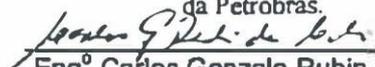


	<p>Ultra – som em estruturas tubulares e não tubulares</p>	Código:	PS-MAUA-GCQ-31
		Status de	17/11/2020
		Revisão:	Rev.01

ULTRA-SOM EM ESTRUTURAS TUBULARES E NÃO-TUBULARES

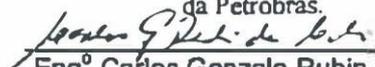
Procedimento de aço com a norma AWS D1.1 Ed. 2006 e Qualificado de acordo com a Norma N-1594F da Petrobrás.


 Engº Carlos Gonzalo Rubin de Celis
 SNQC Nível 3 – N° 014 (ER, US, LP, EV)

	Ultra – som em estruturas tubulares e não tubulares	Código:	PS-MAUA-GCQ-31
		Status de	17/11/2020
		Revisão:	Rev.01

Histórico de Revisões		
Data	Revisão	O que foi revisado
18/08/2020	00	Elaboração da nova versão de procedimento com base nos requisitos das normas ISO9001:2015 e ISO14001:2015
17/11/2020	01	Anexo – (PS – MAUA – GCQ31 – DG01)

Procedimento de aço com a norma AWS D1.1 Ed. 2006 e Qualificado de acordo com a Norma N-1594F da Petrobrás.

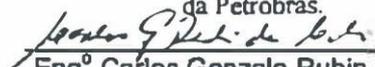

 Engº Carlos Gonzalo Rubin de Celis
 SNQC Nível 3 – Nº 014 (ER, US, LP, EV)

	Ultra – som em estruturas tubulares e não tubulares	Código:	PS-MAUA-GCQ-31
		Status de	17/11/2020
		Revisão:	Rev.01

ÍNDICE

1	PROPÓSITO.....	4
2	NORMA DE REFERÊNCIA.....	4
3	SETORES ENVOLVIDOS.....	4
4	DEFINIÇÕES	4
5	DESCRIÇÃO.....	4
6	ANEXOS	35

Procedimento de aço com a norma AWS D1.1 Ed. 2006 e Qualificado de acordo com a Norma N-1594F da Petrobrás.


Engº Carlos Gonzalo Rubin de Celis
SNQC Nível 3 – N° 014 (ER, US, LP, EV)

	Ultra – som em estruturas tubulares e não tubulares	Código:	PS-MAUA-GCQ-31
		Status de	17/11/2020
		Revisão:	Rev.01

1 PROPÓSITO

Este procedimento descreve as condições mínimas para a execução do ensaio não destrutivo por ultra-som em soldas de estruturas metálicas não tubulares carregadas estática e dinamicamente e em soldas de estruturas metálicas tubulares.

2 NORMAS DE REFERÊNCIA

- AWS D1.1 Ed. 2004 : Structural Welding Code - Steel.
- Petrobrás N 1590E : Ensaio não destrutiva – qualificação de pessoal
- Petrobrás N 1738B : Descontinuidades em juntas soldadas, fundidos, forjados e laminados
- Petrobrás N 1594E : Ensaio não destrutivo – Ultra som.
- Petrobrás N-2162B : Permissão para Trabalho
- ABNT NBR ISO 9001 : Sistemas de Gestão da Qualidade – Requisitos
- ABENDE DC-001 : Qualificação e Certificação de Pessoal em Ensaio Não Destrutivos.
- ABENDE NA-001 : Qualificação e Certificação de Pessoal em Ensaio Não-Destrutivos
- ISO 9712 : Non-Destructive Testing – Qualification and Certification of Personnel
- ASTM E 317 : Standard Practice for Evaluating Performance Characteristics of Ultrasonic Pulse-Echo Examination Instruments and Systems without the Use of Electronic Measurement Instruments
- BSI BS EN 473 : Nondestructive Testing – Qualification and Certification of NDT Personnel – General principles Supersedes PD
- DIN 54120 : Nondestructive Testing – Ultrasonic Examination – Specification for Calibration Block No. 1
- BSI BS EN 12668-2 : Nondestructive Testing – Characterization and Verification of Ultra-sonic Examination Equipment – Part. 2: Probes
- BSI BS EN 12668-3 : Nondestructive Testing – Characterization and Verification of Ultrasonic Examination Equipment – Part. 3: Combined Equipment.
- BSI BS EN 27963 : Calibration Block No. 2 for Ultrasonic Examination of Welds
- BSI BS EN 45013 : General Criteria for Certification Bodies Operating Certification Personnel

3 SETORES ENVOLVIDOS.

Todos os setores do MAUÁ.

4 DEFINIÇÕES

Não aplicável.

5 DESCRIÇÃO

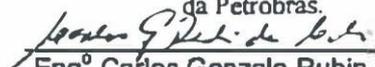
5.1 MATERIAL A SER INSPECIONADO.

Metal Base	Metal de Adição	Faixa de Espessuras (mm)
Aço Carbono	Aço Carbono	8 a 100
Aços de baixa liga	Aço Carbono ou baixa liga	8 a 100

5.2 DETALHES DIMENSIONAIS DA SOLDADA.

As soldas a serem inspecionadas estarão dentro das dimensões definidas na figura 1 ou qualquer das geometrias de chanfro previstas na AWS, pode ensaiada por este procedimento, o inspetor deverá ser

Procedimento de aço com a norma AWS D1.1 Ed. 2006 e Qualificado de acordo com a Norma N-1594F da Petrobrás.


 Eng^o Carlos Gonzalo Rubin de Celis
 SNQC Nível 3 – N^o 014 (ER, US, LP, EV)

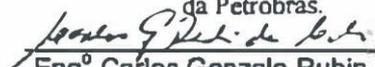
	Ultra – som em estruturas tubulares e não tubulares	Código:	PS-MAUA-GCQ-31
		Status de	17/11/2020
		Revisão:	Rev.01

informado da geometria, através de desenho ou outro documento, que mostre a geometria do chafro e suas dimensões.

5.3 APARELHOS.

Fabricante	Modelo
KRAUTKRAMER	USM-2 / USK-7 / USK-6 / USM-20 / USM-25 / US-50 / US-52
SONATEST	SITESCAN 130/140/230
PANAMETRICS	EPOCH II / III / IV
STARMANS	DIO - 562

Procedimento de aço com a norma AWS D1.1 Ed. 2006 e Qualificado de acordo com a Norma N-1594F da Petrobrás.


 Engº Carlos Gonzalo Rubin de Celis
 SNQC Nível 3 – N° 014 (ER, US, LP, EV)

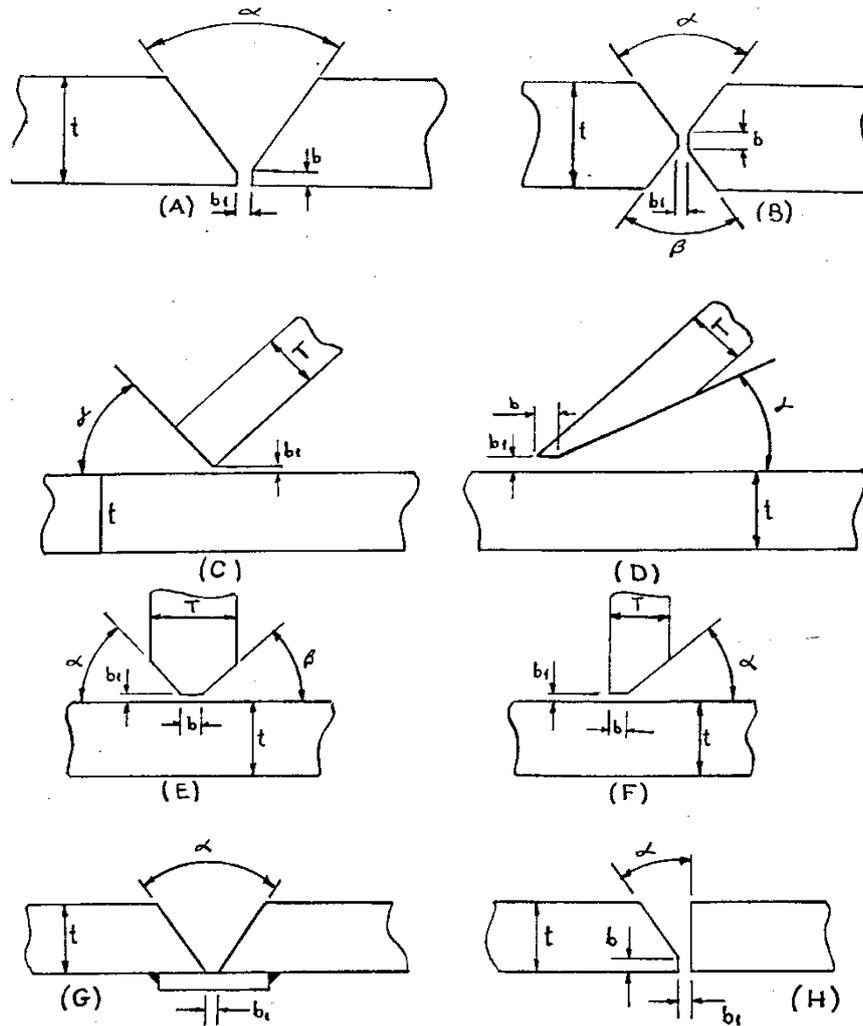


Figura 1 – Detalhe dos Chanfros

Procedimento de aço com a norma AWS D1.1 Ed. 2006 e Qualificado de acordo com a Norma N-1594F da Petrobrás.

Carlos Gonzalo Rubin de Celis
Engº Carlos Gonzalo Rubin de Celis
SNQC Nível 3 – N° 014 (ER, US, LP, EV)

	Ultra – som em estruturas tubulares e não tubulares	Código:	PS-MAUA-GCQ-31
		Status de Revisão:	17/11/2020
			Rev.01

5.4 CABEÇOTES.

5.4.1 Dados Técnicos.

Modelo	Dimensões (mm)	Freq. (Mhz)	Tipo	Ângulo (Graus)	Campo Próximo (mm)	Faixa de Espessura (mm)
B1 SN	24	1	NORMAL	0	25	25 a 100
B2SN	24	2	NORMAL	0	45	25 A 100
B4SN	24	4	NORMAL	0	90	25 A 100
MB2SN	10	2	NORMAL	0	8	15 A 100
MB4SN	10	4	NORMAL	0	16	15 A 100
K2N	10	2	NORMAL	0	8	25 A 100
K4N	10	4	NORMAL	0	16	25 A 100
Sonatest SLF 410	10	4	NORMAL	0	16	25 A 100
SE B-4H	20	4	DUPLO CRISTAL	0	12	08 A 50
SE B-4H 0°	20	4	DUPLO CRISTAL	0	25	08 A 100
MSEB-4H	10	4	DUPLO CRISTAL	0	10	08 A 50
MSEB-2H	10	2	DUPLO CRISTAL	0	10	08 A 50
WB 45 N2	20 X 22	2	ANGULAR	45	90	08 A 100
WB 60 N2	20 X 22	2	ANGULAR	60	90	08 A 100
WB 70 N2	20 X 22	2	ANGULAR	70	90	08 A 100
MWB 45 N4*	8 X 9	4	ANGULAR	45	30	08 A 100*
MWB 60 N4*	8 X 9	4	ANGULAR	60	30	08 A 100*
MWB 70 N4*	8 X 9	4	ANGULAR	70	30	08 A 100*

* SOMENTE PARA ENSAIO DE ESTRUTURAS TUBULARES (Para estruturas não tubulares ver item 5.8 obs. 1).

5.4.2 Quando os cabeçotes angulares forem utilizados na inspeção de soldas longitudinais em tubulações que tenham raio de curvatura inferior a 250 mm, a sapata dos mesmos serão ajustadas à superfície.

5.5 TÉCNICA A SER USADA.

A inspeção será executada pelo método contato direto na técnica pulso-eco.

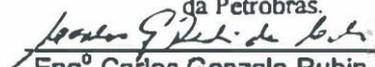
5.6 VERIFICAÇÃO DA APARELHAGEM.

5.6.1 Verificação dos Cabeçotes Angulares.

Os cabeçotes angulares serão verificados quanto ao ponto de saída do feixe sônico e ângulo real do cabeçote, utilizando-se o bloco padrão IIW da AWS. Alternativamente poderá ser usado o bloco V1 da norma DIN 54120. O ângulo real dos cabeçotes não pode variar mais do que + ou - 2 graus em relação ao ângulo nominal. A verificação será feita diariamente.

A distância do ponto de saída do feixe à face anterior do cabeçote não deve ser superior a 1" (25 mm).

Procedimento de aço com a norma AWS D1.1 Ed. 2006 e Qualificado de acordo com a Norma N-1594F da Petrobrás.


 Engº Carlos Gonzalo Rubin de Celis
 SNQC Nível 3 – N° 014 (ER, US, LP, EV)

	Ultra – som em estruturas tubulares e não tubulares	Código:	PS-MAUA-GCQ-31
		Status de Revisão:	17/11/2020
			Rev.01

As máximas reflexões internas do cabeçote, cuja verificação deve ser feita a cada 40 horas de uso do cabeçote, devem ser determinadas como explicado a seguir:

(Calibrar a sensibilidade do o equipamento conforme item 5.7.2.1 a);

- remover o cabeçote do bloco de calibração;
- acrescentar 20 dB's ao Nível de Referência;
- “a área do Tubo de Raios Catódicos além de ½” (13 mm) de distância e acima da altura do Nível de Referência, não deve apresentar nenhuma indicação.

5.6.2 Verificação do Aparelho.

5.6.2.1 Verificação da Linearidade Horizontal.

A linearidade horizontal do aparelho de ultra-som será aferida a cada 40 horas de uso do aparelho, no percurso sônico de inspeção, de acordo com o seguinte método:

- a) O cabeçote normal B2SN deverá ser acoplado sobre o bloco V1 ou bloco DS, na posição G, T ou U (ver figura 2), conforme necessário para se obter cinco ecos de fundo na faixa de espessuras a ser aferida (Obs. 1);

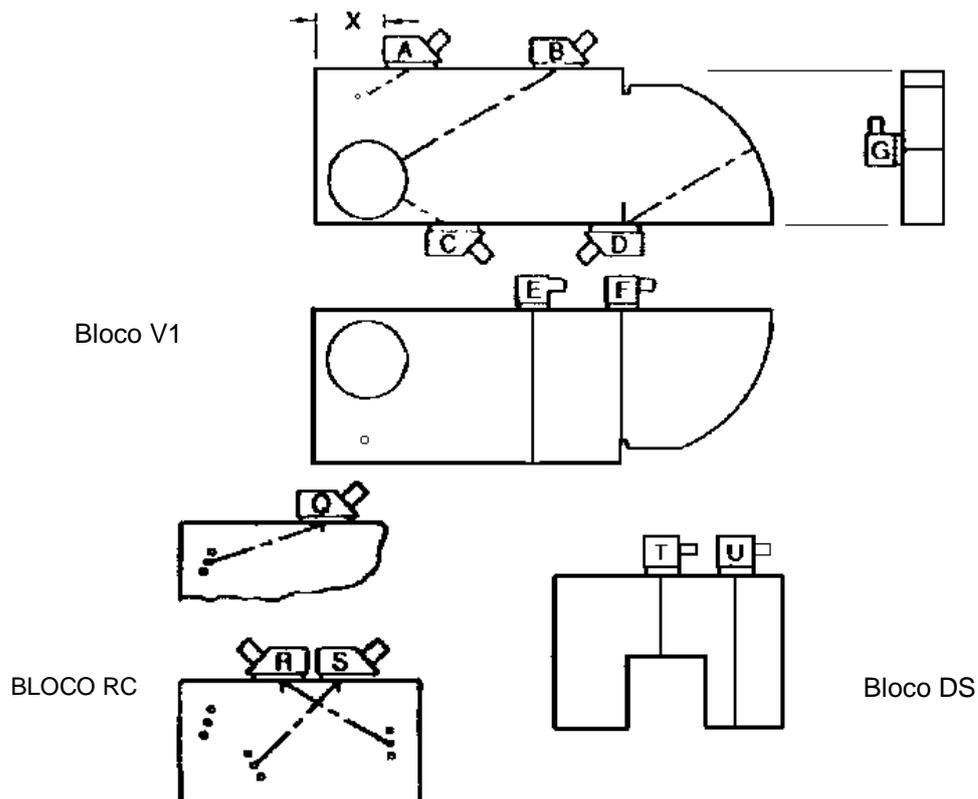


Figura 2 – Posição dos Cabeçotes.

- b) O primeiro e o quinto eco de fundo devem ser posicionados na tela em seus locais correspondente;

Procedimento de aço com a norma AWS D1.1 Ed. 2006 e Qualificado de acordo com a Norma N-1594F da Petrobrás.

Carlos Gonzalo Rubín de Celis
 Engº Carlos Gonzalo Rubín de Celis
 SNQC Nível 3 – N° 014 (ER, US, LP, EV)

	Ultra – som em estruturas tubulares e não tubulares	Código:	PS-MAUA-GCQ-31
		Status de	17/11/2020
		Revisão:	Rev.01

- c) Cada um dos ecos de fundo deve ser ajustado a 80% da altura da tela, para verificar o seu correto posicionamento;
- d) A linearidade horizontal é considerada satisfatória se os ecos se situarem na posição correta, com um desvio máximo aceitável de 2% da largura da tela.

Obs. 1: Desde que a verificação da linearidade horizontal é feita com cabeçote normal, que produz ondas longitudinais e que têm uma velocidade do som aproximadamente o dobro das ondas transversais, é necessário dobrar as distâncias para aplicar este método considerando os percursos para cabeçotes angulares.

5.6.2.2 Verificação da Linearidade Vertical.

A linearidade do controle de ganho do aparelho será verificada ao menos a cada dois meses, conforme o seguinte método:

- a) Um cabeçote normal será acoplado na posição “T” do bloco DS (ver figura 2);
- b) A escala horizontal do aparelho será ajustada de modo que o primeiro eco de fundo fique situado na posição central da linha base;
- c) Atuando no controle de ganho a altura do eco será ajustada exatamente ou um pouco superior a 40% da altura da tela;
- d) O cabeçote será deslocado em direção à posição “U”, até a altura do eco atingir exatamente 40% da altura da tela;
- e) A amplitude do eco será aumentada em 6 dB, atuando-se no controle de ganho. O eco deverá atingir, teoricamente, 80% da altura da tela.
- f) A leitura em dB's deve ser registrada na coluna “a” e a % real do eco na coluna “b” do certificado de registro mostrado no Anexo 2.
- g) O cabeçote deve ser novamente movido na direção da posição “U”, até que a indicação esteja exatamente a 40% da altura da tela.
- h) A etapa **E** deve ser repetida.
- i) A etapa **F** deve ser repetida, aplicando a informação na próxima linha consecutiva do certificado de registro mostrado no Anexo 2.
- j) As etapas **G**, **H** e **I** devem ser repetidas consecutivamente até que toda a faixa de amplificação do controle de ganho seja alcançada (ao menos 60 dB).
- k) As informações das colunas “a” e “b” do certificado de registro devem ser aplicadas à seguinte equação para calcular o ganho corrigido (em dB):

$$dB_2 = 20 \times \text{Log} (\%_2 / \%_1) + dB_1$$

Onde:

dB_1 = coluna “a”

dB_2 = coluna “c”

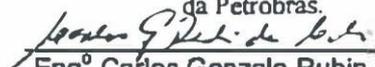
$\%_1$ = coluna “b”

$\%_2$ = definida no Registro do Certificado (Anexo 2).

- l) O valor do ganho corrigido calculado em **K** deve ser aplicado à coluna “c” do Registro de Certificado do Anexo 2).
- m) O valor da coluna “c” deve ser subtraído do valor da coluna “a” e a diferença deve ser aplicada na coluna “d” do Registro do Certificado.

Obs.: Estes valores podem ser tanto positivos quanto negativos e assim registrados. Ver exemplo no Anexo 2.

Procedimento de aço com a norma AWS D1.1 Ed. 2006 e Qualificado de acordo com a Norma N-1594F da Petrobrás.


 Eng^o Carlos Gonzalo Rubin de Celis
 SNQC Nível 3 – N^o 014 (ER, US, LP, EV)

	Ultra – som em estruturas tubulares e não tubulares	Código:	PS-MAUA-GCQ-31
		Status de	17/11/2020
		Revisão:	Rev.01

- n) As informações tabuladas no Registro do Certificado devem possibilitar a avaliação da linearidade do equipamento, de acordo com as instruções contidas nesse registro.
- o) As informações da coluna “e” (em dB) devem ser aplicadas verticalmente e as da coluna “a” horizontalmente segundo as coordenadas X e Y para plotar a curva mostrada no Anexo 2.
- p) O maior comprimento horizontal, representado pela diferença de leituras em dB, que pode ser inscrito em um retângulo que tenha uma altura de 2 dB, representa a faixa do amplificador (controle de ganho) na qual o equipamento atende aos requisitos da norma AWS D1. 1. A faixa mínima permitida é de 60 dB.
- q) Se o equipamento não atender ao requisito acima, poderá ser utilizado desde que sejam desenvolvidos e utilizados fatores de correção para a avaliação de descontinuidades fora da faixa de linearidade do controle de ganho, ou que a solda seja avaliada dentro dessa faixa.

5.6.2.3 Resolução

A resolução dos conjuntos aparelho - cabeçotes angulares em utilização deverão ser aferidos mensalmente, de acordo com o seguinte método:

- a) O cabeçote a ser aferido deverá ser posicionado no bloco RC na posição Q para ângulo de 70°, posição R para ângulo de 60° e posição S para ângulo de 45° (ver figura 2);
- b) A resolução é considerada satisfatória se for possível distinguir pelo menos o pico dos três ecos ao mesmo tempo.

5.7 MÉTODO DE CALIBRAÇÃO

A calibração será efetuada a cada:

- início de serviço;
- hora contínua de trabalho;
- reinício de serviço após cada interrupção;
- mudança de cabeçote ou cabo de ligação.

5.7.1 Bloco para Calibração da Escala Horizontal do Aparelho.

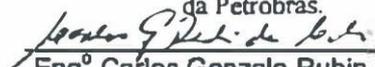
5.7.1.1 A calibração da escala horizontal do aparelho será feita utilizando-se os blocos padrões V1 ou N° 2.

5.7.2 Bloco para Calibração da Sensibilidade.

5.7.2.1 A calibração da sensibilidade será feita utilizando blocos de calibração.

5.7.2.1 a) Ensaio de Estruturas Não tubulares: A calibração da sensibilidade será feita com o bloco padrão IIW ou com o bloco padrão V1.

Procedimento de aço com a norma AWS D1.1 Ed. 2006 e Qualificado de acordo com a Norma N-1594F da Petrobrás.


 Eng^o Carlos Gonzalo Rubin de Celis
 SNQC Nível 3 – N° 014 (ER, US, LP, EV)

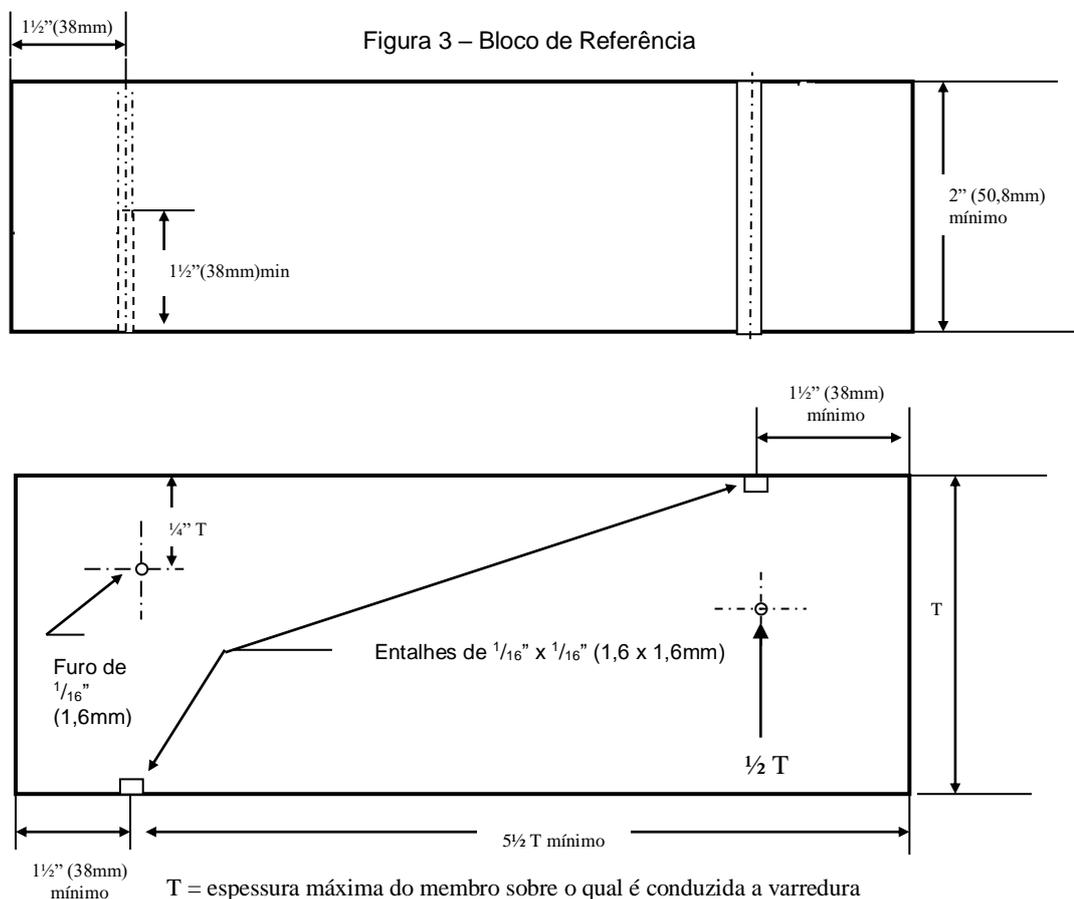
	Ultra – som em estruturas tubulares e não tubulares	Código:	PS-MAUA-GCQ-31
		Status de Revisão:	17/11/2020
			Rev.01

5.7.2.1 b) Ensaio de Estruturas Tubulares:

A calibração de sensibilidade e a traçagem de curva de referência deverá ser efetuada em um bloco de referência como o mostrado na figura 3, o qual deve ser confeccionado de material proveniente do mesmo processo de fabricação (fundido, forjado, laminado, etc.) e sofrer o mesmo tratamento térmico do material a ensaiar.

Se a varredura for efetuada numa superfície cilíndrica, numa direção ortogonal ao eixo desta, e a superfície de contato tiver um diâmetro externo de curvatura menor ou igual a 500 mm, o diâmetro externo da curvatura do bloco de referência deverá ser o mesmo da superfície de contato. A tolerância no diâmetro externo de curvatura da superfície a ser inspecionada é de 0,9 a 1,5 vezes o diâmetro do bloco de referência.

“O furo lateral de 1/16” (1,6mm) do bloco deve ser utilizado para estabelecer a sensibilidade para todos os cabeçotes. Adicionalmente, os entalhes de 1/16” x 1/16” (1,6 x 1,6mm) podem ser utilizados para auxiliar na avaliação de discontinuidades de raiz em soldas T, Y e K soldadas por um único lado. Estes entalhes não são obrigatórios.



5.7.3 Método de Calibração da Sensibilidade para Cabeçote Normal.

5.7.3.1 Calibração da Sensibilidade para Inspeção do Metal Base.

Procedimento de aço com a norma AWS D1.1 Ed. 2006 e Qualificado de acordo com a Norma N-1594F da Petrobrás.

Carlos Gonzalo Rubin de Celis
 Engº Carlos Gonzalo Rubin de Celis
 SNQC Nível 3 – Nº 014 (ER, US, LP, EV)

	Ultra – som em estruturas tubulares e não tubulares	Código:	PS-MAUA-GCQ-31
		Status de Revisão:	17/11/2020
			Rev.01

- a) A escala horizontal do aparelho será ajustada para apresentar pelo menos o equivalente a duas espessuras;
- b) A sensibilidade será ajustada no metal de base, em uma região livre de descontinuidades, de modo que o primeiro eco de fundo fique de 50 a 75% da altura da tela.

5.7.3.2 Calibração da Sensibilidade Usando o Bloco V1, para inspeção de soldas.

- a) Posicionar o cabeçote na posição A no bloco V1 (ver figura 2);
- b) O ganho será ajustado de modo que o eco do furo de 1,5 mm fique aproximadamente 75% da altura da tela.

5.7.4 Método de Calibração da Sensibilidade para Cabeçote Angular.

5.7.4.1 Ensaio de estruturas não tubulares:

- a) A escala horizontal do aparelho será ajustada de modo a representar o percurso sônico necessário para a inspeção;
- b) O cabeçote angular será posicionado na posição A (ver figura 2) no bloco V1 (qualquer ângulo). O sinal maximizado obtido do furo de 1,5 mm de diâmetro será ajustado em 75% da altura da tela. O valor em decibéis necessário para esta calibração será usado como **Nível de Referência "b"**.

5.7.4.2 Ensaio de estruturas tubulares

Para construção das curvas de referência será utilizado o bloco de referência da figura 3. Estas curvas serão traçadas em telas de acetato transparentes colocadas sobre o visor do aparelho e utilizadas para uma avaliação correta das descontinuidades durante o ensaio (requisito não aplicável a equipamentos digitais que dispõem do recurso de traçar as curvas DAC automaticamente).

A curva de referência será traçada da seguinte maneira:

- a) Com o cabeçote na posição 1 (ver Figura 4), maximizar o eco do primeiro furo;
- b) Ajustar o ganho para se obter deste furo um eco com amplitude de 80% da altura da tela, marcando este ponto na tela. O ganho será anotado e chamado de ganho primário (GP);
- c) Sem alterar o ganho, posicionar o cabeçote na posição 2 e nas posições 3, 4, 5,... (até o comprimento de percurso sônico necessário para o ensaio) marcando as respectivas amplitudes na tela;
- d) Interligar as marcações na tela, de modo a se obter a curva de referência primária;
- e) Traçar a curva de 50% da curva de referência primária, reduzindo-se o ganho em 6dB em relação ao ganho primário.

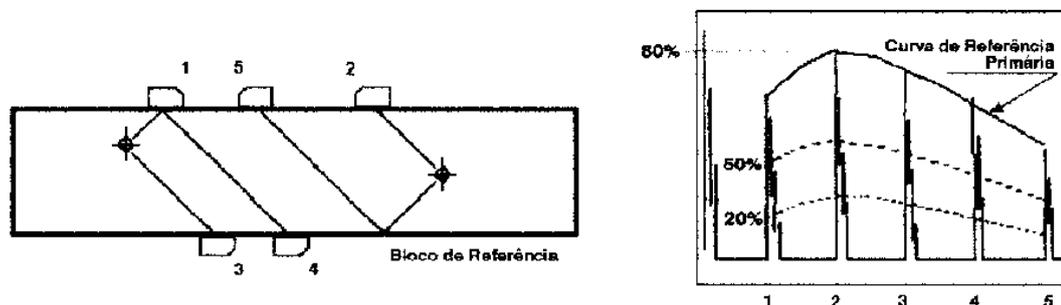


FIGURA 4

Procedimento de aço com a norma AWS D1.1 Ed. 2006 e Qualificado de acordo com a Norma N-1594F da Petrobrás.

Carlos Gonzalo Rubín de Celis
 Engº Carlos Gonzalo Rubín de Celis
 SNQC Nível 3 – N° 014 (ER, US, LP, EV)

	Ultra – som em estruturas tubulares e não tubulares	Código:	PS-MAUA-GCQ-31
		Status de	17/11/2020
		Revisão:	Rev.01

5.8 AJUSTE DA SENSIBILIDADE PARA ESTRUTURAS NÃO TUBULARES

- Ganho de Varredura.

Para a execução da varredura das soldas o **Nível de Referência “b”** será aumentado na quantidade de decibéis indicada na tabela a seguir, em função do percurso sônico. O ganho obtido será chamado de **Ganho de Varredura**.

Percurso sônico polegadas (mm)	Ganho adicional para estruturas com carregamento estático (dB)	Ganho adicional para estruturas com carregamento dinâmico (dB)
até 2 ½ (64)	14	20
de 2 ½ até 5 (64 - 127)	19	25
de 5 a 8 (127 - 200)	29	35

Quando ficar inviável realizar o ensaio pelo excesso de ruído existente, devido à grande amplificação, utilizar a fórmula a seguir para determinar o ganho de varredura:

$$GV = b + c + d^*, \text{ onde:}$$

GV = Ganho de varredura

b = Nível de referência

c = fator de atenuação para o maior percurso real. (É calculado pela fórmula: $c = (\text{Percurso sônico em polegadas menos um}) \times 2$ (em dB) – Ver item 5.8.2.2

d* = Nível da Descontinuidade ou classificação da indicação (d) para descontinuidades da classe D (ver tabelas II e III)

- Ganho de Avaliação das Descontinuidades.

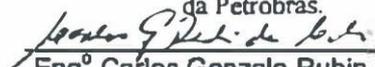
Quando uma descontinuidade for detectada o sinal será maximizado a 75% da altura da tela e a quantidade de decibéis lida no controle de ganho do aparelho será considerada como **Nível da Indicação “a”**.

O **Fator de Atenuação “c”** é obtido subtraindo 1” (25 mm) do percurso sônico da descontinuidade (em polegadas) e multiplicando o percurso remanescente por 2. Este fator será arredondado para o valor em decibéis mais próximo.

Obs.:

- 1) Se, com autorização do Cliente, forem utilizados cabeçotes de 4MHz, o fator de atenuação “c” deverá ser obtido utilizando-se o bloco da figura 3, para o percurso da descontinuidade, e a correção por transferência conforme item 5.9
- 2) Para estruturas onde, na área de varredura, a chapa estiver revestida, o fator de atenuação deve ser corrigido para levar em consideração o efeito do revestimento sobre a atenuação, tanto quando se usa o bloco V1 ou o bloco da figura 3 para a calibração. Quando se utiliza o bloco da figura 3, a correção por transferência deve ser avaliada conforme item 5.9 Quando se utiliza o bloco V1 para a obtenção da sensibilidade, o mesmo método descrito em 5.9 deve ser usado para avaliar o efeito adicional do

Procedimento de aço com a norma AWS D1.1 Ed. 2006 e Qualificado de acordo com a Norma N-1594F da Petrobrás.


Engº Carlos Gonzalo Rubin de Celis
SNQC Nível 3 – N° 014 (ER, US, LP, EV)

	Ultra – som em estruturas tubulares e não tubulares	Código:	PS-MAUA-GCQ-31
		Status de Revisão:	17/11/2020
			Rev.01

revestimento sobre a atenuação, utilizando-se um outro bloco com o mesmo revestimento da peça e com a espessura do bloco V1 (25 mm).

A **Classificação da Descontinuidade “d” (ou Nível da Descontinuidade)** representa a diferença algébrica em decibéis, entre o Nível da Indicação e o Nível de Referência, corrigida pelo fator de atenuação, como indicado na fórmula a seguir:

$$a - b - c = d$$

Com o valor de “d” calculado pela fórmula acima, a indicação será avaliada e classificada conforme as tabelas II ou III.

5.9 AJUSTE DA SENSIBILIDADE PARA ESTRUTURAS TUBULARES

A correção devido à perda por transferência para cabeçotes angulares deverá ser executada da seguinte maneira:

- Utilizar dois cabeçotes do mesmo ângulo, frequência, tipo e fabricante, um como emissor o outro como receptor no bloco de referência de espessura escolhida para inspeção.
- Os cabeçotes deverão ser posicionados conforme figura 5, de modo a se obter o sinal E/R1, sendo o sinal maximizado e colocado a 80% da altura da tela
- Sem alterar o ganho, os sinais das posições E/R2 e E/R3 devem ser marcados na tela.
- Interligar os pontos de E/R1 e E/R3 obtendo uma curva sobre a tela.
- Com o mesmo ganho, posicionam-se os cabeçotes na peça a ser examinada (ver figura 5), na posição E/P1 e se a altura do eco deste posicionamento for igual à altura da curva, não são necessárias correções.

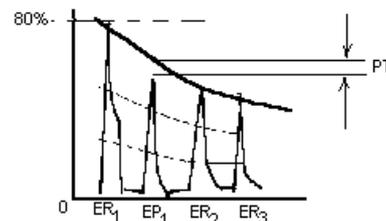
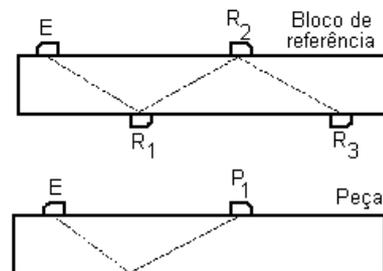


Figura 5

- Havendo diferenças, ajusta-se a altura encontrada no material da peça para a mesma altura de curva e anota-se o número de decibéis (PT) que devem ser acrescidos ou diminuídos no ganho primário.
- O ganho resultante é denominado ganho corrigido ($GC = GP + ou - PT$).

O ganho para varredura deve ser o ganho corrigido acrescido de no mínimo 12 dB.

Para avaliação de descontinuidades o ganho deve ser o ganho corrigido, sem os 12dB.

Procedimento de aço com a norma AWS D1.1 Ed. 2006 e Qualificado de acordo com a Norma N-1594F da Petrobrás.


 Engº Carlos Gonzalo Rubin de Celis
 SNQC Nível 3 – N° 014 (ER, US, LP, EV)

	Ultra – som em estruturas tubulares e não tubulares	Código:	PS-MAUA-GCQ-31
		Status de	17/11/2020
		Revisão:	Rev.01

5.10 CONDIÇÃO SUPERFICIAL

- A superfície de contato entre o cabeçote e a peça deverá estar limpa e livre de irregularidades que possam interferir no acoplamento e movimentação do cabeçote, tais como rugosidade excessiva, carepas, respingos, tintas, etc.
- Na margem das soldas deverá haver concordância suave entre as superfícies
- O reforço da solda será usinado para o ensaio de ultra-som se o mesmo mascarar as reflexões de descontinuidades próximas a superfície, se provocar sinais que impossibilitem a inspeção ou se requerido pela técnica de varredura.

OBS. As áreas de varredura poderão estar com revestimentos aderidos como pintura ou qualquer material que não alterem a passagem do som, desde que seja considerado o efeito do revestimento sobre a atenuação, conforme estabelecido em 5.8 Obs. 2

Técnica de Preparação da Superfície.

A superfície deverá ser preparada por esmerilhamento, lixamento ou escovamento, conforme necessário.

5.11 ACOPLANTE.

Será utilizado metilcelulose dissolvido em água.

5.12 TÉCNICA DE VARREDURA.

- Estruturas Não Tubulares:

O volume do metal base (área de varredura), adjacente a solda, a ser percorrida pelas ondas transversais do cabeçote angular serão primeiramente inspecionados com cabeçote normal ou duplo-cristal, para pesquisar a existência de descontinuidades paralelas à superfície que, caso existam, devem ser registradas e consideradas no ensaio com cabeçote angular.

Todas as soldas de topo devem ser ensaiadas de cada lado do eixo da solda. Soldas de canto e soldas em “T” devem ser ensaiadas em princípio de um lado do eixo da solda. Deve ser entendido que, como um mínimo, todas as soldas devem ser ensaiadas pela passagem do som através de seu inteiro volume e pela zona afetada termicamente, em duas direções perpendiculares entre si, sempre que for possível.

Devem ser feitas varreduras para detectar descontinuidades longitudinais e transversais ao eixo da solda.

As soldas devem ser inspecionadas usando cabeçotes angulares conforme mostrado na tabela I.

A varredura será executada com uma sobreposição na largura do transdutor de, no mínimo, 15%.

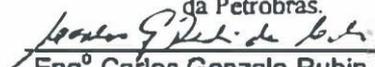
A velocidade de inspeção será menor que 150 mm por segundo.

Será feita a marcação física na peça dos limites da área de varredura por meio de giz de cera.

Direções de Varredura (ver figura 6):

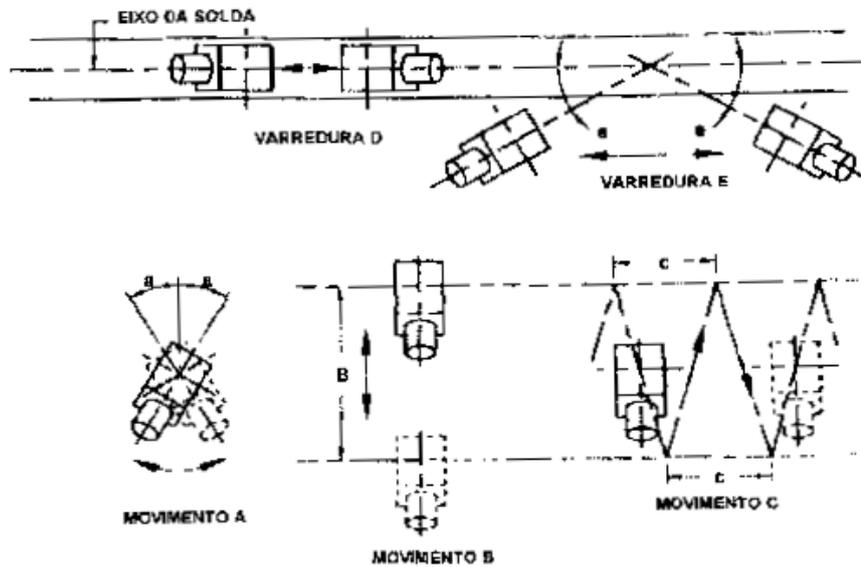
As juntas soldadas serão inspecionadas por varredura transversal e longitudinal à solda. A varredura longitudinal (para detectar descontinuidades transversais) será feita com o feixe sônico aproximadamente paralelo a solda (ângulo de no máximo 15°) em relação ao eixo longitudinal da solda. Nas soldas com o reforço usinado a varredura longitudinal será feita sobre a solda.

Procedimento de aço com a norma AWS D1.1 Ed. 2006 e Qualificado de acordo com a Norma N-1594F da Petrobrás.


 Engº Carlos Gonzalo Rubin de Celis
 SNQC Nível 3 – N° 014 (ER, US, LP, EV)

	Ultra – som em estruturas tubulares e não tubulares	Código:	PS-MAUA-GCQ-31
		Status de Revisão:	17/11/2020
			Rev.01

Figura 6



Seleção de Cabeçotes e Área de Varredura:

A seleção dos cabeçotes angulares e superfícies de varredura serão conforme a tabela I.

Procedimento de aço com a norma AWS D1.1 Ed. 2006 e Qualificado de acordo com a Norma N-1594F da Petrobrás.

Carlos Gonzalo Rubin de Celis
 Eng^o Carlos Gonzalo Rubin de Celis
 SNQC Nível 3 – N^o 014 (ER, US, LP, EV)

	Ultra – som em estruturas tubulares e não tubulares	Código:	PS-MAUA-GCQ-31
		Status de Revisão:	17/11/2020
			Rev.01

Tabela I - Escolha dos cabeçotes angulares para inspeção de soldas

TIPO DE SOLDA	ESPESSURA DA CHAPA – polegadas (mm)									
	5/16 a 1 1/2 (8,0 a 38,1)		>1 1/2 a 1 3/4 (38,1 a 44,5)		>1 3/4 a 2 1/2 (44,5 a 63,5)		>2 1/2 a 3 1/2 (63,5 a 88,9)		>3 1/2 a 4 (88,9 a 100,0)	
		*		*		*		*		*
TOPO	1	O	1	F	1G ou 4	F	1G ou 5	F	6 ou 7	F
T	1	O	1	F ou XF	4	F ou XF	5	F ou XF	7	F ou XF
CANTO	1	O	1	F ou XF	1G ou 4	F ou XF	1G ou 5	F ou XF	6 ou 7	F ou XF
Eletrogás & eletroslag	1	O	1	O	1G ou 4	1**	1G ou 3	P1 ou P3	6 ou 7	P3

Legenda:

X - varredura pela face “C”

* Requerido somente quando a indicação da altura de referência CRT de uma descontinuidade é notável junto à interface do metal base e o nível de varredura com procedimentos preliminares selecionados a partir da primeira coluna.

G - reforço da solda eliminado por esmerilhamento

** “Usar 15” (380 mm) ou 20” (510 mm) para calibração de distância na tela.

O - não requerido.

P – Técnica “Tandem” deve ser conduzida para favorecer a avaliação da descontinuidade somente na região central da espessura do material com cabeçotes iguais de 45° ou 70°. Os cabeçotes devem estar obrigatoriamente fixos em um acessório para controle do posicionamento. A calibração de sensibilidade na técnica “Tandem” é normalmente efetuada com um único cabeçote.

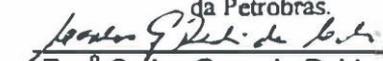
A - Face do material através da qual a varredura inicial é feita.

F - As indicações de interface entre o metal de solda e o metal base deverão ser pesquisadas e avaliadas com um dos cabeçotes de 70°, 60° ou 45° (aquele que atingir a interface com um ângulo mais próximo de 90°).

B - Face oposta à face “A”.

C - Face oposta à solda na conexão dos membros, ou à junta T ou à solda de canto.

Procedimento de aço com a norma AWS D1.1 Ed. 2006 e Qualificado de acordo com a Norma N-1594F da Petrobrás.

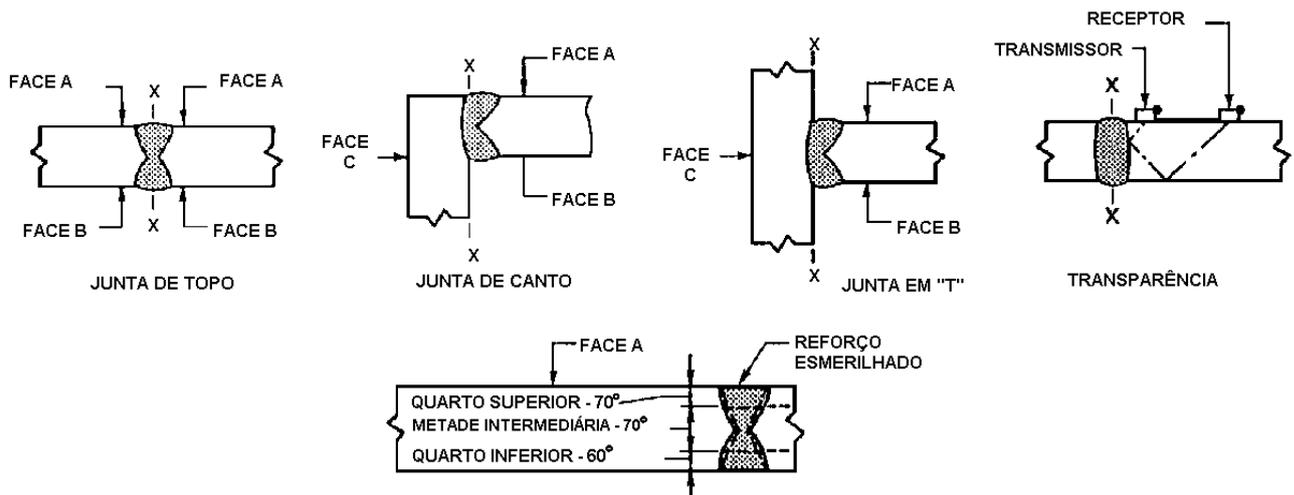

 Engº Carlos Gonzalo Rubín de Celis
 SNQC Nível 3 – N° 014 (ER, US, LP, EV)

	Ultra – som em estruturas tubulares e não tubulares	Código:	PS-MAUA-GCQ-31
		Status de Revisão:	17/11/2020 Rev.01

(continuação da Tabela I)

Região da seção transversal da solda

Nº	Quarto superior	Região central	Quarto inferior
1	70°	70°	70°
2	60°	60°	60°
3	45°	45°	45°
4	60°	70°	70°
5	45°	70°	70°
6	70° G A	70°	60°
7	60° B	70°	60°
8	70° G A	60°	60°
9	70° G A	60°	45°
10	60° B	60°	60°
11	45° B	70°	45°
12	70° G A	45°	70° G B
13	45° B	45°	45°
14	70° G A	45°	45°
15	70° G A	70° A B	70° G B



Notas à Tabela I:

- 1) Quando possível todos os ensaios devem ser feitos da superfície A, no primeiro percurso sônico, a menos que esteja especificado de outra forma na tabela.
- 2) Áreas de raiz de juntas soldadas de chanfro simples com cobre-junta (backing) que não serão removidos, devem ser ensaiadas no primeiro percurso sônico, da face "A" (oposta ao cobre juntas). Esmerilhamento do reforço do cordão ou ensaios através de superfícies adicionais podem ser necessários para permitir uma completa varredura da raiz da solda.

Procedimento de aço com a norma AWS D1.1 Ed. 2006 e Qualificado de acordo com a Norma N-1594F da Petrobrás.


 Engº Carlos Gonzalo Rubin de Celis
 SNQC Nível 3 – N° 014 (ER, US, LP, EV)

	Ultra – som em estruturas tubulares e não tubulares	Código:	PS-MAUA-GCQ-31
		Status de Revisão:	17/11/2020 Rev.01

3) Ensaios no segundo ou terceiro percurso sônico devem ser feitos somente para satisfazer as exigências da tabela ou quando for necessário para executar o ensaio em áreas de soldas inacessíveis por um reforço de solda não esmerilhado, ou interferências com outras partes do conjunto soldado ou para atender as exigências de varredura total da área de solda e zona termicamente afetada em duas direções perpendiculares entre si.

4) Um máximo de 3 percursos sônicos deve ser utilizado somente quando a espessura ou geometria da solda impedir uma completa varredura do volume de solda mais zona termicamente afetada no primeiro e segundo percurso sônico.

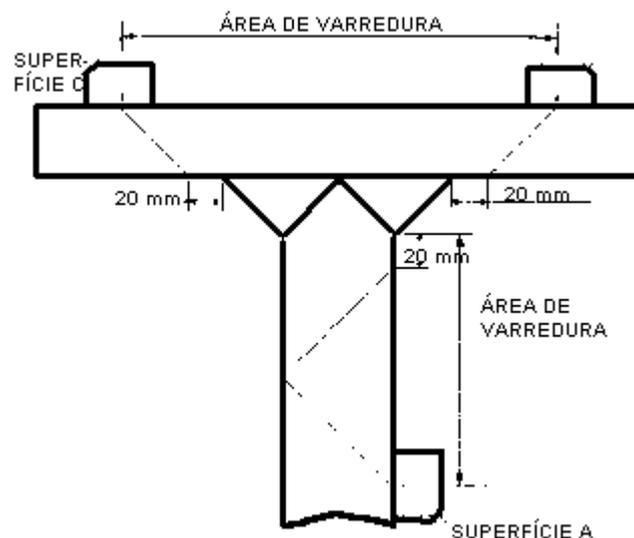
5) Em soldas tracionadas em equipamentos dinamicamente carregados, o quarto superior da espessura deve ser obrigatoriamente ensaiado com o percurso final do som avançando da face “B” em direção à face “A” “A”; o quarto inferior da solda deve ser ensaiado com o percurso final do som avançando da face “A” em direção à face “B” “B”.

6) O reforço de cordão de solda indicada deve ser totalmente esmerilhado antes da aplicação dos procedimentos 1G, 6; 8, 9, 12, 14, ou 15. A face “A” para os dois membros deve estar obrigatoriamente em um mesmo plano.

A varredura da solda deve possibilitar o ensaio de todo o volume da solda, ao menos segundo duas direções, sempre que possível, sendo a área mínima de movimentação do cabeçote conforme figuras 7 e 8.



Figura 7 – Área de Varredura – Juntas de Topo.



Eng. Carlos Gonzalo Rubin de Celis
SNQC Nível 3 – N° 014 (ER, US, LP, EV)

	Ultra – som em estruturas tubulares e não tubulares	Código:	PS-MAUA-GCQ-31
		Status de Revisão:	17/11/2020
			Rev.01

Figura 8 – Área de Varredura – Juntas de Ângulo e em Quina.

A varredura pela superfície C na Figura 8 será executada com cabeçote normal ou duplo-cristal e cabeçote angular conforme a Tabela I.

- Estruturas Tubulares

A região do metal de base a ser percorrida pelas ondas do cabeçote angular deve ser primeiramente inspecionada com cabeçote normal ou duplo-cristal para se pesquisar a existência de descontinuidades paralelas à superfície que, caso existam, devem ser registradas e consideradas na realização do ensaio com cabeçotes angulares. Deve-se também comprovar a espessura dos materiais soldados.

A área percorrida pelo cabeçote angular deve ser suficiente para que seja inspecionada toda a solda e mais 20 mm de metal de base de cada lado da solda, ao longo da seção transversal, com incidência do feixe sônico o mais perpendicular possível à zona de fusão (ver figura 9). O ensaio, sempre que possível, deve ser feito por ambos os lados da solda, na mesma superfície.

Deve ser efetuada a marcação física dos limites da área a ser percorrido pelo cabeçote, por meio de tinta, lápis de cera, fita ou outro meio adequado.

A varredura para detectar descontinuidades transversais deve ser conforme Figura 10.

As varreduras em juntas “T”, “Y” e “K” devem estar de acordo com a figura 11.

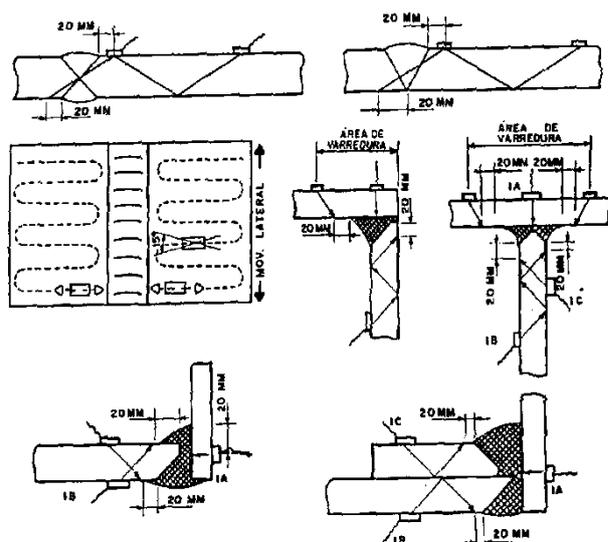


Figura 9

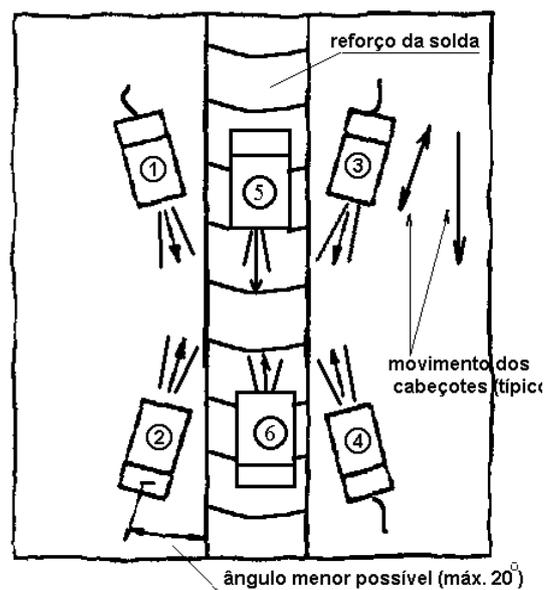


Figura 10

A varredura deve ser executada como uma sobreposição mínima de 15% do tamanho do cristal.

A velocidade de varredura não deve ser maior do que 150 mm/s.

Procedimento de aço com a norma AWS D1.1 Ed. 2006 e Qualificado de acordo com a Norma N-1594F da Petrobrás.

Carlos Gonzalo Rubín de Celis
 Eng^o Carlos Gonzalo Rubín de Celis
 SNQC Nível 3 – N^o 014 (ER, US, LP, EV)

	Ultra – som em estruturas tubulares e não tubulares	Código:	PS-MAUA-GCQ-31
		Status de	17/11/2020
		Revisão:	Rev.01

Varredura Longitudinal da raiz da Junta (Varredura Paralela À Solda):

Deve ser executada na detecção de descontinuidades longitudinais localizadas na raiz da solda e consiste em deslizar lentamente o cabeçote ao longo do cordão de solda, podendo utilizar-se para isto um dispositivo (posicionamento do cabeçote em relação à raiz) que mantenha fixa a distância do ponto de emissão do som ao centro da solda (figura 12).

Este dispositivo deve ser posicionado de maneira que a parte central do feixe sônico incida na face da raiz mais próxima do cabeçote. Quando isto não for possível, devido às pequenas espessuras envolvidas e a largura do acabamento da solda interferir no posicionamento do cabeçote, este deve ser afastado (a face frontal do cabeçote em contato com a margem de reforço da solda) e conseqüentemente provocar uma incidência na raiz da solda com parte do feixe sônico. Este fato deve ser considerado na avaliação das descontinuidades de raiz, pois haverá um aumento do caminho sônico e provavelmente uma diminuição na amplitude das reflexões.

Esta varredura deve ser executada por ambos os lados da solda e com cabeçotes de 70°.

Notas:

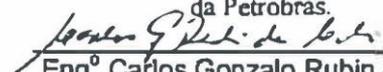
1. Deve ser solicitado ao inspetor de solda que efetue uma marcação a 25 mm de distância da face da raiz da junta, ao longo do perímetro do tubo. Esta marcação servirá de referência ao inspetor de ultra-som para a localização precisa da face da raiz após a execução da solda;
2. Sempre que necessário devem ser retirados moldes da seção transversal da junta, permitindo maior facilidade na avaliação das descontinuidades de raiz e evitando que ecos provenientes de embicamentos, desalinhamentos, diferenças de espessura e outros prejudiquem o laudo destas descontinuidades;
3. A inspeção da raiz de soldas entre tubos X acessórios (curva, te, redução, flange) é limitada por fatores geométricos pelo fato de só permitir um bom acoplamento do cabeçote no lado tubo. Estas limitações devem ser analisadas e registradas em relatório pelo inspetor de ultra-som e comunicadas ao pessoal técnico responsável pela programação das juntas para inspeção, que por sua vez deve levar ao conhecimento da fiscalização.

Seleção Dos Cabeçotes

Os cabeçotes angulares devem ser selecionados em função da espessura da junta, conforme tabela abaixo:

Espessura da Chapa (mm)	Ângulo do Cabeçote (graus)
de 8,0 a 15,0	60 e 70
De 15 a 40	45 e 60 ou 45 e 70
De 40 a 50	45 e 60
De 50 a 100	45 e 60

Procedimento de aço com a norma AWS D1.1 Ed. 2006 e Qualificado de acordo com a Norma N-1594F da Petrobrás.


 Engº Carlos Gonzalo Rubin de Celis
 SNQC Nível 3 – N° 014 (ER, US, LP, EV)

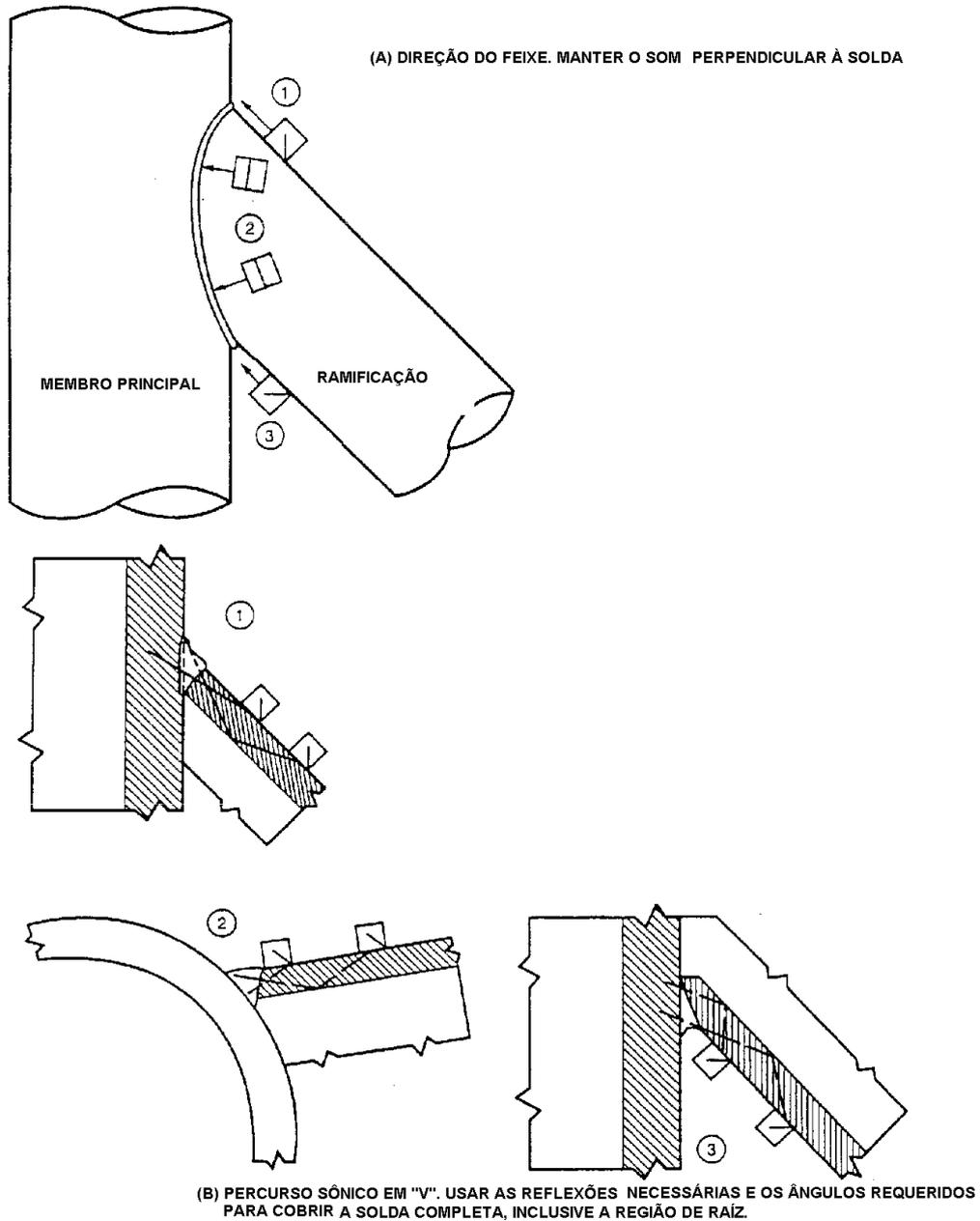


Figura 11 – varredura de juntas T, Y e K

Procedimento de aço com a norma AWS D1.1 Ed. 2006 e Qualificado de acordo com a Norma N-1594F da Petrobrás.

Carlos Gonzalo Rubin de Celis
Engº Carlos Gonzalo Rubin de Celis
SNQC Nível 3 – N° 014 (ER, US, LP, EV)

	Ultra – som em estruturas tubulares e não tubulares	Código:	PS-MAUA-GCQ-31
		Status de Revisão:	17/11/2020
			Rev.01

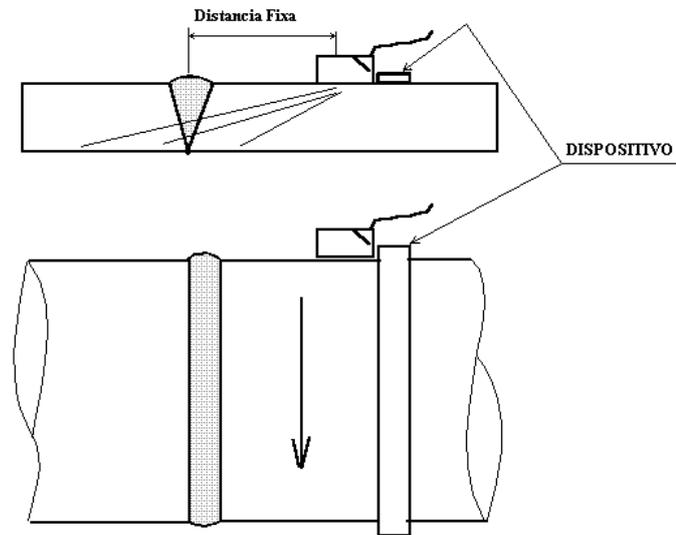


FIGURA 12 – Dispositivo para fixar a distância

A inspeção deve ser feita com no mínimo dois cabeçotes angulares, sendo que um deles deverá incidir o mais perpendicular possível ao chanfro.

Nota: Indicações detectadas na região de raiz da solda ou ao longo da face do bisel devem ser avaliadas com 45°, 60° e 70°.

5.13 REQUISITOS ADICIONAIS.

Antes de iniciar o ensaio o inspetor deverá saber:

- material base e metal de adição da junta;
- processo de soldagem;
- dimensões da junta (ângulo do chanfro, abertura da raiz, etc.).
- qualquer fator que afeta a integridade dos resultados do ensaio, (tais como, acesso insuficiente, preparação inadequada da solda, etc.) estes são registrados em relatório e o cliente informado das possíveis discrepâncias.

5.14 CRITÉRIO DE REGISTRO E ACEITAÇÃO DE DESCONTINUIDADES.

- Estruturas Não Tubular

Critério de Registro:

Serão registradas todas as descontinuidades reprovadas, exceto nas soldas consideradas pelos documentos do fabricante como “Críticas a fratura”, quando também serão registradas as descontinuidades com refletividade de até 6 dB’s menor que o nível de rejeição.

Procedimento de aço com a norma AWS D1.1 Ed. 2006 e Qualificado de acordo com a Norma N-1594F da Petrobrás.


 Engº Carlos Gonzalo Rubin de Celis
 SNQC Nível 3 – N° 014 (ER, US, LP, EV)

	Ultra – som em estruturas tubulares e não tubulares	Código:	PS-MAUA-GCQ-31
		Status de	17/11/2020
		Revisão:	Rev.01

Critério de Aceitação:

Quando uma descontinuidade for detectada, a indicação deve ser maximizada e sua amplitude deve ser levada até o nível de referência utilizando-se o controle de ganho. O ganho resultante é denominado de Nível da Indicação - "a" - e será utilizado no cálculo do Nível da Descontinuidade - "d" - que será comparado com os critérios de aceitação mostrados nas tabelas II e III.

O Nível da Descontinuidade é calculado pela fórmula a seguir:

$$d = a - b - c, \text{ onde}$$

- d** = Nível da descontinuidade
- a** = Nível da indicação
- b** = Ganho de referência
- c** = fator de atenuação, até o percurso da descontinuidade.

- Estruturas Tubulares

Critério de Registro: Devem ser classificadas, dimensionadas e registradas todas as descontinuidades longitudinais à solda que tiverem refletividade maior que -6dB em relação à curva de referência primária.

Devem ser registradas todas as descontinuidades transversais à solda que tiverem refletividade maior que a curva de 20%.

Descontinuidades com a mesma posição na profundidade devem ser separadas por uma distância igual à pelo menos uma vez o comprimento médio das descontinuidades, para que possam ser consideradas como descontinuidades distintas. Caso contrário, devem ser consideradas como uma descontinuidade única, com comprimento igual à soma do comprimento das descontinuidades com a distância que as separa, conforme figura 13.

f) a altura da descontinuidade, para descontinuidades localizadas na raiz de juntas tubulares soldadas por um lado só.

O registro das descontinuidades deve conter:

- a) a posição da descontinuidade na direção longitudinal da junta soldada;
- b) a posição da descontinuidade na seção transversal da junta soldada através de croqui em escala 1:1;
- c) o comprimento da descontinuidade;
- d) a classificação da descontinuidade, de acordo com o estabelecido a seguir:
 - refletores esféricos;
 - refletores cilíndricos (lineares);
 - refletores planares.
- e) a amplitude do eco da descontinuidade em relação à curva de referência, em dB;

Procedimento de aço com a norma AWS D1.1 Ed. 2006 e Qualificado de acordo com a Norma N-1594F da Petrobrás.

Carlos Gonzalo Rubin de Celis
Engº Carlos Gonzalo Rubin de Celis
SNQC Nível 3 – N° 014 (ER, US, LP, EV)

	Ultra – som em estruturas tubulares e não tubulares	Código:	PS-MAUA-GCQ-31
		Status de	17/11/2020
		Revisão:	Rev.01

Tabela II - Critérios de aceitação para estruturas carregadas estaticamente

NÍVEL DA DESCONTINUIDADE (dB)								
espessura da solda - polegadas (mm) e ângulo do cabeçote								
Classe da descontinuidade	5/16" (8) a 3/4 (19)	>3/4 " a 1 1/2" (38)	>1 1/2 "a 2 1/2" (64)			> 2 1/2 "a 4" (100)		
	70°	70°	70°	60°	45°	70°	60°	45°
Classe A	≤ +5	≤ +2	≤ -2	≤ +1	≤ +3	≤ -5	≤ -2	≤ 0
Classe B	+6	+3	-1 0	+2 +3	+4 +5	-4 -3	-1 0	+1 +2
Classe C	+7	+4	+1 +2	+4 +5	+6 +7	-2 a +2	+1 +2	+3 +4
Classe D	≥ +8	≥ +5	≥ +3	≥ +6	≥ +8	≥ +3	≥ +3	≥ +5

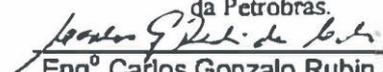
Classe A: Descontinuidades Grandes: qualquer descontinuidade enquadrada nesta classe deve ser reprovada, independentemente de seu comprimento.

Classe B: Descontinuidades Médias: qualquer descontinuidade enquadrada nesta classe com comprimento superior a 3/4 "(19 mm) deve ser reprovada.

Classe C: "Descontinuidades Pequenas: qualquer descontinuidade enquadrada nesta classe com comprimento superior a 2" (51 mm) deve ser reprovada.

Classe D: Descontinuidades Menores: qualquer descontinuidade enquadrada nesta classe deve ser aprovada independentemente de seu comprimento ou localização.

Procedimento de aço com a norma AWS D1.1 Ed. 2006 e Qualificado de acordo com a Norma N-1594F da Petrobrás.


 Engº Carlos Gonzalo Rubin de Celis
 SNQC Nível 3 – N° 014 (ER, US, LP, EV)

	Ultra – som em estruturas tubulares e não tubulares	Código:	PS-MAUA-GCQ-31
		Status de	17/11/2020
		Revisão:	Rev.01

Tabela III - Critérios de aceitação para estruturas carregadas dinamicamente

NÍVEL DA DESCONTINUIDADE (dB)								
espessura da solda - polegadas (mm) e ângulo do cabeçote								
Classe da descontinuidade	"5/16" (8) a 3/4 (19)	>3/4 "a 1 1/2" (38)	>1 1/2 "a 2 1/2" (64)			> 2 1/2 "a 4" (100)		
	70°	70°	70°	60°	45°	70°	60°	45°
Classe A	≤ +10	≤ +8	≤ +4	≤ +7	≤ +9	≤ +1	≤ +4	≤ +6
Classe B	+11	+9	+5 +6	+8 +9	+10 +11	+2 +3	+5 +6	+7 +8
Classe C	+12	+10	+7 +8	+10 +11	+12 +13	+4 +5	+7 +8	+9 +10
Classe D	≥ +13	≥ +11	≥ +9	≥ +12	≥ +14	≥ +6	≥ +9	≥ +11

- Classe A: Descontinuidades Grandes: qualquer descontinuidade enquadrada nesta classe deve ser reprovada, independentemente de seu comprimento.
- Classe B: Descontinuidades Médias: qualquer descontinuidade enquadrada nesta classe com comprimento superior a 3/4 "(19 mm) deve ser reprovada.
- Classe C: Descontinuidades Pequenas: qualquer descontinuidade enquadrada nesta classe com comprimento superior a 2" (51 mm) e localizada no meio da solda, ou 3/4 "(19 mm) e localizada na face ou raiz da solda, deve ser reprovada.
- Classe D: Descontinuidades Menores: qualquer descontinuidade enquadrada nesta classe deve ser aprovada independentemente de seu comprimento ou localização.

Notas às tabelas II e III:

1. Descontinuidade enquadra nas Classes "B" ou "C" "C", devem estar separadas de no mínimo 2L, onde L é o comprimento da maior descontinuidade. Caso não estejam, o comprimento agregado das indicações deve entrar na avaliação.
2. Descontinuidades enquadradas nas Classes "B" e "C" não podem estar a uma distância menor que 2L da extremidade da solda, onde é L é o comprimento da descontinuidade.
3. Descontinuidades detectadas na área da raiz de juntas soldadas com duplo chanfro e penetração total, devem ser avaliadas com uma sensibilidade de 4dB maior, quando tais soldas são calculadas nos projetos como "soldas tracionadas" (diminuir 4 dB do Nível da Descontinuidade - "ND")
4. A espessura da solda a ser considerada deve ser a espessura nominal da mais fina das duas partes a serem soldadas.

Procedimento de aço com a norma AWS D1.1 Ed. 2006 e Qualificado de acordo com a Norma N-1594F da Petrobrás.


Engº Carlos Gonzalo Rubin de Celis
SNQC Nível 3 – N° 014 (ER, US, LP, EV)

	Ultra – som em estruturas tubulares e não tubulares	Código:	PS-MAUA-GCQ-31
		Status de Revisão:	17/11/2020 Rev.01

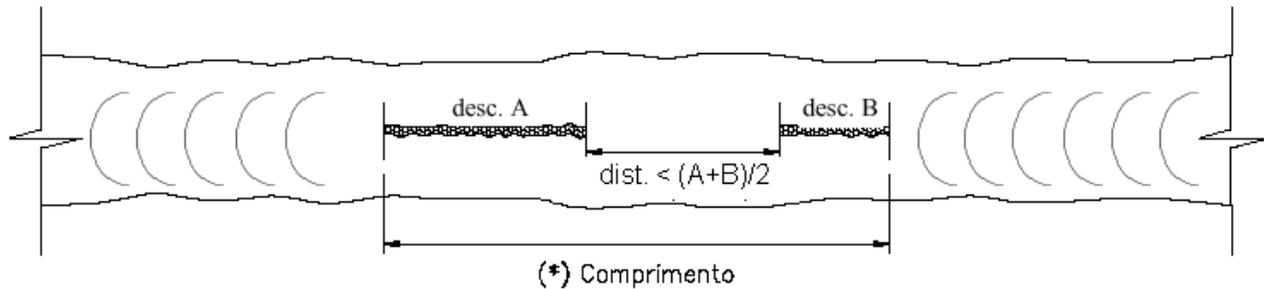


Figura 13

Crítérios de Aceitação:

Os critérios de aceitação para o ensaio por ultra-som devem ser conforme os documentos contratuais. A menos que seja especificado em contrário, os critérios abaixo, extraídos da norma AWS D1. 1 poderão ser adotados:

Toda indicação que exceder a curva de 50% da “Curva de Referência Primária”, com a sensibilidade ajustada conforme item 5.9, deve ser avaliada quanto a sua forma e tamanho pelo critério abaixo:

- Refletores esféricos aleatórios, isolados dentro de ao menos 25 mm, com refletividade até o nível de referência, são aceitáveis. Refletores maiores devem ser avaliados como refletores lineares.
- Refletores esféricos alinhados devem ser avaliados como refletores lineares.
- Refletores esféricos múltiplos agrupados (“clustered”) com indicações acima de 50% da curva de referência primária, tendo uma densidade de mais que um por polegada quadrada (645mm²) (área projetada normal à direção das tensões aplicadas, dentro de um comprimento de solda de 6”) deve ser rejeitado.
- Refletores lineares ou planares cujos comprimentos excedem os limites da Figura 14 devem ser rejeitados.

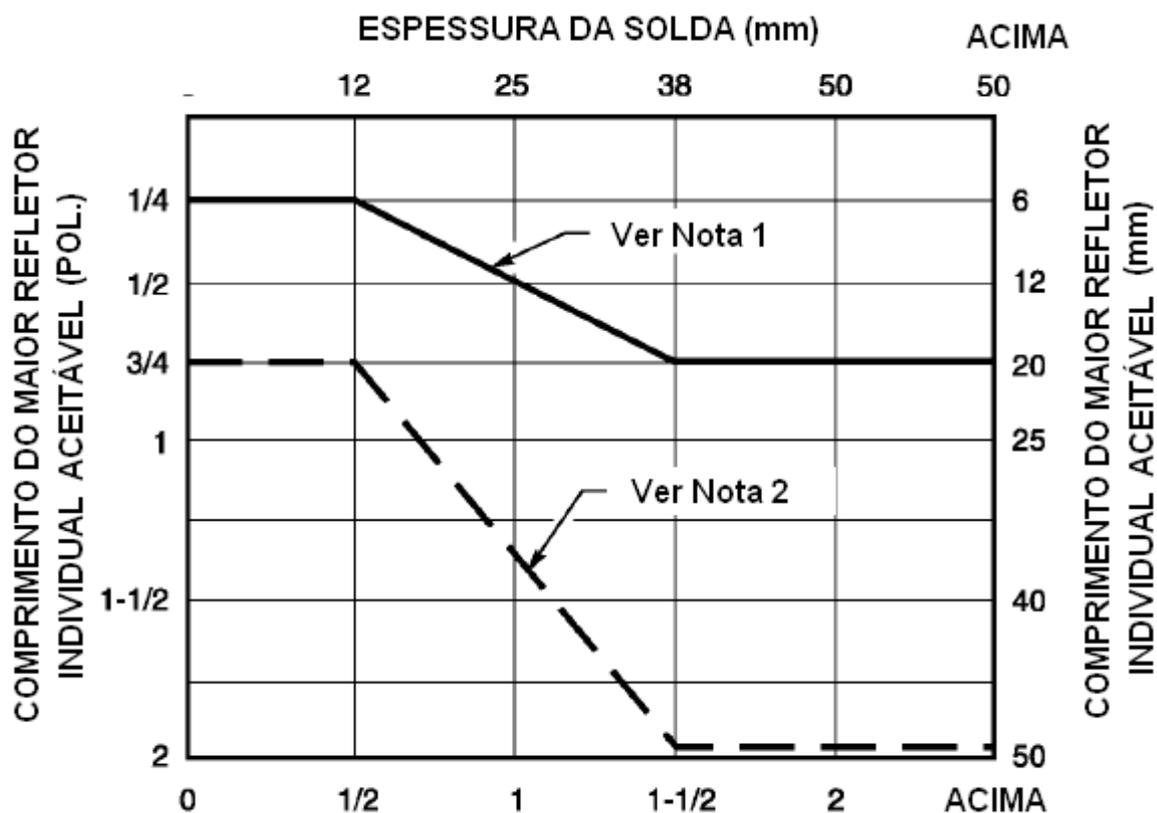
Adicionalmente, os refletores lineares localizados na raiz da solda não devem exceder os limites da Figura 15. Esses refletores devem ser dimensionados por técnicas de abertura de feixe sônico (por exemplo, a técnica dos 20dB).

Procedimento de aço com a norma AWS D1.1 Ed. 2006 e Qualificado de acordo com a Norma N-1594F da Petrobrás.


Eng^o Carlos Gonzalo Rubin de Celis
SNQC Nível 3 – N^o 014 (ER, US, LP, EV)

	Ultra – som em estruturas tubulares e não tubulares	Código:	PS-MAUA-GCQ-31
		Status de Revisão:	17/11/2020
			Rev.01

Figura 14



Notas:

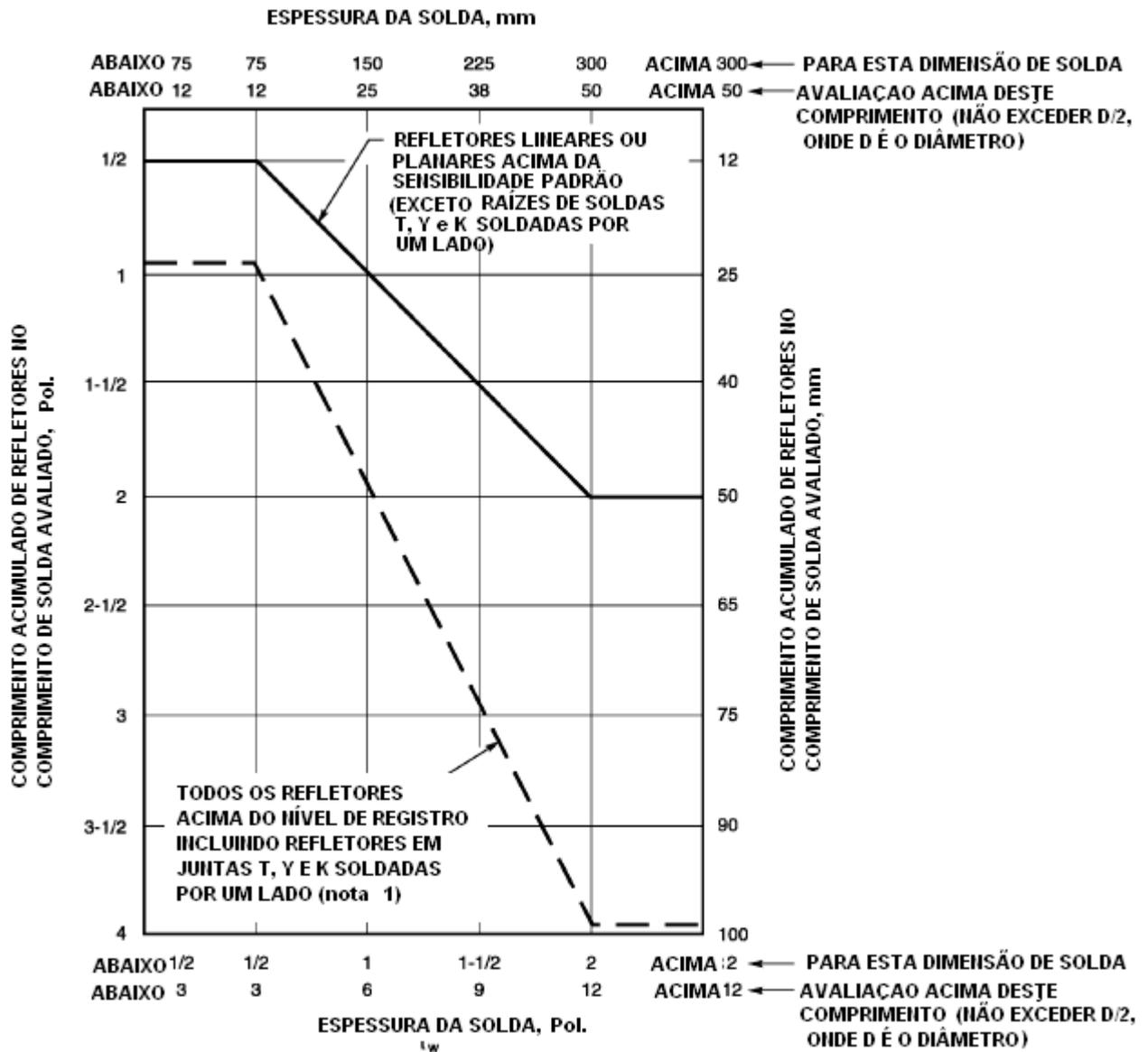
- 1) Refletores internos lineares ou planares acima da curva de referência (exceto raízes de juntas T, Y e K soldadas por um lado – ver Figura 13)
- 2) Refletores menores (acima da curva de 50% até a curva de referência), exceto para raízes de juntas T, Y e K soldadas por um lado (ver Figura 13)
- 3) Refletores adjacentes separados por menos que o comprimento médio deles são tratados como contínuo.

Procedimento de aço com a norma AWS D1.1 Ed. 2006 e Qualificado de acordo com a Norma N-1594F da Petrobrás.

Carlos Gonzalo Rubin de Celis
 Eng^o Carlos Gonzalo Rubin de Celis
 SNQC Nível 3 – N^o 014 (ER, US, LP, EV)

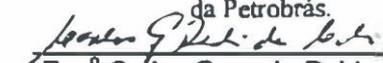
	Ultra – som em estruturas tubulares e não tubulares	Código:	PS-MAUA-GCQ-31
		Status de Revisão:	17/11/2020 Rev.01

Figura 14 (continuação)



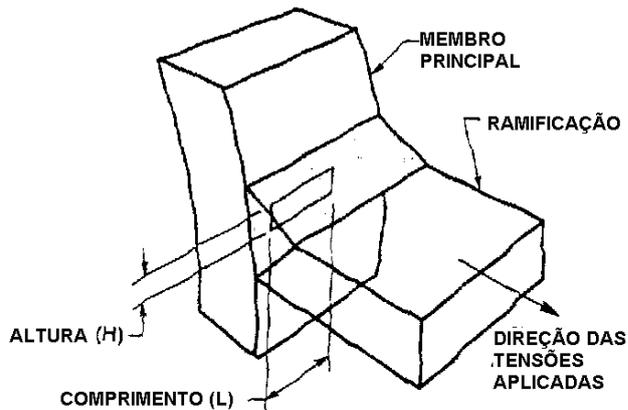
Nota 1: Descontinuidades de raiz caindo fora da solda teórica (t_w ou "L" nas figuras 3.8, 3.9 e 3.10 da AWS D1.1) devem ser desconsideradas

Procedimento de aço com a norma AWS D1.1 Ed. 2006 e Qualificado de acordo com a Norma N-1594F da Petrobrás.


 Eng^o Carlos Gonzalo Rubin de Celis
 SNQC Nível 3 – N^o 014 (ER, US, LP, EV)

	Ultra – som em estruturas tubulares e não tubulares		Código: PS-MAUA-GCQ-31
			Status de Revisão: 17/11/2020 Rev.01

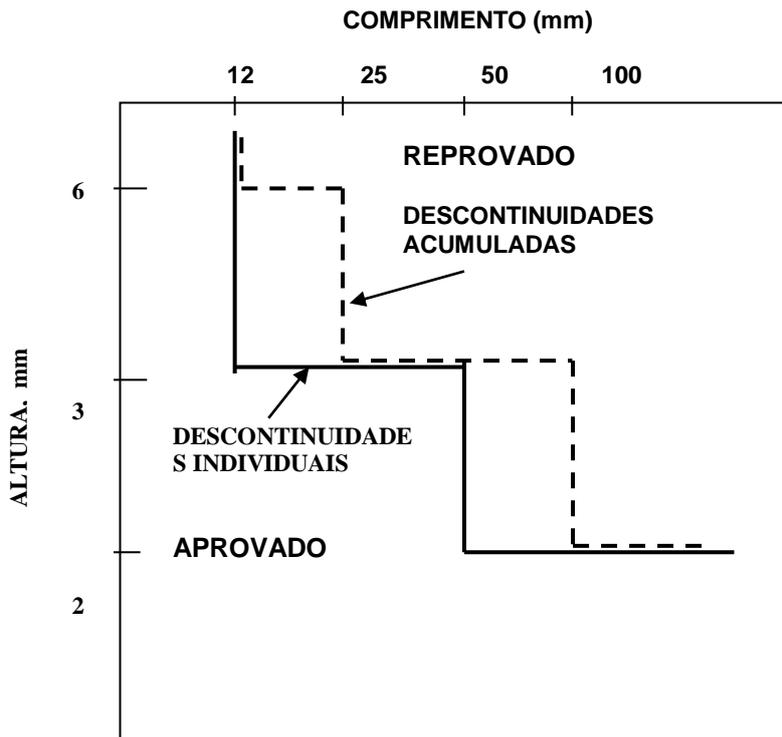
Figura 15



L e H baseados no retângulo que engloba totalmente a descontinuidade

Notas Gerais:

- Descontinuidades alinhadas separadas por menos que $(L1+L2)/2$ e descontinuidades paralelas separadas por menos que $(H1+H2)/2$ devem ser avaliadas como contínuas
- Descontinuidades acumuladas devem ser avaliadas em um comprimento de solda de 150mm ou $D/2$, o que for menor, onde D=diâmetro do tubo



Nota: Descontinuidades na raiz, na solda de "backup", conforme os detalhes C e D das figuras 3.8, 3.9 e 3.10 da AWS D1.1, devem ser desconsideradas. (soldas de backup = backup weld = o passe inicial de fechamento em soldas de penetração total de estruturas tubulares feitas por um único lado).

Procedimento de aço com a norma AWS D1.1 Ed. 2006 e Qualificado de acordo com a Norma N-1594F da Petrobrás.

Carlos Gonzalo Rubin de Celis
Engº Carlos Gonzalo Rubin de Celis
SNQC Nível 3 – N° 014 (ER, US, LP, EV)

	Ultra – som em estruturas tubulares e não tubulares	Código:	PS-MAUA-GCQ-31
		Status de Revisão:	17/11/2020 Rev.01

5.15 MÉTODO DE DIMENSIONAMENTO DAS DESCONTINUIDADES

O comprimento das indicações deverá ser estimado pelo método da queda dos 6 dB

A altura das descontinuidades, poderá ser estimada pela “Técnica de Comparação de Amplitudes”, “Técnica da queda dos 20dB” ou pela “Técnica da Máxima Amplitude”.

5.16 SISTEMÁTICA DE REGISTRO DE RESULTADOS

Método de localização de descontinuidades

- Para cabeçotes normal e duplo-cristal

A localização da descontinuidade será dada pela profundidade "P" (igual ao percurso sônico), pela distância "D" da borda da solda e pela distância "L" da referência "O" (origem). (figura 16)

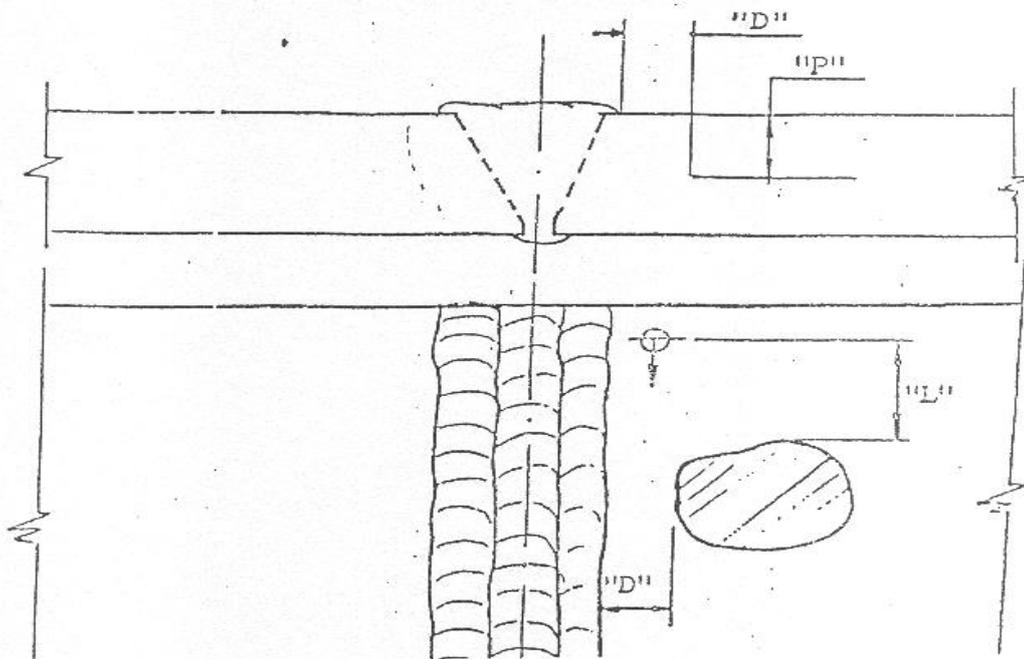


FIGURA 16

Procedimento de aço com a norma AWS D1.1 Ed. 2006 e Qualificado de acordo com a Norma N-1594F da Petrobrás.

Carlos Gonzalo Rubin de Celis
 Eng^o Carlos Gonzalo Rubin de Celis
 SNQC Nível 3 – N^o 014 (ER, US, LP, EV)

	Ultra – som em estruturas tubulares e não tubulares	Código:	PS-MAUA-GCQ-31
		Status de Revisão:	17/11/2020
			Rev.01

- Para cabeçote angular

A profundidade (P) e a localização do defeito (D) serão definidas aproximadamente de forma gráfica, partindo-se dos seguintes dados (ver figura 16):

- Percurso sônico lido na tela do aparelho, correspondente ao maior sinal emitido pelo defeito (S);
- Ângulo do cabeçote (ϕ);
- Espessura da peça.

Poderá ser feito um desenho em escala dos percursos sônicos, para cada cabeçote que for utilizado (45, 60 e 70 graus), bem como um desenho em escala da solda.

Para facilidade de operação, um deles deve ser executado em papel transparente.

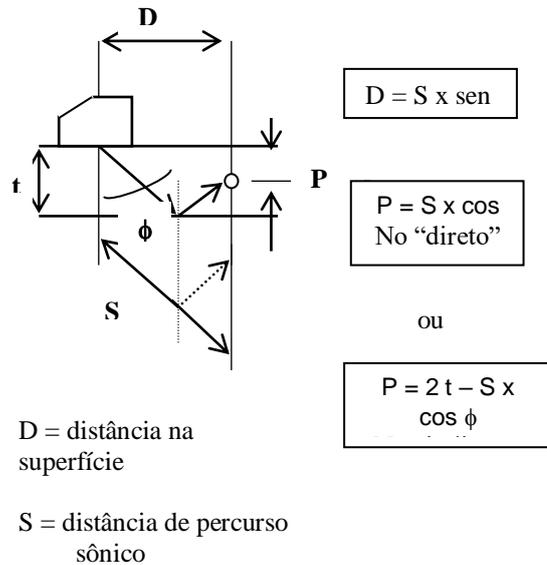


FIGURA 17

Sistemática de mapeamento

Deve ser observado o sistema de mapeamento para o registro de resultados descrito pela Contratante e devidamente aprovado pela fiscalização da obra.

Quando a sistemática não for definida pela Contratante, será utilizado o próprio desenho de conjunto do equipamento, linha ou estrutura como mapa de registro de resultados.

Neste desenho, todas as soldas que houverem devem ser anotadas e numeradas em uma ordem seqüencial, de maneira que não haja duas ou mais soldas com a mesma numeração, no mesmo desenho.

No verso deste desenho deve ser feito um quadrado que contenha a correlação entre as juntas inspecionadas e os respectivos relatórios de END.

JUNTA	N.º DOS RELATÓRIOS DE E.N.D.					OBSERVAÇÃO
	LP	PM	US	RG	VISUAL	
01						
02						
03						

Procedimento de aço com a norma AWS D1.1 Ed. 2006 e Qualificado de acordo com a Norma N-1594F da Petrobrás.

Carlos Gonzalo Rubin de Celis
 Engº Carlos Gonzalo Rubin de Celis
 SNQC Nível 3 – Nº 014 (ER, US, LP, EV)

	<p>Ultra – som em estruturas tubulares e não tubulares</p>		Código:	PS-MAUA-GCQ-31
			Status de Revisão:	17/11/2020 Rev.01

Marcação do ponto zero (origem) e sentido de marcação

-Para juntas de topo circunferenciais

A referência “O” deve ser marcada no ponto mais elevado da junta ou, para junta horizontal, na face voltada para a direção Norte do projeto.

O sentido de marcação deve ser o dos ponteiros do relógio, com o mostrador voltado para cima ou, no caso de junta vertical, para a direção Norte do projeto.

a) Junta circunferencial horizontal

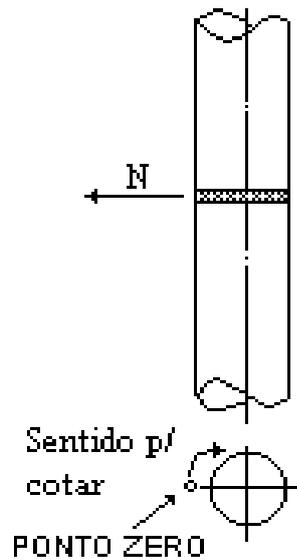


FIGURA 18

b) Junta circunferencial vertical

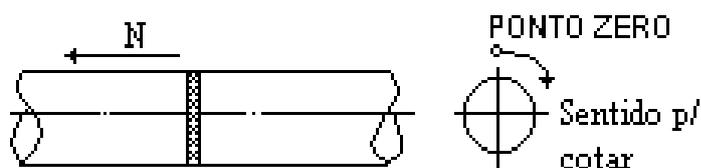


Figura 19

- Para juntas de topo longitudinais

Procedimento de aço com a norma AWS D1.1 Ed. 2006 e Qualificado de acordo com a Norma N-1594F da Petrobrás.

Carlos Gonzalo Rubin de Celis
 Engº Carlos Gonzalo Rubin de Celis
 SNQC Nível 3 – N° 014 (ER, US, LP, EV)

	Ultra – som em estruturas tubulares e não tubulares		Código:	PS-MAUA-GCQ-31
			Status de Revisão:	17/11/2020
				Rev.01

A referência "O" deve ser marcada no ponto mais baixo da junta ou, para junta horizontal, na extremidade voltada para a direção Norte do projeto. O sentido de marcação deve ser de baixo para cima, ou no caso de junta horizontal, de Norte para Sul.

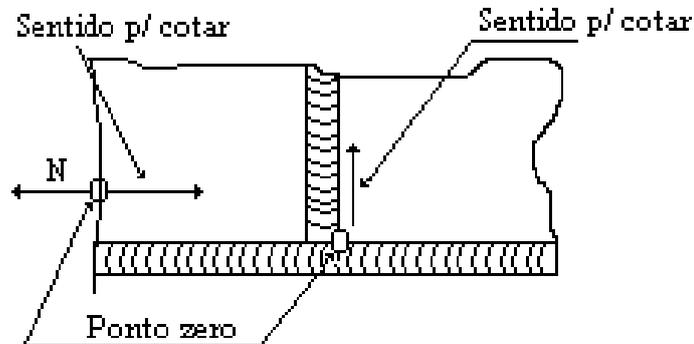


Figura 20

- Para juntas em ângulo ("T" e "Y")

Deve ser utilizado o mesmo critério das juntas de topo longitudinais, porém discriminando os lados A e B. O lado A será o que tiver maior ângulo formado pelas faces dos componentes. Caso este ângulo seja de 90°, o lado A será o voltado para o Norte, para componentes na vertical/horizontal, ou o lado superior, para componentes fora desta posição.

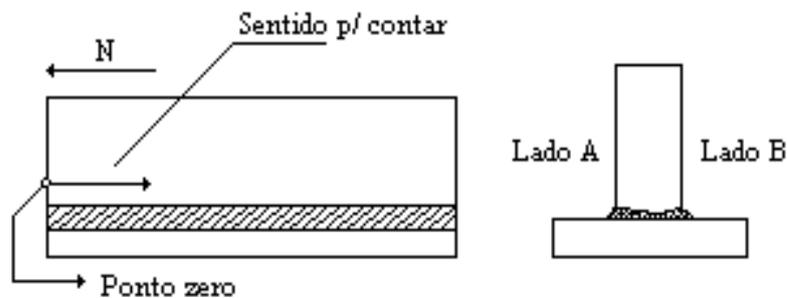


FIGURA 21

Procedimento de aço com a norma AWS D1.1 Ed. 2006 e Qualificado de acordo com a Norma N-1594F da Petrobrás.

Carlos Gonzalo Rubin de Celis
 Engº Carlos Gonzalo Rubin de Celis
 SNQC Nível 3 – N° 014 (ER, US, LP, EV)

	Ultra – som em estruturas tubulares e não tubulares	Código:	PS-MAUA-GCQ-31
		Status de	17/11/2020
		Revisão:	Rev.01

5.17 REQUISITOS AMBIENTAIS E DE SEGURANÇA

- Devem ser considerados os aspectos e impactos ambientais e riscos e perigos causados pela atividade de inspeção em serviço.
- Antes do início dos trabalhos de inspeção, deve ser obtida uma permissão de trabalho, conforme o procedimento interno do MAUÁ, onde são definidos os requisitos de segurança para execução dos trabalhos de inspeção. Em caso de não-conformidade, comunicar ao órgão gestor da seguridade industrial e meio ambiente.
- Utilizar os EPI's necessários para a execução dos serviços de inspeção conforme a norma regulamentadora nº 6 (NR-6 – Equipamento de proteção individual).
- Verificar se os acessos, andaimes e iluminação são suficientes e adequados.
- Verificar se os trabalhos de manutenção em paralelo não oferecem risco à segurança.

6 ANEXOS

ANEXO 1: Relatório de Inspeção por Ultrassom - (Código: PS – MAUA – GCQ31 - DG01)

ANEXO 2: Registro de Certificado de Verificação de Linearidade Vertical - (Código: PS – MAUA – GCQ31 - DG02)

Procedimento de aço com a norma AWS D1.1 Ed. 2006 e Qualificado de acordo com a Norma N-1594F da Petrobrás.


 Engº Carlos Gonzalo Rubin de Celis
 SNQC Nível 3 – N° 014 (ER, US, LP, EV)

