

1. OBJETIVO

1.1 A utilização deste documento destina-se ao treinamento de candidatos à certificação no método de END e técnica descrita. A aplicação deste procedimento deve ser feita sob a supervisão do N3.

1.2 Este documento não deve ser considerado como referência para qualquer trabalho de inspeção em campo.

1.3 Este procedimento estabelece os requisitos para a execução do Ensaio Visual e Dimensional de juntas soldadas ou preparadas para soldagem, para detecção de descontinuidades superficiais.

2. REFERÊNCIAS

2.1 Internacionais

- ISO 8501-1 – Preparation of Steel Substrats Before Application of paints and Related Products. (substitui a norma Svesnk Standard SIS 05 59 00).
- Código ASME Seção V – 2025

3. MATERIAL

São inspecionadas juntas de aço carbono e aço inoxidável austenítico dos equipamentos descritos neste procedimento.

4. MÉTODO DE ENSAIO

É utilizado o ensaio visual direto. O ângulo de observação em relação a superfície a ser examinada não deve ser inferior a 30°, e a distância do olho do observador ao local do ensaio não deve ser superior a 600 mm.



Figura 1



5. CONDIÇÃO SUPERFICIAL

5.1 Estado Disponível da Superfície

5.1.1 Junta Preparada para a Soldagem

A superfície pode se apresentar conforme os graus C ou D da norma ISO 8501-1.

5.1.2 Juntas Soldadas

A região da solda pode se apresentar no estado de como soldado.

5.2 Método de Preparação da Superfície

Estado da Superfície	Grau de Intemperismo	Preparação
Superfície Oxidada	C ou D	Escovamento manual
Superfície com escória, respingo, abertura de arco	—	Esmerilhadeira
Superfície com graxa, óleo, tinta, produto químico.	—	Limpeza com Solvente (thinner)

5.2.1 Quando o escovamento é empregado na preparação de superfície de aço inoxidável austenítico ou liga a base de níquel, a escova deve ser de aço inoxidável ou revestida deste material e deve ser usada apenas com estes materiais.

5.2.2 Quando for usada limpeza química para eliminação de graxa, tinta, óleo etc. da superfície de aço inoxidável austenítico e liga a base de níquel, os produtos utilizados devem possuir certificado de contaminantes (Cl, F e S) de maneira a atender aos requisitos da norma ASME V artigo 6 T-641.

5.3 Condição Superficial Requerida

5.3.1 Junta Preparada para a Soldagem

- As juntas a serem soldadas devem estar isentas de óleo, graxa, óxidos, tinta, resíduo do ensaio de líquido penetrante, areia e fuligem do pré-aquecimento a gás, em uma faixa de 25 mm de cada lado das bordas.
- Depósitos de carbono, escória e cobre resultantes do corte do eletrodo de carbono devem ser removidos para garantir a remoção total da ZAT, não podendo esta remoção ser menor do que 1 mm.

5.3.2 Juntas Soldadas

Na solda e em 25 mm adjacentes a ela, as juntas a serem inspecionadas devem estar escovadas e isentas de impurezas que possam interferir no resultado do ensaio.

6. ILUMINAMENTO

A região a ser ensaiada deve estar iluminada, se necessário por lanterna de foco centrado ou rabicho com lâmpada, que proporcione um iluminamento mínimo de 1076lux. O ângulo do feixe de luz em relação a superfície examinada deverá ser de no mínimo 30°.

A medição do nível de iluminamento na superfície a ser ensaiada deverá ser feita através de um luxímetro calibrado.

7. INSTRUMENTOS

Para o ensaio visual e dimensional de juntas preparadas para a soldagem e de juntas soldadas, devem ser utilizados os instrumentos abaixo relacionados que devem estar identificados e com a calibração dentro do prazo de validade.

- Medidor de múltiplas finalidades;
- Gabarito para soldas de ângulo;
- Transferidor;
- Trena metálica;
- Escala metálica;
- Paquímetro;
- Medidor de desalinhamento (tipo hi-lo);
- Lupa.

8. ENSAIO VISUAL E DIMENSIONAL

8.1 Juntas Preparadas para Soldagem

Durante o ensaio visual e dimensional de juntas preparadas para soldagem deve ser observada a conformidade da preparação do bisel e montagem da junta quanto a:

- Ângulo do bisel
- Abertura da raiz
- Alinhamento
- Embicamento (Pré-deformação)
- Ângulo do chanfro
- Altura da face da raiz

8.2 Juntas Soldadas

Durante a inspeção visual e dimensional de juntas soldadas, deve ser observada a existência de:

Descontinuidade	Identificação	Descontinuidade	Identificação
Trinca	T	Sobreposição	S
Falta de Fusão	FF	Abertura de Arco	AA
Falta de Penetração	FP	Respingo	R
Concavidade	CO	Penetração Excessiva	PE
Deposição Insuficiente	DI	Reforço Excessivo	RE
Poros Isolado	PO	Perfuração	P
Porosidade Agrupada	PO	Outras	*
Mordedura	M		

*O candidato deve definir a terminologia

9. SEQUÊNCIA DE ENSAIO

- Verificar o estado disponível da superfície;
- Escolher o método de preparação aceitável;
- Efetuar a limpeza de modo que sejam atendidos os requisitos do item 5.3.1 ou 5.3.2 quando aplicável;
- Efetuar a inspeção dimensional da junta preparada para soldagem conforme dimensões e tolerâncias definidas no formulário de respostas;
- Efetuar inspeção dimensional da junta de ângulo em T nas direções das identificações (ranhuras) 1 e 2 existentes na alma do corpo-de-prova, conforme mostra a figura 2, apenas no lado indicado na folha de prova (A ou B);
- Utilizar o critério de aceitação descrito no item 11.

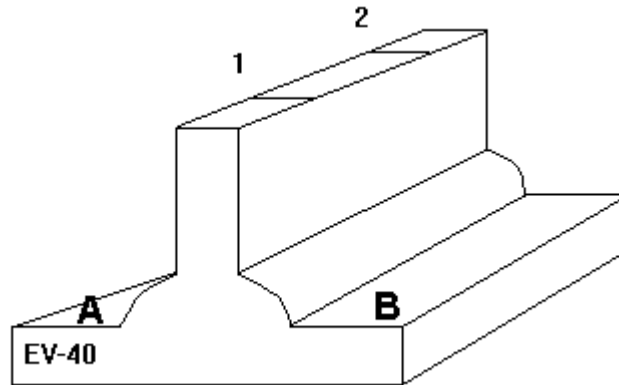


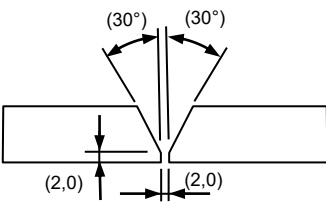
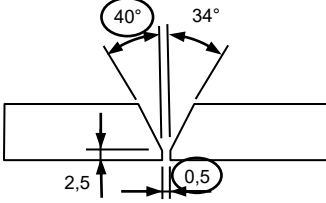
Figura 2

10. SISTEMÁTICA DE REGISTRO DE RESULTADOS

10.1 Juntas Preparadas para a Soldagem

O registro dos resultados deve ser feito conforme o exemplo apresentado abaixo.

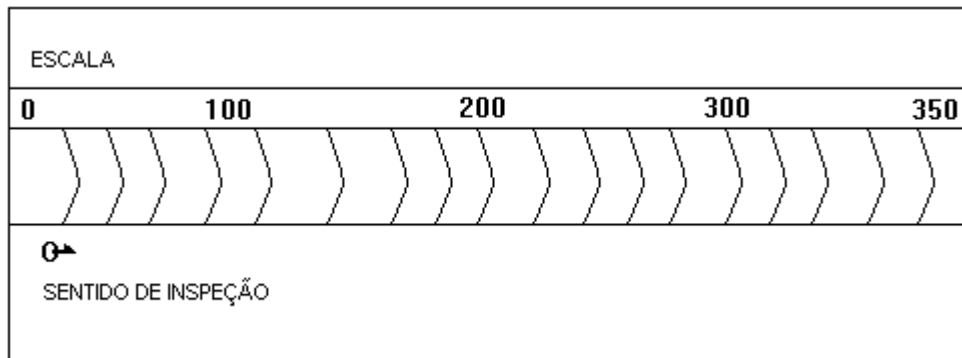
Deve ser feito um círculo em torno dos valores reprovados, com base nas tolerâncias especificadas no critério de aceitação.

Detalhe Dimensional	Resposta	Descontinuidades
		1) Desalinhamento - (2,5 mm) 2) Pré-deformação - 2° 3) _____

10.2 Juntas Soldadas

10.2.1 Juntas de topo

- Registrar e indicar a localização de qualquer descontinuidade causada por soldagem dentro de 25 mm medidos a partir das margens da solda. Para tanto, utilize o formulário mostrado no anexo 2.
- Identifique as descontinuidades de acordo com a legenda apresentada no item 8.2 deste procedimento. Se necessário, complete a legenda do relatório de registro de resultados com as descontinuidades classificadas como outras.
- A medição das cotas para a localização das descontinuidades deve ser feita a partir da borda da chapa em que está punccionado o "ponto zero". Vide croqui abaixo.
- Os resultados devem ser avaliados com base no critério de aceitação apresentado no item 11.1. Para as descontinuidades inaceitáveis deve ser feito um círculo ao redor da identificação das mesmas.
- O anexo 3 apresenta um modelo de preenchimento da folha de mapeamento das descontinuidades.
- O valor do reforço excessivo ou da penetração excessiva é o menor valor obtido na medição pelos dois lados adjacentes à solda.
- Não é necessário assinalar as mordeduras que margeiam as concavidades.



10.2.2 Juntas de Ângulo

- Registre o valor da espessura da alma.
- Registre o valor das pernas circundando os valores reprovados com base no critério (item 11.2);

11. CRITÉRIO DE ACEITAÇÃO

11.1 Junta de topo

Considerar inaceitável:

- Trinca;
- Falta de Fusão;
- Falta de Penetração;
- Concavidade com profundidade maior que 1,6 mm ou 0,2e, a que for menor; (onde "e" é a espessura nominal do metal de base);
- Deposição Insuficiente;
- Poro Isolado;
- Porosidade Agrupada;
- Mordedura na face ou na raiz com profundidade maior do que 1 mm ou 0,1e, a que for menor (onde "e" é a espessura nominal do metal de base);
- Sobreposição;
- Abertura de Arco;
- Respingo;
- Embicamento ou pré-deformação superior a 5°;
- Perfuração;
- Desalinhamento superior ao permitido na tabela seguinte:

Espessura Nominal – t (mm)	Desalinhamento Máximo Permitido (mm)	
	Juntas categoria A	Juntas categoria B, C e D
$t \leq 13$	$\frac{1}{4} t$	$\frac{1}{4} t$
$13 < t \leq 19$	3	$\frac{1}{4} t$
$19 < t \leq 38$	3	5
$38 < t \leq 51$	3	$\frac{1}{8} t$
$51 < t$	$\frac{1}{16} t$ ou 10 (o que for menor)	$\frac{1}{8} t$ ou 19 (o que for menor)

- Altura do reforço da face e/ou da penetração da raiz acima do especificado na tabela a seguir:

Espessura Nominal - t (mm)	Máxima Altura Permitida para Reforço e Penetração (mm)	
	Juntas categoria B ou C	Outras Soldas
$t \leq 2,4$	2,5	0,8
$2,4 < t \leq 4,8$	3	1,5
$4,8 < t \leq 13$	4	2,5
$13 < t \leq 25$	5	2,5
$25 < t \leq 51$	6	3
$51 < t \leq 76$	6	4
$76 < t \leq 102$	6	5,5
$102 < t \leq 127$	6	6
$127 < t$	8	8

Nota: - Categoria A são as soldas longitudinais em vaso de pressão, as soldas circunferenciais em componentes esféricos (vasos e tampos) e as soldas longitudinais em tubulação.
As soldas categoria B são as soldas circunferenciais em vasos ou tubulação exceto as C e D.
As soldas categoria C são as soldas circunferenciais entre flanges e pescoços.
As soldas categoria D são as soldas entre pescoços e corpo.

11.2 Juntas de ângulo

Considerar inaceitável:

- Diferença entre pernas maior que 3,0 mm;
- Garganta teórica menor que a especificada;
- Dimensões de pernas abaixo do valor mínimo indicado na tabela abaixo:

Espessura nominal da alma	Valor mínimo da perna
$e \leq 9,5$ mm	9,5 mm
$9,5 \text{ mm} < e \leq 12,7$ mm	12,5 mm
$12,7 \text{ mm} < e \leq 15,9$ mm	16,0 mm
$e > 15,9$ mm	22,0 mm

Nota: Para determinar a Garganta teórica deve ser utilizada a equação abaixo:

$$Gt = D \times 0,7$$

Onde:

GT = Garganta teórica

D = Dimensão da solda

11.3 Juntas preparadas:

Tolerâncias em relação ao especificado na EPS, IEIS, ou outro documento:

- para ângulo do bisel: $-5^\circ + 5^\circ$
- para ângulo do chanfro: $-5^\circ + 10^\circ$
- para desalinhamento: 2 mm
- para pré-deformação: 5°
- para abertura da raiz: - 1 + 3 mm
- para face da raiz: - 1 + 2 mm



11.4 Os critérios de aceitação acima visam o treinamento do candidato sob a supervisão do N3.

12. ANEXOS

- ANEXO 1 – Folha para registro da análise dimensional da junta preparada e junta soldada
- ANEXO 2 – Folha de mapeamento das descontinuidades
- ANEXO 3 – Modelo de preenchimento da folha de mapeamento das indicações



ANEXO 1 – Folha para registro da análise dimensional da junta preparada e junta soldada

 Abendi		ENSAIO VISUAL DE SOLDA	Relatório n°: Data: Folha:
-------------------	--	-------------------------------	----------------------------------

NOME:	N°SNQC-END:
Procedimento:	Início: Fim:

CP:	<i>DIMENSIONAL DE JUNTAS PREPARADAS PARA SOLDAGEM</i>		
DETALHE DIMENSIONAL	DETALHE DIMENSIONAL	DESCONTINUIDADES	
		1. Desalinhamento: 2. Pré-Deformação: 3. Abertura da raiz: 4. Ângulo dos biseis: $\alpha =$ $\beta =$ 5. Ângulo do chanfro: 6. Face da raiz: 7. Iluminação:	

CP:	<i>DIMENSIONAL DE JUNTA SOLDADA</i>											
CROQUI DA JUNTA	QUADRO RESPOSTA	LAUDO										
<p style="text-align: center;">e= mm</p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">Ponto</th> <th style="width: 35%;">X</th> <th style="width: 35%;">Y</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Ponto	X	Y	1			2			Aprovado <input type="checkbox"/> Reprovado <input type="checkbox"/>	
Ponto	X	Y										
1												
2												

JUSTIFICATIVA: (Somente em caso de Reprovação da junta de ângulo em T)

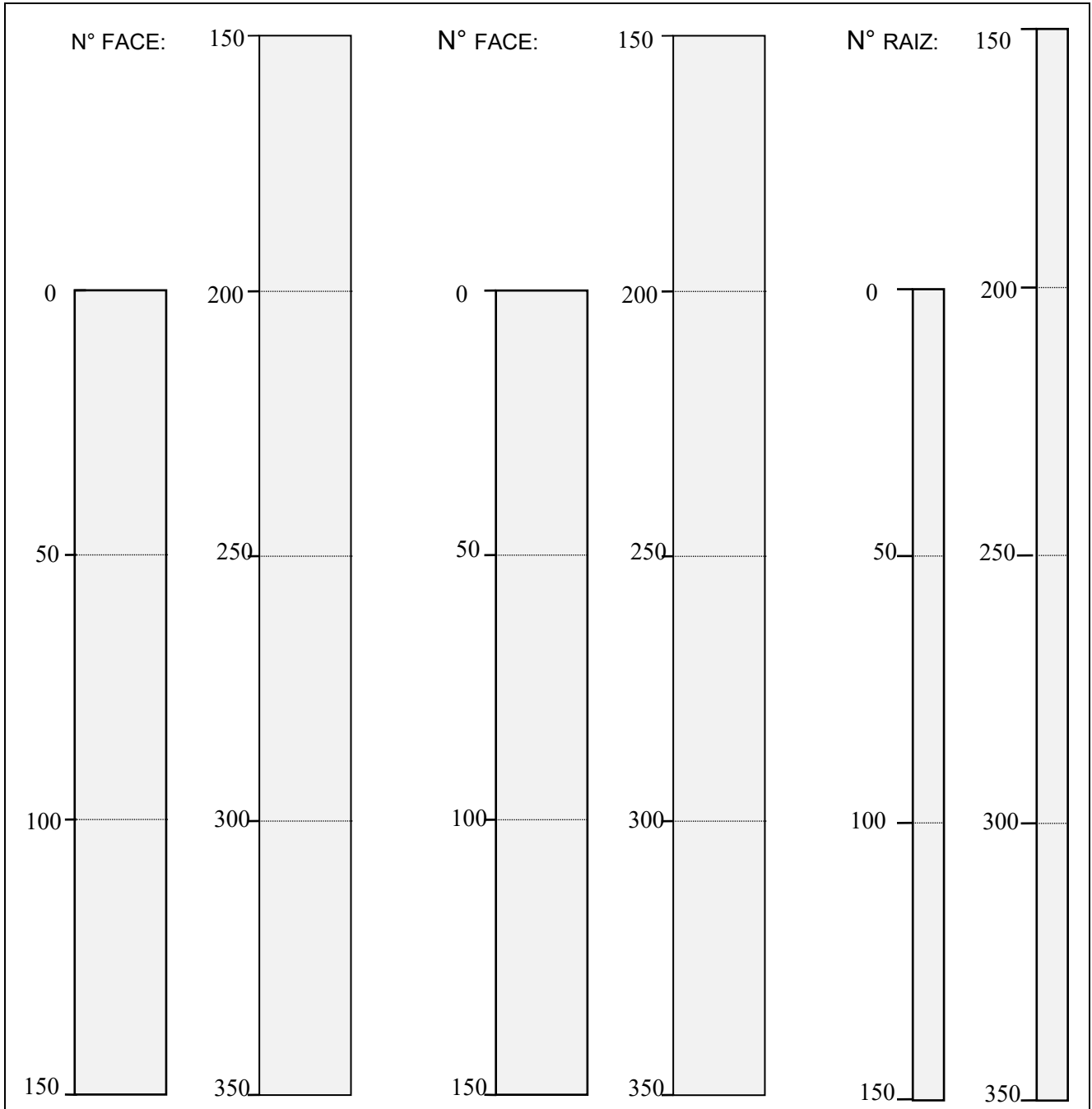
Observações:

Assinatura:	Visto:
-------------	--------



ANEXO 2 – Folha de mapeamento das descontinuidades

		ENSAIO VISUAL DE SOLDA	Relatório n°:
			Data:
			Folha:



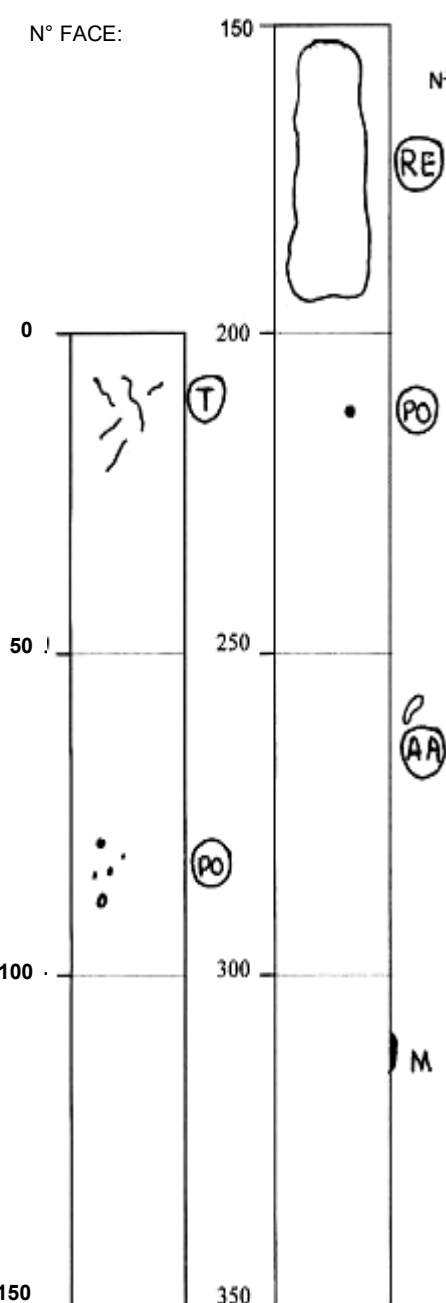
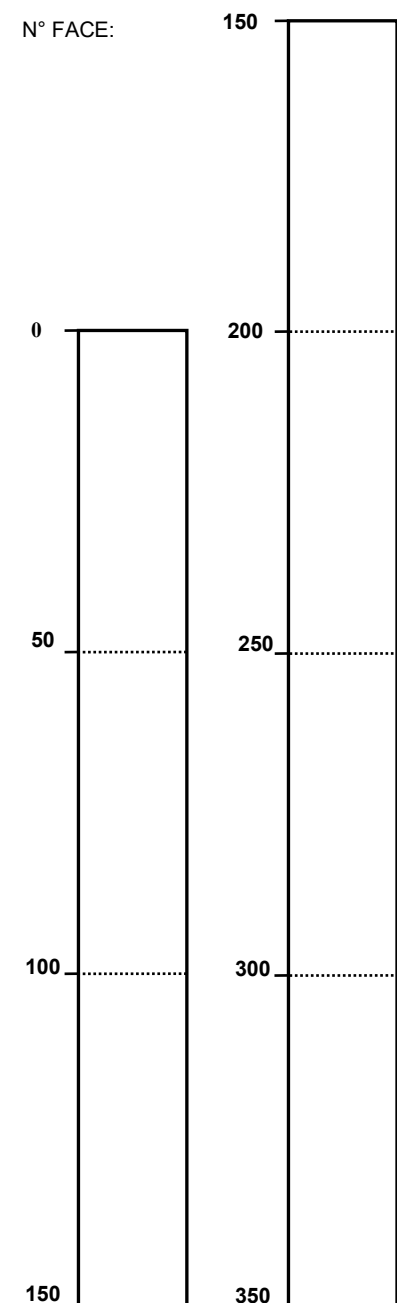
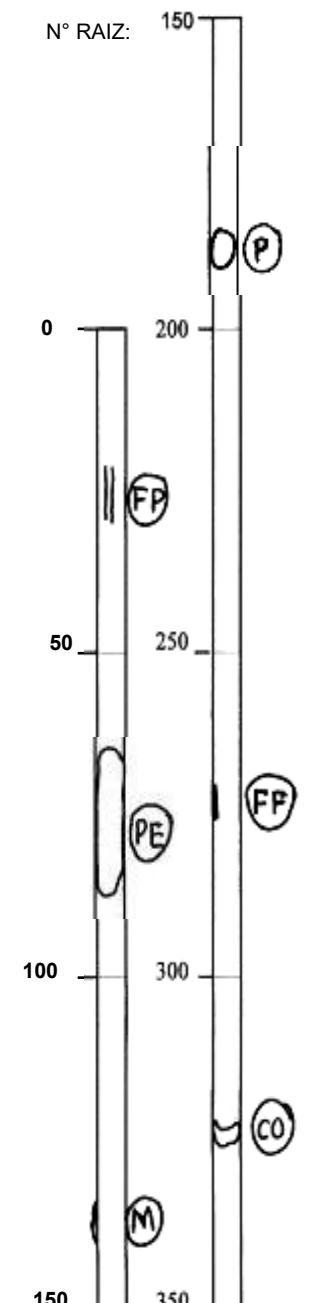


CP	Desalinhamento:	CP	Desalinhamento:
----	-----------------	----	-----------------

Instrumentos utilizados:	



ANEXO 3 – Modelo de preenchimento da folha de mapeamentos das discontinuidades

 	ENSAIO VISUAL DE SOLDA	Relatório n°: Data: Folha:
<p>N° FACE: 150</p>  <p>N°</p> <p>(RE)</p> <p>(PO)</p> <p>(AA)</p> <p>(M)</p>	<p>N° FACE: 150</p>  <p>N°</p> <p>(RE)</p> <p>(PO)</p> <p>(AA)</p> <p>(M)</p>	<p>N° RAIZ: 150</p>  <p>(P)</p> <p>(FP)</p> <p>(PE)</p> <p>(CO)</p> <p>(M)</p>