

Capítulo 2: O Sistema de Metrologia do Comando da Aeronáutica

Criado em 10 de junho de 1999, o Comando da Aeronáutica¹ (COMAER) é uma organização das Forças Armadas, subordinada ao Ministério da Defesa (MD), responsável por formular e conduzir a política aeronáutica, civil e militar.

Com o propósito de desenvolver atividades de pesquisa e o desenvolvimento tecnológico e industrial no setor aeroespacial, o COMAER criou, em 26 de novembro de 1953, por meio do Decreto N.º 34.701, o Centro Técnico Aeroespacial (CTA), um órgão da Administração Direta, sem fins lucrativos, localizado em São José dos Campos, no estado de São Paulo. A estrutura orgânica simplificada do CTA congregando seus institutos, abaixo relacionados, encontra-se ilustrada na Figura 12.

IAE – Instituto de Aeronáutica e Espaço. Tem como atribuição a realização da pesquisa e desenvolvimento no campo aeroespacial.

IEAv – Instituto de Estudos Avançados. Tem como atribuição a realização de pesquisas, desenvolvimento de tecnologias e de estudos avançados.

IFI – Instituto de Fomento e Coordenação Industrial. Desenvolve atividades de sustentação da indústria aeroespacial, sendo o organismo nacional responsável pelo fomento, coordenação e apoio ao desenvolvimento industrial, nos setores aeronáutico e espacial. É responsável pela execução de atividades relacionadas à metrologia, normalização e qualificação industrial, bem como às atividades de qualificação e homologação de empresas e de produtos aeroespaciais.

ITA – Instituto Tecnológico Aeronáutico. Responsável pelo desenvolvimento da pesquisa, formação e capacitação de recursos humanos para o setor aeroespacial.

¹ Com a criação do Ministério da Defesa (MD), o Estado-Maior das Forças Armadas foi então extinto e os ministérios da Marinha, Exército e Aeronáutica transformados em Comandos.

GIA – Grupo de Infra-Estrutura e Apoio. Tem por atribuição o planejamento, a execução e o controle das atividades administrativas e de apoio, necessárias ao funcionamento do Centro Técnico Aeroespacial (CTA) como um todo.

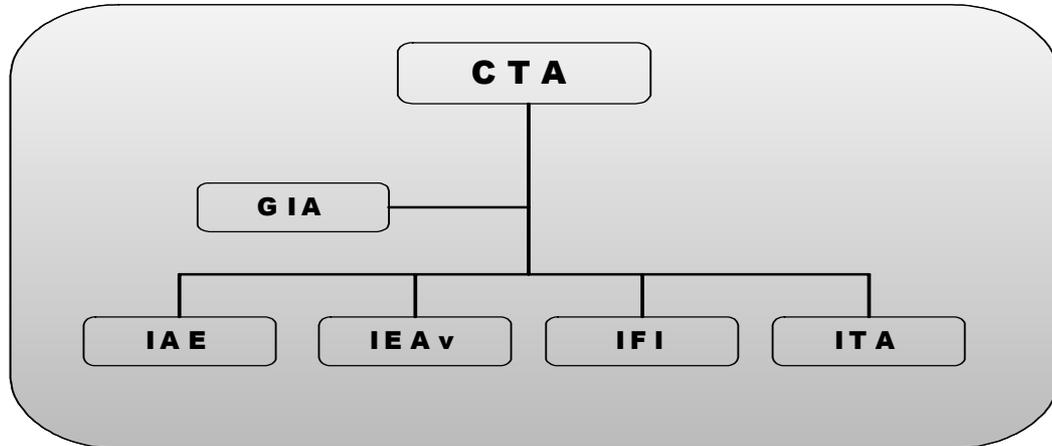


Figura 12 – Estrutura orgânica do Centro Técnico Aeroespacial (CTA).

O IFI é o Instituto do CTA responsável pela realização das atividades diretamente relacionadas com metrologia, normalização e qualidade industrial, bem como de qualificação e homologação de empresas e de produtos aeroespaciais. A Figura 13 ilustra a estrutura organizacional simplificada do IFI, em cujo contexto encontram-se inseridas as atividades de fomento aeroespacial, integrando:

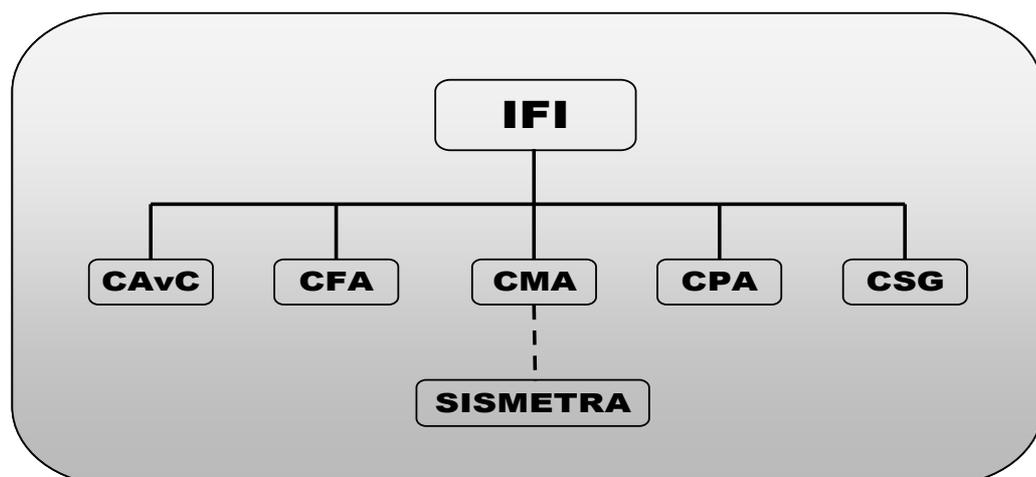


Figura 13 – Estrutura organizacional do IFI.

CAvC – Divisão de Certificação de Aviação Civil. Responsável pela certificação do projeto e da fabricação de produtos aeronáuticos civis.

CFA – Divisão de Coordenação de Fomento Aeroespacial. Responsável pelas atividades de Fomento e Mobilização Industrial: Compensação Industrial e Tecnológica e Propriedade Intelectual.

CMA – Divisão de Confiabilidade Metrológica Aeroespacial. Responsável pela coordenação do Sistema de Metrologia Aeroespacial (SISMETRA), por delegação do Diretor do CTA.

CPA – Divisão de Certificação de Produto Aeroespacial. Responsável pelas atividades de Certificação de produtos de emprego militar, certificação de produtos para uso civil em infra-estrutura aeroportuária e pela certificação de produtos aeroespacial.

CSG – Divisão de Certificação de Sistemas de Gestão. Responsável pelas atividades de certificação de sistemas da gestão de empresas do setor aeroespacial, capacitação de recursos humanos para o setor aeroespacial, realização de ensaios em materiais e peças de uso aeronáutico, bélico e espacial, elaboração de normas técnicas para o setor aeroespacial.

As atividades desempenhadas pelas divisões do IFI são de fato funções complementares do fomento industrial. No contexto dessa abrangente atuação, faz-se necessário, entretanto, assegurar-se de que cada uma dessas atividades seja desenvolvida em harmonia e em conformidade às normas e práticas internacionais, que não admitem conflitos de interesse, de forma a assegurar credibilidade e reconhecimento nacional e internacional.

O surpreendente desenvolvimento nacional e da aviação civil e militar impulsionou a progressiva sofisticação das aeronaves, aviônicos e equipamentos de apoio em solo, criando uma demanda por serviços com qualidade compatível com as expectativas do setor. Os sistemas de medição devem apresentar resultados confiáveis, posto que muitas vezes estes resultados são utilizados para controlar fatores de interesse que influenciam a segurança de vôo. Neste contexto foi criado, em 1988, o Sistema de Metrologia Aeroespacial (SISMETRA), que, por delegação do Exmo. Sr. Diretor do CTA, é coordenado pela Subdivisão de Confiabilidade Metrológica Aeroespacial (CMA), subordinada ao Instituto de Fomento e Coordenação Industrial (IFI). O SISMETRA tem o importante papel de suprir as demandas de serviços e garantir a confiabilidade das medições realizadas no âmbito do COMAER.

Em conformidade às práticas internacionais, o SISMETRA foi estruturado de forma estanque para evitar conflitos de interesse. Estes podem, indesejavelmente, se fazer presentes em sistemas multifunção, típicos da tecnologia industrial, que engloba funções básicas da metrologia, acreditação, normalização, tecnologias de gestão e outras funções da avaliação da conformidade, notadamente a acreditação, os ensaios e a certificação. Ao se estruturar o SISMETRA, duas importantes e sábias decisões foram tomadas: não se envolver com a atividade de acreditação que introduziria conflito com a certificação, eficientemente, hoje, desempenhada na homologação de aeronaves. Cuidados especiais também foram tomados no desenvolvimento das atividades de avaliação da conformidade passível de introduzir conflitos, quando não aplicada adequadamente.

No que concerne à acreditação, o SISMETRA reconhece o INMETRO como o organismo acreditador brasileiro, para acreditação de laboratórios e de organismos de certificação, assim mantendo aderência à premissa fundamental preconizada pela International Laboratory Accreditation (ILAC) de que *“accreditation must always be independent of services subject to accreditation or like to be so”* (acreditação deve ser sempre independente de atividades sujeitas à acreditação ou similares), também endossado pelo International Trade Centre, ITC².

Já no que concerne à atividade da avaliação da conformidade, as atividades de certificação que são desenvolvidas pelo instituto de Fomento Industrial (IFI), são:

- certificação de produtos aeronáuticos do setor civil;
- certificação de produtos aeronáuticos de emprego militar;
- certificação de produtos do setor aeroespacial; e
- certificação de sistemas de gestão das empresas do setor aeroespacial.

Embora essas atividades possam se beneficiar de serviços prestados pelos laboratórios de calibração e ensaios pertencentes ao SISMETRA, essas certificações são operadas de forma absolutamente independentes do contexto do SISMETRA, dispondo de estruturas gerenciais próprias, eliminando assim qualquer fonte de conflito.

² O International Trade Centre (ITC) é uma agência de cooperação técnica internacional da United Nation Conference on Trade and Development (UNCAD) and the World Trade Organization (WTO), para assuntos operacionais de suporte a empresas orientadas para o desenvolvimento do comércio.

2.1 Breve Histórico do SISMETRA

O avanço da tecnologia aeroespacial criou uma crescente demanda por medições confiáveis e impulsionou a busca de uma sistemática que assegurasse a confiabilidade das medições das inúmeras calibrações e inspeções realizadas nos laboratórios e nas oficinas de manutenção das aeronaves da Força Aérea.

Existia também a preocupação em integrar o Comando da Aeronáutica a estrutura preconizada pela Lei Nº. 5966, de 11 de dezembro de 1973, a qual inseria a metrologia no contexto mais amplo do Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (SINMETRO). Essa integração seria efetivada por meio do INMETRO, órgão executivo daquele Sistema e responsável pela aquisição e conservação dos padrões nacionais junto ao Laboratório Nacional de Metrologia (LNM), de modo que o futuro Sistema de Metrologia Aeroespacial suportasse também outros setores da economia nacional.

Para cumprir as diretrizes previstas pelo II Plano Básico de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (PBDCT), o Comando da Aeronáutica contratou, em setembro de 1977, a empresa Engenharia de Sistemas de Controle e Automação (ESCA), em aditamento ao Contrato 01 DEPV/77, de 19 de abril de 1977. O documento elaborado pela ESCA, denominado “Plano de Ação Básico do Sistema de Metrologia Aeroespacial” [23], constituiu-se em estratégico subsídio para a implantação do Sistema de Metrologia Aeroespacial (SMA).

No estudo realizado pela ESCA, devido à incipiência metrológica do país existente à época, foi proposta a implantação de laboratórios de metrologia, que apoiassem as operações do setor aeroespacial, posto que não existiam padrões de medição confiáveis e reconhecidos, nacional e internacionalmente, que eram requeridos por praticamente todas as atividades de maior expressão econômica e tecnológica já existentes ou sendo implantada no País.

Em 7 de fevereiro de 1985, o IFI obteve a acreditação³ do seu Laboratório de Metrologia Dimensional pelo INMETRO, tendo sido o primeiro laboratório de metrologia a integrar a Rede Brasileira de Calibração (RBC), quando lhe foi

³ Em 10 de dezembro de 2003, por meio da Resolução n.º 05, o Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (CONMETRO) passou a adotar, no âmbito do SINMETRO, o termo “acreditação” para expressar reconhecimento da competência de organismos de avaliação da conformidade em lugar do termo “credenciamento”.

atribuído o Certificado N°. 001. De fato um marco histórico na implantação da Rede Brasileira de Calibração (RBC).

O “Plano de Ação Básico do Sistema de Metrologia Aeroespacial” estruturou o SMA, a partir da análise do panorama metrológico e considerou a infra-estrutura existente relativa aos recursos humanos, físicos e tecnológicos. O SMA foi organizado em três áreas distintas: operacional, planejamento e controle. A parte operacional, ilustrada na Figura 14, organizada de forma hierárquica e com a função de realizar a calibração e a manutenção dos instrumentos e padrões de medição, agrupados conforme suas características metrológicas e área de atuação, com a importante função de garantir a rastreabilidade do sistema ao Sistema Internacional de Unidades (SI).

O “Plano de Ação Básico do Sistema de Metrologia Aeroespacial” definiu as seguintes atribuições ao SMA:

- estabelecer contatos com os órgãos integrantes da comunidade nacional e internacional;
- estabelecer estreita ligação com os Órgãos Central e Executivo do SINMETRO, CONMETRO e INMETRO;
- gerar normas, instruções e procedimentos que orientem, coordenem e regulamentem a atividade de metrologia no âmbito do setor aeroespacial;
- controlar, fiscalizar, homologar e certificar os Órgãos executivos do sistema;
- cadastrar os instrumentos e padrões de medição, fixar e controlar os intervalos de calibração;
- executar as calibrações dos instrumentos e padrões de medição, nos diversos níveis operacionais, dentro das especificações estabelecidas;
- controlar o desempenho da atividade de metrologia no âmbito do setor aeroespacial;
- apoio de suprimento e de manutenção de equipamentos e instalações específicas do sistema;
- capacitação de pessoal especializado; e
- assessoria, no âmbito do setor aeroespacial, no processo de aquisição de instrumentos e padrões de medição.

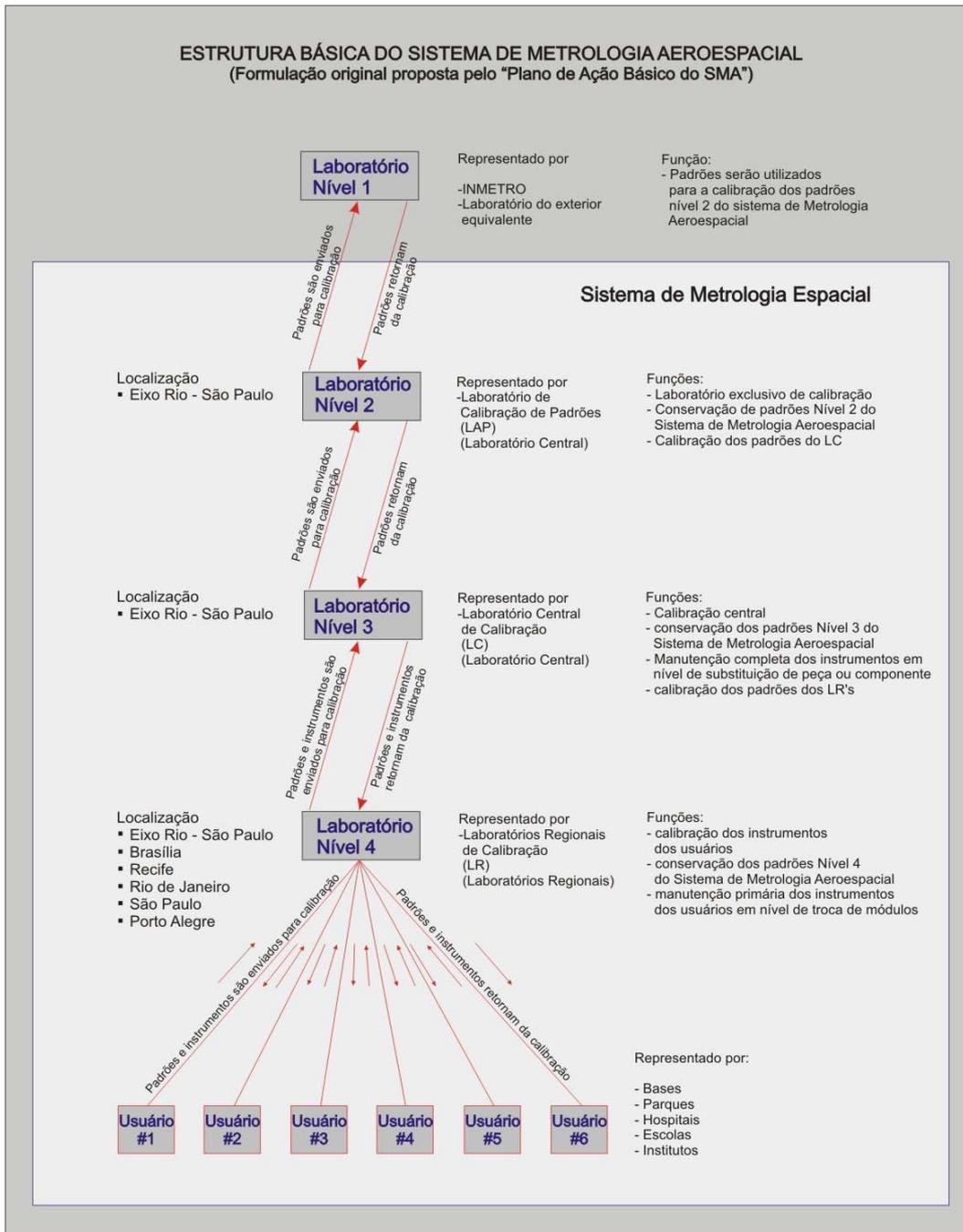


Figura 14 – Estrutura Básica do Sistema de Metrologia Aeroespacial (SMA).

O Sistema de Metrologia Aeroespacial (SISMETRA) foi oficialmente instituído em 07 de dezembro de 1988, por meio da Portaria Ministerial Nº. 858/GM3 (Anexo A) [24], que definiu o CTA como Órgão Central do SISMETRA e com as seguintes atribuições:

- orientação normativa e a supervisão técnica das atividades do Sistema;
- fiscalização específica do desempenho dos elos do Sistema;

- elaboração e proposição de normas, programas e orçamento;
- apoio logístico aos “Elos do Sistema”, nos itens do Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (SINMETRO) e instituições estranhas ao Comando da Aeronáutica, nos assuntos de interesse do sistema; e
- promoção e incentivo à formação de recursos humanos necessários ao SISMETRA em seus diferentes níveis.

A Portaria Ministerial N^o. 858/GM3 definiu ainda os “Elos do Sistema” como as instituições, localizadas na estrutura do Comando da Aeronáutica, que executam atividades relacionadas com a metrologia e têm suas constituições estabelecidas nos regulamentos e regimentos Internos próprios ou das organizações a que pertencem.

A primeira norma do Comando da Aeronáutica voltada especificamente para a área metrológica foi a Norma de Sistema do Comando da Aeronáutica NSCA 9-1, intitulada “Sistema de Metrologia Aeroespacial” [25], aprovada, em 27 de agosto de 1991, por meio da Portaria Ministerial N^o. 494/GM3, posteriormente revogada pela Portaria Ministerial N^o. 167/GC3 [26]. A NSCA 9-1 estabelece e nomeia os Elos do SISMETRA, especificando a organização hierárquica dos laboratórios que integram o Sistema.

Em 1995 e 1997 foram realizados no CTA os dois primeiros Seminários de Metrologia Aeroespacial (SEMETRA) [27], tendo se constituído em um fórum permanente de reflexão da metrologia aeroespacial, que se realiza a cada dois anos desde então. Nas primeiras edições do SEMETRA foi discutida a estrutura funcional do SISMETRA. Este debate contou com a participação de elos do SISMETRA e forneceu subsídios para a elaboração da Norma de Sistema do Ministério da Aeronáutica NSMA 9-4, intitulada “Estrutura Funcional do Sistema de Metrologia Aeroespacial” [28], aprovada posteriormente em março de 1999. Esta norma define a estrutura funcional do SISMETRA e estabelece os requisitos gerais para os laboratórios pertencentes ao Sistema.

Para otimizar os trabalhos de pesquisa, calibração e disseminação da metrologia em âmbito nacional, tendo em vista a influência militar nos vários pontos do País, foi firmado, em 01 de agosto de 1997, um convênio de cooperação técnico-científica entre o Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO) e o CTA [29]. O convênio teve grande significância para o CTA, posto que o INMETRO tem por finalidade a execução da política de

metrologia legal, científica e industrial, de normalização técnica e a qualidade industrial no País.

Este convênio propôs a cooperação para o desenvolvimento de ações e projetos cooperativos em atividades de interesse comum, com vistas à intensificação e fixação de novas tecnologias necessárias ao desenvolvimento da indústria nacional. Em seu contexto foram estabelecidos os seguintes objetivos: intercâmbio de informações técnicas e científicas, formação de recursos humanos, treinamento de pessoal e realização conjunta de programas específicos de apoio às atividades de pesquisa e desenvolvimento (P&D).

O convênio celebrado objetivou, como resultado direto, um aprimoramento técnico das instituições participantes e um fortalecimento da cultura metrológica no país e, ainda como resultado indireto, a melhoria do apoio tecnológico ao parque industrial nacional, por meio de uma maior oferta de serviços metrológicos qualificados, bem como a disseminação de todo o processo de confiabilidade metrológica a partir da realização das seguintes atividades:

- formação de recursos humanos com formação em TIB;
- estudo de Normas Metrológicas;
- condução e participação em Programas de Comparação;
- realização de ações específicas, por parte do CTA, para completar a capacitação laboratorial, e implementar um sistema da qualidade, de forma a atender os critérios de acreditação do INMETRO, a fim de permitir aos laboratórios do SISMETRA conquistar a acreditação do INMETRO e, portanto, integrar a Rede Brasileira de Calibração, assim contribuindo para a disseminação do Sistema Internacional de Unidades (SI), não só no âmbito do COMAER, mas também no pólo industrial existente na região;
- intercâmbio de serviços e equipamentos, e suporte de calibração e manutenção destes, visando à complementação dos meios e facilidades operacionais disponíveis em ambas as instituições;
- possibilidade de participação mútua em eventos promovidos por ambas as instituições, tais como: cursos, treinamentos, seminários, simpósios, congressos, painéis, palestras, e outras atividades afins, visando à reciclagem de profissionais atuantes em metrologia;
- desenvolvimento conjunto de sistemas de calibração e ensaio que possibilitem a melhoria e o aperfeiçoamento dos processos metrológicos, bem como o desenvolvimento de padrões e materiais de referência; e

- intercâmbio de especialistas nacionais, internacionais e/ou de ambas as instituições com o intuito de assessoramento na solução de problemas técnicos.

Entendida como medida estratégica de suporte para o desenvolvimento de atividades tecnológicas do setor aeronáutico, o Instituto de Fomento e Coordenação Industrial (IFI) capacitou-se para atuar como Organismo de Certificação de Sistemas com base nos requisitos internacionais da ISO, tendo conquistado a acreditação (número 016) em 14 de julho de 1997, portanto 20 anos após a contratação do “Plano de Ação Básico do Sistema de Metrologia Aeroespacial”, que objetivou a implantação do Sistema de Metrologia Aeroespacial (SMA). As realizações consolidadas confirmam que a implantação de sistemas de tecnologia industrial requer, de fato, longo processo de maturação. Esta é uma constatação que possui respaldo em outras experiências bem sucedidas vivenciadas por outros países. Entretanto, isto é apenas parte de um processo contínuo, em permanente atualização.

2.2 A estrutura do SISMETRA: um sistema de metrologia

Discutido no presente bloco, a operação de qualquer sistema de metrologia depende de atividades de normalização e confiabilidade metrológica, entendidas como pré-requisito para assegurar eficiência na operação e eficácia, efetividade e credibilidade no resultado.

A partir da estrutura idealizada no “Plano de Ação Básico do Sistema de Metrologia Aeroespacial” [23] elaborado pela ESCA e já apresentado anteriormente, no item 2.1, o Sistema de Metrologia Aeroespacial evoluiu a partir da estrutura originalmente ilustrada na Figura 14, para um Sistema mais compacto, em que foi eliminada a função de manutenção dos instrumentos e padrões de medição do Sistema. O foco central do atual Sistema concentra esforços na garantia da confiabilidade das medições realizadas no COMAER e na formação e treinamento de recursos humanos para a realização das atividades desenvolvidas pelos elos do SISMETRA.

O sistema proposto estava adaptado às condições da época e buscava suprir as necessidades existentes, como, por exemplo, estabelecer que o SMA fosse responsável por manter contatos com outros órgãos nacionais e internacionais. O Sistema de Metrologia Aeroespacial (SISMETRA) efetivamente implantado

reconhece o INMETRO como organismo de referência do País para os assuntos relativos a metrologia, acreditação e avaliação da conformidade.

O Sistema atual tem sua operação disciplinada pela norma NSCA 9-1 “Sistema de Metrologia Aeroespacial” [25] e pelo Regimento Interno do IFI [30], que estabelecem as atribuições da Divisão de Confiabilidade Metrológica Aeroespacial e dos elos do SISMETRA, ilustrados na figura 15.

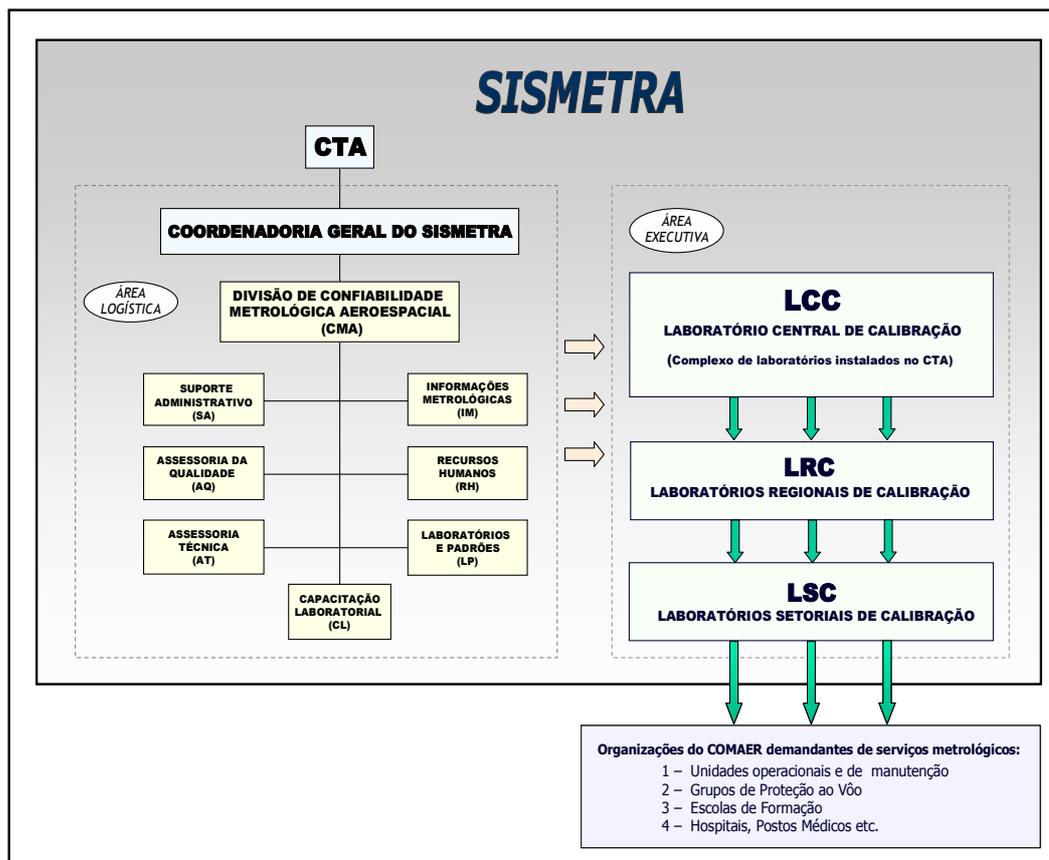


Figura 15 – SISMETRA: instrumento de confiabilidade aeroespacial.

A seguir são descritas as atribuições da Coordenadoria Geral do SISMETRA, de cada subdivisão da Divisão de Confiabilidade Metrológica Aeroespacial (CMA) e dos laboratórios integrantes da área executiva do SISMETRA, conforme definido na norma NSCA 9-1 “Sistema de Metrologia Aeroespacial” [25] e no Regimento Interno do IFI [30].

- 1) A **Coordenadoria Geral do SISMETRA** está a cargo do diretor do CTA, que possui as seguintes atribuições:
 - formular e coordenar a Política de Metrologia Aeroespacial no Comando da Aeronáutica;

- promover a participação do SISMETRA em atividades nacionais e internacionais de Metrologia; e
 - delegar competência, dentro da estrutura do CTA, para a execução das atividades do Sistema, quando julgar pertinente.
- 2) A **Divisão de Confiabilidade Metrológica (CMA)**⁴, subordinada ao Instituto de Fomento e Coordenação Industrial (IFI) do Centro Técnico Aeroespacial (CTA), é responsável pela:
- guarda e manutenção dos padrões de referência e a disseminação da rastreabilidade metrológica para os demais elos do SISMETRA;
 - execução das atividades que visem suprir o Sistema quanto às necessidades de formação e treinamento de recursos humanos em Metrologia;
 - organização, capacitação e fiscalização dos Laboratórios do SISMETRA, visando conseguir e manter sua credibilidade operacional;
 - elaboração, difusão e implantação de normas e procedimentos para as atividades metrológicas do SISMETRA, bem como dar apoio tecnológico e de pesquisa a essas atividades;
 - coordenação de Programas Interlaboratoriais do SISMETRA;
 - manutenção de um cadastro de todos os recursos laboratoriais pertencentes ao Sistema, divulgando os serviços por eles prestados e difundindo, no âmbito do Comando da Aeronáutica, as informações relativas à Metrologia em geral.
- 3) A **Assessoria Técnica (AT)** tem por atribuição o assessoramento ao chefe da divisão na apreciação dos assuntos técnicos.
- 4) A **Assessoria da Qualidade (AQ)** tem por atribuição:
- a implementação e a avaliação do Sistema da Qualidade da CMA, conforme normas e procedimentos técnicos em vigor;
 - a participação de análises críticas dos documentos e registros da qualidade;
 - a garantia da conformidade dos documentos e registros com a política e registros da qualidade;

⁴ Através da Portaria 088/DIR, em 30 de agosto de 2004, o IFI teve sua estrutura organizacional redefinida. Em consequência a antiga Divisão Confiabilidade Metrológica (FCM) passou a se chamar Divisão de Confiabilidade Metrológica Aeroespacial. Esta redefinição, porém, não teve impacto na estrutura interna, exceto no que concerne à alteração das siglas das gerências e assessorias.

- o controle da lista mestra dos procedimentos elaborados e emitidos pela CMA;
- a identificação da ocorrência de desvios do Sistema da Qualidade e propostas de correções;
- o acompanhamento dos processos de auditoria;
- o gerenciamento da aplicação das normas e dos procedimentos, visando à garantia da qualidade dos laboratórios e das demais atividades administrativas.

5) A **Subdivisão de Capacitação Laboratorial (CL)** tem por atribuição:

- a normalização das atividades metrológicas de acordo com as diretrizes estabelecidas pelo Comando da Aeronáutica;
- a organização dos laboratórios do Sistema, bem como o acompanhamento de toda a sistemática de medição de acordo com as diretrizes estabelecidas pelo Comando da Aeronáutica, por meio de auditorias e visitas de assistência técnica;
- a realização das atividades de engenharia necessárias à manutenção da credibilidade operacional do Sistema, bem como a sua melhoria contínua. Para tal são requeridos: a realização e coordenação de programas de comparação interlaboratoriais; a implantação de técnicas matemáticas apropriadas; a realização e coordenação de pesquisas metrológicas, de acordo com as diretrizes estabelecidas pelo Comando da Aeronáutica, e ainda, a realização das demais atividades técnicas que visem à manutenção da conformidade do SISMETRA no contexto dos requisitos da confiabilidade metrológica.

6) A **Subdivisão de Recursos Humanos (RH)** tem por atribuição o auxílio na coordenação dos assuntos referentes a recursos humanos no âmbito do SISMETRA. Objetiva o contínuo aperfeiçoamento e a especialização na área de metrologia do potencial humano.

7) A **Subdivisão de Informações Metrológicas (IM)** tem por atribuições o cadastramento, a organização e a divulgação das informações no âmbito do SISMETRA, bem como a informatização dos procedimentos ligados à metrologia.

8) A **Subdivisão de Suporte Administrativo (SA)** tem por atribuição o apoio à Divisão nos assuntos administrativos, de recursos humanos e de informática e a execução das atividades relativas ao expediente, protocolo e arquivo.

- 9) O complexo do **Laboratório Central de Calibração (LCC)** reúne competências e capacitação metrológica nas especialidades de interesse do COMAER e tem as seguintes atribuições:
- a manutenção dos padrões de grandezas, de interesse do Comando da Aeronáutica, calibrados periodicamente e rastreados a outros padrões de referência, nacionais ou internacionais;
 - a realização das calibrações periódicas dos padrões metrológicos dos Laboratórios Regionais de Calibração (LRC);
 - a manutenção da sistemática de confiabilidade metrológica;
- 10) O complexo de **Laboratórios Regionais de Calibração (LRC)** tem as seguintes atribuições:
- a conservação dos padrões de referência das grandezas de interesse da região a que pertence;
 - a conservação dos seus padrões calibrados periodicamente e rastreados aos padrões do Laboratório Central de Calibração (LCC) ou de entidade indicada pelo Órgão Central;
 - a realização das calibrações periódicas dos padrões metrológicos dos Laboratórios Setoriais de Calibração (LSC);
 - o treinamento e a capacitação dos recursos humanos do laboratório;
 - a realização das medições, ensaios e calibrações periódicas dos padrões metrológicos dos usuários do respectivo setor de atuação;
 - a manutenção da sistemática de confiabilidade metrológica;
 - o cumprimento das normas, critérios, princípios e programas emanados pelo Órgão Central.
- 11) O complexo de **Laboratórios Setoriais de Calibração (LSC)** tem as seguintes atribuições:
- a manutenção dos equipamentos de calibração/ensaio calibrados periodicamente, pelo Laboratório Regional de Calibração (LRC) a que estiver vinculado;
 - o treinamento e a capacitação dos recursos humanos do laboratório;
 - a realização das medições, ensaios e calibrações periódicas dos instrumentos de medição dos seus usuários;
 - a manutenção da sistemática de confiabilidade metrológica; e
 - o cumprimento das normas, critérios, princípios e programas emanados pelo Órgão Central;

2.2.1. Os laboratórios do SISMETRA

Os laboratórios que integram a área executiva do SISMETRA, apresentados na Figura 15, estão organizados de forma hierárquica, de forma a atender a demanda de serviços de calibração dos instrumentos e padrões de medição no âmbito do Comando da Aeronáutica. Assegurar a rastreabilidade das medições ao Sistema Internacional de Unidades (SI) [7] faz-se absolutamente necessário para garantir a consistência das medições realizadas no âmbito do COMAER, o que é obtido por meio da estrutura hierárquica que organiza este conjunto de laboratórios, de acordo com sua capacidade de medição:

LCC – Laboratório Central de Calibração. Complexo de laboratórios instalado no CTA, detentores das referências metrológicas de maior exatidão disponíveis no COMAER;

LRC – Laboratórios Regionais de Calibração. Seis laboratórios integram este nível hierárquico, todos equipados com referências metrológicas de nível intermediário, que são sistematicamente calibrados pelo LCC; e

LSC – Laboratórios Setoriais de Calibração. Vinte e três laboratórios, distribuídos pelo País integram este complexo. Possuem padrões de trabalho utilizados para realizar as medições e manutenções demandadas pelas organizações militares do COMAER.

Sob a responsabilidade do IFI, o SISMETRA possui Laboratórios Centrais de Calibração que estão sediados no CTA. São especificadas a seguir as áreas da metrologia em que os mesmos prestam serviços metrológicos e a sua localização no CTA:

- (1) Laboratório de Baixa Pressão: localizado no IAE;
- (2) Laboratório de Alta Pressão: localizado no IAE;
- (3) Laboratório de Força: localizado no IAE;
- (4) Laboratório de Tração e Compressão: localizado no IAE;
- (5) Laboratório de Vibração: localizado no IAE;
- (6) Laboratório de Química: localizado no IAE;
- (7) Laboratório de Metrologia Dimensional: localizado no IEAv;
- (8) Laboratório de Radiações Ionizantes: localizado no IEAv (em instalação);
- (9) Laboratório de Massa: localizado no IFI;
- (10) Laboratório de Pressão: localizado no IFI;
- (11) Laboratório de Temperatura: localizado no IFI;

- (12) Laboratório de Vazão: localizado no IFI;
- (13) Laboratório de Metrologia Dimensional: localizado no IFI;
- (14) Laboratório de Elétrica Tempo e Freqüência: localizado no IFI.

Observa-se que, nesta data, deste conjunto de Laboratórios Central somente três são acreditados pelo INMETRO. Tendo, portanto comprovado que possuem um sistema da qualidade implementado, conforme os requisitos estabelecidos pela NBR ISO/IEC 17025:2001- *Requisitos gerais para competência de laboratórios de ensaio e calibração* [11], e também capacidade e competência técnica para realizar os serviços de calibração dentro do seu escopo de atuação. São eles:

- Laboratório de Dimensional: localizado no IFI – certificado de acreditação N.º 001 da Rede Brasileira de Calibração (RBC);
- Laboratório de Dimensional: localizado no IEAv – certificado de acreditação N.º 178 da Rede Brasileira de Calibração (RBC); e
- Laboratório de Química: localizado no IAE – certificado de acreditação N.º 116 da Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaio (RBLE).

No contexto de sua ampla abrangência, o SISMETRA estabelece o ambiente adequado para operação dos laboratórios instalados nas organizações militares. Estes laboratórios de calibração provêm serviços metrológicos as organizações do COMAER.

Com base em extensa pesquisa, este trabalho reuniu dados referentes aos laboratórios integrantes do SISMETRA, tendo como referência os documentos:

- **ICA 66-12: 2002** – Metrologia nos Sistemas de Material Aeronáutico e Bélico [31];
- **ICA 9-1:2000** – Metrologia no SISCEAB (Sistema de Controle do Espaço Aéreo Brasileiro) [32].

O Quadro 3 resume as informações recenseadas em todo o território nacional. Nele constam os nomes das organizações do Comando da Aeronáutica que possuem laboratórios de calibração, a sigla da organização, o órgão do COMAER ao qual esta organização está vinculada, seu nível hierárquico na estrutura do SISMETRA e sua localização no território nacional.

Quadro 3 – Laboratórios do SISMETRA.

ORGANIZAÇÃO (sigla/nome)	ÓRGÃO A QUE ESTÁ VINCULADO	NÍVEL HIERÁRQUICO	LOCALIZAÇÃO
CTA (Centro Técnico Aeroespacial)	DEPED	central	S.J.Campos/SP
PAMA-AF (Parque Material Aeronáutico de Afonsos)	COMGEP/ DIRMAB	regional	Rio de Janeiro/RJ
PAMA-GL (Parque Material Aeronáutico de Galeão)	COMGEP/ DIRMAB	regional	Rio de Janeiro/RJ
PAMA-LS (Parque Material Aeronáutico de Lagoa Santa)	COMGEP/ DIRMAB	regional	Lagoa Santa/MG
PAMA-RF (Parque Material Aeronáutico de Recife)	COMGEP/ DIRMAB	regional	Recife/PE
PAMA-SP (Parque Material Aeronáutico de São Paulo)	COMGEP/ DIRMAB	regional	São Paulo/SP
PAME (Parque Material Eletrônico da Aeronáutica)	DECEA	regional	Rio de Janeiro/RJ
CINDACTA I (Centro Integrado de Defesa Aérea e Controle do Tráfego Aéreo I)	DECEA/PAME	setorial	Brasília/DF
CINDACTA II (Centro Integrado de Defesa Aérea e Controle do Tráfego Aéreo II)	DECEA/PAME	setorial	Curitiba/PR
CINDACTA III (Centro Integrado de Defesa Aérea e Controle do Tráfego Aéreo III)	DECEA/PAME	setorial	Recife/PE
GEIV (Grupo Especial de Inspeção em Voo)	DECEA/PAME	setorial	Rio de Janeiro/RJ
SRPV-MN (Serviço Regional de Proteção ao Voo)	DECEA/PAME	setorial	Manaus/AM
SRPV-SP (Serviço Regional de Proteção ao Voo)	DECEA/PAME	setorial	São Paulo/SP
SRPV-RJ (Serviço Regional de Proteção ao Voo)	DECEA/PAME	setorial	Rio de Janeiro/RJ
BABE (Base Aérea de Belém)	COMGAR/PAMA-AF	setorial	Belém/PA
BABR (Base Aérea de Brasília)	COMGAR/PAMA-GL	setorial	Brasília/DF
BAGL (Base Aérea do Galeão)	COMGAR/PAMA-GL	setorial	Rio de Janeiro/RJ
BACG (Base Aérea de Campo Grande)	COMGAR/PAMA-LS	setorial	Campo Grande/MS
BAFZ (Base Aérea de Fortaleza)	COMGAR/PAMA-RF	setorial	Fortaleza/CE
BAMN (Base Aérea de Manaus)	COMGAR/PAMA-RF	setorial	Manaus/AM
BANT (Base Aérea de Natal)	COMGAR/PAMA-RF	setorial	Paranamirim/RN
BARF (Base Aérea de Recife)	COMGAR/PAMA-RF	setorial	Recife/PE
BASV (Base Aérea de Salvador)	COMGAR/PAMA-RF	setorial	Salvador/BA
BAAN (Base Aérea de Anápolis)	COMGAR/PAMA-SP	setorial	Anápolis/GO
BACO (Base Aérea de Canoas)	COMGAR/PAMA-SP	setorial	Canoas/RS
BASM (Base Aérea de Santa Maria)	COMGAR/PAMA-SP	setorial	Santa Maria/RS
BAST (Base Aérea de Santos)	COMGAR/PAMA-SP	setorial	Santos/SP
BASP (Base Aérea de São Paulo)	COMGAR/PAMA-SP	setorial	São Paulo/SP
CLA (Centro de Lançamento de Alcântara)	DEPED	setorial	Alcântara/MA
CLBI (Centro de Lançamento da Barreira do Inferno)	DEPED	setorial	Natal/RN
IAE (Instituto de Aeronáutica e Espaço)	DEPED	setorial	S.J.Campos/SP

A figura 16 apresenta a organização hierárquica dos laboratórios que operam na ambiência do SISMETRA, representados por suas siglas, já decodificadas Quadro 3.



Figura 16 – A estrutura executiva do SISMETRA.

Ainda de acordo com o levantamento realizado, é apresentado a seguir, na Figura 17, um mapa com a localização dos laboratórios integrantes do SISMETRA, que permite a visualização da atual distribuição destes laboratórios no território nacional.



Figura 17 – Distribuição dos laboratórios do SISMETRA.

2.2.2 SISMETRA: Instrumento de rastreabilidade ao SI

Por meio de uma estrutura funcional integrada e interligada, definida pela norma NSMA 9-4 “Estrutura Funcional do Sistema de Metrologia Aeroespacial” [28], o SISMETRA constitui-se estratégico instrumento para provimento da rastreabilidade das medições executadas no âmbito do COMAER. Nesse contexto, o SISMETRA estabelece um arcabouço institucional que provê consistência, coerência e credibilidade às medições realizadas no meio aeronáutico.

Conforme ilustrado na Figura 18, por intermédio de uma cadeia contínua de comparações, os padrões metrológicos de referência do SISMETRA estão interligados aos padrões nacionais mantidos pelo Laboratório Nacional de Metrologia (LNM) do Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO) que, por sua vez, estão referenciados ao Bureau

Internacional de Pesos e Medidas (BIPM), guardião dos padrões internacionais de medidas e gestor do Sistema Internacional de Unidades (SI).

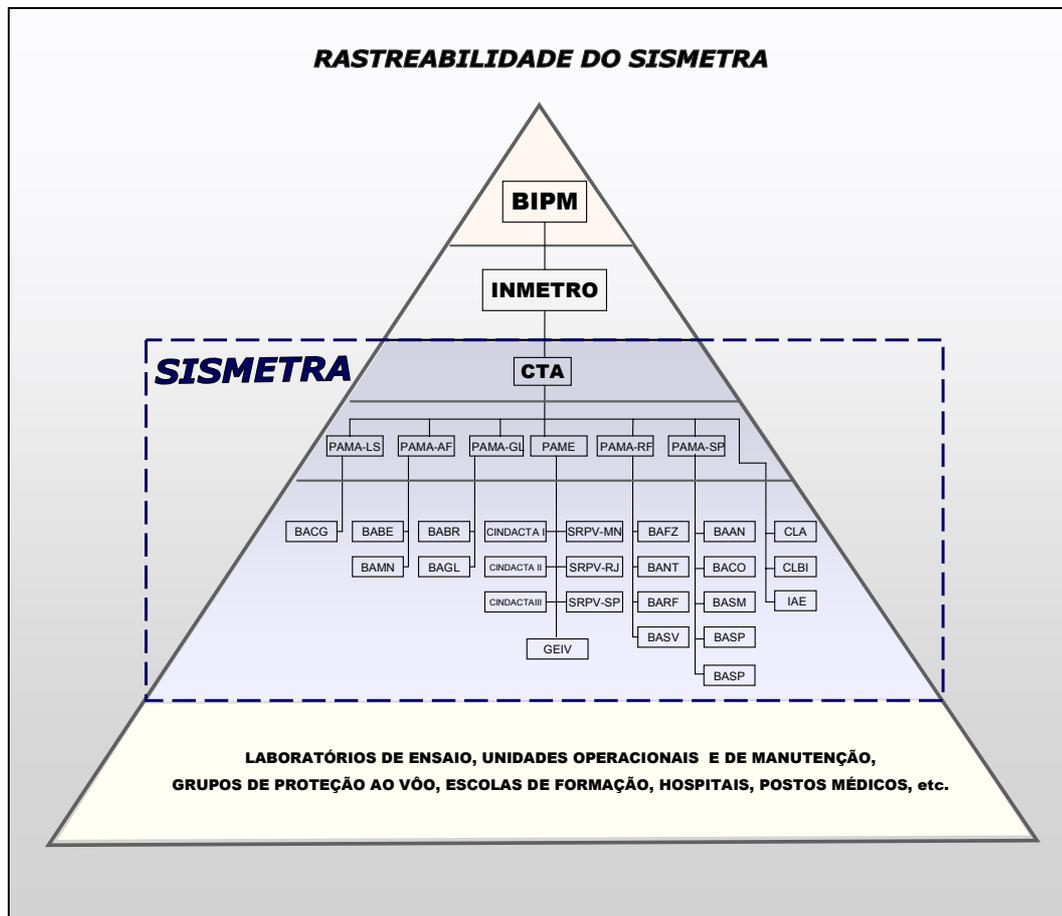


Figura 18 – Estrutura da confiabilidade metrológica e de rastreabilidade na ambiência do SISMETRA.

2.2.3 Sistema da Qualidade do SISMETRA

O Sistema da Qualidade dos laboratórios integrantes do SISMETRA está referenciado à norma NBR ISO/IEC 17025 – *Requisitos gerais para competência de Laboratórios de ensaio e calibração* [11], que especifica os requisitos que os laboratórios devem atender para demonstrar que possuem não apenas um Sistema da Qualidade implementado, mas que são tecnicamente competentes e capazes de reproduzir resultados tecnicamente válidos.

Esta norma recomenda a elaboração de um documento denominado Manual da Qualidade, no qual são formalmente expressas a política e os objetivos da qualidade da organização, bem como a estrutura funcional e as

responsabilidades relacionadas com a realização das atividades laboratoriais. O Manual da Qualidade faz referências a procedimentos da Qualidade que são adotados pelo laboratório e tratam de assuntos como:

- controle dos documentos e registros;
- controle de trabalho não-conforme;
- realização de auditorias internas;
- realização de ações corretivas;
- realização de ações preventivas;
- realização de análise crítica;
- validação de métodos de calibração;
- apresentação dos resultados de medição;
- controle ou monitoração e registro das condições ambientais;
- identificação das necessidades de treinamento e qualificação do pessoal, etc.

Os laboratórios que atuam no ambiente do SISMETRA devem, quando pertinente, buscar o reconhecimento mútuo, bem como a acreditação de seus serviços laboratoriais junto ao INMETRO, portanto integrando-se à Rede Brasileira de Calibração (RBC).

2.2.4 Confiabilidade Metrológica no SISMETRA

Com o objetivo de garantir a confiabilidade metrológica no SISMETRA, a Subdivisão de Capacitação Laboratorial (CL) do SISMETRA desenvolve Programas de Comparação Interlaboratorial dos quais participam laboratórios do SISMETRA e, também, sempre que possível, laboratórios externos.

Esses programas provêm a forma prática e pragmática para se estabelecer a avaliação dos laboratórios participantes, possibilitando, ainda, o intercâmbio de conhecimento. Requer, porém, uma estrutura organizacional adequada, o estabelecimento de critérios e métodos bem definidos e um forte comprometimento dos participantes no cumprimento das condições pré-estabelecidas, para que as finalidades do programa sejam plenamente alcançadas.

As comparações interlaboratoriais permitem verificar a competência e o desempenho dos laboratórios participantes, por meio da comparação dos resultados das medições de uma determinada grandeza física. A CL é

responsável pela organização e definição dos diversos parâmetros associados a esses programas, dentre os quais destacam-se [33]:

- a definição do padrão itinerante (ou padrão circulante) utilizado;
- a definição dos laboratórios selecionados que participarão do programa;
- o tipo de circulação do artefato (padrão) mais adequado a ser utilizado;
- o método de medição a ser seguido pelos laboratórios participantes;
- a definição de regras claras que fundamentam os aspectos técnicos e éticos de confiabilidade, que devem nortear qualquer processo dessa natureza.

As diferentes características metrológicas implicam a existência de diferentes resultados, quando diferentes laboratórios executam uma mesma medição. Assim, uma comparação entre resultados obtidos por diversos laboratórios traz informações relevantes relativas ao processo de medição, tais como:

- verificação do desempenho e capacidade de medição de cada laboratório;
- efetividade de um método de medição;
- determinação das características de um determinado padrão ou material de referência.

Como forma de garantir a confiabilidade metrológica, os laboratórios do SISMETRA são ainda incentivados pela CMA a desenvolverem Programas de Comparação **Intralaboratoriais**, que utilizam a mesma sistemática adotada na Comparação **Interlaboratorial**. Medições realizadas por diversos técnicos de um mesmo laboratório são comparadas e possibilitam a avaliação de um determinado método de medição e, também, a avaliação do desempenho individual de cada operador, identificando, assim, necessidades personalizadas de treinamento do quadro técnico.

2.2.5 Gestão dos Padrões no SISMETRA

O controle da confiabilidade dos padrões e instrumentos de medição pertencentes ao COMAER é desenvolvido sob a orientação e supervisão da Divisão de Confiabilidade Metrológica Aeroespacial (CMA), que orienta os elos do SISMETRA a controlar os padrões e instrumentos de medição em conformidade com as seguintes diretrizes:

- manter uma listagem atualizada dos instrumentos e padrões de medição e de sua calibração;
- identificar o “*status*” dos padrões e instrumentos de medição, conforme estabelecido na Norma Técnica do SISMETRA NTS 9-11, intitulada “Padronização do Sistema de Identificação das Calibrações” [34];
- descartar ou segregar instrumentos e padrões de medição danificados, em desuso ou obsoletos;
- distribuir os instrumentos e padrões de calibração excedentes entre os elos do SISMETRA;
- certificar-se de que o processo de aquisição de instrumentos e padrões de medição dos elos do SISMETRA ocorre sob a orientação técnica da CMA. Essa é a forma de garantir meios para estabelecimento da rastreabilidade ao SI e uma sistemática operacional harmônica e eficiente.

2.2.6 A rotina da atividade de calibração no SISMETRA

A atividade de calibração dos padrões e instrumentos de medição realizada pelos laboratórios do SISMETRA garante a rastreabilidade das medições realizadas no âmbito COMAER ao Sistema Internacional de Unidades (SI). Devido à existência de um grande número de instrumentos e padrões de medição, pertencentes ao COMAER e distribuídos pelo território nacional, o SISMETRA desenvolveu uma sistemática própria denominada “Diagonal de Calibração” que orienta a atividade de calibração executada pelos Elos do SISMETRA.

A Diagonal de Calibração foi oficialmente adotada pelo SIMETRA em novembro de 1998, quando ocorreu o 1º *Workshop* de Metrologia [27], organizado pela Divisão de Confiabilidade Metrológica Aeroespacial (CMA), ocasião em que foram discutidas e planejadas ações de otimização e eficácia do SISMETRA.

Objetivando orientar os serviços de calibração executados pelos laboratórios integrantes do SISMETRA, a Diagonal de Calibração distribui o serviço de calibração dos instrumentos e padrões de calibração pertencentes ao COMAER de forma organizada e planejada. Esta sistemática busca evitar uma sobrecarga do Laboratório Central de Calibração (LCC), a partir da organização hierárquica existente entre os laboratórios integrantes do SISMETRA. Desta forma o

Laboratório Central de Calibração (LCC) é responsável pela calibração dos padrões e instrumentos de medição pertencentes aos Laboratórios Regionais de Calibração (LRC) que, por sua vez, são responsáveis pela calibração dos padrões e instrumentos de medição pertencentes aos Laboratórios Setoriais de Calibração (LSC). A Diagonal de Calibração propõe ainda a sistematização da atividade de calibração a partir das seguintes ações:

- definição de um Plano de Calibração Anual dos padrões e instrumentos de medição pertencentes ao laboratório e, também, aos laboratórios apoiados, conforme a estrutura hierárquica dos laboratórios do SISMETRA;
- definição dos padrões de medição que serão utilizados como Padrão de Referência para as diversas grandezas.

A Diagonal de Calibração, além de garantir a rastreabilidade do SISMETRA, possibilita também o treinamento ou reciclagem dos técnicos que atuam nos laboratórios do SISMETRA. Isto se dá uma vez que, por ocasião do envio dos Padrões de Referência ao laboratório responsável pelo serviço de calibração, os mesmos devem ser acompanhados por técnicos que participarão da execução do serviço de calibração desses Padrões de Referência possibilitando, assim, não apenas estabelecer a credibilidade do sistema de medição, como também, o intercâmbio do conhecimento entre os Elos do SISMETRA.

2.2.7 Manutenção da capacitação profissional

A formação de recursos humanos em metrologia constitui-se em uma ação estratégica para a conscientização da importância da metrologia entre os funcionários do COMAER. A metrologia, a despeito de estar inserida em nossa sociedade não apenas no desenvolvimento das atividades tecnológicas, mas também na maioria das atividades rotineiras do dia-a-dia dos cidadãos, não faz parte do currículo dos cursos de formação profissional. A CMA encaminhou, por meio do Departamento de Pesquisa e Ensino (DEPENS) do COMAER, a proposta de inserção do curso de metrologia nos diversos programas de instrução existentes no COMAER.

A CMA ministra cursos direcionados à qualificação e capacitação profissional dos funcionários do COMAER que desenvolvem atividades relacionadas com a metrologia. A partir de um planejamento anual, são realizados cursos nas áreas

de metrologia dimensional, física e elétrica. Estes cursos apresentam os conceitos básicos da metrologia, as técnicas e procedimentos de calibração dos instrumentos e padrões de medição, bem como a lógica operacional e estrutural do SISMETRA.

Conforme descrito no item anterior, o treinamento e a reciclagem dos técnicos dos laboratórios integrantes do SISMETRA é viabilizada por meio da sistemática da Diagonal de Calibração.

2.2.8 Reconhecimento nacional e internacional do SISMETRA

Em 1995 os especialistas do SISMETRA ajudaram a intermediar uma reunião entre a *Federal Aviation Administration (FAA)*, o *National Institute of Standards and Technology (NIST)* e o Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO). Esta reunião teve como objetivo tratar sobre o impasse do não-reconhecimento, por parte do FAA, das medições e ensaios que então eram realizados no Brasil, tendo o INMETRO como órgão responsável pelos padrões nacionais de medição. Demonstradas as competências técnicas do INMETRO e do SISMETRA, as dificuldades foram superadas e o INMETRO reconhecido pela FAA como Instituto Nacional de Metrologia homólogo ao dos EA, cabendo-lhe as funções de provimento das referências metrológicas nacionais.

O reconhecimento do sistema metrológico brasileiro pela FAA foi possível pelos seguintes fatos relevantes: (i) de o Brasil ser membro atuante da Convenção do Metro, (II) da habilidade do INMETRO em demonstrar, à luz de evidências objetivas irrefutáveis, o seu grau de equivalência ao sistema metrológico americano e (iii) o fato de existir um acordo bilateral de reconhecimento mútuo entre o INMETRO e o Instituto Americano de Metrologia, o *National Institute of Standards and Technology (NIST)*.

O conceito de "demonstração do grau de equivalência de padrões de medição nacionais" foi incorporado mundialmente na metrologia e é demonstrado por meio das "Comparações Chaves", introduzidas pelo Comitê Internacional de Pesos e Medidas (CIPM), realizadas sob a supervisão técnica do Bureau Internacional de Pesos e Medidas (BIPM). Em relação à "demonstração do grau de equivalência", no início das negociações, a FAA exigia um grau de

equivalência "igual ou melhor" que o NIST, exigência impossível de poder ser atendida por questões de rastreabilidade.

O impasse foi resolvido por meio da intermediação do INMETRO, representado pelo Diretor de Metrologia Científica (DIMCI), junto ao NIST. Com base no parecer do NIST, a FAA passou então a reconhecer as medições realizadas no País, rastreáveis ao INMETRO, uma vez que muitas comparações-chaves ainda não haviam gerado seus relatórios de "grau de equivalência", ou ainda, não haviam sido realizadas.

Foram celebrados entre o INMETRO e o NIST dois acordos de cooperação, denominados "*MEMORANDUM OF UNDERSTANDING*" (MOU):

- o primeiro: em 14 de agosto de 1996, válido até 13 de agosto de 2001, apresentado no Anexo B [35];
- o atual: em 11 de abril de 2002 válido por 5 anos, apresentado no Anexo C [36].

Esse acordo bilateral foi essencial para assegurar o reconhecimento de ensaios realizados, evitando-se assim que produtos sejam re-testados no país de destino, o que implica em desnecessário e oneroso custo.

Os laboratórios do SISMETRA possuem capacidade técnica para calibrar os padrões e instrumentos de medição do setor aeronáutico e são incentivados pelo Órgão Central do SISMETRA a integrar, por meio do processo de acreditação do INMETRO, a Rede Brasileira de Calibração (RBC). A acreditação dos laboratórios representaria o reconhecimento formal da competência técnica dos laboratórios pelo INMETRO, para realizar serviços específicos que assim seriam aceitos internacionalmente, graças aos acordos de reconhecimento mútuo firmados entre o INMETRO e Institutos Nacionais de Metrologia de outros países.

Portanto, a acreditação dos laboratórios do SISMETRA consiste em uma ação estratégica para o fortalecimento da infra-estrutura do setor aeronáutico, uma vez que esses laboratórios disponibilizariam às empresas do setor aeronáutico serviços com qualidade comprovada e com reconhecimento internacional.

2.3 O componente normalização no SISMETRA

A despeito de o IFI dispor de uma Divisão de Normalização Aeroespacial, o SISMETRA dispõe de uma outra estrutura de normalização em metrologia que, no âmbito do planejamento futuro poderia ser revista, visando a maior racionalização do sistema geral. Há de se considerar que o IFI já é responsável pela normalização no âmbito interno do CTA e, em nível nacional, pela representação do CTA nas atividades do Comitê Brasileiro de Aeronáutica e Espaço (CB-8) junto a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Em nível internacional, também participa do Comitê Técnico ISO/TC 20, Aircraft and Space Vehicles, da International Standardization Organization (ISO).

A exemplo da lógica internacional de normalização, também no contexto do SISMETRA, a normalização em metrologia é uma ferramenta que tem a função de padronizar, sistematizar e racionalizar os procedimentos relacionados com as atividades laboratoriais preconizadas pelo sistema da qualidade dos laboratórios de calibração do SISMETRA. Isto favorece a eficiência operacional do Sistema e, constitui-se em um importante instrumento de registro e de difusão do conhecimento técnico.

A normalização em metrologia desenvolvida pelo órgão central do SISMETRA atua em concordância com os propósitos do Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (SINMETRO), promovendo o processo de normalização em metrologia no setor aeroespacial e aumentando a eficácia do Sistema.

A presente pesquisa de mestrado tem como foco principal o processo de normalização em metrologia desenvolvida pelo Órgão Central do SISMETRA. Nesse contexto, desenvolveu-se um diagnóstico de temas para normalização que atendam aos interesses do SISMETRA e reflitam as demandas mais urgentes por normalização no COMAER. Este segmento da pesquisa será abordado nos capítulos subseqüentes.

2.4 Análise crítica do SISMETRA na visão interna

A análise crítica constitui-se em uma ferramenta estratégica para o desenvolvimento das organizações. O presente tópico apresenta um pré-diagnóstico realizado em 2000, como motivação de um estudo conduzido por um

dirigente do IFI na Escola de Comando do Estado Maior da Aeronáutica. Atualizando esta visão crítica, discute-se a realidade atual do SISMETRA, parte integrante do presente trabalho.

2.4.1 Pré-diagnóstico do SISMETRA

Em 2000, o então Chefe da Subdivisão de Confiabilidade Metrológica Aeroespacial (CMA), Coronel José Ricardo dos Santos Pinheiro, desenvolveu um estudo, como parte de seu curso na Escola de Comando do Estado Maior da Aeronáutica, intitulado “SISMETRA – Implementação Efetiva do Sistema” [37].

O trabalho elaborado pelo Coronel Pinheiro teve como objetivo principal ressaltar a importância estratégica do uso adequado da metrologia e suas implicações nos custos e na segurança de voo no âmbito do COMAER. Segundo o autor, o Sistema de Metrologia Aeroespacial é de grande relevância para o Comando da Aeronáutica em função da sofisticação das aeronaves e de suas necessidades de manutenção e também por dependerem, cada vez mais, de instrumentos de alta exatidão, os quais requerem pessoal qualificado para sua operação.

Iniciando com um histórico da metrologia na aeronáutica, o autor observou que “um dos fatores de motivação mais importantes para a busca de soluções através de uma visão sistêmica para a metrologia foi a absoluta ausência de uma doutrina capaz de assegurar a confiabilidade das inúmeras calibrações e inspeções realizadas nos laboratórios e oficinas que prestam serviços de manutenção e calibração dos diversos subsistemas que compõe as aeronaves da Força Aérea. Ressalta, ainda, de forma enfática, a absoluta necessidade de se prover rastreabilidade aos inúmeros padrões e instrumentos de medição disponíveis”.

Em seu capítulo 1, o documento “SISMETRA – Implementação Efetiva do Sistema” analisa a estratégia de implantação do atual Sistema, propondo um processo estruturado em quatro fases, descritas a seguir:

- **FASE “I”** – Organização. Consiste na conscientização, instalação e definição dos Laboratórios Regionais;
- **FASE “II”** – Pré-operação. Consiste na definição dos Laboratórios Setoriais e na consolidação do Sistema;
- **FASE “III”** – Operação. Consiste na realização de auditorias;

- **FASE “IV”** – Aprimoramento. Consiste no reaparelhamento do Sistema e na implementação de novas capacitações de medição de outras grandezas físicas que precisam ser controladas e factíveis de medição.

Ainda no capítulo 1, o autor conclui que o SISMETRA operava, à época da elaboração do referido trabalho, em 1999, nas Fases “III” e “IV”, ou seja, realizando auditorias e buscando recursos para reaparelhar o Sistema.

Especificamente em relação à Fase “III”, o capítulo 2 do trabalho conduzido pelo Coronel Pinheiro diagnosticou que as auditorias, iniciadas em 1999, consistiam em uma importante ferramenta para a verificação de divergências e para a proposição de correções existentes no Sistema. O bloco seguinte transcreve os dez pontos críticos do Sistema, identificados a partir de auditorias realizadas nos Laboratórios Regionais de Calibração do SISMETRA.

10 PONTOS DAS AUDITORIAS

1. Por falta de treinamento adequado as oficinas não têm sido capazes de manter o conhecimento dos conceitos básicos relacionados às suas atividades, ou seja, o técnico muitas vezes não sabe porque está fazendo seu serviço daquela maneira. Ele somente segue o “*check-list*” (quando o faz e se existir) que alguém deixou para ele, sem, entretanto conhecer os processos a fundo;
2. Apesar de existirem regulamentos internos para controlar os equipamentos/instrumentos de medição, os mesmos são desconhecidos pela maioria dos graduados e seus chefes imediatos;
3. Faltam planejamentos de calibração para os equipamentos/instrumentos de medição nas oficinas. Os responsáveis pelas oficinas acham que esse controle deve de ser feito pelos laboratórios dos Parques. Estes, por sua vez, não os conseguem fazer. São muitos os itens a serem controlados e os laboratórios têm poucos recursos humanos. A utilização desses itens depende, geralmente, de conhecimentos específicos e intrínsecos a cada local;
4. Percebe-se a falta de uma “cultura metrológica” (como a “cultura” existente no SIPAA, por exemplo) que permita aos técnicos verificar a calibração de cada equipamento/instrumento de medição antes de utilizá-lo para qualquer serviço;
5. As escolas de formação (ITA, EEAR, CIEAR e AFA) têm deficiência de entendimento dos conceitos metrológicos, embora os mesmos estejam dispersos nas várias matérias ministradas nos referidos cursos;
6. Necessidade de modernizar os equipamentos/instrumentos de medição existentes nas oficinas. Muitos estão obsoletos e as manutenções tornam-se proibitivas, isto quando não se gasta homem/hora para recuperar itens que, novos, custariam muito menos do que suas recuperações.
7. Faltam programas de reciclagem técnica nas oficinas. As solicitações de cursos, na grande maioria, são feitas pelos técnicos e não pela chefia do técnico em obediência a algum planejamento de elevação profissional. Sem contar que alguns chefes não liberam os técnicos para realizarem cursos pois lhes farão falta no dia-a-dia da operação;
8. Falta maior conhecimento técnico na média gerência. Os postos são ocupados por oficiais não especializados (ex.: aviador e/ou intendente no lugar de engenheiros) ou sem o devido treinamento gerencial (ex.: engenheiro sem conhecimento para administrar materiais e RH);
9. Falta uma mentalidade de custos nas fileiras gerenciais (ex.: cálculo de custos pelo valor agregado de cada equipamento e sua depreciação) e de garantia da qualidade nos serviços prestados. Muitos acham que podem simplesmente utilizar os serviços internos hoje disponíveis nas OM para a área comercial tal qual encontram-se implantados; e
10. É notada a falta de conhecimento para negociar contratos nos diversos níveis gerenciais. Em nenhum contrato de serviços, ou de compras, evidenciou-se a definição das necessidades de calibração dos equipamentos envolvidos nos mesmos. É no momento do contrato que são definidos todos os aspectos de treinamento, manutenção, calibração e garantias.

continuação...

...continuação

O exemplo mais recente é o do Projeto SIVAM que em nenhum momento consultou o Órgão Central quanto aos assuntos de calibração dos instrumentos que serão utilizados. Toda a preocupação existente hoje foi suscitada pela FCM que sempre questionou e recebia respostas evasivas alegando-se, até mesmo, que ninguém sabia quais equipamentos estariam disponíveis. Resultado: alguns equipamentos que serão usados para a manutenção dos instrumentos embarcados nas aeronaves R-99 (área de potência), não possuem rastreabilidade no território nacional. Será preciso, isto numa análise bem superficial, até mesmo a construção de um laboratório novo porque a potência irradiada necessária é tamanha que as instalações atuais não comportam este tipo de trabalho. O LCC não possui engenheiro eletrônico para realizar este estudo.

O PAMAGL não está conseguindo cumprir com a sua planilha de calibrações anuais, conforme relatado pelo chefe daquele LRC no *II Workshop de Metrologia Aeroespacial*, realizado nos dias 18 e 19 de julho de 2000. Eles possuem 3.300 itens para calibrar anualmente e calibram somente cerca...

1.500. Pela carência de RH, de padrões mais novos, de processos automatizados, de treinamento etc. No entanto está previsto implementar no PAMAGL mais três projetos: HS-800, R-99 e P-3 Orion. Até o momento o Órgão Central do SISMETRA não foi consultado para saber se o sistema comporta a calibração dos novos equipamentos oriundos nessas aeronaves com a capacidade já instalada. De antemão, pode-se dizer que não.

Obs.: Estes dez pontos foram alguns dos considerados mais importantes pelos auditores que participaram das diversas auditorias nos LRC (ainda não se chegou ao nível dos LSC). Mais dados poderão ser verificados nos anexos 07, 08 e 09 onde estão listadas as não-conformidades. Cumpre ressaltar que estas não-conformidades foram, em sua grande maioria, sanadas e apenas utilizadas para ilustrar este trabalho. Para as auditorias do SISMETRA foi utilizada a Norma Técnica de Sistema 9-25 e os dados são amostrais.

Fonte: Pinheiro, J.R.S., SISMETRA: Implementação efetiva do Sistema, 2000.

A partir da análise das deficiências no COMAER, o estudo conduzido pelo Coronel Pinheiro finaliza concluindo que as causas das deficiências observadas no Sistema derivam do “desconhecimento da metrologia pelos funcionários das Forças Armadas, em todos os níveis, e suas implicações e impactos nos custos, na qualidade dos serviços prestados e na Segurança de Vôo”.

Como solução ao problema identificado, o trabalho elaborado pelo Coronel Pinheiro propõe a criação de uma nova abordagem para a metrologia, com a criação de um Sistema em nível hierárquico superior envolvendo: o Exército, a Marinha e a Aeronáutica. O Sistema integrado proposto foi denominado “Sistema de Metrologia das Forças Armadas” (SISMEFA). A partir da ação estratégica de centralizar as ações gerenciais relacionadas com a metrologia, objetivava a obtenção da melhoria da qualidade dos serviços realizados no âmbito do Ministério da Defesa, possibilitando a padronização e uniformidade entre os sistemas de medições pertencentes às Forças Armadas e, ainda, evitando a triplicação de esforços, ou seja, maior racionalização do Sistema e redução de custos, já que padrões e controle metrológico requerem investimentos expressivos e permanente manutenção.

A implantação do SISMEFA foi discutida pelo Coronel Pinheiro, que elaborou um cronograma de ações para a implementação deste Sistema, bem como a

adequação de recursos utilizando às bases conceituais e a estrutura já existente na aeronáutica, no SISMETRA, como ponto de partida.

2.4.2 Visão atual do Sistema e seus desafios

O Comando da Aeronáutica (COMAER) é uma organização que desempenha um papel relevante, prestando inegável contribuição à sociedade brasileira. Como responsável pela segurança aérea e proteção ao voo, mantém ativa a vigilância e o controle do movimento de aeronaves em cerca de 22 milhões de quilômetros quadrados do espaço aéreo brasileiro.

Além de cumprir suas atribuições constitucionais, o COMAER contribui para o desenvolvimento do País, subsidiando atividades de pesquisa e desenvolvimento tecnológico e industrial no setor aeroespacial.

A criação do SISMETRA se traduz em mais uma ação pioneira na busca pela excelência dos serviços prestados pela aeronáutica. Neste contexto tem vital importância a disseminação dos conceitos da metrologia no segmento aeronáutico, que culminam no fomento deste importante conceito na sociedade, por meio das interações do COMAER com o setor privado.

O SISMETRA tem como função principal assegurar a confiabilidade das medições realizadas no âmbito do COMAER. Os sistemas de medição devem apresentar resultados confiáveis, posto que muitas vezes estes resultados são utilizados para controlar fatores de interesse que influenciam a segurança de voo.

O apoio do alto comando do COMAER ao SISMETRA requer, além de recursos humanos e financeiros, ações de divulgação deste Sistema. A inclusão de ações de divulgação do SISMETRA nas diretrizes do COMAER consistiria em uma ação estratégica que lhe proporcionaria maior força política e efetividade.

Durante a realização desta dissertação de mestrado, constatou-se que a comunicação entre o Órgão Central do SISMETRA e os laboratórios eles seguem o protocolo militar, ocorrendo de forma sistemática e formal por meio da chamada “Cadeia de Comando”, fluxo segundo o qual a informação circula por toda a hierarquia. Tal característica requer especial atenção, já que tende a promover uma lentidão no fluxo da informação e, ainda, mais crítico, possibilita o desvio da mesma.

No âmbito deste trabalho foi possível reunir o cadastro dos integrantes do SISMETRA, apresentado no capítulo 2. O Quadro 3 e as Figuras 15, 16 e 17 especificam os nomes e a localização dos laboratórios integrantes do SISMETRA.

Como forma de aumentar a eficiência do Sistema considera-se altamente recomendável a manutenção deste cadastro, mantendo-o atualizado e disponibilizando acesso às suas informações assim disponibilizando informações essenciais sobre as características dos laboratórios integrantes do SISMETRA: área em que o laboratório realiza serviços de calibração, melhor capacidade de medição, faixa de medição, instrumental disponível, nome e telefone do responsável técnico.

As auditorias realizadas pelo órgão central aos laboratórios elos do SISMETRA têm o objetivo de supervisionar as atividades desenvolvidas por esses laboratórios, a fim de assegurar que os mesmos colaboram para garantir a confiabilidade das medições realizadas no âmbito do Comando da Aeronáutica. Conforme previsão do trabalho publicado, em 2000, pelo Coronel Pinheiro, abordado no tópico anterior, estas auditorias deveriam se estender aos laboratórios setoriais. Observa-se, porém, que, devido à falta de recursos humanos e financeiros, este objetivo ainda não havia sido alcançado até a data da publicação deste trabalho.