

**MINISTÉRIO DA DEFESA  
COMANDO DA AERONÁUTICA**



**ENSINO**

ICA 37-374

**CURRÍCULO MÍNIMO DO  
CURSO DE METROLOGIA ELÉTRICA (CMEL)**

2013

**MINISTÉRIO DA DEFESA**  
**COMANDO DA AERONÁUTICA**  
INSTITUTO DE LOGÍSTICA DA AERONÁUTICA



**ENSINO**

ICA 37-374

**CURRÍCULO MÍNIMO DO  
CURSO DE METROLOGIA ELÉTRICA (CMEL)**

2013



**MINISTÉRIO DA DEFESA**  
**COMANDO DA AERONÁUTICA**  
**COMANDO-GERAL DE APOIO**

PORTARIA COMGAP Nº 250/1EM, DE 26 DE SETEMBRO DE 2013.  
Protocolo COMAER nº 67100.005865/2013-38

Aprova a reedição da Instrução que estabelece o “Currículo Mínimo do Curso Metrologia Elétrica (CMEL)”.

**O CHEFE DO ESTADO-MAIOR DO COMANDO-GERAL DE APOIO,** no uso de suas atribuições, que lhe confere, por delegação de competência emanada pelo Exmo. Sr. Comandante-Geral de Apoio, publicada no Boletim Interno Ostensivo nº 17, de 26 de abril de 2013, do COMGAP, e considerando o disposto no Inciso XI do Art. 9º do Regulamento do Comando-Geral de Apoio, aprovado pela Portaria nº 643/GC3, de 08 de setembro de 2010, resolve:

Art. 1º Aprovar a reedição da ICA 37-374 relativa ao “Currículo Mínimo do Curso Metrologia Elétrica (CMEL)”, que com esta baixa.

Art. 2º Esta Instrução entra em vigor na data de sua publicação.

Art. 3º Revoga-se a Portaria COMGAP nº 162/1EM, de 19 de agosto de 2010, publicada no Boletim do Comando da Aeronáutica nº 161, de 30 de agosto de 2010.

Maj Brig Ar OSWALDO MACHADO CARLOS DE SOUZA  
ChEM do COMGAP

(Publicado no BCA nº 201, de 17 de outubro de 2013.)

## SUMÁRIO

<b>1 DISPOSIÇÕES PRELIMINARES.....</b>	<b>7</b>
1.1 FINALIDADE.....	7
1.2 ÂMBITO.....	7
<b>2 CONCEPÇÃO ESTRUTURAL DO CURSO.....</b>	<b>8</b>
<b>3 PADRÕES DE DESEMPENHO ESPECÍFICO E PERFIL DO ALUNO.....</b>	<b>9</b>
3.1 PADRÕES DE DESEMPENHO ESPECÍFICO.....	9
3.2 PERFIL DO ALUNO.....	9
<b>4 FINALIDADE, OBJETIVOS GERAIS E DURAÇÃO DO CURSO.....</b>	<b>10</b>
4.1 FINALIDADE DO CURSO.....	10
4.2 OBJETIVOS GERAIS DO CURSO.....	10
4.3 DURAÇÃO DO CURSO.....	10
<b>5 CONTEÚDO CURRICULAR.....</b>	<b>11</b>
5.1 QUADRO GERAL DO CURSO.....	11
5.2 DESDOBRAMENTO DO QUADRO GERAL.....	12
<b>6 PROCEDIMENTOS DE AVALIAÇÃO.....</b>	<b>14</b>
6.1 AVALIAÇÃO DO CORPO DISCENTE.....	14
6.1.1 SISTEMÁTICA DE AVALIAÇÃO.....	14
6.1.2 INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS.....	15
6.2 MÉDIA FINAL.....	16
6.3 QUADRO GLOBAL DE AVALIAÇÕES.....	16
<b>7 DISPOSIÇÕES GERAIS.....</b>	<b>18</b>
<b>8 DISPOSIÇÕES FINAIS.....</b>	<b>19</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>20</b>

## **1 DISPOSIÇÕES PRELIMINARES**

### **1.1 FINALIDADE**

A presente Instrução tem por finalidade estabelecer o Currículo Mínimo do Curso Metrologia Elétrica (CMEL).

### **1.2 ÂMBITO**

Esta instrução se aplica ao Instituto de Logística da Aeronáutica (ILA).

## 2 CONCEPÇÃO ESTRUTURAL DO CURSO

**2.1** Com o passar dos anos, a Força Aérea Brasileira viu-se na incumbência de aprimorar seus métodos de proteção ao voo. Com isso surgiu a necessidade de aperfeiçoamento da maneira de se monitorar os equipamentos utilizados em aeronaves e sua manutenção. Diante disso foi criado então o CMEL com o propósito de capacitar à teoria, ao funcionamento dos equipamentos, às técnicas de calibração e aos cuidados necessários à realização da metrologia elétrica nas diversas Organizações do Comando da Aeronáutica pertencentes ao SISMETRA.

**2.2** Orientado então para esse fim, o CMEL é um curso de capacitação de pós-graduação categorizado na tipologia estabelecida pelo ILA como de “Atualização Técnica”.

**2.3** Sua estrutura curricular atua no domínio cognitivo, mantendo o propósito tradicional inerente ao mesmo que é o desenvolvimento e a disseminação de conhecimento.

**2.4** Atuando por esses domínios, uma série de conteúdos e abordagens estrategicamente selecionados são então abordados de forma a apresentar um conhecimento bem mais que básico, promovendo um relevante desenvolvimento profissional e pessoal dos militares em capacitação. São eles:

**2.4.1** Metrologia nos Laboratórios da FAB: abordando toda a sistemática de preenchimento dos certificados de calibração, reconhecimento das etiquetas que identificam a situação dos equipamentos nos laboratórios previstos no SISMETRA e a diferença entre as comparações intralaboratoriais e interlaboratoriais;

**2.4.2** Eletricidade: relembrando princípios básicos, como condutores e isolantes, e apresentando exemplos práticos de certos componentes para o entendimento do funcionamento de alguns equipamentos do laboratório;

**2.4.3** Instrumentação Básica: apresentando o funcionamento de alguns equipamentos e seus acessórios, os quais são a base dos laboratórios de metrologia elétrica;

**2.4.4** Fundamentos de Calibração: apresentando algumas particularidades de determinados equipamentos em relação a sua respectiva calibração; e

**2.4.5** Fundamentos de Rádio Frequência: focando os princípios de tempo e frequência, bem como o funcionamento de alguns equipamentos que são a base dessa área.

**2.5** Por fim, no tocante ao corpo docente, é desejável a atuação de profissionais que exerçam atividades na área de metrologia nas unidades da FAB, bem como tenham trabalhado em laboratórios de calibração, com pelo menos 2 anos de experiência.

**2.6**, e que apresentem aptidão e/ou perfil para a atividade docente, de preferência com cursos como CPI, CPOA, CPE e afins.

### **3 PADRÕES DE DESEMPENHO ESPECÍFICO E PERFIL DO ALUNO**

#### **3.1 PADRÕES DE DESEMPENHO ESPECÍFICO**

- a) realizar cálculos básicos de incerteza de medição;
- b) realizar atividades de calibração com base em diagramas de rastreabilidade de instrumentos na área de metrologia elétrica;
- c) realizar atividades de calibração aplicando conceitos básicos de calibração de tensão elétrica AC/DC;
- d) desenvolver aplicações com gráficos de controle;
- e) interpretar etiquetas de calibração e certificados afim de tomar as devidas providências e prezar pela segurança da aviação;
- f) utilizar programas inter e intralaboratoriais;
- g) realizar a instalação de um sistema de aterramento segundo os conceitos e normas estabelecidos;
- h) realizar a calibração de: nível de RF, resistência elétrica, indutância, tempo e frequência;
- i) realizar atividades de metrologia elétrica utilizando padrões básicos e padrões de transferência;
- j) utilizar instrumentos de medição elétrica em atividades de calibração;

#### **3.2 PERFIL DO ALUNO**

**3.2.1**O aluno do curso possui as seguintes características:

- a) é suboficial, sargento ou servidor civil assemelhado exercendo atividades de medição, ensaios, inspeção e manutenção elétrica e eletrônica.

## **4 FINALIDADE, OBJETIVOS GERAIS E DURAÇÃO DO CURSO**

### **4.1 FINALIDADE DO CURSO**

Capacitar profissionais para o exercício das atividades de metrologia elétrica e calibração dos seus instrumentos.

### **4.2 OBJETIVOS GERAIS DO CURSO**

**4.2.1** Proporcionar experiências de aprendizagem que habilitem e capacitem os instruídos a:

- a) conceituar diagramas básicos de instrumentos de medidas elétricas (Cp);
- b) listar os conceitos de um sistema de aterramento, bem como os requisitos e normas para instalação de um sistema de aterramento (Cp);
- c) apontar os padrões básicos e os padrões de transferência utilizados na área de metrologia elétrica (Cp);
- d) explicar os conceitos básicos de metrologia e qualidade laboratorial (Cp);
- e) descrever as técnicas de transferência de grandeza elétrica (Cp);
- f) explicar os conceitos sobre metrologia elétrica nas áreas de resistência, tensão AC/DC, corrente AC/DC, capacitância indutância, tempo e frequência (Cp);
- g) explicar os princípios de medição e interpretação de seus resultados (Cp);
- h) explicar os métodos de calibração das grandezas elétricas (Cp);
- i) empregar os conceitos de rastreabilidade elétrica de modo a rastrear as referências de calibração do equipamento em cada etapa do processo de calibração (Ap);
- j) empregar os conceitos de eletricidade básica de modo a rastrear as referências de calibração do equipamento em cada etapa do processo de calibração (Ap);  
e
- k) utilizar os instrumentos e sistemas de medição elétrica (Ap).

### **4.3 DURAÇÃO DO CURSO**

A duração do curso é de 5 semanas na modalidade EAD (em Ambiente Virtual de Aprendizagem do ILA), tudo do Campo técnico especializado, disponível ao aluno 24h via Intraer e Internet, com um esforço mínimo esperado de duas horas diárias de estudo durante o expediente de trabalho.



**5 CONTEÚDO CURRICULAR****5.1 QUADRO GERAL DO CURSO**

<b>CAMPO</b>	<b>ÁREA</b>	<b>DISCIPLINAS</b>	<b>CH PARA INSTRUÇÃO</b>	<b>CH PARA AVALIAÇÃO</b>	<b>TOTAL</b>
<b>ALIZADO O O</b>	<b>ENGENHARIAS</b>	FUNDAMENTOS DE CALIBRAÇÃO ELÉTRICA	20 h	2 h	22 h
		PRINCÍPIOS DE METROLOGIA ELÉTRICA	20 h	2 h	22 h
	<b>TOTAL DO CAMPO TÉCNICO-ESPECIALIZADO</b>				<b>44 h</b>
<b>CARGA HORÁRIA REAL</b>					<b>44 h</b>
ATIVIDADES ADMINISTRATIVAS (AMBIENTAÇÃO)					10 h
<b>CARGA HORÁRIA TOTAL</b>					<b>54 h</b>

**5.2 DESDOBRAMENTO DO QUADRO GERAL**

<b>CAMPO:</b> TÉCNICO-ESPECIALIZADO		<b>ÁREA:</b> ENGENHARIAS
<b>DISCIPLINA:</b> FUNDAMENTOS DE CALIBRAÇÃO ELÉTRICA		
<b>CH INSTRUÇÃO:</b> 20 h	<b>CH AVALIAÇÃO:</b> 2 h	<b>CH TOTAL:</b> 22 h
<p><b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS:</b> (níveis de aprendizado conforme ICA 37-521/12)</p> <p>a) citar os elementos básicos de calibração (Cn);  b) explicar princípios de medição (Cp);  c) citar os elementos de Rádio Frequência (Cn); e  d) citar os elementos de tempo e frequência (Cn).</p> <p><b>EMENTA:</b></p> <p>1) Medição dos padrões de resistência. 2) Padrões de calibração. 3) Fundamentos de medição de potência. 4) Unidades e definições. 5) Sensores de potência. 6) Parâmetros chave dos sensores de potência. 7) Rastreabilidade das medições de Potência de RF. 8) Termistores. 9) Princípios de Termopares. 10) Sensores de potência a detecção a diodo. 11) Exatidão da medição de potência. 12) Fontes de erro e incerteza da medição. 13) Fundamentos de Tempo e Frequência. 14) Osciladores. 15) Sistemas de Posicionamento Global (GPS). 16) Maser de Hidrogênio. 17) Padrões de Frequências Ópticas. 18) Calibração de um Padrão de Frequência. 19) Método de comparação de tempo utilizando um contador. 20) Método de Comparação de Fase.</p>		

<b>CAMPO:</b> TÉCNICO-ESPECIALIZADO		<b>ÁREA:</b> METROLOGIA
<b>DISCIPLINA:</b> PRINCÍPIOS DE METROLOGIA ELÉTRICA		
<b>CH INSTRUÇÃO:</b> 20 h	<b>CH AVALIAÇÃO:</b> 2 h	<b>CH TOTAL:</b> 22 h
<p><b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS:</b> (níveis de aprendizado conforme ICA 37-521/12)</p> <p>a) citar os elementos de comparação intra e interlaboratoriais (Cn); b) explicar o funcionamento do diagrama de rastreabilidade (Cp); c) citar os elementos de identificação dos certificados (Cn); d) citar os elementos de eletricidade aplicados no laboratório (Cn); e e) explicar os princípios de aterramento (Cp).</p> <p><b>EMENTA:</b></p> <p>1) Propriedades dos Condutores. 2) Blindagem. 3) Indutores e Indutâncias. 4) Fundamentos de Capacitância. 5) Fundamentos de Tensão Alternada. 6) Aterramento Elétrico. 7) Condições Ambientais. 8) Programa Interlaboratorial. 9) Programa Intralaboratorial. 10) Diagrama de Rastreabilidade. 11) Identificação das calibrações e certificados. 12) Instrumentação Básica. 13) Princípios básicos de analisadores de espectros. 14) Princípios básicos de contadores. 15) Princípios básicos de multímetros. 16) Princípios básicos de osciloscópios. 17) Princípios básicos calibradores multifunção. 18) Princípios básicos de transferidor AC/DC.</p>		

## **6 PROCEDIMENTOS DE AVALIAÇÃO**

Os procedimentos aqui contemplados complementam os procedimentos gerais estabelecido no Plano de Avaliação, sobrepondo aquilo que for divergente/conflitante. Algumas informações e procedimentos específicos poderão ainda, conforme a necessidade de detalhamento e operacionalização de informações aqui apresentadas, estar presentes no Plano de Unidade Didática do curso (PUD) e em Planos de Trabalho Escolar (PTE) específicos dos instrumentos de avaliação.

### **6.1 AVALIAÇÃO DO CORPO DISCENTE**

#### **6.1.1 SISTEMÁTICA DE AVALIAÇÃO**

**6.1.1.1**A avaliação do CMEL será constituída de verificações de aprendizagem (modalidade somativa) e verificações imediatas (modalidade formativa).

**6.1.1.2**Serão empregados nas verificações de aprendizagem os seguintes instrumentos: Fórum de Discussão, Trabalho Avaliado e Prova Escrita Objetiva. Para as verificações imediatas serão empregados questionários de autoavaliação.

**6.1.1.3**A Prova Escrita Objetiva verificará a base teórica necessária à realização dos Padrões de Desempenho Específicos (PDEsp) referentes à disciplina avaliada, sendo composta por 10 itens objetivos que poderão ser dos seguintes tipos: pergunta, afirmação, situação-problema, falso/verdadeiro, emparelhamento e múltipla escolha. Como consta no Plano de Avaliação do ILA, verificará prioritariamente os objetivos de nível conhecimento (Cn) e compreensão (Cp) do domínio cognitivo. Sua realização deverá ser individual e sem consulta.

**6.1.1.4O** Fórum Avaliado deverá apresentar questionamentos/discussões, abordando o assunto em foco e devidamente contextualizados à rotina da FAB, que permitam a verificação individual da aplicação do conhecimento adquirido para realização dos PDEsp referentes à disciplina avaliada. É desejável que não sejam os mesmos PDEsp abordados pelo Trabalho Avaliado. Além da verificação dos PDEsp, também será avaliado durante as discussões propostas: a interação e troca de experiências entre os participantes, assim como a abordagem das considerações apresentadas pelos demais. Um Plano de Trabalho Escolar (PTE) específico a esse instrumento deverá ser previamente elaborado apresentando os aspectos solicitados sobre a proposta a ser desenvolvida, e então encaminhado à coordenação pedagógica do ILA para apreciação e orientações.

**6.1.1.5O** Trabalho Avaliado, de realização individual, complementarará sempre que possível o fórum avaliado, aprofundando as abordagens alcançadas pela discussão. Deverá avaliar a aplicação do conhecimento adquirido para realização dos PDEsp referentes à disciplina avaliada, sendo desejável que apresente uma situação-problema, abordando o assunto em foco, devidamente contextualizada à rotina da FAB. Um Plano de Trabalho Escolar (PTE) específico a esse instrumento deverá ser previamente elaborado apresentando os aspectos solicitados sobre a proposta a ser desenvolvida, e então encaminhado à coordenação pedagógica do ILA para apreciação e orientações.

**6.1.1.6As** autoavaliações serão questionários referentes a cada unidade didática estudada, geralmente compostas de 4 itens objetivos dos seguintes tipos: pergunta, afirmação, situação-problema, falso/verdadeiro, emparelhamento e múltipla escolha. Sua realização deverá ser individual e sem consulta.

**6.1.1.7** Recomenda-se fortemente ainda que o Trabalho Avaliado e o Fórum de Discussão abordem e desenvolvam os seguintes assuntos:

- visão geral do SISMETRA;
- vocabulário internacional de metrologia (VIM); e
- NBR ISO/IEC 17025.

## **6.1.2 INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS**

**6.1.2.1O** grau da prova escrita objetiva será obtido conforme procedimento padrão previsto no Plano de Avaliação.

**6.1.2.2O** grau do Fórum Avaliado será obtido conforme os seguintes procedimentos:

- a) o tutor deverá assinalar em uma planilha própria todos os PDEsp do curso (em colunas), assim como todos os discentes (em linhas) do mesmo;
- b) para cada discente, deverá verificar a capacidade de realização dos PDEsp do curso, registrando uma das seguintes condições abaixo:
  - totalmente capaz de realizar (2 pontos);
  - parcialmente capaz de realizar (1 ponto); ou
  - incapaz de realizar (não pontua);

c) analisados todos os PDEsp, somar todos os pontos obtidos por cada discente e utilizar na seguinte fórmula:

$$G = (A / T) \times 90$$

**Onde:**

**G** – Grau Parcial do Fórum Avaliado  
**A** – Soma dos pontos Apurados  
**T** – Pontuação máxima Total possível  
 (quantidade de PDEsp x 2 pontos)

d) após o cálculo acima, obter o Grau Final do Fórum de cada discente somando o Grau Parcial então obtido aos seguintes pontos abaixo que se aplicarem conforme o caso:

- › **2 pontos**: se atendeu à proposta da discussão (não desviou do assunto);
- › **2 pontos**: se questionou ou complementou outras postagens;
- › **2 pontos**: se embasou no conteúdo disponibilizado e/ou em outras fontes;
- › **2 pontos**: se usou linguagem e escrita apropriadas; e
- › **2 pontos**: se teve presença ativa (acompanhou e alimentou a discussão).

**6.1.2.30** grau do Trabalho Avaliado será obtido seguindo o mesmo procedimento acima informado para o Fórum, com exceção apenas aos pontos do item “d”, que serão os seguintes:

- › **4 pontos**: se atendeu plenamente à proposta (não desviou do foco);
- › **4 pontos**: se embasou no conteúdo disponibilizado e/ou outras fontes; e
- › **2 pontos**: se atendeu às exigências de formatação e envio do arquivo.

## **6.2** MÉDIA FINAL

O grau final do curso será calculado pela média ponderada dos graus obtidos em cada um dos instrumentos aplicados, conforme o quadro abaixo.

## **6.3** QUADRO GLOBAL DE AVALIAÇÕES

<b>CÓD</b>	<b>TÍTULO</b>	<b>UNIDADE</b>	<b>NÍVEIS APREND.</b>	<b>INSTRUM.</b>	<b>MODALIDE</b>	<b>PESO</b>
FAV	Fórum Avaliado	Todas constantes na disciplina	Ap, An, Si e Av	Fórum Avaliado	SOMATIVA	4
TAI	Trabalho Avaliado Individual			Trabalho Avaliado		5
PEO	Prova Escrita		Cn e Cp	Prova Escrita Objetiva		1

	Objetiva Individual					
AAV	Auto Avaliação	Todas constantes na disciplina, sendo uma autoavaliação para cada Unidade	Cn e Cp	Questionário	FORMATIVA	-

## 7 DISPOSIÇÕES GERAIS

**7.1** O aluno deverá realizar a leitura do material didático disponibilizado no Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) a cada Disciplina.

**7.2** É recomendada a realização dos exercícios de autoavaliação disponibilizados nas Disciplinas.

**7.3** É fundamental o acesso ao AVA **ao menos uma vez por dia**, para conhecimento de avisos e de eventuais modificações postadas pelo tutor, pela coordenação e por administradores, além de se tomar conhecimento do andamento do curso.



## **8 DISPOSIÇÕES FINAIS**

**8.1** Esta Instrução entrará em vigor na data da publicação da Portaria de aprovação no Boletim do Comando da Aeronáutica.

**8.2** Os casos não previstos serão resolvidos pelo Exmo Sr Comandante-Geral de Apoio.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Aeronáutica. Departamento de Ensino da Aeronáutica. Manual do Ministério da Aeronáutica (MMA) 37-8, de 08 de novembro de 1985. **Manual referente a “Planejamento curricular”**. Portaria DEPENS nº 181/DE1, de 08 de novembro de 1985.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Instituto de Logística da Aeronáutica. Regulamento de Organização do Comando da Aeronáutica (ROCA) 21-1, de 29 de junho de 2005. **“Regulamento do Instituto de Logística da Aeronáutica”**. Diário Oficial da União nº 124, de 30 de junho de 2005.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Departamento de Ensino da Aeronáutica. Instrução do Comando da Aeronáutica (ICA) 37-4, de 18 de março de 2010. **Instrução referente a “Elaboração e revisão de currículos mínimos”**. Boletim do Comando da Aeronáutica nº 055, de 23 de março de 2010.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Instituto de Logística da Aeronáutica. Manual do Comando da Aeronáutica (MCA) 37-45, de 05 de maio de 2011. **Manual que estabelece o “Plano de Avaliação do ILA”**. Boletim do Comando da Aeronáutica nº 091, de 13 de maio de 2011.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Instituto de Logística da Aeronáutica. Regimento Interno do Comando da Aeronáutica (RICA) 21-50, de 21 de julho de 2011. **“Regimento Interno do Instituto de Logística da Aeronáutica”**. Boletim do Comando da Aeronáutica nº 140, de 25 de julho de 2011.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Comando-Geral do Pessoal. Norma Sistemática do Comando da Aeronáutica (NSCA) 5-1, de 23 de novembro de 2011. **Norma que disciplina a “Confecção, controle e numeração das publicações oficiais do Comando da Aeronáutica”**. Boletim do Comando da Aeronáutica nº 225, de 29 de novembro de 2011.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Departamento de Ensino da Aeronáutica. Instrução do Comando da Aeronáutica (ICA) 37-521, de 30 de agosto de 2012. **Instrução referente a “Objetivos de Ensino e Níveis a Atingir na Aprendizagem”**. Boletim do Comando da Aeronáutica nº 170, de 04 de setembro de 2012.