



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 trabalho de inspeção em campo.
- 1.3 Este procedimento estabelece as condições necessárias para a execução do ensaio não destrutivo por meio de Líquido Penetrante para detecção de descontinuidades superficiais.

2. NORMAS DE REFERÊNCIA

- 2.1 ASME SEÇÃO V artigo 6: Nondestructive Examination
- 2.2 ASME SEÇÃO VIII divisão 1 – Apêndice 8: Boiler and Pressores Vessel Code
- 2.3 API 1104: Welding of pipelines and related facilities
- 2.4 AWS D1.1: Structural Welding Code – Steel
- 2.5 ASTM E165-12: Standard Test Method for Liquid Penetrant Examination
- 2.6 ASME B31.3: Chemical Plant and Petroleum Refinery Piping
- 2.7 ASME B31.1: Power Piping
- 2.8 EN-1371: Founding - Liquid penetrant testing - Part 1: Sand, gravity die and low pressure die castings
- 2.9 EN 10228-1: Non-destructive testing of steel forgings
- 2.10 NM 334: Ensaios não destrutivos — Líquidos penetrantes — Detecção de descontinuidades
- 2.11 NM 327: Ensaios não destrutivos — Líquidos penetrantes — Terminologia
- 2.12 ISO 3452-3: Non-Destructive Testing – Penetrant Testing – Part 3: Reference Test Blocks

Nota: as normas acima foram utilizadas apenas como uma referência. Este procedimento não tem como finalidade atender a todos os requisitos das normas citadas.

3. MATERIAIS A SEREM ENSAIADOS

- 3.1 *Tipos de Inspeção:* Construção e montagem, Inspeção de fabricação e inspeção em serviço.
- 3.2 *Materiais:* aço carbono, aço carbono baixa liga (até 6% de liga), aço inoxidável austenítico, aço inoxidável duplex e superduplex, aço inoxidável ferrítico, aço inoxidável martensítico, titânio, liga de níquel e alumínio.
- 3.3 *Processo de Fabricação:* laminados, juntas soldadas, fundidos e forjados.
- 3.4 *Formas:* superfícies planas, chapas planas, juntas de topo e ângulo em T e tubos com juntas circunferenciais.

4. SAÚDE E SEGURANÇA

- 4.1 Antes da aplicação deste procedimento todas as pessoas envolvidas com a inspeção, devem estar familiarizadas com os conteúdos dos procedimentos de segurança local.
- 4.2 As inspeções devem ser conduzidas em locais ventilados, para se evitar intoxicações por inalação de vapores provocados por aerossóis ou solventes.
- 4.3 Como alguns materiais utilizados no ensaio por líquido penetrante são inflamáveis, os mesmos devem ser utilizados longe de locais onde possa haver chama ou superaquecimento.
- 4.4 Em função dos locais de inspeção e dos produtos a serem utilizados, o inspetor deve avaliar a necessidade de uso de EPI's apropriados.

5. PRODUTOS A SEREM UTILIZADOS

5.1 Os líquidos penetrantes utilizados devem estar de acordo com a tabela 1:

Tabela 1 – Classificação dos líquidos penetrantes

Tipo	Técnica
Tipo I – Ensaio com Penetrante fluorescente	Técnica A - Lavável a água
	Técnica B - Pós emulsificável, lipofílico
	Técnica C - Removível com solvente
	Técnica D - Pós emulsificável, hidrofílico
Tipo II – Ensaio com Penetrante colorido	Técnica A - Lavável a água
	Técnica C - Removível com solvente

Nota: A mistura de materiais penetrantes de diferentes fabricantes não é permitida.

5.2 Somente devem ser utilizados produtos dentro do prazo de validade e com sensibilidade comprovada através de teste de recebimento conforme item 15.1.

5.3 Quando o material a ser inspecionado for Aço Inoxidável duplex, superduplex, austenítico, titânio ou Ligas de Níquel, deve ser analisado o certificado dos materiais penetrantes (fornecido pelo fabricante) quanto ao teor de contaminantes. Os requisitos adicionais dos materiais penetrantes devem ser atendidos conforme a seguir:

a) Quando o material a ser inspecionado for Ligas de Níquel, todo material penetrante deve ser analisado individualmente para conteúdo de enxofre de acordo com o anexo 4 do SE-165 (ASME V). Alternativamente, o material pode ser decomposto de acordo com o SD-129 (ASME V) e analisado de acordo com o SD-516 (ASME V). O teor máximo de Enxofre não deve exceder a 0,1% em peso.

b) Quando o material a ser inspecionado for aço inoxidável austenítico, duplex, superduplex e titânio, todo material penetrante deve ser analisado individualmente para conteúdo de halogênios de acordo com o anexo 4 do SE-165. Alternativamente, o material pode ser decomposto e analisado de acordo com o SD-808 (ASME V) ou SE-165 (ASME V), anexo 2 para cloro e SE-165 (ASME V), anexo 3 para flúor. O teor máximo de halogênio (Cl+F) não deve exceder a 0,1% em peso.

Notas:

- (a) Para a água usada na pré-limpeza ou como parte do processo que envolve água, se ela for potável, engarrafada, destilada ou deionizada a análise de cloro e flúor não é necessária.
- (b) Qualquer outro tipo de água utilizada que não cumpra os requisitos de (a) acima deve ser analisada quanto ao cloro de acordo com ASTM D 1253, e para enxofre de acordo com SD-516. O teor máximo de cloro não deve exceder a 0,1% em peso, e o teor de enxofre não deve exceder 0,1% em peso.

6. EXTENSÃO DA INSPEÇÃO

A inspeção deve cobrir 100% da solda ou área a ser examinada e, no mínimo, mais 25 mm adjacentes em cada lado.

7. CONDIÇÕES DE ENSAIO

7.1 Luz visível

7.1.1 A Intensidade de luz branca mínima na superfície da peça durante todo ensaio por meio de penetrante colorido deve ser de 1076 lux.



7.1.2 Esta intensidade deve ser verificada através de um medidor calibrado (Luxímetro). A verificação deve ser feita a cada início, ou a cada oito horas ou sempre que ocorrer mudança do local de trabalho (o que ocorrer primeiro). Se forem constatadas intensidades inferiores à mínima, o ensaio deve ser repetido para as peças ensaiadas desde a última comprovação satisfatória.

7.2 Luz Ultravioleta

7.2.1 A intensidade máxima de luz branca no ambiente, para penetrante fluorescente será de 20 lux.

7.2.2 No ensaio com líquido penetrante fluorescente, tipo I, a luz ultravioleta, centrada em 365 nm, na superfície em ensaio, deve ter intensidade mínima de 1000 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$. A lâmpada deve ser aquecida por no mínimo 5 minutos antes de seu emprego.

7.2.3 A medição deve ser efetuada através de um radiômetro calibrado. Os filtros UV devem ser limpos e checados diariamente, e caso estiver quebrado ou trincado deve ser substituído. É proibida a utilização de óculos com lente fotossensível (escurecem com o aumento da luminosidade).

A verificação deve ser feita a cada início, ou a cada oito horas ou sempre que ocorrer mudança do local de trabalho (o que ocorrer primeiro). Se forem constatadas intensidades inferiores à mínima, o ensaio deve ser repetido para as peças ensaiadas desde a última comprovação satisfatória.

7.2.4 O inspetor deve estar no local do ensaio pelo menos 5 minutos antes de iniciar a inspeção, para adaptação de seus olhos.

8. PREPARAÇÃO E LIMPEZA DA SUPERFÍCIE

8.1 As superfícies a serem ensaiadas e, no mínimo, mais 25 mm adjacente, devem estar livres de graxa, óleo, óxidos, respingos, escórias, etc. A preparação da superfície deve ser efetuada por escovamento ou esmerilhamento, seguida da limpeza com solvente, que atenda aos requisitos de contaminantes definidos no item 5.3 (o solvente deve ser considerado como material penetrante).

8.2 Quando a inspeção for feita em aços inoxidáveis, ligas de titânio e de níquel as ferramentas devem ser de aço inoxidável ou revestidas com este, as escovas devem ser de aço inoxidável e os discos abrasivos de fibra de nylon ou similar. Estas ferramentas devem ser usadas exclusivamente em aços inoxidáveis, ligas de níquel e de titânio.

8.3 Após a limpeza a secagem deve ser feita por evaporação normal e o tempo mínimo de secagem não deve ser inferior a 5 minutos.

8.4 No ensaio de peças de alumínio deve ser feita apenas a limpeza química através de solventes.

9. FAIXA DE TEMPERATURA PARA O ENSAIO

Tanto a superfície como os materiais penetrantes devem estar na faixa de temperatura, entre 5°C e 52°C durante todo o ensaio. Caso a temperatura esteja fora desta faixa, métodos de aquecimento ou resfriamento podem ser aplicados para colocar a peça a ser ensaiada dentro da faixa qualificada por este procedimento.

A temperatura deve ser medida com pirômetro calibrado.

10. MODO DE APLICAÇÃO DO LÍQUIDO PENETRANTE E TEMPO DE PENETRAÇÃO

10.1 A aplicação deve ser feita por meio de aerossol, pulverização, imersão ou por pincelamento.

10.2 O tempo de penetração deve ser determinado conforme a tabela 2. Os tempos apresentados devem ser considerados como mínimo aceitável. Em qualquer situação o tempo de penetração não deve exceder a 60 minutos.

Tabela 2 – Tempos de penetração

MATERIAL	PROCESSO	TIPO DE DESCONTINUIDADE	TEMPO DE PENETRAÇÃO (minutos)
Aço carbono, aço carbono baixa liga (até 6% de liga),	Fundidos	Junta fria, Porosidade, rechupe, trincas	5
	Soldas	Porosidade, falta de fusão, trincas	10
Aço inoxidável austenítico, aço inoxidável duplex e superduplex, aço inoxidável ferrítico, aço inoxidável martensítico, titânio, liga de níquel e alumínio.	Fundidos	Junta fria, Porosidade, rechupe, trincas	8
	Soldas	Porosidade, falta de fusão, trincas	10
Aço carbono, aço carbono baixa liga (até 6% de liga), aço inoxidável austenítico, aço inoxidável duplex e superduplex, aço inoxidável ferrítico, aço inoxidável martensítico, titânio, liga de níquel e alumínio.	Laminados, forjados	Dobras e trincas	12
Qualquer material	Qualquer	Trinca de fadiga	20

NOTA: Para temperaturas entre 5°C a 10°C o tempo de penetração deve ser o dobro do listado na Tabela 2.

11. MODO DE REMOÇÃO DO EXCESSO DE LÍQUIDO PENETRANTE

11.1 Para penetrante removível com água, o excesso de penetrante deve ser removido com jato ou aspersão de água sobre a superfície em ensaio. A temperatura da água não deve ser superior a 38°C (100°F) e a pressão não deve exceder 275 kPa (aproximadamente 40 psi).

11.2 Para penetrante removível com solvente, o excesso de penetrante deve ser removido primeiramente com panos, limpos e secos. Após esta primeira limpeza, devem ser utilizados panos levemente umedecidos com removedor. É proibida a aplicação do removedor diretamente sobre a peça.

11.3 Para o caso de líquido penetrante removível com água após emulsificação lipofílico, o emulsificador deve ser aplicado por imersão e o tempo deve ser obtido experimentalmente, e segundo as recomendações do fabricante, não devendo ser superior a 2 minutos. Depois da emulsificação, a mistura deve ser removida conforme item 11.1 e o tempo de lavagem não deve ser superior a 2 minutos.

11.4 Para o caso de líquido penetrante removível com água após emulsificação hidrofílico, após decorrido o tempo de penetração e antes da aplicação do emulsificador, a superfície deve ser pré-lavada conforme item 11.1. O tempo da pré-lavagem não deve ser superior a 1 minuto. Após a pré-lavagem o emulsificador deve ser aplicado por pulverização ou imersão e o tempo deve ser obtido experimentalmente, e segundo as recomendações do fabricante, não devendo ser superior a 2 minutos. Depois da emulsificação, a mistura deve ser removida conforme item 11.1, sendo que o tempo de lavagem não deve ser superior a 2 minutos.

11.5 A comprovação da correta remoção do excesso de líquido penetrante fluorescente tipo I, deve ser feita com o auxílio da lâmpada de luz ultravioleta e em ambiente escurecido.

11.6 O tempo de emulsificação depende de vários fatores, dentre eles: a rugosidade da superfície, temperatura, forma de aplicação e remoção, tipo de emulsificador (lipofílico ou hidrofílico) e, no caso do emulsificador hidrofílico, a concentração. O tempo de emulsificação deve ser obtido experimentalmente de acordo com estes fatores através de peças similares com descontinuidades conhecidas ou através de padrões de sensibilidade descritos no item 15 deste documento.

11.7 A concentração do emulsificador hidrofílico, para ser aplicado por imersão, deve estar dentro da faixa de 20% até 33% e para pulverização a concentração não deve exceder a 5%.

11.8 O aparecimento de áreas rosadas ou fluorescentes, indica que a remoção do excesso do penetrante não foi executada corretamente, necessitando de um novo ensaio.



12. MODO E TEMPO DE SECAGEM, ANTES DA APLICAÇÃO DO REVELADOR

12.1 A secagem pode ser feita através da evaporação natural, ou através da secagem através da circulação de ar quente, neste caso a temperatura da peça não pode exceder a 38°C para penetrante fluorescente (tipo I) e 52°C para penetrantes coloridos (tipo II). Em todos os casos, o tempo mínimo de secagem não deve ser inferior a 5 min.

13. MODO E TEMPO MÁXIMO PARA APLICAÇÃO DO REVELADOR

13.1 *Revelador úmido não aquoso* - O revelador deve ser aplicado por aerossol ou pulverização por meio de ar comprimido, imediatamente após a secagem da superfície e, no máximo, após 30 minutos do término da remoção do excesso. Quando for utilizada pulverização por meio de ar comprimido, a linha de ar deve conter filtros para evitar a contaminação do revelador e a pressão deve ser no máximo, 2,0 kg/cm² (30 psi).

13.2 *Revelador seco* - A aplicação deve ser feita através da imersão da peça em um tanque contendo revelador seco, ou através de borrifador de pó, ou através de uma pistola de pó convencional ou eletrostática. A aplicação deste revelador também pode ser feita em uma câmara fechada que crie uma nuvem de pó controlada e que alcance toda a área de ensaio.

O excesso de pó seco deve ser removido com pequenas pancadas ou através de jatos de ar comprimido de baixa pressão (5 psi a 10 psi) (34 kPa a 70 kPa). Neste caso a linha de ar deve possuir filtro para evitar a contaminação do revelador e controlar a pressão. Caso o revelador seja aplicado através da imersão, a peça deve ficar imersa por no mínimo 10 minutos antes de iniciar o laudo.

13.3 O revelador seco não deve ser utilizado com penetrante colorido.

14. TEMPO PARA INTERPRETAÇÃO

14.1 A interpretação inicial deve ser feita imediatamente após a aplicação do revelador úmido, no caso do revelador seco a interpretação inicial deve ser feita depois de decorrido o tempo de imersão indicado no item 13.2.

14.2 A interpretação final do ensaio deve ser efetuada 20 minutos após a aplicação do revelador.

15. REQUISITOS ADICIONAIS

15.1 *Teste de recebimento dos materiais penetrantes*

15.1.1 Somente devem ser aceitos os materiais penetrantes que contenham em suas embalagens a data de fabricação, o prazo de validade e o número de lote ou corrida de fabricação.

15.1.2 Deve ser efetuado teste de recebimento de cada lote de material penetrante, de forma a verificar-se a sensibilidade do ensaio está sendo mantida. O teste de recebimento deve ser feito utilizando-se o padrão ISO 3452-3 de 10 µm ou 20 µm (para penetrantes fluorescentes, tipo I) e padrão ISO 3452-3 de 30 µm ou 50 µm (para penetrantes visíveis, tipo II). Somente para penetrantes tipo I (fluorescentes) pode ser utilizado o padrão "TAM".

15.1.3 Para a execução do teste de recebimento, o ensaio deve ser aplicado na temperatura de utilização dos produtos.

15.1.4 Para a utilização do padrão ISO 3452-3 (JIS), os resultados devem ser comparados com uma fotografia previamente obtida das descontinuidades existentes no bloco. Somente são aceitos materiais penetrantes que após o ensaio detectar 100% das indicações mostradas na fotografia padrão do bloco. Quando da execução da comparação entre o resultado obtido no ensaio de sensibilidade e a fotografia do padrão ISO 3452-3, algumas indicações podem não aparecer em toda a sua extensão em uma região localizada do padrão. Este fato pode ocorrer devido a uma falha na execução ou entupimento parcial da indicação. Deve ser considerado APROVADO quando até 10% das indicações, não aparecerem 100% da sua extensão.

15.1.5 Pode ser utilizada uma foto do padrão com penetrante fluorescente para comparar e analisar um penetrante colorido, pois a comparação é realizada pela quantidade de indicações que aparecem e não pela qualidade da imagem/contraste.

15.1.6 No teste de recebimento realizado com o padrão TAM, devem ser considerados satisfatórios os materiais penetrantes que após a realização do ensaio detectarem no mínimo três dos cinco grupos presentes no padrão.

15.1.7 Os materiais considerados inadequados na inspeção de recebimento devem ser reprovados.

15.1.8 Os padrões de sensibilidade devem ser armazenados adequadamente. Estes padrões devem ser revalidados e passar por limpeza periódica por Ultrassom conforme frequência de utilização a ser controlada pelo N3.

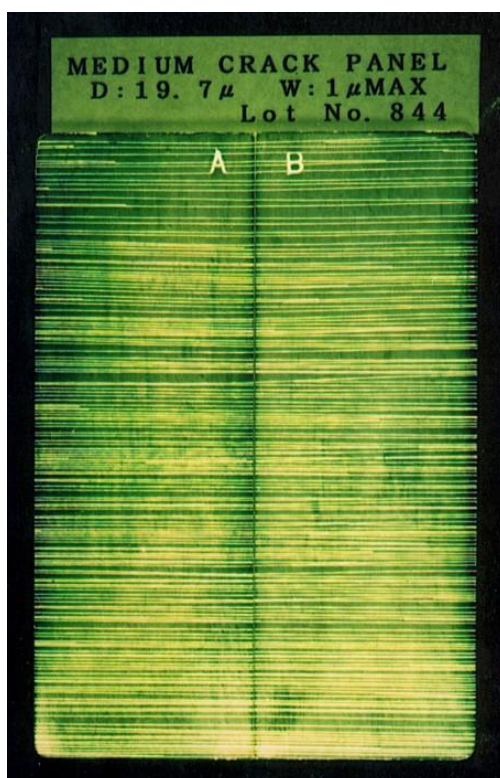


Figura 1 – Fotografia do padrão ISO 3452-3 de 20 µm

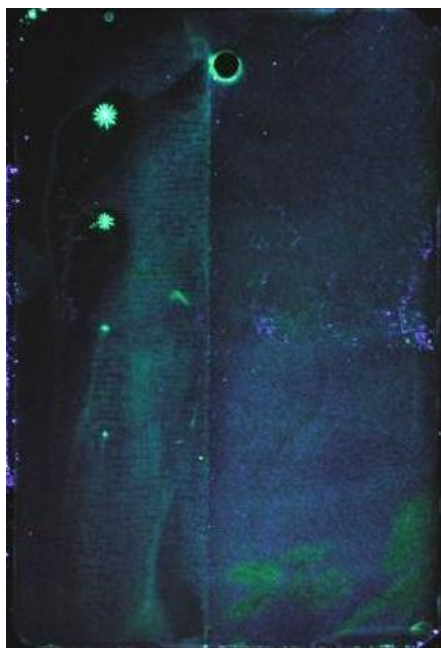


Figura 2 a) – Fotografia do Padrão TAM

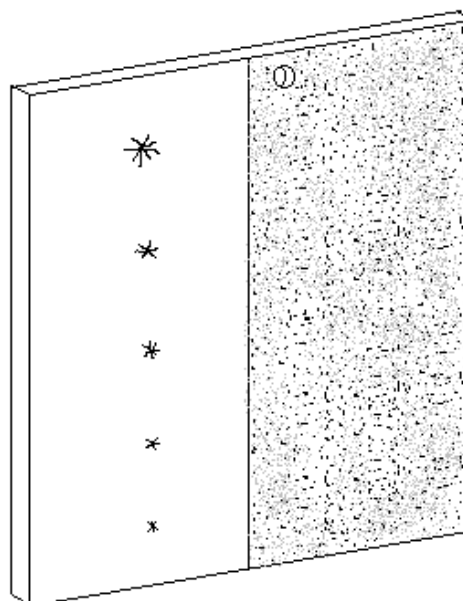


Figura 2 b) – Croqui do Padrão TAM

16. AVALIAÇÃO DO RESULTADO

16.1 Classificação das indicações - Todas as indicações devem ser classificadas em lineares e arredondas conforme abaixo:

- a) Indicação linear é a que apresenta um comprimento maior que três vezes a largura.
- b) Indicação arredondada é a que apresenta formato circular ou elíptico, com comprimento igual ou menor que três vezes a largura.

16.2 As indicações devem ser avaliadas conforme um dos seguintes critérios citados nos anexos:

16.2.1 Anexo 3 - Critério de aceitação aplicável a **Vasos de Pressão, trocadores de calor e permutadores** (referência ASME VIII DIVISÃO 1 APÊNDICE 8).

16.2.2 Anexo 4 – Critério de aceitação aplicável a estruturas metálicas de aço carbono (referência AWS D1.1)

16.2.3 Anexo 5 – Critério de aceitação aplicável a soldas de tubulações utilizadas na compressão, bombeamento e transporte de petróleo em bruto, derivados de petróleo, gases combustíveis, dióxido de carbono e nitrogênio (referência API 1104)

16.2.4 Anexo 6 – Critério de aceitação aplicável a tubulações de processo normalmente encontrados em refinarias de petróleo, e indústrias químicas e celulose e terminais de processamento relacionados (referência ASME B 31.3)

16.2.5 Anexo 7 – Critério de aceitação aplicável a tubulações externas utilizadas em estações geradoras, sistemas de refrigeração e caldeiras em geral (referência ASME B 31.1)

16.2.6 Anexo 8 - Critério de aceitação aplicável a fundidos em geral (referência EN-1371)

16.2.7 As informações contidas nos anexos são exemplos de critérios de aceitação, baseados em normas, utilizados no método de END. A finalidade da inclusão destes critérios é o treinamento do candidato sob a supervisão do N3.



Nota: No ensaio de **corpos de prova** do exame prático de certificação, o critério a ser utilizado deverá ser:

- a) o indicado na Instrução do exame prático, ou
- b) caso não indicado como citado em “a” acima, deverá ser o indicado no momento do exame pelo examinador ou,
- c) caso não indicado em “a” ou “b” acima, o critério de aceitação a ser aplicado deverá ser o descrito no Anexo 3 deste procedimento.

17. LIMPEZA FINAL

17.1 Deve ser efetuada a limpeza de todas as peças ensaiadas conforme detalhado no item 8 deste procedimento.

18. FORMULÁRIO PARA RELATÓRIO DE REGISTRO DE RESULTADOS

18.1 As indicações devem ser registradas no formulário indicado no Anexo 1.

18.2 No Anexo 2A ou 2B as indicações devem ser desenhadas. O desenho deve representar as descontinuidades detectadas aproximando-se da realidade quanto ao tamanho e quantidade. Devem ser registradas todas as indicações detectadas com dimensão maior que 1,5 mm. No formulário do Anexo 2A ou 2B numerar as indicações possibilitando a correlação com o formulário apresentado no Anexo 1.

ANEXO 1 – FOLHA DE RELATÓRIO



**RELATÓRIO DE ENSAIO
LÍQUIDO PENETRANTE**

(IDENTIFICAÇÃO DO CEQ)

PROCEDIMENTO - N.º REV.		CRITÉRIO DE ACEITAÇÃO		RELATÓRIO N.º
MATERIAL		N.º cp.	CONDIÇÃO DA SUPERFÍCIE	FOLHA: de
				NORMA DE REFERÊNCIA

	REMOVEDOR	PENETRANTE	REVELADOR
Fabricante			
Marca/Modelo			
Lote			

N.º	Tipo de Descontinuidade	Localização (mm) de a	Dimensão (mm)	LAUDO	Croqui / Obsevação

LEGENDA:

Laudo:
A: Aprovado
R: Reprovado
NEC: Necessário Exame

Descontinuidades
TL: Trinca Longitudinal
TT: Trinca Transversal
SO: Sobreposição

FF: Falta de Fusão
PO: Porosidade
MO: Mordedura

☐ **APROVADO** ☐ **REPROVADO** ☐ **NEC**

NOME DO CANDIDATO:		NÚMERO:
MODALIDADE DO EXAME:		ASSINATURA DO CANDIDATO:
EMPRESA:	DATA:	VISTO DO EXAMINADOR:



LÍQUIDO PENETRANTE
PROCEDIMENTO DE END
PR-001

Manual: S-LP
Página: 10 de 39
Revisão: 14 (Jan/2026)

ANEXO 2A – FOLHA DE MAPEAMENTO LONGITUDINAL DAS DESCONTINUIDADES



Mapeamento Longitudinal da
descontinuidades

RELATÓRIO N.º

FOLHA: ____ de ____

Líquido Penetrante: Tipo: ☐ I ☐ II Técnica ☐ A ☐ B ☐ C ☐ D

Corpo de Prova n.º _____ ☐ Junta de ângulo ☐ Chapa Plana ☐ Tubo

0	250	500	750
50	300	550	800
100	350	600	850
150	400	650	900
200	450	700	950
250	500	750	1000

CANDIDATO: _____ SNQC N.º _____

ANEXO 2B – FOLHA DE MAPEAMENTO LONGITUDINAL DAS DESCONTINUIDADES



Mapeamento Longitudinal das Descontinuidades.



LÍQUIDO PENETRANTE Tipo: ☐ I ☐ II Técnica: ☐ A ☐ B ☐ C ☐ D ☐ E ☐ F ☐ G ☐ H ☐ I ☐ J ☐ K ☐ L ☐ M ☐ N ☐ O ☐ P ☐ Q ☐ R ☐ S ☐ T ☐ U ☐ V ☐ W ☐ X ☐ Y ☐ Z

PARTÍCULA MAGNÉTICA Técnica: ☐ Eletrodo ☐ Yoke ☐ Seca ☐ Úmida ☐ Colorida ☐ Fluorescente

PM 06 cp ☐ Via ☐ Eletrodo ☐ Yoke

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50

SNGC Nº _____

Candidato: _____



**ANEXO 3 – Critério de aceitação aplicável a Vasos de Pressão
(referência ASME VIII DIVISÃO 1 APÊNDICE 8)**

3.1 Avaliação das indicações

A indicação de uma descontinuidade pode ser maior do que a própria descontinuidade que a causa; entretanto, a forma da indicação (manchamento) é que deve ser utilizada para a aplicação do critério de aceitação. Devem ser consideradas relevantes somente às indicações cuja maior dimensão for superior a 1,5 mm (1/16").

- a) Indicação linear é a que apresenta um comprimento maior que três vezes a largura.
- b) Indicação arredondada é a que apresenta formato circular ou elíptico, com comprimento igual ou menor que três a largura.
- c) Quaisquer indicações questionáveis ou duvidosas devem ser submetidas a um reexame, para que se defina se elas são relevantes ou não.

3.2 Padrões de aceitação

Estes padrões de aceitação devem ser aplicados exceto quando outros padrões mais restritivos forem especificados para materiais ou aplicações específicas dentro desta divisão.

Todas as superfícies examinadas devem estar isentas de:

- a) Indicações lineares relevantes.
- b) Indicações arredondadas relevantes, maiores do que 5 mm (3/16").
- c) Quatro ou mais indicações arredondadas relevantes alinhadas, separadas por uma distância igual ou menor que 1,5 mm (1/16"), medidas entre bordas de indicações consecutivas.

**ANEXO 4 – Critério de aceitação aplicável a estruturas metálicas de aço carbono
(referência AWS D1.1)**

O ensaio de Líquido Penetrante pela norma AWS é uma extensão do ensaio visual e os critérios aplicados são os mesmos, portanto a avaliação das descontinuidades deve ser baseada na dimensão real da descontinuidade, medida após remoção do revelador e não no manchamento como requerido na norma ASME.

O critério de aceitação deve ser aplicado conforme a tabela abaixo:

Critérios	Estruturas estaticamente carregadas	Estruturas ciclicamente carregadas	Juntas tubulares
(1) Trincas (de qualquer origem) – a solda não deve apresentar trincas	X	X	X
(2) Fusão na solda e metal base – Deve existir uma total fusão entre as camadas de metal de solda e entre metal de solda e metal de base	X	X	X
(3) Tempo para execução do ensaio – O ensaio pode ser realizado imediatamente após a conclusão e resfriamento da solda, exceto para os aços ASTM A 514, ASTM A 517, e ASTM A 709 Graus 100 e 100W, aços que devem ser ensaiados pelo menos 48 horas após a conclusão da solda.	X	X	X
(4) Porosidade (a) Juntas de topo com penetração total, transversal aos esforços de tração não devem ter porosidade visível. Para todas as outras soldas em chanfro e em ângulo, o somatório das porosidades visíveis com 1 mm (1/32") ou mais de diâmetro, não deve exceder a 10 mm (3/8") em qualquer 25 mm (1") de solda linear e não deve ter mais que 19 mm (3/4") em qualquer 305 mm (12") de solda.	X		
(b) A quantidade de porosidade em juntas de ângulo não deve exceder a 1 a cada 100 mm (4") de solda e o diâmetro máximo não deve exceder a 2 mm (3/32").		X	X
(c) Juntas de topo com penetração total, transversais aos esforços de tração não devem ter porosidade visível. Para todas as outras soldas em chanfro a quantidade de porosidade não devem exceder a 1 em cada 100 mm (4") de solda e o diâmetro máximo não deve exceder 2 mm (3/32").		X	X

Notas:

- "X" indica que o critério é aplicável para o tipo de conexão e o quadro em branco indica que não é aplicável.
- Esta tradução apresenta alguns tópicos da tabela original que consta na norma AWS, com os itens aplicáveis ao ensaio de líquido penetrante, sempre considerando que foi realizado um ensaio visual antes do ensaio de líquido penetrante. Portanto descontinuidades como mordeduras e outras, devem ser avaliadas pelo ensaio visual.



ANEXO 5 – Critério de aceitação aplicável a tubulação de transporte (referência API 1104)

O texto abaixo foi extraído e traduzido da norma API 1104 sendo detalhados apenas os tópicos relativos ao método de líquido penetrante. Adaptações deste critério podem ser necessárias para adequar aos demais métodos de END utilizados e devem ser analisadas pelo responsável Nível 3. As figuras de porosidade foram acrescentadas para auxiliar a avaliação, entretanto não estão em verdadeira grandeza e devem ser utilizadas as figuras em escala real como apresentado no texto original da norma.

5.1 Classificação das descontinuidades

1. As indicações produzidas pelo ensaio de líquido penetrante não necessariamente são imperfeições. Marcas de usinagem, riscos, e condições superficiais podem produzir indicações similares às indicações produzidas por imperfeições, mas para efeito de aceitação elas não são relevantes. Os critérios dados nos itens 2 e 3 abaixo são aplicados quando as indicações são produzidas por imperfeições.
2. Qualquer indicação com uma dimensão máxima de 2 mm ou menor deve ser classificada como uma indicação não relevante. Qualquer indicação maior acreditada como sendo não relevante deve ser considerada como relevante até que um reexame por líquido penetrante ou outro método de ensaio não destrutivo determine se a indicação é proveniente de uma imperfeição ou não. A superfície deve ser melhorada por uma técnica de desbaste ou outra forma de condicionamento, antes do reexame. Depois que uma indicação é determinada como sendo não relevante, outras indicações não relevantes do mesmo tipo não precisam ser reexaminadas.
3. Indicações relevantes são aquelas produzidas por imperfeições. Indicações lineares são aquelas na qual o comprimento é maior que três vezes a largura. Indicações arredondadas são aquela na qual o comprimento é igual a três vezes a largura ou menor.

5.2 Critério de Aceitação

Indicações Relevantes devem ser consideradas como defeitos quando alguma das seguintes condições existir:

5.2.1 Indicações Lineares

- (a). Indicações lineares avaliadas como trincas de cratera (*crater crack*) ou trincas irradiantes (*star crack*) e excederem a 4 mm de comprimento.
- (b). Indicações lineares avaliadas como trincas, excluindo trincas de cratera (*crater crack*) ou trincas irradiantes (*star crack*).
- (c). Indicações lineares classificadas como IF (falta de fusão na raiz ou no topo da junta, abertas à superfície) e excedendo a 25 mm de comprimento total em 300 mm de comprimento total e contínuo da solda ou 8% do comprimento da solda.

5.2.2 Indicações Arredondadas

As indicações arredondadas devem ser avaliadas de acordo com os critérios aplicáveis ao ensaio radiográfico para porosidade conforme descrito nos itens abaixo, como aplicável. Para critério de avaliação, a máxima dimensão de uma indicação arredondada deve ser considerada como sendo seu tamanho.

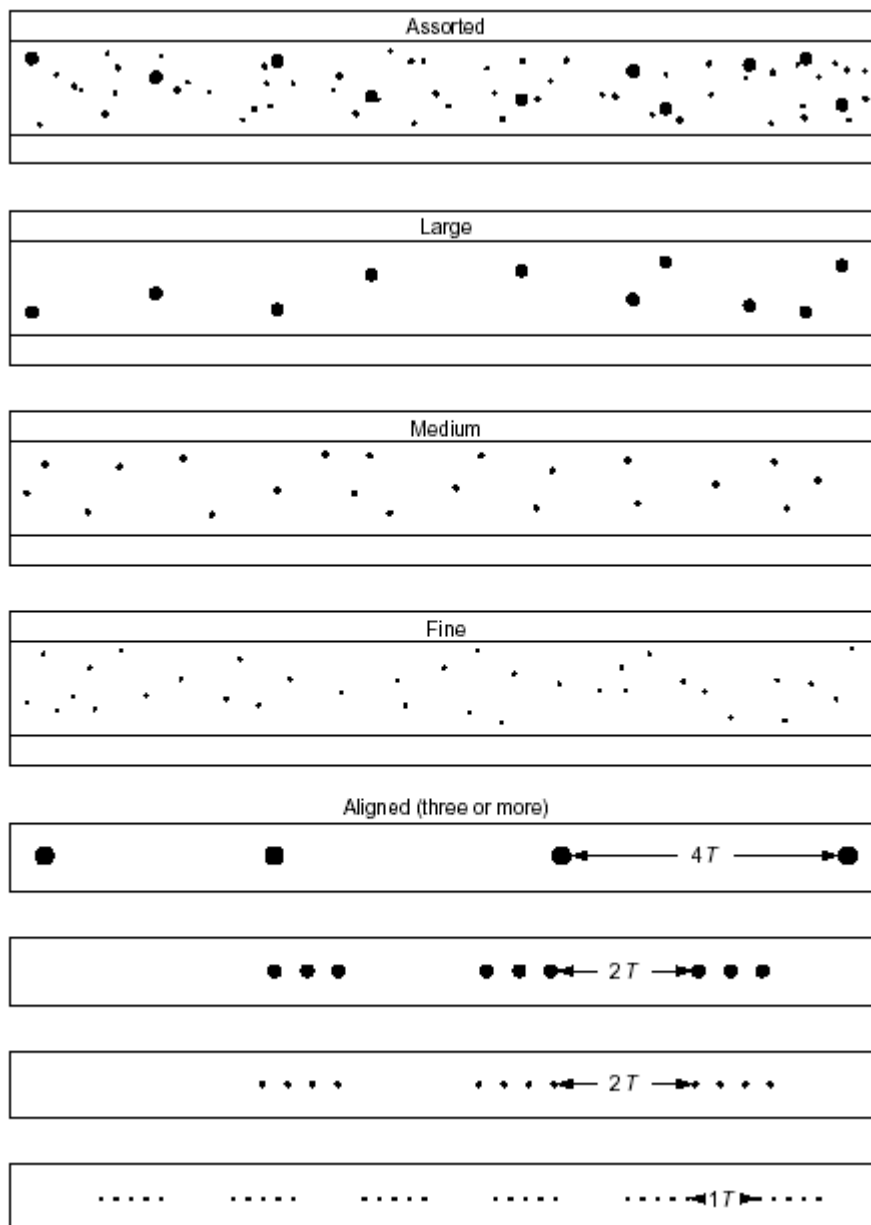
Nota: Quando existir dúvidas sobre o tipo de imperfeição que está por trás da indicação, uma verificação deve ser feita utilizando-se outro método de ensaio não destrutivo.

1. Porosidade individual ou aleatória (P) deve ser inaceitável se alguma das seguintes condições existir:
 - (a). O tamanho de um poro individual exceder 3 mm;
 - (b). O tamanho de um poro individual exceder a 25% da espessura nominal da parede mais fina da junta;
 - (c). A distribuição da porosidade exceder a concentração permitida pelas figuras 1 e 2.

2. Porosidade agrupada (CP – *Cluster porosity*) que ocorram no passe de acabamento devem ser inaceitáveis quando qualquer das seguintes condições existir:

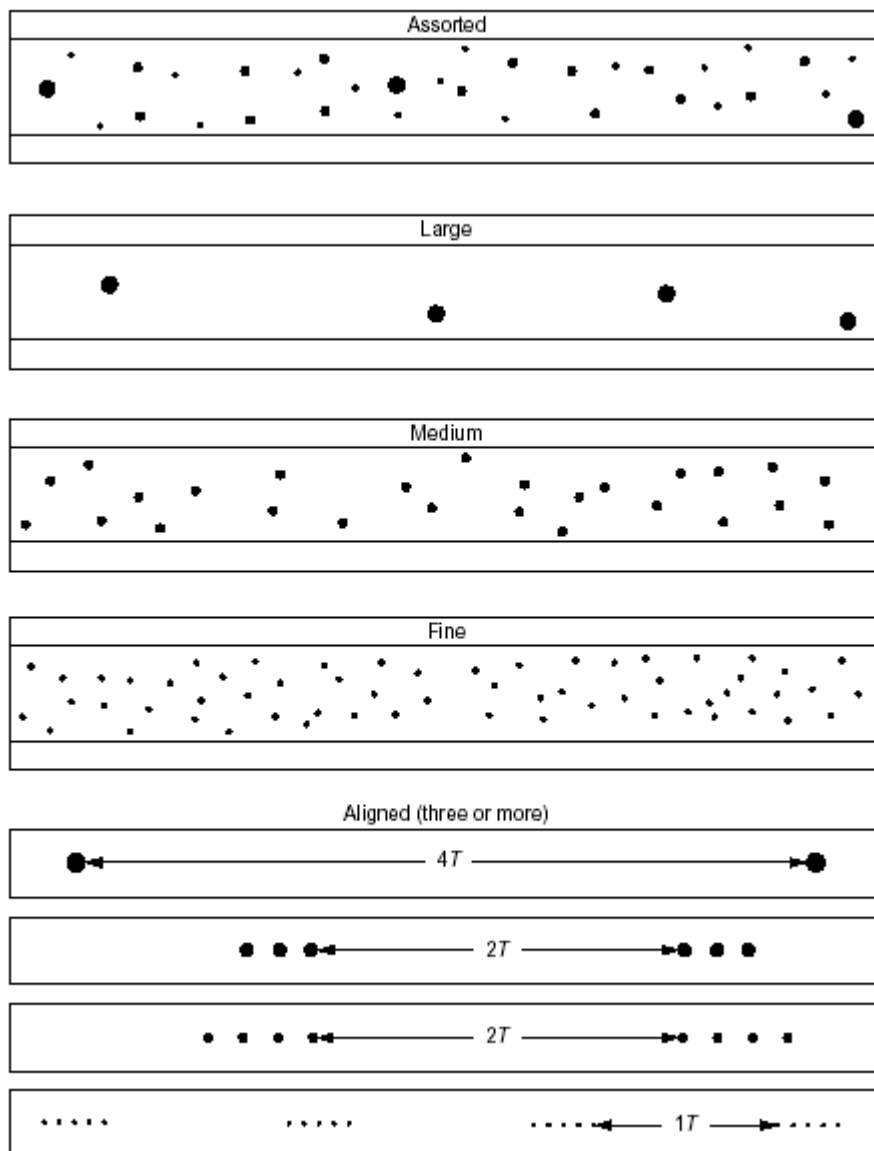
- (a). O diâmetro do agrupamento exceder a 13 mm;
- (b). O comprimento agregado do CP em qualquer 300 mm contínuos de comprimento de solda exceder 13 mm.

Figura 1 – Distribuição máxima de porosidade: espessura de parede menor ou igual a 12,5 mm (1/2 in.)



Nota: O tamanho dos poros não está desenhado em escala real: para dimensões máximas aceitáveis verifique os itens 1 e 2 acima

Figura 2 – Distribuição máxima de porosidade: espessura de parede maior que 12,5 mm (1/2 in.)



Nota: O tamanho dos poros não está desenhado em escala real: para dimensões máximas aceitáveis verifique os itens 1 e 2 acima



ANEXO 6 – Critério de aceitação aplicável a tubulações de processo (referência ASME B 31.3)

As indicações de líquido penetrante são causadas pelo sangramento de um pigmento visível ou fluorescente de uma descontinuidade superficial na área em ensaio. No entanto, todas essas indicações não são necessariamente imperfeições, uma vez que a rugosidade excessiva, a má preparação da superfície etc., podem produzir indicações não relevantes.

Evidência inadvertida de penetrante não relacionado a sangramento real é classificada como uma indicação falsa. As indicações devem ser analisadas como relevantes, não relevantes ou falsas.

Preparação de superfície adicional e / ou outros métodos de ensaio podem ser usados conforme necessário para verificar a relevância de uma indicação.

A indicação de uma descontinuidade pode ser maior do que a própria descontinuidade que a causa; entretanto, o tamanho da indicação (manchamento) é a base para aplicação do critério de aceitação. Somente indicações que tenham qualquer dimensão maior do que 1,5 mm (1/16") devem ser consideradas relevantes.

(a) Indicações

(1) Indicação linear é a que apresenta um comprimento maior que três vezes a largura.

(2) Indicação arredondada é a que apresenta formato circular ou elíptico, com comprimento igual ou menor que três a largura.

(b) Exame

Todas as superfícies examinadas devem estar isentas de:

(1) Indicações lineares relevantes.

(2) Indicações arredondadas relevantes, maiores do que 5,0 mm (3/16").

(3) Quatro ou mais indicações arredondadas relevantes alinhadas, separadas por uma distância igual ou menor que 1,5mm (1/16"), medidas entre bordas de indicações consecutivas.



ANEXO 7 – Critério de aceitação aplicável a tubulações externas de caldeiras (referência ASME B 31.1)

7.1 Avaliação das indicações

7.1.1 Descontinuidades são indicadas pela sangria do penetrante, entretanto, imperfeições localizadas na superfície, tais como as que ocorrem devido a marcas de usinagem ou condições superficiais, podem produzir indicações similares, mas devem ser consideradas como não relevantes.

7.1.2 Qualquer indicação classificada como não relevante deve ser considerada como um defeito e deve ser reexaminada para verificar se um defeito está presente ou não. Um condicionamento da superfície pode preceder o reexame. Indicações não relevantes e áreas com excesso de pigmentação que possam mascarar defeitos devem ser inaceitáveis.

7.1.3 Indicações relevantes são aquelas que resultam de imperfeições mecânicas. Indicações lineares são aquelas indicações nas quais o comprimento é maior que três vezes a largura. Indicações arredondadas são indicações circulares ou elípticas com o comprimento menor ou igual a três vezes a largura.

7.1.4 A indicação de uma descontinuidade pode ser maior do que a própria descontinuidade que a causa; entretanto, a forma da indicação (manchamento) é que deve ser utilizada para a aplicação do critério de aceitação.

7.2 Padrão de aceitação

Indicações com a maior dimensão superior a 1,5 mm (1/16") devem ser consideradas relevantes. As seguintes indicações relevantes são inaceitáveis:

7.2.1 Qualquer trinca ou indicação linear;

7.2.2 Indicações arredondadas relevantes, maiores do que 5 mm (3/16");

7.2.3 Quatro ou mais indicações arredondadas relevantes alinhadas, separadas por uma distância igual ou menor que 2,0 mm (1/16"), medidas entre bordas de indicações consecutivas.

7.2.4 Dez ou mais indicações arredondadas em qualquer 3870 mm² de superfície com a maior dimensão desta área não excedendo a 150 mm com a área utilizada na localização mais desfavorável relativo às indicações que estão sendo avaliadas.

ANEXO 8 – Critério de aceitação aplicável a fundidos em geral (EN-1371)

8.1 Critério de aceitação

8.1.1 Indicações de descontinuidades

8.1.1.1 Geral

A indicação de descontinuidades pode ser não linear (isolada ou em grupos), alinhada ou linear. Apesar de que geralmente o ensaio por líquido penetrante não pode ser feito para a determinação das descontinuidades detectadas, ela permite que tais descontinuidades sejam avaliadas através do comprimento L da indicação. A seguinte nomenclatura deve ser utilizada:

- L – Indica comprimento
- W – Indica largura
- T – Indica a espessura da seção
- P – Indica líquido penetrante
- SP – Indica indicação não linear isolada
- CP – Indica indicação não linear agrupada
- AP – Indica indicação alinhada
- LP – Indica indicação linear

8.1.1.2 Critérios

Os vários tipos de indicação de penetrante podem corresponder às descontinuidades (A, B, C, etc) mostradas na Tabela 1 abaixo que cita indicações de líquido penetrante do tipo não lineares, lineares ou alinhadas em relação à natureza das descontinuidades.

Tabela 1

Natureza das descontinuidades	Símbolo	Tipos de indicações de inspeção de líquido penetrante			
		Não linear		Linear	Alinhada
		Isolada (SP)	Agrupada (CP)	LP	AP
Porosidade devido a gás	A	X	X	-	X
Inclusões de areia e/ou escória	B	X	X	-	X
Rechupe devido ao nitrogênio ¹	C	X	X	X	X
Trincas	D	-	-	X	X
Trinca de contração	E	-	-	X	X
Inclusão (Insertos)	F	X	-	X	X
Junta fria e gota fria	H	-	-	X	X
¹ Somente para aço fundido					

8.1.2 Definição da indicação do ensaio de líquido penetrante

8.1.2.1 Indicação linear (LP): Uma indicação com a principal dimensão três ou mais vezes maior que a sua menor dimensão ($L \geq 3 W$).

8.1.2.2 Indicação não linear: Uma indicação com a maior dimensão menor que três vezes a menor dimensão ($L < 3 W$).

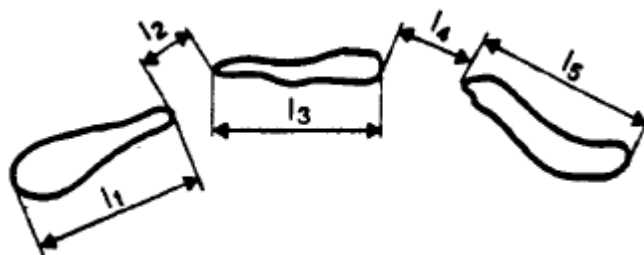
- Isolada (SP):
- Agrupada (CP): área de indicações múltiplas, a distância entre as indicações não pode ser medida (parecem formar somente uma indicação).

8.1.2.3 Indicação alinhada (AP): Indicações que são:

- Lineares: a distância entre duas indicações é menor do que o comprimento da maior descontinuidade no alinhamento.
- Não lineares: a distância entre as indicações é menor que 2 mm e pelo menos três indicações estão presentes.

Um alinhamento de indicações é considerado uma indicação única. Seu comprimento é igual ao comprimento “L” total do alinhamento.

OBS: O comprimento L total é a distância desenvolvida entre o ponto de início da primeira descontinuidade e o ponto de término da última descontinuidade. Exemplo: na figura abaixo $L = l_1 + l_2 + l_3 + l_4 + l_5$.



8.1.3 Níveis de severidade

8.1.3.1 Geral

Os níveis de severidade são apresentados de acordo com as Tabelas 2 e 3 deste anexo. É necessário realizar o ensaio em uma superfície que corresponda a um certo grau de acabamento (ver item 8 do procedimento), dependendo do nível de severidade desejado.

O ensaio de líquido penetrante para cada tipo de indicação e seu nível de severidade deve ser especificado pelo comprador no momento do pedido, dependendo do uso dos fundidos e acordado com o fabricante.

As indicações de penetrantes a serem levadas em conta devem ter dimensões de acordo com o nível de severidade.

8.1.3.2 Critério

O comprimento máximo permissível para as indicações lineares e alinhadas varia com a espessura de seção t . Três tipos de espessura de seção são especificados (veja a Tabela 3 deste anexo).



- tipo **a**: $t \leq 16$ mm;
- tipo **b**: $16 \text{ mm} < t \leq 50$ mm;
- tipo **c**: $t > 50$ mm;

As Tabelas 2 e 3 deste anexo mostram também os comprimentos mínimos abaixo dos quais as indicações não devem ser levadas em consideração no nível de severidade em questão.

8.1.3.3 Indicações do ensaio de líquido penetrante

A Tabela 2 deste anexo corresponde às indicações não lineares isoladas e não lineares agrupadas.

Exemplos de indicações não lineares são exibidos nos Anexos B e C (EN-1371). Elas foram estabelecidas de acordo com a Tabela 2; as figuras de referência são fornecidas para e devem ser interpretadas contra uma escala de 1:1.

A Tabela 3 deste anexo corresponde a indicações lineares e alinhadas.

As Tabelas 2 e 3 deste anexo são independentes uma da outra (diferentes níveis de severidade podem ser selecionados dessas tabelas).

8.2 Classificação das indicações e interpretação dos resultados

8.2.1 Classificação das indicações usando as Tabelas 2 e 3 deste anexo

8.2.1.1 Geral

Para classificar uma indicação de descontinuidade, é necessário colocar uma moldura de 105 mm x 148 mm no local mais desfavorável, ou seja, aquela que exibe a maior severidade de descontinuidades.

8.2.1.2 Indicações não lineares

Somente aquelas indicações com comprimento maior que L_1 devem ser consideradas (veja a Tabela 2 deste anexo).

A soma das áreas de superfície destas indicações deve ser calculada. Se a superfície do fundido é menor que a área de referência (105 mm x 148 mm) a superfície das indicações deve ser proporcionalmente reduzida.

O comprimento destas indicações deve ser medido.

O nível das indicações (SP e CP) deve ser estabelecido usando a Tabela 2 deste anexo.

8.2.1.3 Indicações lineares e alinhadas

O comprimento L das indicações isoladas maiores que o comprimento mínimo considerado, definido pelo nível de severidade exigido, deve ser medido. A soma das indicações incluídas na moldura de 105 mm x 148 mm deve ser calculada.

A espessura de seção t no local de inspeção deve ser medida.

O nível das indicações LP e AP deve ser estabelecido usando a Tabela 3 deste anexo.

Os comprimentos das indicações lineares e alinhadas maiores que o comprimento mínimo devem ser somados e o resultado deve ser comparado ao comprimento "cumulativo" especificado na Tabela 3 deste anexo.



8.2.2 Classificação das indicações usando as figuras de referência

O nível de severidade 5 corresponde às maiores indicações. O nível de severidade 1 corresponde às menores indicações.

Geralmente, as figuras de referência são usadas para os níveis de severidade 1, 2, 3, 4 e 5. Em uma eventual dúvida ou quando existe uma discussão sobre a interpretação de níveis de severidade os valores contidos nas Tabelas 2 e 3 devem ser discutidos.

As figuras de referência iguais às indicações não lineares, bem como as lineares e alinhadas, (veja as Tabelas 2 e 3 deste anexo) são exibidas nos Anexos B e C (EN-1371) e serve como uma orientação e desenhadas em escala 1:1.

Uma figura real e uma figura de referência são equivalentes quando a mesma superfície total de indicações (não linear) e/ou o mesmo comprimento de indicações lineares e alinhadas de aparência similar tiverem sido detectadas. As descontinuidades máximas permissíveis podem aparecer simultaneamente na área de 105 mm x 148 mm.

8.2.3 Interpretação dos resultados

O fundido é considerado em conformidade com este padrão quando o nível observado de severidade for igual a, ou melhor, que aquele especificado no pedido. Se, para qualquer tipo de indicação, o nível observado de severidade for pior que aquilo especificado no pedido, o fundido deve ser considerado não conforme com este padrão.

OBSERVAÇÃO: Indicações não lineares bem como as lineares e alinhadas podem aparecer simultaneamente na mesma parte do fundido.

8.2.4 Sequência para a aplicação do critério de aceitação

- Antes de realizar o ensaio verificar o nível de severidade exigida para a peça e conforme a região da peça.
- Após executado o ensaio e detectado um conjunto de indicações, verificar se as mesmas são lineares, não lineares (arredondadas) ou alinhadas. Para diferenciar linear de não linear compare os valores do comprimento "L" e largura "W", se $L < 3 W$ a indicação é não linear se $L \geq 3 W$ a indicação é linear.
- Verificar qual o tamanho mínimo da indicação para ser considerada relevante e, portanto, passível de interpretação nas Tabelas 2 deste anexo (SP ou CP) ou 3 deste anexo (LP e AP) e nas figuras de referência.
- Analisar as indicações de forma isolada para verificar se as mesmas estão dentro dos valores máximo permitidos nas Tabelas 2 e 3 deste anexo para indicações isoladas.
- Analisar também o conjunto das indicações. No caso de indicações não lineares, verificar se a quantidade máxima de indicações não excede o valor estipulado na Tabela 2 deste anexo. Para indicações lineares (LP) e alinhadas (AP), verificar se a soma dos comprimentos das indicações não excede o valor máximo estipulado (cumulativo-C) conforme a Tabela 3 deste anexo. Considerar sempre uma moldura equivalente a um retângulo de 105 mm x 148 mm.

Tabela 2 - Níveis de severidade para o ensaio por líquido penetrante



Característica	Níveis de Severidade							
	SP 01 ²⁾ CP 01 ²⁾	SP 02 CP 02	SP 03 CP 03	SP 1 CP 1	SP 2 CP 2	SP 3 CP 3	SP 4	SP 5
Meios de inspeção	Lente de aumento ou olho nu	Olho nu						
Aumento para observação de indicação de penetrante	≤ 3	1						
Diâmetro da menor indicação a ser considerado em mm	0,3	0,5	1	1,5	2	3	5	5
Número máximo permitido de indicações não-lineares	5	6	7	8	8	12	20	32
Tamanho máximo permitido de indicação de descontinuidade A, B, C e F em mm.								
- indicações isoladas SP	1	1	1,5	3	6	9	14	21
- indicações agrupadas CP (para ligas de alumínio somente com o máximo de 2 por área)	3	4	6	10	16	25	-	-

¹⁾ Tal que $L < 3 W$ onde L é o comprimento e W é a largura da indicação.
²⁾ Nível de severidade aplicado em casos específicos.

NOTA 1: Somente valores expressos nesta tabela são válidos. Figuras de referência são somente para informação (veja os Anexos B e C).

NOTA 2: A sensibilidade pode variar dependendo do método de inspeção de penetrante selecionado.

NOTA 3: As indicações de penetrante podem aumentar ao longo do tempo e isso deve ser considerado.

Tabela 3 - Níveis de severidade para o ensaio por Líquido Penetrante
Indicações lineares (LP) e Alinhadas (AP)¹⁾

Característica		Níveis de Severidade											
		LP 001 AP 001	LP 01 AP 01	LP 1 AP 1	LP 2 AP 2	LP 3 AP 3	LP 4 AP 4	LP 5 AP 5					
Meios de inspeção		Lente de aumento ou olho nu		Olho nu									
Aumento para observação de $t \leq 16 \text{ mm}$ de penetrante		≤ 3		1									
Comprimento da menor indicação a ser considerado em mm		0,3		1,5	2	3	5	5					
Arranjo das indicações isoladas (I) ou cumulativas (c)		I ou C		I	C	I	C	I	C	I	C	I	C
Comprimen to máximo permitido de indicações lineares (LP) e alinhadas (AP) dependend o da espessura da seção t em mm^2)	Espessura da seção Tipo "a" $t \leq 16 \text{ mm}$	0	1	2	4	4	6	6	10	10	18	18	25
	Espessura da seção Tipo "b" $16 \text{ mm} < t \leq 50 \text{ mm}$	0	1	3	6	6	12	9	18	18	27	27	40
	Espessura da seção Tipo "c" $t > 50 \text{ mm}$	0	2	5	10	10	20	15	30	30	45	45	70
Segundo o anexo D		Figura D.1	Figura D.2	Figura D.3	Figura D.4	Figura D.5	Figura D.6	Figura D.7					

¹⁾ O comprimento L de uma indicação alinhada é a distância entre o ponto de partida da primeira descontinuidade e a extremidade oposta da última descontinuidade ($L \leq 3 W$).

²⁾ Não existe uma relação entre a faixa de espessura da parede e o comprimento máximo da trinca, relacionado a um estudo de mecânica de fratura. Contudo, esta tabela é um guia útil onde não existir um parâmetro definido pela mecânica da fratura.

NOTA 1: Somente valores expressos nesta tabela são válidos. Figuras de referência são somente para informação (veja o Anexo D).

NOTA 2: Os níveis de severidade 001, 01 e 1 são difíceis de alcançar e devem ser especificados com cuidado.

NOTA 3: A sensibilidade pode variar dependendo do método de inspeção de penetrante selecionado.

NOTA 4: As indicações de penetrante podem aumentar ao longo do tempo e isso deve ser considerado.

Anexo B (EN-1371) (informativo)

1.1. FIGURAS DE REFERÊNCIA – INDICAÇÕES ISOLADAS NÃO LINEARES DESIGNADAS SP

Válido para todas as ligas fundidas com a exceção das ligas de alumínio e magnésio.

OBSERVAÇÃO: Todas as figuras de referência exibidas neste anexo são somente para propósitos de orientação e são desenhadas e devem ser usadas em uma escala de 1:1.

“as figuras citadas abaixo devem ser observadas na norma original, pois devem ser observadas em escala 1:1. A tradução do critério foi inserida no procedimento para facilitar a aplicação por parte dos inspetores, mas a norma original deve sempre ser utilizada para comparação com as figuras.”

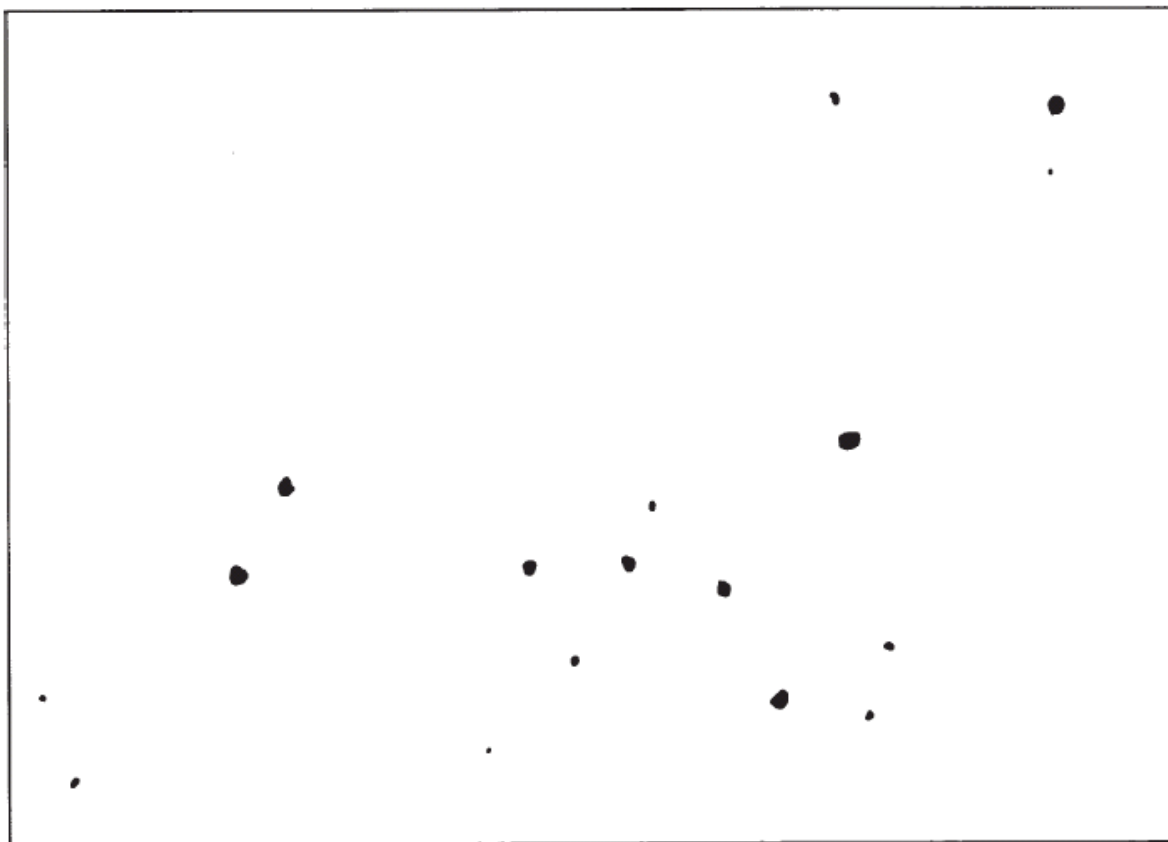


Figura B.1: Nível de severidade SP 1

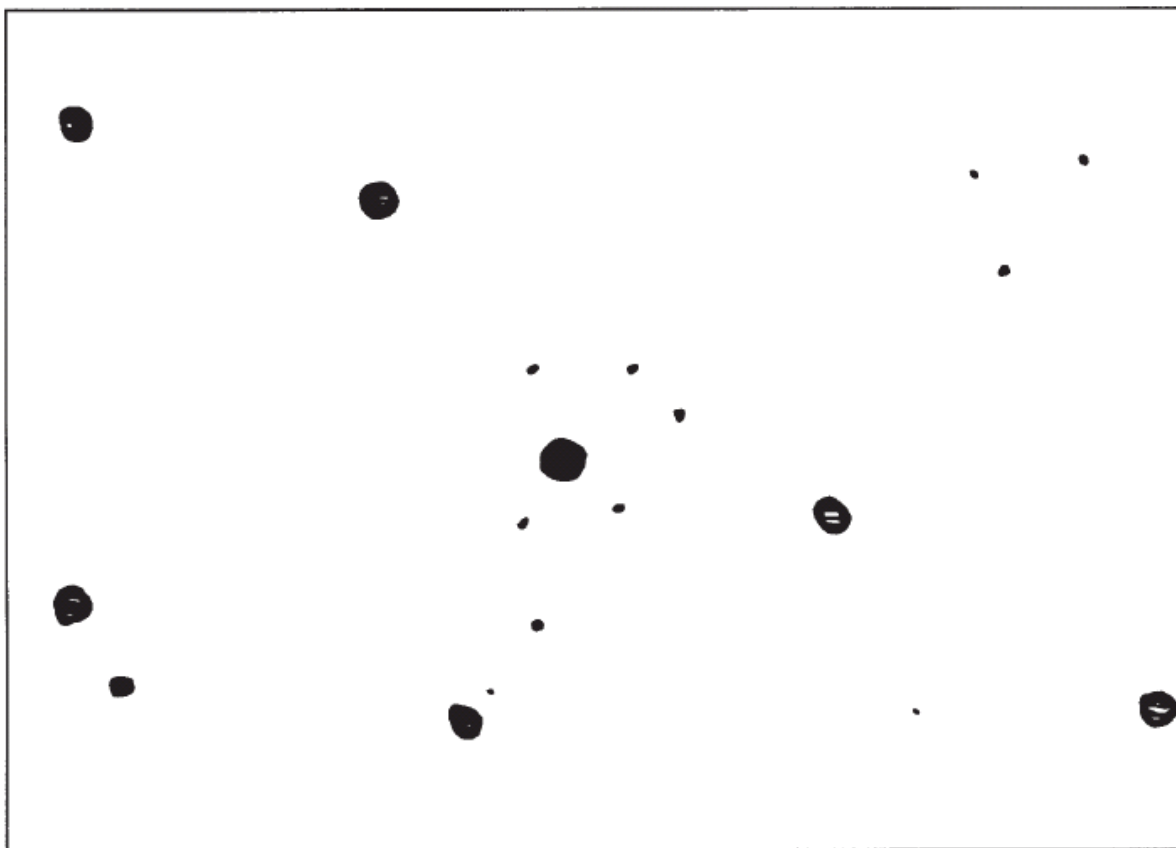


Figura B.2: Nível de severidade SP 2



Figura B.3: Nível de severidade SP 3

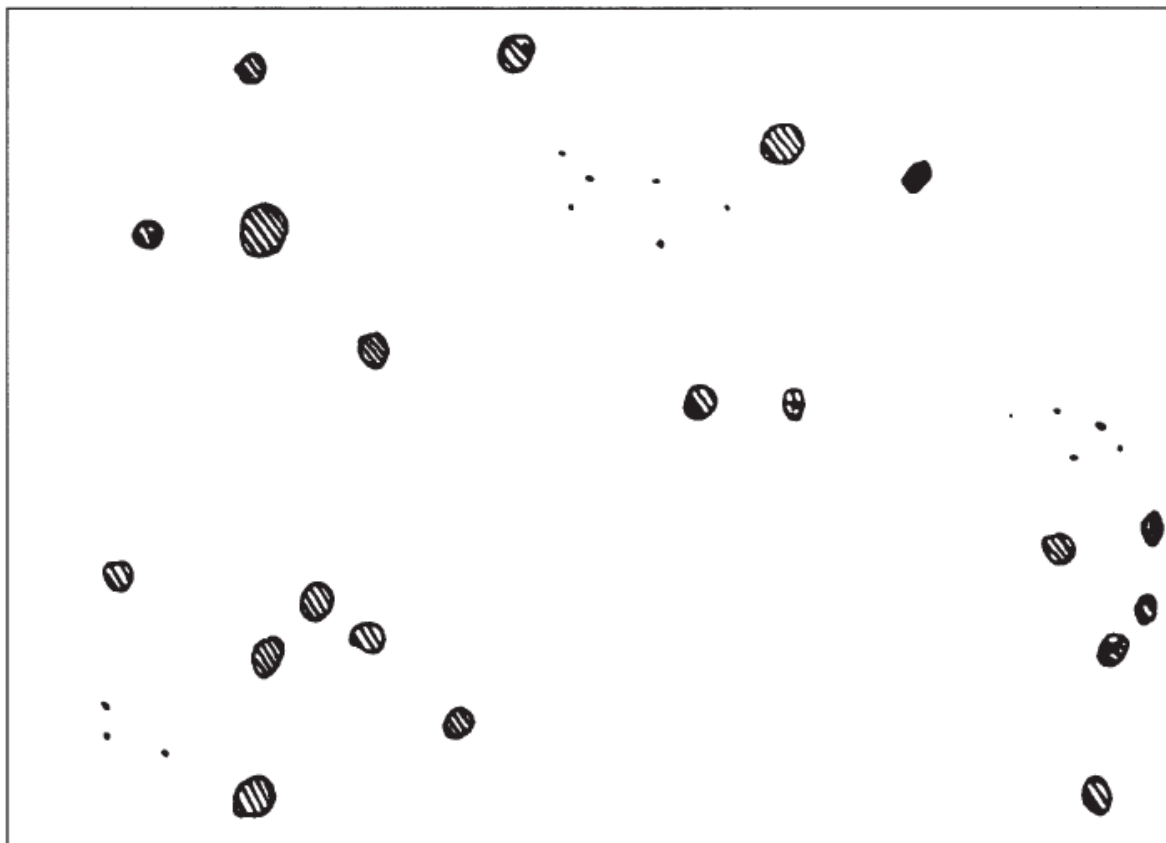


Figura B.4: Nível de severidade SP 4

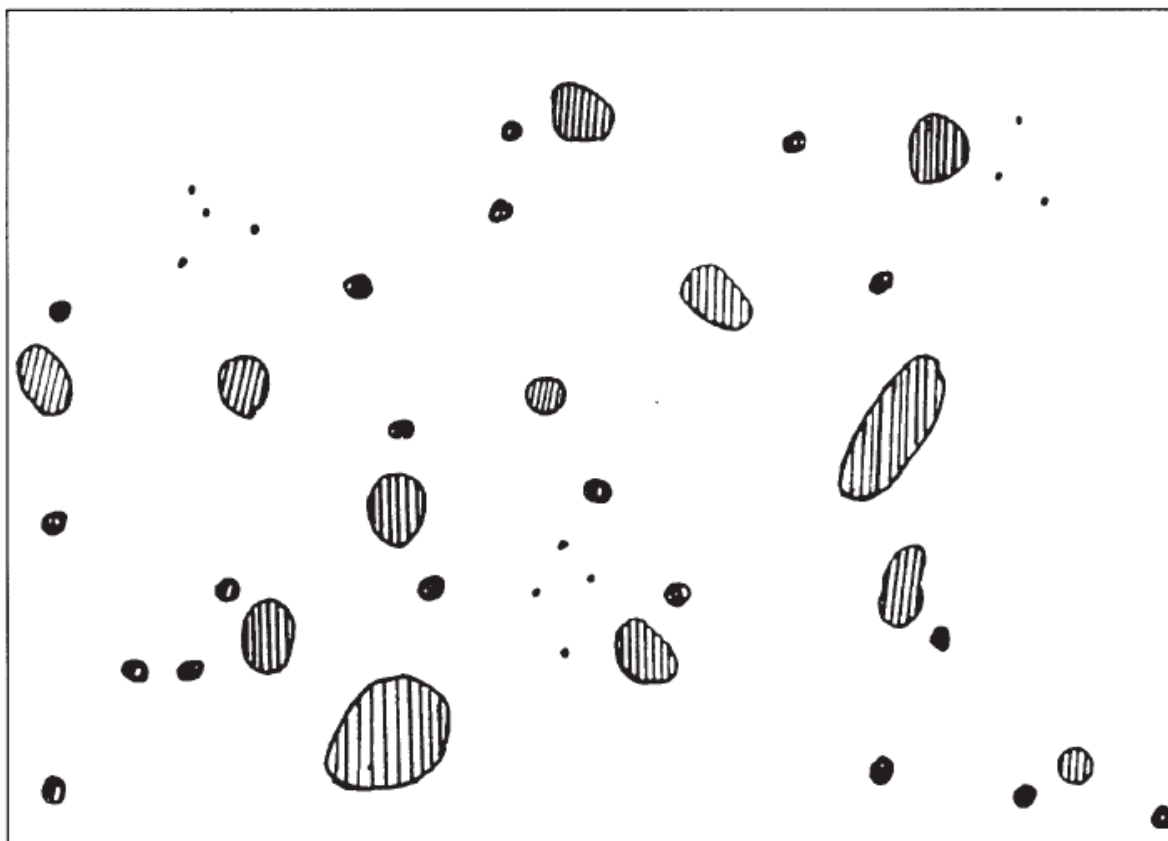


Figura B.5: Nível de severidade SP 5

Anexo C (EN-1371) (informativo)

1.2. FIGURAS DE REFERÊNCIA – INDICAÇÕES NÃO LINEARES DESIGNADAS SP E CP

Válido somente para ligas fundidas de alumínio e magnésio.

OBSERVAÇÃO: Todas as figuras de referência exibidas neste anexo são somente para propósitos de orientação e são desenhadas e devem ser usadas em uma escala de 1:1.

“as figuras citadas abaixo devem ser observadas na norma original, pois devem ser observadas em escala 1:1. A tradução do critério foi inserida no procedimento para facilitar a aplicação por parte dos inspetores, mas a norma original deve sempre ser utilizada para comparação com as figuras.”

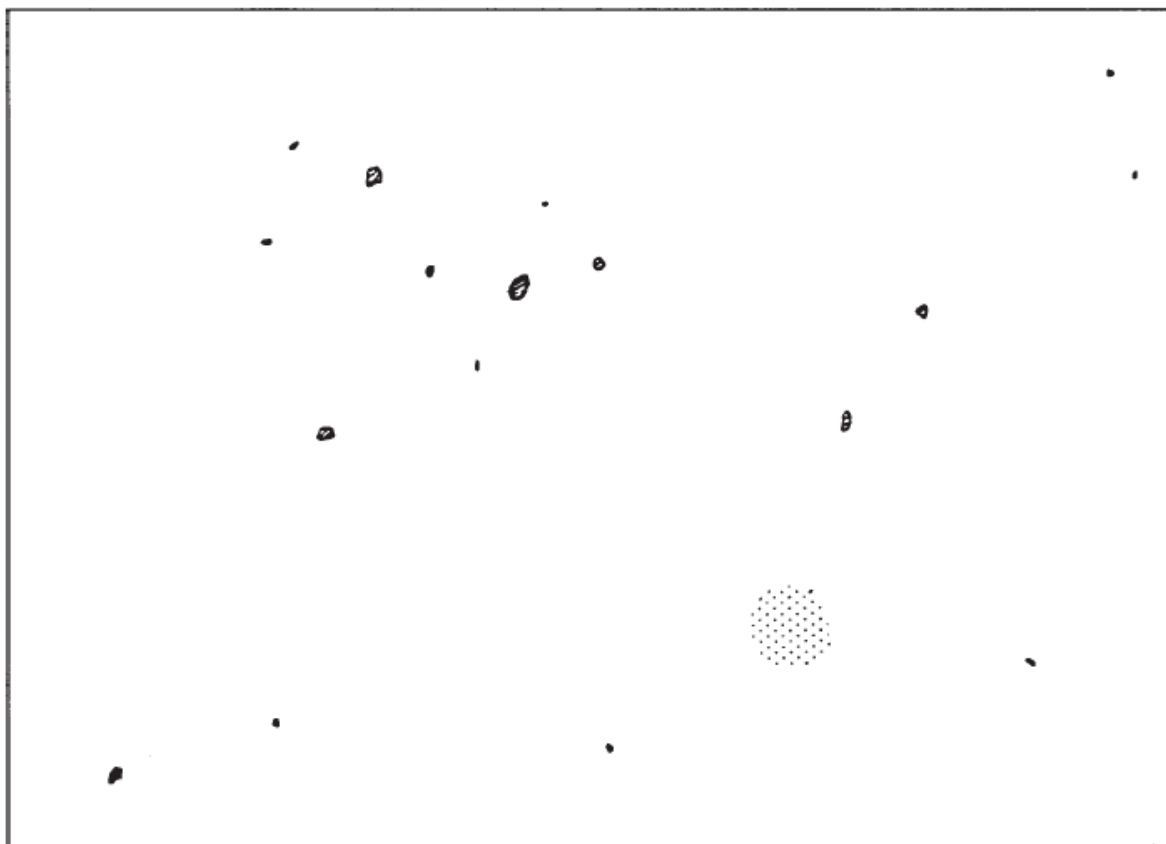


Figura C.1: Nível de severidade SP 1 – CP 1

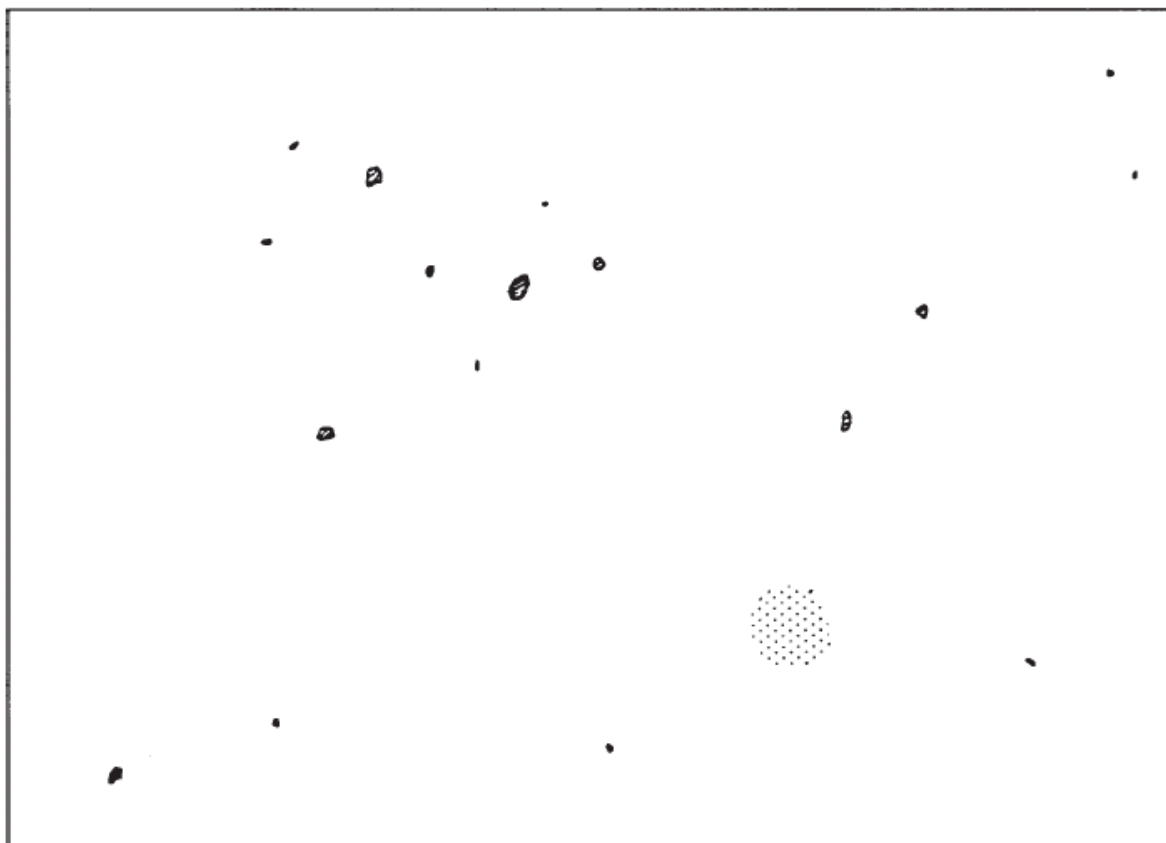


Figura C.2: Nível de severidade SP 2 – CP 2

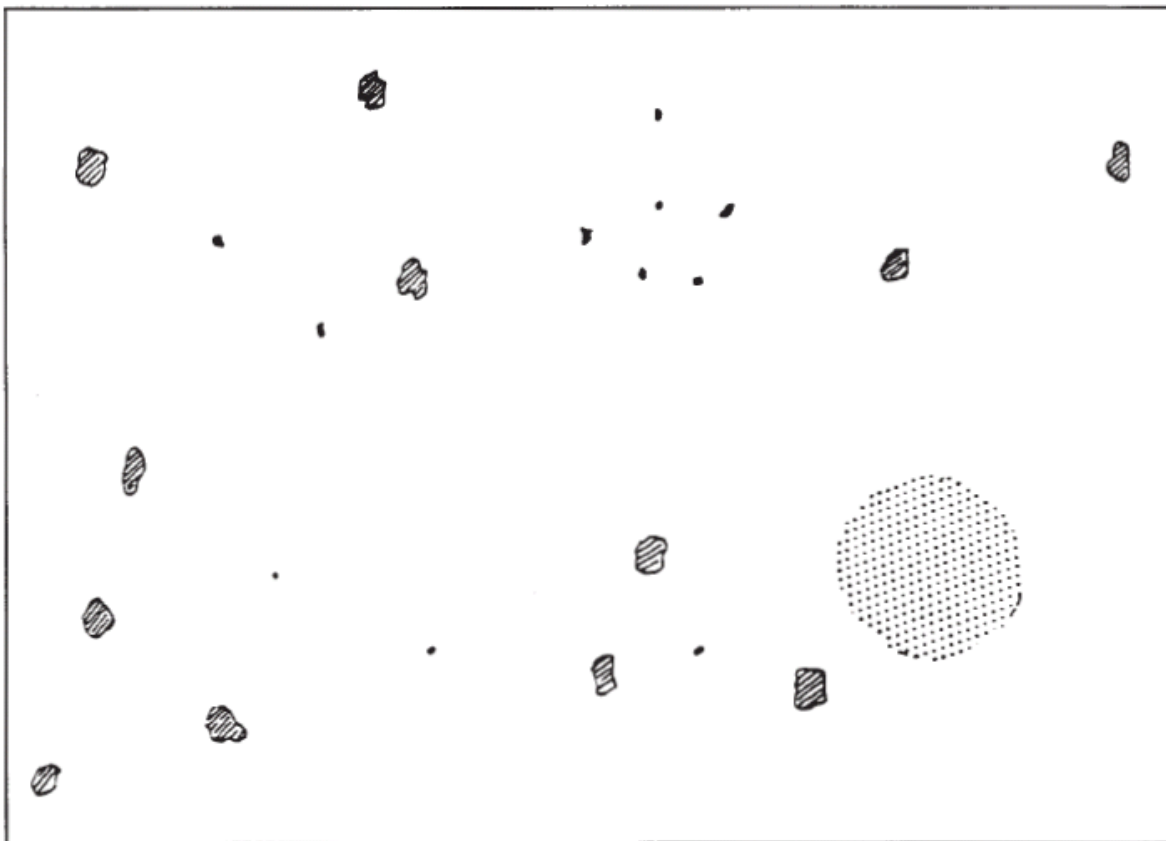


Figura C.3: Nível de severidade SP 3 – CP 3

Anexo D (EN-1371) (informativo)

1.3. FIGURAS DE REFERÊNCIA – INDICAÇÕES LINEARES E ALINHADAS DESIGNADAS LP E AP

Válido para todas as ligas fundidas.

OBSERVAÇÃO: Todas as figuras de referência exibidas neste anexo são somente para propósitos de orientação e são desenhadas e devem ser usadas em uma escala de 1:1.

“as figuras citadas abaixo devem ser observadas na norma original, pois devem ser observadas em escala 1:1. A tradução do critério foi inserida no procedimento para facilitar a aplicação por parte dos inspetores, mas a norma original deve sempre ser utilizada para comparação com as figuras.”

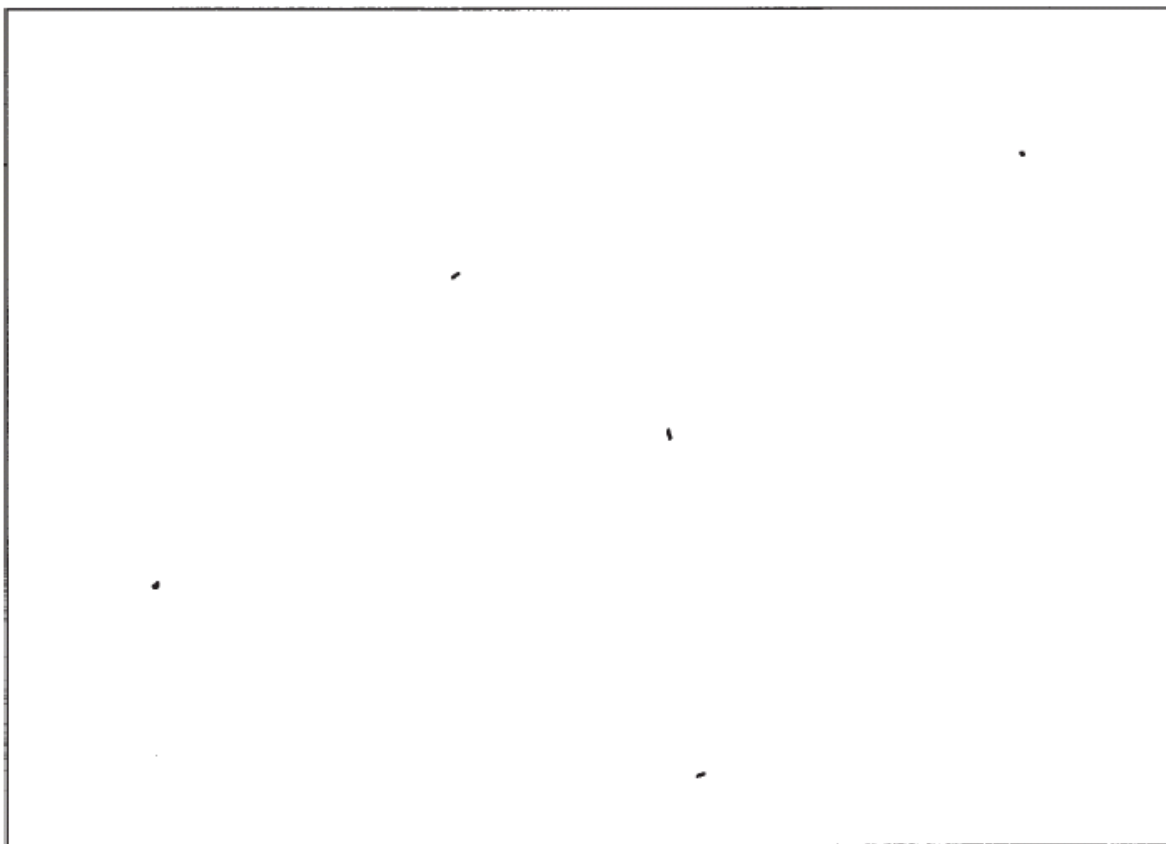


Figura D.1: Nível de severidade LP 1a – AP 1a



Figura D.2: Nível de severidade LP 1b – AP 1b [LP 2a*) – AP 2a*)]

*) Níveis de severidade comparáveis.



Figura D.3: Nível de severidade LP 1c – AP 1c [LP 2b*) – AP 2b*) ou LP 3a*) – AP 3a*)] -

*) Níveis de severidade comparáveis.

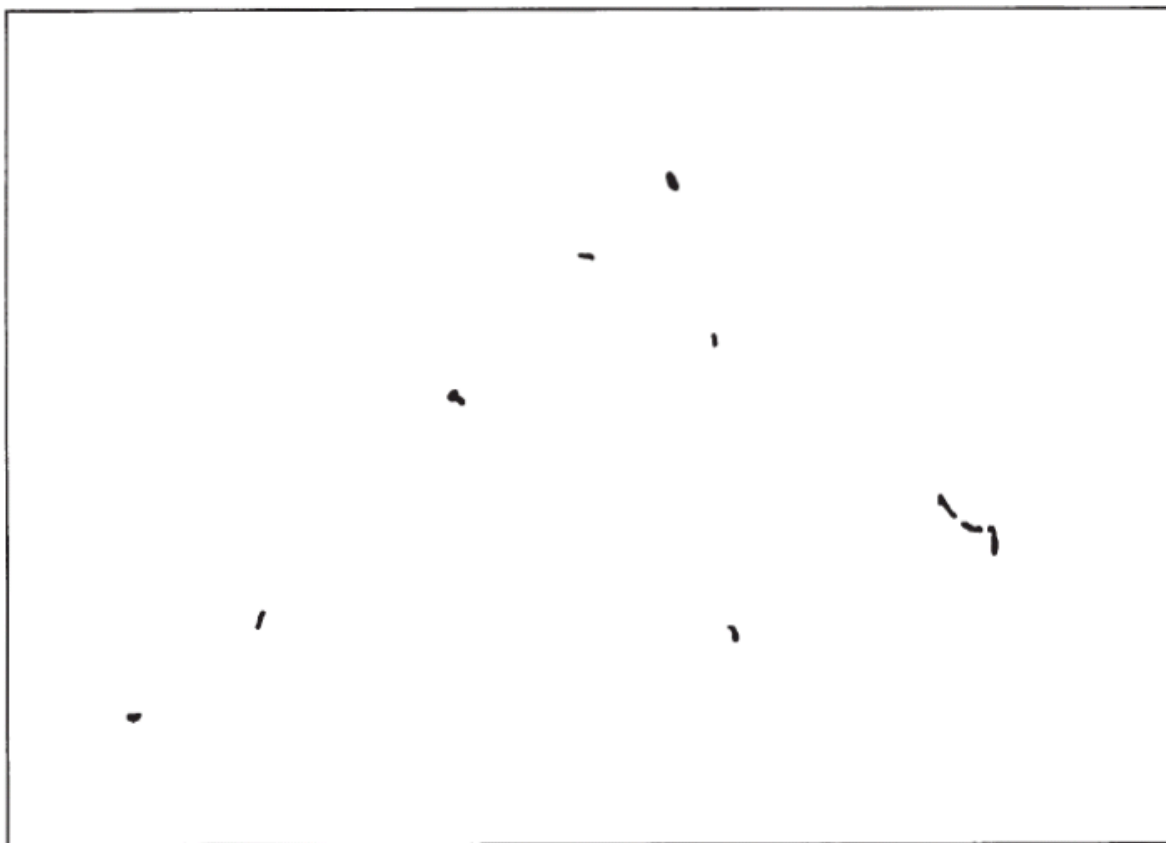


Figura D.4: Nível de severidade LP 2c – AP 2c [LP 3b*) – AP 3b*) ou LP 4a*) – AP 4a*)]

*) Níveis de severidade comparáveis.

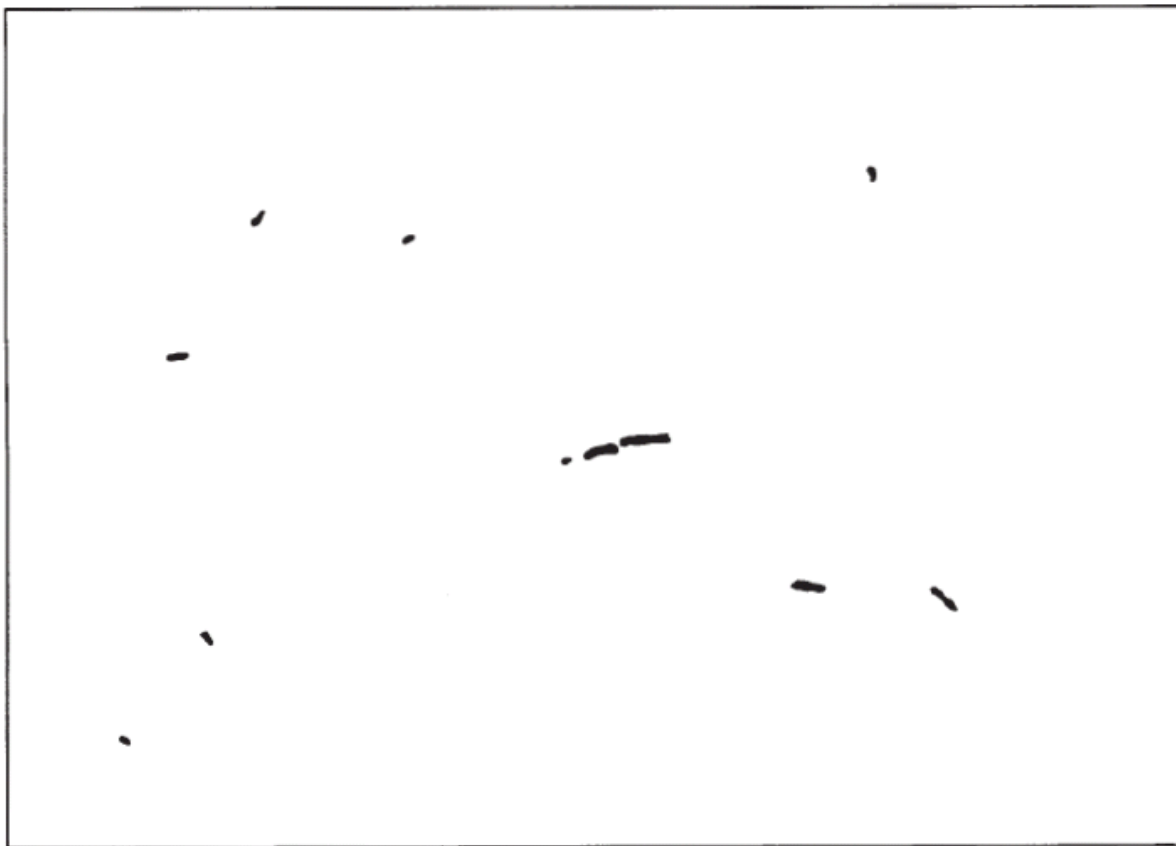


Figura D.5: Nível de severidade LP 3c – AP 3c [LP 4b*) – AP 4b*) ou LP 5a*) – AP 5a*)]

*) Níveis de severidade comparáveis.

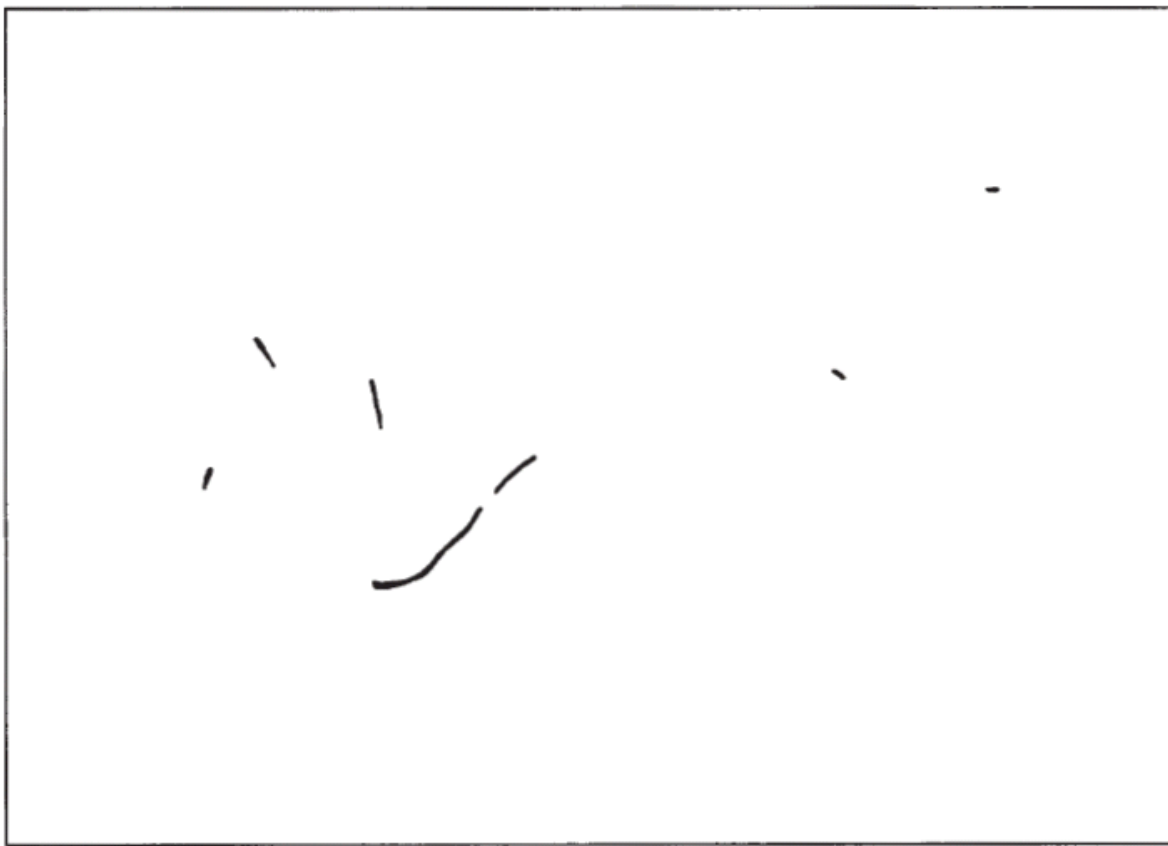


Figura D.6: Nível de severidade LP 4c – AP 4c [LP 5b*) – AP 5b*)]

*) Níveis de severidade comparáveis.

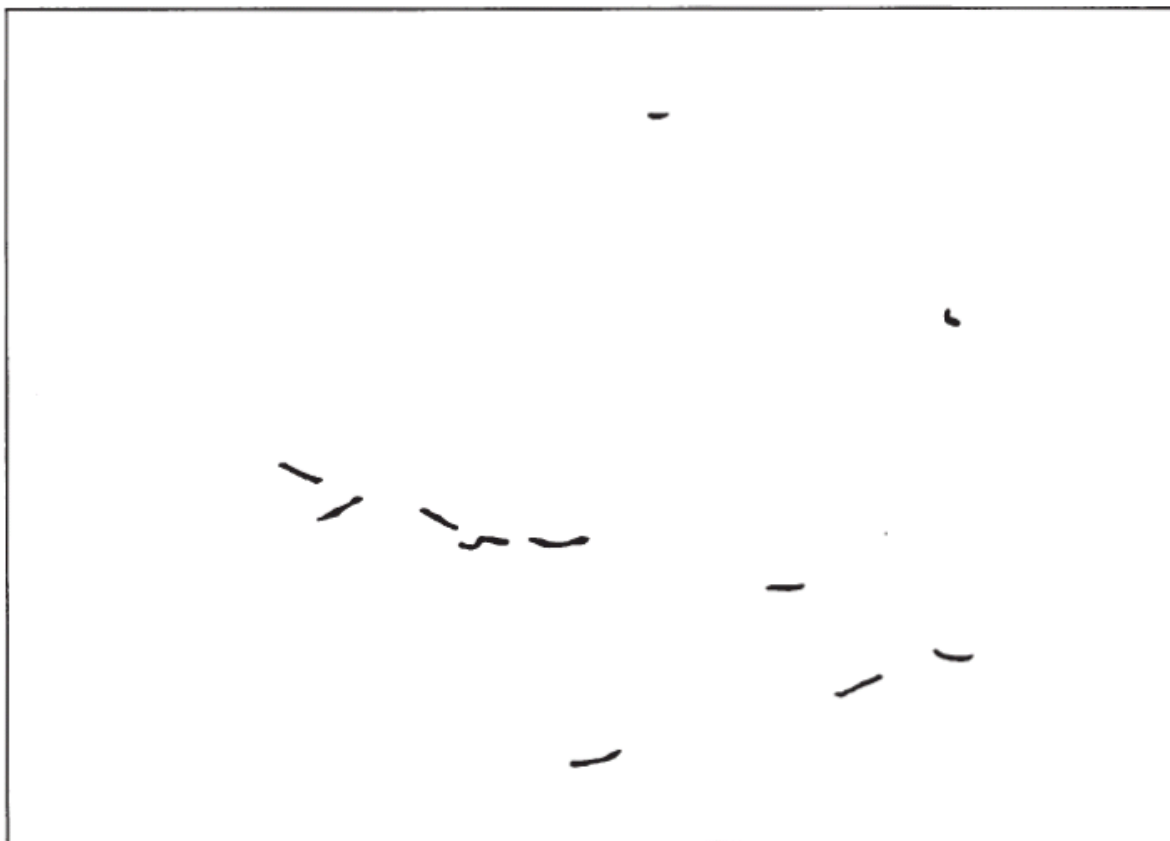


Figura D.7: Nível de severidade LP 5c – AP 5c