

	ULTRA-SOM EM SOLDAS DE ESTRUTURAS CONFORME ANEXO K DA AWS	Código:	PS – MAUA – GCQ-36
		Status de Revisão:	Data: 17/11/2020
			Rev.01

ULTRA-SOM EM SOLDAS DE ESTRUTURAS CONFORME ANEXO K DA AWS

	ULTRA-SOM EM SOLDAS DE ESTRUTURAS CONFORME ANEXO K DA AWS	Código:	PS – MAUA – GCQ-36
		Status de Revisão:	Data: 17/11/2020
			Rev.01

Histórico de Revisões		
Data	Revisão	O que foi revisado
25/08/2020	0	Elaboração da nova versão de procedimento com base nos requisitos das normas ISO9001:2015 e ISO14001:2015
17/11/2020	01	Anexo – (PS – MAUA – GCQ36 – DG01)

	ULTRA-SOM EM SOLDAS DE ESTRUTURAS CONFORME ANEXO K DA AWS	Código:	PS – MAUA – GCQ-36
		Status de Revisão:	Data: 17/11/2020
			Rev.01

ÍNDICE

1	PROPÓSITO	4
2	SETORES ENVOLVIDOS	4
3	REFERÊNCIAS	4
4	TERMOS UTILIZADOS	5
5	DESCRIÇÃO	5
6	ANEXOS	25

	ULTRA-SOM EM SOLDAS DE ESTRUTURAS CONFORME ANEXO K DA AWS	Código:	PS – MAUA – GCQ-36
		Status de Revisão:	Data: 17/11/2020
			Rev.01

1. PROPÓSITO

1.1 Este procedimento descreve as condições mínimas para a execução do ensaio não destrutivo por ultra-som em soldas de estruturas metálicas, quando este ensaio for requerido pelos documentos de projeto e/ou Cliente, de acordo com o apêndice K da norma AWS D1. 1.

1.2 Este procedimento se aplica ao ensaio dos seguintes tipos de juntas soldadas de estruturas projetadas e fabricadas de acordo com a norma AWS D1. 1:

- Juntas chanfradas não-tubulares de penetração total, com espessuras entre 5 e 8 mm (juntas de topo, “T”, “Y” e “K”);
- Juntas chanfradas de topo, tubulares, de penetração total, com espessuras entre 5 e 8 mm;
- Juntas chanfradas (de topo e “T”), não-tubulares, de penetração parcial, com espessuras entre 5 e 100 mm.
- Juntas de filete, com espessuras entre 5 e 100 mm.

1.3 Este procedimento não se aplica ao ensaio de juntas tubulares “T”, “Y” e “K”.

OBS.: este procedimento visa ser uma alternativa para o ensaio por ultra-som de juntas em estruturas metálicas, que não estejam contempladas pelo procedimento PS-MAUA/GCQ-31, e deve ser utilizado com a autorização do Projetista/Cliente.

2. PARA QUEM É ESTE PROCEDIMENTO?

Todos os setores do Estaleiro Mauá

3. REFERÊNCIAS

- AWS D1.1 Ed. 2004 : Structural Welding Code - Steel.
- Petrobrás N 1590E

- 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

	ULTRA-SOM EM SOLDAS DE ESTRUTURAS CONFORME ANEXO K DA AWS	Código:	PS – MAUA – GCQ-36
		Status de Revisão:	Data: 17/11/2020
			Rev.01

- 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

4. TERMOS UTILIZADOS

Não aplicável.

5 DESCRIÇÕES

5.1 MATERIAL A SER INSPECIONADO.

Metal Base	Metal de Adição	Faixa de Espessuras* (mm)
Aço Carbono	Aço Carbono	5 a 100
Aços de baixa liga	Aço Carbono ou baixa liga	5 a 100

*Ver item 1.0

5.2 DETALHES DIMENSIONAIS DA SOLDA.

As soldas a serem inspecionadas estarão dentro das dimensões definidas nos itens 1.0, 5.1 e na figura 1 ou qualquer das geometrias de chanfro previstas na AWS, pode ensaiada por este procedimento, o inspetor deverá ser informado da geometria, através de desenho ou outro documento, que mostre a geometria do chanfro e suas dimensões.

5.3 APARELHOS.

Fabricante	Modelo
<u>KRAUTKRAMER</u>	USM-2 / USK-7 / USK-6 / USM-20 / USM-25 / US-50 / US-52
SONATEST	SITESCAN 130/140/230
PANAMETRICS	EPOCH II / III

5.4 CABEÇOTES.

5.4.1 Dados Técnicos.

	ULTRA-SOM EM SOLDAS DE ESTRUTURAS CONFORME ANEXO K DA AWS	Código:	PS – MAUA – GCQ-36
		Status de Revisão:	Data: 17/11/2020
			Rev.01

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	05 A 50
SE B-4H 0°	20	4	DUPLO CRISTAL	0	25	05 A 100
MSEB-4H	10	4	DUPLO CRISTAL	0	10	05 A 50
A) MSE B-2H	10	2	DUPLO CRISTAL	0	10	05 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	05 A 100
MWB 60 N4	8 X 9	4	ANGULAR	60	30	05 A 100
MWB 70 N4	8 X 9	4	ANGULAR	70	30	05 A 100

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.

5.2 DETALHES DIMENSIONAIS DA SOLDA.

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

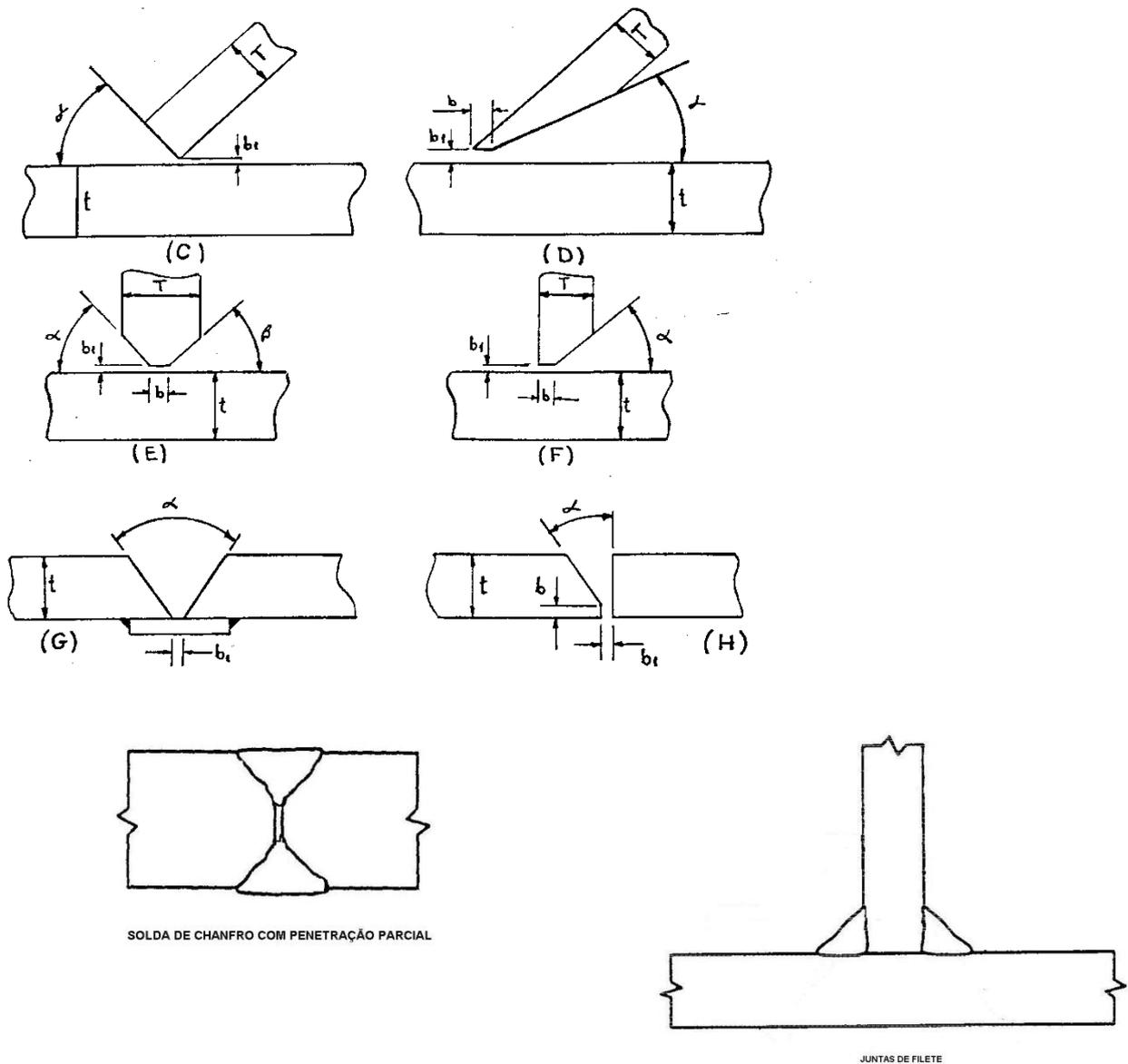


Figura 1 – Detalhe dos Chanfros

5.6 VERIFICAÇÃO DA APARELHAGEM.

5.6.1 Verificação dos Cabeçotes Angulares.

Os cabeçotes angulares serão aferidos quanto ao ponto de saída do feixe sônico e ângulo real do cabeçote, utilizando-se o bloco padrão V1. 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).

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:

	ULTRA-SOM EM SOLDAS DE ESTRUTURAS CONFORME ANEXO K DA AWS	Código:	PS – MAUA – GCQ-36
		Status de Revisão:	Data: 17/11/2020
			Rev.01

- Obter um eco de 80% de amplitude do furo de 1,5mm do bloco padrão V1 (posição A da figura 2);
- remover o cabeçote do bloco padrão;
- acrescentar 20 dB's ao ganho obtido;
- 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.

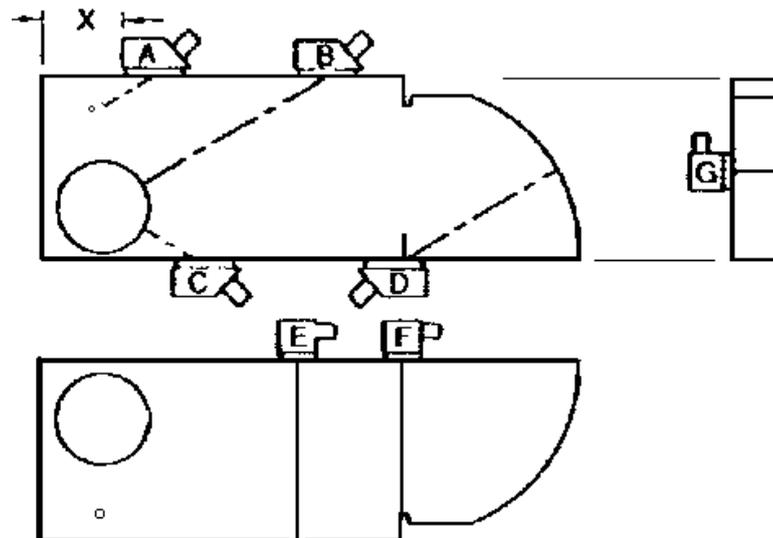
5.6.2 Verificação do Aparelho.

5.6.3 Verificação da Linearidade Horizontal.

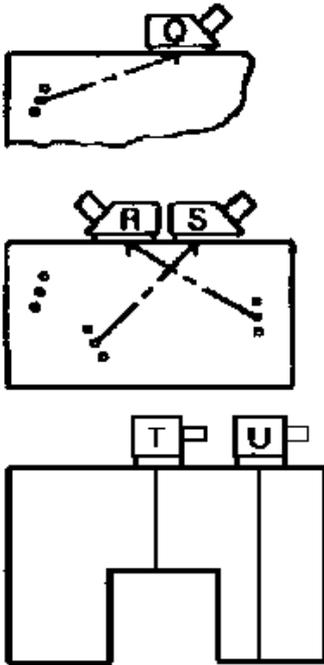
A linearidade horizontal do aparelho de ultra-som será aferida a cada 40 horas de uso do aparelho, no percurso sônico de inspeção, de acordo com o seguinte método:

- 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);
- O primeiro e o quinto eco de fundo devem ser posicionados na tela em seus locais correspondente;
- Cada um dos ecos de fundo deve ser ajustado a 80% da altura da tela, para verificar o seu correto posicionamento;
- 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.



	ULTRA-SOM EM SOLDAS DE ESTRUTURAS CONFORME ANEXO K DA AWS	Código:	PS – MAUA – GCQ-36
		Status de Revisão:	Data: 17/11/2020
			Rev.01



5.6.4 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).

	ULTRA-SOM EM SOLDAS DE ESTRUTURAS CONFORME ANEXO K DA AWS	Código:	PS – MAUA – GCQ-36
		Status de Revisão:	Data: 17/11/2020
			Rev.01

- 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.

- 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.

5.6.5 Resolução

A resolução dos conjuntos aparelho - cabeçote angular em utilização deverá ser aferido 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 Calibração da Escala Horizontal do Aparelho.

5.7.2 A calibração da escala horizontal do aparelho será feita utilizando-se os blocos padrões V1 ou V2.

	ULTRA-SOM EM SOLDAS DE ESTRUTURAS CONFORME ANEXO K DA AWS	Código:	PS – MAUA – GCQ-36
		Status de Revisão:	Data: 17/11/2020
			Rev.01

5.7.3 Calibração da Sensibilidade.

5.7.4 Blocos de Calibração.

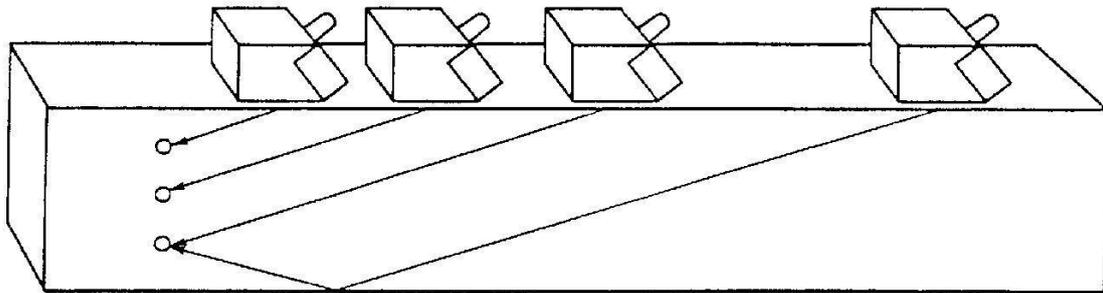
(A calibração de sensibilidade e a traçagem de curva de referência poderá ser efetuada em um bloco de referência como o mostrado na figura 3 a), o qual deve ser confeccionado de material proveniente do mesmo processo de fabricação (fundido, forjado, laminado, etc.) e sofrer o mesmo tratamento térmico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

Os furos de 1,5mm do bloco devem ser utilizados para estabelecer a sensibilidade para todos os cabeçotes.

(Alternativamente, poderão ser usados os blocos para as diversas geometrias a serem ensaiadas, conforme mostrado na figura 3 b)

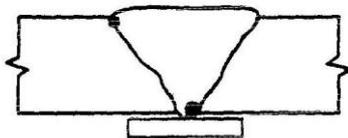
Figura 3 a – Bloco de Referência



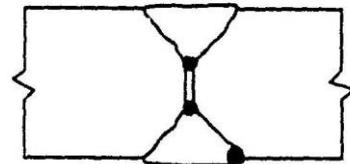
Notas Gerais:

- 1) diâmetro dos furos: 1,5mm
- 2) as dimensões devem ser suficientes para acomodação dos cabeçotes e os percursos sônicos requeridos.

Figura 3 b – Blocos de referência considerando as geometrias ensaiadas

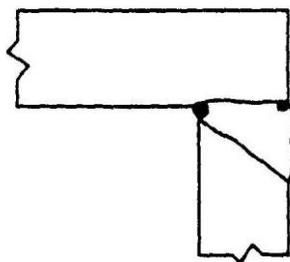


SOLDA DE CHANFRO COM MATA-JUNTA

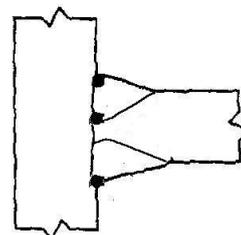


SOLDA DE CHANFRO COM PENETRAÇÃO PARCIAL

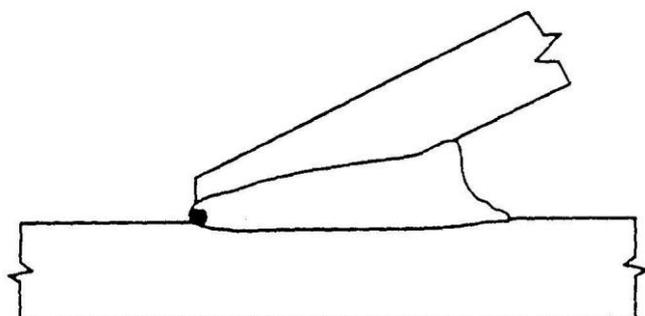
	ULTRA-SOM EM SOLDAS DE ESTRUTURAS CONFORME ANEXO K DA AWS	Código:	PS – MAUA – GCQ-36
		Status de Revisão:	Data: 17/11/2020
			Rev.01



SOLDA DE CHANFRO DE CANTO



SOLDA DE PENETRAÇÃO PARCIAL EM "T"



SOLDAS DE CHANFRO "T", "Y" E "K"

DIÂMETRO DOS FUROS: 1,5 mm

5.7.5 Método de Calibração da Sensibilidade.

5.7.5.1 Calibração da Sensibilidade para Inspeção do Metal Base.

- A escala horizontal do aparelho será ajustada para apresentar pelo menos o equivalente a duas espessuras;
- 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.

5.7.5.2 Calibração da Sensibilidade para ensaio da solda.

Deverá ser construída uma curva DAC conforme mostrado na Figura 4 a) para cabeçote normal, e 4 b) para cabeçote angular, da seguinte maneira:

- Com o cabeçote na posição 1 (ver Figura 4), maximizar o eco do primeiro furo;
- 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);
- Sem alterar o ganho, posicionar o cabeçote nas posições 2 e 3 (até o comprimento de percurso sônico necessário para o ensaio) marcando as respectivas amplitudes na tela;
- Interligar as marcações na tela, de modo a se obter a curva de referência primária;
- Traçar a curva de 50% da curva de referência primária, reduzindo-se o ganho em 6dB em relação ao ganho primário.

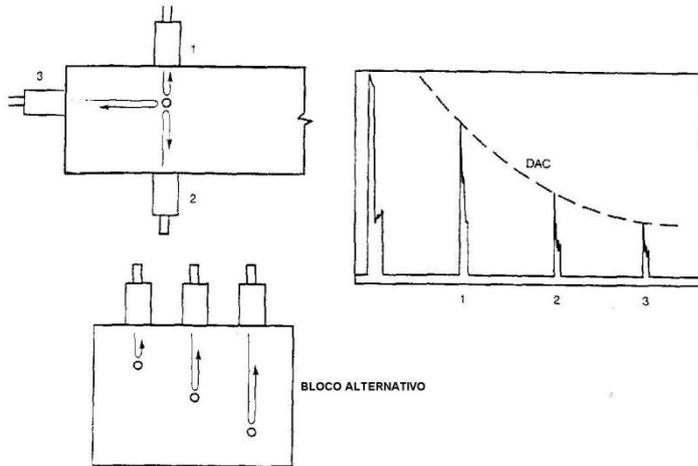
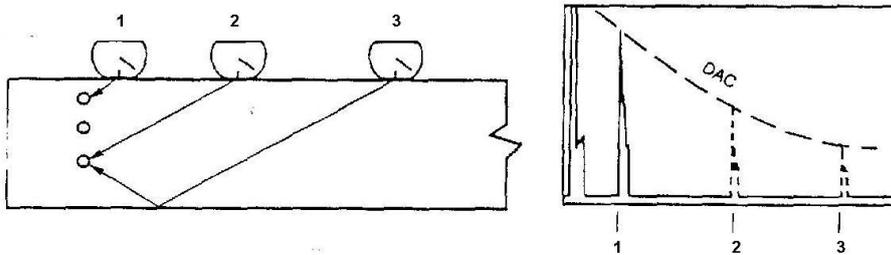


Figura 4 b



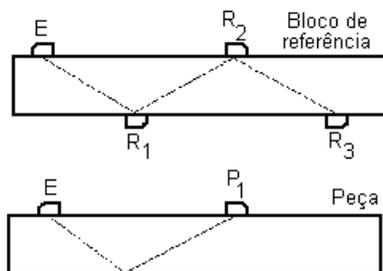
5.8 AJUSTE DA SENSIBILIDADE.

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 6, 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 6), na posição E/P1 e se a altura do eco deste posicionamento for igual à altura da curva, não são necessárias correções.
- 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.

	ULTRA-SOM EM SOLDAS DE ESTRUTURAS CONFORME ANEXO K DA AWS	Código:	PS – MAUA – GCQ-36
		Status de Revisão:	Data: 17/11/2020 Rev.01

- O ganho resultante é denominado ganho corrigido (GC = GP + ou – PT).



O ganho para varredura deve ser o ganho corrigido acrescido de no mínimo 6 dB.

Para avaliação de descontinuidades o ganho deve ser o ganho corrigido, sem os 6dB.

5.9.1 Condição Superficial.

5.9.1.1 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.

5.9.1.2 Na margem das soldas deverá haver concordância suave entre as superfícies

5.9.1.3 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.

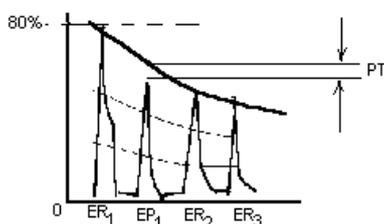


Figura 6

OBS.: As áreas de varredura poderão estar revestidas com as pinturas, desde que seja considerado o efeito do revestimento sobre a atenuação, conforme estabelecido em 5.8.

5.9.2 Técnica de Preparação da Superfície.

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

5.9.3 ACOPLANTE.

Será utilizado metilcelulose dissolvido em água.

5.10 TÉCNICA DE VARREDURA.

5.10.1 As varreduras do metal base a ser percorrida pelas ondas transversais do cabeçote angular serão primeiramente inspecionadas 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.

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

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

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

5.10.1.5 Direções de Varredura

	ULTRA-SOM EM SOLDAS DE ESTRUTURAS CONFORME ANEXO K DA AWS	Código:	PS – MAUA – GCQ-36
		Status de Revisão:	Data: 17/11/2020
			Rev.01

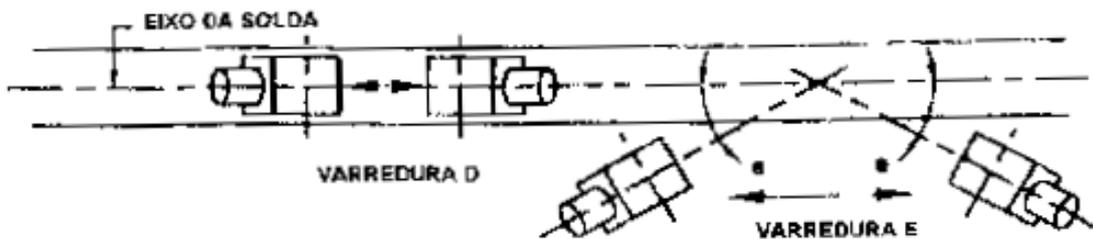
As juntas soldadas serão inspecionadas por varredura transversal e longitudinal à solda. A varredura longitudinal (para detectar descontinuidades transversais) será feita com o feixe sônico aproximadamente paralelo a solda (ângulo de no máximo 15°) em relação ao eixo longitudinal da solda. Nas soldas com o reforço usinado a varredura longitudinal será feita sobre a solda. A figura 7a) e 7b) apresentam as varreduras que devem ser efetuadas para as diferentes juntas soldadas. A figura 7 c) apresenta as varreduras adicionais que devem ser efetuadas, incluindo juntas de filete e de penetração parcial.

5.10.6 Seleção de Cabeçotes e Área de Varredura.

- As juntas não-tubulares de penetração total contempladas por este procedimento serão ensaiadas com cabeçotes de angulares de 70° (juntas de topo, “T”, “Y” e “K”) e com cabeçote normal SE (juntas “T”, “Y” e “K”), quando possível.
- As juntas tubulares de topo contempladas por este procedimento serão ensaiadas com cabeçotes angulares de 70°.
- As juntas não-tubulares de penetração parcial devem ser ensaiadas com cabeçote normal / duplo cristal e com cabeçotes angulares (ao menos dois ângulos diferentes). Ver figura 7c).
- 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.
- 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

- Figura 7 a)



PRC

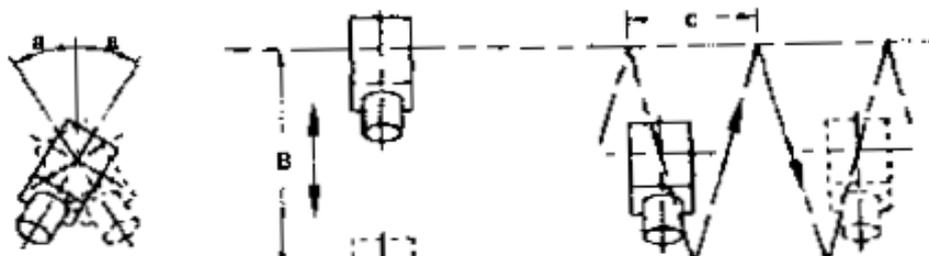
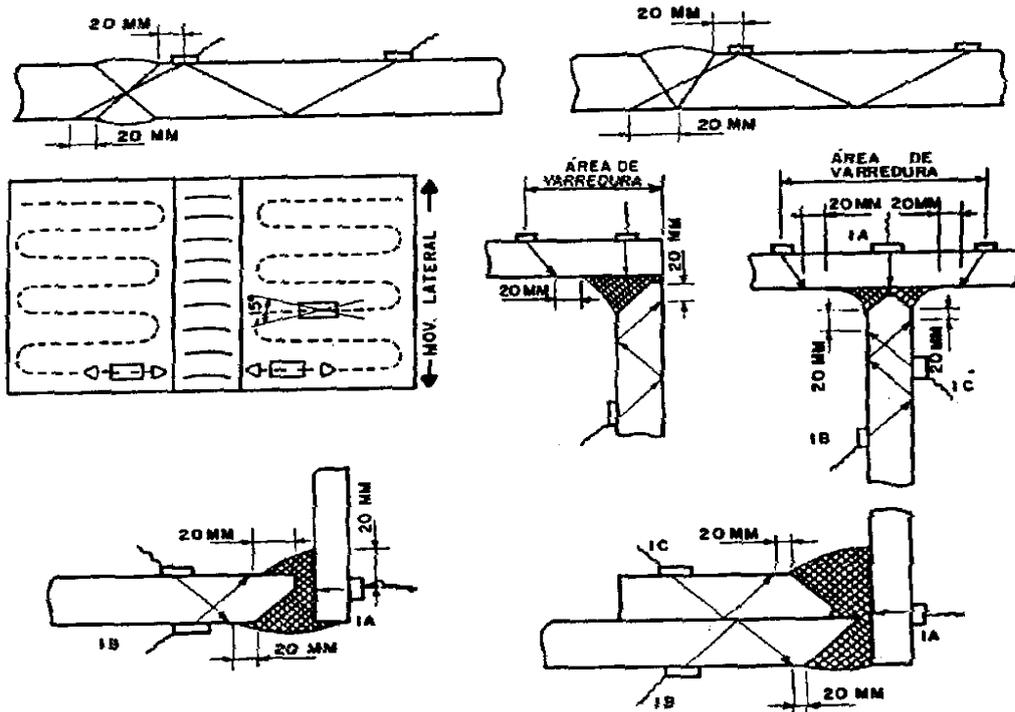


Figura 7 b)



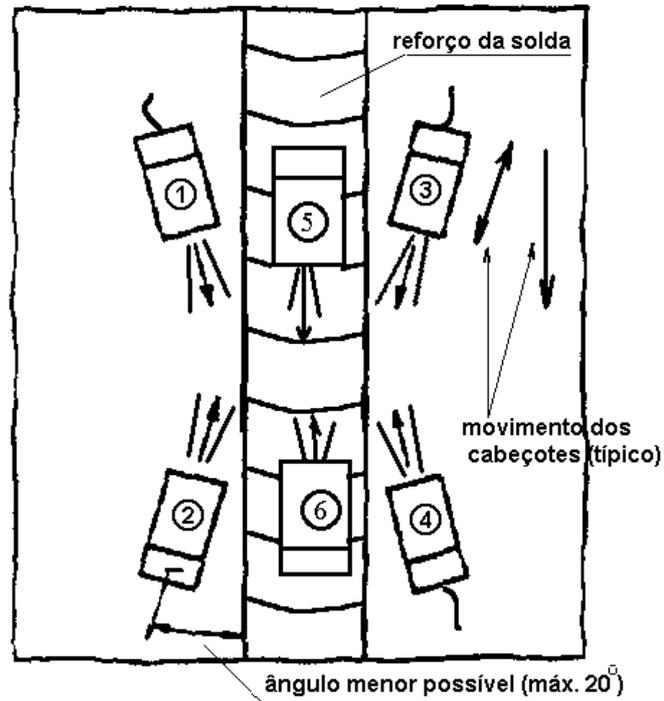
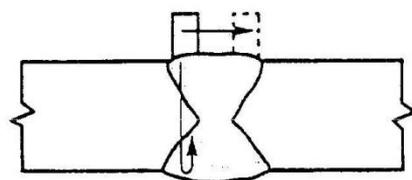
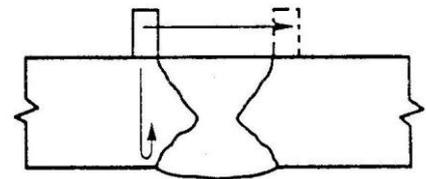


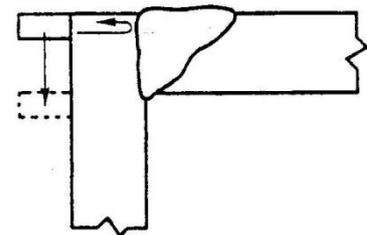
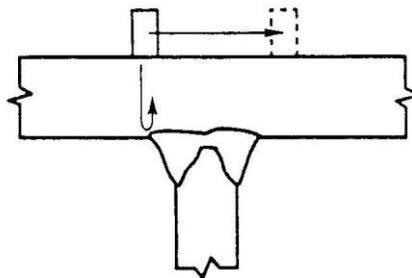
Figura 7 c)

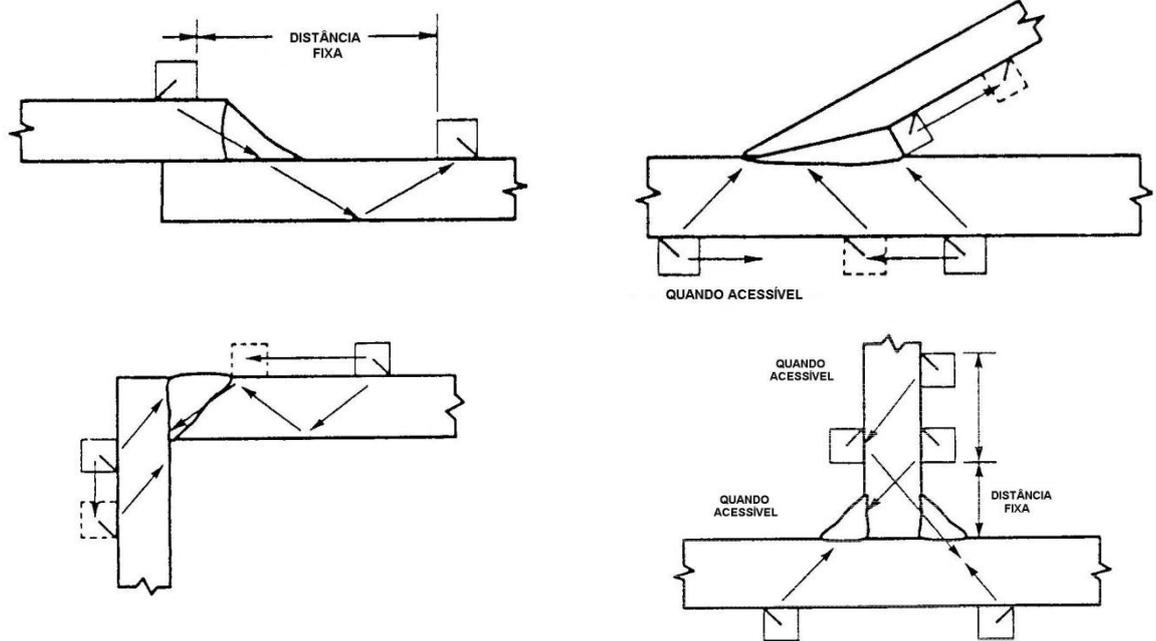


SOLDA ESMERILHADA PLANA



REFORÇO DE SOLDA ESMERILHADO RENTE AO METAL-BASE (PREFERÍVEL)





Nota Geral:



Denota "varredura". De outra forma, a distância do cabeçote a solda será fixa, durante a movimentação ao longo do sentido longitudinal da solda.

5.11 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 e da solda de penetração parcial ou de filete (ângulo do chanfro, abertura da raiz, etc.).

5.12 CRITÉRIO DE REGISTRO E ACEITAÇÃO DE DESCONTINUIDADES.

5.12.1 MÉTODOS DE CARACTERIZAÇÃO DAS DESCONTINUIDADES

As descontinuidades devem ser caracterizadas como segue:

- (1) Esféricas (poros individuais, porosidade acentuadamente espaçada, escória não-alongada)
- (2) Cilíndricas (escória alongada, porosidade alinhada e passe ôco)
- (3) Planares (fusão incompleta, penetração inadequada e trincas)

5.12.2 Os métodos mostrados nas figuras 8 a), 8 b) e 8 c), devem ser usados para determinar as características básicas das descontinuidades

5.12.3 SISTEMÁTICA DE DIMENSIONAMENTO DAS DESCONTINUIDADES

	ULTRA-SOM EM SOLDAS DE ESTRUTURAS CONFORME ANEXO K DA AWS	Código:	PS – MAUA – GCQ-36
		Status de Revisão:	Data: 17/11/2020
			Rev.01

- O comprimento das indicações deverá ser estimado pelo método descrito na Figura 9.
- Quando for requerido o dimensionamento da altura das descontinuidades, essa altura será medida conforme mostrado na figura 10.

5.12.4 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), conforme mostrado na Figura 11.

Figura 8 a) Características de descontinuidades esféricas

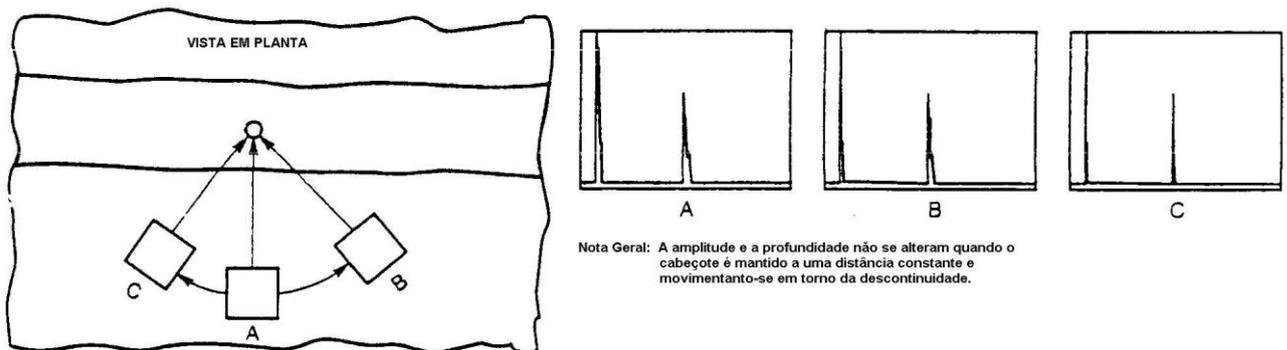
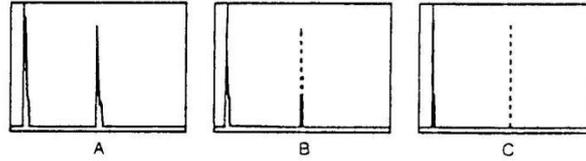
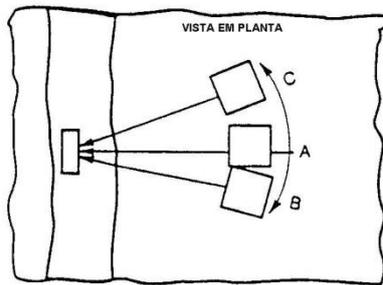
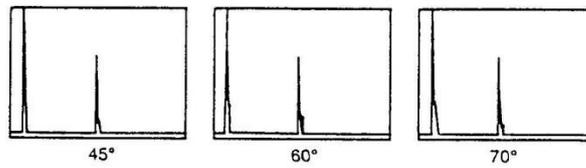
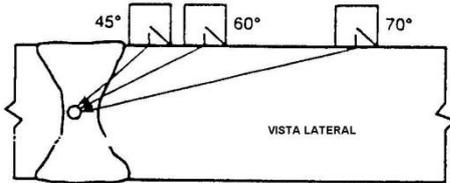


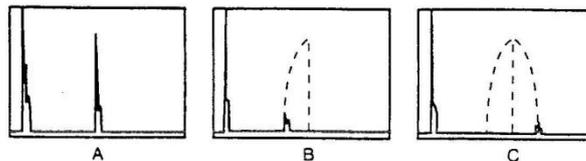
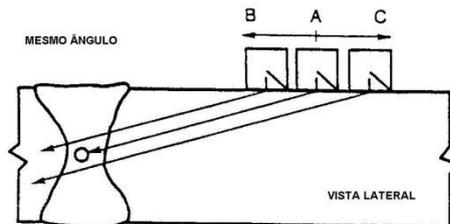
Figura 8 b) Características de descontinuidades cilíndricas



A amplitude cai rapidamente quando a posição do cabeçote é mudada de uma incidência perpendicular com a descontinuidade.



A amplitude permanece constante (assumindo uma calibração de sensibilidade igual e ajuste para atenuação) e a distância muda com o ângulo.



A amplitude cai rapidamente mostrando pequena ou nenhuma indicação com a aproximação ou afastamento do cabeçote.

Figura 8 c) Características de descontinuidades planares

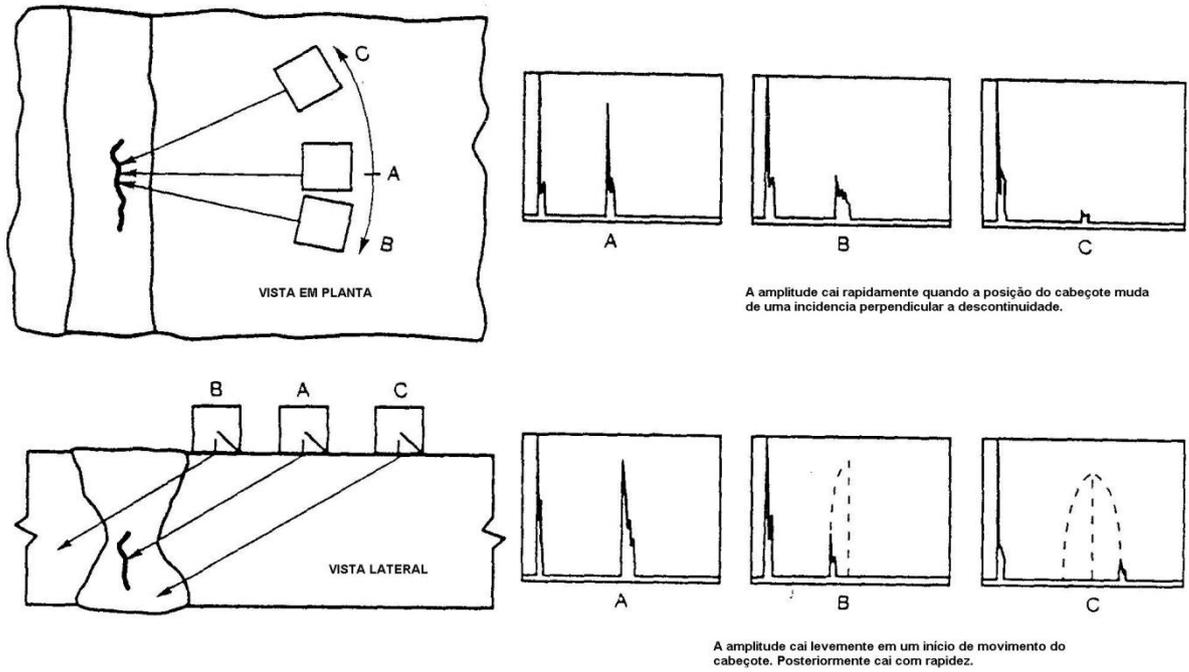


Figura 9

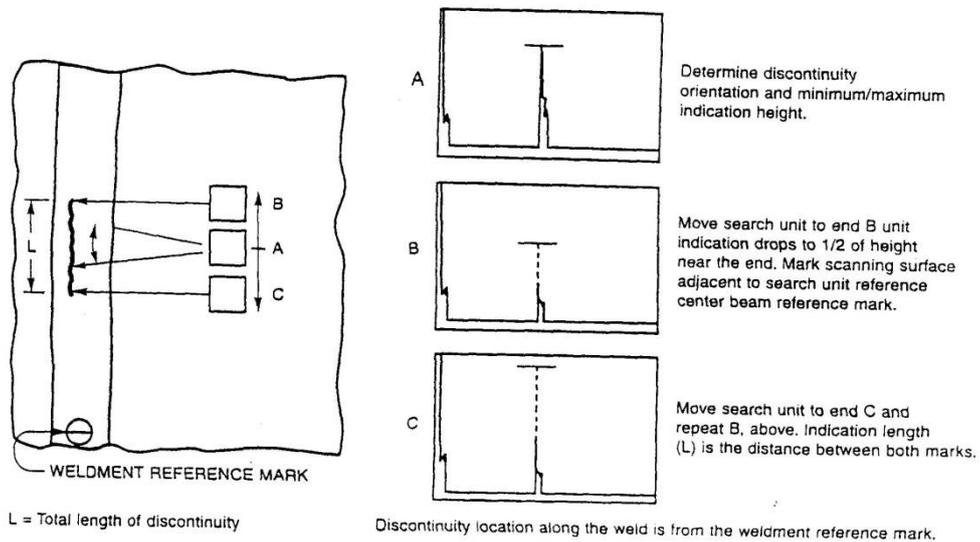


Figura 10

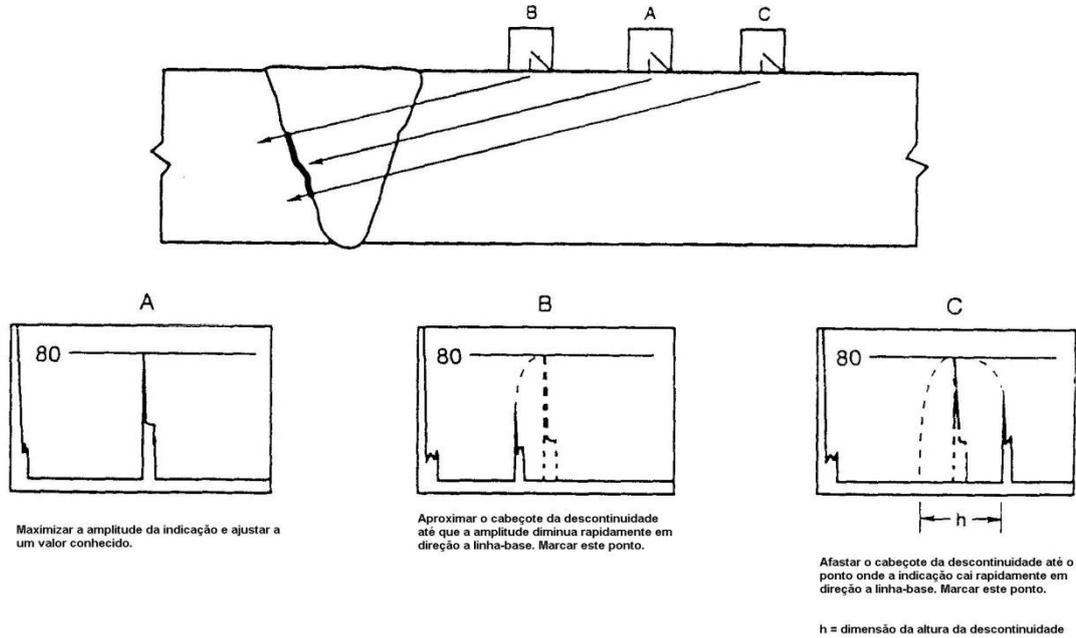
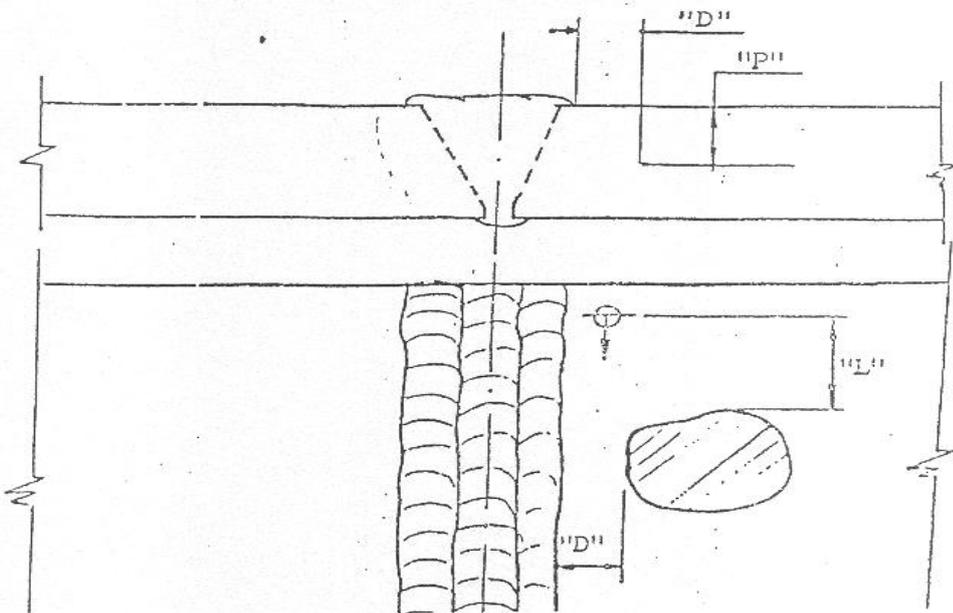


Figura 11



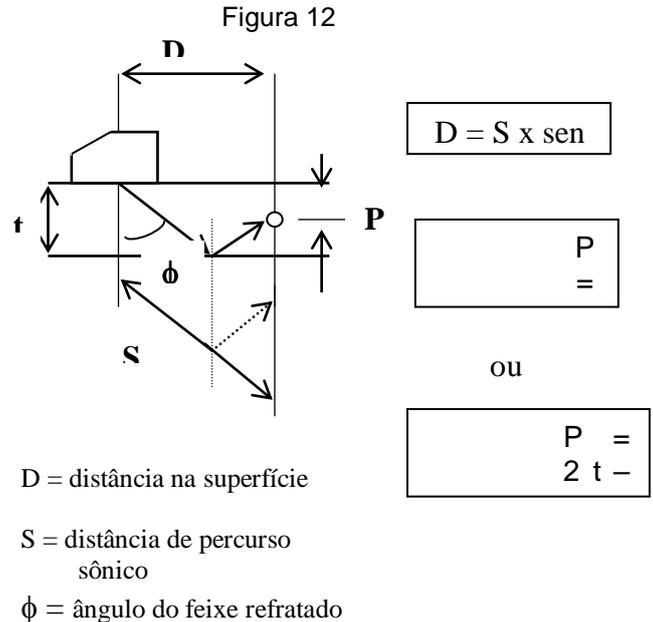
	ULTRA-SOM EM SOLDAS DE ESTRUTURAS CONFORME ANEXO K DA AWS	Código:	PS – MAUA – GCQ-36
		Status de Revisão:	Data: 17/11/2020
			Rev.01

- 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 12):

- 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.



- 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						

- Marcação do ponto zero (origem) e sentido de marcação

Para juntas de topo circunferências

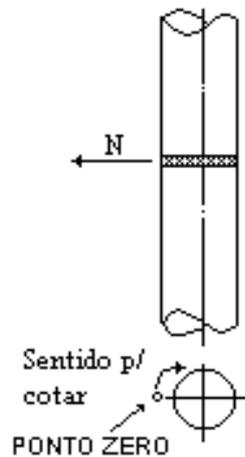
A referência "O" deve ser marcada no ponto mais elevado da junta ou, para junta horizontal, na face voltada para a direção Norte do projeto.

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, conforme Figura 13.

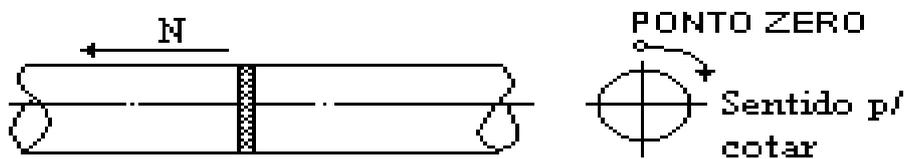
Figura 13

	ULTRA-SOM EM SOLDAS DE ESTRUTURAS CONFORME ANEXO K DA AWS	Código:	PS – MAUA – GCQ-36
		Status de Revisão:	Data: 17/11/2020
			Rev.01

a) (Junta circunferência horizontal)



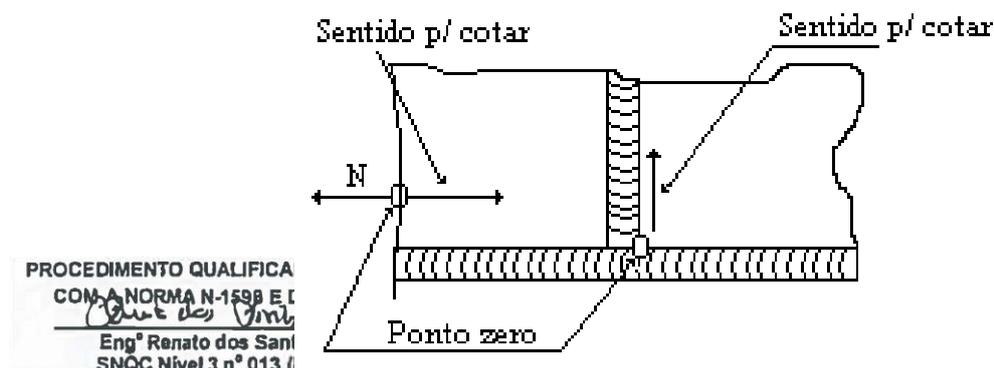
a) Junta circunferência vertical



- Para juntas de topo longitudinais

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. Ver Figura 14.

Figura 14



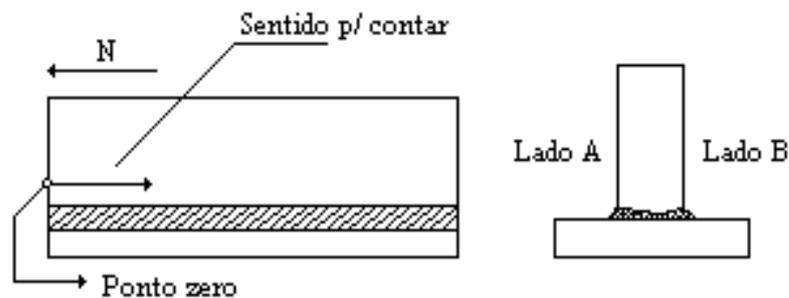
PROCEDIMENTO QUALIFICA
COM A NORMA N-1598 E I
Renato dos Santos
Engº Renato dos Santos
SNQC Nivel 3 nº 013 (

	ULTRA-SOM EM SOLDAS DE ESTRUTURAS CONFORME ANEXO K DA AWS	Código:	PS – MAUA – GCQ-36
		Status de Revisão:	Data: 17/11/2020
			Rev.01

- 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. Ver figura 15.

Figura 15



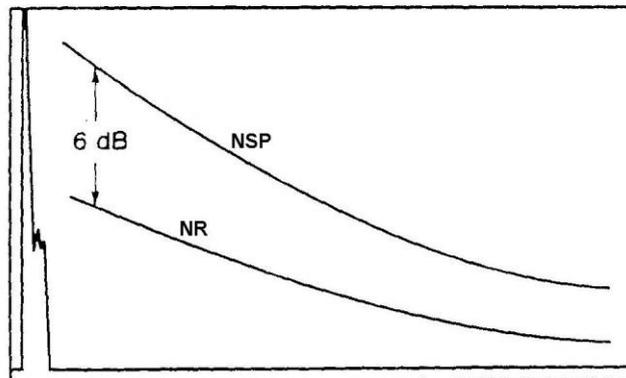
5.12.5 CRITÉRIOS DE ACEITAÇÃO DAS DESCONTINUIDADES

5.12.5.1 Classes de descontinuidades em função de sua amplitude

Devem ser consideradas as seguintes classes de descontinuidades:

<u>Classe</u>	<u>Descrição</u>
1	Igual ou maior que o NSP (Nível de Sensibilidade Padrão) Ver Figura 16
2	Entre o NSP e o NR (Nível de Relevância = NSP – 6dB)
3	Igual ou menor que o NR

Figura 16



5.12.5.2 CRITÉRIOS

	ULTRA-SOM EM SOLDAS DE ESTRUTURAS CONFORME ANEXO K DA AWS	Código:	PS – MAUA – GCQ-36
		Status de Revisão:	Data: 17/11/2020
			Rev.01

Devem ser aplicados os critérios da tabela a seguir.

Máxima amplitude obtida da descontinuidade	Máximo comprimento das descontinuidades em função de sua classe		
	Estaticamente carregadas	Dinamicamente carregadas	Tubulares
Classe 1 (\geq NSP)	- não permitidas acima de NSP + 5dB - 20mm, entre NSP e NSP + 5 dB	- não permitidas acima de NSP + 5dB - 12 mm, entre NSP e NSP + 5 dB	Conforme procedimento PS-MAUA/GCQ-31
Classe 2 ($>$ NR e $<$ NSP)	50 mm	- 50 mm na região central da seção da solda - 20 mm nas regiões superiores e inferiores da seção da solda	Conforme procedimento PS-MAUA/GCQ-31
Classe 3 (\leq NR)	Desprezíveis (quando especificado pelo projeto deverão ser registradas)		

5.13 REQUISITOS DE SEGURANÇA E AMBIENTAIS

- 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: Relatórios de Inspeção por Ultrassom – (Código: PS – MAUA – GCQ36 - DG01)

Anexo 2: Registro De Certificado De Verificação De Linearidade Vertical– (Código: PS – MAUA – GCQ36 - DG02)