓRIO: SENAI FIEMG - ACR		CERTIFICADO Nº: 1438/14		LAUDO: APROVADO	
Laboratory		Certificate No.		Result	
ENSAIO DE DUREZA:					
Hardness Test					
IDENTIFICAÇÃO		TIPO		HV-10	
Identification		Type		HV-10	
LADO "A" (Side "A")		METAL FUNDIDO		LADO "B" (Side "B")	
METAL DE BASE		ZTA		ZTA	
Base Metal		HAZ		HAZ	
ZTA		METAL DE BASE		METAL DE BASE	
HAZ		Base Metal		Base Metal	
Linha 1 (Face)	216	255 / 273 / 269	252 / 244	253 / 261 / 255	224
Linha 2 (Centro)	225	251 / 250 / 251	242 / 244	253 / 252 / 246	228
Linha 3 (Raiz)	220	243 / 244 / 242	170 / 188	241 / 242 / 240	220
LABORATÓRIO: SENAI FIEMG - ACR		CERTIFICADO Nº: 1588/14		LAUDO: APROVADO	
Laboratory		Certificate No.		Result	
ENSAIO DE IMPACTO					
Impact Test					
CORPO DE PROVAS Nº:		TIPO		Charpy - V	
Specimen No.		Type		Charpy - V	
Localização do entalhe		Temperatura do teste (°C)		Valores encontrados (J)	
Notch Location		Test Temperature (°C)		Impact Values (J)	
Método		Reteste		MÉDIA (J)	
Method		Retest		Average (J)	
1.1, 1.2, 1.3	Metal de Solda (Face) - Weld Metal (Face)	- 29		54 / 56 / 52	54,0
3.1, 3.2, 3.3	Metal de Solda (Raiz) - Weld Metal (Root)	- 29		66 / 76 / 60	67,3
4.1, 4.2, 4.3	ZTA (Raiz) - HAZ (Root)	- 29		74 / 182 / 70	108,7
01, 02, 03	ZTA (Face) - HAZ (Face)	Reteste	- 29	44 / 64 / 64	57,3
04, 05, 06	ZTA (Face) - HAZ (Face)	Reteste	- 29	64 / 50 / 100	71,3
LABORATÓRIO: SENAI FIEMG - ACR		CERTIFICADO Nº: 1441, 1442, 1443, 1444, 1577 e 1578/2014		LAUDO: APROVADO	
Laboratory		Certificate No.		Result	
ENSAIO NÃO DESTRUTIVO					
Non Destructive Test					
TIPO DE ENSAIO	VISUAL	RADIOGRAFIA	ULTRA SOM	PARTICULAS MAGNETICAS	ENSAIO METALOGRAFICO
Type of Test	Visual	Radiography	Ultrasonic	Magnetic Particle	Metallographic Test
LABORATÓRIO:		QUALITEC			SENAI FIEMG - ACR
Laboratory:		QUALITEC			SENAI FIEMG - ACR
CERTIFICADO Nº:	63.273 e 63.274	000731.1024/MG/14			1463/14
Certificate No.:	63.273 e 63.274	000731.1024/MG/14			1463/14
RESULTADO	APROVADO	APROVADO			APROVADO
Result:	Approved	Approved			Approved
OBSERVAÇÕES:					
ELABORADO POR:		DATA:	10/08/2014	APROVADO POR:	DATA:
Elaborate By:		Date:	10/08/2014	Approved by:	Date:
FISCALIZAÇÃO (PROJETO)		DATA:		FISCALIZAÇÃO (CLIENTE)	DATA:
Approved (Project):		Date:		Approved (Client):	Date:

**RELATÓRIO DE ACOMPANHAMENTO DA
QUALIFICAÇÃO DO PROCEDIMENTO DE SOLDAGEM**

2014

Relatório Nº: 63.273

RQPS Nº: 11414 CONTATO: OS. Nº: 3.07439.80.001 DATA: 8/7/2014

NORMA APLICADA: ASME IX - 2013 CORPO DE PROVA Nº: TIPO(S): Manual Semi automático Automático Mecanizado POSIÇÃO DE SOLDAGEM: 2G + 1G

METAIS DE ADIÇÃO

Identificação	Arame Sólido	Arame Tubular	Eletrodo	Vareta	Fluxo
Especificação	AWS A5.28	AWS A5.23			AWS 5.23
Classificação	ER 80S-D2	EC F6-F6			F11 A8
Marca Comercial	KST S MO	OK TUBROOUR ECF6			OK FLUX 10.62
Fabricante	KESTRA	ESAB			ESAB
Diâmetro (mm)	1,2	3,2			NA
Nº da Corrida	7370112	VT 414T4701			PN308567
Nº da OR	135080	145896			145897

METAIS DE BASE

Especificação	Classificação	Espessura (mm)	Diâmetro (mm)	Corrida	Certificado	Número de OR.
AISI	8630	40	N.A.	E56238-13	EUR-284658	145684

GÁS DE PROTEÇÃO

Tipo de Gás	Processo de soldagem	Composição	Vazão (l/min.)	Nº de Origem	Tipo de Gás	Composição	Vazão (l/min.)	Nº de Origem
MISTURA C-18	GMAW	82% Ar + 18% CO2	18					

GÁS DE PURGA

Tipo de Gás	Processo de soldagem	Composição	Vazão (l/min.)	Nº de Origem	Tipo de Gás	Composição	Vazão (l/min.)	Nº de Origem

INSTRUMENTOS DE MEDIÇÃO

Instrumento	Numero de série / Identificação	Laboratório	Certificado de calibração	Data de Calibração	Data de vencimento
Termômetro de contato	P 50152	Metrogerais	Nº 5558/13	30/12/2013	30/12/2014
Alicate Volt-Amperímetro	C 93115	Spectrum	Nº 1587/2014	2/1/2014	15/1/2015
Cronometro	C 7906	Inspeque	Nº 003659/2013	3/10/2013	15/10/2015
Calibre de solda	P 7609	DEL P	PLANILHA	26/9/2013	30/9/2014
Paquímetro	P 20385	DEL P	PLANILHA	25/4/2014	30/7/2014
Fluxômetro	P 68223	DEL P	PLANILHA	6/1/2014	15/1/2015

TÉCNICA DE SOLDAGEM

Número de Passes: Simples Múltiplas Tipo de Passes: Estratos Oculantes

Número de camadas: Simples Múltiplas Tipo de Meta-Junta: Metálico Cerâmico NA

Especificação / Classificação do eletrodo de Tungstênio: N.A. Diâmetro do eletrodo de tungstênio: N.A.

Modo de Transferência: Processo 1 Globular Pulsado Spray Curto Circuito NA Processo 2 Globular Pulsado Spray Curto Circuito NA

Progressão de Soldagem: Ascendente Descendente NA Limpeza Inicial: ESMERILHADO / USINADO

Diâmetro do Bocal: Processo 1 13,0 mm Processo 2 N.A. Limpeza Interpassos: ESCOAVAMENTO / ESMERILHAMENTO

Stick Out (mínimo / máximo): Processo 1 6 a 15 mm Processo 2 17 a 26 mm Método de Givagem: ESMERILHAMENTO

Inclinação Longitudinal do Arame (SAW): Arame 1 90° Arame 2 N.A. Distância entre os Arames (SAW): N.A.

Inclinação axial do Arame (SAW): Arame 1 90° Arame 2 N.A. Inclinação entre os Arames (SAW): N.A.

Tipo de Máquina de solda: Processo 1 Corrente constante Tensão constante Processo 2 Corrente constante Tensão constante

SOLDADOR / OPERADOR: ADIÃO LESSA VIANA REGISTRO / SINETE: 70102 / 65

SOLDADOR / OPERADOR: KLEBER DE SOUZA ALVES REGISTRO / SINETE: 70291 / 29

LEGENDA

L =	Comprimento do cordão de solda	Stick Out =	Distância do bico de contato à peça soldada
Vel =	Velocidade de soldagem	Temperatura	Temperatura na região a ser soldada imediatamente antes do início da soldagem.
Ø =	Diâmetro do eletrodo ou arame de solda	OR =	Número de origem (rastreadibilidade)

PARÂMETROS DE SOLDAGEM

Passe	Processo	Consumível	Ø (mm)	Corrente		Tensão (V)	Temperatura (°C)	Largura do cordão (mm)	Tempo min. seg.	L (mm)	Velocidade (cm/min.)	Heat Input (J/cm)		
				Tipo	Polaridade								Valor (A)	
1ª	GMAW	ER 80S-D2	1,2	CC	Positiva	100 / 115	26 / 29	317	8	4	15	355	8,4	23.821
2ª	GMAW	ER 80S-D2	1,2	CC	Positiva	245 / 262	30 / 32	330	11	0	52	355	41,0	12.269
3ª	GMAW	ER 80S-D2	1,2	CC	Positiva	245 / 262	30 / 32	340	10	1	4	355	33,3	15.106
4ª	GMAW	ER 80S-D2	1,2	CC	Positiva	245 / 262	30 / 32	310	13	1	5	355	32,8	15.337
5ª	GMAW	ER 80S-D2	1,2	CC	Positiva	245 / 262	30 / 32	315	14	1	17	355	27,7	18.160
6ª	GMAW	ER 80S-D2	1,2	CC	Positiva	280 / 290	30 / 32	310	10	1	5	355	32,8	16.390
7ª	GMAW	ER 80S-D2	1,2	CC	Positiva	280 / 290	30 / 32	323	9	1	1	355	34,9	15.404
8ª	GMAW	ER 80S-D2	1,2	CC	Positiva	280 / 290	30 / 32	318	10	0	48	355	44,4	12.108
9ª	SAW	ECF6-F6	3,2	CC	Positiva	450 / 455	34 / 36	330	16	0	50	355	42,6	23.070
10ª	SAW	ECF6-F6	3,2	CC	Positiva	450 / 456	34 / 36	340	18	0	51	355	41,8	23.564
11ª	SAW	ECF6-F6	3,2	CC	Positiva	580 / 600	34 / 35	330	20	0	51	355	41,8	30.144
12ª	SAW	ECF6-F6	3,2	CC	Positiva	580 / 590	33 / 36	315	20	1	0	355	35,5	35.699
13ª	SAW	ECF6-F6	3,2	CC	Positiva	500 / 520	33 / 34	300	22	0	57	355	37,4	28.364
14ª	SAW	ECF6-F6	3,2	CC	Positiva	470 / 500	33 / 34	350	19	1	0	355	35,5	28.732
15ª	SAW	ECF6-F6	3,2	CC	Positiva	630 / 680	33 / 35	320	18	1	0	355	35,5	40.225
16ª	SAW	ECF6-F6	3,2	CC	Positiva	650 / 665	34 / 36	335	20	1	0	355	35,5	40.462
17ª	SAW	ECF6-F6	3,2	CC	Positiva	600 / 650	31 / 34	315	21	1	1	355	34,9	37.994
18ª	SAW	ECF6-F6	3,2	CC	Positiva	600 / 650	32 / 33	335	20	1	0	355	35,5	36.254
19ª	SAW	ECF6-F6	3,2	CC	Positiva	600 / 650	32 / 33	350	20	1	1	355	34,9	36.877
20ª	SAW	ECF6-F6	3,2	CC	Positiva	600 / 650	32 / 33	345	21	0	59	355	36,1	35.651
21ª	SAW	ECF6-F6	3,2	CC	Positiva	560 / 580	33 / 34	350	19	1	0	355	35,5	33.330
22ª	SAW	ECF6-F6	3,2	CC	Positiva	530 / 580	34 / 34	350	20	1	0	355	35,5	33.330
23ª	SAW	ECF6-F6	3,2	CC	Positiva	470 / 500	33 / 35	350	22	1	2	355	34,4	30.523
24ª	SAW	ECF6-F6	3,2	CC	Positiva	550 / 600	33 / 36	320	18	1	0	355	35,5	36.507
25ª	SAW	ECF6-F6	3,2	CC	Positiva	570 / 590	33 / 36	340	18	1	1	355	34,9	36.516
26ª	SAW	ECF6-F6	3,2	CC	Positiva	500 / 550	33 / 35	320	21	1	0	355	35,5	32.535
27ª	SAW	ECF6-F6	3,2	CC	Positiva	500 / 530	33 / 35	350	20	1	0	355	35,5	31.352

Inspeção de solda N1	Inspeção de solda N2	Coordenador de Soldagem	Fiscalização / Cliente	FOLHA
				01 / 02

**RELATÓRIO DE ACOMPANHAMENTO DA
QUALIFICAÇÃO DO PROCEDIMENTO DE SOLDAGEM**

2014

Relatório N°: 63.273

RQPS N°: 11414 CONTATO: OS. N°: 3.07439.80.001 DATA: 8/7/2014

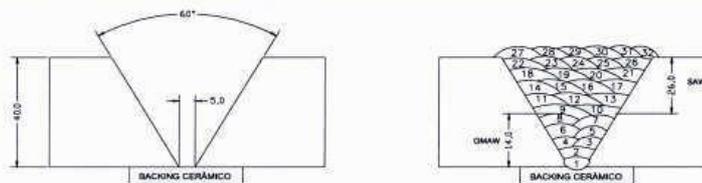
NORMA APLICADA: ASME IX - 2013 CORPO DE PROVA N°:

PROCESSO(S): GMAW+SAW TIPO(S): Manual Semi automático Automático Mecanizado POSIÇÃO de SOLDAGEM: 2G + 1G

PARÂMETROS DE SOLDAGEM

Passe	Processo	Consumível	Ø (mm)	Corrente		Tensão (V)	Temperatura (°C)	Largura do cordão (mm)	Tempo		L (mm)	Velocidade (cm/min.)	Heat Input (J/cm)	
				Tipo	Polaridade				Valor (A)	min.				seg.
28°	SAW	ECF6-F6	3,2	CC	Positiva	510 / 560	33 / 36	350	22	1	3	355	33,8	35.787
29°	SAW	ECF6-F6	3,2	CC	Positiva	460 / 500	32 / 35	350	21	1	2	355	34,4	30.523
30°	SAW	ECF6-F6	3,2	CC	Positiva	530 / 580	33 / 35	350	18	1	5	355	32,8	37.134
31°	SAW	ECF6-F6	3,2	CC	Positiva	500 / 550	33 / 36	350	20	1	2	355	34,4	34.535
32°	SAW	ECF6-F6	3,2	CC	Positiva	500 / 550	33 / 36	350	21	1	0	355	35,5	33.465
34°														
35°														
36°														
37°														
38°														
39°														
40°														
41°														
42°														
43°														
44°														
45°														
46°														
47°														
48°														
49°														
50°														
51°														
52°														
53°														
54°														
55°														
56°														
57°														
58°														
59°														
60°														
61°														
62°														
63°														
64°														
65°														
66°														
67°														
68°														
69°														
70°														
71°														
72°														
73°														
74°														
75°														

CROQUI DO CORPO DE PROVAS: (Deverá ser anotado: dimensional da junta, sequência de passes de solda e espessura soldada para cada processo e/ou soldador e de golvagem)



OBSERVAÇÕES:

ACOMPANHAMENTO DA SOLDAGEM E INSPEÇÃO VISUAL DO CORPO DE PROVAS REALIZADA POR: Mauro Lúcio Pereira

LAUDO DA INSPEÇÃO VISUAL: APROVADO REPROVADO INSPEÇÃO REALIZADA CONFORME PROCEDIMENTO N°: PGQ-9.2.4-03

Inspeção de solda N1	Inspeção de solda N2	Coordenador de Solda	Fiscalização / Cliente	FOLHA
				02 / 02

**RELATÓRIO DE ACOMPANHAMENTO DA
QUALIFICAÇÃO DO PROCEDIMENTO DE SOLDAGEM**

2014

Relatório Nº: 63.274

RQPS Nº: 11414 CONTATO: OS. Nº: 3.07439.80.001 DATA: 4/8/2014

NORMA APLICADA: ASME IX - 2013 CORPO DE PROVA Nº: TIPO(S): Manual Semi automático Automático Mecanizado POSIÇÃO DE SOLDAGEM: 2G + 1G

METAIS DE ADIÇÃO					
Identificação	Arame Sólido	Arame Tubular	Eletrodo	Vareta	Fluxo
Especificação	AWS A5.28	AWS A5.23			AWS A5.23
Classificação	ER 80S-D2	ECF6-F6			F11A8
Marca Comercial	KST S MO	OK TUBRODUR ECF6			OK FLUX 10.62
Fabricante	KESTRA	ESAB			ESAB
Diâmetro (mm)	1,2	3,2			N.A.
Nº da Corrida	7370112	VT414T4701			PN308567
Nº da QR	135080	145896			145897

METAIS DE BASE						
Especificação	Classificação	Espessura (mm)	Diâmetro (mm)	Corrida	Certificado	Número de OR.
AISI	8630	40	N.A.	E56238-13	EUR-284658	145684

GÁS DE PROTEÇÃO				GÁS DE PURGA			
Tipo de Gás	Processo de soldagem	Composição	Vazão (l/min.)	Nº de Origem	Tipo de Gás	Composição	Vazão (l/min.)
MISTURA C-18	GMAW	82% Ar + 18% CO2	18				

INSTRUMENTOS DE MEDIÇÃO					
Instrumento	Numero de série / Identificação	Laboratório	Certificado de calibração	Data de Calibração	Data de vencimento
Termômetro de contato	P 50226	Spectrum	Nº S1114E/2014	2/1/2014	15/1/2015
Alicate Volt-Ampermetro	C 93114	Spectrum	Nº 1588/2014	2/1/2014	15/1/2015
Cronometro	C 7906	Inspecal	Nº 003659/2013	3/10/2013	15/10/2015
Calibre de solda	P 7609	DEL P	PLANILHA	26/9/2013	30/9/2014
Paquímetro	P 20231	DEL P	PLANILHA	5/5/2014	15/8/2014
Fluxômetro	P 68156	DEL P	PLANILHA	7/10/2013	15/10/2014

TÉCNICA DE SOLDAGEM

Número de Passes: Simples Múltiplos Tipo de Passes: Estreitos Oscilantes

Número de camadas: Simples Múltiplos Tipo de Mata-Junta: Metálico Cerâmico N.A.

Especificação / Classificação do eletrodo de Tungstênio: N.A. Diâmetro do eletrodo de tungstênio: N.A.

Modo de Transferência: Processo 1 Globular Pulsado Spray Curto Circuito N.A. Processo 2 Globular Pulsado Spray Curto Circuito N.A.

Progressão de Soldagem: Ascendente Descendente N.A. Limpeza Inicial: ESMERILHADO / USINADO

Diâmetro do Bocal: Processo 1 13,0 mm Processo 2 N.A. Limpeza Interpassos: ESCOAVAMENTO / ESMERILHAMENTO

Stick Out (mínimo / máximo): Processo 1 7 a 15 mm Processo 2 18 a 25 mm Método de Govagem: ESMERILHAMENTO

Inclinação Longitudinal do Arame (SAW): Arame 1 90° Arame 2 N.A. Distância entre os Arames (SAW): N.A.

Inclinação axial do Arame (SAW): Arame 1 90° Arame 2 N.A. Inclinação entre os Arames (SAW): N.A.

Tipo de Máquina de solda: Processo 1 Corrente constante Tensão constante Processo 2 Corrente constante Tensão constante

SOLDADOR / OPERADOR: ADÃO LESSA VIANA REGISTRO / SINETE: 70102 / 65

SOLDADOR / OPERADOR: JONATHAN MÁRCIO DOS SANTOS REGISTRO / SINETE: 70641 / 126

LEGENDA	L =	Comprimento do cordão de solda	Stick Out =	Distância do bico de contato à peça soldada
	Vel =	Velocidade de soldagem	Temperatura	Temperatura na região a ser soldada imediatamente antes do início da soldagem.
	Ø =	Diâmetro do eletrodo ou arame de solda	OR =	Número de origem (rastreadibilidade)

Passo	Processo	Consumível	Ø (mm)	Corrente		Tensão (V)	Temperatura (°C)	Largura do cordão (mm)	Tempo min. seg.	L (mm)	Velocidade (cm/min.)	Heat Input (J/cm)		
				Tipo	Polandade								Valor (A)	
1º	GMAW	80S-D2	1,2	CC	Positiva	147 / 160	19 / 20	350	9	4	50	355	7,3	26.301
2º	GMAW	80S-D2	1,2	CC	Positiva	245 / 267	32 / 34	330	12	1	40	355	21,3	25.572
3º	GMAW	80S-D2	1,2	CC	Positiva	229 / 247	30 / 31	335	14	1	16	355	28,0	16.408
4º	GMAW	80S-D2	1,2	CC	Positiva	239 / 255	30 / 31	328	12	1	7	355	31,8	14.915
5º	GMAW	80S-D2	1,2	CC	Positiva	217 / 244	30 / 31	320	12	1	42	355	20,9	21.715
6º	GMAW	80S-D2	1,2	CC	Positiva	228 / 247	30 / 31	323	11	1	34	355	22,7	20.239
7º	GMAW	80S-D2	1,2	CC	Positiva	256 / 275	30 / 31	335	12	1	30	355	23,7	21.582
8º	GMAW	80S-D2	1,2	CC	Positiva	228 / 257	30 / 31	315	9	2	5	355	17,0	28.119
9º	GMAW	80S-D2	1,2	CC	Positiva	244 / 273	30 / 31	338	11	1	19	355	27,0	18.607
10º	GMAW	80S-D2	1,2	CC	Positiva	256 / 274	30 / 31	335	12	1	17	355	27,7	18.399
11º	GMAW	80S-D2	1,2	CC	Positiva	243 / 258	30 / 31	327	14	1	50	355	19,4	24.736
12º	SAW	ECF6 F6	3,2	CC	Positiva	500 / 540	30 / 31	315	14	1	0	355	35,5	28.293
13º	SAW	ECF6 F6	3,2	CC	Positiva	480 / 510	30 / 32	330	20	0	50	355	42,6	22.986
14º	SAW	ECF6 F6	3,2	CC	Positiva	480 / 520	31 / 33	305	16	0	45	355	47,3	21.767
15º	SAW	ECF6 F6	3,2	CC	Positiva	500 / 560	31 / 32	314	20	0	40	355	53,3	20.173
16º	SAW	ECF6 F6	3,2	CC	Positiva	460 / 520	31 / 32	300	22	0	40	355	53,3	18.732
17º	SAW	ECF6 F6	3,2	CC	Positiva	500 / 540	31 / 32	315	18	0	40	355	53,3	19.452
18º	SAW	ECF6 F6	3,2	CC	Positiva	540 / 580	31 / 32	307	20	0	42	355	50,7	21.964
19º	SAW	ECF6 F6	3,2	CC	Positiva	520 / 560	31 / 33	310	22	0	45	355	47,3	23.442
20º	SAW	ECF6 F6	3,2	CC	Positiva	520 / 580	31 / 32	330	19	0	50	355	42,8	26.141
21º	SAW	ECF6 F6	3,2	CC	Positiva	540 / 600	30 / 31	312	24	0	48	355	44,4	25.135
22º	SAW	ECF6 F6	3,2	CC	Positiva	500 / 560	31 / 32	300	22	0	45	355	47,3	22.732
23º	SAW	ECF6 F6	3,2	CC	Positiva	500 / 560	31 / 32	326	20	0	47	355	45,3	23.735
24º	SAW	ECF6 F6	3,2	CC	Positiva	520 / 580	31 / 32	302	19	0	42	355	50,7	21.964
25º	SAW	ECF6 F6	3,2	CC	Positiva	520 / 580	31 / 32	308	20	0	45	355	47,3	23.543
26º	SAW	ECF6 F6	3,2	CC	Positiva	540 / 580	31 / 32	325	22	0	45	355	47,3	23.543
27º	SAW	ECF6 F6	3,2	CC	Positiva	520 / 560	31 / 32	337	22	0	40	355	53,3	20.173

Inspeção de solda N1	Inspeção de solda N2	Coordenador de Solda	Fiscalização / Cliente	FOLHA
				01 / 02

**RELATÓRIO DE ACOMPANHAMENTO DA
QUALIFICAÇÃO DO PROCEDIMENTO DE SOLDAGEM**

2014

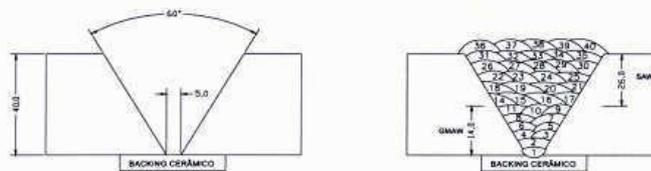
Relatório Nº: 63.274

ROPS Nº: 11414 CONTATO: OS Nº: 3.07438.80.001 DATA: 4/8/2014
 NORMA APLICADA: ASME IX - 2013 CORPO DE PROVA Nº:
 PROCESSO(S): GMAW+SAW TIPO(S): Manual Semi automático Automático Mecanizado POSIÇÃO DE SOLDAGEM: 2G + 1G

PARÂMETROS DE SOLDAGEM

Passe	Processo	Consumível	Ø (mm)	Corrente		Tensão (V)	Temperatura (°C)	Largura do cordão (mm)	Tempo		L (mm)	Velocidade (cm/min.)	Heat Input (J/cm)	
				Tipo	Polandade				Valor (A)	mn.				seg.
28º	SAW	ECF6 F6	3,2	CC	Positiva	520 / 560	31 / 32	320	18	0	37	355	57,8	18,667
29º	SAW	ECF6 F6	3,2	CC	Positiva	540 / 600	31 / 32	315	21	0	40	355	53,3	21,614
30º	SAW	ECF6 F6	3,2	CC	Positiva	540 / 600	30 / 31	330	22	0	38	355	56,1	19,893
31º	SAW	ECF6 F6	3,2	CC	Positiva	500 / 560	30 / 31	308	23	0	37	355	57,6	18,083
32º	SAW	ECF6 F6	3,2	CC	Positiva	500 / 560	31 / 32	322	22	0	45	355	47,3	22,732
33º	SAW	ECF6 F6	3,2	CC	Positiva	500 / 540	31 / 32	310	22	0	42	355	50,7	20,450
34º	SAW	ECF6 F6	3,2	CC	Positiva	520 / 560	31 / 32	323	24	0	40	355	53,3	20,173
35º	SAW	ECF6 F6	3,2	CC	Positiva	520 / 560	31 / 32	315	23	0	38	355	56,1	19,166
36º	SAW	ECF6 F6	3,2	CC	Positiva	520 / 580	31 / 32	306	22	0	42	355	50,7	21,964
37º	SAW	ECF6 F6	3,2	CC	Positiva	540 / 560	30 / 31	309	23	0	43	355	49,5	21,042
38º	SAW	ECF6 F6	3,2	CC	Positiva	480 / 540	31 / 32	323	22	0	45	355	47,3	21,920
39º	SAW	ECF6 F6	3,2	CC	Positiva	480 / 520	31 / 32	330	21	0	39	355	54,6	18,286
40º	SAW	ECF6 F6	3,2	CC	Positiva	480 / 520	31 / 32	335	21	0	42	355	50,7	19,692
41º														
42º														
43º														
44º														
45º														
46º														
47º														
48º														
49º														
50º														
51º														
52º														
53º														
54º														
55º														
56º														
57º														
58º														
59º														
60º														
61º														
62º														
63º														
64º														
65º														
66º														
67º														
68º														
69º														
70º														
71º														
72º														
73º														
74º														
75º														

CROQUI DO CORPO DE PROVAS: (Deverá ser anotado: dimensão da junta, sequência de passes de solda e espessura soldada para cada processo e/ou soldador e de giroagem)



OBSERVAÇÕES:

ACOMPANHAMENTO DA SOLDAGEM E INSPEÇÃO VISUAL DO CORPO DE PROVAS REALIZADA POR: Mauro Lúcio Pereira

LAUDO DA INSPEÇÃO VISUAL:	<input checked="" type="checkbox"/> APROVADO	<input type="checkbox"/> REPROVADO	INSPEÇÃO REALIZADA CONFORME PROCEDIMENTO Nº:	PGQ-8.2.4-03
Inspeção de solda N1	Inspeção de solda N2	Coordenador de Solda	Fiscalização / Cliente	FOLHA
				02 / 02



MATERIAL TEST REPORT
BSEN10204.2004 3.1

3 Blairlinn Road, Blairlinn Ind Est,
Cumbernauld G67 2TF
Telephone: +44 1236 454 111
Facsimile: +44 1236 454 222



Det. No. B2242

145684

To: RIO DE JANEIRO RJ BRAZIL, BRAZIL	Cert No:	EUR-284658	Cast No	E56238-13
	Sales Order No:	EUR-390525-1	Cust Ref	
	Cust Order No:	47708112 - 01	Pieces	7
	Size:	16" DIA X 10.00" LONG		
	Part No:	P7000043145 REVISION A		

Specification
AISI 8630 MOD. TO M20408 REVISION K + DBI

Chemical Analysis wt %																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th>C</th> <th>Si</th> <th>Mn</th> <th>P</th> <th>S</th> <th>Cr</th> <th>Mo</th> <th>Ni</th> <th>Al</th> <th>Cu</th> <th>V</th> <th>Ti</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0.3100</td> <td>0.2800</td> <td>0.9200</td> <td>0.0080</td> <td>0.0010</td> <td>0.9700</td> <td>0.4200</td> <td>0.8800</td> <td>0.0260</td> <td>0.1500</td> <td>0.0030</td> <td>0.0020</td> </tr> </tbody> </table>	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	Al	Cu	V	Ti	0.3100	0.2800	0.9200	0.0080	0.0010	0.9700	0.4200	0.8800	0.0260	0.1500	0.0030	0.0020
C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	Al	Cu	V	Ti													
0.3100	0.2800	0.9200	0.0080	0.0010	0.9700	0.4200	0.8800	0.0260	0.1500	0.0030	0.0020													

Mechanical Properties			
Test No	411903		
Nature of T/P (QTC)	Sacrificial	T/P (QTC) size	16inch DIAx 10inch LONG

Tensile -					
Location	Direction	Rp 0.2%	Rm	EP%	RofA%
1/4T	LONGITUDINAL	75000 to 95000	95000 to 114000	17 Min (4d)	35 Min
Results (PSI)		81000	107000	25 (2.0)	66 (.5)
Results					

Impacts -				
Location	Direction	CVN	Lat. Exp. (Inch)	% Shear
1/4T	LONGITUDINAL	42/28 Min Ave/Min	0.000 Min	0
Results (Joules)	-46 Centigrade	61 77 82	.026 .03 .035	20 20 30
Results				

Heat treatment of material		Temp recorded by		CONTACT THERMOCOUPLE			
Type	Temp(°C)	Soak	Coolant	Charge Ref	Init	Max(°C)	Load
NORMALISE	900	3 HRS	TABLE COOL	EUR-165550			0713071509
HARDEN	870	3 HRS	WATER QUENCH	EUR-165550	29	38	0113071613
TEMPER	680	9 HRS	WATER QUENCH	EUR-165550	27	36	0013071704

	Req. Min/Max			Achieved		
Material Hard	207	237	HBW	229	235	HBW
QTC Hard	207	237	HBW	229	235	HBW

Melt Practice	EF/VD	Hot work ratio		Grain Size	Min	5	Max
Certs to BSEN10204.2004 3.1 REDUCTION RATIO: 6.06 TO 1 UT SATISFACTORY TO CBV SPEC 3512 REV AA DI: 8.11 SERIAL NO.: 390525-1-1 TO -1-7			Tensile Head Hardness 95.6 HRB (214 BHN app converted via ASTM E140)		All furnace Calibration conforms to API6A 20th Edition ANNEX M.		

Names of Approved Signatories: S. McGowan - Cert Supervisor, W. Jack D. Bandoni
 S. Findlay S. Green - Cert Administrators
 This report is not to be reproduced without written approval. *S. McGowan* Date 31/Jul13 Page 1 of 1

 VITKOVCE VITKOVCE HEAVY MACHINERY s.a. Blencatbra Alloys		INSPEKČNÍ CERTIFIKÁT INSPECTION CERTIFICATE EN 10284 - 3.1 ER 10284 - 3.1		1. Obj. / No.: 4013/HM 2. Strana / Page: 1 / 1	
6. Smlouva č./Contract No.: CONSTOCK/1031AEUR914429/CUM		7. Zásilka / Shop Order: 1-291-0813-3		3. Datum / Date: 2013-05-03	
11. Dodavatel / Supplier: VITKOVCE HEAVY MACHINERY s.a. Ruská 2887/101, Ostrava - Vítkovice 703 00, Czech Republic		12. Výkres č. / Drawing No.: NA		8. Stav dodávky/delivered: 8630 mod.+A Anti-flake annealed 14. Rozměry / Dimensions: D 393.7 x 5984 mm D 431.8 x 5907 mm D 431.8 x 5915 mm	
15. Specifikace ovládnutí položky / Specification of the certified item: Bar Heat No. E 86228-13 Heat No. E 86228-13 Item No. 10 Item No. 11 Current No. 222533 Current No. 222535, 222536					
16. Dodací podmínky / Delivery: to order + HG 8630 Mod Bar Rev.A, HG 001 Rev.0					
17. Výsledky - přiložty / Results-Attachments: - chem. Analýs % : C Mn Si P S Cu Ni Cr Mo V Ti Al H ppm Nb Sn B DI E56238 0,31 0,92 0,28 0,008 0,001 0,15 0,88 0,97 0,42 0,003 0,002 0,028 0,9 0,003 0,013 0,0002 8,11 Hardness: 183, 183 HB - 222533; 198, 198 HB - 222535; 186, 194 HB - 222536 Attachments: 1. Ultrasonic report No.: 2307/2013, 2308/2013, 2309/2013, 2309/2013 Guarantees for inclusion cleanliness according to HG 001 Rev.0 - Melting practice: Electric arc furnace vacuum degassed; Grain size is guaranteed max. 5 and finer, Acc.To - ASTM E-112 (latest revision) - Forging ratio: Item No. 10 - 7,23; Item No. 11 - 6,00 - Method of forging: open die forging - Material supplied with radioactivity levels not above background levels 18. Zpracování pracovníků / Item No.: "Dodané produkty byly vyrobeny ve společnosti VITKOVCE HAMMERING s.a. při dozorání všech záležitostí implementace jejího správného technického, ve zvláštním případě kvalitativního provedení takto spoluprací a při zajištění předpřipraveného zboží produkce této společnosti. Aktuální výrobní podmínky této společnosti jsou těchto dozorování a její vlastní produkce inspekční nezávislou společností. Tento potvrzení, že všechny kontroly a zkoušky byly provedeny v souladu s příslušnými stanovami požadavky. Ověřitelé udělení stěžejní kompetence dodávatele materiálu a uvedené hodnoty jsou spíše a přesně. Tento potvrzení hodnoty jsou v souladu s požadavky specifikovanými smlouvou." 19. Jméno, podpis a zrak pracovníka RJ / Name, Signature, QC Inspector Stamp 20. Zpracování pracovníků QC - jméno, podpis a zrak autorizovaného QC inspektora - Name, Date, Signature, Stamp: p. Hájek, 2013-05-03 V 2: 7:00 Ostrava					

145684

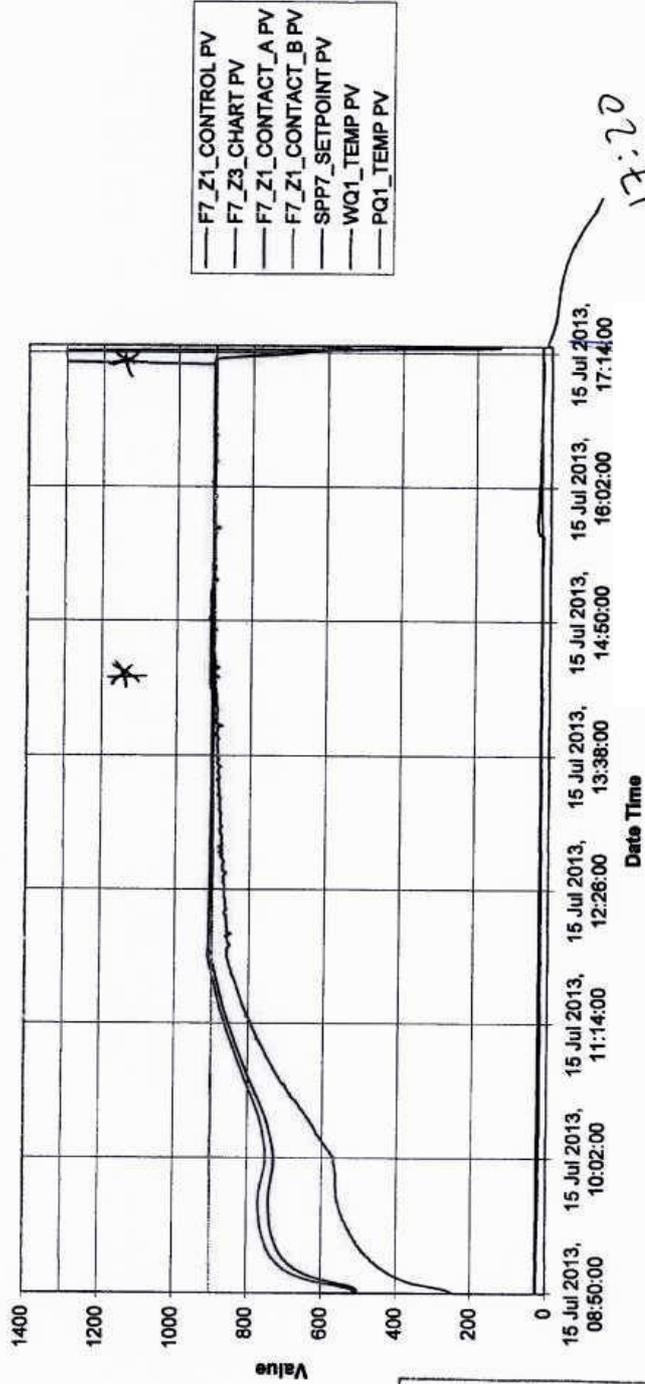
HOWCO
 CERTIFIED TRUE COPY
 PAGE 2 OF 8
 CERT No. 284658



Batch Report - Furn7 Rpt
 Batch ID - 165550 165616 NOC
 Lot ID - 900 FOR 3 HRS A/C
 390525-1-1 391650-1-1
 0

24mm
 72min

145684



— F7_Z1_CONTROL PV
 - - F7_Z3_CHART PV
 . . F7_Z1_CONTACT_A PV
 - . F7_Z1_CONTACT_B PV
 - - - SPP7_SETPPOINT PV
 - - - WQ1_TEMP PV
 - - - PQ1_TEMP PV

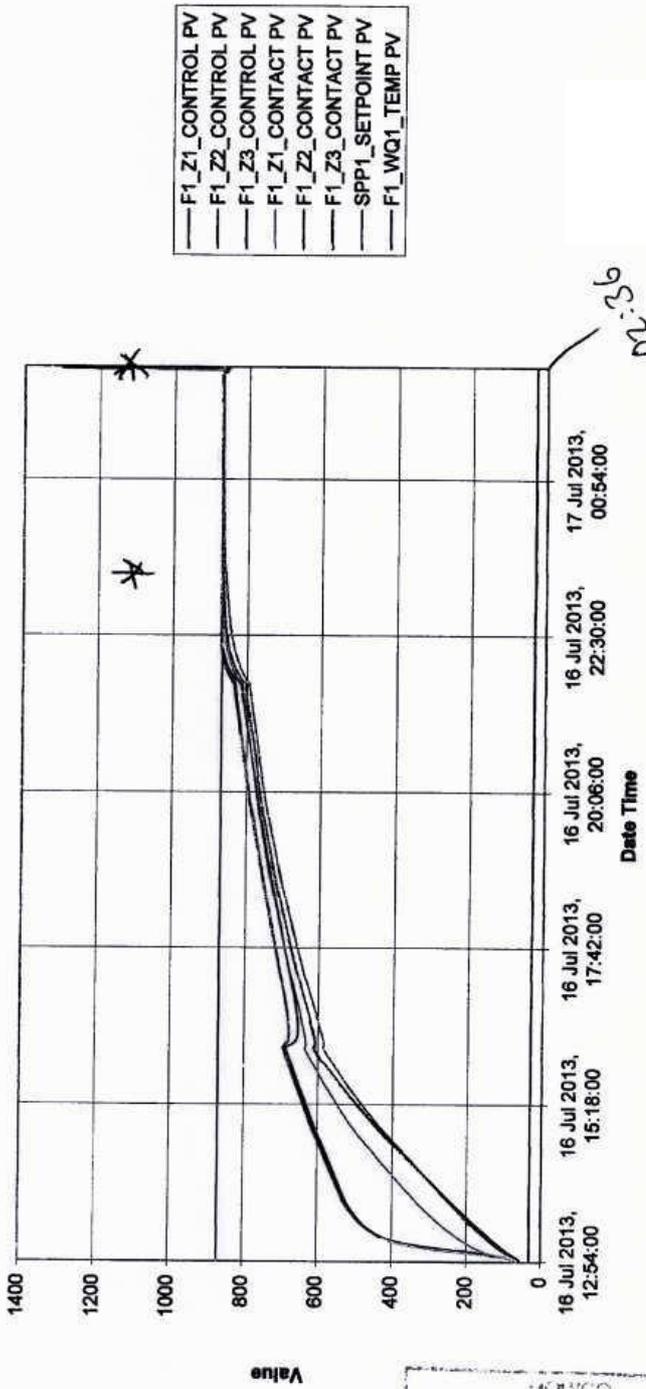
HOWCO
 CERTIFIED TRUE COPY
 PAGE 5 OF 8
 CERT No. 284658

Batch Report - Furn1 Rpt
 Batch ID - 165550-165616-HDC
 Lot ID - 870 FOR 3 HOURS-W/Q
 390525-1-1 391650-1-1
 0

2 June
14th June 2013

145684

1000



02:36

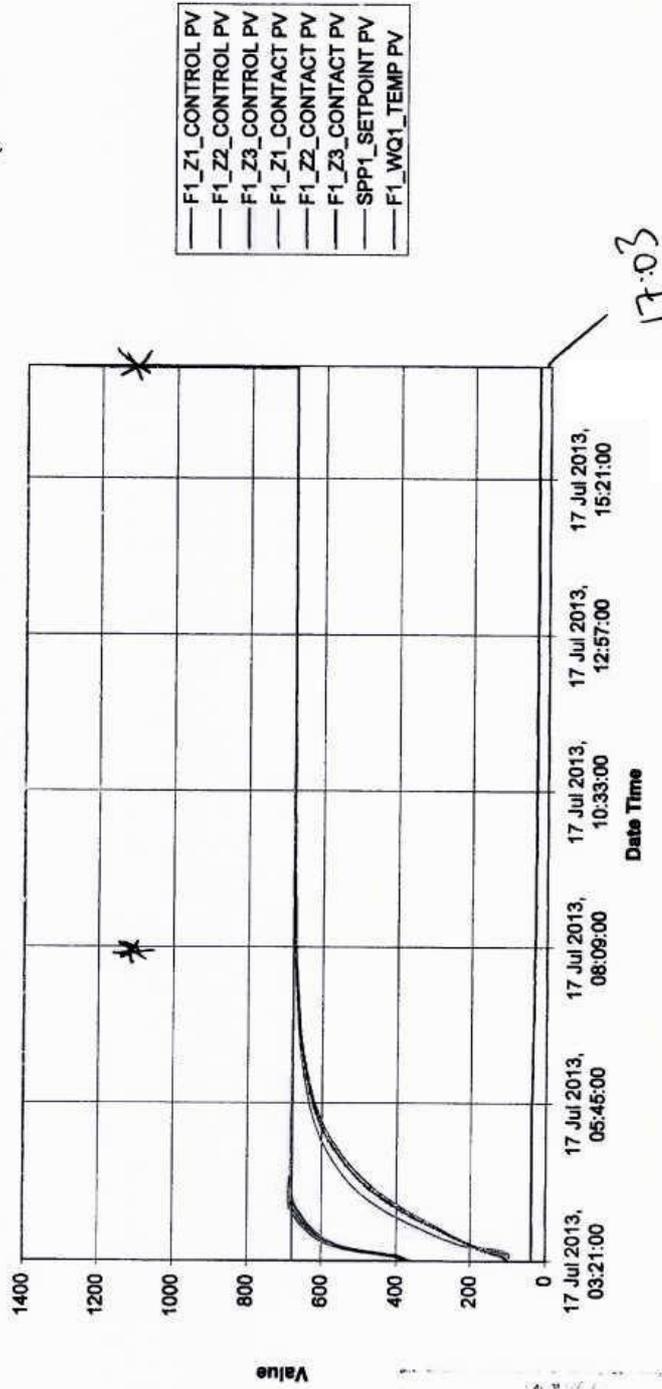
4 284658 8

Batch Report - Furn1 Rpt
 Batch ID - 165550-165616-TEC
 Lot ID - 680C FOR 9 HRS W-Q
 390525-1-1 391650-1-1
 0

284658
17:03

145684

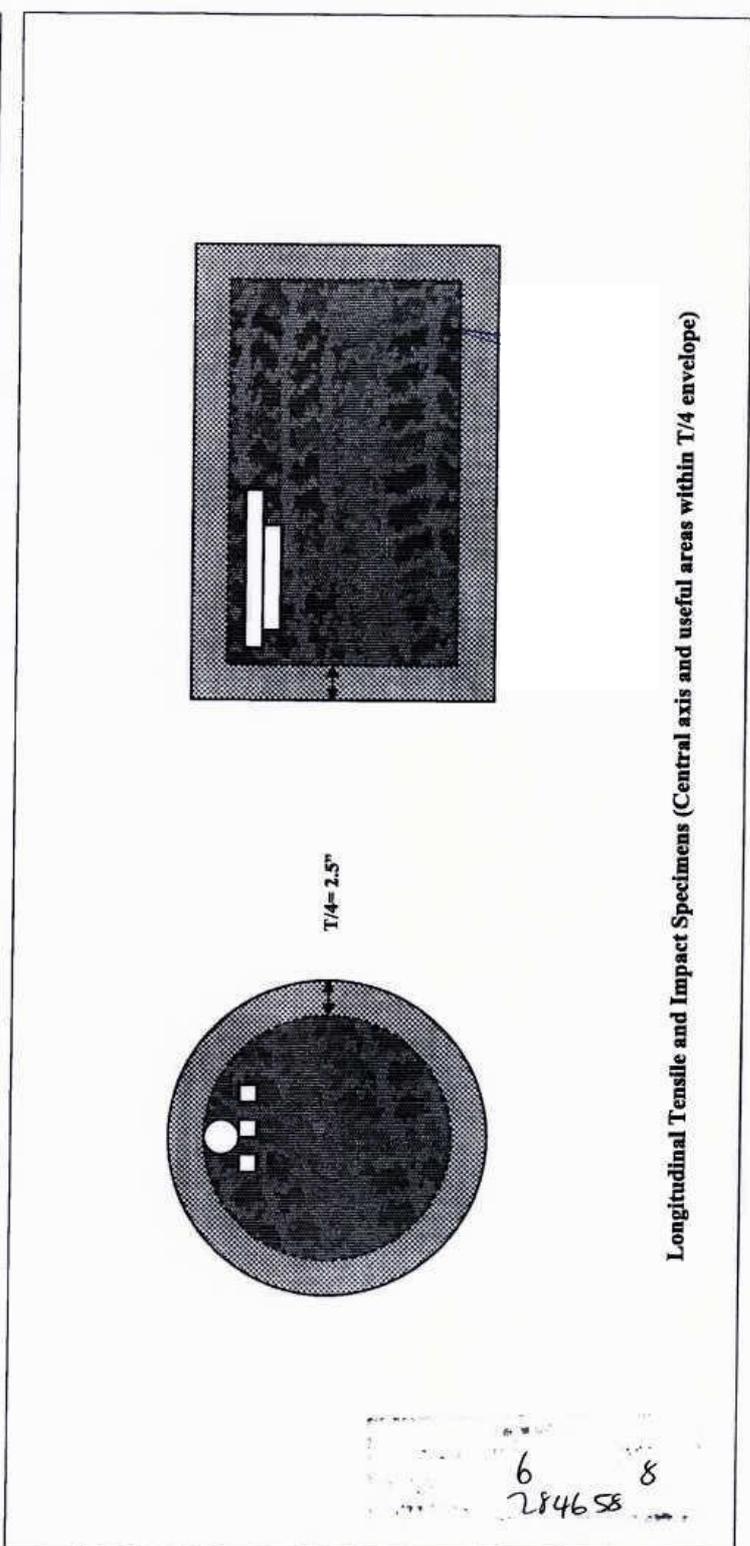
142



284658

145684

	Testlab Test Location Sketches Sacrificial Component (Bar)		Drawing Number: TLS013
	MPO Number: 390525-1	Revision: 1	Date: 30 th April 2013
	Test piece Dimension: 16" Dia x 10" Long	Material: 8630 Mod	Approved By: Ross Cullen
	Cast Number: E56238-13		



6
284658 8

145684



ULTRASONIC
EXAMINATION

3 Blairinn Road
Blairinn Ind. Est.
Cumbernauld
G67 2TF
Telephone : (01236) 454 111
Facsimile : (01236) 454 222

Customer:		Order Number: 390525 - 1 - 1		
[REDACTED]		Report Number: 390525 - 1 - 1 / UT	Tag Number: SEE COMMENTS	
		Cast Number: E56238-13	Quantity Tested: 7 No.	
		Customers Order No: 47708112	Report Date: 26 July 2013	
		SPECIFICATION / ACCEPTANCE CBV SPEC 3512 REV AA		
Material Grade: 8630M / 75		Sales Order Description: ROUND BAR 16.00" DIA. X 10.00" LG		
Part No: P7000043145 REVISION A		Test Date: 26 July 2013		
Method	Probe & Serial Number	Frequency	Test Range	Method of Sensitivity & Test Block Serial Number
1	CDS-15 15MM DIA 0 DEG	15332 2.5MHz TWIN COMPRESSION	0 - 90mm	1/8" FBH DAC M/S-SET H12-H14
2	B2SE 24MM DIA 0 DEG	57745 2MHz SINGLE COMPRESSION	0 - 350mm 0 - 500mm	1/4" FBH DAC M/S-SET H7-H2 1/4" FBH DAC M/S-SET H7-H2
3	AP45 22MM DIA 45 DEG	69696 2MHz SINGLE SHEARWAVE	0 - 750mm	3% WT OD/D NOTCH DAC N006
4				
5				
Comments: Tag Numbers: 428788D , 428789D , 428791D , 428792D , 428793D , 428794D , 428795D				
Coverage: 100% VOLUME + END - END Surface Condition: SUITABLE TO CARRY OUT ULTRASONIC EXAMINATION		Equipment / System: Equipment: Calibration Due Date :	MANUAL SCANNING USN58L Serial 010C75 21 February 2014 All Examinations Carried Out At Ambient Room Temperature	
Result: PASS		Couplant: Cellulose Paste		
Inspector: Dumitru Rusitoru SNT-TC-1A Level II EN 473 Level II 0164-UT2 		Signature: Digitally signed by: D. Rusitoru For and on behalf of Howco Group		

HOWCO
CERTIFIED TRUE COPY
PAGE 7 OF 8
CERT No. 284658

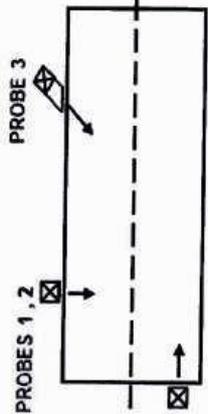
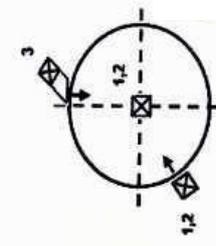
145684

ULTRASONIC SCAN PLAN / DRAWING



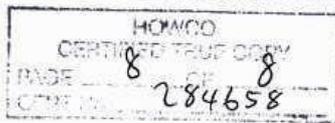
3 Blairlinn Road,
Blairlinn Industrial Estate,
Cumbernauld,
Scotland, G67 2TF
Telephone: (01236) 454111
Facsimile: (01236) 454222

Order Number :	390525 - 1 - 1	Customer P/O No:	47708112
Report Number:	390525 - 1 - 1 / UT	Specification :	SEE UT REPORT
Tag Number :	SEE UT REPORT	Material Grade :	8630M / 75
Cast number :	E56238-13	Material Description :	ROUND BAR 16.00" DIA. X 10.00" LG
Quantity Tested :	7 No.	Part Number :	P7000043145 REVISION A



SCAN	COVERAGE OF SCAN
1	360° X FULL LENGTH + END FACES
2	360° X FULL LENGTH + END TO END
3	BOTH AXIAL DIRECTIONS

Couplant : Cellulose Paste
 SYSTEM : MANUAL SCANNING
 Coverage : 100% VOLUME
 RESULT : SATISFACTORY
 NOT TO SCALE



145684



HOWCO METALS MANAGEMENT

3 Blairlinn Road, Blairlinn Industrial Estate
 Cumbernauld G67 2TF, Scotland
 Tel +44 (0) 1236 454 111
 Fax +44 (0) 1236 454 222



Bill Of Lading
 Internal Copy
EUR 173201

www.howcogroup.com

Deliver To:
 [Redacted]
 RIO DE JANEIRO - BRASIL
 BRAZIL

Invoice To:
 [Redacted]
 RIO DE JANEIRO RJ* BRAZIL
 BRAZIL 30

Ship Date:	Route	Sales Person	Manifest	Vehicle	BOL No
31 Jul 13	5- 0	Linda Buchanan		Trailer	EUR 173201

Item 1 Howco Order No. EUR-390525- 1 Your PO # 47708112
 Customer Part Number Release Number 631797
P7000043145 REVISION A
AISI 8630 MOD. TO M20408 REVISION K + DBI
16" DIA X 10.00" LONG
PART NUMBER: P7000043145 REVISION A
PRODUCT NUMBER 500032775
AISI 8630 MOD. TO M20408 REVISION K + DBI
16" DIA X 10.00" LONG
FMC LINE ITEM: 1
FMC SERIAL NUMBER: 390525-1-1, 390525-1-2,
390525-1-3, 390525-1-4, 390525-1-5, 390525-1-6,
390525-1-7

Heat Number	Tag Number	Quantity	Pieces	Weight KG
E56238-13	428788E 93845	0 '10.0000 "	1	259
E56238-13	428789E "	0 '10.0000 "	1	259
E56238-13	428791E "	0 '10.0000 "	1	259
E56238-13	428792E "	0 '10.0000 "	1	259
E56238-13	428793E "	0 '10.0000 "	1	259
E56238-13	428794E "	0 '10.0000 "	1	259
E56238-13	428795E "	0 '10.0000 "	1	259
Total:		5 '10.0000 "	7	1813

Totals: Tags PCS KG
 7 7 1813

Carrier	Customer	Despatch per our Conditions of Sale overleaf. Discrepancies must be notified within 3 days. The goods despatched against this bill of lading were received in good condition.
Goods Received By _____	Goods Received By _____	
Print Name _____	Print Name _____	
Certs Received By _____	Certs Received By _____	
Print Name _____	Print Name _____	
Date _____	Date _____	

145897



**CERTIFICADO DE INSPECÇÃO (3.1) - Análise química
RELATÓRIO DE ENSAIO (2.2) - Características mecânicas/
INSPECTION CERTIFICATE (3.1) - Chemical analysis
TEST REPORT (2.2) - Mechanical properties**

Data/Date: 2014-05-06

Certificado número/Cert no: EC23429873 rev. 0

Nossa encomenda/Our order:

Vossa encomenda/Your order:

Nossa referência/Our ref:

Vossa referência/Your ref:

Cliente número/Cust no: NA

Vosso fax/Your fax:

Data da encª do cliente/Your date:

Vosso e-mail/Your e-mail:

Endereço para faturação/Invoice address

Destinatário do certificado/Cert receiver

Endereço de entrega/Delivery address

NA

ENTREGA/DELIVERY

Lote número/Lot no: PN308567

Quantidade/Quantity:

PRODUTO/PRODUCT

COMPOSIÇÃO QUÍMICA/

Marca/Brand:

CHEMICAL COMPOSITION

Descrição/Desc: OK Flux 10.62/OK Tubrod 15.27S

Resultados actuais/Actual results

Referência/Item no: 1062/1527Scomb

em conformidade com/acc to EN 10204 - 3.1

CLASSIFICAÇÕES/CLASSIFICATIONS

Auxiliar/Auxiliary:

SFA/AWS A5.23

F11A8-EC-G

EN ISO 26304-A

T 69 6 FB TZ H5

CaO+MgO 36%
Al2O3+MnO 18%
SiO2+TiO2 14%
CaF2 23%

CARACTERÍSTICAS MECÂNICAS/MECHANICAL PROPS

Dados típicos/Typical data

em conformidade com/acc to EN 10204 - 2.2

Standard/Standard:

AWS

Auxiliar/Auxiliary:

OK Tubrod 15.27S

Condição/Condition:

As welded

TENSÃO/TENSILE

Rp0.2

Rm

A4-A5

740 MPa

812 MPa

23 %

IMPACTO/IMPACT

Temp

KV

-60 °C

80 J

OBSERVAÇÕES/COMMENTS

DELP SERVIÇOS - CQ RECEBIMENTO	
COD: D6 5335	
CC/NF: 078543	OR: 145897
OP: MA	OPER: MA
OS: 3.07527-32.001	
<input checked="" type="checkbox"/> APROVADO	<input type="checkbox"/> REPROVADO
RNC: MA	DATA: 29/4/14
INS: Dajner	REG: 70624 ^{insp.}

Produto fornecido ao abrigo dum Programa de GQ em conformidade com a norma EN ISO 9001.

Este certificado é produzido electronicamente e é válido sem assinatura.

Favor endereçar qualquer questão para:

Product supplied under a QA Programme fulfilling the EN ISO 9001 standard.

This certificate is produced electronically and is valid without signature.

Please refer any queries to: (see above)

Validação - Análise química/Validation - Chemical Analysis Validação - Outros/Validation - Others

John Hagen

Quality Manager



CERTIFICADO DA QUALIDADE
 Quality Certificate / Certificado de Calidad
 Conforme ASMESFAS.01/2013 Programa(Schedule) H

145896
 145896

Produto : OK TUBRODUR ECF6 3,20 MM CAR 25KG
Product/Producta
Lote : VT414T4701 **Data de Produção :** 02.04.2014
Heat Number/Produccion *Data/Fecha de Produccion*
Classificação :
Classification/Classification
 AWS A5.23-07 / ASME SFAS.23 2013 F11A8-ECF6-F6 /

Corpos de Prova de Metal Depositado
All-Field Metal Test Assemblies/Cuerpos de Prueba del Metal Depositado

Análise Química (%) <i>Chemical Analysis/Análisis Químico</i>							
C ✓	Si ✓	Mn ✓	P ✓	S ✓			
0,070	0,340	1,280	0,020	0,020			
Cr ✓	Ni ✓	Mo ✓	Cu ✓				
0,370	2,180	0,560	0,017				

Propriedades Mecânicas Típicas
Typical Mechanical Properties / Propiedades Mecánicas Típicas

Resistência a Tração (MPa)/Tensile Strength/Resistência a la Traccion	821
Limite de escoamento (MPa)/Yield Strength/Limite de Fluencia	758
Alongamento (%) /Elongation/Alargamiento	19
Teste de Impacto CHARPY-V (J)/Impact Test/Ensayo de Impacto	71
Temperatura (°C)/Temperature/Temperatura	-73

Observações
Observations/Observaciones

SOLDADO COM OK FLUX 10.61B WELDED WITH OK FLUX 10.61B SOLDADO CON OK FLUX 10.61B

OK TUBRODUR ECF6 3,20 MM CAR 25KG

COG: D105057

— 078543 OR 145896

NA SUPER NA

30752732 v01

X APROVADO REPROVADO

RND: M DATA: 29/04/14

INSD: / REG: 70174

KESTRA Universal Soldas Ind., Com., Imp. e Exp. Ltda
 Estrada Municipal do Mingu, 800 - Parque Rio Abaixo - Atibaia - SP CEP 12.952-720
 Caixa Postal 544 - Atibaia - CEP 12940-972
 Vendas - Tel. +55.11 4416-6000 / Fax: 4416-6008 - vendas@kestra.com.br
 Adm. - Tel. +55 11 4416-6010 - Fax: 4416-6017 - qualidade@kestra.com.br
 www.kestra.com.br

135080
KESTRA[®]
 Consumíveis de Soldagem

CERTIFICADO DE QUALIDADE

Quality Certificate

SQ2195

Certificado nº 21444/12
 Certificate No.

Data 14/01/2013
 Date

Documento nº PK-67320
 Document No.

Cliente
 Customer

Corrida 7370112
 Charge

Produto KST S MO
 Product Ø 1,20 mm

Quantidade 75.00 kg
 Quantity

Norma aplicável ASME SFA5.28-10 AWS A5.28/A5.28M-05 ER80S-D2
 Specification

Certificado conforme ASME SFA5.01 AD10 PROGRAMA F (quando aplicável) e/ou DIN 50049 2.2 (quando aplicável)

Test report

Composição Química Chemical composition Depósito de solda/arame (%) Weld metal/wire (%)	Propriedades Mecânicas Mechanical Properties
C = 0,072 Cu = 0,180 Mn = 1,830 Mo = 0,460 Ni = 0,050 Out = 0,110 P = 0,011 S = 0,008 Si = 0,680	Impacto Min. 27 J -30°C AI (%) Min. 17 LE (N/mm2) Min. 470 RT (N/mm2) Min. 550 CONSIDERA A IDENTIFICAÇÃO DE ORIGEM DO MATERIAL SENDO O MEMO QUALIFICADO CONFORME OS REQUISITOS DO ARME A 5.28 E IDENTIFICADO COMO SFA 5.28 SFA5.28M DO AD10 DO CLASSE ER80S-D2

Teste radiográfico Radiographic test	Aprovado	ESTORQUE-
Teste de filete Fillet weld test	Não aplicável	

Enrique Parlanetto
 Inspetor Solda
 SINC 15.0036 - SEQUI 3647
 17 JAN 2013

Observações da Composição Química
 Chemical Composition Notes
 Não Aplicável

Observações Gerais
 General Notes
 Não aplicável

Certificamos que este produto foi inspecionado e aprovado por nosso Controle de Qualidade de acordo com os requisitos da norma especificada e garantimos os valores mínimos de propriedades mecânicas mencionados.

Behrend Elard Otto Biskamp
 Behrend Elard Otto Biskamp
 Gerente Controle da Qualidade CREA nº 068220825-0

Felicio Feiz Mahmud Ayoub
 Felicio Feiz Mahmud Ayoub
 Engenheiro Químico CRO nº 04336204



Instalações de Gases MG – Assistência Técnica Minas Gerais
Rua Cristiano França Teixeira Guimarães, nº. 50 - Cinco
Contagem / MG - CEP 32.010-130
Telefone: 0xx 31 3359-1155

CERTIFICADO DE CONFORMIDADE

CLIENTE : XXXXXXXXXX

MISTURA: 18% CO₂ (Dióxido de Carbono) e 82% Ar (Argônio)

MISTURADOR: Modelo : MXT 300 Série: 1513

Certificamos que o produto em epígrafe fornecido pela WHITE MARTINS GASES INDUSTRIAIS LTDA, foi analisado e atende a variação de +/- 10% do menor percentual do gás de composição da mistura.

RESULTADO DA ANÁLISE: 17,8 % CO₂ e 83,2 % Ar

Nome: Eneas Dos Reis Freitas

Função: Técnico de Manutenção

Assinatura: *Eneas Dos Reis Freitas*

Contagem, 01 de Julho de 2014



WHITE MARTINS GASES INDUSTRIAIS LTDA
UNIDADE BETIM
ESTRADA DA PETROBRÁS S/N.º - VILA ESPERANÇA
32501-970 - BETIM - MG
TEL: (xx31) 3591 1150 / FAX: (xx31) 3591 2115

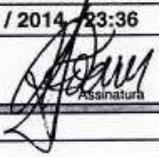
CERTIFICADO DE CONFORMIDADE DE CO₂

NÚMERO: 997/14

Certifica-se que, a White Martins conduz testes "em linha", "por batelada" e/ou "periódicos" (denominados coletivamente Testes), em todo dióxido de carbono líquido fornecido, para cada um dos componentes contidos nas especificações, e à especificação aplicável a *CGA G-6.2 Commodity Specification for Carbon Dioxide*, na *Publicação da EIGA, AHG IGC 1.1 Carbon dioxide Source Certification, Quality Standards and Verification*, e no *Food Chemicals Codex* nos Estados Unidos. Como evidenciado através dos resultados mais recentes disponíveis na unidade de produção da White Martins nesta data para os Testes, o dióxido de carbono líquido atendeu às Especificações.

Certificamos, portanto, que o produto CO₂ liquefeito, lote abaixo identificado, encontra-se em conformidade com as especificações supracitadas.

DADOS DE IDENTIFICAÇÃO DO PRODUTO

Nome da unidade produtora	USINA BETIM	
Tipo de processo (contínuo / batelada)	Contínuo.	
Número do lote (análise do tanque móvel)	DC-654.8-300614-0217-2127	
identificação da nota fiscal da origem	18.586	
Nome do cliente (destinatário)	[REDACTED]	
Nome da transportadora	TRANSPORTES FÁTIMA LTDA	
Data e hora da emissão deste certificado	30 / junho / 2014 23:36	
Kleber G Soares Nome	Operador Cargo / função	 Assinatura

DADOS DE ENTREGA FINAL

Número e origem do certificado original:		
Data e hora da re-emissão deste certificado:		
Responsável pela re-emissão deste certificado		
Nome	Cargo / função	Assinatura

Informações adicionais:

[Empty space for additional information]

CERTIFICADO DE QUALIDADE DE PRODUTO

Produto

Fórmula Química: Ar
Forma Farmacêutica: Não aplicável.
Lote: 8070314176010
Data de fabricação: 25/06/2014
Data de validade: 25/06/2017
Número do veículo: 378



8070314176010

Fabricação

Usina Barreiro
Rua Olinto Orsino, s/nº
Bairro das Indústrias
Belo Horizonte, MG 30610-030 - Brasil
CEP: 30610-030 CNPJ: 35820448/0041-23

Análise pré-enchimento

Descrição	Unidade	Análise	Especificação
N2	ppm	2.68	0,01000 mín - 6,00000 máx
O2	ppm	0.85	0,01000 mín - 2,00000 máx
Pureza	% (v/v)	99.998	99,99800 mín - 100,00000 máx

Análise final

Descrição	Unidade	Análise	Especificação
N2	ppm	1.57	0,01000 mín - 6,00000 máx
O2	ppm	0.21	0,01000 mín - 2,00000 máx
Pureza	% (v/v)	99.998	99,99800 mín - 100,00000 máx

Emissão

Name: Edson Coelho
Data: 25/06/2014



Instalações de Gases MG – Assistência Técnica Minas Gerais
Rua Cristiano França Teixeira Guimarães, nº. 50 - Cinco
Contagem / MG - CEP 32.010-130
Telefone: 0xx 31 3359-1155

CERTIFICADO DE CONFORMIDADE

CLIENTE : 

MISTURA: 18% CO₂ (Dióxido de Carbono) e 82% Ar (Argônio)

MISTURADOR: Modelo : MXT 300 Série: 1513

Certificamos que o produto em epígrafe fornecido pela WHITE MARTINS GASES INDUSTRIAIS LTDA, foi analisado e atende a variação de +/- 10% do menor percentual do gás de composição da mistura.

RESULTADO DA ANÁLISE: 18,4 % CO₂ e 81,9 % Ar

Nome: Alexandre de Jesus da Silva

Função: Técnico de Manutenção

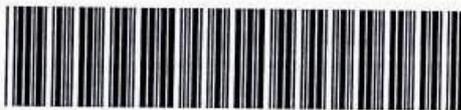
Assinatura: 

Contagem, 01 de Agosto de 2014

CERTIFICADO DE QUALIDADE DE PRODUTO

Produto

Fórmula Química: Ar
Forma Farmacêutica: Não aplicável.
Lote: 8070314211004
Data de fabricação: 30/07/2014
Data de validade: 30/07/2017
Número do veículo: 378



8070314211004

Fabricação

Usina Barreiro
Rua Olinto Orsino, s/nº
Bairro das Indústrias
Belo Horizonte, MG 30610-030 - Brasil
CEP: 30610-030 CNPJ: 35820448/0041-23

Cliente



Análise pré-enchimento

Descrição	Unidade	Análise	Especificação
N2	ppm	2.84	0,01000 mín - 6,00000 máx
O2	ppm	1.07	0,01000 mín - 2,00000 máx
Pureza	% (v/v)	99.998	99,99800 mín - 100,00000 máx

Análise final

Descrição	Unidade	Análise	Especificação
N2	ppm	2.82	0,01000 mín - 6,00000 máx
O2	ppm	1.07	0,01000 mín - 2,00000 máx
Pureza	% (v/v)	99.998	99,99800 mín - 100,00000 máx

Emissão

Name: Haroldo Silva
Data: 30/07/2014

White Martins Gases Industriais Ltda.

Av. das Américas, 3434 - Bloco 7 - CEP 22640-102 - Barra da Tijuca - Rio de Janeiro - RJ - CNPJ: 35.820.448/0001-36



WHITE MARTINS GASES INDUSTRIAIS LTDA
UNIDADE BETIM
ESTRADA DA PETROBRÁS S/N.º - VILA ESPERANÇA
32501-970 - BETIM - MG
TEL: (xx31) 3591 1150 / FAX: (xx31) 3591 2115

CERTIFICADO DE CONFORMIDADE DE CO₂

NÚMERO: 1153/14

Certifica-se que, a White Martins conduz testes "em linha", "por batelada" e/ou "periódicos" (denominados coletivamente Testes), em todo dióxido de carbono líquido fornecido, para cada um dos componentes contidos nas especificações, e à especificação aplicável a *CGA G-6.2 Commodity Specification for Carbon Dioxide*, na *Publicação da EIGA, AHG IGC 1.1 Carbon dioxide Source Certification, Quality Standards and Verification*, e no *Food Chemicals Codex* nos Estados Unidos. Como evidenciado através dos resultados mais recentes disponíveis na unidade de produção da White Martins nesta data para os Testes, o dióxido de carbono líquido atendeu às Especificações.

Certificamos, portanto, que o produto CO₂ liquefeito, lote abaixo identificado, encontra-se em conformidade com as especificações supracitadas.

DADOS DE IDENTIFICAÇÃO DO PRODUTO

Nome da unidade produtora	USINA BETIM
Tipo de processo (contínuo / batelada)	Contínuo.
Número do lote (análise do tanque móvel)	DC-654.8-310714-0196-0620
identificação da nota fiscal da origem	18890
Nome do cliente (destinatário)	DELP VESPASIANO
Nome da transportadora	TRANSPORTES FÁTIMA LTDA
Data e hora da emissão deste certificado	31 / julho / 2014 - 06:58

Dirceu Gonçalves Ferreira Nome	Operador Cargo / função	 Assinatura
--	-----------------------------------	---

DADOS DE ENTREGA FINAL

Número e origem do certificado original:	
Data e hora da re-emissão deste certificado:	

Responsável pela re-emissão deste certificado

Nome	Cargo / função	Assinatura
------	----------------	------------

Informações adicionais:

RELATÓRIO DE TRATAMENTO TÉRMICO
HEAT TREATMENT REPORT

Relatório n.º: Report nr.:	0045 / 2014	Revisão n.º: Rev nr.:	0	Data: Date:	16/08/2014	FOLHA: SHEET:	1 de 1
Cliente: Customer:	[REDACTED]					Pedido: Order:	NA
Nota Fiscal: Invoice:	NA	Data: Date:	NA	Material: Material:	AISI 8630		
OS: WO:	3.07527.32.001			Desenho: Drawing:	N.A		
Norma: Standard:	ASME IX - 2013			Procedimento: Procedure:	PTT-00135		

Descrição da peça / Equipamento Equipment/Part Description	Quantidade Quantity	Peso Unitário (kg) Unit Weight (kg)	Peso Total (kg) Total Weight (kg)	Dimensões (mm) Dimensions (mm)
[REDACTED]	1	47	47	500 X 300 X 40

TERMOPARES / THERMOCOUPLES

N.º / Nr.	Cor / Color	Tipo: Type	Fabricante: Manufacturer	N.º de Série: Serial No.:	Laboratório: Laboratory	N.º Certificado: Certificate nr.	Calibração: / Calibration:	
							Data: / Date	Validade: Validity
TP4	AZUL	K	CONSISTEC	N/C	METRO GERAIS	2110/14	20/06/2014	30/09/2014
REGISTRADOR: RECORDING:			YOKOGAWA	S5L910021	METRO GERAIS	2108/14	20/06/2014	20/06/2014
FORNO / FURNACE			METALTREND	F-10/0782/01	NA	NA	NA	NA

PARÂMETROS DE REFERÊNCIA: / REQUIRED PARAMETERS:

Início de Controle: Start of Control:	425 °C	Tempo de Patamar: Holding Time:	100 Minutos
Taxa de Aquecimento: Heating rate:	145 °C/h	Taxa de Resfriamento: Cooling rate:	185 °C/h
Temperatura de Patamar: Holding Temperature:	600 - 620 °C	Final de Controle: End of control:	425 °C
Diferença Máx. de temperatura entre termopares no patamar: Max temperature difference between thermocouples in holding time:	20 °C	Método de fixação dos termopares: Connecting method of the thermocouples:	NA

PARÂMETROS OBTIDOS: / ACTUAL PARAMETERS:

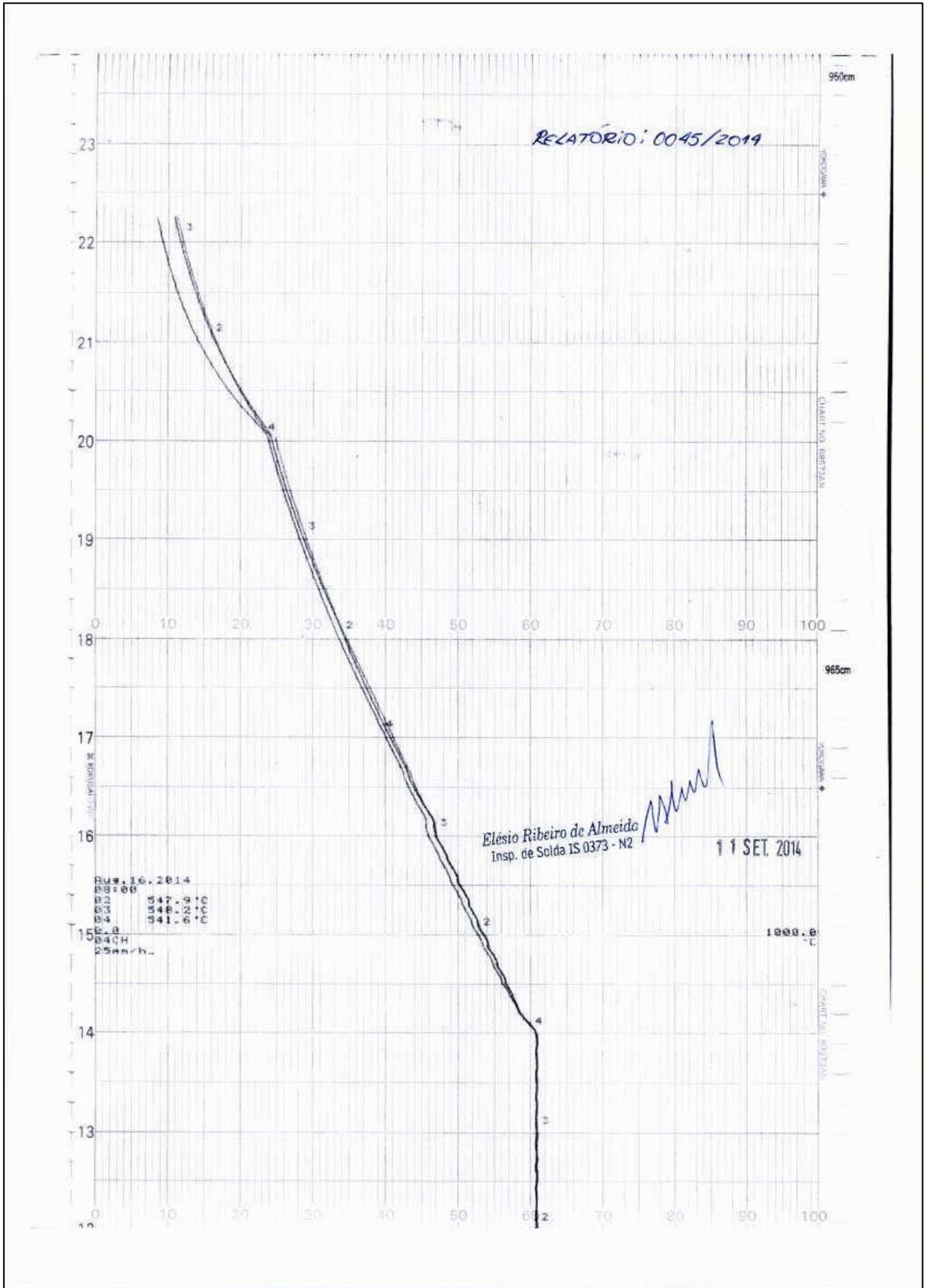
Início de Controle: Start of Control:	400 °C	Tempo de Patamar: Holding Time:	175 Minutos
Taxa de Aquecimento: Heating rate:	50 °C/h	Taxa de Resfriamento: Cooling rate:	65 °C/h
Temperatura de Patamar: Holding Temperature:	600 - 610 °C	Final de Controle: End of control:	400 °C
Diferença Máx. de temperatura entre termopares no patamar: Max temperature difference between thermocouples in holding time:	10 °C	Método de fixação dos termopares: Connecting method of the thermocouples:	NA
Método de execução do tratamento: Execution method of treatment:	FORNO	Meio de aquecimento utilizado: Heating mode used:	GÁS
Tratamento Térmico Executado: Performed Heat Treatment:	TRATAMENTO TÉRMICO DE ALÍVIO DE TENSÕES	Data do tratamento: Treatment Date:	16/08/2014

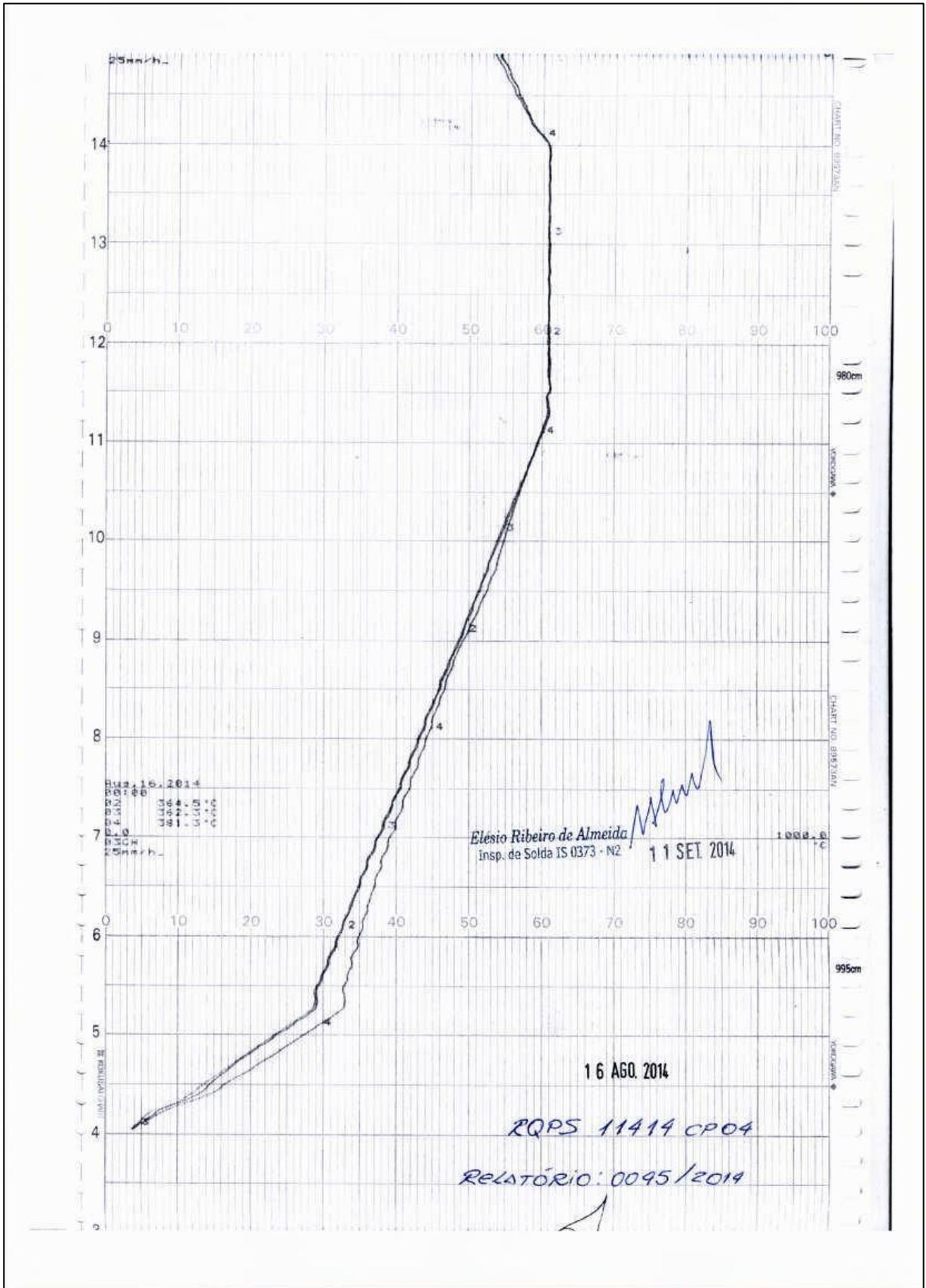
Observações: / Remarks:
1 - FORNO COM CERTIFICAÇÃO API

Anexos: **GRÁFICO DO TRATAMENTO TÉRMICO**

Laudo: / Report: Analisado por / Analyzed by:

Aprovado/Approved: Reprovado/Rejected:

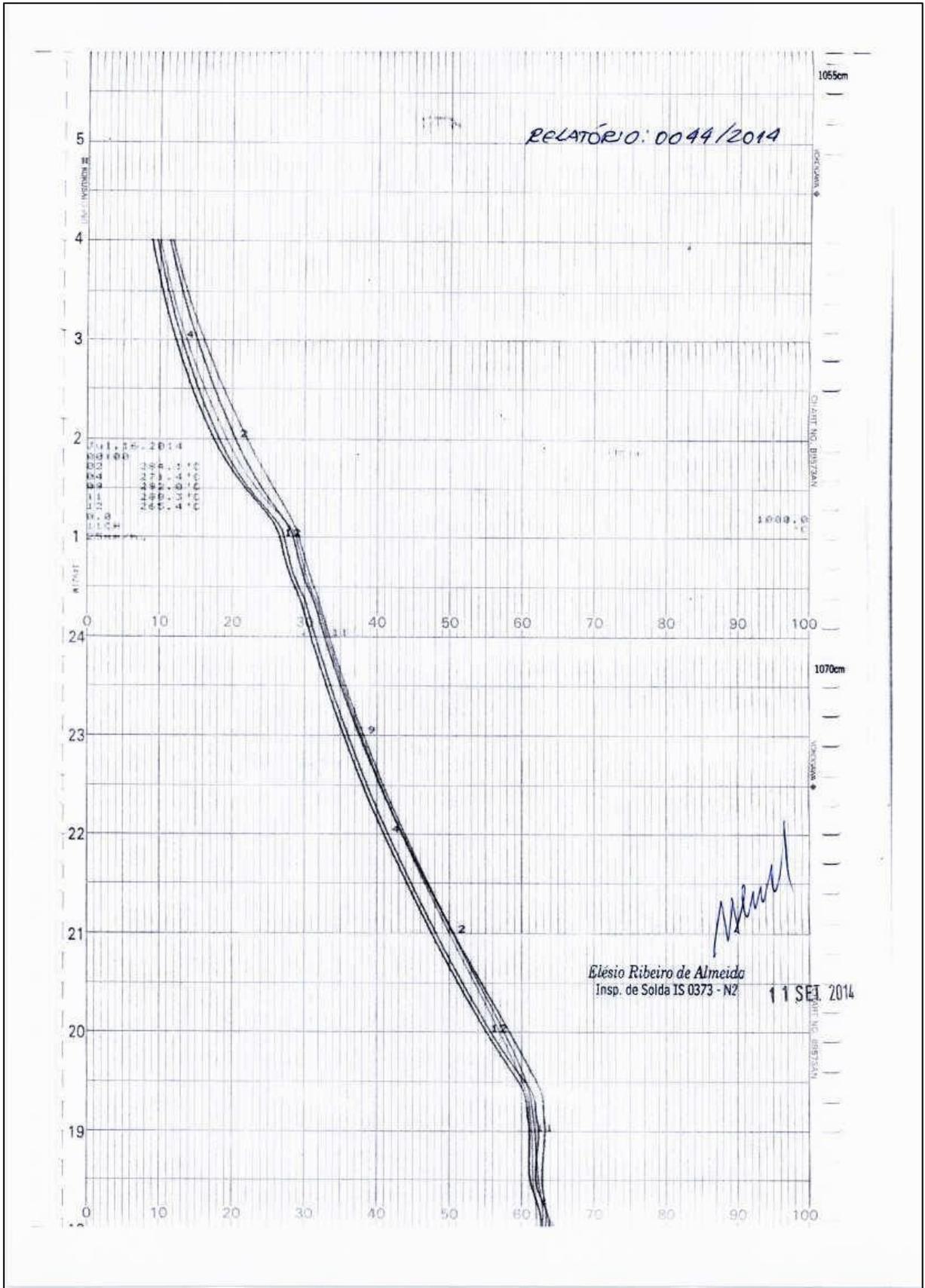


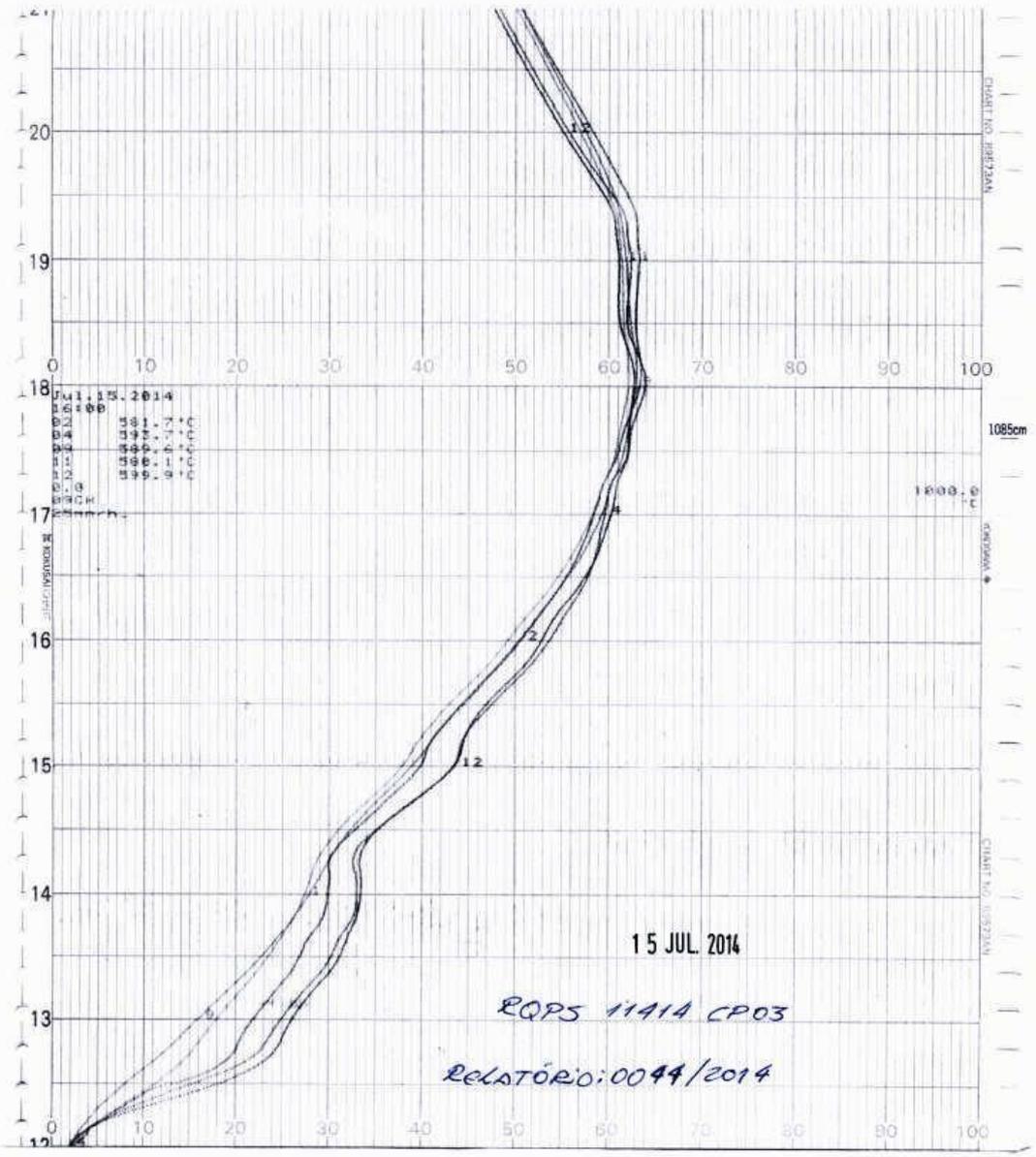


RELATÓRIO DE TRATAMENTO TÉRMICO
HEAT TREATMENT REPORT

Relatório n.º: Report nr.:	0044 / 2014	Revisão n.º: Rev. nr.:	0	Data: Date:	15/07/2014	FOLHA: SHEET:	1 de 1
Cliente: Customer:	[REDACTED]					Pedido: Order:	NA
Nota Fiscal: Invoice:	NA	Data: Date:	NA	Material: Material:	AISI 8630		
OS: WC:	3.07527.32.001			Desenho: Drawing:	N.A		
Norma: Standard:	ASME IX - 2013			Procedimento: Procedure:	PTT-00135		
Descrição da peça / Equipamento Equipment/Part Description		Quantidade Quantity	Peso Unitário (kg) Unit Weight (kg)	Peso Total (kg) Total Weight (kg)	Dimensões (mm) Dimensions (mm)		
[REDACTED]		1	34	34	align="center"> 355 X 300 X 40		
TERMOPARES / THERMOCOUPLES							
Nº: / Nr.	Cor: / Color.	Tipo: Type:	Fabricante: Manufacturer:	N.º de Série: Serial No.:	Laboratório: Laboratory:	Nº Certificado: Certificate nr.	Calibração: / Calibration: Data: / Date: Validade: / Validy:
TP11	MARROM	K	CONSISTEC	N/C	METRO GERAIS	2857/14	03/04/2014 15/07/2014
REGISTRADOR: RECORDING:			YOKOGAWA	S5L910021	METRO GERAIS	1113/2014	03/04/2014 15/07/2014
FORNO / FURNACE			METALTREND	F-10/0782/01	NA	NA	NA NA
PARÂMETROS DE REFERÊNCIA: / REQUIRED PARAMETERS:							
Início de Controle: Start of Control:	425 °C		Tempo de Patamar: Holding Time:	100 Minutos			
Taxa de Aquecimento: Heating rate:	145 °C/h		Taxa de Resfriamento: Cooling rate:	185 °C/h			
Temperatura de Patamar: Holding Temperature:	600 - 620 °C		Final de Controle: End of control:	425 °C			
Diferença Máx. de temperatura entre termopares no patamar: Max temperature difference between thermocouples in holding time:	20 °C		Método de fixação dos termopares: Connecting method of the thermocouples:	NA			
PARÂMETROS OBTIDOS: / ACTUAL PARAMETERS:							
Início de Controle: Start of Control:	400 °C		Tempo de Patamar: Holding Time:	127 Minutos			
Taxa de Aquecimento: Heating rate:	78 °C/h		Taxa de Resfriamento: Cooling rate:	61 °C/h			
Temperatura de Patamar: Holding Temperature:	600 - 620 °C		Final de Controle: End of control:	400 °C			
Diferença Máx. de temperatura entre termopares no patamar: Max temperature difference between thermocouples in holding time:	20 °C		Método de fixação dos termopares: Connecting method of the thermocouples:	NA			
Método de execução do tratamento: Execution method of treatment:	FORNO			Meio de aquecimento utilizado: Heating mode used:	GÁS		
Tratamento Térmico Executado: Performed Heat Treatment:	TRATAMENTO TÉRMICO DE ALÍVIO DE TENSÕES				Data do tratamento: Treatment Date:	15/07/2014	
Observações: / Remarks: 1 - FORNO COM CERTIFICAÇÃO API							
Anexos: GRÁFICO DO TRATAMENTO TÉRMICO							
Attachments:							
Laudo: / Report:		Analisado por / Analyzed by:					
Aprovado/Approved:		<input checked="" type="checkbox"/>					
Reprovado/Rejected:		<input type="checkbox"/>					

CQ-017 R02







LABORATÓRIO DE ENSAIOS MECÂNICOS E METALOGRAFICOS
MECHANICAL TESTING AND METALLOGRAPHY LABORATORY

FSQ 67 - RELATÓRIO DE ENSAIO DE TRAÇÃO
FQS 67-TENSION TEST REPORT

Nº RELATÓRIO /
Report N° **1439/14**

Nº Protocolo / Protocol N°: 312/14
Data Relatório / Report Date: 31/07/2014
Data Ensaio / Test date: 31/07/2014
Data Recebimento / Receipt date: 31/07/2014

CLIENTE / Customer :
ENDEREÇO / Address:
CONTATO / Contact :

ENSAIO DE TRAÇÃO
TENSION TEST

DESCRIÇÃO DO MATERIAL ENSAIADO / Description of material tested: Corpo de prova plano / Standard rectangular specimen
RQPS 11414 / Metal Base: SAE 8630 x SAE 8630 / Espessura: 40,0 mm / Processo de Soldagem: GMAW + SAW

PARÂMETROS DO ENSAIO / PARAMETERS OF THE TEST

Equipamento de ensaio / Test Equipment: SHIMADZU 1000 kN
Certificado de calibração / Certificate calibration: CETEC 125205
Norma de Ensaio e/ou Procedimento / Standard Test and/or procedure: ASTM A370- 2012 / SQIT 13 Rev. 00
Norma de fabricação e/ou Procedimento / Standard products and/or procedure: ASME IX-2013

Temperatura de Ensaio / Test temperature: AMBIENTE / Room temperature (23 °C)

DADOS DO ENSAIO / Test Data

MEDIÇÕES / Measurements	Unidade / Unit	CP 01	
Largura / Width	mm	37,35	
Espessura / Length	mm	20,14	
Força de Escoamento / Yield point elongation	kgf	41431 kgf	kN
Força máxima / Maximum force	kgf	57847 kgf	567,30 kN
Comprimento inicial / Gage length	mm		
Comprimento final / Final length	mm		

RESULTADOS DO ENSAIO

Test Results

ÁREA / Area	mm ²	752,30	
LIMITE DE ESCOAMENTO / Yield point	MPa	540,10 +/- U _{95,45}	k=
LIMITE DE RESISTÊNCIA / Tensile strength	MPa	754,09 +/- U _{95,45}	13,71 k= 2,00
ALONGAMENTO / Elongation	%	+/- U _{95,45}	k=
ESTRICÇÃO / Reduction of area	%	+/- U _{95,45}	k=

Os resultados deste relatório referem-se exclusivamente à(s) amostra(s) enviada(s) pelo cliente. / These results refer exclusively to the samples sent by cliente.

Observações / Observations:

1- U_{95,45} = Incerteza expandida multiplicada por um fator de abrangência k, para um nível de confiança de aproximadamente 95,45%.

U_{95,45} = Expanded uncertainty multiplied by the k abragency factor for a confidence level of approximately 95,45%.

2 - Ensaio acompanhado por

3 - O CP 01 - rompeu no metal de base.

Miriam Veronica dos Santos
Supervisora Técnica/Technical Supervisor

Bruno Heitmann de Carvalho
Técnico de Laboratório / Laboratory Technical
(se enviado por e-mail, dispensa assinatura) / (if sent by mail, signed waiver)

SENAI - CENTRO DE FORMAÇÃO PROFISSIONAL ALVIMAR CARNEIRO DE REZENDE
SENAI - Vocational Training Centre Alvimar Carneiro de Rezende
Via Sócrates Marianni Bittencourt, 711 - Cep: 32010-010 - Bairro Cinco - Contagem - MG - Brasil -
Telefone: (31) 3352-2380 Ramal 5 - E-mail: lemm.senalacr@fiemg.com.br
Sistema da Qualidade - FSQ 67- Revisão 00 - 13/11/13



LABORATÓRIO DE ENSAIOS MECÂNICOS E METALOGRAFICOS
MECHANICAL TESTING AND METALLOGRAPHY LABORATORY

FSQ 67 - RELATÓRIO DE ENSAIO DE TRACÃO
FQS 67-TENSION TEST REPORT

Nº RELATÓRIO /
Report N° **1440/14**

Nº Protocolo / Protocol N°: 312/14
Data Relatório / Report Date: 31/07/2014
Data Ensaio / Test date: 31/07/2014
Data Recebimento / Receipt date: 31/07/2014

CLIENTE / Customer :
ENDEREÇO / Address:
CONTATO / Contact :

ENSAIO DE TRACÃO

TENSION TEST

DESCRIÇÃO DO MATERIAL ENSAIADO / Description of material tested: Corpo de prova plano / Standard rectangular specimen
RQPS 11414 / Metal Base: SAE 8630 x SAE 8630 / Espessura: 40,0 mm / Processo de Soldagem: GMAW + SAW

PARÂMETROS DO ENSAIO / PARAMETERS OF THE TEST

Equipamento de ensaio / Test Equipment: SHIMADZU 1000 kN
Certificado de calibração / Certificate calibration: CETEC 125205
Norma de Ensaio e/ou Procedimento / Standard Test and/or procedure: ASTM A370- 2012 / SQIT 13 Rev. 00
Norma de fabricação e/ou Procedimento / Standard products and/or procedure: ASME IX-2013

Temperatura de Ensaio / Test temperature: AMBIENTE / Room temperature (23 °C)

DADOS DO ENSAIO / Test Data

MEDIÇÕES / Measurements	Unidade / Unit	CP 02	
Largura / Width	mm	37,53	
Espessura / Length	mm	19,96	
Força de Escoamento / Yield point elongation	kgf	42000 kgf	kN
Força máxima / Maximum force	kgf	57974 kgf	568,55 kN
Comprimento inicial / Gage length	mm		
Comprimento final / Final length	mm		

RESULTADOS DO ENSAIO

Test Results

ÁREA / Area	mm ²	749,29	
LIMITE DE ESCOAMENTO / Yield point	MPa	549,71 +/- U _{95,45}	k=
LIMITE DE RESISTÊNCIA / Tensile strength	MPa	758,79 +/- U _{95,45}	13,77 k= 2,00
ALONGAMENTO / Elongation	%	+/- U _{95,45}	k=
ESTRICÇÃO / Reduction of area	%	+/- U _{95,45}	k=

Os resultados deste relatório referem-se exclusivamente à(s) amostra(s) enviada(s) pelo cliente. / These results refer exclusively to the samples sent by cliente.

Observações / Observations:

- 1- U_{95,45} = Incerteza expandida multiplicada por um fator de abrangência k, para um nível de confiança de aproximadamente 95,45%.
- U_{95,45} = Expanded uncertainty multiplied by the k abrangency factor for a confidence level of approximately 95,45%.
- 2 - Ensaio acompanhado por
- 3 - O CP 02 - rompeu no metal de base.

Miriam Veronica dos Santos
Supervisora Técnica/Technical Supervisor

Bruno Heitmann de Carvalho
Técnico de Laboratório / Laboratory Technical
(se enviado por e-mail, dispensa assinatura) / (if sent by mail, signed waiver)

SENAI - CENTRO DE FORMAÇÃO PROFISSIONAL ALVIMAR CARNEIRO DE REZENDE
SENAI - Vocational Training Centre Alvimar Carneiro de Rezende
Via Sócrates Marianni Bittencourt, 711 - Cep: 32010-010 - Bairro Cinco - Contagem - MG - Brasil -
Telefone: (31) 3352-2380 Ramal 5 - E-mail: lemm.senaiaacr@fiemg.com.br
Sistema da Qualidade - FSQ 67 - Revisão 00 - 13/11/13

	SENAI - CFP / ALVIMAR CARNEIRO DE REZENDE		PROTOCOLO
	RELATÓRIO DE ENSAIO DE DOBRAMENTO		Nº: 312/14
	Nº. RELATÓRIO	1438/14	Página: 1/1 Data: 31/07/2014

CLIENTE:		REFERÊNCIA:	
ENDEREÇO:		Programação nº 355	
CONTATO:		DATA DO ENSAIO: 31/07/2014	

DESCRIÇÃO DO MATERIAL:	RQPS 11414 Metal Base: SAE 8630 x SAE 8630 Espessura: 40,0 mm Processo de Soldagem: GMAW + SAW
QUANTIDADE DE MATERIAL:	4 Amostras

EQUIPAMENTO: Máquina Universal Shimadzu UH-F 1000 kN.	TEMPERATURA DO ENSAIO: Ambiente (23°C)
ÂNGULO DE DOBRAMENTO (°): 180°	NORMA E ESPECIFICAÇÃO: ASME IX - 2013
RAIO DO CUTELO (mm): 19 mm	NORMA ENSAIO: ASTM A370-2013

ENSAIO DE DOBRAMENTO LATERAL		
CP'S	DIMENSÕES (mm)	INSPEÇÃO VISUAL
CP 01	260,24x36,44x9,87	Não apresentou descontinuidades
CP 02	260,00x37,74x9,79	Apresentou descontinuidade < 3,00mm
CP 03	260,90x37,56x9,89	Não apresentou descontinuidades
CP 04	259,34x37,51x9,84	Não apresentou descontinuidades

Notas: 1 – Os resultados deste relatório referem-se exclusivamente a(s) amostra(s) enviada(s) pelo cliente.

Miriam Verônica dos Santos Supervisora Técnica	Bruno Heitmann de Carvalho Técnico de Laboratório
---	--

(se enviado por e-mail, dispensa assinatura)

Via Sócrates Marianni Bittencourt, 711 - CINCO – Contagem / MG Telefone: (0xx31)3352-2380 – Ramal 5 - E-mail: lemm.senaiacr@fiemg.com.br



LABORATÓRIO DE ENSAIOS MECÂNICOS E METALOGRAFICOS
 MECHANICAL TESTING AND METALLOGRAPHY LABORATORY
Laboratório de Ensaio Mecânicos Acreditado pelo CGCRE/INMETRO
 Mechanical Testing laboratory certificated by CGCRE/INMETRO
FSQ 54 - RELATÓRIO DE ENSAIO DE IMPACTO
 FSQ 54 - IMPACT TEST REPORT



NºRELATÓRIO / Report N°: **1441/2014** N°Protocolo / Protocol No: 312/14
 Data Relatório / Report Date: 31/07/14
 Data Ensaio / Test date: 31/07/14
 Data Recebimento / Receipt date: 31/07/14

CLIENTE / CUSTOMER :
 ENDEREÇO / ADDRESS :
 CONTATO / CONTACT :

ENSAIO DE IMPACTO CHARPY

CHARPY IMPACT TESTING

DESCRIÇÃO DO MATERIAL ENSAIADO / DESCRIPTION OF MATERIAL TESTED :
 IDENTIFICAÇÃO: RQPS 11414 / MATERIAL: SAE 8630 x SAE 8630 / ESPESSURA: 40,0mm / PROCESSO DE SOLDAGEM:

GMAW + SAW

PARÂMETROS DO ENSAIO

PARAMETERS OF THE TEST

Equipamento de ensaio / Test Equipment: **Pêndulo / Pendulum P W - 30 / 15 - WOLPERT**
 Certificado de calibração / Certificate calibration: **I.P.T - N° 137.841-101**
 Norma de Ensaio e/ou Procedimento / Standard Test and/or procedure: **ASTM A 370-2013 / SQIT 03 REV. 07**
 Norma de fabricação e/ou Procedimento / Standard products and/or procedure:
ASME IX - 2013

Temperatura do ensaio / Test temperature: **(-29°C)**

RESULTADOS DO ENSAIO / TEST RESULTS

		Corpo de prova padronizado / Standardized specimens				
		DIMENSÕES / DIMENSIONS: 10 x 10 x 53mm				
		CP 1.1	CP 1.2	CP 1.3	X	X
Local do Entalhe Notch location		Metal de Solda (FACE)	Metal de Solda (FACE)	Metal de Solda (FACE)		
AREA / AREA	cm²	0,81	0,81	0,81		
ENERGIA ABSORVIDA ABSORBED ENERGY	J	54	56	52		
	J/cm²	66,90	68,87	64,05		
INCERTEZA MEDIÇÃO U _{95,45} / UNCERTAINTY MEASURING U _{95,45}	J/cm²	U _{95,45} 2,96 k= 2,00	U _{95,45} 2,94 k= 2,00	U _{95,45} 2,93 k= 2,00	U _{95,45} #### k= 2,00	U _{95,45} #### k= 2,00
Conversão energia absorvida cp 10x10mm / conversion of energy absorbed specimen 10x10mm	J					

Os resultados deste relatório, referem-se exclusivamente á(s) amostra(s) enviada(s) pelo cliente, a segunda via fica arquivada na laboratório. / These results refer exclusively to the samples sent by cliente, the duplicate is filed in the laboratory.

Observações / Observations:

- Perda de energia do equipamento por atrito= 0,18%. / Loss of energy equipment by friction = 0,18%.
- U_{95,45} = Incerteza expandida multiplicada por um fator de abrangência k, para um nível de confiança de aproximadamente 95,45%. / U_{95,45} = Expanded uncertainty multiplied by the k abrangency factor for a confidence level of approximately 95,45%.

Miriam Veronica dos Santos
 Supervisora Técnica / Technical Supervisor
 (se enviado por email, dispensa assinatura) / (if sent by mail, signed waiver)

Bruno Heilmann de Carvalho
 Técnico de Laboratório / Laboratory Technician

SENAI - CENTRO DE FORMAÇÃO PROFISSIONAL ALVIMAR CARNEIRO DE REZENDE

SENAI - Vocational Training Centre Alvimar Carneiro de Rezende
 Via Sócrates Marianni Bittencourt, 711 - Cep: 32010-010 - Bairro Cinco
 Contagem - MG - Brasil - Telefone: (31) 3352-2380 Ramal 5
 Sistema da Qualidade - FSQ 54 - Revisão 02 - 08/02/12



LABORATÓRIO DE ENSAIOS MECÂNICOS E METALOGRAFICOS
 MECHANICAL TESTING AND METALLOGRAPHY LABORATORY
Laboratório de Ensaios Mecânicos Acreditado pelo CGCRE/INMETRO
 Mechanical Testing laboratory certified by CGCRE/INMETRO



FSQ 54 - RELATÓRIO DE ENSAIO DE IMPACTO
 FSQ 54 - IMPACT TEST REPORT

Nº RELATÓRIO / Report N°: **1443/2014** N° Protocolo / Protocol No: 312/14
 Data Relatório / Report Date: 31/07/14
 Data Ensaio / Test date: 31/07/14
 Data Recebimento / Receipt date: 31/07/14

CLIENTE / CUSTOMER :
 ENDEREÇO / ADDRESS :
 CONTATO / CONTACT :



ENSAIO DE IMPACTO CHARPY
 CHARPY IMPACT TESTING

DESCRIÇÃO DO MATERIAL ENSAIADO / DESCRIPTION OF MATERIAL TESTED:
 IDENTIFICAÇÃO: RQPS 11414 / MATERIAL: SAE 8630 x SAE 8630 / ESPESSURA: 40,0mm / PROCESSO DE SOLDAGEM:
 GMAW + SAW

PARÂMETROS DO ENSAIO
 PARAMETERS OF THE TEST

Equipamento de ensaio / Test Equipment: **Pêndulo / Pendulum P W - 30 / 15 - WOLPERT**
 Certificado de calibração / Certificate calibration: **LP.T - N°: 137.841-101**
 Norma de Ensaio e/ou Procedimento / Standard Test and/or procedure: **ASTM A 370-2013 / SQIT 03 REV. 07**
 Norma de fabricação e/ou Procedimento / Standard products and/or procedure:
ASME IX - 2013
 Temperatura do ensaio / Test temperature: **(-29°C)**

RESULTADOS DO ENSAIO / TEST RESULTS

Corpo de prova padronizado / Standardized specimens						
DIMENSÕES / DIMENSIONS: 10 x 10 x 55mm						
		CP 3.1	CP 3.2	CP 3.3	X	X
Local do Entalhe / Notch location		Metal de Solda (Raiz)	Metal de Solda (Raiz)	Metal de Solda (Raiz)		
ÁREA / AREA	cm²	0,81	0,81	0,81		
ENERGIA ABSORVIDA / ABSORBED ENERGY	J	66	76	60		
	J/cm²	81,31	93,64	73,83		
INCERTEZA MEDIÇÃO U _{95,45} / UNCERTAINTY MEASURING U _{95,45}		J/cm² U _{95,45} 2,95 k= 2,00	U _{95,45} 2,97 k= 2,00	U _{95,45} 2,93 k= 2,00	U _{95,45} #### k= 2,00	U _{95,45} #### k= 2,00
Conversão energia absorvida cp 10x10mm / conversion of energy absorbed specimen 10x10mm		J				

Os resultados deste relatório, referem-se exclusivamente à(s) amostra(s) enviada(s) pelo cliente, a segunda via fica arquivada na laboratório. / These results refer exclusively to the samples sent by cliente, the duplicate is filed in the laboratory.

Observações / Observations:

- 1- Perda de energia do equipamento por atrito= 0,18%. / Loss of energy equipment by friction = 0,18%.
- 2- U_{95,45} = Incerteza expandida multiplicada por um fator de abrangência k, para um nível de confiança de aproximadamente 95,45%. / U_{95,45} = Expanded uncertainty multiplied by the k abrangency factor for a confidence level of approximately 95,45.

Miriam Veronica dos Santos
 Supervisora Técnica / Technical Supervisor
 (se enviado por email, dispensa assinatura) / (if sent by mail, signed waiver)

Bruno Heitmann de Carvalho
 Técnico de Laboratório / Laboratory Technician

SENAI - CENTRO DE FORMAÇÃO PROFISSIONAL ALVIMAR CARNEIRO DE REZENDE

SENAI - Vocational Training Centre Alvimar Carneiro de Rezende
 Via Sócrates Marianni Bittencourt, 711 - Cep: 32010-010 - Bairro Cinco -
 Contagem - MG - Brasil - Telefone: (31) 3352-2380 Ramal 15
 Sistema da Qualidade - FSQ 54 - Revisão 02 - 08/02/12



LABORATÓRIO DE ENSAIOS MECÂNICOS E METALOGRAFICOS
 MECHANICAL TESTING AND METALLOGRAPHY LABORATORY
Laboratório de Ensaios Mecânicos Acreditado pelo CGCRE/INMETRO
 Mechanical Testing laboratory certificated by CGCRE/INMETRO



FSQ 54 - RELATÓRIO DE ENSAIO DE IMPACTO
 FSQ 54 - IMPACT TEST REPORT

NºRELATÓRIO / Report N°: **1444/2014** NºProtocolo / Protocol No: 312/14
 Data Relatório / Report Date: 31/07/14
 Data Ensaio / Test date: 31/07/14
 Data Recebimento / Receipt date: 31/07/14

CLIENTE / CUSTOMER :
 ENDEREÇO / ADDRESS :
 CONTATO / CONTACT :

ENSAIO DE IMPACTO CHARPY

CHARPY IMPACT TESTING

DESCRIÇÃO DO MATERIAL ENSAIADO / DESCRIPTION OF MATERIAL TESTED :
 IDENTIFICAÇÃO: RQPS 11414 / MATERIAL: SAE 8630 x SAE 8630 / ESPESSURA: 40,0mm / PROCESSO DE SOLDAGEM:
 GMAW + SAW

PARÂMETROS DO ENSAIO
 PARAMETERS OF THE TEST

Equipamento de ensaio / Test Equipment: **Pêndulo / Pendulum P W - 30 / 15 - WOLPERT**
 Certificado de calibração / Certificate calibration: **LP.T - Nº: 137.841-101**
 Norma de Ensaio e/ou Procedimento / Standard Test and/or procedure: **ASTM A 370-2013 / SQIT 03 REV. 07**
 Norma de fabricação e/ou Procedimento / Standard products and/or procedure:
ASME IX - 2013
 Temperatura do ensaio / Test temperature: **(-29°C)**

RESULTADOS DO ENSAIO / TEST RESULTS

Corpo de prova padronizado / Standardized specimens						
DIMENSÕES / DIMENSIONS: 10 x 10 x 55mm						
		CP 4.1	CP 4.2	CP 4.3	X	X
Local do Entalhe / Notch location		ZTA (RAIZ)	ZTA (RAIZ)	ZTA (RAIZ)		
ÁREA / AREA	cm²	0,81	0,81	0,81		
ENERGIA ABSORVIDA / ABSORBED ENERGY	J	74	182	70		
	J/cm²	91,35	224,80	86,18		
INCERTEZA MEDIÇÃO U _{95,45} / UNCERTAINTY MEASURING U _{95,45}	J/cm²	U _{95,45} 2,97 k= 2,00	U _{95,45} 3,23 k= 2,00	U _{95,45} 2,94 k= 2,00	U _{95,45} #### k= 2,00	U _{95,45} #### k= 2,00
Conversão energia absorvida cp 10x10mm / conversion of energy absorbed specimen 10x10mm	J					

Os resultados deste relatório, referem-se exclusivamente à(s) amostra(s) enviada(s) pelo cliente, a segunda via fica arquivada no laboratório. / These results refer exclusively to the samples sent by cliente, the duplicate is filed in the laboratory.

Observações / Observations:

- 1- Perda de energia do equipamento por atrito= 0,18%. / Loss of energy equipment by friction = 0,18%.
- 2- U_{95,45} =Incerteza expandida multiplicada por um fator de abrangência k, para um nível de confiança de aproximadamente 95,45%. / U_{95,45} =Expanded uncertainty multiplied by the k abrangency factor for a confidence level of approximately 95,45%.

Miriam Veronica dos Santos / Supervisor Técnica / Technical Supervisor
 Bruno Heitmann de Carvalho / Técnico de Laboratório / Laboratory Technician
 (se enviado por email, dispensa assinatura) / (if sent by mail, signed waiver)

SENAI - CENTRO DE FORMAÇÃO PROFISSIONAL ALVIMAR CARNEIRO DE REZENDE
 SENAI - Vocational Training Centre Alvimar Carneiro de Rezende
 Via Sócrates Marianni Bittencourt, 711 - Cep: 32010-010 - Bairro Cinco -
 Contagem - MG - Brasil - Telefone: (31) 3352-2380 Ramal 5
 Sistema da Qualidade – FSQ 54– Revisão 02 – 08/02/12
 Pag 1/1



LABORATÓRIO DE ENSAIOS MECÂNICOS E METALOGRAFICOS
 MECHANICAL TESTING AND METALLOGRAPHY LABORATORY
Laboratório de Ensaios Mecânicos Acreditado pelo CGCRE/INMETRO
 Mechanical Testing laboratory certified by CGCRE/INMETRO



FSQ 54 - RELATÓRIO DE ENSAIO DE IMPACTO
 FSQ 54-IMPACT TEST REPORT

Nº RELATÓRIO / Report N°: **1577/2014** Nº Protocolo / Protocol No: 364/14
 Data Relatório / Report Date: 29/08/14
 Data Ensaio / Test date: 29/08/14
 Data Recebimento / Receipt date: 28/078/2014

CLIENTE / CUSTOMER :
 ENDEREÇO / ADDRESS :
 CONTATO / CONTACT :

ENSAIO DE IMPACTO CHARPY
 CHARPY IMPACT TESTING

DESCRIÇÃO DO MATERIAL ENSAIADO / DESCRIPTION OF MATERIAL TESTED :
 IDENTIFICAÇÃO: RQPS 11414 (RETESTE) / MATERIAL: SAE 8630 x SAE 8630 / ESPESSURA: 40,0mm / PROCESSO DE
 SOLDAGEM: GMAW + SAW

PARÂMETROS DO ENSAIO
 PARAMETERS OF THE TEST

Equipamento de ensaio / Test Equipment: **Pêndulo / Pendulum P W - 30 / 15 - WOLPERT**
 Certificado de calibração / Certificate calibration: **I.P.T - N° 137.841-101**
 Norma de Ensaio e/ou Procedimento / Standard Test and/or procedure: **ASTM A 370-2014 / SQIT 03 REV. 07**
 Norma de fabricação e/ou Procedimento / Standard products and/or procedure:
ASME IX - 2013
 Temperatura do ensaio / Test temperature: **(-29°C)**

RESULTADOS DO ENSAIO / TEST RESULTS

Corpo de prova padronizado / Standardized specimens						
DIMENSÕES / DIMENSIONS: 10 x 10 x 55mm						
		CP 01	CP 02	CP 03	X	X
Local do Entalhe Notch location		ZTA (Face)	ZTA (Face)	ZTA (Face)		
AREA / AREA	cm²	0,80	0,80	0,80		
ENERGIA ABSORVIDA ABSORBED ENERGY	J	44	64	64		
	J/cm²	54,85	79,67	79,75		
INCERTEZA MEDIÇÃO U _{95,45} UNCERTAINTY MEASURING U _{95,45}	J/cm²	U _{95,45} 2,97 k= 2,00	U _{95,45} 2,98 k= 2,00	U _{95,45} 2,97 k= 2,00	U _{95,45} #### k= 2,00	U _{95,45} #### k= 2,00
Conversão energia absorvida cp 10x10mm / conversion of energy absorbed specimen 10x10mm	J					

Os resultados deste relatório, referem-se exclusivamente á(s) amostra(s) enviada(s) pelo cliente, a segunda via fica arquivada no laboratório. / These results refer exclusively to the samples sent by cliente, the duplicate is filed in the laboratory.

Observações / Observations:

- 1- Perda de energia do equipamento por atrito= 0,18%. / Loss of energy equipment by friction = 0,18%.
- 2- U_{95,45} = Incerteza expandida multiplicada por um fator de abrangência k, para um nível de confiança de aproximadamente 95,45%. / U_{95,45} = Expanded uncertainty multiplied by the k abrangency factor for a confidence level of approximately 95,45.

Miriam Veronica dos Santos
 Supervisora Técnica / Technical Supervisor
 (se enviado por email, dispensa assinatura) / (if sent by mail, signed waiver)

Bruno Heitmann de Carvalho
 Técnico de Laboratório / Laboratory Technician

SENAI - CENTRO DE FORMAÇÃO PROFISSIONAL ALVIMAR CARNEIRO DE REZENDE
 SENAI - Vocational Training Centre Alvimar Carneiro de Rezende
 Via Sócrates Marianni Bittencourt, 711 - Cep: 32010-010 - Bairro Cinco -
 Contagem - MG - Brasil - Telefone: (31) 3352-2380 |
 Sistema da Qualidade - FSQ 54 - Revisão 02 - 08/02/



LABORATÓRIO DE ENSAIOS MECÂNICOS E METALOGRAFICOS
 MECHANICAL TESTING AND METALLOGRAPHY LABORATORY
Laboratório de Ensaio Mecânicos Acreditado pelo CGCRE/INMETRO
 Mechanical Testing laboratory certified by CGCRE/INMETRO



FSQ 54 - RELATÓRIO DE ENSAIO DE IMPACTO
 FSQ 54 - IMPACT TEST REPORT

NºRELATÓRIO / Report N°: **1578/2014** NºProtocolo / Protocol No: **364/14**
 Data Relatório / Report Date: **29/08/14**
 Data Ensaio / Test date: **29/08/14**
 Data Recebimento / Receipt date: **28/08/14**

CLIENTE / CUSTOMER:
 ENDEREÇO / ADDRESS:
 CONTATO / CONTACT:

ENSAIO DE IMPACTO CHARPY
 CHARPY IMPACT TESTING

DESCRIÇÃO DO MATERIAL ENSAIADO / DESCRIPTION OF MATERIAL TESTED:
 IDENTIFICAÇÃO: RQPS 11414 (RETESTE) / MATERIAL: SAE 8630 x SAE 8630 / ESPESSURA: 40,0mm / PROCESSO DE
 SOLDAGEM: GMAW + SAW

PARÂMETROS DO ENSAIO
 PARAMETERS OF THE TEST

Equipamento de ensaio / Test Equipment: **Pêndulo / Pendulum P W - 30 / 15 - WOLPERT**
 Certificado de calibração / Certificate calibration: **I.P.T - N°: 137.841-101**
 Norma de Ensaio e/ou Procedimento / Standard Test and/or procedure: **ASTM A 370-2014 / SQIT 03 REV. 07**
 Norma de fabricação e/ou Procedimento / Standard products and/or procedure:
ASME IX - 2013
 Temperatura do ensaio / Test temperature: **(-29°C)**

RESULTADOS DO ENSAIO / TEST RESULTS

Corpo de prova padronizado / Standardized specimens						
DIMENSÕES / DIMENSIONS: 10 x 10 x 55mm						
		CP 04	CP 05	CP 06	X	X
Local do Entalhe Notch location		ZTA (Face)	ZTA (Face)	ZTA (Face)		
AREA / AREA	cm²	0,80	0,80	0,80		
ENERGIA ABSORVIDA ABSORBED ENERGY	J	64	50	100		
	J/cm²	80,37	62,12	124,78		
INCERTEZA MEDIÇÃO U _{95,45} / UNCERTAINTY MEASURING U _{95,45}	J/cm²	U _{95,45} 3,01 k= 2,00	U _{95,45} 2,96 k= 2,00	U _{95,45} 3,01 k= 2,00	U _{95,45} #### k= 2,00	U _{95,45} #### k= 2,00
Conversão energia absorvida cp 10x10mm / conversion of energy absorbed specimen 10x10mm	J					

Os resultados deste relatório, referem-se exclusivamente à(s) amostra(s) enviada(s) pelo cliente, a segunda via fica arquivada no laboratório. / These results refer exclusively to the samples sent by cliente, the duplicate is filed in the laboratory.

Observações / Observations:

- Perda de energia do equipamento por atrito = 0,18%. / Loss of energy equipment by friction = 0,18%.
- U_{95,45} = Incerteza expandida multiplicada por um fator de abrangência k, para um nível de confiança de aproximadamente 95,45%. / U_{95,45} = Expanded uncertainty multiplied by the k abraogency factor for a confidence level of approximately 95,45.

Miriam Veronica dos Santos
 Supervisora Técnica / Technical Supervisor
 (se enviado por email, dispensa assinatura) / (if sent by mail, signed waiver)

Bruno Heilmann de Carvalho
 Técnico de Laboratório / Laboratory Technician

SENAI - CENTRO DE FORMAÇÃO PROFISSIONAL ALVIMAR CARNEIRO DE REZENDE

SENAI - Vocational Training Centre Alvimar Carneiro de Rezende
 Via Sócrates Marianni Bittencourt, 711 - Cep: 32010-010 - Bairro Cinco -
 Contagem - MG - Brasil - Telefone: (31) 3352-2380 Ramal -
 Sistema da Qualidade - FSQ 54 - Revisão 02 - 08/02/12

SENAI FIEMG

LABORATÓRIO DE ENSAIOS MECÂNICOS E METALOGRAFICOS
SENAI - Centro de Formação Profissional Alvimar Carneiro de Rezende
RELATÓRIO DE ENSAIO METALAGRÁFICO

PROTOCOLO:

Nº 312/14

Página: 1/1

Data:
05/08/2014

RELATÓRIO Nº: 1463/14

CLIENTE:	[REDACTED]	REFERÊNCIA:
ENDEREÇO:		PROGRAMAÇÃO: 355
CONTATO:		DATA DO ENSAIO: 05/08/2014

DESCRIÇÃO DO MATERIAL:	RQPS 11414 Metal Base: SAE 8630 Espessura: 40,0 mm Processo de Soldagem: GMAW + SAW
QUANTIDADE DE MATERIAL:	01 UNIDADE. NORMA(S): ASME IX - 2013

MACROGRAFIA

ATAQUE: NITAL 2%

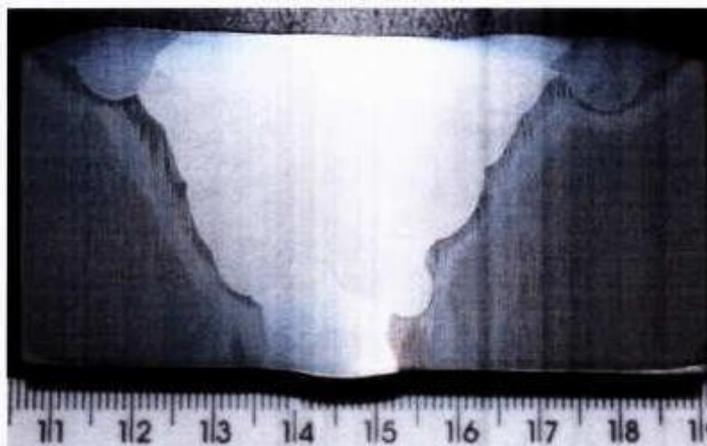


Figura 01 - RQPS 11414

NOTA: 1- Os resultados deste relatório referem-se exclusivamente a(s) amostra(s) enviada(s) pelo cliente.

Miriam Verônica dos Santos
Supervisora Técnica

Bruno Heitmann Carvalho
Técnico de Laboratório

(se enviado por email, dispensa assinatura)

Via Sócrates Marianni Bittencourt, 711 - CINCO - Contagem / MG.
Telefone: (0xx31)3352-2380 - Ramal 5 - E-mail: lemm.senaiacr@fiemg.com.br

SENAI FIEMG

LABORATÓRIO DE ENSAIOS MECÂNICOS E METALOGRAFICOS
SENAI - Centro de Formação Profissional Alvimar Carneiro de Rezende
RELATÓRIO DE ENSAIO METALAGRÁFICO

PROTOCOLO:

Nº 312/ 13

Página: 1/2

Data:
29/08/2014

RELATÓRIO Nº 1580/14

CLIENTE:		REFERÊNCIA:
ENDEREÇO:		PROGRAMAÇÃO: 355 DE 31/07/2014
CONTATO:		DATA DO ENSAIO: 29/08/2014

DESCRIÇÃO DO MATERIAL:	Qualificação de procedimento de soldagem RQPS 11414 Metal de Base: SAE 8630 X SAE 8630 Espessura: 40,0 mm Processo de Soldagem: GMAW + SAW NORMA(S): ASME IX Ed. 2013
QUANTIDADE DE MATERIAL:	01 UNIDADE.
DUREZA VICKERS (HV 10)	
EQUIPAMENTO DE TESTE: DUROMETRO ENCO TEST Modelo: DuraScan 70 / N° de série :106 Certificado de calibração: IPT - N° 125.967-101 CARGA APLICADA: 10 kgf - Escala: HV 10 PENETRADOR: PIRAMIDE 136°	

CP 01 - RQPS 11414

Linha1 (Face)	Dureza Vickers HV 10
1 - Metal de base	216
2 - ZTA	255
3 - ZTA	273
4 - ZTA	269
5 - Metal de solda	252
6 - Metal de solda	244
7 - ZTA	253
8 - ZTA	261
9 - ZTA	255
10 - Metal de base	224

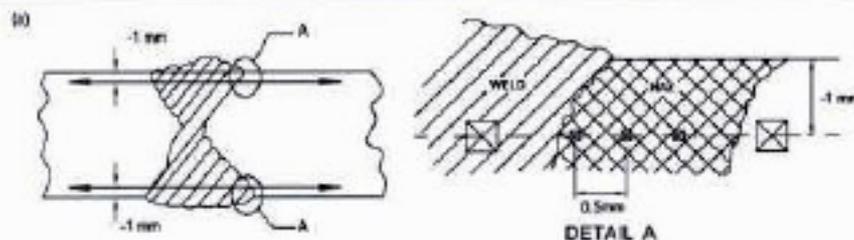
Linha2 (Centro)	Dureza Vickers HV 10
1 - Metal de base	225
2 - ZTA	251
3 - ZTA	250
4 - ZTA	251
5 - Metal de solda	242
6 - Metal de solda	244
7 - ZTA	253
8 - ZTA	252
9 - ZTA	246
10 - Metal de base	228

RELATÓRIO Nº 1580/14

CLIENTE:		REFERÊNCIA:
ENDEREÇO:		PROGRAMAÇÃO: 355 DE 31/07/2014
CONTATO:		DATA DO ENSAIO: 29/08/2014

Linha 3 (Raiz)	Dureza Vickers HV 10
1 - Metal de base	220
2 - ZTA	243
3 - ZTA	244
4 - ZTA	242
5 - Metal de solda	170
6 - Metal de solda	188
7 - ZTA	241
8 - ZTA	242
9 - ZTA	240
10 - Metal de base	220

Croqui da Junta



NOTA:

1- Os resultados deste relatório referem-se exclusivamente a(s) amostra(s) enviada(s) pelo cliente.

Miriam Verônica dos Santos
Supervisora Técnica

Bruno Heitmann de Carvalho
Técnico de Laboratório

(se enviado por e-mail, dispensa assinatura)