



**UFCD 5810 - Qualidade do produto - inspeção visual e conformidade  
aeronáutica**

Início	Duração	Fim	Formador
09 / 10 / 2013	25 Horas	22 / 01 / 2014	Rui Aguiar

**Reflexão**

A UFCD 5810, Qualidade do produto - inspeção visual e conformidade aeronáutica teve como principal objetivo reconhecer técnicas e procedimentos para efetuar inspeção visual, reconhecer as fases da conformidade no processo produtivo, de forma a executá-la de acordo com os padrões estabelecidos, exercer a responsabilidade nas execuções e evidências em documentações, adequar os requisitos, conceitos básicos e práticas estabelecidas pelas normas externas (RBHA, ISO 9000-2000 e AS9100), relativas à gestão de produtos não conformes.

A inspeção visual foi provavelmente o primeiro ensaio não destrutivo usado pelo homem, continuando ainda a ser o mais usado, precedendo geralmente qualquer outro ensaio, e está dependente de fatores como a luminosidade, a distância a que se faz a medição, o ângulo a que é feita a observação e os requisitos de aceitação por parte do cliente, sendo assim a inspeção visual a primeira linha de defesa na deteção de não-conformidades, seguindo-se os ensaios não-destrutivos (líquidos penetrantes, partículas magnéticas, radiografia e ultrassons); a documentação daí resultante envolve todo o processo garantindo que nenhum componente não-conforme siga para a linha produtiva seguinte e que a rastreabilidade das diversas intervenções não é comprometida.



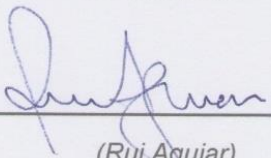
Instituto do Emprego e Formação Profissional, IP  
Delegação Regional do Alentejo  
Centro de Emprego e Formação Profissional de Évora

Resumindo, é tão importante executar bem o fabrico de uma peça como é saber e conseguir comprovar a sua conformidade, para se comprovar a qualidade e eficiência de um produto existem diversas normas e requisitos já estabelecidos, que são elas as normas ISO 9001 e AS 9100 que regulam as boas práticas na produção aeronáutica

Como evidência anexo a esta reflexão o trabalho de grupo sobre líquidos penetrantes um dos ensaios não destrutivos usados na inspeção visual e conformidade aeronáutica.

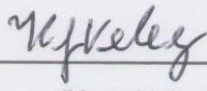
Évora, 21 de Janeiro de 2014.

O formador



(Rui Aguiar)

O formando



(Hugo Velez)

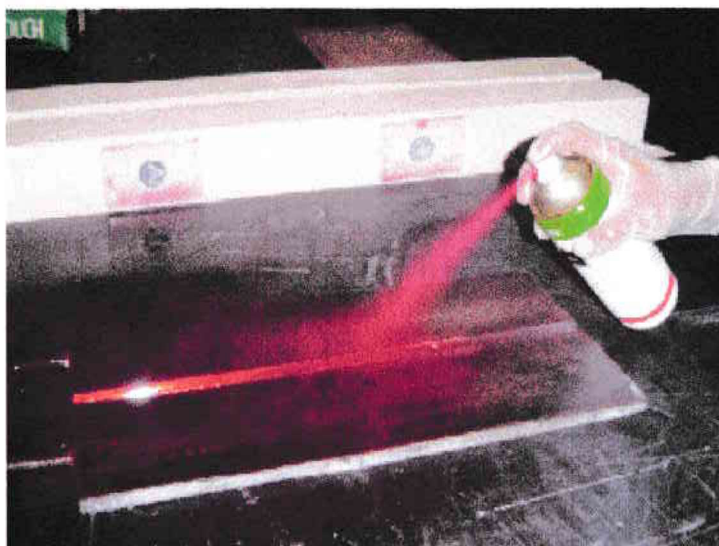


INSTITUTO DO EMPREGO E FORMAÇÃO PROFISSIONAL, IP  
DELEGAÇÃO REGIONAL DO ALENTEJO  
CENTRO DE EMPREGO E FORMAÇÃO PROFISSIONAL DE ÉVORA

**UFCD 5810**

## **Qualidade do Produto - Inspeção Visual e Conformidade Aeronáutica**

### **ENSAIOS NÃO DESTRUTIVOS - LÍQUIDOS PENETRANTES**



**Produção e Transformação de Compósitos - 3ª Acção**

**Carlos Salvado**

**Hugo Velez**

**José Rebocho**

*Luís Aguiar*  
14/1

**Janeiro / 2014**

POPH  
POTENCIAL HUMANO

QR  
QUADRO DE REFERÊNCIA  
ESTRATÉGICO  
NACIONAL  
2007-2013

UNIAO EUROPEIA  
Fundo Social Europeu

GOVERNO  
DA REPÚBLICA  
PORTUGUESA



## ENSAIOS NÃO DESTRUTIVOS

Ensaaios Não Destrutivos (END) são ensaios utilizados para determinar características, propriedades, dimensões ou comportamentos de peças e / ou equipamentos, sendo que neste tipo de ensaios após a inspecção, as peças permanecem intactas, não sendo, portanto, destruídas.

Os métodos mais comuns de END são: ensaio visual, líquidos penetrantes, partículas magnéticas, ultra sons, radiografia (raio-x e gama) e correntes parasitas (Eddy Current).





## LÍQUIDOS PENETRANTES

O ensaio por líquidos penetrantes é um processo não destrutivo de localização de defeitos superficiais que surgem à superfície nos materiais sólidos e não porosos, aproveitando o fenómeno de capilaridade. Trata-se, portanto, de um ensaio superficial de inspecção indireta, que após a limpeza da superfície com o removedor utiliza um penetrante que se introduz nos defeitos superficiais, o qual após a aplicação de um revelador, mostra, de uma forma clara, esses defeitos.







## LÍQUIDOS PENETRANTES - FINALIDADE E APLICAÇÕES

Devido às características básicas do ensaio por líquidos penetrantes, eles podem ser aplicados numa grande variedade de produtos, quer sejam metálicos, não metálicos, ferrosos, não ferrosos, forjados, fundidos, cerâmicos de alta densidade, etc., desde que não sejam porosos, com resultados técnicos e economicamente satisfatórios na revelação de descontinuidades superficiais, por menores que sejam.

Pode ser aplicado durante o processo de fabricação no final deste ou durante a manutenção, aqui para detectar o surgimento das descontinuidades em serviço.





## LÍQUIDOS PENETRANTES - VANTAGENS

- Permite a detecção de descontinuidades muito pequenas, mesmo em peças de geometria complexa;
- Pode ser utilizado numa vasta gama de materiais magnéticos, ligas de alumínio, de magnésio, bronzes, latões, plásticos, vidros ou cerâmicos e materiais forjados ou vazados;
- Utiliza equipamentos simples que não exigem grandes investimentos;
- Permite a inspecção a 100% de um lote de pequenas peças.





## LÍQUIDOS PENETRANTES - DESVANTAGENS

- Detecção exclusivamente de descontinuidades abertas à superfície;
- Exige que a superfície a inspecionar, bem como o interior das descontinuidades, estejam absolutamente limpas e isentas de contaminantes;
- Os materiais penetrantes, emulsificadores e reveladores são tóxicos;
- Sempre que não seja possível a remoção total do penetrante de uma peça, corre-se o risco de explosão, se os resíduos do penetrante entrarem em contacto com o oxigénio, pelo que é necessário recorrer a materiais penetrantes compatíveis com o oxigénio;
- Não é um método aplicável a materiais porosos.







## REMOVEDOR

O líquido removedor utiliza-se para a pré-limpeza da superfície de ensaio.

A superfície do material recebe uma pré-limpeza com um líquido removedor para que haja a eliminação de sujeiras, óleos, graxas ou resíduos de materiais diversos que possam impedir a penetração do penetrante em possíveis descontinuidades que se deseje detectar.





## PENETRANTE - CARACTERÍSTICAS

O líquido penetrante é formado pela mistura de vários líquidos, devendo apresentar diversas características, indispensáveis ao bom resultado do ensaio, entre elas:

- Ter capacidade de penetrar em pequenas aberturas;
- Manter-se em aberturas relativamente grandes;
- Ser removível da superfície onde está aplicado;
- Ter capacidade de espalhar-se em um filme fino sobre a superfície de ensaio;
- Apresentar grande brilho;
- Ser estável quando estocado ou em uso;





## PENETRANTE - CARACTERÍSTICAS

O líquido penetrante é formado pela mistura de vários líquidos, devendo apresentar diversas características, indispensáveis ao bom resultado do ensaio, entre elas:

- Ter baixo custo;
- Não deve perder a cor ou fluorescência quando exposto ao calor e à luz;
- Não deve reagir com o material em ensaio;
- Não pode ser inflamável nem tóxico;
- Não deve evaporar ou secar rapidamente;
- Em contato com o revelador, deve sair em pouco tempo da cavidade onde tiver penetrado.





## PENETRANTE - TIPOS

Os líquidos penetrantes são classificados quanto à visibilidade e quanto ao tipo de remoção de excesso.

Quanto à visibilidade podem ser:

**Fluorescentes (método A):** Constituídos por substâncias naturalmente fluorescentes, são ativados e processados para apresentarem alta fluorescência quando excitados por raios ultravioleta - luz negra.

**Visíveis coloridos (método B):** Penetrantes são geralmente de cor vermelha, para que as indicações produzam um bom contraste com o fundo branco do revelador.





## PENETRANTE - TIPOS

Os líquidos penetrantes são classificados quanto à visibilidade e quanto ao tipo de remoção de excesso.

Quanto ao tipo de remoção do excesso, podem ser:

**Laváveis em água:** Permitem a remoção do excesso com água;

**Pós-emulsificáveis:** Insolúveis em água. A remoção do excesso é facilitada pela adição de um emulsificador, aplicado em separado.

**Removíveis por solventes:** Permitem que o excesso seja removido com um pano, papel ou qualquer outro material absorvente que não solte fiapo, sendo o restante removido com um solvente removedor apropriado.







## PENETRANTE - TIPOS

Os líquidos penetrantes são classificados quanto à visibilidade e quanto ao tipo de remoção de excesso.

A combinação das cinco características anteriores (visibilidade + tipo de remoção de excesso) gera seis opções diferentes para sua utilização, como indica o quadro abaixo.

TIPOS (visibilidade)	MÉTODOS		
	(tipo de remoção)		
	Água	Pós-emulsificáveis	Solvente
Tipo I	A	B - D	C
Tipo II	A	****	C





## REVELADOR

A função do revelador é aumentar a nitidez das indicações dadas pelo penetrante.

O penetrante retido nas discontinuidades é trazido à superfície por efeito capilar, funcionando o revelador como um mata-borrão. Tornam-se, então, visíveis os contornos de todas as discontinuidades que retiveram o penetrante.

Este facto deve-se não só à ação capilar, mas também ao contraste do penetrante com o revelador.





## REVELADOR - TIPOS

Existem três tipos de reveladores, sendo eles:

**Reveladores secos:** Constituídos por um pó branco que, quando aplicado a uma peça seca, absorve o líquido penetrante retido nas discontinuidades.

**Reveladores húmidos de base aquosa:** Com função similar ao descrito anteriormente, mas constituído por uma solução ou suspensão em água.

**Reveladores húmidos não aquosos:** Diferem dos reveladores húmidos aquosos por constituírem uma suspensão de um pó, num solvente de rápida evaporação, só pode ser aplicado a peças secas.





## LÍQUIDOS PENETRANTES - FASES DO ENSAIO

Os ensaios não destrutivos utilizando o método de Líquidos Penetrantes ocorrem em seis fases.

### 1ª Fase - Preparação da Superfície / Aplicação do Removedor

As superfícies devem estar completamente limpas e secas com a ajuda do líquido removedor, uma vez que o estado da superfície influencia a ação de entrada e saída do penetrante



### 2ª Fase - Aplicação do Penetrante

O líquido é aplicado de modo a formar, sobre a superfície a inspecionar, um filme contínuo que se estende para além da área a inspecionar, permanecendo aí o tempo suficiente para permitir a sua atuação (+/- 20min)



## LÍQUIDOS PENETRANTES - FASES DO ENSAIO

Os ensaios não destrutivos utilizando o método de Líquidos Penetrantes ocorrem em seis fases.

### 3ª Fase - Remoção do Excesso de Penetrante

Esta fase tem por fim a remoção do excesso de líquido que não penetrou nas fendas e permaneceu na superfície da peça.



### 4ª Fase - Aplicação do Revelador

A função do revelador consiste em melhorar a visibilidade das indicações dadas pelo penetrante.



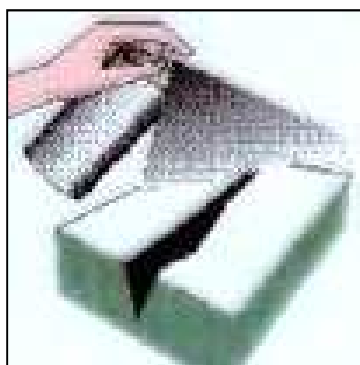
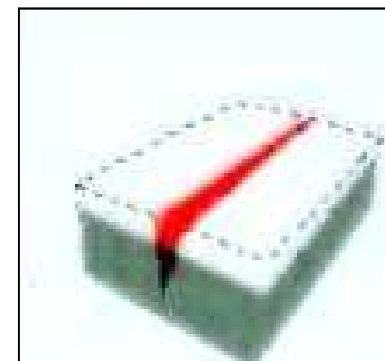


## LÍQUIDOS PENETRANTES - FASES DO ENSAIO

Os ensaios não destrutivos utilizando o método de Líquidos Penetrantes ocorrem em seis fases.

### 5ª Fase - Revelação, Inspeção e Interpretação

A operação de inspeção constitui uma das fases mais importantes na aplicação do método pois a detecção e caracterização das descontinuidades dependerá do operador e da iluminação utilizada;



### 6ª Fase - Limpeza Final

Limpeza das peças porque os resíduos dos materiais utilizados podem ter efeitos nocivos quer em operações posteriores de reparação quer no comportamento em serviço das peças.



## LÍQUIDOS PENETRANTES - EQUIPAMENTO

O equipamento necessário para a aplicação do método é dos mais simples e de menor custo, quando comparado com outros ensaios não destrutivos. No entanto, a escolha do equipamento mais adequado deve atender aos seguintes factores:

- Dimensão da peça;
- Forma da peça;
- Quantidade de peças a inspecionar;
- Factores económicos.



O equipamento pode ser fixo ou portátil.

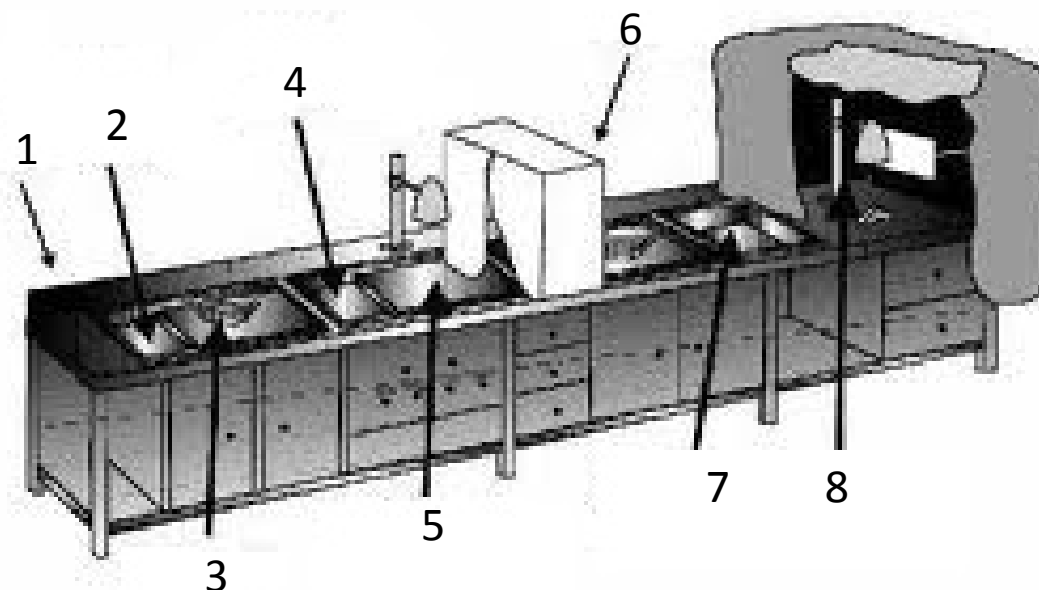


## LÍQUIDOS PENETRANTES - EQUIPAMENTO FIXO

O equipamento fixo é constituído por uma série de postos ou estações, correspondendo, cada uma delas, a uma das operações previstas.

O equipamento fixo inclui, normalmente:

1. Posto de limpeza prévio;
2. Posto de aplicação do penetrante;
3. Posto de drenagem do penetrante;
4. Posto de emulsificação;
5. Posto de lavagem;
6. Posto de revelação;
7. Posto de secagem;
8. Posto de inspecção.





## LÍQUIDOS PENETRANTES - EQUIPAMENTO PORTÁTIL

Este tipo de equipamento é muito utilizado na inspeção de peças de grandes dimensões ou em trabalhos de campo para as quais se torna impossível a utilização dos equipamentos fixos.

Um conjunto para ensaio por líquidos penetrantes, em que o penetrante é do tipo fluorescente, contém normalmente os seguintes elementos:

- Fonte de luz;
- Embalagem do agente de pré-limpeza (removedor);
- Embalagem com o líquido penetrante;
- Embalagem com o líquido revelador;
- Panos e escovas.





## LÍQUIDOS PENETRANTES - EPI'S OBRIGATÓRIOS

Para a realização dos ensaios não destrutivos utilizando o método de Líquidos Penetrantes, são necessários vários equipamentos de proteção individual entre eles:







## LÍQUIDOS PENETRANTES - SITOGRAFIA

Para a realização deste trabalho foram consultados os seguinte sites:

- [http:// www.abende.org.br](http://www.abende.org.br)
- <http:// www.compoende.com.br>
- <http:// www.qualidadeaeronautica.com.br>
- <http://www.metalmat.ufrj.br/abende/oqueend.html>
- <http://www.futuro.usp.br/bibvirt/acervo/matdidat/tc2000/tecnico/ensaios/ensaios.html>
- <http://opac.iefp.pt:8080/images/winlibimg.exe?key=&doc=7013&img=1062>
- <http://www.coladaweb.com/quimica/quimica-geral/liquidos-penetrantes>
- <http://endindustrial.com.br>