


## **8. MANUTENÇÃO DE BASE OU REGENERATIVA**

*Base Maintenance or Regenerative*



# MANUTENÇÃO DE BASE OU REGENERATIVA

## *Base Maintenance or Regenerative*




1.	Recepção Documental	Documental Reception
2.	Ensaio em solo (se necessário)	Ground tests (if needed – Troubleshooting)
3.	Limpeza	Cleaning
4.	Remoção de combustível(se aplicável)	Defuelling (if applicable)
5.	Posicionamento (doca)	On jacks (maintenance dock)
6.	Ganhar Acessos/Interior	Opening/gaining accesses
7.	Inspecção Básica (A, B, C, check)	Basic Inspection (A, B, C, check)
8.	Anomalias	Findings (related with Basic inspection)
9.	Correcção de Anomalias de Cadernetas accessories)	Logbooks corrections (aircraft, engine,
10.	Boletins de Serviço	Service bulletins
11.	Directivas de Aeronavegabilidade	AD
12.	Trabalho Adicional inspection)	Additional work (repairs not related with basic
13.	Trabalho Suplementar painting,...)	Supplementary work (engine removal, aircraft
14.	Fechar acessos/interior	Closing accesses/interior
15.	Off jacks	Off jacks
16.	Reabastecimento (se aplicável)	Fuelling (se aplicável)
17.	Ensaio no solo	Ground tests
18.	Ponto fixo (se necessário)	Run up (if needed)
19.	Voo de Ensaio (se aplicável)	Flight test (if applicable)
20.	Documentação(Actualização)	RelatóriosDocumentation (update)/reports

# **MANUTENÇÃO DE BASE OU REGENERATIVA**

## ***Base Maintenance or Regenerative***

### **MOTORES - PROTOCOLO DE MANUTENÇÃO - CONCEITO**

### **ENGINES - MAINTENANCE PROTOCOL - CONCEPT**


- 
- |     |  |  |
|-----|--|--|
| 1.  | Recepção Documental                    | Documental Reception                   |
| 2.  | Ensaio em banco (se necessário)        | Test Run (if needed – troubleshooting) |
| 3.  | Desmontagem Total/Parcial              | Partial/Total Disassembly              |
| 4.  | Limpeza de Componentes                 | Components Cleaning                    |
| 5.  | Inspeção [Básica]                      | Inspeção [Basic]                       |
| 6.  | Correcção Anomalias/Reparações         | Findings/Repairs                       |
| 7.  | Boletins de Serviço                    | Service bulletins                      |
| 8.  | Directivas de Aeronavegabilidade       | AD                                     |
| 9.  | Remontagem                             | Re-assembly                            |
| 10. | Ensaio em Banco                        | Test Run                               |
| 11. | Inspeção Final                         | Final Inspection                       |
| 12. | Contentorização (se aplicável)         | In-Container                           |
| 13. | Documentação (actualização)/Relatórios | Documentation (update)/reports         |

# **MANUTENÇÃO DE BASE OU REGENERATIVA**

## ***Base Maintenance or Regenerative***

### **COMPONENTES - PROTOCOLO DE MANUTENÇÃO - CONCEITO**

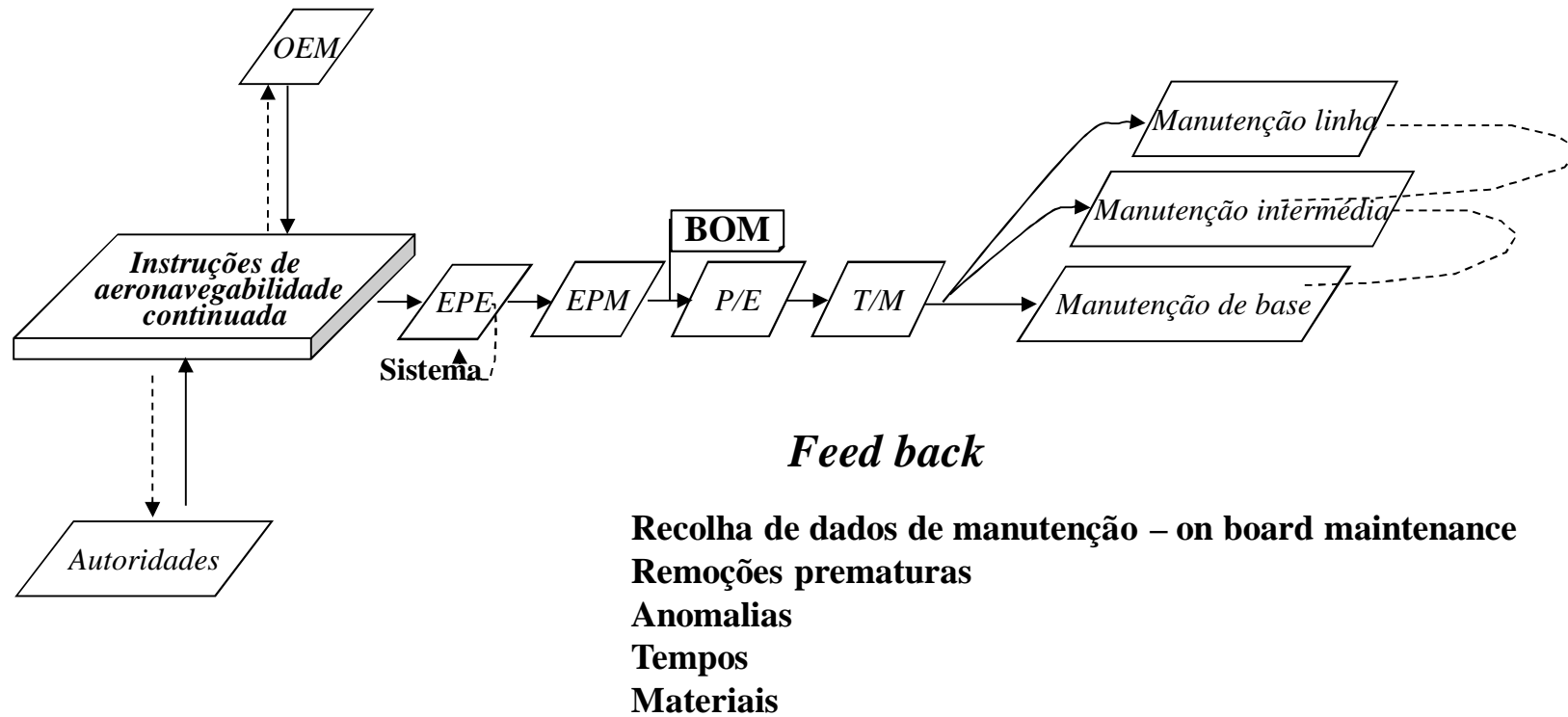
### **COMPONENTS - MAINTENANCE PROTOCOL - CONCEPT**

- 
- |     |  |  |
|-----|--|--|
| 1.  | Recepção Documental                    | Documental Reception                   |
| 2.  | Ensaio em banco (se necessário)        | Test Run (if needed – troubleshooting) |
| 3.  | Desmontagem Total/Parcial              | Partial/Total Disassembly              |
| 4.  | Limpeza de Componentes                 | Components Cleaning                    |
| 5.  | Inspecção [Básica]                     | Inspecção [Basic]                      |
| 6.  | Correcção Anomalias/Reparações         | Findings/Repairs                       |
| 7.  | Boletins de Serviço                    | Service bulletins                      |
| 8.  | Directivas de Aeronavegabilidade       | AD                                     |
| 9.  | Remontagem                             | Re-assembly                            |
| 10. | Ensaio em Banco                        | Test Bench Run                         |
| 11. | Inspecção Final                        | Final Inspection                       |
| 12. | Documentação (actualização)/Relatórios | Documentation (update)/reports         |

# MANUTENÇÃO DE BASE OU REGENERATIVA

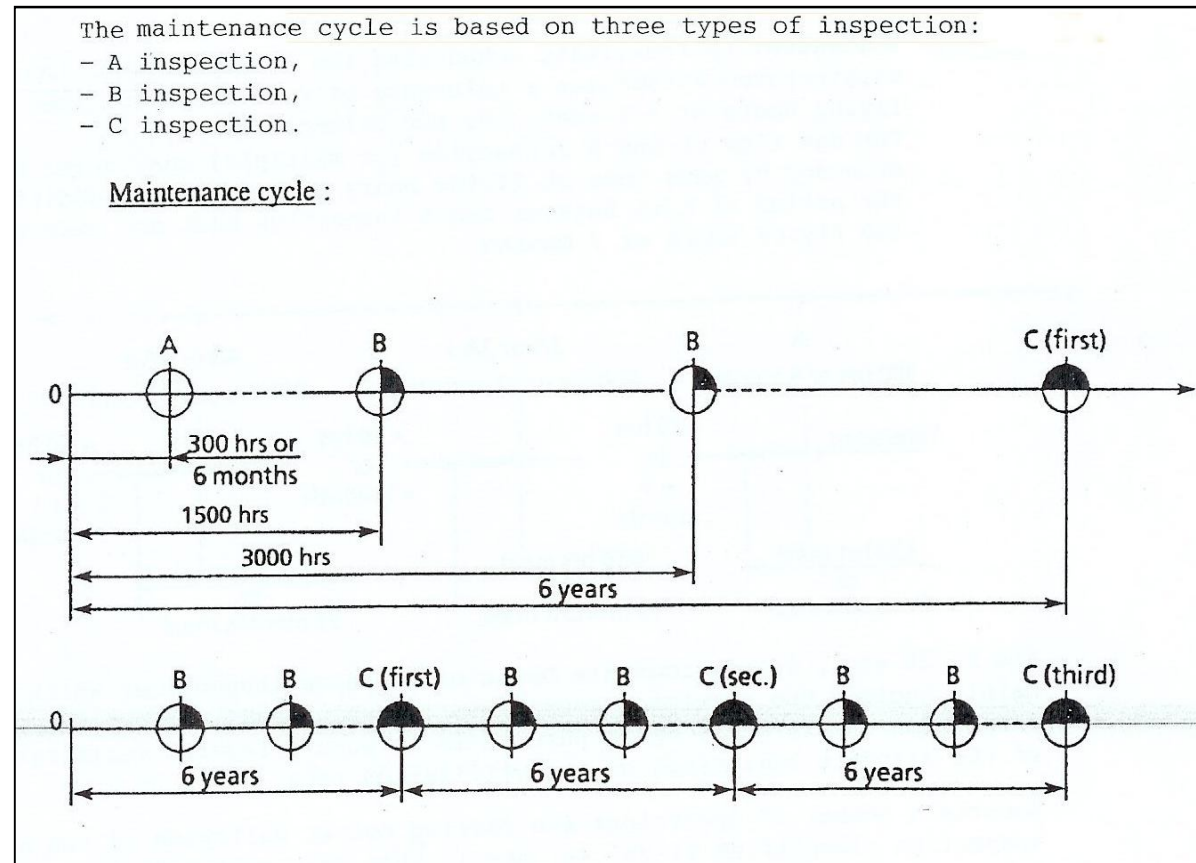
*Base Maintenance or Regenerative*

## ENGINEERING SEQUENCE OF ACTIVITIES -



## 5. PROGRAMAS DE MANUTENÇÃO

A seguir dá-se como exemplo programas de manutenção de 2 tipos de aeronaves, uma pertencente a uma família de jactos (transporte regional).



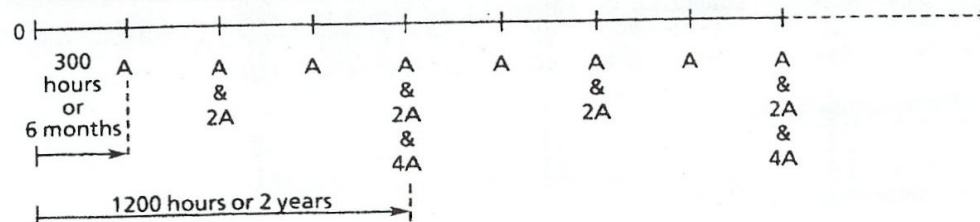
**Ciclo global de manutenção (A/B/C)– família jacto executivo**



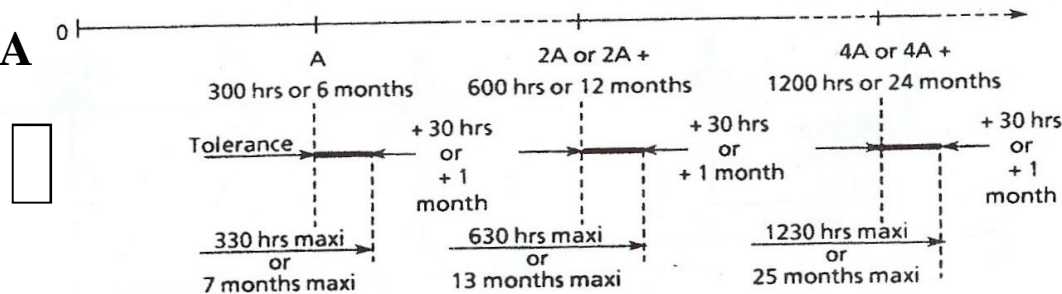
## 5. PROGRAMAS DE MANUTENÇÃO

A inspection

- The A inspection must be carried out at 300 flying hours or 6 months, whichever limit is reached first.



### Ciclo de manutenção A



- The A, 2A etc., inspections are basic maintenance inspections which mainly include the servicing operations (greasing and lubrication, inspection/check) whose basic purpose is to ensure regular verification of the aircraft regardless of its utilization rate.
- A certain number of operations are carried out at multiples of the A inspection (identified as 2A, 4A, etc.). They are complementary to the A inspection but are to be carried out only at the times specified for a multiple inspection. The 2A operations are therefore to be scheduled every two A inspections, the 4As once every four A inspections, etc.

Example: the fourth A inspection (1200 hours or 2 years) will include the A inspection operations, plus the 2A inspection operations, plus the 4A inspection operations.

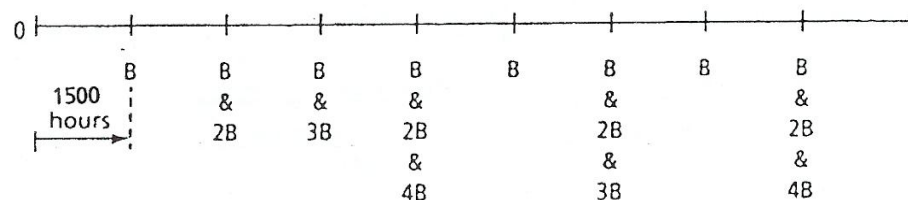


## 5. PROGRAMAS DE MANUTENÇÃO

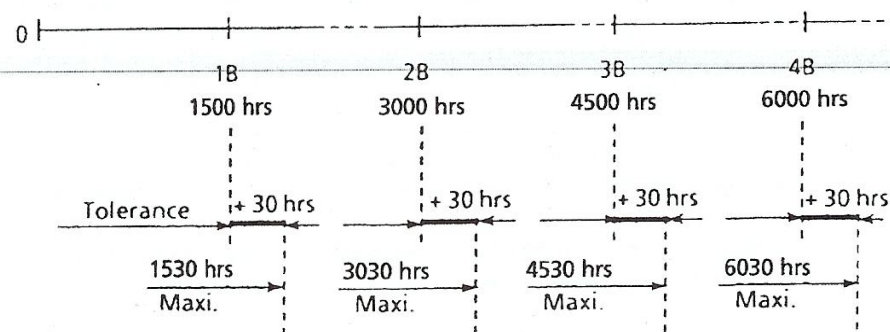
### Ciclo de manutenção B

B inspection

- The periodicity of the B inspection is 1500 flying hours.



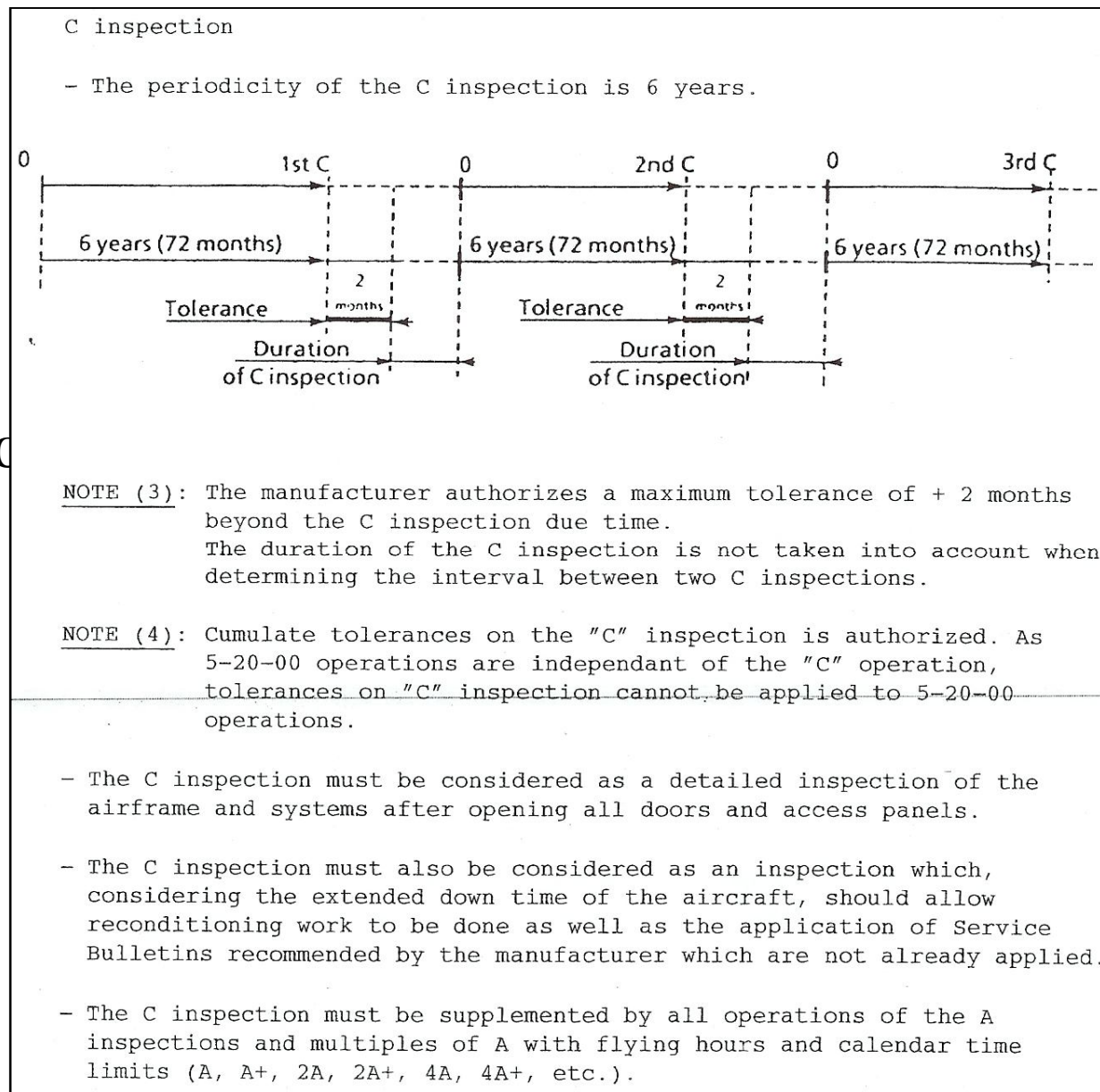
NOTE (2): The due times for the B inspections are 1500 flying hours and multiples.  
The tolerance of 30 flying hours beyond the due time for the B inspection is authorized.



- The purpose of the B inspection is to ensure operational and/or functional capacities of systems whose condition is mainly related to flying hours.

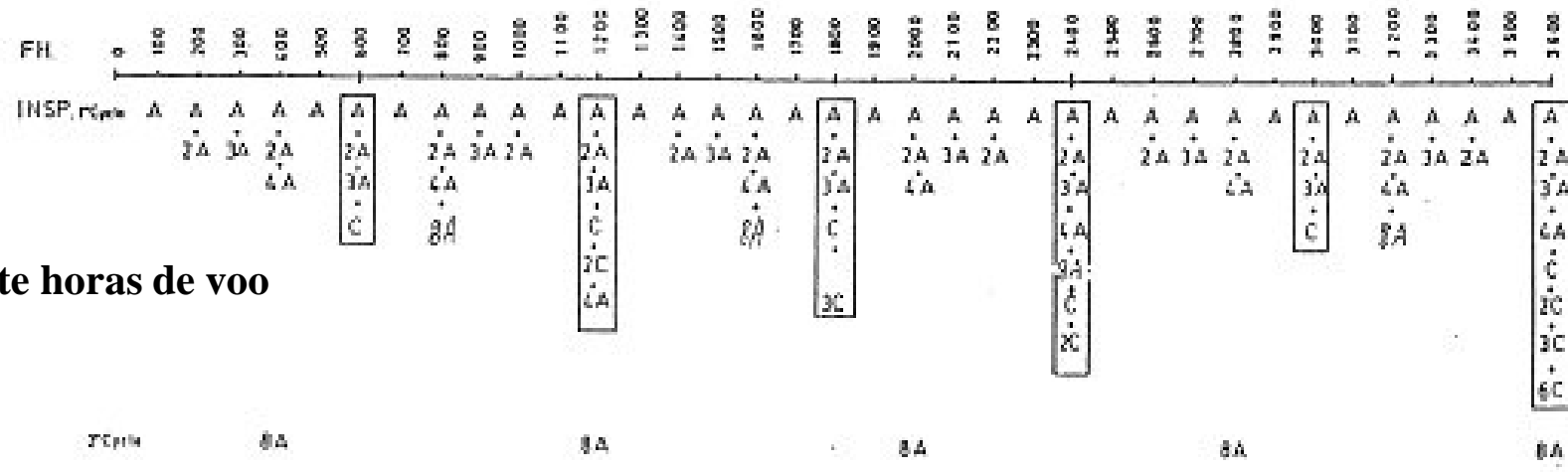
## 5. PROGRAMAS DE MANUTENÇÃO

### Ciclo de manutenção C

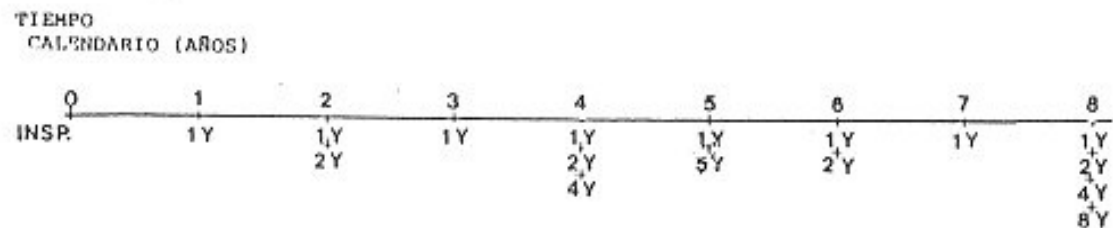


## 5. PROGRAMAS DE MANUTENÇÃO

Componente horas de voo



Componente calendário



Ciclo de manutenção global -Aeronave tipo regional

## 5. PROGRAMAS DE MANUTENÇÃO

### Manutenção de órgãos/componentes, potenciais e limites de vida

#### A. Hard Time (HT)

---

This concept qualifies the type of component maintenance which imposes fixed limits for component removal and depends upon time, number of flying hours, operating hours, calendar time, or number of cycles, etc.:  
- either to perform a certain work, giving a new service life to a component (time between partial or complete overhaul),  
- or for scrapping (life limit).

This type of maintenance particularly applies to items of equipment for which experience or testing has revealed a relationship between age and reliability and where no possibility exists for detecting performance loss.

**Conceitos de Hard Time, On condition e Condition Monitoring**

## 5. PROGRAMAS DE MANUTENÇÃO

### Manutenção de órgãos/componentes. potenciais e limites de vida

#### B. On condition (O/C)

This concept qualifies the type of component maintenance which subjects the component to scheduled operations, or continuous monitoring, if applicable, to ascertain its condition, work only being undertaken if condition is found to be unsatisfactory.

Criteria used to determine whether the component may be maintained according to its condition are as follows:

- possibility of evaluating the condition degradation, as a rule (without removal or disassembly) through visual inspections, measurement of significant parameter(s), test, etc.,
- definition, in a maintenance document, of the limiting values of significant parameter(s) or tolerances established in respect to quality, performance, wear or increase in fault susceptibility requiring additional work on the inspected component.

When this mode of maintenance is selected for a specific item of equipment it is mandatory that the task required for checking the condition and the periodicity of the task be mentioned in the Maintenance Manual.

### Conceitos de Hard Time, On condition e Condition Monitoring



## 5. PROGRAMAS DE MANUTENÇÃO

### Manutenção de órgãos/componentes, potenciais e limites de vida

#### C. Condition Monitoring (CM)

This concept qualifies the type of component maintenance for which only the symptom of a defect provides justification for remedial treatment.

This type of maintenance is applicable only to elements whose failure has no effect on airworthiness, or to components whose operation is directly under crew observation.

Maintenance with condition monitoring requires the use of appropriate monitoring equipment in order to reveal components with unsatisfactory safety operation level.

This implies consideration of the actual incidents occurring during utilization, in order to discover the origin, the consequences and the frequency of the fault.

Consideration of the incident provides means of updating the maintenance policy.

### **Conceitos de Hard Time, On condition e Condition Monitoring**

## 5. PROGRAMAS DE MANUTENÇÃO

**Manutenção  
de  
órgãos/componentes,  
potenciais e limites de  
vida**

DESCRIPTION OF MAINTENANCE PROCEDURES	M C A O I N C T E P T	INSPECTIONS		TBO
		TYPE / PERIOD.	DOC	
<u>LANDING GEAR</u>				
Main gear and doors				
<u>LH leg</u>	HT	R/20000 ldgs	32.15.10	
- Dimensional check and check for corrosion		IC/6 years (1)	474.0	
<u>RH leg</u>	HT	R/20000 ldgs	32.15.10	
- Dimensional check and check for corrosion		IC/6 years (1)	474.0	
<u>LH barrel assembly</u>	HT		32.15.11	6000 ldgs or 12 yrs (2)
<u>RH barrel assembly</u>	HT		32.15.11	6000 ldgs or 12 yrs (2)
<u>LH shock absorber</u>	HT		32.15.12	6000 ldgs or 12 yrs (2)
- LH shock absorber end fitting				

**Conceitos de manutenção aplicável a trem de aterragem**

DESCRIPTION OF MAINTENANCE PROCEDURES	M C A O I N C T E P T	INSPECTIONS		TBO
		TYPE / PERIOD.	DOC	
<u>RH shock absorber</u>	HT		32.15.12	6000 ldgs or 12 yrs (2)
- RH shock absorbr end fitting				
<u>LH strut actuator</u>	O/C		32.15.14	
- LH dash-pot fitting	HT			
<u>RH strut actuator</u>	O/C		32.15.14	
- RH dash-pot fitting	HT			
NOTE: (1) Tolerance: + 2 months (2) Tolerance: + 5 months				
Nose gear and doors				
<u>Nose gear leg</u>	HT	R/20000 ldgs	32.25.10	
- Dimensional check and check for corrosion		IC/6 years (2)	474.0	
<u>Barrel assembly</u>	HT		32.25.11	6000 ldgs or 12 yrs (1)
<u>Shock absorber</u>	HT		32.25.12	6000 ldgs or 12 yrs (1)



## **9. GESTÃO DA AERONAVEGABILIDADE** *AIRWORTHINESS MANAGEMENT*

# Airworthiness

The ability of an aircraft or other airborne equipment or system to operate without significant hazard to aircrew, ground crew, passengers (where relevant) or to the general public over which such airborne systems are flown.

# Definitions

- “***airworthiness***”: condition of a product which enables it to be operated by meeting the safety objectives defined with respect to the people on board or third parties;
- “***airworthiness requirement***”: set of the technical requirements which a product must comply with to meet the essential airworthiness requirements.
- “***certificate***”: any approval, licence or other document issued as the result of certification;

# Definitions

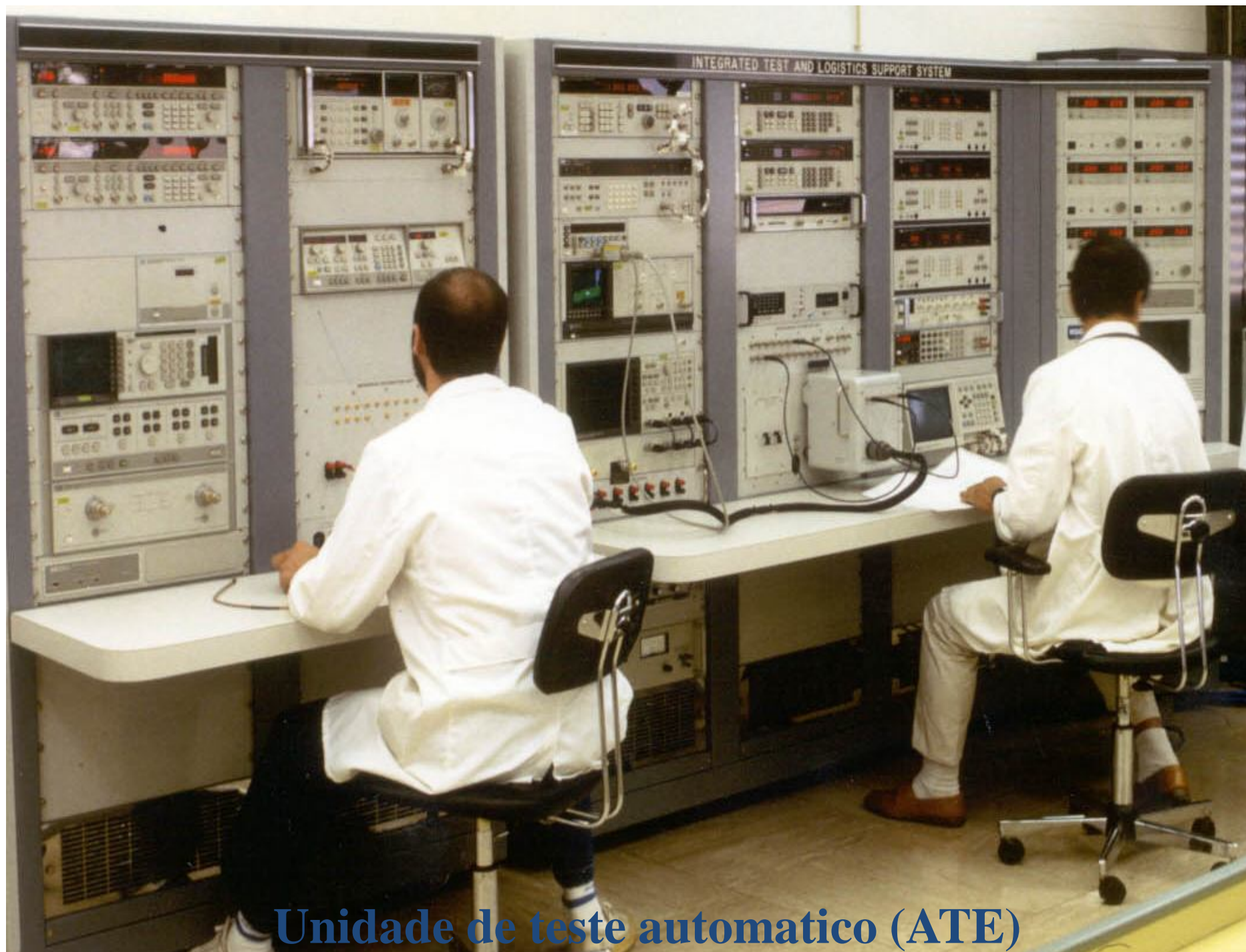
- ***“certification”***: any form of recognition that a product, part or appliance, organisation or person complies with the applicable requirements, as well as the issuance of the relevant certificate attesting such compliance;
- ***“continued airworthiness”***: all of the processes ensuring that, at any time in its operating life, the aircraft complies with the airworthiness requirements in force and is in a condition for safe operation;
- ***“continuing airworthiness”***: tasks to be carried out to verify that the conditions under which a type certificate or a supplemental type certificate has been granted continue to be fulfilled at any time during its period of validity.

# Definitions

- ***“operator”***: Civilian or Military organisation which operates the aircraft of which it is the owner or which are placed under its responsibility;
- ***“parts and equipment”***: any instrument, equipment, mechanism, part, apparatus, appurtenance or accessory, including communications equipment, that is used or intended to be used in operating or controlling an aircraft in flight and is installed in or attached to the aircraft; it includes parts of the airframe, engine or propeller;
- ***“product”***: an aircraft, an engine or a propeller;

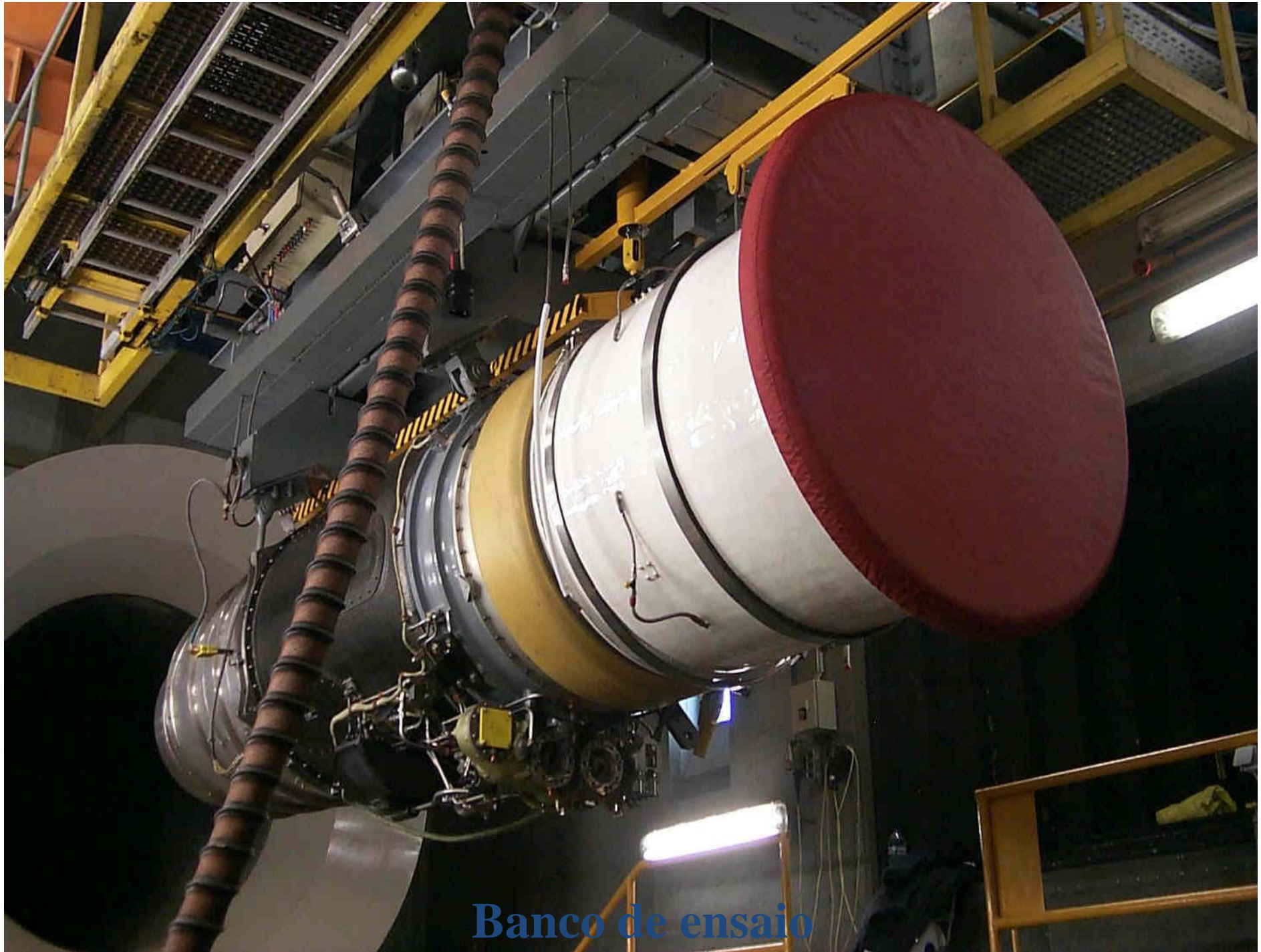
## **10. MEIOS TECNOLÓGICOS**

*Technological Means*



Unidade de teste automatico (ATE)





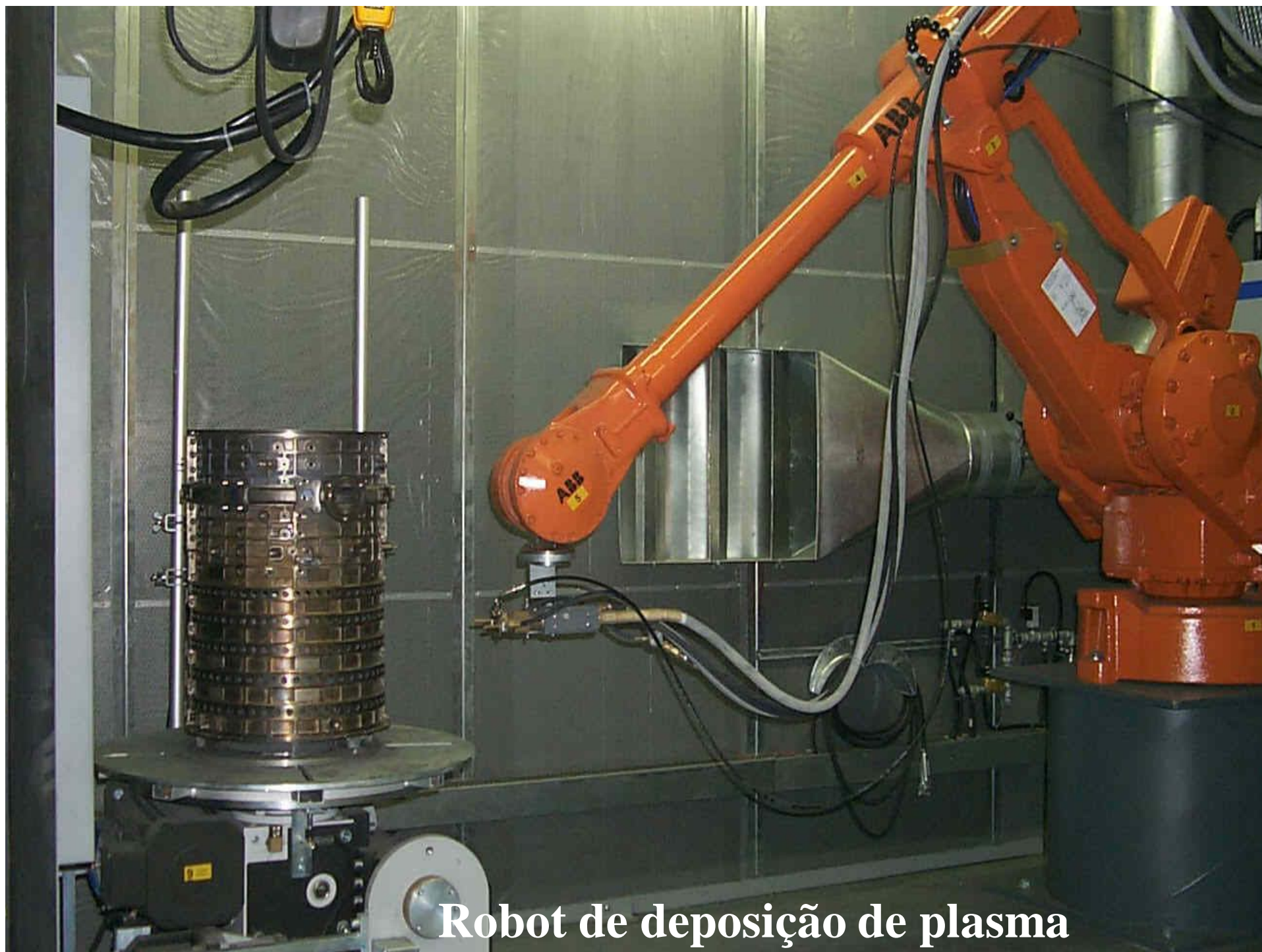
Banco de ensaio





**Banco de ensaio**





**Robot de deposição de plasma**





**Robot de deposição de plasma**



**Unidade de tratamentos térmicos**

## 11. NDT - Non Dtribel Test

*Ensaaios não destrutivos*

## 11. NDT - Non Dtribel Test

### *Ensaaios não destrutivos*

**Generalidades.** Entende-se por Ensaaios Não Destrutivos, o conjunto de testes efectuados sobre materiais destinados a determinar a existência de discontinuidades, danos ou outras propriedades sem prejudicar o uso futuro dos mesmos.



## 11. NDT - Non Dtribel Test

### *Ensaaios não destrutivos*

**Aplicações.** Os Ensaaios Não Destrutivos são utilizados durante as fases de produção, operação e armazenagem dos materiais. Estão em permanente interacção com os programas de manutenção das aeronaves e a sua aplicabilidade não se esgota na detecção de fissuras ou danos. São primordialmente utilizados nas áreas da defectologia, metrologia e caracterização de materiais.

## 11. NDT - Non Dtribel Test

### *Ensaaios não destrutivos*

**Defectologia.** A defectologia é a área primordial de aplicação dos Ensaaios Não Destrutivos, estando na aeronáutica intimamente relacionada com a operação das aeronaves. Nesta área os Ensaaios Não Destrutivos são utilizados na identificação de defeitos nos materiais, nomeadamente descontinuidades em metais, corrosão, delaminação ou infiltração de água em compósitos. A detecção de defeitos em componentes de aeronaves implica sempre a análise da sua criticidade e a avaliação dos mesmos de acordo com critérios de aceitação de dano previamente estabelecidos pelas entidades competentes. Esta avaliação da criticidade dos danos não faz parte das funções do Técnico de Ensaaios Não Destrutivos. Da avaliação dos danos encontrados pode resultar uma acção correctiva que pode ir desde a aceitação do dano com um controlo periódico do desenvolvimento do mesmo através de inspecções por Ensaaios Não Destrutivos, à eliminação da totalidade do dano ou substituição do componente. A escolha de aplicação do método de Ensaio Não Destrutivo mais adequado à produção de uma indicação clara e fiável do defeito provável é essencial para a operação segura dos sistemas de armas e resulta frequentemente no desenvolvimento de Técnicas Específicas de Ensaaios Não Destrutivos, aprovadas por um técnico Nível 3.

## 11. NDT - Non Dtribel Test

### *Ensaaios não destrutivos*

**Metrologia.** Os Ensaaios Não Destrutivos permitem a determinação de algumas características geométricas dos componentes, nomeadamente da sua espessura e da espessura da camada de tinta ou primário aplicado e dos seus materiais e da condutividade dos materiais constituintes. Há também capacidade de determinação de áreas afectadas por sobreaquecimento em componentes pela análise de variação de condutividade dos materiais.

## 11. NDT - Non Dtribel Test

### *Ensaaios não destrutivos*

**Caracterização de Materiais.** Os métodos de Ensaaios Não Destrutivos podem ainda ser utilizados na caracterização de materiais (por comparação da condutividade do material teste com outros materiais padrão), ou auxiliar na caracterização da geometria interna de componentes pela identificação de diferentes camadas de materiais e da espessura das respectivas camadas.

## 11. NDT - Non Dtribel Test

### *Ensaio não destrutivo*

**Métodos END.** Existe uma numerosa quantidade de métodos de Ensaio Não Destrutivo com aplicabilidade em diversas áreas de Engenharia:

- Radiografia;
- Correntes Induzidas;
- Ultra-Sons;
- Líquidos Penetrantes;
- Partículas Magnéticas;
- Xerografia;
- Termografia;

## 11. NDT - Non Dtribel Test

### *Ensaaios não destrutivos*

Destes, os que são mais extensivamente utilizados em Aeronáutica são:

Radiografia;

Correntes Induzidas;

Ultra-Sons;

Líquidos Penetrantes;

Partículas Magnéticas;

## 11. NDT - Non Dtribel Test

### *Ensaaios não destrutivos*

**Etapas do Processo END.** O processo de aplicação de Ensaaios Não Destrutivos a uma determinada inspecção passa obrigatoriamente pelas seguintes fases:

1. Selecção do Método END;
2. Definição do procedimento de Inspeção;
3. Inspeção de acordo com o procedimento definido;
4. Obtenção de uma indicação;
5. Interpretação da indicação;
6. Dimensionamento da indicação;
7. Avaliação da Indicação;
8. Registo dos dados da inspecção;



## 11. NDT - Non Dtribel Test

### *Ensaaios não destrutivos*

**Correntes Induzidas.** Este método de inspecção é aplicável unicamente a materiais condutores e, embora possa ser utilizado em materiais ferro-magnéticos, encontra a sua utilização preferencial em matérias não ferrosos como o alumínio e o titânio (Ver Figura 1). O princípio de aplicação do método baseia-se na utilização de uma sonda com um núcleo de ferrite envolvido por uma bobine, na sua extremidade, que ao ser alimentada por uma corrente alterna, produz no material um campo magnético que alterna na mesma frequência. Enquanto a sonda está em contacto com o material são, o campo magnético comporta-se de uma determinada forma que é alterada quando surge uma descontinuidade. Estas variações do campo magnético produzem variações na intensidade de corrente que percorre a bobine e que são medidas pela sonda. A aplicação deste método permite detectar defeitos quer superficiais, quer sub-superficiais de pouca profundidade (tipicamente 1 mm – 2mm de profundidade para inspecções por Correntes Induzidas de alta frequência). É um método que permite inspeccionar componentes sem a necessidade de despintura dos mesmos. Actualmente tem vindo a crescer a utilização do método de Inspeção por Correntes Induzidas de baixa-frequência em aeronáutica, que permite a detecção de defeitos em profundidade (até 3 cm). A utilização de correntes induzidas de baixa-frequência permite ainda a detecção de defeitos em camadas de material que não são superficiais.

## 11. NDT - Non Dtribel Test

### Ensaios não destrutivos

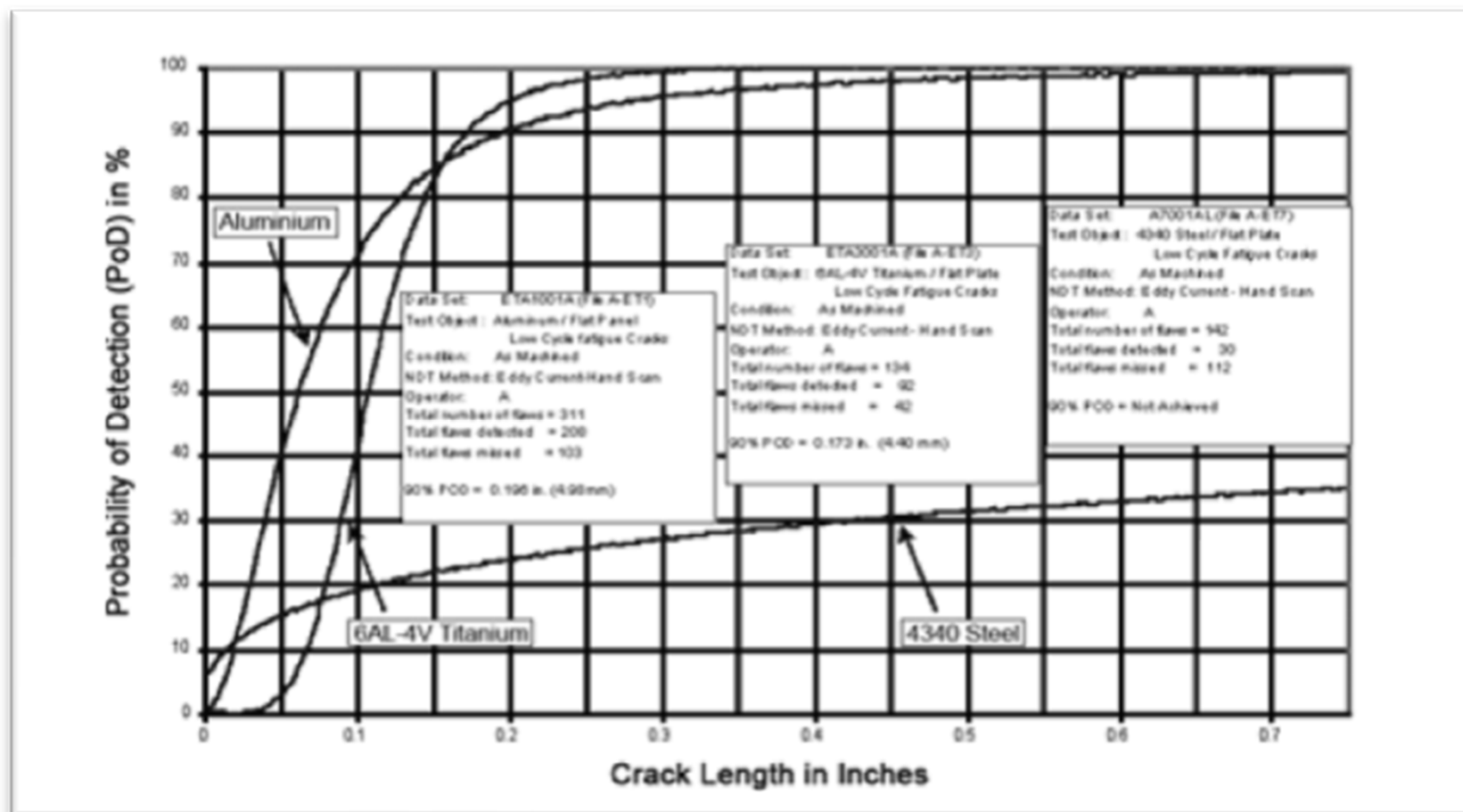


Figura 1 – Probabilidade de Detecção de Defeitos Superficiais por Inspeção pelo Método de Ensaios Não Destrutivos por Correntes Induzidas.

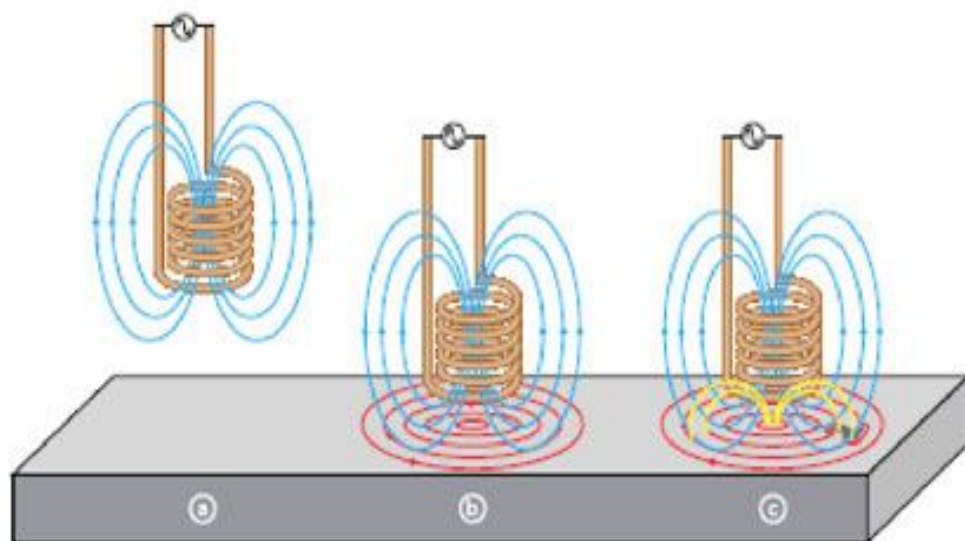
## 11. NDT - Non Dtribel Test

*Ensaio não destrutivo*

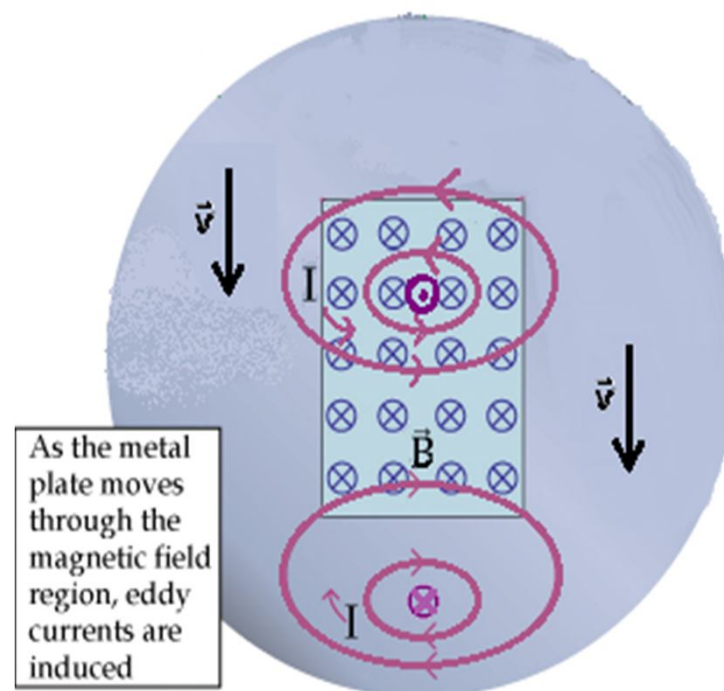


## 11. NDT - Non Destrivel Test

### *Ensaio não destrutivo*

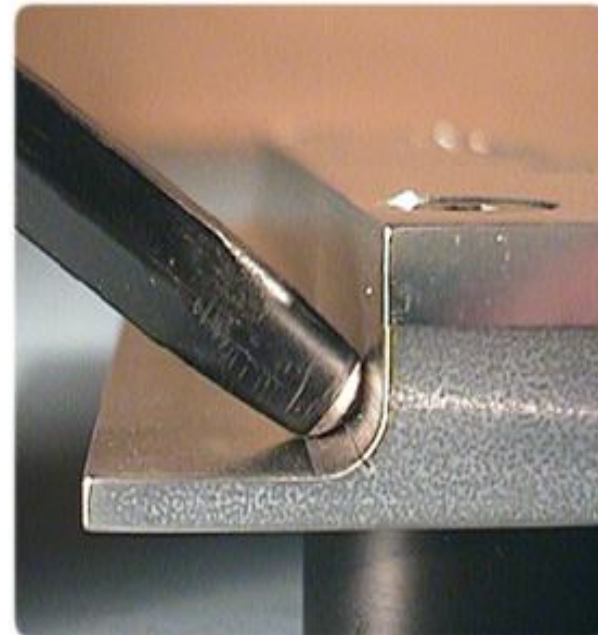
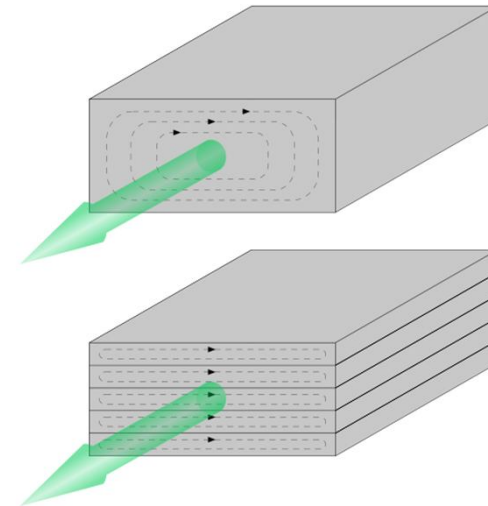


- a—The alternating current flowing through the coil at a chosen frequency generates a magnetic field around the coil.
- b—When the coil is placed close to an electrically conductive material, eddy current is induced in the material.
- c—If a flaw in the conductive material disturbs the eddy current circulation, the magnetic coupling with the probe is changed and a defect signal can be read by measuring the coil impedance variation.



## 11. NDT - Non Dtribel Test

*Ensaio não destrutivo*



## 11. NDT - Non Dtribel Test

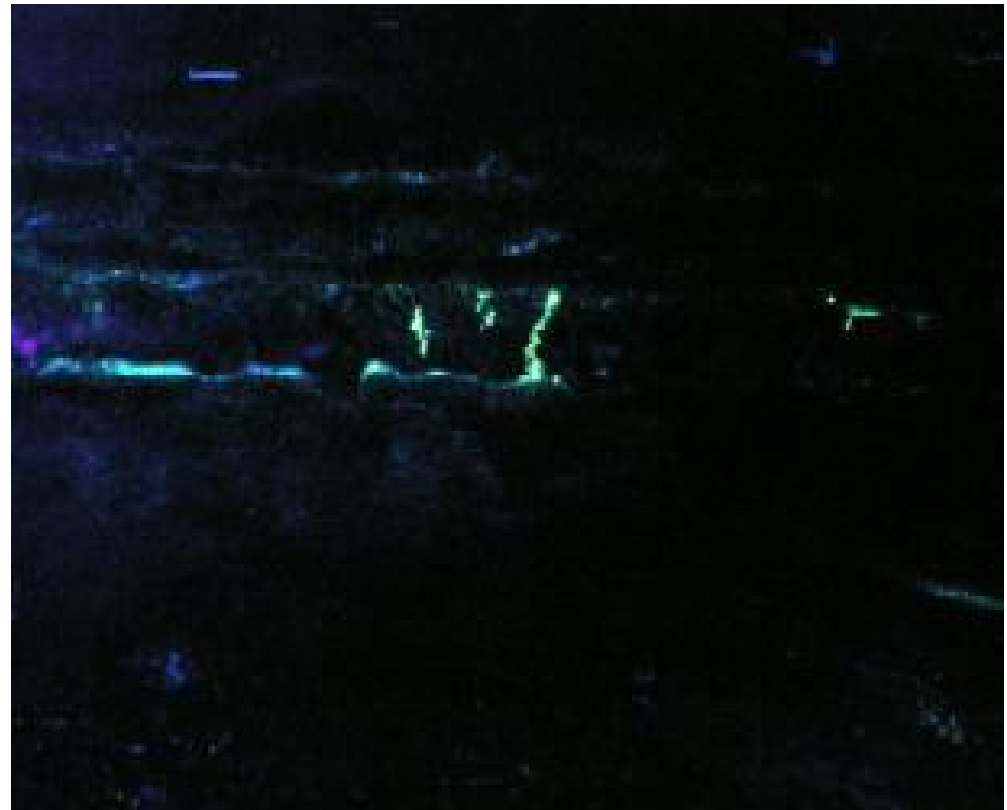
### *Ensaaios não destrutivos*

**Líquidos Penetrantes.** Este método pode, em geral, ser aplicado a qualquer material não poroso, para a identificação de defeitos superficiais. É frequentemente utilizado em ligas de alumínio, magnésio, titânio, aço, bronze assim como em materiais não metálicos como os cerâmicos, os plásticos e o vidro. O método baseia-se no princípio físico da capilaridade. Sobre a superfície dos componentes é aplicado um líquido colorido com elevada tensão superficial, que lhe permite entrar com facilidade nas descontinuidades dos materiais. Decorrido tempo suficiente para a penetração de quantidade suficiente de penetrante nas descontinuidades, que depende das características da descontinuidade e do penetrante utilizado, remove-se o excesso de penetrante que ficou sobre a peça e aplica-se o revelador, que tem como função trazer para a superfície do material parte do penetrante que ficou retido no interior da descontinuidade, permitindo a sua identificação visual. Em aeronáutica, os penetrantes utilizados têm propriedades fluorescentes, pelo que a inspecção final é efectuada em câmara escura auxiliada por luz negra.



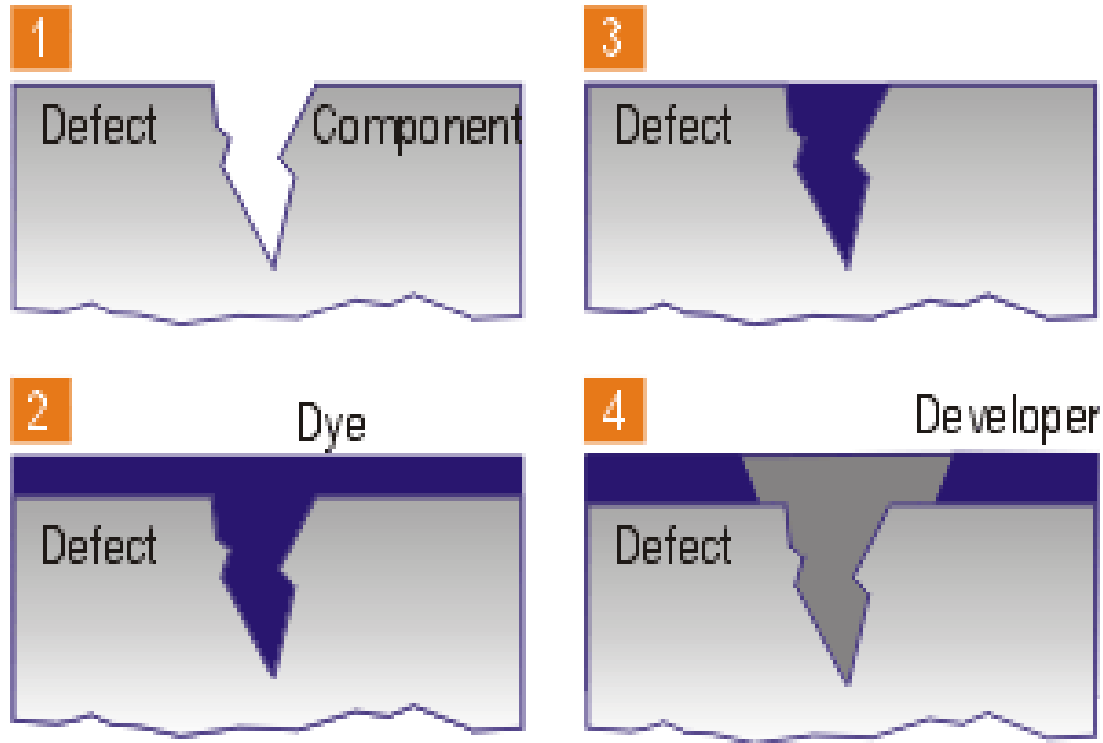
## 11. NDT - Non Destructive Test

### *Ensaio não destrutivo*



## 11. NDT - Non Dtribel Test

*Ensaio não destrutivo*





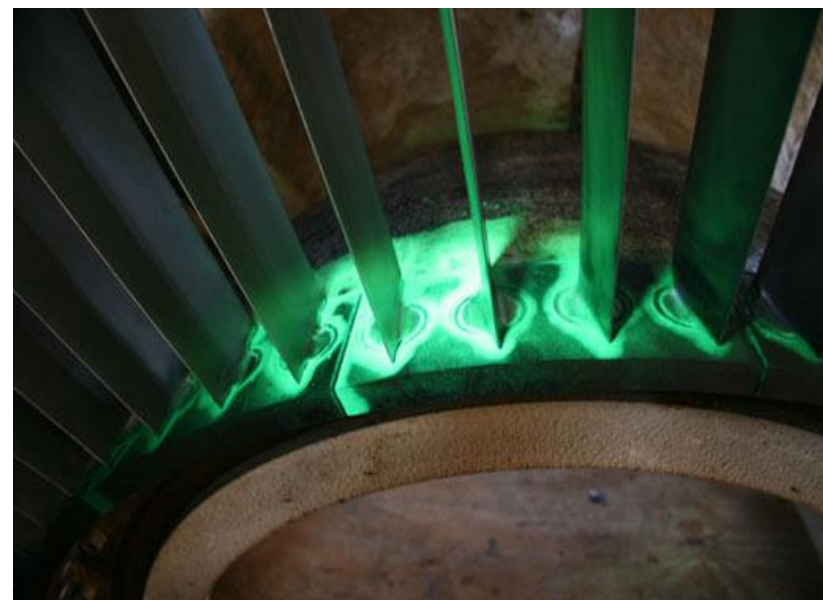
## 11. NDT - Non Dtribel Test

*Ensaio não destrutivo*



## 11. NDT - Non Dtribel Test

*Ensaio não destrutivo*



## 11. NDT - Non Dtribel Test

### *Ensaaios não destrutivos*

**Partículas Magnéticas.** Este método de inspecção é unicamente aplicável a materiais ferrosos. Quando estes materiais são submetidos a um campo magético forte, mesmo após o seu desaparecimento, ficam magnetizados devido à sua elevada capacidade de retentividade. Quando existe uma descontinuidade superficial ou sub-superficial nos componentes, o campo magnético é interrompido, sendo que parte das linhas de campo são conduzidas através do ar produzindo uma fuga de campo magnético à superfície sobre as descontinuidades. Sobre a superfície dos componentes são aplicadas finas partículas de ferro com propriedades de fluorescência que são atraídas para estas zonas de fuga do campo magnético permitindo a identificação visual das descontinuidades em câmara escura com recurso a luz negra.

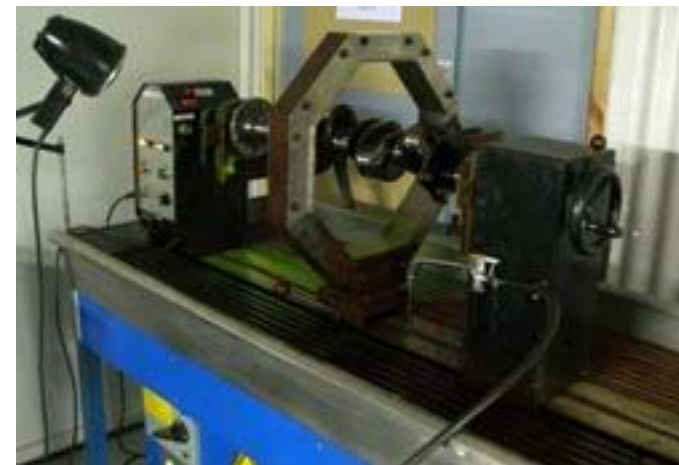
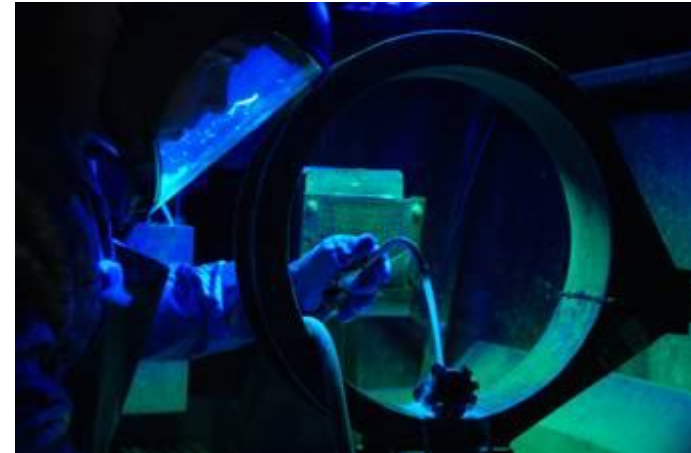
## 11. NDT - Non Dtribel Test

*Ensaio não destrutivo*



## 11. NDT - Non Dtribel Test

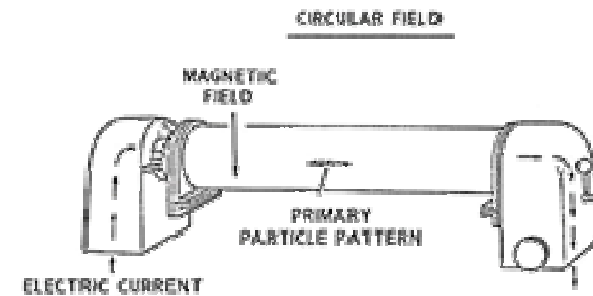
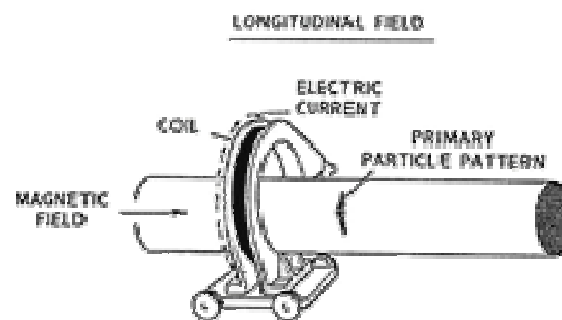
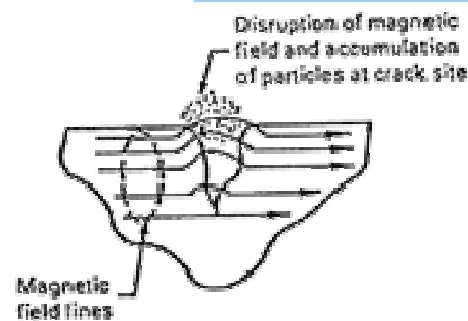
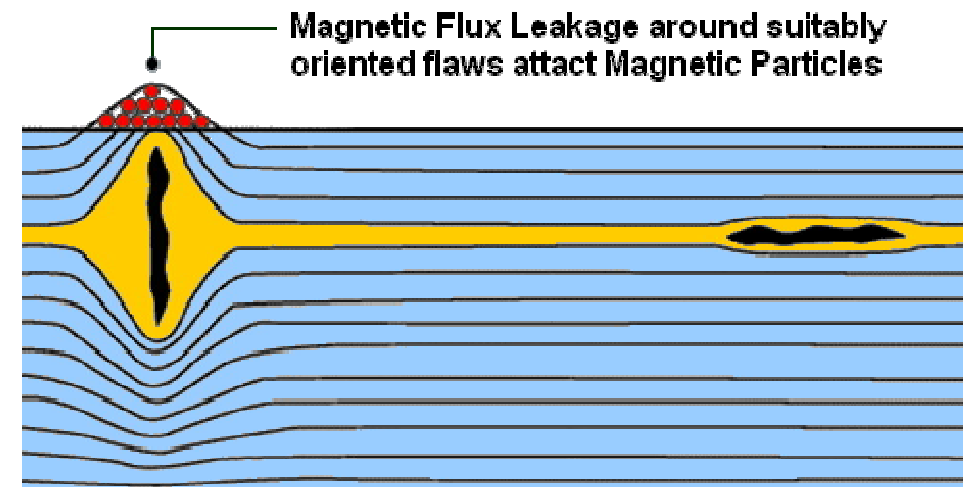
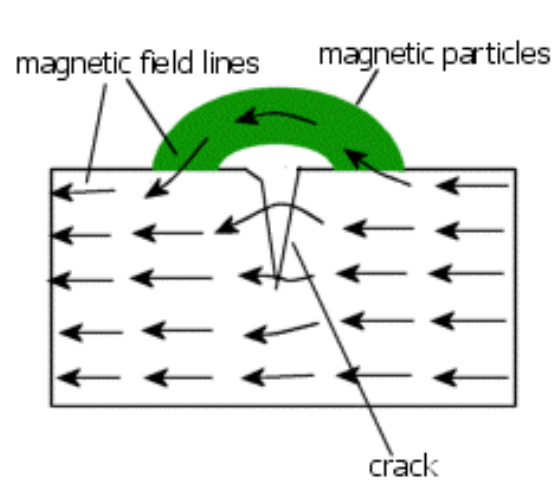
*Ensaio não destrutivo*





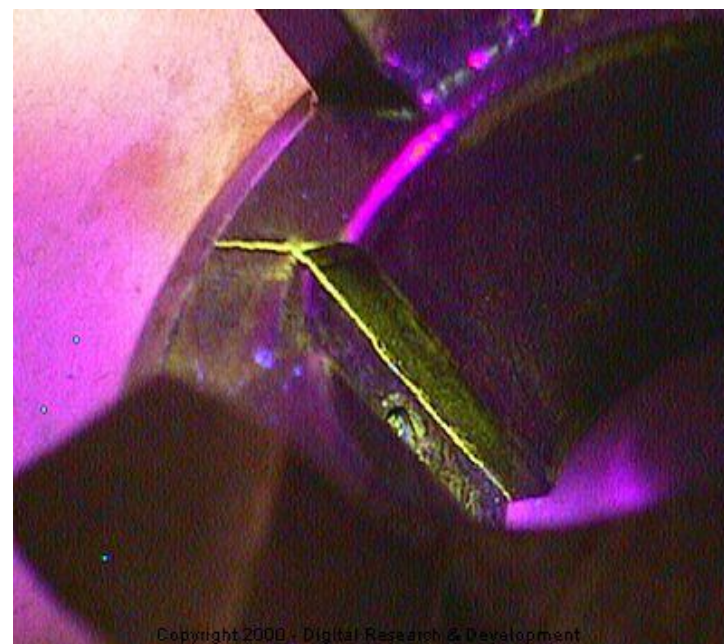
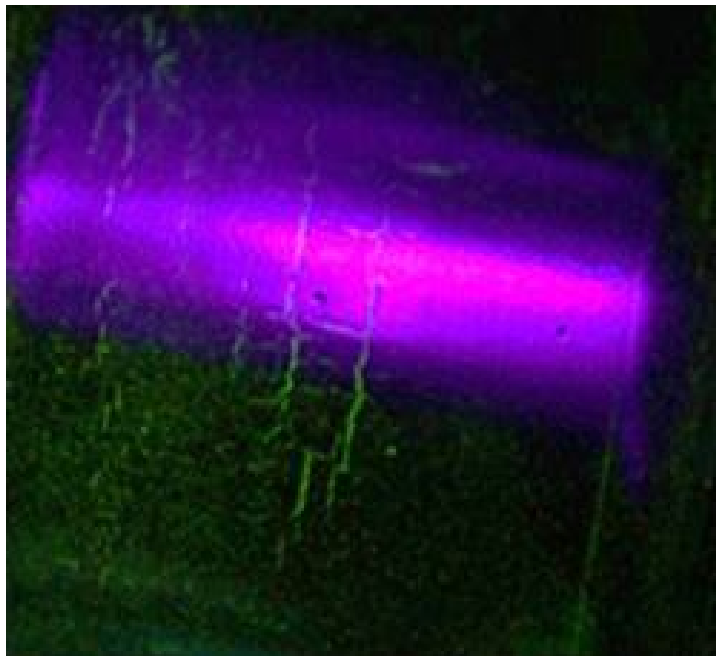
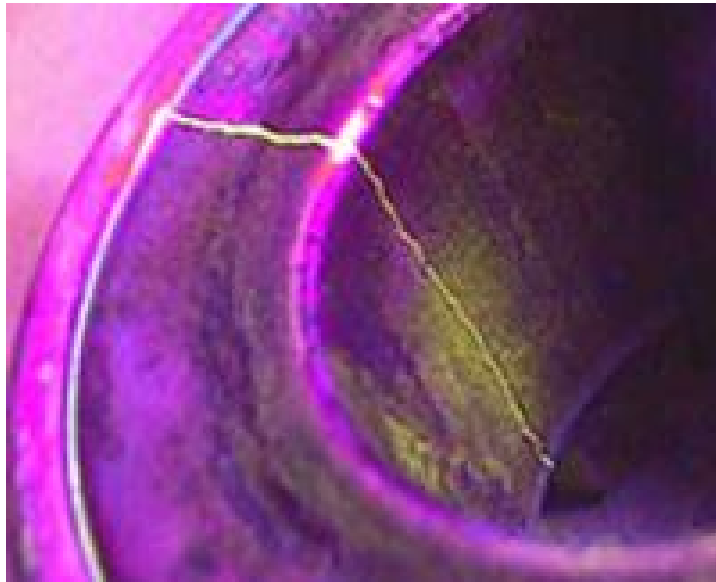
## 11. NDT - Non Dtribel Test

### *Ensaio não destrutivo*



## 11. NDT - Non Dtribel Test

*Ensaio não destrutivo*



## 11. NDT - Non Dtribel Test

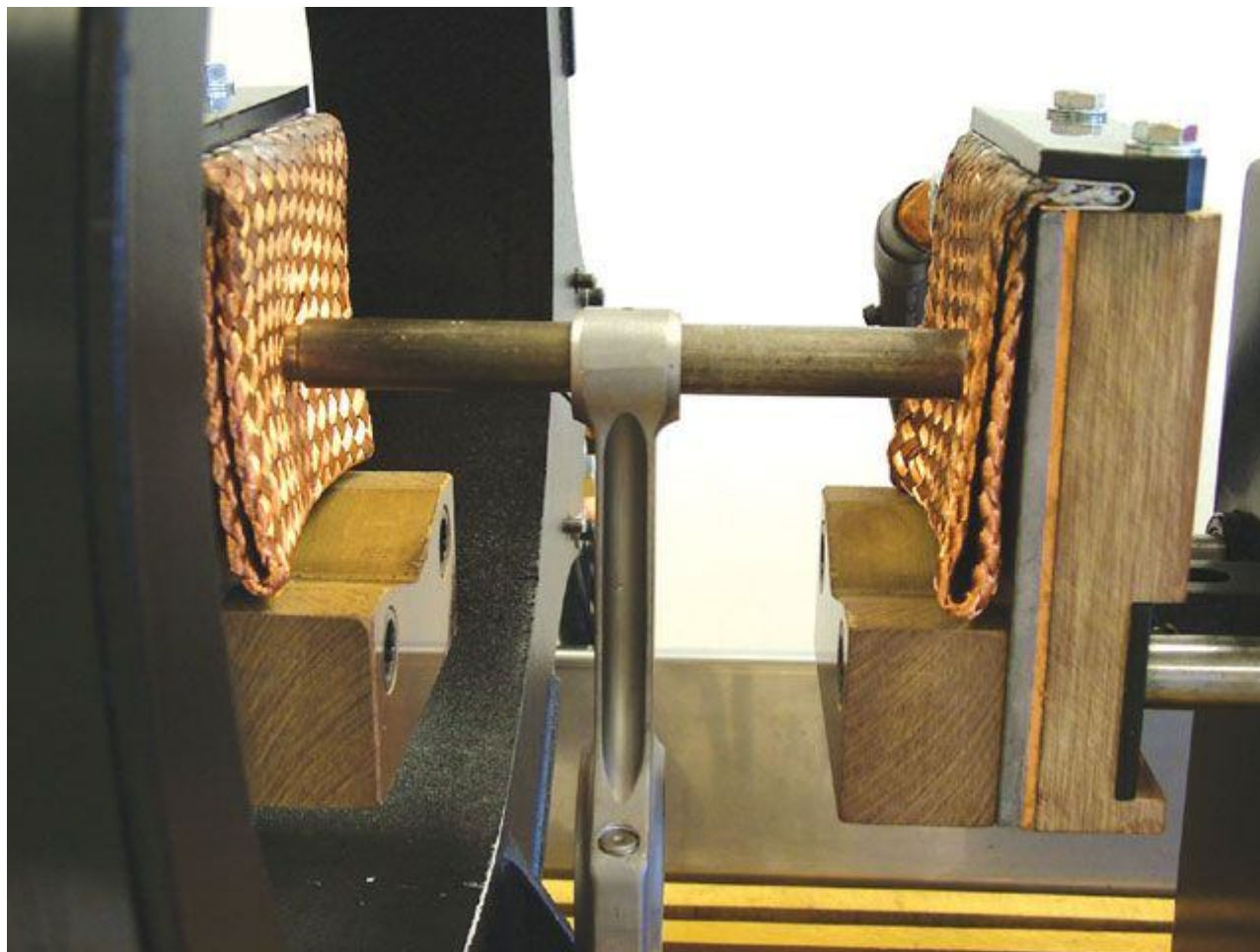
*Ensaio não destrutivo*





## 11. NDT - Non Dtribel Test

*Ensaio não destrutivo*

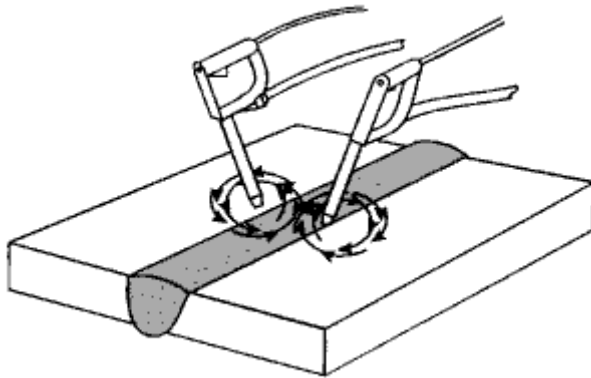
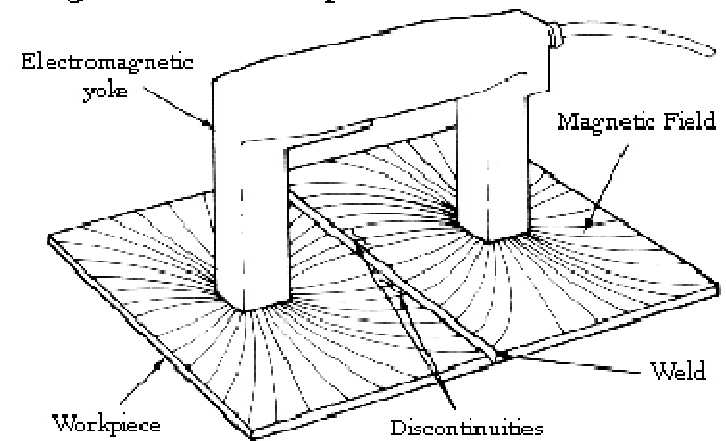


## 11. NDT - Non Destrivel Test

*Ensaaios não destrutivos*

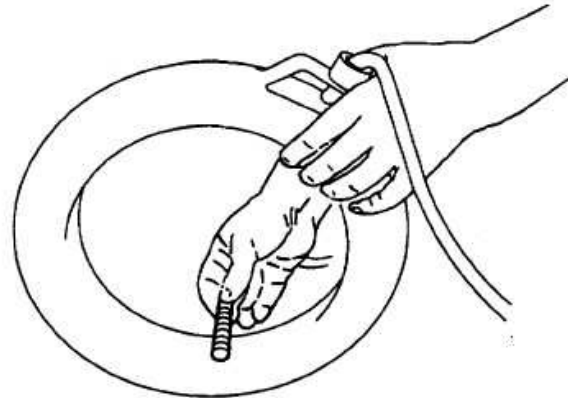


**Magnetic Particle Inspection**

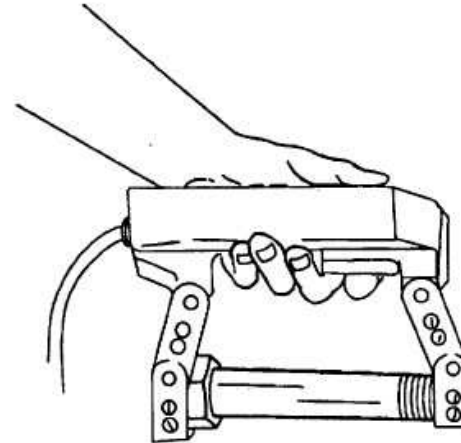


## 11. NDT - Non Dtribel Test

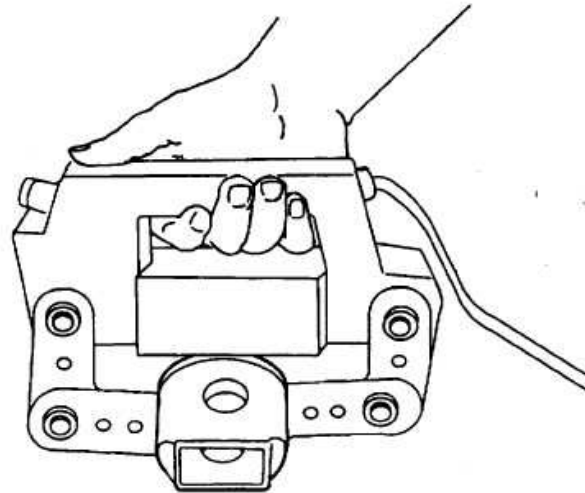
*Ensaio não destrutivo*



HAND-HELD COIL



ARTICULATED OR MOVEABLE YOKE



CONTOUR PROBE

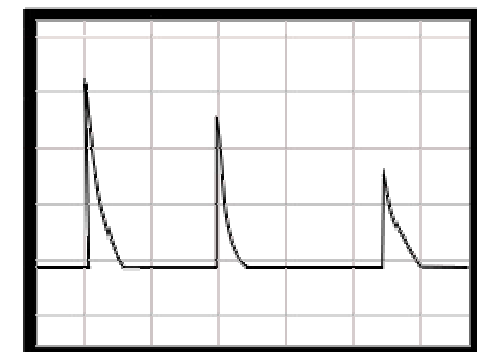
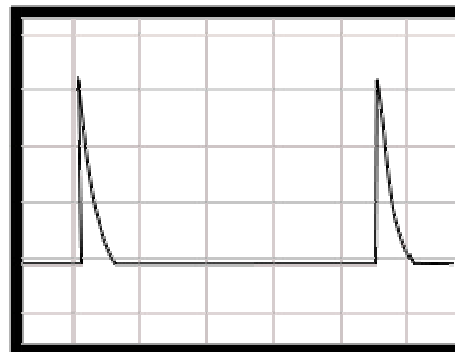
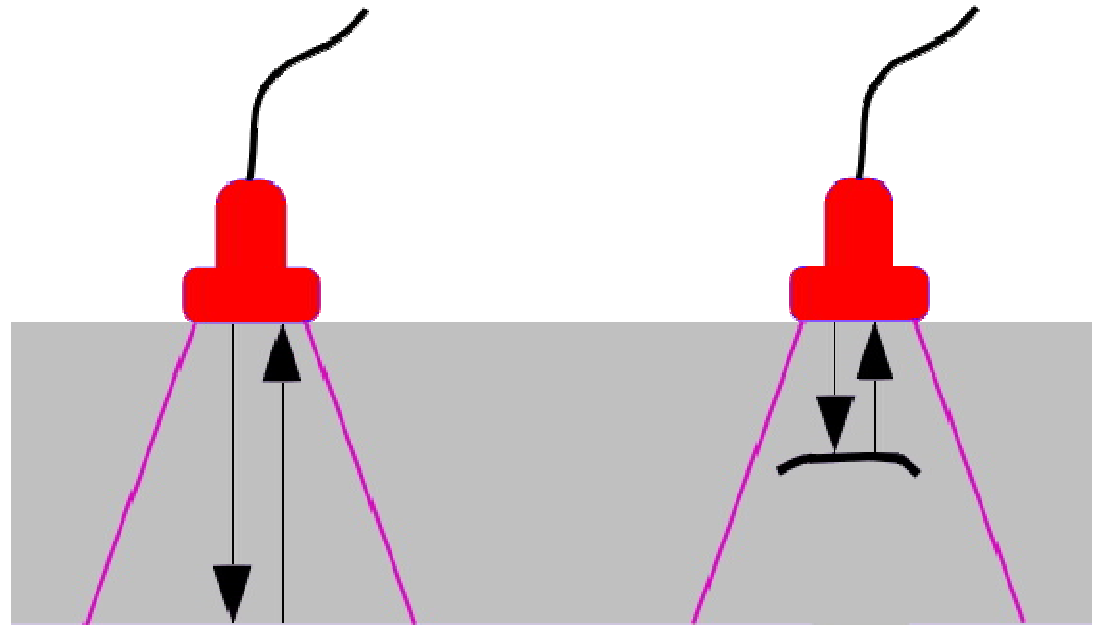
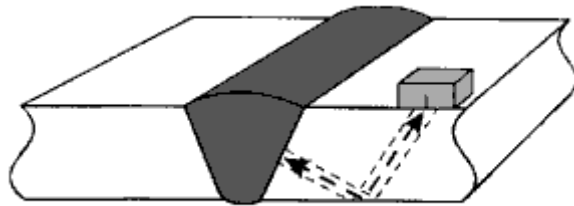
## 11. NDT - Non Dtribel Test

### *Ensaaios não destrutivos*

**Ultra-Sons.** Este método permite identificar defeitos interiores em componentes. Baseia-se no princípio da propagação de ondas em meios contínuos. Utiliza como meio de inspecção os ultra-sons que não se propagam no ar e cuja velocidade de propagação depende do material sob inspecção. Sobre a superfície do material é colocado um emissor de ultra-sons e um receptor que podem ou não estar contidos numa única sonda. Nas interfaces entre o emissor, o receptor e o material a inspeccionar, é aplicado um gel acoplante que as preenche e permite uma eficaz propagação dos ultra-sons. Quando aplicados num componente defeituoso, o percurso das ondas é alterado devido à presença dos defeitos. Os ultra-sons ao encontrarem uma descontinuidade do material são reflectidos, atingindo o receptor com um desfasamento temporal relativamente ao espectável (Período diferente), ou não atingindo de todo o receptor. É um método em que a identificação de defeitos que pode ser difícil quando os componentes têm geometrias complexas e exige frequentemente a utilização de padrões representativos dos componentes com os defeitos prováveis.

## 11. NDT - Non Destructive Test

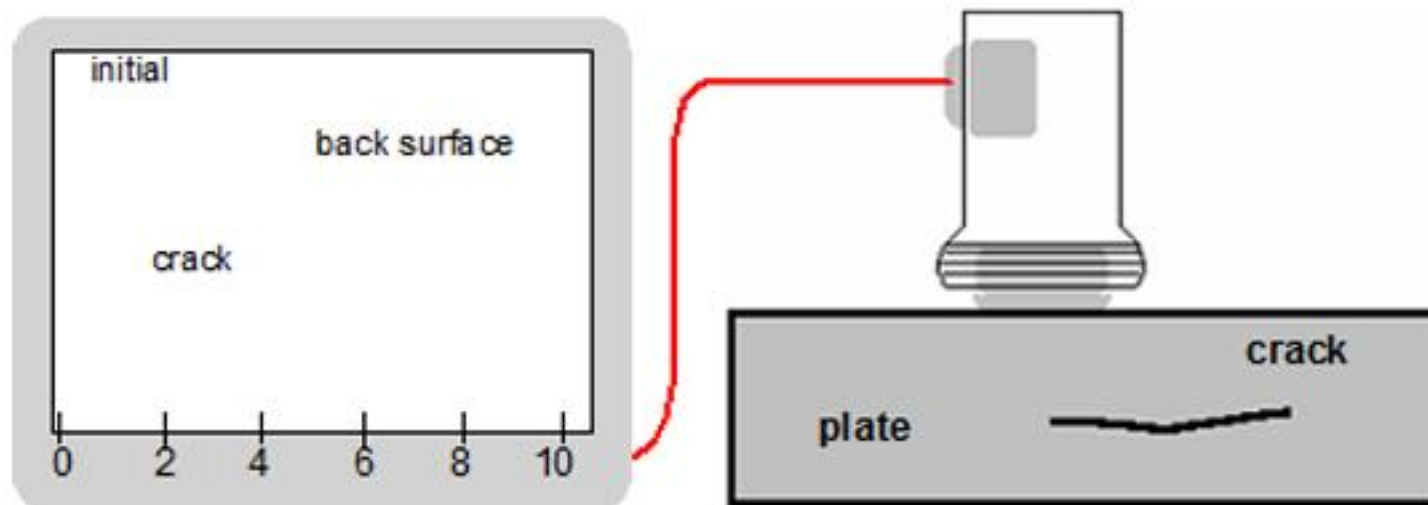
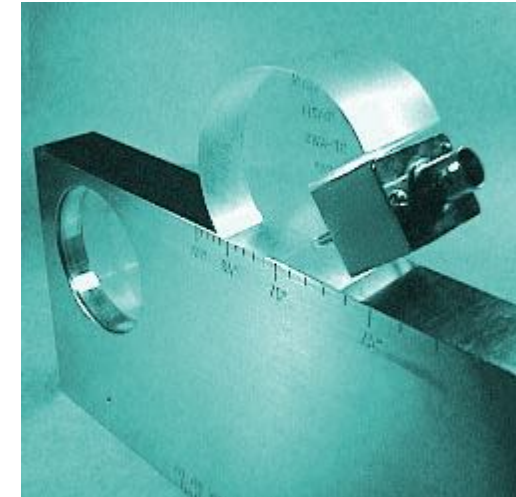
*Ensaio não destrutivo*





## 11. NDT - Non Destructive Test

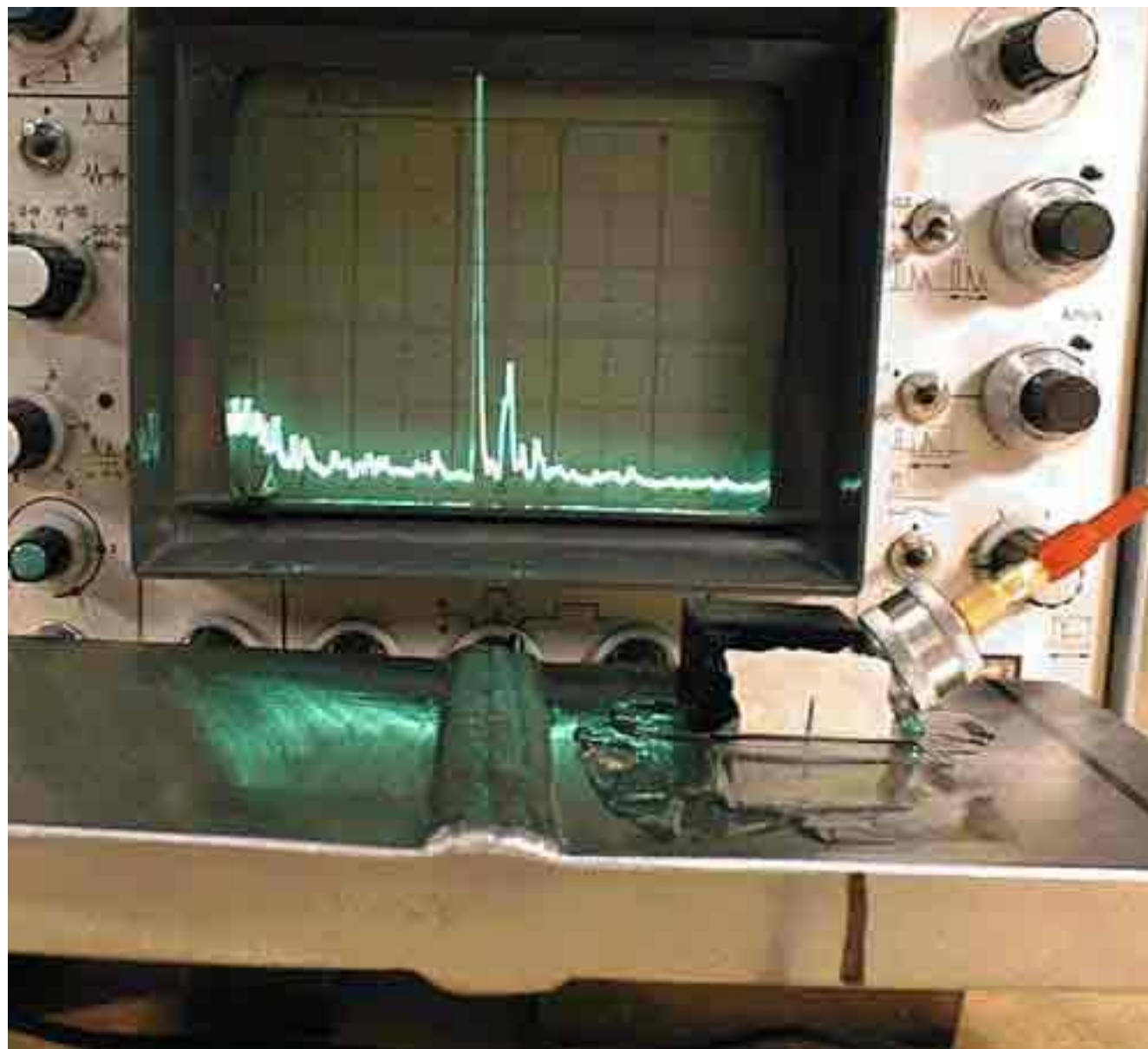
*Ensaio não destrutivo*





## 11. NDT - Non Dtribel Test

*Ensaio não destrutivo*



## 11. NDT - Non Dtribel Test

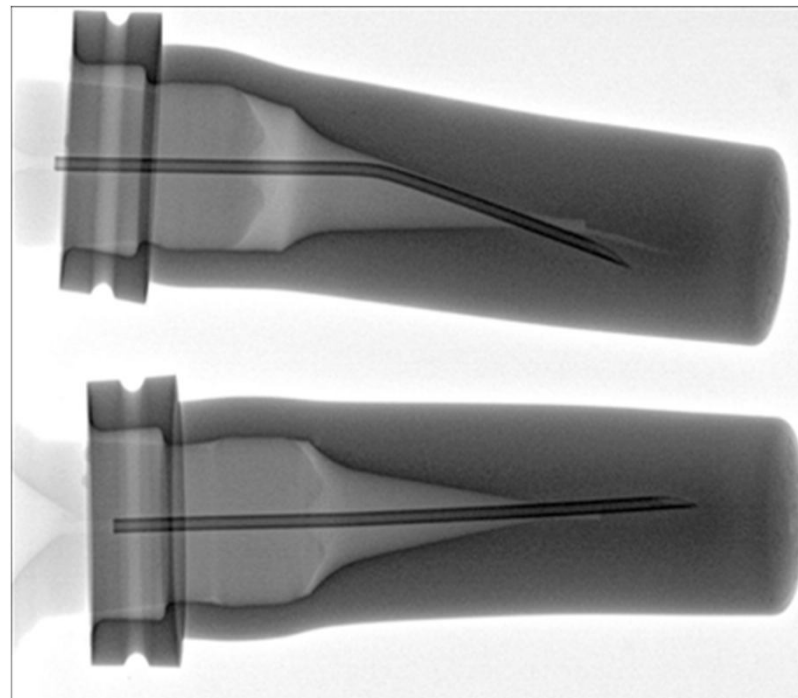
### *Ensaaios não destrutivos*

**Radiografia.** O método de inspecção por radiografia baseia-se na capacidade dos Raios-X penetrarem nos materiais. Os Raios-X são produzidos pela excitação de electrões de um filamento (ânodo), que são acelerados em vácuo , pela aplicação de uma diferença de potencial de vários KVA's, contra um cátodo de que resulta a produção de energia sob a forma de calor e de Raios-X. O processo de inspecção por Radiografia consiste na obtenção de uma fotografia do interior dos componentes, sendo que a detectabilidade dos defeitos depende dos seguintes factores:

- Composição do Objecto;
- Densidade do material de que é feito o objecto;
- Energia dos Raios-X incidentes;
- Orientação do defeito relativamente à incidência dos Raios-X;
- Existência de obstáculos entre os Raios-X incidentes e o defeito espectável;
- Possibilidade de colocação de uma chapa radiográfica atrás dos componentes;

## 11. NDT - Non Dtribel Test

*Ensaio não destrutivo*



## 11. NDT - Non Destructive Test

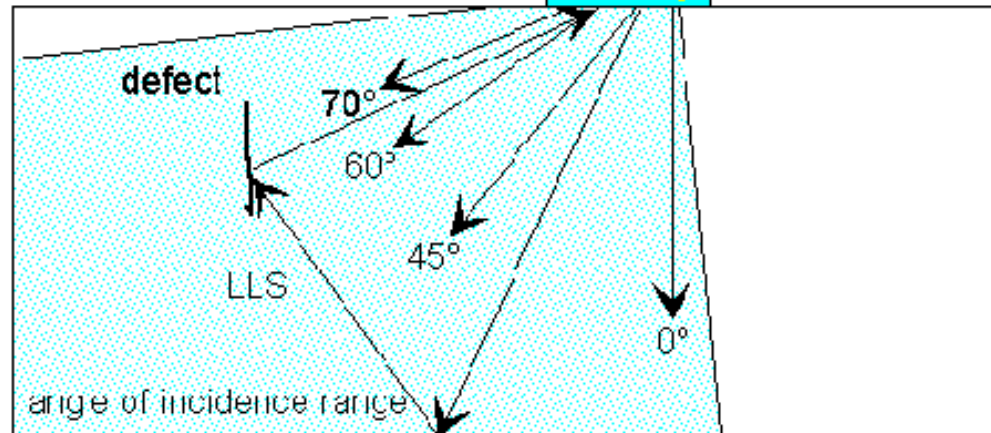
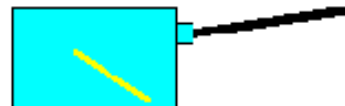
### *Ensaio não destrutivo*

### Phase Array



Fig1: Angle of incidence range for the Phased Array Probe

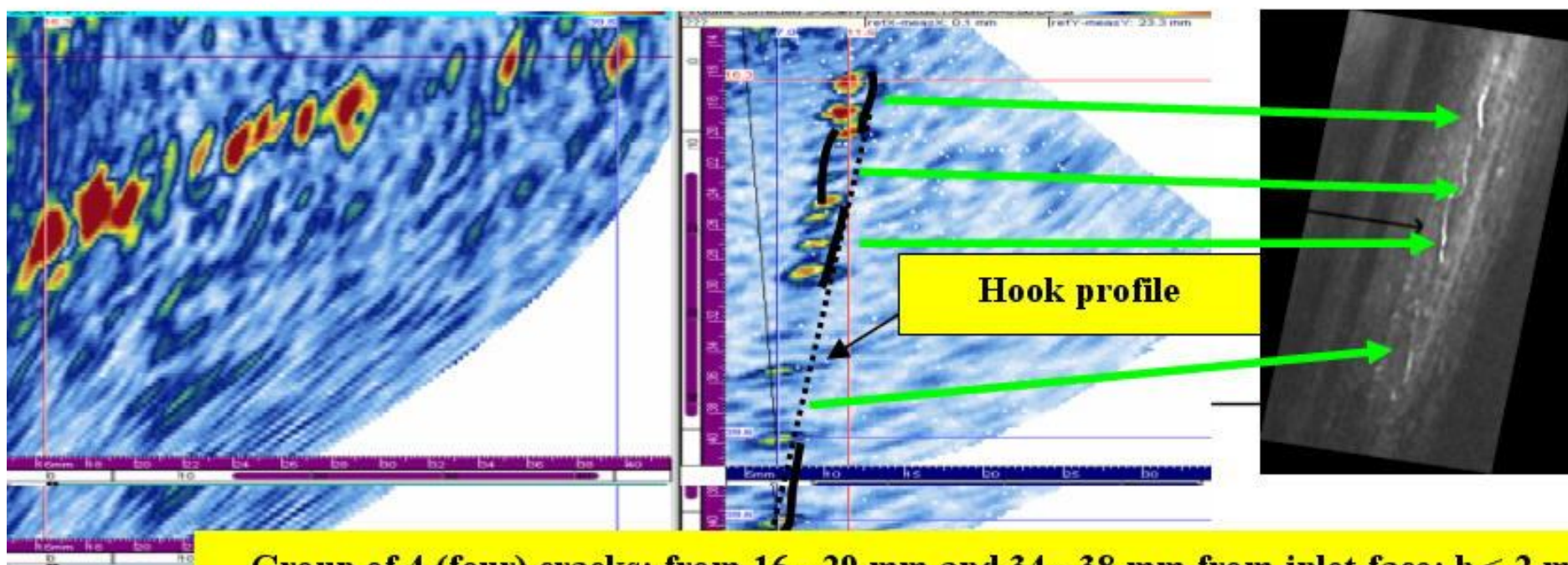
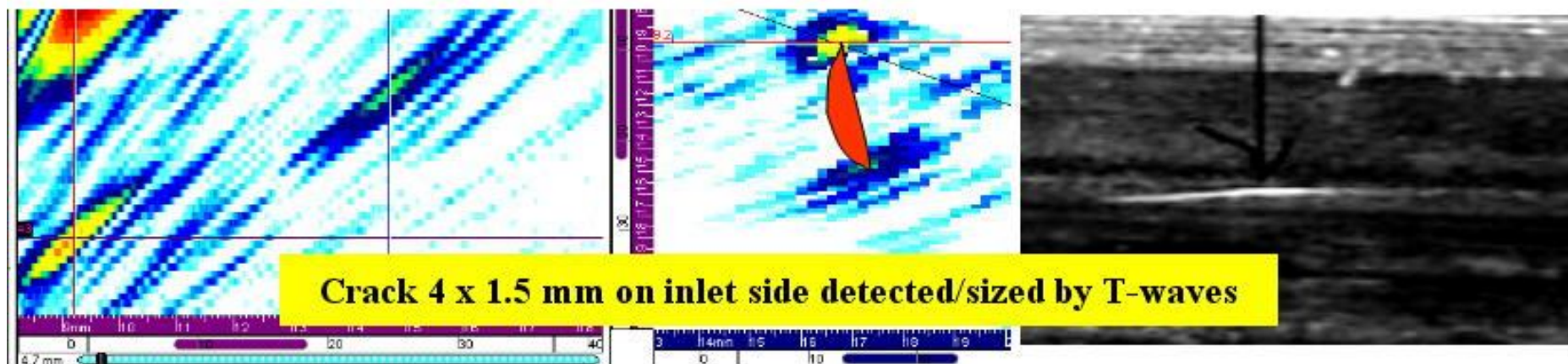
Phased Array Probe





## 11. NDT - Non Dtribel Test

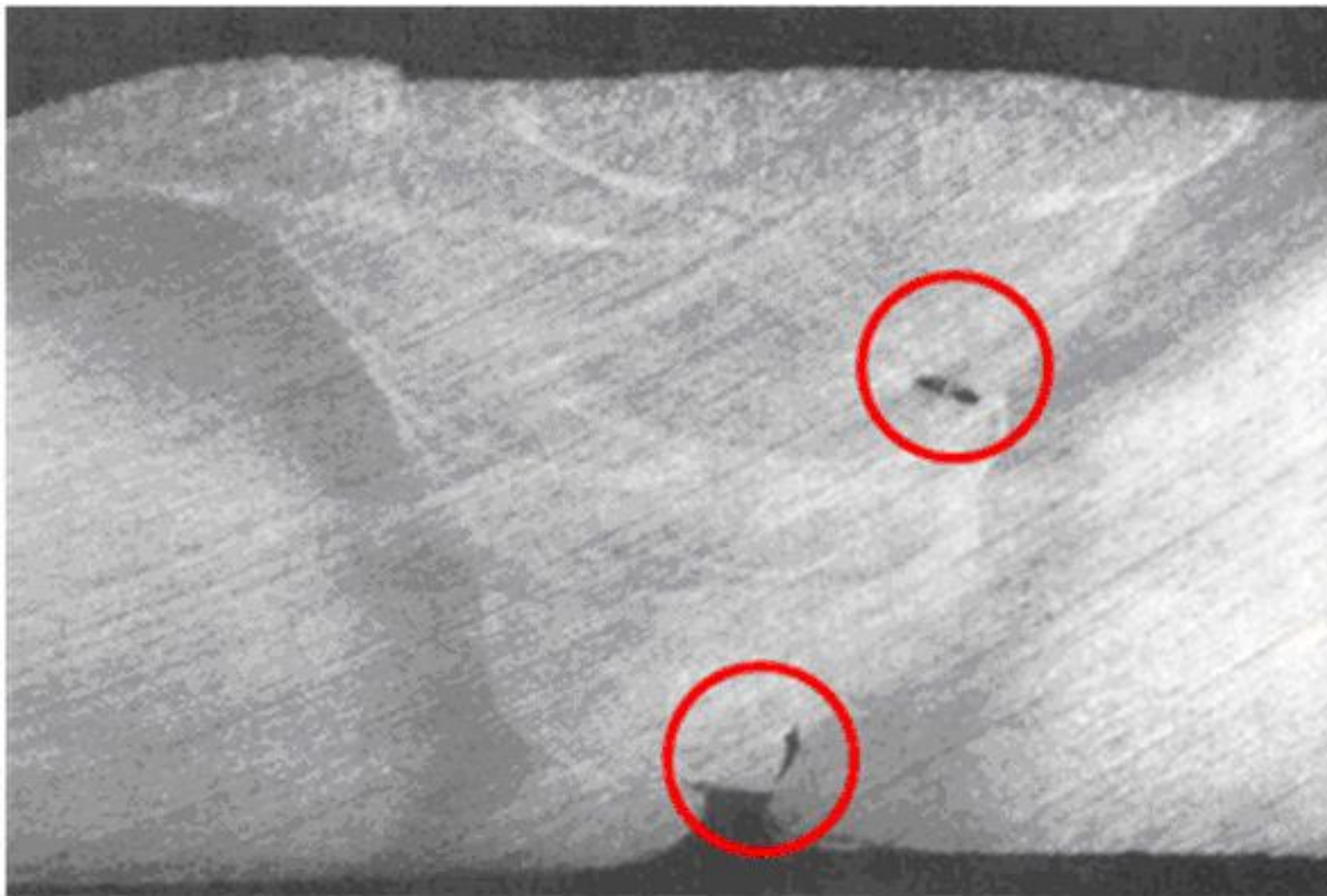
*Ensaio não destrutivo*



**Group of 4 (four) cracks: from 16 - 29 mm and 34 - 38 mm from inlet face;  $h < 2$  mm**

## 11. NDT - Non Dtribel Test

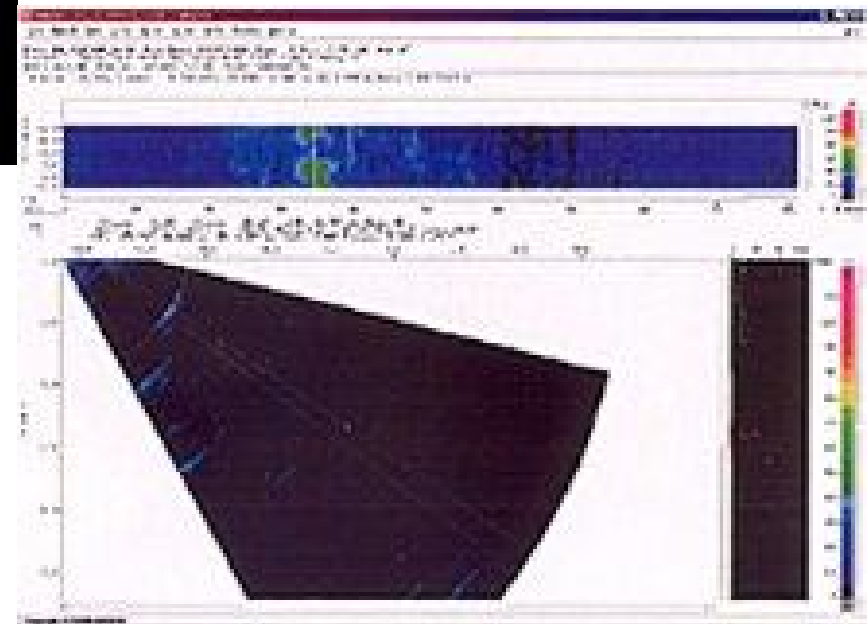
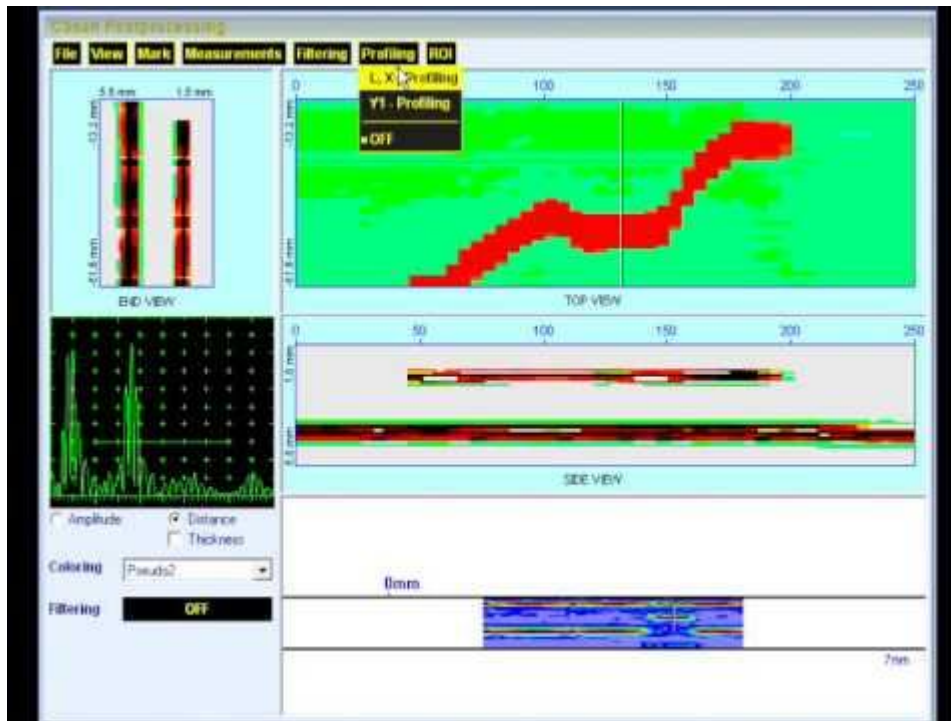
*Ensaio não destrutivo*





## 11. NDT - Non Destrivel Test

### *Ensaio não destrutivo*

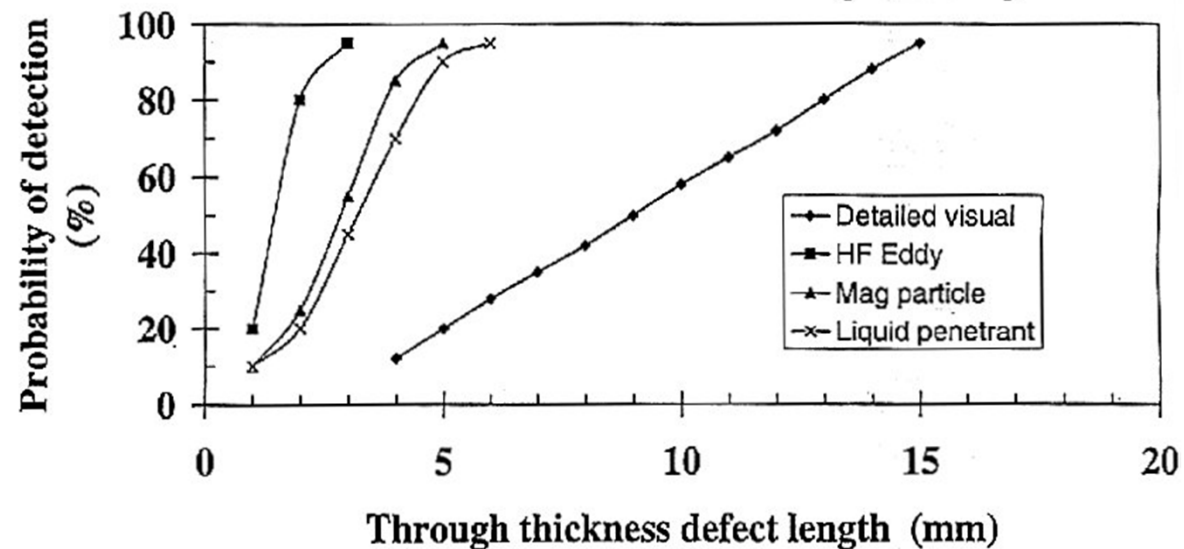


## 11. NDT - Non Dtribel Test

### *Ensaio não destrutivo*

**Escolha dos Métodos de Inspeção END.** A selecção de qual o método a aplicar na detecção de um determinado defeito espectável é um passo essencial no processo de inspecção por Ensaio Não Destrutivo, e do qual depende o sucesso da mesma. A detectabilidade dos defeitos poderá ser elevada com a utilização do método apropriado e ser muito reduzida ou até mesmo inexistente com a aplicação de um método inadequado. A Figura 2 apresenta a probabilidade de detecção de um defeito pelos diversos métodos, se possíveis de aplicar.

**Probability of detection at 95%  
confidence for selected NDT ( Bical)**



**Figura 2 – Probabilidade de Detecção de Defeitos Superficiais por Inspeção por diferentes meios de inspecção de defeitos superficiais.**

## 11. NDT - Non Dtribel Test

### *Ensaaios não destrutivos*

Aquando da escolha do método de inspecção a aplicar deve-se ter em consideração a localização do defeito (superficial ou sub-superficial), o tipo de material a inspeccionar (condutor ou não condutor, ferroso ou não ferroso, poroso ou não-poroso), a geometria do componente a inspeccionar e se o componente se apresenta pintado ou despintado. Deve-se ainda considerar aspectos como a perigosidade de aplicação dos métodos, os custos de material e mão-de-obra associados à aplicação dos métodos, o tempo que demora a obter resultados e a possibilidade de automação dos métodos (especialmente importante na utilização dos END em unidades fabris para a detecção de defeitos de fabrico). Na Tabela 1 encontra-se um resumo das várias características dos Diversos Métodos.

## 11. NDT - Non Dtribel Test

### *Ensaio não destrutivo*

	Correntes Induzidas	Ultra Sons	Líquidos Penetrantes	Partículas Magnéticas	Radiografia
Localização dos Defeitos Detectáveis	Superfície e Subsuperfície (algumas limitações)	Superfície e Subsuperfície	Superfície	Superfície e Subsuperfície (algumas limitações)	Superfície e Subsuperfície
Tipo de Material	Condutores Eléctricos	Todos	Todos (excepto materiais porosos)	Ferromagneticos	Todos
Acabamento superficial	Com tinta (algumas excepções)	Sem tinta	Sem tinta	Sem tinta (algumas excepções)	Com tinta
Capacidade de automação	Sim	Sim	Limitada	Limitada	Limitada
Tempo dos resultados	Imediato	Imediato	Não imediato	Imediato	Não imediato
Limitações devido à Geometria	Algumas Limitações	Algumas Limitações	Sem limitações	Algumas Limitações	Algumas Limitações
Custo	Relativamente barato	Relativamente barato	Relativamente barato	Relativamente barato	Caro
Perigos	Nenhuns	Nenhuns	Nenhuns	Queimaduras no material	Radiação

**Tabela 1 – Comparação dos Métodos de Ensaio Não Destrutivos aplicados na FAP**

## 11. NDT - Non Dtribel Test

### *Ensaaios não destrutivos*

#### REGULAMENTAÇÃO E LEGISLAÇÃO

**Generalidades.** Existem diversas normas que regulamentam a actividade dos Ensaaios Não Destrutivos na indústria. A norma Europeia que regula os Ensaaios Não Destrutivos para o sector Aeronáutico é a EN4179. Esta Norma deve ser traduzida em procedimentos internos das Organizações. A norma EN 4179 e o Regulamento Europeu CE 2042/2003, Anexo II – Parte 145, pressupõem a existência de Comitês Científicos Nacionais (NANTB's) responsáveis por garantir e controlar a implementação das Normas Europeias nas Organizações com competência em Ensaaios Não Destrutivos no sector Aeronáutico.

## 11. NDT - Non Dtribel Test

### *Ensaaios não destrutivos*

**Qualificação e Certificação de Pessoal END.** Os procedimentos internos das

Organizações têm de cumprir com os requisitos da Norma EN4179, sendo que devem incluir:

1. Níveis de Qualificação e Certificação usados;
2. Atribuições e Responsabilidades;
3. Requisitos de Formação e Experiência;
4. Requisitos de Qualificação e de Certificação;
5. Que tipo de registos devem ser mantidos e como;
6. Requisitos para expiração, suspensão revogação e reinstituição de Certificações;
7. Como deve ser feita a Examinação dos candidatos;



## **11. NDT - Non Dtribel Test**

### ***Ensaaios não destrutivos***

#### **Responsabilidades das Organizações.**

O empregador é responsável por implementar os requisitos da Norma EN4179 no sistema END da Organização.

O Prestador de Serviços é responsável por assegurar que todos os fornecedores de serviços e material cumprem com os requisitos da norma EN 4179.

O empregador é responsável pela certificação dos técnicos END para trabalharem na própria Organização.

## 11. NDT - Non Dtribel Test

### *Ensaaios não destrutivos*

**Nível 3 Responsável** O empregador deve identificar por escrito o seu Nível 3 Responsável, que age em nome da Organização nos métodos de END, em que a Organização tem competências.

## 11. NDT - Non Dtribel Test

### *Ensaaios não destrutivos*

#### **Níveis de Certificação e Responsabilidades.**

##### Instruendo em Certificação:

- Realiza Inspeções acompanhado por um técnico Certificado;
- Não decide sobre a aceitação/rejeição de componentes;

Certificado Nível 1 limitado: Pode cumprir instruções END específicas que sejam autorizadas pelo Nível 3 Responsável, no período máximo de 1 ano.

Certificado Nível I: Pode cumprir qualquer instrução END, autorizada para Nível 1;

##### Certificado Nível II:

- Pode cumprir qualquer instrução END, autorizada para Nível 1/Nível II;
- Supervisionar Níveis 1 e administrar treino e formação;
- Preparar instruções de END, (se descrito no procedimento interno);

##### Certificado Nível III:

- Gerir o Sistema END;
- Preparar e autorizar instruções e procedimentos(Normas) END;
- Gerir o sistema de Qualificação e Certificação de Pessoal;

## 11. NDT - Non Dtribel Test

### *Ensaaios não destrutivos*

**Formação e treino.** Os cursos de Qualificação em Ensaaios Não Destrutivos:

- Dependem do método de ensaio e do Nível;
- Devem cobrir as técnicas que fazem parte do dia a dia dos operadores END;
- Devem ter uma componente prática e uma componente teórica;
- Devem ser aprovados pelo Nível 3 Responsável;
- Devem ter a duração mínima estabelecida na tabela seguinte.

Table 1 — Minimum formal training hours, Levels 1 and 2

Method	Level 1	Level 2 with Level 1 certification	Level 2 without Level 1 certification
PT	16	16	32
MT	16	16	32
ET	40	40	80
UT	40	40	80
RT	40	40	80
TT	20	40	60
ST	20	40	60

## 11. NDT - Non Dtribel Test

### *Ensaio não destrutivo*

**Experiência para Certificação.** A experiência para Certificação deve ser aquela considerada necessária para que os operadores executem correctamente todos os trabalhos END que fazem parte das suas funções nas Organizações. A experiência prévia adquirida sob outros empregadores pode ser considerada para certificação, desde que documentada e validada pelo Nível 3 Responsável. A norma EN 4179 não faz restrições/imposições quanto à experiência obtida em trabalhos END em inspecções reais face à experiência obtida com peças de treino. A experiência mínima para certificação em END (de acordo com a EN4179) depende dos métodos e é apresentada na tabela seguinte. Pelo menos 50% dos mínimos têm de ser cumpridos no Método em questão.

Table 2 — Minimum experience requirements for Levels 1 and 2

Method	Experience Time in hours <sup>a</sup>		
	Level 1 (Trainee experience)	Level 2 with previous Level 1 certification	Level 2 without previous Level 1 certification
PT	130	270	400
MT	130	400	530
ET	400	1 200	1 600
UT	400	1 200	1 600
RT	400	1 200	1 600
TT	200	600	800
ST	200	600	800

<sup>a</sup> Experience in multiple methods may be accumulated simultaneously. Experience in a method must be at least half this time when remaining time is spent working or training in other NDT methods when approved by the Responsible Level 3 or NANDTB.

## 11. NDT - Non Dtribel Test

### *Ensaaios não destrutivos*

**Examinação.** A norma EN4179 estabelece os seguintes requisitos de Examinação:

#### EXAME TEÓRICO:

Exame Geral – Mínimo 40 perguntas

- Exame sem consulta;
- Avalia os conhecimentos relativos ao método

Exame Específico – Mínimo 30 perguntas

- Exame com consulta;
- Avalia o conhecimentos de Normas, Regulamentos das Organizações, Procedimentos de Operação e Procedimentos de Clientes;

#### EXAME PRÁTICO:

2 Peças de inspecção com defeitos conhecidos e catalogados por método e nível, para processamento e avaliação.

EXAME DE ACUIDADE VISUAL: Com periodicidade mínima de 5 anos. Os operdores têm de conseguir no mínimo o resultado de 20/25 no teste de *Snellen* a 42 cm +/- 2,54 cm e de conseguir correctamente distinguir e diferenciar cores num teste de percepção de côr (daltonismo).



## 11. NDT - Non Dtribel Test

### *Ensaaios não destrutivos*

#### REQUISITOS DE EXAMINAÇÃO

Nível 1 limitado:

- No mínimo 1 espécime para processamento e/ou inspecção;
- Escrita de Resultados

Nível 1: (Validade 5 anos)

- No mínimo 2 espécimes por Método;
- Escrita de Resultados;

Nível 2: (Validade 5 anos)

- No mínimo 2 espécimes por Método;
- Escrita de Resultados;
- Escrita de Instruções END, quando requerido no Procedimento Interno da Organização.

AVALIAÇÃO: Os resultados mínimos para Qualificação nos Métodos END são de 70% em cada exame e uma média superior a 80 %.

## 11. NDT - Non Dtribel Test

### *Ensaaios não destrutivos*

#### **Certificação.**

A certificação é da responsabilidade do empregador, e termina:

- Após término da validade, no final do mês em que é emitida;
- Quando o operador termina o seu contrato;
- Quando o operador permanece 24 meses sem realizar inspecções no Método para a Organização;
- Quando o operador assume comportamentos de falta de ética ou competência.

Certificações terminadas apenas podem ser reemitidas com base em nova examinação.

A certificação é suspensa:

Se o exame de acuidade visual do Operador perde a validade;

Se o Operador não realiza inspecções no método por um período igual ou superior a 12 Meses;

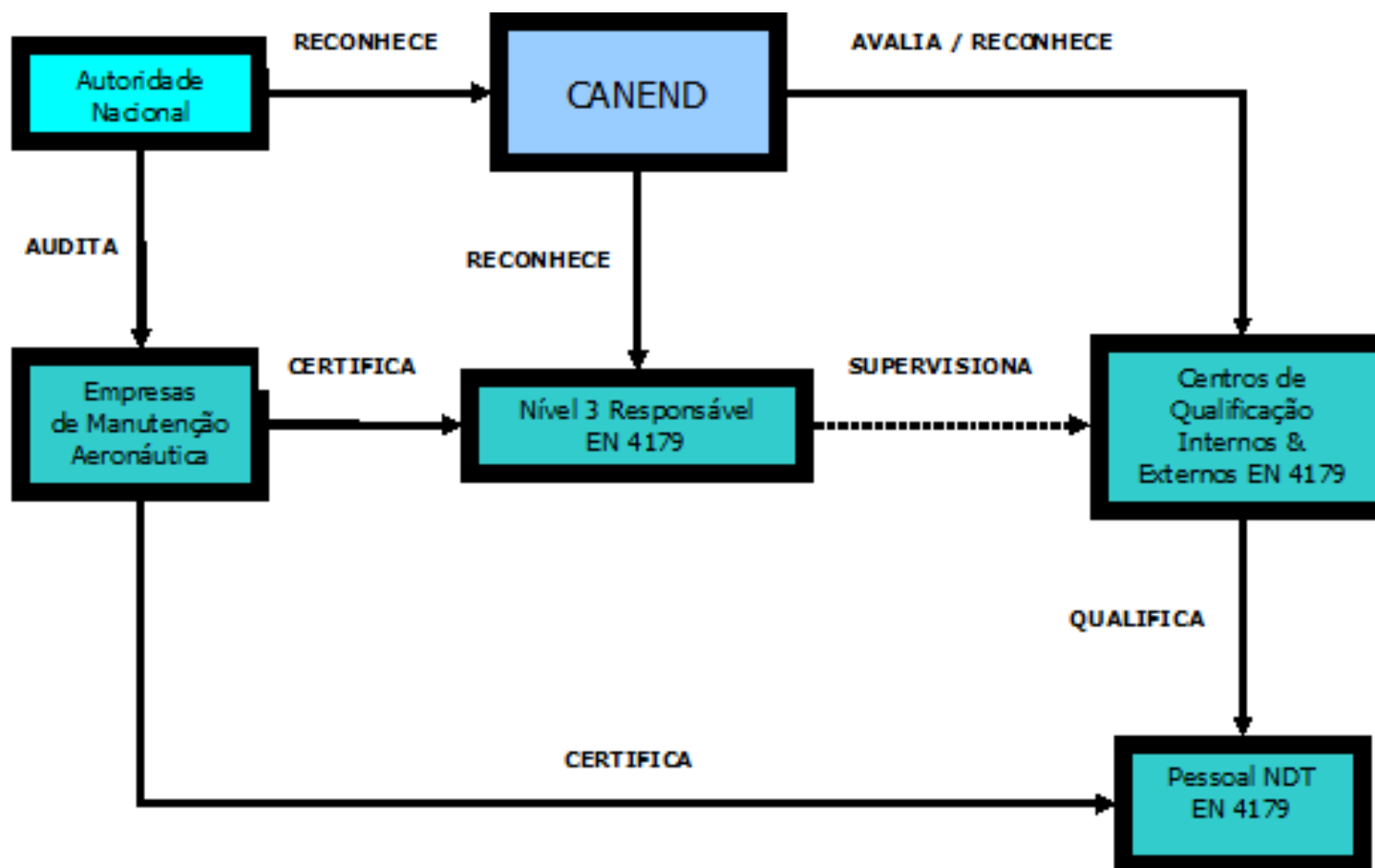
Se a proficiência do Operador for deficiente;

Certificações suspensas podem ser re-emitidas com correcção da causa.

## 11. NDT - Non Dtribel Test

### *Ensaos não destrutivos*

**CANEND.** O Comité Aeroespacial Nacional de Ensaos Não Destrutivos (CANEND) foi criado em 2006 como NANTB Português, com o propósito de reconhecer, regular e controlar a actividade de Formação e Certificação em Ensaos Não Destrutivos (END) no sector Aeronáutico e Aeroespacial em Portugal, garantindo a implementação da Norma EN4179, a nível Nacional.



## 11. NDT - Non Dtribel Test

### *Ensaaios não destrutivos*

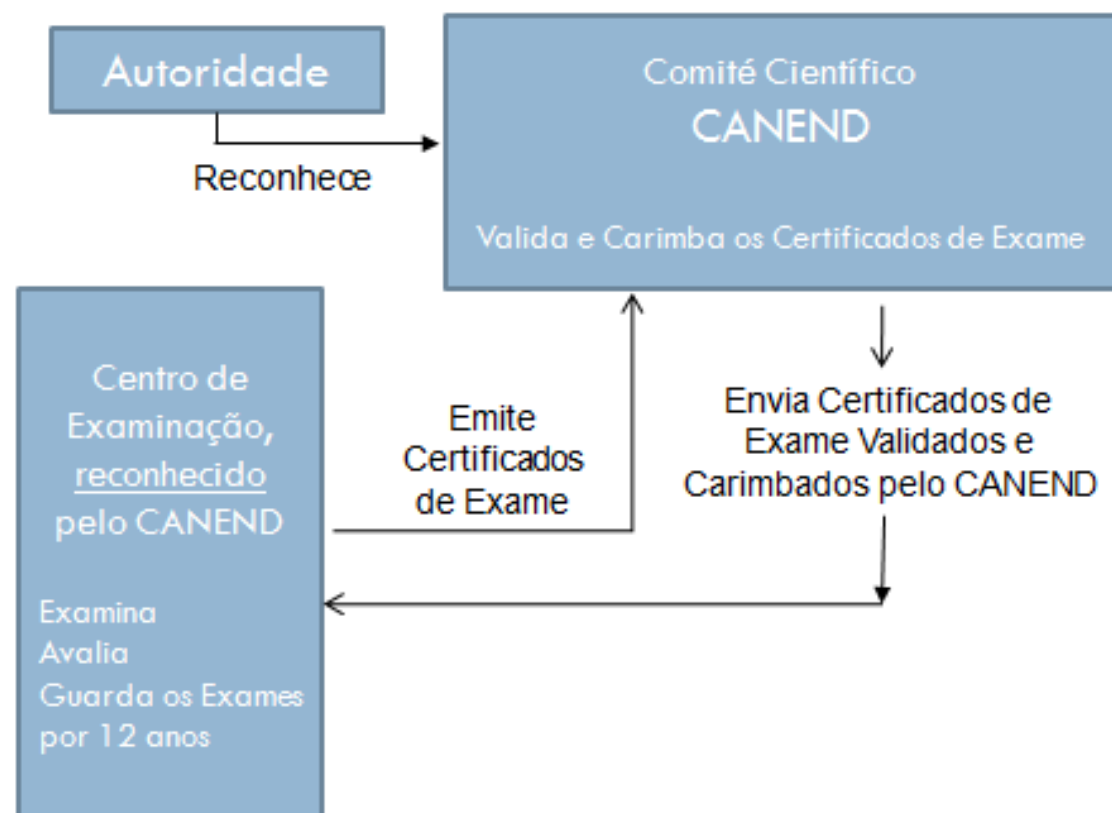
**Responsabilidades do CANEND.** O CANEND pretende, num futuro próximo ser capaz de:

- Emitir Recertificações dos Níveis 3 com base numa Certificação por créditos, em concordância com a Norma EN 4179.
- Assegurar que todos os Operadores de END em Portugal, recebem Formação e Examinação em Organizações/Centros de Formação & Examinação (Internos ou Externos) pertencentes a uma lista de Organizações Reconhecidas e Controladas pelo CANEND;
- Assegurar que toda a Formação em END em Portugal é feita de acordo com um sílabos único (aprovado e emitido pelo CANEND), garantindo-se a qualidade e uniformização dos Conteúdos Programáticos em END.
- Caminhar para um Sistema único de Examinação em END em Portugal.

## 11. NDT - Non Dtribel Test

### *Ensaaios não destrutivos*

#### Sistema de Examação Único:





## 11. NDT - Non Dtribel Test

### *Ensaaios não destrutivos*

#### REGISTO DE INSPECÇÕES END

**Generalidades.** Os Ensaaios Não Destrutivos são encarados como acções de manutenção, pelo que o seu registo é obrigatório, independentemente do resultado da Inspeção. No caso de identificação de dano durante a inspecção, deve ainda ser preenchida a ficha de registo de resultados de Ensaaios Não Destrutivos no respectivo método

**Motivação para registo das inspecções END.** Cada inspecção por métodos de Ensaaios Não Destrutivos tem de ser registada. O seu registo, independentemente do seu resultado, é importante porque:

- Permite o registo do número de horas de inspecção que cada técnico efectua e que é importante para o efeito de certificação dos Técnicos END;
- Permite conhecer quais os defeitos típicos dos componentes inspeccionados e qual o método de inspecção utilizado;

Quando são detectadas indicações de defeito é necessário proceder à sua caracterização para que se possa analisar:

- A adequabilidade do método de inspecção utilizado;
- O Tipo de dano típico de determinado componente;
- Se o intervalo de inspecção é adequado e, caso não seja, proceder-se à redefinição de periodicidade de inspecção;
- Qual a solução de reparação mais adequada a determinado tipo de defeito;

## 11. NDT - Non Dtribel Test

### *Ensaaios não destrutivos*

#### PROCEDIMENTOS DE SEGURANÇA

. **Generalidades.** Os Ensaaios Não Destrutivos são encarados como acções de manutenção, as quais requerem a observância de vários aspectos de segurança semelhantes aos das outras acções de manutenção, mas que adicionalmente têm algumas especificidades, que importa referir neste capítulo.

. **Equipamentos de Higiene e segurança.** Nos Laboratórios de Ensaaios Não Destrutivos devem existir equipamentos que garantam a segurança e higiene dos técnicos que aí desempenham as suas funções. Estes equipamentos vão desde as infra-estruturas dos laboratórios até ao equipamento de protecção individual. Quanto aos equipamentos individuais, devem existir:

- Máscaras individuais
- Óculos individuais
- Luvas descartáveis de latex
- Batas

## 11. NDT - Non Dtribel Test

### *Ensaaios não destrutivos*

#### VERIFICAÇÕES DE EQUIPAMENTOS END

**Generalidades.** O Controlo dos processos de END é um ingrediente imprescindível para a obtenção de elevados índices de fiabilidade na detecção de defeitos. Um bom processo de controlo de todos os equipamentos associados aos END contribui para que não se criem condições que possam constituir fontes de informação errónea. Esta informação errónea pode tomar duas formas: quando o END determina que o componente tem defeito, quando na verdade não o tem, o que implicará um empenhamento desnecessário de meios e recursos. A segunda forma, ainda mais perigosa, é quando, após um ensaio END, o componente é dado como estando em estado utilizável, quando na verdade não deveria estar, o que resulta em prejuízo para a segurança de voo e Aeronavegabilidade.

**Calibrações.** Todos os equipamentos que tenham periodicidade de calibração, devem apenas ser operados dentro deste prazo. Estes equipamentos devem ser enviados para calibração em entidades com essa capacidade. (i.e. equipamento de UT, ET, de medição de luz negra, entre outros).

# Glossário - Glossary

**Rotable** - item that can be repeatedly and economically restored to a fully serviceable condition.  
It is a controlled item, meaning it has log book/historical data sheet, to allow control of utilization.  
Item que pode ser repetida e economicamente restaurado à condição de utilização. É um item controlado, o que significa que tem o livro de registo / ficha de dados históricos, para permitir o controlo de sua utilização.

**Minimum Equipment List** : A list of equipment that Airworthiness Authority has determined may be inoperative under certain operational conditions and still provide an acceptable level of safety.

**Master Minimum Equipment List**: similar to MEL approved at the time of Type Certificate

**Aircraft Maintenance Programme**: the scheduled inspections to be performed in the airframe and various systems.

**Maintenance Protocol**: the organised set of tasks to be performed during maintenance

**Phase in**: the stage during which a set of procedures are carried out to enable the aircraft to be operated.

**Phase out** : the stage during which a set of procedures are carried out to remove permanently an aircraft or fleet from operation.

**TBO** : Time Between Overhaul (systems potential) / tempo entre revisão geral (sistemas com potencial);

**OVH**: Overhaul/Revisão Geral (RVG);

# Glossário - Glossary

**MTBF** - Mean Time Between failure (reliability element)/Tempo médio entre falhas (fiabilidade)

**MTBUR** - Mean Time Between Unschedule Removals (reliability element)  
Tempo médio entre remoções não programadas.

**AD** - Airworthiness Directive – mandatory instruction issued by an Airworthiness Authority providing instructions to re establish a flight safety level originally deteriorated  
Directiva de Aeronavegabilidade instrução obrigatória emitida por uma autoridade aeronáutica, tendo por objectivo repor determinado nível de segurança o qual se tinha degradado.

**AOG**- Aircraft On Ground

**A,B,C, D Checks** - Scheduled airframe Inspections/Inspecções programadas à célula

**FH** - Flight Hours/Horas de Voo

**HT**- Hard time : maintenance concept under which a system or component is removed for inspection and OH at a certain period of operation known as potential. After that the optential is reset to 0 FH,

Calendar or Cycles.

Conceito de manutenção o qual inclui remoção para inspecção e **RVG** ao fim de um determinado tempo de operação denominado de Potencial. No final da intervenção é o potencial é recolocado  
a 0 FH, Calendário ou ciclos.



# Glossário - Glossary

**OC** – On condition: a type of operation under which items operate as long as specs are met

**CM** – Condition Monitoring: a type of operation where items are (permanently) controlled

**Inherent Reliability** – the in-design reliability

**GSE** – Ground Support Equipment

**IFSD rate** – In flight Shutdown rate (reliability)

**LRU** – Line Replacement Unit,  
item de substituição na linha da frente ou em manutenção intermédia.

**EBU** – Engine Built up Unit

**MRB** – Maintenance Review Board

**MOE** – Maintenance Organisation Exposition

**MSG-3** – Maintenance Steering Group

**MTBF** – Mean Time Between Failure (reliability)

## Glossário - Glossary

**NDT** – Non Destructive Testing

**NDI** – Non Destructive Inspection

**QEC** – Quick Engine Change

**SSI** – Structural Significant Item

**SB** – Service Bulletin

**Scheduled Maintenance** – a maintenance type performed at predefined intervals

**Unschedule Maintenance** – a maintenance type performed at non-predefined intervals  
(normally  
as the result of failures/malfunctions)

**Exchanged Standard** – a non-serviceable item exchanged by a serviceable one (normally repairables)

**Repairable** – an item that can be restored to its original condition