
Aprovação: Portaria Nº 2526, de 26 de setembro de 2013, publicada no Diário Oficial da União de 27 de setembro de 2013, Seção 1, página 5.

Assunto: Qualificação e Autorização em Ensaios Não Destrutivos na Manutenção de Produto Aeronáutico **Origem:** SAR/GTPN

1. OBJETIVO

- 1.1 Esta IS estabelece critérios aceitáveis, mas não únicos, para detalhar e orientar a forma de cumprimento do estabelecido pela seção 145.163 do RBAC 145, com as recomendações da ANAC em relação à qualificação e autorização de pessoas em Ensaios Não Destrutivos – END na manutenção aeronáutica. Essa IS é um tutorial feito com base na AIA-NAS-410, rev 3.
- 1.2 Esta IS também esclarece qual a natureza e como se elabora o processo de autorização que uma Organização de Manutenção de Produto Aeronáutico – OM necessita estabelecer para as pessoas que realizam END na manutenção de produto aeronáutico.
- 1.3 Este documento aplica-se às pessoas diretamente responsáveis pela adequação técnica do treinamento nos métodos de END, utilizados em uma OM detentora de Especificações Operativas de acordo com o RBAC 145, tanto quanto a pessoas ou Organizações de Treinamento de pessoal em END.

2. REVOGAÇÃO

A presente IS em conjunto com a IS 43.13-003C substituem a IS 43.13-003B, Ensaios Não Destrutivos na Manutenção de Produtos Aeronáuticos.

3. FUNDAMENTOS

- 3.1 O parágrafo 145.163(a) do RBAC 145 estabelece que uma OM deva ter um programa de treinamento de seus profissionais, aprovado pela ANAC, que consiste em treinamento inicial e recorrente.
- 3.2 O parágrafo 145.163(b) do RBAC 145 estabelece que o programa de treinamento deve assegurar que cada pessoa designada para executar manutenção, manutenção preventiva ou modificações, e funções de inspeção, seja capaz de executar as tarefas a ele designadas.
- 3.3 O parágrafo 145.163(c) do RBAC 145 estabelece que uma OM deva documentar, em formato aceitável à ANAC, o treinamento de cada pessoa requerido pelo parágrafo 145.163(a) do RBAC 145. Esses registros devem ser retidos por, no mínimo 5 (cinco) anos.
- 3.4 O parágrafo RBAC 145.163(d) estabelece que uma OM deva submeter revisões do seu programa de treinamento à ANAC, de acordo com os procedimentos requeridos pela seção 145.209(e).

3.5 A qualificação em END na manutenção de aeronaves, assunto tratado nesta IS, determina a confiabilidade de um artigo submetido a END e conseqüentemente exerce profundo impacto na segurança da aviação civil, dada a vasta quantidade de inspeções END realizadas tanto na fabricação de produtos, mas principalmente, e esse é o foco desta IS, quanto na manutenção de tais artigos (artigos, referente ao RBAC 145 e produtos, referente ao RBAC 21, possuem conotação semelhante). Por outro lado, tanto os cursos de formação de mecânicos de manutenção aeronáutica – MMA, quanto a própria licença emitida para os MMA pela ANAC não são especificamente voltados para a qualificação das pessoas que realizam END. Eventos ocorridos na aviação civil mundial e, notadamente no voo 243 da *Aloha Airlines* em 28 de abril de 1988, repetidamente citado como “um marco na aviação civil”, ressaltam a importância do desempenho e do adequado processo de qualificação e autorização em END.

3.6 **Histórico**

3.6.1 Os Ensaio Não Destrutivos – END são métodos que permitem a inspeção de artigos aeronáuticos, tais como aeronave, motor, hélice e componentes, com equipamentos extremamente portáteis a complexas estações de trabalho. As técnicas permitem, através de um critério de aceitação/rejeição estabelecido em uma documentação de engenharia voltada para a manutenção da aeronavegabilidade, determinar a presença de condições indesejáveis, como por exemplo: trincas, corrosão, delaminação, etc.

3.6.2 Tais ensaios passaram a ter maior importância no mercado aeronáutico brasileiro quando do estabelecimento dos programas de aeronaves geriátricas matriculadas no Brasil. No mercado aeronáutico brasileiro existem diversas empresas certificadas pela ANAC para a realização de END envolvendo produtos aeronáuticos.

3.6.3 Por volta do ano de 2001, as empresas foram requeridas a uniformizar as atividades de END, e a orientar a formação de pessoal junto ao então Centro Técnico Aeroespacial/Instituto de Fomento e Coordenação Industrial – CTA/IFI. Em outubro de 2002, foi editada a Instrução de Aviação Civil – IAC 3146 - Requisitos Para a Realização de Ensaio Não Destrutivos por Empresas de Manutenção de Aeronaves, documento que continha como anexo, a tradução da norma *National Aerospace Standard AIA-NAS-410* – Norma de Qualificação e Certificação de Pessoal para END. Em 2011, foi criada a IS 43.13-003A, que revogou a IAC 3146.

3.6.4 Na presente edição, o assunto END é transposto em dois documentos: a IS 145.163-001A, que trata da qualificação em END, e a IS 43.13-003C, que trata dos métodos de ensaio, ambas aplicáveis na aviação civil brasileira.

3.6.5 Nesta revisão, incluem-se referências à legislação da Comissão Nacional de Energia Nuclear – CNEN, do Conselho Regional dos Técnicos em Radiologia – CRTR, e do Conselho Nacional dos Técnicos em Radiologia – CONTER. A norma AIA-NAS-410 ou a equivalente nacional NBR editada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT tornam-se normas de referência, deixando de ser texto anexo. Também são incluídas referências a outras normas de treinamento, qualificação e certificação em END, para OM certificadas em estado estrangeiro e para as pertencentes a Organizações Militares.

4. DEFINIÇÕES

4.1 Ajuste ou verificação: ajuste ou verificação do desempenho do sistema de inspeção por END (equipamento, instrumento ou acessório de END, em conjunto ou em separado) com um valor de referência, geralmente um bloco de referência ou corpo de prova – CDP, antes da sua utilização na inspeção de artigos. Também denominado de *calibration* ou *system calibration* nos documentos de serviço de END.

4.2 Avaliação de uma indicação: confrontação de uma indicação relevante com um parâmetro estabelecido em norma ou procedimento específico, com a finalidade de classificar o artigo sob um critério de aceitação/rejeição.

4.3 Calibração:

- comparação ou ajuste de um instrumento a uma referência conhecida, frequentemente rastreável ao INMETRO.

- operação que estabelece, numa primeira etapa e sob condições especificadas, uma relação entre os valores e as incertezas de medição fornecidas por padrões e as indicações correspondentes com as incertezas associadas; numa segunda etapa, utiliza esta informação para estabelecer uma relação visando a obtenção de um resultado de medição a partir de uma indicação.

4.4 Certificação em END: uma declaração escrita pela OM que uma pessoa qualificada em END atende ao estabelecido em seu programa de treinamento aprovado pela ANAC.

Nota - em lugar do termo “certificação” a ANAC utiliza o termo “autorização”. Portanto, a pessoa “certificada” em certo Nível (pelas normas de qualificação e certificação) é a pessoa “autorizada” por uma OM para a execução de END.

4.5 Critério de aceitação/rejeição: parâmetro estabelecido em norma ou procedimento específico, qualificando e/ou quantificando uma indicação, utilizado na decisão em aceitar ou rejeitar um artigo, como resultado de uma inspeção por END.

4.6 Documentação (geral): registro escrito, impresso, ou informação eletrônica que fornece uma evidência.

4.7 Documentos de Serviço: documento emitido pelo detentor do projeto de tipo do produto aeronáutico (aeronave, motor, hélice, equipamento ou componente), que fornece métodos, técnicas e práticas aceitáveis para a execução de manutenção, manutenção preventiva e alterações. Esses documentos incluem, mas não estão limitados a ICA (Instruções de Aeronavegabilidade Continuada), manuais de manutenção (inclusive de componentes), boletins de serviço, manuais de reparos estruturais, cartas de serviço, etc..

4.8 Ensaio Não Destrutivo – END: significa teste, inspeção, exame ou avaliação que pode ser aplicado a um artigo para determinar a integridade, composição, dimensões, propriedades elétricas ou térmicas, por uma técnica que não afete a utilização futura do mesmo, ou seja, sem causar mudanças em quaisquer destas características. *Nondestructive Inspection – NDI* ou *Nondestructive Testing – NDT* ou *Nondestructive Evaluation – NDE* possuem o mesmo significado.

- 4.9 Exame:** documento controlado, conduzido em conformidade com um procedimento definido no programa de treinamento da OM, com a finalidade de avaliar algo ou alguém.
- **Geral:** avaliação escrita que abrange os princípios básicos de um método aplicável de END, por uma pessoa. Geralmente, é voltado a um método de END utilizado pela OM
 - **Específico:** avaliação escrita para determinar a compreensão dos procedimentos, códigos, normas e especificações técnicas dos equipamentos, por uma pessoa. Geralmente, é voltado a um método de END utilizado pela OM.
 - **Prático:** avaliação da habilidade de uma pessoa na prática de um método de END utilizado pela OM. Respostas escritas não são necessárias, mas as observações e os resultados devem ser documentados.
- 4.10 Experiência:** aquisição de conhecimento e habilidade obtida no desempenho real de uma tarefa de inspeção por END. Não está incluído o conhecimento ou habilidade obtida nas aulas teóricas e/ou de práticas, mas inclui o treinamento em serviço (*On the Job Training – OJT*).
- 4.11 Indicação:** evidência obtida ou observada que ocorre durante um END.
- 4.12 Interpretação:** determinação se uma indicação é relevante ou não relevante.
- 4.13 Organização de Manutenção de Produto Aeronáutico – OM:** organização detentora de certificado de acordo com o RBAC 145.
- 4.14 Organização de Treinamento – OT :** pessoa com experiência aceitável pela ANAC e/ou de notória especialização no que se refere à END com aplicação na aviação civil, externa e independente da OM, e que fornece a qualificação de pessoal em END. Instrutores e consultores autônomos estão incluídos nesta definição.
- 4.15 Procedimento:**
- **Geral:** instruções gerais referenciando um método, estabelecendo critérios básicos para um método de inspeção por END.
 - **Específico:** instruções detalhadas para a condução de END em um artigo.
- 4.16 Qualificação (em END):** aprovação que uma pessoa obtém após treinamento teórico, prático e os exames que se fazem necessários. A qualificação é por método, e pode ser:
- **interna:** em relação às técnicas de END, é o método de qualificação, elaborado por um profissional qualificado Nível 3 e proposto pela OM.
 - **externa:** é o método qualificação contratado por uma OM a uma Organização de Treinamento. Os requisitos de qualificação e autorização devem ser estabelecidos por um profissional qualificado no Nível 3 autorizado pela OM, no método.
 - **com base em experiência prévia:** qualificação aceita pela OM com base na experiência previa de uma pessoa que após ajustar o conhecimento desta conforme a seção 5.10 desta

IS concede a autorização. A autorização de uma pessoa da OM quando feita com base na experiência prévia aceita considera o treinamento e qualificação em END que essa pessoa obteve em um programa de treinamento anterior (de outra OM). Esta opção também pode ser usada quando uma OM inicia as atividades em END.

4.17 Técnica: um procedimento dentro de um método de END. Por exemplo: técnica/procedimento de imersão no teste ultrassônico, ou técnica/procedimento de penetrante fluorescente dentro do método dos líquidos penetrantes.

4.18 Treinamento técnico especializado:

- **Geral:** onde é fornecido o conhecimento básico de um certo método, que inclui: seus objetivos, características, vantagens e limitações;

- **Específico:** onde os conhecimentos são ampliados com as normas e exemplos de procedimentos gerais e específicos referentes a um dado método;

- **Prático:** onde substancia-se os conhecimentos obtidos no treinamento teórico, bem como ambientar as pessoas com o meio ambiente envolvido no método, tanto quanto nos equipamentos, procedimentos, técnicas, materiais e acessórios utilizados no método.

4.19 Treinamento em Serviço (OJT): obtenção de experiência em serviço de um profissional qualificada no Nível 2 ou no 3 em local de trabalho, com artigos reais, sob circunstâncias normais de trabalho, e sob supervisão “contínua e direta” de um profissional qualificado da OM autorizado no Nível 2 ou no 3, ou uma pessoa da OT, ambas no método.

5. DESENVOLVIMENTO DO ASSUNTO

5.1 Conceitos gerais sobre a qualificação

5.1.1 A qualificação em END tratada nesta IS visa a aplicação específica na aviação civil.

5.1.2 A qualificação em END é a somatória e comprovação (avaliação) do: treinamento técnico especializado, conhecimento, habilidade prática e, quando aplicável, a acuidade visual requerida para o desempenho apropriado de um Nível em particular. A qualificação em END é por método de ensaio.

5.1.3 A finalidade da qualificação é propiciar que uma OM autorize uma pessoa a exercer as atividades de END em seu nome, embora a autorização ainda dependa da satisfação de requisitos adicionais (vide seção 5.10 desta IS). Um profissional qualificado e autorizado no Nível 3, por método de ensaio, da OM é a pessoa que pode determinar esses requisitos adicionais.

Nota 1 - as expressões “no método” e “por método” de END, utilizada nesta IS ressaltam que uma pessoa somente pode exercer as prerrogativas e limitações no método em que foi qualificada. Uma pessoa qualificada em, por exemplo, Líquidos Penetrantes, não pode exercer prerrogativas e limitações nos outros métodos, a menos que também seja qualificada nesses outros métodos. Não é admitida equivalência de qualificação entre os métodos, a não ser entre as várias técnicas de um mesmo método.

Nota 2 - existem técnicas dentro de um método que necessitam treinamento complementar ou especial. Por exemplo, os detentores do projeto de tipo ou fabricantes dos artigos muitas vezes fornecem kits específicos para certas inspeções determinadas em seus documentos de serviço, inclusive oferecendo um treinamento especificamente dirigido para essas técnicas. A ANAC recomenda fortemente que, nesses casos especiais, a OM envie as pessoas adequadamente autorizadas (como profissional qualificado no Nível 2 e/ou no 3) para esse tipo de treinamento.

- 5.1.4 A execução e a interpretação de resultados requerem pessoas qualificadas e autorizadas para a prática confiável de END. Durante o processo de qualificação, as pessoas conhecem as aplicações e as limitações dos vários métodos de END utilizados para identificar e avaliar discontinuidades em artigos aeronáuticos.
- 5.1.5 No caso da qualificação por experiência prévia, uma pessoa demonstra proficiência, competência e experiência.
- 5.1.6 Durante um processo de qualificação ao Nível 1, uma pessoa é considerada apenas estagiária em END. Uma pessoa considerada estagiária ou qualificada no Nível 1 não deve determinar a aeronavegabilidade de artigos na OM.
- 5.1.7 A licença de mecânico de manutenção para uma pessoa conforme o RBHA 65 (ou RBAC que venha a substituí-lo) em célula e/ou grupo motor propulsor pode ser considerada como parte da experiência requerida pelo programa de treinamento em END da OM. Fica a critério do profissional qualificado no Nível 3 da OM avaliar esta conveniência.
- 5.1.8 Para uma OM certificada pela ANAC no exterior, a licença de mecânico de manutenção para uma pessoa emitida por sua autoridade de aviação civil em célula e/ou grupo motor propulsor, conforme aplicável pode ser pré-requisito, dependendo do sistema (Norma) que a OM estabeleceu em seu MOM.
- 5.1.9 A ANAC recomenda que, no programa de treinamento, o idioma Inglês seja critério para a qualificação, uma vez que a maioria dos documentos de serviço são disponibilizados nesse idioma.
- 5.1.10 A ANAC recomenda que, no programa de treinamento, a formação técnica, técnica superior e superior com ênfase em aeronáutica, mecânica, metalúrgica, de manutenção de aeronaves, etc., seja critério para a qualificação.

5.2 Qualificação Interna e por OT

- 5.2.1 A responsabilidade pela qualificação e autorização em END é sempre da OM. O programa de qualificação e autorização está estabelecido no programa de treinamento da OM. O programa de treinamento é submetido à aprovação pela ANAC. Um profissional qualificado no Nível 3, no método, é a pessoa com a visão geral e específica em END, por método, que pode treinar, elaborar procedimentos e estabelecer o programa de treinamento em END.
- 5.2.2 A ANAC recomenda que uma OM tenha pelo menos um profissional qualificado e autorizado no Nível 3 no(s) método(s) utilizado(s) pela OM.

- 5.2.3 Por opção, e desde que esteja descrito em seu manual, a OM pode contratar uma OT para ser responsável por elaborar a parte referente ao END do programa de treinamento técnico especializado da OM (teórico, prático, supervisionar o treinamento em serviço, ou desenvolver procedimentos de END). A qualificação pode ser nas instalações da OM ou da OT, no todo ou em parte.
- 5.2.4 Caso seja utilizada uma OT, a ANAC recomenda que esta seja selecionada mediante pessoas (físicas ou jurídicas, públicas ou privadas – definição de acordo com o RBAC 01) que comprove notória e reconhecida experiência ou especialização em END na aviação civil. Como meio de quantificar/qualificar a notória e reconhecida experiência ou especialização, a ANAC considera aceitáveis as seguintes pessoas para a qualificação no Brasil:
- o Instituto de Fomento e Coordenação Industrial – IFI do Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial – DCTA;
 - os profissionais qualificados no Nível 3, por método, formados pelo Instituto de Fomento e Coordenação Industrial – IFI do Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial – DCTA; ou
 - os profissionais qualificados no Nível 3, por método, designados pelos detentores do projeto de tipo ou fabricantes dos artigos;

Nota 1 - os profissionais qualificados no Nível 3 designados pelos fabricantes dos equipamentos de inspeção somente podem fornecer treinamento referente a uma técnica ou equipamento.

Nota 2 - OM e pessoas qualificadas em método ou técnicas que empregam as radiações ionizantes, no Brasil, possuem requisitos adicionais junto ao CNEN/CONTER/CRTR, assuntos que estão além do âmbito desta IS.

- 5.2.5 Como a responsabilidade final pelo treinamento sempre é da OM, caso seja utilizada uma OT, a OM tem que ter procedimentos para garantir que a grade curricular mínima de qualificação aprovada em seu programa de treinamento seja mantida, mediante procedimentos aceitáveis pela ANAC. O Apêndice A desta IS fornece um exemplo de grade curricular.
- 5.2.6 Para que a qualificação ministrada totalmente na OT seja eficiente, deve haver igualdade ou equivalência de equipamentos, manuais, procedimentos e blocos de referência na OT. A ANAC recomenda que o profissional qualificado no Nível 3 da OM analise e aceite a equivalência mediante procedimentos aceitáveis pela ANAC.
- 5.2.7 Uma OM ou uma OT que deseja qualificar uma pessoa necessita possuir ou ter à disposição:
- equipamentos de END e seus manuais (para cada método);
 - materiais consumáveis, e seus dados técnicos (para cada método e técnica);
 - acessórios, catálogos e especificações (específicos para cada método e técnica);
 - blocos de referência gerais e específicos para a calibração (para cada método);

- e) exemplos de procedimentos específicos de artigos aeronáuticos; e
- f) artigos reais aos inspecionados na OM, ou partes similares destes (CDP).

5.2.8 A ANAC recomenda que as aulas práticas sejam ministradas com os equipamentos, materiais e acessórios que a OM normalmente utiliza, o que inclusive contribui para a ambientação das pessoas sob treinamento, aumentando a segurança da aviação civil através de um treinamento otimizado.

Nota – o princípio normativo (ALARA) impede a exposição desnecessária de pessoas às radiações ionizantes. O treinamento prático pode ser considerado como fonte de exposição desnecessária. Consulte a legislação aplicável CNEN/CRTR/CONTER.

5.3 **Qualificação com base em experiência prévia**

Já havia sido mencionado que um processo de qualificação fornecido por uma OM tem a finalidade de prover pessoal que possa ser autorizado a realizar END em seu nome. A formação de pessoal autorizado em END é um processo que depende, entre outras coisas, de prévia experiência em serviço. Como a realização de serviços com END por um novo requerente somente poderia ser iniciado após a ANAC emitir o certificado para a OM, o processo de autorização seria inviável sem o sistema da qualificação feito com base em experiência prévia. Para viabilizar o processo, o requerente que inicia atividades em END pode selecionar pessoas que apresentem uma documentação que comprove experiência e treinamento prévio equivalente ao requerido pelo processo de qualificação proposto em seu programa de treinamento. A equivalência será estabelecida pelo profissional qualificado no Nível 3 da OM, no método, em função da documentação e dos requisitos do programa de treinamento da OM.

5.4 **Norma de “qualificação e certificação” em END**

5.4.1 A certificação de uma OM em Serviços Especializados é feita com base no estabelecimento de normas ou especificações da indústria, adotadas ou desenvolvidas pela OM, aceitas pela ANAC. As pessoas que executam END (NDT, NDI, NDE) podem ser qualificadas de acordo com uma norma aceitável pela ANAC. Após a ANAC analisar as normas internacionais, estabeleceu que a norma aceitável para as OM certificadas no Brasil é a AIA-NAS-410, *Aerospace Industries Association, National Aerospace Standard, NAS Certification & Qualification of Nondestructive Test Personnel*, ou NBR equivalente.

Nota - o profissional qualificado no Nível 3, por método, que elabora ao programa de treinamento em END de ou para uma OM deve observar a aplicabilidade da NBR equivalente à AIA-NAS-410. A ANAC recomenda para OM certificadas pela ANAC no Brasil, se também certificadas por autoridades estrangeiras, que a NBR equivalente seja acordada entre a OM e a autoridade estrangeira.

5.4.2 Outros programas de “qualificação e certificação” para END, aceitos pelas autoridades da aviação civil em estado estrangeiro poderão ser aceitas, mediante análise pela ANAC na certificação de OM estrangeiras, no exterior. Por exemplo, OM certificadas pela ANAC no exterior eventualmente podem utilizar as seguintes normas:

- a) *ATA Specification 105**, Air Transport Association, *Guidelines for Training and Qualifying Personnel in Nondestructive Testing Methods*;
(*) Pode ser aplicável em OM também certificadas conforme o RBAC 121 ou RBAC 135;
- b) *CAN/CGSB-48.9712-95*, Canadian National Regulations contained in, *Qualification and Certification of Nondestructive Testing Personnel*;
- c) *SNT-TC-1A***, American Society for Nondestructive Testing, Inc – ASNT, *Recommended Practice, Personnel Qualification and Certification in Nondestructive Testing*;
(**) Este documento é um guia de como as OM devem estabelecer seus próprios procedimentos escritos para a qualificação de pessoas em END. Não foi elaborado para ser uma especificação, mas pode ser usado como.
- d) *EN4179 – Qualification and Approval of Personnel for Nondestructive Testing*;
- e) *ISO 9712, International Standards Organization (ISO) document, Nondestructive Testing – Qualification and Certification of Personnel*.

5.4.3 Outros programas de “qualificação e certificação” para END, aceitas por organizações militares podem ser aceitos, mediante análise pela ANAC. Por exemplo, OM de organizações militares certificadas pela ANAC eventualmente podem utilizar a seguinte norma:

- a) *MIL-STD-410E****, Military Standard, *Nondestructive Testing Personnel Qualification and Certification*;
(***) ainda aceitável, embora essa norma MIL esteja cancelada.

5.5 Métodos de END objetos de treinamento e qualificação

- a) Ensaio por Líquidos Penetrantes – LP;
- b) Ensaio por Partículas Magnéticas – PM;
- c) Ensaio por Correntes Parasitas – CP;
- d) Ensaio por Ultrassom – US;
- e) Ensaio por Radiográficos – RI;
- f) Ensaio por Termografia – TG;
- g) Ensaio por Shearografia – SG; e
- h) Outros métodos (emergentes).

Nota 1 – a NAS 410 abrange os métodos de a) até g). Outros métodos, também denominados de métodos emergentes (inovações ainda em desenvolvimento para a aviação), tais como Emissão Acústica, Radiografia com Nêutrons, Tomografia, Aniquilação de Póstron por Indução por Fóton – PIPA, etc. podem ser agregados a esta lista se os detentores do projeto de tipo ou fabricantes dos artigos aeronáuticos recomendarem a metodologia de treinamento, qualificação e certificação da NAS 410 em documentos de serviço. O programa de treinamento da OM pode utilizar a metodologia recomendada por esta IS, independente de atualizações desta Lista.

Nota 2 - o método visual com ou sem auxílio de lentes de aumento (incluindo o boroscópio), inspeção de riscos em juntas sobrepostas de fuselagens (lap-joints) por microscopia óptica ou LASER, testes de vazamento, entre outros, não são objetos desta IS embora necessitem de treinamento e qualificação adequado para seu apropriado desenvolvimento.

Nota 3 - equipamento de remoção de mossas por CP não é um ensaio por CP e, portanto, não é objeto desta IS.

Nota 4 - o MOI é uma técnica inclusa no Ensaio por CP.

5.6 Níveis de qualificação e atribuições

5.6.1 O programa de treinamento de uma OM pode estabelecer pelo menos 3 Níveis de qualificação, por método. A ANAC recomenda que os três Níveis básicos assim sejam mantidos. Estagiários, aprendizes, alunos e demais pessoas em treinamento inicial não são consideradas profissionais qualificados no Nível 1, antes de completar os requisitos de treinamento e obter a qualificação.

5.6.2 Profissionais somente qualificados no Nível 1(*), 2 ou 3, no método, podem realizar os procedimentos de END, sem no entanto proceder a determinação de aeronavegabilidade. Somente os profissionais qualificados e autorizados no Nível 2 ou 3, no método, como será visto e justificado adiante, podem ser autorizados a, além de realizar o END, realizar a determinação da aeronavegabilidade de um artigo.

(*) somente sob supervisão de um profissional qualificado no Nível 2 ou 3, autorizado, no método.

5.6.3 As atribuições para cada Nível de qualificação, aceitáveis pela ANAC são:

a) Nível 1

- I- ter o conhecimento necessário de toda a preparação das peças antes e após o ensaio;
- II- ser capaz de seguir os procedimentos de preparação do método para o qual é qualificado;
- III- ser capaz de receber orientação ou supervisão de um profissional qualificado e autorizado no Nível 3 ou outra pessoa designada por este; e
- IV- quando expressamente permitido por uma pessoa autorizada como Nível 3 da OM, no método, pode executar um ensaio simples, em um determinado método de ensaio, desde que não implique na determinação da aeronavegabilidade.

b) Nível 2: (adicionalmente às atribuições para o Nível 1)

- I- ter conhecimento e habilidade para montar, ajustar e calibrar os instrumentos/equipamentos de END;
- II- coordenar e conduzir END segundo os procedimentos específicos, organizar, interpretar, avaliar pelo critério de aceitação/rejeição, e documentar os resultados do método utilizado;
- III- estar completamente familiarizado com o escopo e com as limitações do método para o qual está qualificado;
- IV- ser capaz de fornecer OJT para estagiários, profissionais qualificados no Níveis 1 e 2; e

- V- estar familiarizado com os códigos, normas, e outros documentos regulatórios que controlam o(s) método(s) usado(s) pela OM.

c) **Nível 3:** (adicionalmente às atribuições para o Nível 2)

- I- conduzir as atividades do profissional qualificado no Nível 2 (desde que esta competência esteja incluída na sua qualificação);
- II- ser capaz de selecionar o método e a técnica para inspeções específicas;
- III- ser capaz de selecionar e ou projetar equipamentos e blocos de referência;
- IV- interpretar códigos, normas, e outros documentos regulatórios do método;
- V- elaborar procedimentos em métodos nos quais é qualificado e verificar se os procedimentos são/estão adequados;
- VI- ter conhecimento geral de todos os outros métodos de ensaio, incluindo os utilizados pela OM; e
- VII- ser capaz de ministrar ou coordenar o treinamento e avaliação escrita de pessoas no Nível 1, 2 e 3, no método no qual é qualificado e autorizado.

5.7 As fases da qualificação

O programa de treinamento da OM inclui as seguintes fases:

- a) Treinamento técnico especializado (partes: geral, específico e prático);
- b) Exames teóricos (geral e específico);
- c) Exames práticos; e
- d) Exames médicos.

5.8 Treinamento técnico especializado, quantidade de horas de treinamento

- a) **Qualificação no Nível 1 e Nível 2.** É aceitável pela ANAC um programa de treinamento da OM que considere qualificável ao Nível 1 e 2, a pessoa que apresente as seguintes horas mínimas de treinamento técnico especializado (aulas teóricas gerais, específicas e práticas):

TABELA 1 - Quantidade mínima de horas de treinamento técnico especializado

	Nível 1	Nível 2 com experiência como Nível 1	Nível 2 sem experiência como Nível 1
LP	16	+16	32
PM	16	+16	32
CP	40	+40	80
US	40	+40	80
RI	40	+40	80
IV	20	+40	60
SG	20	+40	60
OUTROS ¹	-	-	-

¹ também denominados de métodos emergentes: Os parâmetros mínimos devem ser estabelecidos pelo profissional qualificado no Nível 3 da OM.

b) **Qualificação no Nível 3.** É aceitável pela ANAC um programa de treinamento da OM que considere qualificável ao Nível 3, uma pessoa que apresente:

- I- graduação em nível superior, preferencialmente em engenharia mecânica, metalúrgica ou aeronáutica, mais **1 (um) ano** de experiência em END como profissional Nível 2 qualificado e autorizado pela OM, no método;
- II- graduação em até o 2º ano do nível superior, preferencialmente engenharia mecânica, metalúrgica ou aeronáutica, ou ser graduado em escola técnica, preferencialmente técnico mecânico na área de manutenção de aeronaves, e **mais 2 (dois) anos** de experiência em END como profissional Nível 2, qualificado e autorizado pela OM, no método; e
- III- demonstração de **4 (quatro) anos** de experiência como profissional qualificado no Nível 2, qualificado no método; ou apresentar certificado de conclusão de curso de profissional qualificado no Nível 3, no método, pelo IFI do DCTA.

Nota - um profissional qualificado no Nível 3, por método, que execute inspeções para determinar a aeronavegabilidade de artigos, deve comprovar proficiência em inspeção, de uma forma aceitável pela ANAC. Os procedimentos para estabelecer essa proficiência devem estar descritos no programa de treinamento da OM.

5.9 Exames, pontuação e reexaminação

5.9.1 O programa de treinamento da OM deve estabelecer a metodologia para os exames de qualificação, que são os seguintes:

a) Exames de conhecimentos teóricos: gerais e específicos:

- I- sem consulta, consistindo de questões que abrangem os princípios básicos do ensaio, relativo ao método aplicável, aos equipamentos, procedimentos de operação, e técnicas que o candidato pode encontrar em suas atividades diárias;
 - II- selecionadas questões pertinentes que abrangem o método aplicável;
 - III- utilizadas um mínimo de 40 (quarenta) questões gerais e 30 (trinta) específicas;
 - IV- incluídas questões sobre detecção de discontinuidades, interpretação de indicações, conhecimento de normas, etc.;
 - V- incluídas as normas/especificações usadas nos procedimentos de END da OM;
 - VI- disponibilizadas as normas relevantes e documentos nos quais os exames são feitos com base no idioma usado na documentação utilizada pela OM; e
 - VII- ministrados em Português.
- b) Exames de conhecimentos práticos, que tem por função avaliar os conhecimentos obtidos no treinamento prático:
- I- a pessoa deve satisfatoriamente demonstrar que está familiarizado com e pode operar os equipamentos e interpretar as informações resultantes ao grau requerido pelo instrutor.
 - II- se não for incluído um critério de aceitação (por exemplo: radiografias de referência, CDP, etc.) no procedimento ou na norma utilizada, este deve ser fornecido em separado para o exame prático.
- c) Exames oftalmológicos: tem por função avaliar a capacidade de uma pessoa de ver com clareza, e poder interpretar os resultados obtidos:
- I- acuidade visual: um exame que assegure acuidade próxima de pelo menos um olho, corrigido ou não, tal que a pessoa possa enxergar equivalente a Snellen 20/25. O exame pode ser repetido anualmente.
 - II- percepção de cores: para o método de inspeção para o qual a qualificação é pretendida, é necessária a distinção e diferenciação entre cores. O exame pode ser repetido a cada 5 anos.

Nota - no Brasil, por força da regulamentação, os exames oftalmológicos não podem ser ministrados pelo profissional qualificado no Nível 3, nem da OM nem tampouco da OT.

- d) Exames físico-clínicos: os exames físico-clínicos normalmente estabelecidos pelas OM para contratação de seus funcionários geralmente são considerados suficientes.

Nota – OM que empregam métodos que utilizam radiações ionizantes possuem requisitos adicionais de exames admissionais, periódicos e demissionais. Consulte a legislação aplicável CNEN/CRTR/CONTER.

5.9.2 **Pontuação nos exames de conhecimento e prático:** um profissional qualificado no Nível 3, no método, (ou pessoa delegada por este) da OM ou OT deve conduzir e avaliar os exames de qualificação para cada Nível. Os exames administrados para a qualificação devem ter resultado composto de pelo menos média 80% (oitenta por cento), com nota de corte mínima individual de 70% (setenta por cento).

5.9.3 **Reexaminação após falha em exame:** é aceitável que o programa de treinamento da OM estabeleça uma oportunidade adicional de estudo e nova avaliação para as pessoas que falharem no exame de conhecimentos teóricos e/ou prático, sem que haja a necessidade de novo treinamento técnico especializado. Por razões óbvias, o novo exame não pode incluir as mesmas questões ou CDP do exame em que o candidato tenha falhado e a ANAC recomenda que o novo exame seja efetuado após 30 (trinta) dias da tentativa falhada e contenha mais 25% (vinte e cinco por cento) em número de questões. No caso de reincidência de falha, o processo de qualificação deve ser reiniciado.

5.10 A autorização para executar um serviço

5.10.1 **Geral.** Em uma OM, algumas pessoas podem ser apenas qualificadas. Pessoas qualificadas conhecem um método, vantagens e limitações. Porém, ainda não possuem a experiência necessária para inspecionar artigos de forma independente e completamente. Pessoas qualificadas podem realizar END sob supervisão de profissional qualificado no Nível 3, no método, sem no entanto, determinar a aeronavegabilidade de um artigo. Dentre as qualificadas, a OM necessita autorizar algumas (ou todas). Uma pessoa autorizada pode realizar a determinação de aeronavegabilidade de artigos frente a critérios de aceitação/rejeição, isto é, assinar laudos de inspeção por END, ou assinar fichas de inspeção como “executante”. Autorizar uma pessoa qualificada é um processo que depende de formação adicional.

5.10.2 **A Autorização.** Cabe à OM reconhecer, através da autorização, que o processo de qualificação em END e de formação adicional (que veremos a seguir) atende ao processo administrativo estabelecido no programa de treinamento da OM. A autorização deve ser em formato aceitável pela ANAC. Em geral, a autorização é uma declaração formal e/ou uma credencial para a pessoa executar todas as atividades em END. Pessoas autorizadas em END possuem o nome listado na lista de pessoas autorizadas (*roster*) da OM. Os Níveis de autorização aceitos pela ANAC para a execução completa de END são equivalentes aos Níveis de qualificação, e correspondendo à qualificação obtida. A autorização é um procedimento que aumenta a segurança na aviação civil.

5.10.3 **Níveis e Autorizações.** Uma pessoa pode ser autorizada em mais de um método, com o Nível equivalente e correspondente para cada um.

5.10.4 **Prerrogativa do profissional qualificado nos níveis 2 e 3 autorizado por método.** Um profissional qualificado e autorizado em END no Nível 2 ou 3 pela OM, no método, é aceito como meio alternativo de cumprimento – MAC com o requisito RBAC 43.3(b) em relação à tarefas em END, e é entendido como “executante do serviço”. Cabe ao profissional qualificado no Nível 2 ou 3, no método, quando autorizado pela OM, realizar a inspeção END e determinar se, em relação a END, o artigo está em condições de ser aprovado para retorno ao serviço. Contudo, essa pessoa autorizada em END não pode APRS.

5.10.5 **O MMA e a APRS.** O executante do serviço não aprova para o retorno ao serviço (APRS) o artigo inspecionado por END. APRS é somente por detentor de licença como MMA, com

autorização da OM para APRS. A APRS em uma OM pode ser por um formulário ANAC F-100-01, ou pela assinatura de uma liberação de manutenção (*maintenance release*).

Nota - a APRS de um artigo, que não seja uma aeronave completa, é segundo o formulário ANAC F-100-01 assinado pelo MMA da OM. A APRS de uma aeronave quanto ao serviço executado em uma OM é pelo maintenance release, assinado pelo MMA da OM. A APRS de uma aeronave de um operador regido pelo RBHA 91 (ou RBAC que venha a substituí-lo) é pelo piloto ou proprietário da aeronave. Já a APRS de uma aeronave de empresas regidas pelos RBAC 121 e 135 que obteve um maintenance release de uma OM é pela Liberação para Retorno ao Vôo, somente assinada por um MMA autorizado pela empresa.

- 5.10.6 **Conhecer e estar familiarizado.** Para que uma OM autorize um profissional qualificado no Nível 2 ou 3, no método, o mesmo deve, além de “conhecer e estar familiarizado” com o método, provido pela qualificação, “conhecer e estar familiarizado” com o artigo, para que possa desempenhar adequadamente a atividade para a qual foi designado (autorizada). A ANAC justifica que o processo de “autorização” da OM seja mais completo que o estabelecido como “certificação” na AIA-NAS-410. No programa de treinamento da OM, “conhecer e estar familiarizado” é em parte, cumprido com o treinamento em serviço (*On the Job Training – OJT*). O OJT é cumprido em duas fases: sob supervisão “contínua e direta” e sob supervisão “direta”. O programa OJT é um meio de ambientar e criar intimidade da pessoa qualificada com os vários aspectos de END, no método. O treinamento complementar, que veremos a seguir, supre o treinamento equivalente ao submetido aos MMA, que um profissional somente qualificado no Nível 2 e 3 geralmente não possui.
- 5.10.7 **OJT, horas totais mínimas.** A Tabela 2, abaixo, estabelece uma relação de totais de horas mínimas recomendado pela ANAC, e que estão em harmonia com as normas citadas na subseção 5.4 desta IS.

TABELA 2 - Quantidade mínima horas de OJT para a OM conceder a autorização

	Treinamento em Serviço – Horas reais de trabalho.		
	Nível 1	Nível 2 com experiência como Nível 1	Nível 2 sem experiência como Nível 1
LP	130	+270	400
PM	130	+400	530
CP	400	+1200	1600
US	400	+1200	1600
RI ¹	400	+1200	1600
IV	200	+600	800
SG	200	+600	800
OUTROS ²	-	-	-

¹ OM e pessoas qualificadas em método ou técnicas que empregam as radiações ionizantes possuem requisitos adicionais junto ao CNEN/CONTER/CRTR, assuntos que estão além do âmbito desta IS. Um princípio normativo (ALARA) impede a exposição desnecessária de pessoas às radiações ionizantes, e treinamento prático pode ser considerado como fonte de exposição desnecessária. Consulte a legislação aplicável CNEN/CRTR/CONTER.

² também denominados de métodos emergentes: Os parâmetros mínimos devem ser estabelecidos pelo profissional qualificado no Nível 3 da OM.

- 5.10.8 **Como completar o programa OJT.** O período recomendado de OJT na Tabela 2 pode ser composto de várias OJT, referentes a várias inspeções END, em artigos diferentes. Esse é o treinamento mínimo em horas totais OJT estimado como aceitável pela ANAC para que uma pessoa qualificada desenvolva intimidade adequada em END, por método. O processo de OJT deve ser documentado.
- 5.10.9 **OJT conjugada de métodos e demais atividades.** Pode ser obtido o tempo total de OJT realizando OJT em 2 (dois) ou mais métodos (simultaneamente), devidamente documentado.
- 5.10.10 **OJT em inspeção, por método(s) e em atividades complementares.** A ANAC considera aceitável que uma pessoa qualificada permaneça por pelo menos 50% (cinquenta por cento) do tempo documentado diretamente em inspeções END em cada método, para os quais a autorização é pretendida, e o restante do tempo de trabalho pode ser documentado em atividades relacionadas à END e definidas no programa de treinamento da OM, pois essas atividades são parte integrante dos processos de END. Tais atividades incluem, por exemplo, a manutenção dos equipamentos, materiais, e acessórios, a calibração (ajuste) antes da inspeção efetiva de um artigo, a preparação da sala de revelação e dos filmes, realização de controles dos processos, etc..
- 5.10.11 **OJT, redução de tempo total para pessoa detentora de licença ANAC (MMA).** A ANAC já esclareceu que profissional qualificado no Nível 2 ou 3, no método, pode ter ou ser requerido pela OM a ser detentor de uma licença MMA. De qualquer forma, é aceitável pela ANAC que se uma pessoa qualificada é MMA (por requisito da OM ou não), os requisitos de experiência prática podem ser reduzidos em até 50% (cinquenta por cento). Essa concessão é feita com base no tempo de experiência e formação que tal pessoa possui como MMA e está alinhado com o mesmo princípio utilizado nos requisitos de treinamento técnico especializado para profissional qualificado no Nível 3 (vide seção 5.8(b) desta IS).
- 5.10.12 **Supervisão “contínua e direta”.** O programa de treinamento da OM deve estabelecer que o OJT de um profissional qualificado no Nível 2 ou 3 necessita ser realizado no local de trabalho, com artigos reais, sob circunstâncias normais de trabalho, e sob supervisão de profissional qualificado no Nível 3 da OM (ou da OT), no método. Um profissional qualificado no Nível 2 ou 3, no método, sob treinamento OJT, observa pelo menos um END em um artigo sendo realizado por um profissional qualificado Nível 2 ou 3, no método. Após absorver como o END é realizado, em outras oportunidades realiza o mesmo END sob supervisão “direta e contínua” de um profissional qualificado no Nível 3 da OM (ou da OT), no método, em artigos iguais ou equivalentes. Nesse sentido, supervisão “contínua e direta” significa que o profissional qualificado no Nível 3, no método, instrui e acompanha o END realizado pelo profissional qualificado no Nível 2 ou 3, também no método. O programa de treinamento deve determinar o número de inspeções (geralmente o END é um serviço de inspeção) que deve ser repetido sob essas condições – e esse número de vezes depende, entre outras coisas, do método e complexidade do END. O profissional qualificado e autorizado no Nível 3, no método, é a pessoa que pode fazer essa determinação. Existem serviços em que a complexidade é tal, que pelo menos 2 (duas) pessoas são necessárias. A pessoa qualificada pode participar de tais END como treinando em OJT, mas o pro-

fissional qualificado e autorizado no Nível 3 necessita estar sempre exercendo a supervisão “contínua e direta” nesta fase.

- 5.10.13 **Supervisão “contínua”**. Após o período sob supervisão contínua e direta, e durante um prazo estabelecido pelo programa de treinamento da OM, a pessoa pode realizar o mesmo END ou equivalentes – ainda sob OJT – mas com supervisão de forma contínua. A forma contínua significa que o profissional qualificado e autorizado no Nível 3 está nas proximidades, à disposição, agora com o intuito de sanar possíveis dúvidas. Após a repetição da mesma inspeção em artigos iguais ou equivalentes, e de forma aceitável, o OJT sob supervisão está concluído. O OJT deve ser documentada. O programa de treinamento deve determinar o número de inspeções que deve ser repetido – e esse número de vezes depende, entre outras coisas, do método e complexidade do END. O profissional qualificado no Nível 3 e autorizado da OM é a pessoa que pode fazer essa determinação.
- 5.10.14 **OJT, considerações adicionais**. A ANAC já esclareceu que não há equivalência entre métodos diferentes, o que por si, está justificado pelas qualificações específicas para cada método. Já esclareceu também que uma pessoa pode ser qualificada em mais de um método e pode desenvolver OJT simultaneamente nesses métodos. O programa OJT é utilizado para autorizar uma pessoa qualificada em 2 (duas) ocasiões:
- a) na autorização inicial, quando a pessoa qualificada cumpre com as recomendações em horas totais (ref. Tabela 2), conforme descrito e justificado acima; e
 - b) em autorizações subsequentes, quando novas técnicas ou procedimentos específicos são introduzidos na OM, e o programa de treinamento estabelece OJT conforme a Tabela 2 (novos métodos) ou OJT otimizado (horas adicionais para novas técnicas).
- 5.10.15 Devido ao vasto número de inspeções (END) em artigos (aeronaves, motores, hélices, partes e componentes destes) e devido ao número razoável de métodos de inspeção END nesses artigos, faz-se necessário estabelecer o que é aceitável para compor as horas totais de um OJT, por método, que são registradas para efeito da autorização. As considerações a seguir orientam o profissional qualificado no Nível 3 da OM a compor o programa de treinamento, por método. Exemplos:
- a) LP – Em uma OM que revise motores à reação, é aceitável que as 270h (ou 400h) sejam compostas de inspeções realizadas em *blades*, discos, carcaças e demais componentes de um motor. Existem precedentes para aceitar que esse período registrado seja suficiente para autorizar, sem acréscimo de OJT as inspeções por esse método a todas as outras *blades*, discos, carcaças e demais componentes de outros motores à reação que vierem a ser inspecionados por LP, desde que a tecnologia de materiais, construção, defeitos esperados e técnica de LP sejam semelhantes. Se existem casos onde existem variações na técnica, tal como *Spot Check* em Alumínio, Aço ou Titânio, e se essa técnica não havia sido incluída nas horas totais, a ANAC recomenda OJT otimizado para essa técnica, que pode validar todas as aplicações dessa técnica e para cada um desses materiais (separadamente). Outro caso que necessita OJT otimizado, caso não esteja documentado nas horas totais precedentes é a variação entre técnicas como de LP lavável a água e pós-emulsificável, hidrofílico, ou variações do tipo de revelador. Existem também raríssimos casos em que os documentos de serviço do detentor do projeto de tipo não permitem a remoção da tinta que recobre a peça; casos como esse também requerem OJT otimizado. A ANAC recomenda OJT (otimizado) para os ensaios de controle do processo de LP, caso não estejam incluídos nas 270h (ou 400h).

Não é necessário repetir as 270h (ou 400h) nas OJT otimizado (para novas técnicas), mas o profissional qualificado e autorizado no Nível 3 necessita avaliar quantas horas são necessárias para cada novo OJT requerido.

- b) PM – Em uma OM que revise motores convencionais, é aceitável que as 400h (ou 530h) sejam compostas de inspeções realizadas em inspeções por PM de eixos de manivela, bielas, parafusos, engrenagens, etc. É possível admitir a semelhança entre todos os motores alternativos, já que basicamente são fabricados de materiais, técnica, acabamentoo semelhante, inclusive nos defeitos possíveis de serem encontrados. Existem inspeções que, mesmo por semelhança nos artigos, requerem OJT otimizado, caso não inclusa nas horas totais precedentes registradas, tais como a utilização de equipamentos, em campo (*Yoke* e *Encircling Coil*), mesmo que a técnica principal seja por PM fluorescentes, via úmida, método contínuo. A ANAC recomenda ainda, OJT otimizado para os ensaios de controle do processo de PM. Não é necessário repetir as 400h (ou 530h) nas OJT otimizado (para novas técnicas), mas o profissional qualificado e autorizado no Nível 3 necessita avaliar quantas horas são necessárias para cada novo OJT requerido.
- c) CP – Em uma OM que revise aeronaves, é aceitável que as 1200h (ou 1600h) sejam compostas de inspeções realizadas em fuselagens, estruturas, portas, rodas, etc. No caso de CP, os ensaios de alta frequência, que é a grande maioria das inspeções de célula, se registrados nas horas totais precedentes, podem ser considerados validados para todas as células, desde que as condições de ensaio sejam semelhantes e sobre os mesmos materiais e com os mesmos equipamentos. Entretanto, se a alta frequência for aplicada em peças de Titânio ou Aço, e essas técnicas não estiverem registradas nas horas totais precedentes, recomenda-se um OJT otimizado, para cada um desses materiais, uma vez que os blocos de referência e as técnicas apresentem grandes variações em relação ao primeiro. Quando a técnica empregada é a média frequência em carreiras de rebites de células, é possível admitir a semelhança entre essa aplicação em aeronaves diferentes e, portanto, uma vez concluído OJT otimizado nessa técnica, caso não inclusa nas horas totais precedentes, pode valer para todas as outras. Idem a técnica de *Rototest* em carreiras de rebites em células. A técnica MOI necessita OJT otimizado caso não inclusa nas horas totais precedentes. Por outro lado, como um caso mais complexo, ensaios em baixa frequência, ou por *sliding probe* em fuselagem, cada inspeção tem um bloco de referência e particularidades únicas. A ANAC recomenda um OJT otimizado para cada inspeção, caso não inclusa nas horas totais precedentes. O mesmo critério pode ser utilizado para avaliação de corrosão em painéis de ALCLAD. Entretanto, o profissional qualificado e autorizado no Nível 3 deve observar com certa reserva as validações se aparelhos diferentes forem utilizados. Não é necessário repetir as 1200h (ou 1600h) nos OJT otimizado (para novas técnicas), mas o profissional qualificado e autorizado no Nível 3 necessita avaliar quantas horas são necessárias para cada novo OJT requerido.
- d) US – Em uma OM que revise aeronaves ou componentes, é aceitável que as 1200h (ou 1600h) sejam compostas de inspeções realizadas em fuselagens, estruturas, janelas, trens de pouso, componentes de trens de pouso, etc., pois cada inspeção por US tem características únicas e bem específicas, tal como CP de baixa frequência. A ANAC também recomenda OJT para cada calibração em bloco de referência para inspeção, tal como as feitas com base em blocos V1, V2, etc.

- e) RI – Em uma OM que revise aeronaves ou componentes, é aceitável que as 1200h (ou 1600h) sejam compostas de inspeções realizadas em asa, estabilizadores, fuselagens estruturas, portas, e componentes. No caso de RI, a ANAC recomenda OJT para cada inspeção, para a inspeção de cada filme revelado, seja em filme, seja no formato digital, o que por si só, requer um OJT otimizado em separado, incluído a utilização dos *softwares*, a operação e posicionamento do canhão, seleção, manuseio, revelação e secagem de filmes, operação e medição de densidade, seleção de penetrômetros, etc. A ANAC recomenda ainda, OJT otimizado para os ensaios de controle do processo de RI e para as ações de radioproteção, tal como a utilização correta de dosímetros, canetas dosimétricas, verificação e operação de monitores de área, monitores, portáteis de radiação, etc.
- f) SG e TG. No caso de SG e TG, cada uma, a ANAC repete as recomendações tal como EC de baixa frequência, US e RI.

5.10.16 A norma AIA-NAS-410 descreve os procedimentos para estabelecer a autorização (certificação) de uma forma “geral” para a indústria e a manutenção. A ANAC considera que um treinamento adicional é altamente recomendável para que uma pessoa possa “conhecer e estar familiarizado” com a OM, os artigos, os equipamentos de END, etc., de forma a ser autorizada pela OM. Por exemplo, a AC 120-16 da FAA fornece recomendações para um efetivo programa de treinamento da OM. A ANAC recomenda que o programa de treinamento da OM inclua:

- a) o treinamento nos artigos em que será executado o serviço de END, normalmente um curso de familiarização. Esse curso de familiarização pode conter e explicar tarefas específicas de END;
- b) o treinamento nos equipamentos/materiais e acessórios utilizados para as inspeções, normalmente ministrado pelo fabricante do equipamento. Em alguns casos, as tarefas são simples e em outros, há a necessidade de especialização adicional que requer treinamento adicional ao de qualificação básica;
- c) o treinamento nos manuais da OM;
- d) o treinamento específico fornecido pela empresa “operadora” certificada conforme o RBAC 121 e RBAC 135, tal como itens de inspeção obrigatória (IIO), caso aplicável. Neste caso, a pessoa da OM que recebe uma delegação IIO da operadora necessita possuir licença MMA da ANAC; e
- e) outros requisitos que a OM defina em seu programa de treinamento (determinados pelo profissional qualificado no Nível 3 responsável).

5.11 Profissional Qualificado no Nível 3 Responsável

Uma OM pode ter mais de profissional qualificado e autorizado no Nível 3. Nesse caso, a OM necessita delegar a uma pessoa com mais métodos registrados e/ou mais experiência, a responsabilidade e autoridade para assegurar que as recomendações desta IS sejam observadas e incorporadas na elaboração dos Manuais aplicáveis. Para essa finalidade, a OM deve estabelecer em seu Manual como vai selecionar o profissional qualificado no Nível 3 Responsável.

5.12 Instrutor

É uma pessoa qualificada de acordo com esta IS e designada por um profissional qualificado e autorizado no Nível 3 Responsável para fornecer treinamento em sala de aula (treinamento teórico) e prático (laboratório) para o pessoal de END. Os Instrutores não são requeridos a possuir as habilitações conforme o RBHA 65 (ou RBAC que venha a substituí-lo), a menos que seja pré-requisito da OM.

5.13 Auditor

A pessoa que faz auditoria externa na OM e interna (*self audit*) da OM onde se executa END deve ter treinamento, conhecimento e capacidade para compreender os processos e procedimentos utilizados na aplicação de END, e deve estar familiarizada com a aplicação de códigos, normas e outros documentos contratuais de controle, por método aplicável. Para o atendimento a esta finalidade, a ANAC recomenda que estes auditores tenham, no mínimo, treinamento teórico e prático equivalente ao fornecido ao profissional qualificado no Nível 1, a nível informativo (sem fins de qualificação).

5.14 Registros e práticas administrativas da OM

A OM deve:

- a) incluir em seu Manual uma descrição dos detalhes a serem registrados para cada pessoa qualificada e identificar os responsáveis por desenvolver, administrar e manter o programa de treinamento e qualificação;
- b) estabelecer através do programa de treinamento o controle e administração, avaliação escrita, qualificação e documentação. Este programa deve incluir o método para manter a proficiência, incluindo a revogação, o treinamento recorrente e os passos para o cancelamento, e a revalidação da qualificação e autorização, conforme requerido; e
- c) manter os registros apropriados de treinamento das pessoas, de acordo com seu programa de treinamento enquanto o funcionário estiver ativo. Os registros devem ser disponibilizados para fiscalização e auditorias e devem especificar o Nível, limitações, normas de qualificação usadas, a data, local da qualificação, nome da OT (se aplicável).

5.15 Disposições adicionais para o método radiográfico

- 5.15.1 O desenvolvimento de trabalhos relacionados com equipamentos ou fontes que emitem radiações ionizantes implica em requisitos legais adicionais para a OM, bem como para as pessoas, em termos de treinamento, qualificação e autorização para a execução dos serviços.
- 5.15.2 As pessoas treinadas, qualificadas e autorizadas pela OM em radiografia industrial só podem desempenhar as atividades que envolvam a utilização de radiações ionizantes por END, tal como com Raios X ou Gama se apropriadamente treinadas, qualificadas e certificadas em radioproteção industrial pela CNEN e registrados no CRTR/CONTER. O profissional qualificado e autorizado no Nível 3 em RI é a pessoa adequada para verificar os requisitos adicionais.

5.16 Requalificação, revogação, treinamento recorrente, cancelamento da qualificação/autorização

- 5.16.1 A qualificação/autorização (inicial e recorrente) deve ser estabelecida no programa de treinamento da OM. Um processo de treinamento recorrente aceitável pela ANAC segue os provisionamentos da subseção 5.8 desta IS.
- 5.16.2 Os exames de treinamentos recorrentes de qualificação (de conhecimentos teóricos gerais, específicos e práticos) permitem avaliar a manutenção da proficiência da pessoa, e manter a autorização, no método.
- 5.16.3 A recorrência de qualificação/autorização deve ocorrer no período estabelecido no programa de treinamento da OM. A ANAC considera aceitáveis os processos recorrentes a intervalos de, no máximo, a cada **5 (cinco) anos**.

Nota 1 - algumas normas de “qualificação e certificação”, tal como a AIA-NAS-410 estabelece um sistemas de pontuação para profissionais anteriormente qualificados/autorizados no Nível 3. O sistema de pontuação é opcional, mas cabe à OM estabelecer em seu programa de treinamento se optar também por esse sistema.

Nota 2 - o conceito de treinamento recorrente para a qualificação/autorização não deve ser utilizado para simplesmente repetir os mesmos conceitos anteriormente ministrados, a menos que alguns tópicos sejam necessários para manter o desejado grau de competência do pessoal.

- 5.16.4 A qualificação/autorização é automaticamente revogada (suspensa) na data imediatamente posterior à validade do exame de acuidade visual descrito na seção 5.9.1 ou conforme estabelecido no Manual da OM.
- 5.16.5 Uma pessoa deve ter sua qualificação/autorização suspensa e ser requerida a receber treinamento recorrente para qualificação/autorização, quando esta pessoa:
- a) não demonstra desempenho satisfatório, ou quando há registros de desempenho insatisfatório. O desempenho insatisfatório deve ser determinado pela pessoa responsável pela qualificação/autorização deste, ou por um método documentado aprovado pela OM.
 - b) tenha ficado inativo por um período superior a 6 (seis) meses, ou por um período menor a ser estipulado pelo programa de treinamento, qualificação e autorização da OM.
 - c) falha ao ser avaliado por um profissional qualificado e autorizado no Nível 3 ou outra pessoa designada por este, no intervalo estipulado.
- 5.16.6 Uma pessoa deve ter sua qualificação/autorização extinta, se demonstrada conduta profissional antiética ou negligente. A ANAC recomenda que esta pessoa não seja mais qualificada/autorizada pela OM.

Nota - como esse é caso grave contra a segurança da aviação civil, a ANAC recomenda que a OM elabore e forneça para a ANAC uma análise relacionada às atividades da pessoa com a qualificação/autorização cancelada, demonstrando se há risco para a aviação, relacionado com as tarefas recentes de END executadas por essa pessoa.

5.17 Métodos emergentes, considerações finais

Revisões da norma AIA–NAS-410 podem conter informações adicionais para métodos emergentes (além dos 7 métodos já listados na seção 5.5 desta IS).

6. APÊNDICES

APÊNDICE A – Sugestão de conteúdo mínimo recomendado dos cursos de qualificação;

APÊNDICE B – Lista de Reduções.

7. DISPOSIÇÕES FINAIS

- 7.1 Uma OM anteriormente certificada pela ANAC em END conforme o RBAC 145 deve verificar se as recomendações desta IS estão incorporadas nos seus manuais.
- 7.2 Os casos omissos serão dirimidos pela ANAC.
- 7.3 Esta IS entra em vigor na data de sua publicação.

APÊNDICE A – SUGESTÃO DE CONTEÚDO MÍNIMO RECOMENDADO DOS CURSOS DE QUALIFICAÇÃO

A1. SUGESTÃO DE CONTEÚDO MÍNIMO DOS CURSOS DE QUALIFICAÇÃO

Esta orientação, por método, é uma sugestão da ANAC para orientar o profissional qualificado no Nível 3 Responsável na elaboração da grade mínima dos cursos de qualificação, ou para a avaliação de cursos oferecidos por terceiros. Como esperado, cada método consiste de aulas de instrução básica, demonstrações práticas para assegurar completa compreensão do método.

Nota - os cursos devem ser montados visando os produtos aeronáuticos constantes nas especificações operativas da Organização de Manutenção, e com base em suas características gerais, modos de falha previstos e demais informações dos manuais de serviço destes.

A2. CURSO DE OPERAÇÃO DO EQUIPAMENTO DE RADIOGRAFIA E INSTRUÇÕES DE EMERGÊNCIA

Nota 1 - o estagiário deve possuir qualificação em radioproteção industrial ou ser treinado em radioproteção industrial em organização ou instituição reconhecida pela CNEN e obter a qualificação CNEN, ANTES de executar serviços de radiografia. Esta parte do treinamento NÃO é regulada pela ANAC.

Nota 2 - os tópicos indicados por () podem ser excluídos se as radiografias são feitas apenas com equipamentos geradores de Raios X.*

Nota 3 - as horas de treinamento para radiografia podem ser reduzidas a um total de 40h se o estagiário não usará métodos que empreguem radioisótopos. Se o estagiário usará radioisótopos, haverá um adicional de 40h de teoria do emprego e prática com radioisótopos.

a) Monitoramento Pessoal

- (1) Usando dosímetros pessoais;
- (2) Lendo dosímetros de bolso;
- (3) Registros diários de leituras de dosímetros;
- (4) Ações requeridas em superdosagem; e
- (5) Limites permitidos de dose.

b) Instrumentos de Medição

- (1) Tipos de instrumentos de medição;
- (2) Lendo e interpretando as indicações dos instrumentos de medição;
- (3) Calibração da frequência;
- (4) Calibração vencida – ações; e
- (5) Verificação da carga da Bateria – importância.

c) Teste de Vazamento de Radiação Fontes Seladas

- (1) * Requisitos para o teste;

- (2) * Propósitos da verificação; e
 - (3) * Execução da verificação.
- d) Relatórios de Levantamentos Radiométricos
- (1) Requisitos para o levantamento; e
 - (2) Descrição do formato do relatório.
- e) Praticando a Radiografia
- (1) Estabelecendo as áreas restritas;
 - (2) Exposição com radiação;
 - (3) Uso do tempo, distância, e blindagem para reduzir a exposição das pessoas; e
 - (4) requisitos regulatórios aplicáveis para levantamento radiométrico, estabelecimento, e controle de áreas com alta radiação.
- f) Equipamentos de Exposição
- (1) Inspeção e manutenção diária dos equipamentos de radiografia;
 - (2) * Limites de exposição para equipamentos de gamagrafia;
 - (3) Etiquetas e rótulos para equipamentos de radiografia;
 - (4) Uso dos equipamentos de radiografia;
 - (5) Uso de colimadores para reduzir a exposição dos pessoas; e
 - (6) * Uso de “trocador de fonte” para equipamentos de gamagrafia.
- g) Armazenamento e Transporte de Equipamentos de Radiografia
- (1) * Acidentes com veículos que transportam fontes seladas;
 - (2) * Fogo envolvendo fontes seladas;
 - (3) * fontes expostas – retorno da fonte para uma condição segura; e
 - (4) * Lista telefônica de emergência.
- h) Regulamentos Estaduais e Federais
- (1) A CNEN como autoridade
 - (2) Concessão da licença;
 - (3) * Requisitos para posse de materiais radioativos para uso na radiografia industrial;
 - (4) Requisitos de qualificação para pessoal envolvido na radiografia industrial;
 - (5) Requisitos de controle de exposição pessoal;
 - (6) * Requisitos de transporte de fontes seladas; e
 - (7) Requisitos para equipamentos de raios X.

A3. CURSO BÁSICO DE FÍSICA DA RADIOGRAFIA

- a) Introdução
- (1) A história e a descoberta dos materiais radioativos;
 - (2) Definição de radiografia industrial;
 - (3) Proteção radiológica – porque é necessário;
 - (4) Revisão da matemática básica: expoentes, raiz quadrada, etc..

b) Propriedades Fundamentais da Matéria

- (1) Átomos e os elementos;
- (2) Moléculas e componentes;
- (3) Partículas atômicas, propriedades dos prótons, elétrons e nêutrons;
- (4) Estrutura atômica;
- (5) Número atômico e massa; e
- (6) Isótopo e radioisótopo.

c) Materiais Radioativos

- (1) * A produção de materiais radioativos:
 - (a) Ativação por Nêutrons
 - (b) Fissão Nuclear
- (2) * Átomos estáveis vs. Átomos instáveis;
- (3) * Curie – a unidade de medida;
- (4) * Meia-vida de materiais radioativos;
- (5) * Plotando o decaimento da radioatividade; e
- (6) * Atividade específica – Curies/gramas.

d) Tipos de radiação

- (1) Propriedades da radiação corpuscular: alpha, beta, nêutron;
- (2) Radiação eletromagnética: Raios X, Raios Gama;
- (3) Produção dos Raios X;
- (4) Produção dos Raios Gama;
- (5) Energia dos Raios Gama;
- (6) Energia característica de fontes seladas comuns; e
- (7) Energia característica de equipamentos de Raios X.

e) Interação da Radiação com a Matéria

- (1) Ionização;
- (2) Interação da energia com a matéria:
 - (a) Efeito fotoelétrico;
 - (b) Espalhamento *compton*; e
 - (c) Produção de pares.
- (3) Unidade de exposição da radiação – O Roentgen;
- (4) Emissividade de fontes seladas comuns;
- (5) Emissividade de dispositivos geradores de Raios X;
- (6) Atenuação da radiação eletromagnética – blindagens;
- (7) Meia camada semiredutora/um décimo de camada semiredutora; e
- (8) Lei do inverso do quadrado.

f) Efeitos Biológicos da Radiação

- (1) Radiação natural;
- (2) A unidade de dose de radiação – REM;
- (3) A diferença entre radiação e contaminação;
- (4) Limites permitidos de exposição pessoal e o conceito estocástico;
- (5) Teoria da dose admissível;

- (6) Danos por radiações – conceito de recuperação;
- (7) Sintomas da exposição por radiação;
- (8) Exposição aguda e danos somáticos;
- (9) Monitoração pessoal para monitorar as doses;
- (10) Radiosensibilidade dos órgãos.

g) Detecção da radiação

- (1) O dosímetro de bolso;
- (2) A diferença entre dose e taxa de exposição;
- (3) Instrumentos de medição:
 - (a) Medidores Geiger Muller;
 - (b) Câmaras de ionização; e
 - (c) Contadores de cintilação.
- (4) Filme dosimétrico – detector de radiações;
- (5) TLD (Dosímetros Termoluminescentes); e
- (6) Calibração dos instrumentos de dosimetria.

h) Dispositivos de Exposição e Fontes de Radiação

- (1) * Fontes de radioisótopos:
 - (a) Projeto e fabricação de fontes seladas;
 - (b) Fontes de Raios Gama;
 - (c) Fontes de Beta e efeito *bremsstrahlung*; e
 - (d) Fontes de Nêutrons.
- (2) * Características dos dispositivos das fontes de radioisótopos; e
- (3) Fontes eletrônicas de radiação – até 500 KV – Baixa energia:
 - (a) Geradores – retificadores para alta DDP;
 - (b) O projeto e a fabricação de ampolas de Raios X;
 - (c) Circuitos de controle dos Raios X;
 - (d) Potencial de aceleração;
 - (e) Configuração e materiais do alvo;
 - (f) Dissipação de calor;
 - (g) Ciclo de trabalho; e
 - (h) Filtro de feixe de Raios X.

i. Exame Escrito/Prático

TEMPO TOTAL (HORAS): 40

A4. CURSO DE TÉCNICAS RADIOGRÁFICAS

a) Introdução

- (1) O processo radiográfico;
- (2) Tipos de fontes de radiação eletromagnética;
- (3) O espectro eletromagnético;
- (4) A penetração e a qualidade dos Raios X;
- (5) * A penetração e a qualidade dos Raios Gama;
- (6) Espectro da fonte de Raios X;
- (7) * Espectro das fontes de radioisótopos; e

(8) Ampola de Raios X – efeito na qualidade pela mudança de mA ou KVp.

b) Princípios Básicos da Radiografia

- (1) Princípios geométricos da exposição:
 - (a) Formação de penumbra e distorção;
 - (b) Cálculo da penumbra e ampliação;
 - (c) Penumbra e nitidez;
 - (d) Perda de nitidez por fatores geométricos; e
 - (e) Detecção de descontinuidades profundas.
- (2) Intensificadores de imagem:
 - (a) Telas intensificadoras de chumbo;
 - (b) Telas intensificadoras fluorescentes;
 - (c) Fatores de intensificação;
 - (d) Importância do contato íntimo entre tela e filme;
 - (e) Importância dos cuidados e da limpeza da tela; e
 - (f) Técnicas de limpeza das telas.
- (3) Os cassetes para filmes radiográficos;
- (4) A composição dos filmes radiográficos industriais; e
- (5) Ampolas de Raios X com o efeito anódico “heel”.

c) A Radiografia

- (1) A formação de imagem latente nos filmes;
- (2) A falta de nitidez inerente;
- (3) A matemática da exposição radiográfica:
 - (a) Relação miliamperagem – distância – tempo de exposição;
 - (b) A lei da reciprocidade;
 - (c) A densidade;
 - (d) Diagramas de exposição para Raios X (espessura de material, KV, e a exposição);
 - (e) * Cartas de exposição para Gama;
 - (f) Considerações sobre a lei do inverso do quadrado; e
 - (g) Cálculo do tempo de exposição para fontes de Raios X e Gama.
- (4) Curva característica (h e d);
- (5) Descrição das classes e velocidade dos filmes; e
- (6) Seleção dos filmes.

d) Qualidade da Imagem Radiográfica

- (1) A sensibilidade radiográfica;
- (2) O contraste radiográfico;
- (3) O contraste do filme;
- (4) O contraste do objeto;
- (5) Definição;
- (6) Granulação do filme e o “efeito mottle”; e
- (7) Indicadores de qualidade de imagem ou penetrômetros.

e) E. Manuseio dos Filmes e o Processamento

- (1) A sala escura e a luz de segurança;
- (2) A mesa de trabalho e a limpeza;
- (3) A abertura das caixas de filmes e os pacotes;
- (4) Introdução dos filmes e selagem dos cassetes;
- (5) Técnicas de manuseio de filmes “*green*”; e
- (6) Elementos do processamento manual de filmes.

f) Radiografia –Técnicas de Exposição

- (1) Parede simples;
- (2) Parede dupla:
 - (a) Observando as duas paredes simultaneamente;
 - (b) Observando uma parede numa exposição offset de parede dupla; e
 - (c) Técnicas elípticas.
- (3) Radiografia panorâmica;
- (4) Uso múltiplo de filmes; e
- (5) Configuração do objeto.

A5. CURSO DE PROCESSOS DE FABRICAÇÃO E QUALIDADE DO FILME

a) Revisão dos Princípios Radiográficos Básicos

- (1) A interação da radiação com a matéria;
- (2) Revisão da matemática;
- (3) Cálculo da exposição;
- (4) Princípios geométricos da exposição; e
- (5) Parâmetros de qualidade da imagem.

b) Sala Escura, Instalação, Técnicas e Processamento

- (1) Equipamentos e instalações:
 - (a) Processadoras automáticas vs. processamento manual;
 - (b) Luz de segurança;
 - (c) Luz de observação;
 - (d) Mesa de trabalho; e
 - (e) Equipamentos diversos.
- (2) Instalação do filme:
 - (a) Regras gerais de manuseio de filmes não processados;
 - (b) Tipos de acondicionamentos de filme; e
 - (c) Técnicas de carregamento de cassete para filme em folha ou rolo.
- (3) Proteção do filme no estoque;
- (4) Processamento de filme – manual:
 - (a) Revelador e o reabastecimento;
 - (b) Banho de parada;
 - (c) Fixador e o reabastecimento;
 - (d) Lavagem;
 - (e) Prevenção de empoçamento; e
 - (f) Secagem.
- (5) Processadoras automáticas de filme;
- (6) Alimentação de filmes e estoque:
 - (a) Medidas de manutenção da vida do filme;

- (b) Estoque prolongado; e
 - (c) Técnicas de alimentação e separação.
 - (7) Radiografias insatisfatórias, as causas, as curas:
 - (a) Filmes de alta densidade;
 - (b) Filmes com densidade insuficiente;
 - (c) Alto contraste;
 - (d) Baixo contraste;
 - (e) Definição insuficiente;
 - (f) Neblina;
 - (g) Vazamento de luz; e
 - (h) Artefatos.
 - (8) Densidade do filme:
 - (a) Comparação do filme o padrão escalonado; e
 - (b) Densitômetros.
 - c) Indicações, Descontinuidades, Defeitos
 - (1) Indicações;
 - (2) Descontinuidades:
 - (a) Inerente;
 - (b) Processamento; e
 - (c) Serviço.
 - (3) Defeitos.
 - d) Revisão dos Princípios de Proteção Radiológica
 - (1) Controlando a exposição pessoal;
 - (2) Conceitos de distância, tempo e blindagem;
 - (3) O conceito ALARA;
 - (4) Equipamentos de detecção da radiação; e
 - (5) Características operacionais dos dispositivos de exposição.
- A6. CURSO DE AVALIAÇÃO E INTERPRETAÇÃO RADIOGRÁFICA
- a) Observando a Radiografia
 - (1) Requisitos do iluminador do filme;
 - (2) Iluminação ambiente;
 - (3) Observação de filmes sobremontados;
 - (4) Colocação do penetrâmetro;
 - (5) Acuidade visual e adaptação da vista ao escuro;
 - (6) Identificação do filme;
 - (7) Posicionamento dos marcadores;
 - (8) Medição da densidade de filmes; e
 - (9) Artefatos para filmes.
 - b) Técnicas de Aplicação
 - (1) Técnicas com filmes múltiplos:
 - (a) Variação de espessura – parâmetros;
 - (b) Velocidade dos filmes; e

- (c) Latitude do filme.
 - (2) Projeção e ampliação;
 - (3) Relações geométricas:
 - (a) Perda de nitidez por fatores geométricos;
 - (b) Sensibilidade penetrâmetro;
 - (c) Distância foco-filme; e
 - (d) Tamanho do alvo.
 - (4) Método de triangulação para localização da descontinuidade;
 - (5) Ampliação localizada; e
 - (6) Técnicas no manuseio de filmes.
- c) Avaliação de Soldas
- (1) Revisão dos métodos de soldagem;
 - (2) Descontinuidades em soldas;
 - (3) Origem e orientação típica das descontinuidades
 - (4) Aparência radiográfica;
 - (5) Normas e códigos de soldagem – critério de aceitação aplicável; e
 - (6) Referências radiográficas ou pictogramas.
- d) D. Normas, Códigos, e Procedimentos Radiográficos
- (1) ASTM E94/E142;
 - (2) Técnicas radiográficas aceitáveis e arranjos;
 - (3) Procedimentos aplicáveis pelo empregador;
 - (4) Procedimento de verificação da radiografia/parâmetros; e
 - (5) Relatórios radiográficos.
- e) Exame Escrito/Prático

TEMPO TOTAL (HORAS): 40

A7. CURSO DE INSPEÇÃO POR PARTÍCULAS MAGNÉTICAS

- a) Campos magnéticos e princípios do magnetismo:
- (1) Teoria dos campos magnéticos:
 - (a) Campo magnético terrestre; e
 - (b) Campos magnéticos em torno de materiais magnetizados.
 - (2) Teoria do magnetismo:
 - (a) Pólos magnéticos; e
 - (b) Lei do magnetismo.
 - (c) Materiais influenciados pelo magnetismo:
 - (i) Ferromagnéticos; e
 - (ii) Paramagnéticos.
 - (d) Características magnéticas de materiais não ferrosos.
 - (3) Terminologia associada com o ensaio por partículas magnéticas.
- b) Características dos Campos Magnéticos

- (1) Imã em barra; e
 - (2) Imã em anel.
- c) Efeitos das Descontinuidades nos Materiais
- (1) Trincas superficiais;
 - (2) Arranhões;. e
 - (3) Defeitos subsuperficiais
- d) D. Magnetização por Meio da Corrente Elétrica
- (1) Campo circular:
 - (a) Campo em volta de condutor retilíneo;
 - (b) Regra da mão direita;
 - (c) Campo em peças percorridas por corrente:
 - (i) Longas peças cilíndricas sólidas regulares;
 - (ii) Peças de perfil irregular;
 - (iii)Peças tubulares; e
 - (iv)Peças que contém furos cilíndricos.
 - (d) Métodos para induzir fluxo de corrente nas peças:
 - (i) Placas de contato; e
 - (ii) Varetas.
 - (e) Descontinuidades normalmente encontradas com campos circulares.
 - (2) Campo longitudinal:
 - (a) Campo produzido pelo fluxo de corrente em uma bobina;
 - (b) Direção do campo em uma bobina alimentada por corrente;
 - (c) Intensidade de campo em uma bobina alimentada por corrente;
 - (d) Descontinuidades normalmente encontradas com campos longitudinais;
 - (e) Vantagens da magnetização longitudinal; e
 - (f) Desvantagens da magnetização longitudinal.
- e) Seleção do Método Apropriado de Magnetização
- (1) Liga, forma e condições da peça;
 - (2) Tipos de corrente de magnetização;
 - (3) Direção dos campos magnéticos;
 - (4) Sequência de operações; e
 - (5) Valor de densidade de fluxo.
- f) Materiais de Inspeção
- (1) Partículas via úmida; e
 - (2) Partículas via seca.
- g) princípios da Desmagnetização
- (1) Magnetismo residual;
 - (2) Razão de requerer a desmagnetização;
 - (3) Campo residual longitudinal e circular;
 - (4) Princípios básicos da desmagnetização;
 - (5) Retentividade e força coercitiva; e

- (6) Métodos de desmagnetização.
- h) Equipamentos para Ensaio por PM
- (1) Considerações para a seleção do equipamento:
 - (a) Tipos de corrente de magnetização;
 - (b) Localização e natureza do teste;
 - (c) Materiais usados no teste;
 - (d) Propósito do teste; e
 - (e) Áreas inspecionadas.
 - (2) Equipamento manual de inspeção;
 - (3) Equipamento de porte médio e grande;
 - (4) Equipamento estacionário; e
 - (5) Equipamento mecanizado de inspeção:
 - (a) Equipamentos semiautomáticos de inspeção;
 - (b) Equipamentos semiautomáticos para um único tipo de inspeção;
 - (6) Equipamentos semiautomáticos de propósitos múltiplos; e
 - (7) Equipamentos automáticos.
- i) Tipos das Descontinuidades Localizadas por PM
- (1) Inclusões;
 - (2) Bolhas;
 - (3) Porosidade;
 - (4) Flóculos;
 - (5) Trincas;
 - (6) Canais;
 - (7) Delaminações;
 - (8) Dobras;
 - (9) Ruptura do forjado; e
 - (10) Vazios.
- j) Indicações do Teste por PM e a Interpretação
- (1) Indicações de inclusões não metálicas;
 - (2) Indicações de junções superficiais;
 - (3) Indicações de trincas;
 - (4) Indicações de delaminações;
 - (5) Indicações de dobras;
 - (6) Indicações de bursts e flóculos;
 - (7) Indicações de porosidades; e
 - (8) Indicações não relevantes.

- k) Exame Escrito/Prático

TEMPO TOTAL (HORAS): 16

A8. CURSO DE ENSAIO POR ULTRASSOM

- a) Propriedades Fundamentais do Som

- (1) Frequência, velocidade e comprimento de onda;

- (2) Definição de vibrações ultrasonicas; e
 - (3) Aplicação geral de vibrações ultrasônicas.
- b) Princípio da Propagação de Ondas
- (1) Modos de vibração;
 - (2) Impedância acústica;
 - (3) Reflexão;
 - (4) Refração e modo de conversão;
 - (5) Difração e modo de conversão; e
 - (6) Efeito Fresnel e Fraunhofer.
- c) Geração de Ondas Ultrasonicas
- (1) Tipos de cristais e piezoeletricidade;
 - (2) Construção dos transdutores;
 - (3) Características dos transdutores:
 - (a) Relação entre espessura do cristal e a frequência;
 - (b) Eficiência de conversão dos vários cristais;
 - (c) Resolução e amortecimento; e
 - (d) Características da intensidade do feixe.
 - (4) Cuidados com os transdutores.
- d) Métodos de Testes Ultrasonicos
- (1) Testes de contato:
 - (a) Feixe longitudinal;
 - (b) Feixe angular;
 - (c) Ondas superficiais;
 - (d) Ondas *Lamb*; e
 - (e) Transparência ;
 - (2) Imersão:
 - (a) Feixe longitudinal;
 - (b) Feixe angular; e
 - (c) Transparência.
 - (3) Imersão modificada:
 - (a) Testes que empregam dispositivos especiais.
 - (4) Teste por ressonância:
 - (a) Técnica de contato; e
 - (b) Técnica da imersão.
- e) Equipamento de Teste Ultrasonico
- (1) Descrição do equipamento básico pulso-eco:
 - (a) Circuito base-tempo (sincronizador);
 - (b) Circuito pulsador;
 - (c) Circuito de recepção ou amplificador de eco; e
 - (d) Unidade de tela Scan A.
 - (2) Instruções especiais:
 - (a) Tela Scan B;

- (b) Tela Scan C; e
 - (c) Monitores e dispositivos de registro.
 - (3) Equipamentos de varredura:
 - (a) Manipuladores;
 - (b) Pontes; e
 - (c) Dispositivos especiais de varredura.
 - (4) Equipamentos de teste de colagem.
- f) Operação de Equipamentos Específicos
- (1) Características gerais de operação;
 - (2) Diagrama funcional de blocos dos circuitos;
 - (3) Controles de ajuste e seus propósitos; e
 - (4) Cuidados com os equipamentos.
- g) Procedimentos Específicos de Teste
- (1) Seleção dos parâmetros de teste:
 - (a) Frequência;
 - (b) Tipos e tamanhos dos transdutores;
 - (c) Distância na água (para teste de imersão); e
 - (d) Velocidade de varredura e coordenadas.
 - (2) Padronização do ensaio:
 - (a) Blocos de referência para ultrassom; e
 - (b) Ajuste de sensibilidade.
 - (3) Interpretação dos resultados:
 - (a) Normas de aceitação;
 - (b) Comparação entre a resposta de descontinuidades no bloco de referência e na peça;
 - (c) Estimativa do comprimento das descontinuidades;
 - (d) Localização das descontinuidades; e
 - (e) Zonas.
 - (4) Variações de desempenho dos equipamentos.
- h) Variáveis que Afetam os Resultados dos Testes
- (1) Variações do desempenho dos instrumentos;
 - (2) Variações dos transdutores;
 - (3) Variações das peças sob inspeção:
 - (a) Condições de entrada do feixe;;
 - (b) Tamanho da peça e geometria; e
 - (c) Estrutura metalúrgica.
 - (4) Variações de descontinuidades:
 - (a) Tamanho e geometria;
 - (b) Localização desde a entrada do feixe;
 - (c) Orientação desde a entrada do feixe; e
 - (d) Características dos tipos de descontinuidades-refletoras.

i. Exame Escrito/Prático

TEMPO TOTAL (HORAS): 40

A9. CURSO DE ENSAIO POR LÍQUIDOS PENETRANTES

a) Introdução

- (1) Breve história dos ensaios não destrutivos e o ensaio por LP;
- (2) Propósitos do ensaio por LP;
- (3) Princípios básicos do ensaio por LP; e
- (4) Tipos de LP comercialmente disponíveis.

b) Processamento dos LP;

- (1) Preparação das peças;
- (2) Aplicação do penetrante;
- (3) Remoção do penetrante superficial;
- (4) Aplicação do revelador e a secagem;
- (5) Inspeção e avaliação; e
- (6) Pós-limpeza.

c) Seleção do Método de Aplicação do Penetrante

- (1) Vantagens de cada método; e
- (2) Desvantagens de cada método.

d) Equipamento de LP

- (1) Equipamentos para o teste;
- (2) Iluminação para o teste;
- (3) Materiais para o teste; e
- (4) Precauções na inspeção.

e) Indicações por LP

- (1) Geral:
 - (a) Razão das indicações;
 - (b) Aparência das indicações;
 - (c) Tempo para uma indicação se formar; e
 - (d) Persistência de uma indicação.
- (2) Fatores que afetam uma indicação:
 - (a) Penetrantes usados; e
 - (b) Técnicas usadas.
- (3) Estabelecendo um critério de aceitação:
 - (a) Falta de normas; e
 - (b) Normas para inspeções repetitivas.
- (4) Indicações de trincas:
 - (a) Trincas que ocorrem na solidificação;
 - (b) Trincas que ocorrem durante a fabricação; e
 - (c) Trincas que ocorrem em serviço.
- (5) Indicação de descontinuidades laminares:
 - (a) Gota fria ou dobras;
 - (b) Dobras de forjamento;
 - (c) Defeitos e extrusão; e
 - (d) Costuras.

- (6) Indicação de porosidade; e
 - (7) indicações não relevantes.
- f) Normas e Procedimentos de Inspeção

- (1) Procedimentos de inspeção; e
- (2) Normas.

- g) Exame Escrito/Prático

TEMPO TOTAL (HORAS): 16

A10. CURSO DE ENSAIO COM CORRENTES PARASITAS

- a) Introdução

- (1) Breve história do ensaio por CP; e
- (2) Princípios básicos do ensaio por CP.

- b) Teoria das CP

- (1) Geração das correntes parasitas por meio de um campo AC;
- (2) Efeito dos campos criados por correntes parasitas (mudanças de impedância);
- (3) Efeitos das mudanças de Impedância nos instrumentos;
- (4) Propriedades das correntes parasitas:
 - (a) Trajetória circular;
 - (b) Mais intenso na superfície da peça;
 - (c) Valor nulo no centro de um condutor sólido imerso em um campo de correntes parasitas;
 - (d) Intensidade, relação com o tempo, e orientação em função dos parâmetros de teste do sistema e das características da peça;
 - (e) Propriedades compressivas dos fluidos;
 - (f) Diminutas magnitudes de fluxo de corrente;
 - (g) Relação entre frequência e plano para a corrente na bobina;
 - (h) Efeito das variações irrelevantes de permeabilidade quando induzido em partículas magnéticas;
 - (i) Efeito da orientação das discontinuidades; e
 - (j) Perdas de energia.

- c) Tipos de Sensores

- (1) Sondas:
 - (a) Montagens:
 - (i) Absoluta;
 - (ii) Diferencial; e
 - (iii) Reflexão.
 - (b) *Lift-off*;
 - (c) Teoria de operação;
 - (d) Aplicações;
 - (e) Vantagens; e
 - (f) Limitações.

- (2) Bobinas anulares ou envolventes:
 - (a) Tipos ou montagens:
 - (i) Absoluta; e
 - (ii) Diferencial.
 - (b) Lift-off.

 - d) Mecanismos de Registro
 - (1) Medidor calibrado e não calibrado;
 - (2) Equipamento medidor analógico;
 - (3) Osciloscópio;
 - (4) Alarme, sinais luminosos, etc.;
 - (5) Telas mostradoras e tabelas; e
 - (6) Registrador de papel contínuo.

 - e) Aplicações
 - (1) Detecção de descontinuidades;
 - (2) Amostragem por condutividade;
 - (3) Amostragem por permeabilidade;
 - (4) Avaliação de espessura; e
 - (5) Medição de características magnéticas.

 - f) Blocos de Referência e Procedimentos Operacionais
 - (1) Explicação sobre normas e especificações usadas no ensaio com correntes parasitas; e
 - (2) Explicação sobre procedimentos de operação usados nos ensaio com correntes parasitas.

 - g) Exame Escrito/Prático
- TEMPO TOTAL (HORAS): 40

A11. CURSO DE ENSAIO COM SHEAROGRAFIA.

- a) Introdução;
- b) Desvantagens;
- c) Principais Vantagens;
- d) Teoria do Laser;
- e) Segurança com o Laser;
- f) Classificação do Laser;
- g) Treinamento;
- h) Métodos de Perfilometria;

- i) Básico em TV Holográfica/ESPI Interferométrica;
- j) Medições Nanométricas de Perfis;
- k) Holografia Conoscópica;
- l) Medição Confocal;
- m) Microscopia Confocal NanoSurf;
- n) Microscopia 3D Confocal;
- o) Aplicações Nanométricas;
- p) Varredura com Laser;
- q) Inspeção Penetrante com Varredura a Laser (LSPITM);
- r) Técnicas Avançadas;
- s) Excitação Natural e Externa;
- t) Medição de Tensão Deformação;
- u) Sistemas de Interferometria 3D;
- v) END;
- w) Heterografia;
- x) Sistemas Portáteis de Shearografia;
- y) Sistemas de Inspeção;
- z) Aplicações Ópticas;
- aa) Sistemas Ópticos de Inspeção;
- bb) ARGUS;
- cc) TRITOP;
- dd) Vantagens dos Sistemas;
- ee) Técnica dos Sistemas Portáteis de Medição;
- ff) TRITOP Dinâmico;
- gg) Outros Métodos com Laser; e

hh) Blocos de Referência e Procedimentos Operacionais:

- (1) Explicação sobre normas e especificações usadas no ensaio;
- (2) Explicação sobre procedimentos de operação usados nos ensaios.

ai. Exame Escrito/Prático

TEMPO TOTAL (HORAS): 20

A12. CURSO DE ENSAIO COM TERMOGRAFIA/INFRAVERMELHO.

- a) Modos Básicos da Transferência de Calor;
- b) A natureza do Fluxo de Calor;
- c) Medição de Temperatura;
- d) Medidores de Temperatura;
- e) Alteração de cor em Termógrafos;
- f) Sensores Externos de Temperatura;
- g) Imagem da Energia Infravermelha;
- h) Conceitos de Luz e Calor;
- i) Pirômetros;
- j) Sistemas de Imagem Infravermelha;
- k) Conceito de Resolução Espacial;
- l) O método de Teste Infravermelho ;
- m) Manutenção Preditiva com Câmeras de Infravermelho de Alto Desempenho;
- n) Câmeras de Infravermelho de Alto Desempenho;
- o) Câmeras Térmicas e de Luz Visível;
- p) Câmeras Infravermelhas de Alta Velocidade;
- q) Outros métodos com Infravermelhos;
- r) Blocos de Referência e Procedimentos Operacionais:
 - (1) Explicação sobre normas e especificações usadas no ensaio; e
 - (2) Explicação sobre procedimentos de operação usados nos ensaios.
- s) Exame Escrito/Prático

TEMPO TOTAL (HORAS): 20

APÊNDICE B – LISTA DE REDUÇÕES**B1. SIGLAS**

a)	ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
b)	AC	<i>Advisory Circular</i>
c)	AIA	<i>Aerospace Industries Association of America</i>
d)	ALARA	<i>As Low As Reasonably Achievable</i>
e)	ANAC	Agência Nacional de Aviação Civil
f)	APRS	Aprovação para retorno ao serviço
g)	ASTM	<i>American Society for Testing and Materials</i>
h)	ATA	<i>Air Transport Association</i>
i)	CDP	Corpo de prova
j)	CP	Correntes Parasitas
k)	CNEN	Comissão Nacional de Energia Nuclear
l)	COFC	Certificado de Conformidade
m)	CONTER	Conselho Nacional dos Técnicos em Radiologia
n)	CRTR	Conselho Regional dos Técnicos em Radiologia
o)	CTA	Centro Técnico Aeroespacial
p)	DA	Diretriz de Aeronavegabilidade
q)	DCTA	Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial
r)	EC	<i>Eddy Current</i>
s)	END	Ensaio Não Destrutivo
t)	FAA	<i>Federal Aviation Administration</i>
u)	IAC	Instrução de Aviação Civil
v)	ICA	Instruções de Aeronavegabilidade Continuada
w)	IIO	Itens de Inspeção Obrigatória
x)	INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
y)	IS	Instrução Suplementar
z)	IFI	Instituto de Fomento e Coordenação Industrial
aa)	LP	Líquido Penetrante
bb)	MAC	Meio/Método Alternativo de Cumprimento
cc)	MIL-STD	<i>Military Standard</i>
dd)	MMA	Mecânico de Manutenção Aeronáutica
ee)	MOI	<i>Magneto Optical Inspection</i>
ff)	MOM	Manual de Organização de Manutenção

gg)	NAS	<i>National Aerospace Standard</i>
hh)	NBR	Norma Brasileira
ii)	NDE	<i>Nondestructive Evaluation</i>
jj)	NDI	<i>Nondestructive Inspection</i>
kk)	NDT	<i>Nondestructive Testing</i>
ll)	OJT	<i>On the Job Training</i>
mm)	OM	Organização de Manutenção de Produto Aeronáutico
nn)	OT	Organização de Treinamento
oo)	PM	Partículas Magnéticas
pp)	P/N	<i>Part Number</i>
qq)	RBAC	Regulamento Brasileiro da Aviação Civil
rr)	RBHA	Regulamento Brasileiro de Homologação Aeronáutica
ss)	RI	Radiografia Industrial
tt)	SAE	<i>Society of Automotive Engineers</i>
uu)	S/N	<i>Serial Number</i>
vv)	US	Ultrassom
ww)	SG	Ensaio por Shearografia
xx)	TG	Ensaio por Termografia