

## Capítulo 5: Pesquisa de Demanda por NTS

Este capítulo resume a Pesquisa de Demanda por Normas em Metrologia conduzida no âmbito do Comando da Aeronáutica. O trabalho investigou as necessidades e prioridades do Sistema a partir da coleta de informações pesquisadas diretamente junto aos laboratórios integrantes do SISMETRA.

A pesquisa de demanda foi estruturada em quatro fases, descritas a seguir:

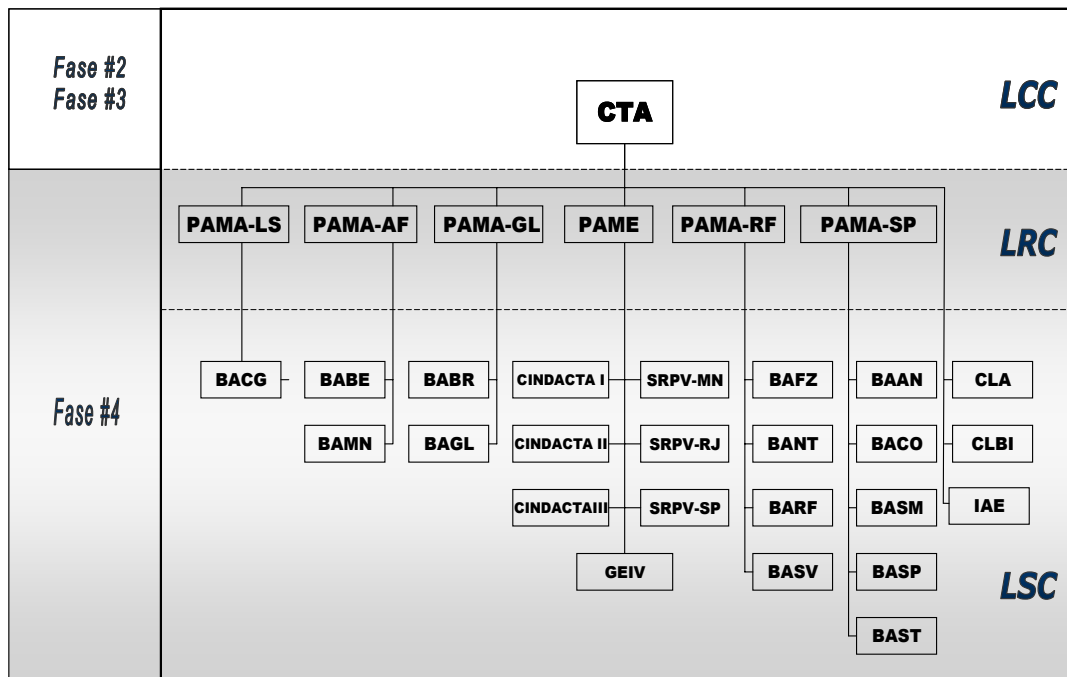
- **Fase #1.** O desenvolvimento e a validação do instrumento de coleta de dados (questionário estruturado), desenvolvido e pré-validado com o apoio de especialistas da área de normalização e do SISMETRA, assim caracterizando a chamada fase de teste, na realidade a Fase 1 da pesquisa;

- **Fase #2.** A pesquisa junto aos seis laboratórios de calibração que integram o complexo laboratorial denominado Laboratório Central de Calibração (LCC) do SISMETRA, localizados no Instituto de Fomento e Coordenação Industrial (IFI);

- **Fase #3.** A pesquisa junto a sete laboratórios que integram o complexo laboratorial denominado Laboratório Central de Calibração (LCC) integrantes do SISMETRA, localizados no Centro Técnico Aeroespacial (CTA); e

- **Fase #4.** A pesquisa junto aos seis laboratórios que integram o complexo laboratorial denominado Laboratórios Regionais de Calibração (LRC) e, também, aos vinte e quatro laboratórios de calibração que integram o complexo laboratorial denominado Laboratórios Setoriais de Calibração (LSC) do SISMETRA. Subsidiando a aplicação do instrumento de coleta de dados da pesquisa, o encaminhamento do questionário se fez acompanhar de carta de sensibilização, assinada pelo Chefe da Divisão de Confiabilidade Metrológica Aeroespacial (CMA), enfatizando a relevância da pesquisa e a sua importância para o fortalecimento do sistema normativo do SISMETRA.

Os laboratórios do SISMETRA convidados a participar da Pesquisa de Demanda foram agrupados nas Fase #2, Fase #3 e Fase #4, de acordo com o seu nível hierárquico, conforme ilustrado na Figura 20.



**Figura 20** – Abrangência das fases da Pesquisa de Demanda por Normas em Metrologia.

## 5.1 Fase #1 da Pesquisa

No contexto da chamada fase de teste e seguindo preceitos metodológicos consagrados na literatura [45], foi desenvolvido um questionário estruturado que buscou: (i) investigar a demanda por temas específicos a serem normalizados, segundo a visão setorial dos integrantes do SISMETRA; (ii) caracterizar a atividade de sistematização dos procedimentos técnicos desenvolvidos no interior dos laboratórios de calibração e (iii) caracterizar a aderência dos laboratórios aos preceitos relacionados com a metrologia, adotados internacionalmente (VIM [4], SI [7] e ISOGUM [12]).

O questionário desenvolvido, apresentado no Anexo H, foi submetido a especialistas da área de normalização e, também a especialistas pertencentes ao LCC, que atestaram sua eficácia como instrumento de coleta de dados.

## 5.2 Fase #2 da Pesquisa

Com o objetivo de investigar as necessidades específicas (demandas por normalização em metrologia), esta fase da pesquisa teve como foco os laboratórios pertencentes ao complexo de Laboratórios Centrais de Calibração do SISMETRA (LCC), situados no IFI. Esses são os laboratórios que caracterizam um subconjunto dos laboratórios de calibração do CTA detentores dos padrões de maior exatidão no âmbito do SISMETRA, listados a seguir:

- 1) Laboratório Central de Massa;
- 2) Laboratório Central de Pressão;
- 3) Laboratório Central de Temperatura;
- 4) Laboratório Central de Vazão;
- 5) Laboratório Central de Dimensional;
- 6) Laboratório Central de Elétrica Tempo e Frequência.

O Anexo D apresenta o comunicado encaminhado aos laboratórios nesta fase da pesquisa de demanda. Como resultados foram identificados, por respondentes de cinco laboratórios, 42 normas que necessitam ser elaboradas. Desses, quatro títulos foram reincidentes, reduzindo para 38 os títulos de assuntos que necessitam normalização. O Quadro 14 apresenta o resultado obtido, apresentando os títulos sugeridos e classificando-os segundo a categorização proposta no item 3.2 do capítulo 3.

**Quadro 14** – Resultado obtido na Fase #2 da pesquisa.

	<b>Título/Assunto</b>	<b>Categoria</b>
1	Calibração de multímetros	“E”
2	Calibração de osciloscópio (título sugerido duas vezes)	“E”
3	Calibração de geradores de baixa frequência	“E”
4	Calibração de geradores de alta frequência	“E”
5	Calibração de medidor de potência (título sugerido duas vezes)	“E”
6	Calibração de sensor de potência (título sugerido duas vezes)	“E”
7	Calibração de medidores de temperatura	“F”
8	Calibração de termopares (título sugerido duas vezes)	“F”
9	Calibração de sensores tipo bulbo resistência	“F”
10	Calibração de balanças	“F”
11	Calibração medidores de pressão tipo strain-gage	“F”

Quadro 14 (...continuação)

	Título/Assunto	Categoria
12	Calibração de medidores de pressão piezo-elétrico	"F"
13	Calibração de massa	"F"
14	Calibração de célula de carga	"F"
15	Calibração de mesa de desempenho	"D"
16	Calibração de padrão de quartzo	"C"
17	Calibração de padrão de césio	"C"
18	Calibração de anemômetros	"F"
19	Calibração de calibrador 5700/5720/5500/5100	"E"
20	Calibrador do transferidor ac/dc	"E"
21	Calibração de geradores de sinais	"E"
22	Calibração de padrões de frequência	"C"
23	Calibração de geradores de sinais sintetizados	"E"
24	Calibração de analisadores de espectro	"C"
25	Elaboração do Manual da Qualidade Laboratorial das Forças Armadas	"A"
26	Sistema de Unidades das Forças Armadas	"A"
27	Acreditação de Laboratórios no âmbito das Forças Armadas	"A"
28	Calibração de Padrões/Instrumentos Hospitalares no âmbito das Forças Armadas	-
29	Calibração de Instrumentos críticos para a manutenção de aeronaves, tais como: tensiômetros, dinamômetros, etc.	"F"
30	Calibração de Barômetro	"F"
31	Calibração de Massa Padrão em Balança Eletrônica	"F"
32	Calibração de Massa Padrão em Balança Mecânica	"F"
33	Calibração de Transdutores de Pressão	"F"
34	Calibração de Manômetros	"F"
35	Calibração de Fontes de Tensão Contínua	"F"
36	Calibração de Freqüencímetros	"C"
37	Calibração de Balança de Pressão	"F"
38	Calibração de ADTS	"F"

Esta fase da pesquisa apresentou um alto índice de participação, 84%, sendo que apenas um laboratório consultado (Laboratório de Metrologia Dimensional) não respondeu à pesquisa.

### 5.3 Fase #3 da Pesquisa

Similar à Fase 2, a Fase 3 da pesquisa de demanda por normalização em metrologia no SISMETRA focalizou os laboratórios de calibração que integram o complexo do Laboratório de Calibração Central, vinculados à estrutura orgânica do CTA, não contemplados na fase 2, listados a seguir:

- (1) Laboratório de Baixa Pressão: instalado no IAE;
- (2) Laboratório de Alta Pressão: instalado no IAE;
- (3) Laboratório de Força: instalado no IAE;
- (4) Laboratório de Tração e Compressão: instalado no IAE;
- (5) Laboratório de Vibração: instalado no IAE;
- (6) Laboratório de Química: instalado no IAE;
- (7) Laboratório de Metrologia Dimensional: instalado no IEAv.

Nesta fase da pesquisa de demanda foi distribuído um comunicado documentado no Anexo E, em cujo contexto foram explicitados os objetivos de investigar a necessidade específica de cada laboratório, identificando-se suas respectivas demandas por normas técnicas em metrologia.

Como resultado da Fase #3 foram identificados 4 normas que necessitam ser elaboradas. Seus respectivos títulos foram sugeridos por 4 representantes de 3 laboratórios e são apresentados no Quadro 15.

**Quadro 15** – Resultado obtido na Fase #3 da pesquisa.

	<b>Título/Assunto</b>	<b>Categoria</b>
1	Análise Química em Ligas Ferrosas e Não Ferrosas	“G”
2	Validação e Metodologia em Química	“G”
3	Cálculo de Incertezas para Ensaios Químicos	“G”
4	Avaliação de Incerteza em ajuste de curva por mínimos quadrados	“B”

Esta fase da pesquisa apresentou um índice de participação de 43%. Os laboratórios participantes foram: Laboratórios de Química, Vibração e Baixa Pressão.

#### 5.4 Fase #4 da Pesquisa

Ampliando seu escopo, a Fase 4 da pesquisa repetiu a sistemática das fases 2 e 3. Utilizando agora o questionário elaborado na Fase #1 e apresentado no Anexo H, foram incorporadas questões específicas da atividade de sistematização dos procedimentos técnicos desenvolvidos pelos laboratórios de calibração, agregando questões relacionadas à adoção de práticas utilizadas em âmbito internacional (aderência aos seguintes documentos: Vocabulário Internacional de Metrologia, VIM, ao Sistema Internacional de Unidades (SI) e Guia para Expressão da Incerteza da Medição (ISO-GUM).

Buscando incorporar a visão pragmática que reflete a operação de todos os laboratórios do SISMETRA, esta fase da pesquisa abrangeu os trinta (30) laboratórios de calibração que integram os complexos denominados: Laboratório Regional de Calibração (LRC) e Laboratório Setorial de Calibração (LSC). Os nomes e a localização destes laboratórios constam no Quadro 3 e na Figura 16 do Capítulo 2

Nessa fase da pesquisa de demanda foram encaminhados aos laboratórios participantes os seguintes documentos:

- (i) **carta de sensibilização**: assinada pelo diretor do Instituto de Fomento e Coordenação Industrial (IFI), que enfatizou a relevância da pesquisa para o fortalecimento do sistema normativo do SISMETRA. O texto dessa carta de sensibilização foi incluído no Anexo G;
- (ii) **síntese da pesquisa**: detalhou os avanços até então consolidados pela pesquisa em suas fases anteriores (Anexo I);
- (iii) **instrumento de coleta de dados**: questionário estruturado, elaborado na Fase #1, pré-testado, validado e apresentado no Anexo H.

O encaminhamento do questionário, da carta de sensibilização e da síntese da pesquisa foi realizado por meio da sistemática de comunicação formal utilizada no âmbito do COMAER, por meio da “Cadeia de Comando”. De acordo com esta sistemática, a informação percorre vários níveis hierárquicos.

Conforme descrito no Anexo F, o comunicado foi encaminhado via FAX, observando-se o protocolo militar. O FAX de encaminhamento é endereçado ao dirigente de maior nível hierárquico da instituição ao qual o laboratório se vincula. A comunicação foi encaminhada pelo dirigente de maior nível hierárquico do IFI. Esta sistemática de comunicação omite o nome do responsável pelo envio da pesquisa de demanda como também não especifica o nome do responsável do laboratório do SISMETRA, detalhes que certamente prejudicaram o grau de adesão à pesquisa e, conseqüentemente, o retorno de alguns questionários. Com o propósito de minimizar os efeitos do procedimento protocolar adotado, em paralelo, e informalmente, foram enviados aos responsáveis técnicos dos laboratórios uma cópia da Carta de Sensibilização transmitida via FAX, oficialmente encaminhada através da Cadeia de Comando, em conjunto com uma nova carta de sensibilização, apresentada no Anexo G, que se fez acompanhar de envelope pré-selado para a devolução do questionário. Este procedimento paralelo não feriu susceptibilidades já que a autora da pesquisa integra o Quadro Civil de colaboradores do IFI.

Como resultado da Fase #4 desta pesquisa de demanda foram identificados 26 títulos de normas que necessitam ser elaborados, percebidos por 19 laboratórios respondentes. Os títulos sugeridos são caracterizados no Quadro 16.

**Quadro 16** – Resultado obtido na Fase #4 da pesquisa.

	<b>Título/Assunto</b>	<b>Categoria</b>
1	Procedimento para verificação do sistema de medição de temperatura dos gases de exaustão	“F”
2	Procedimento para verificação do sistema de Pitot das aeronaves	“F”
4	Calibração de osciloscópio (sugerido duas vezes)	“E”
5	Calibração de gerador (sugerido duas vezes)	“E”
6	Calibração de torquímetro	“F”
7	Calibração de tensiômetro	“F”
8	Calibração de dinamômetro	“F”
9	Análise espectrométrica de óleo	“G”
10	Treinamento de pessoal	“A”
11	Controle de arquivos eletrônicos	“A”
12	Segurança de trabalho no laboratório	“A”
13	NTS p/ tacômetros	“F”

Quadro 16 (...continuação)

	Título/Assunto	Categoria
14	NTS específicas para as calibrações de ensaio em voo	-
15	Ensaio de motores	-
16	Tipos de Ensaio	-
17	Ensaio destrutivo e não destrutivo para compósitos aplicados ao setor aeroespacial	-
18	MIL-STD-159 aircraft qualification, missile and aerospace fusion welders	-
19	MIL-STD-248 welding and brazing procedure and performance	-
20	MIL-T-5021 test, aircraft missile welding operators qualification	-
21	Calibração de Multímetro	"E"
22	Calibração de Sensor de Potência	"E"
23	Calibração de medidores de temperatura	"F"
24	Calibração de medidores de potência	"E"
25	Calibração de fonte de tensão DC	"E"
26	Calibração de analisadores de espectro	"E"

Com relação aos laboratórios que participaram desta fase da pesquisa, observou-se que o IAE (Instituto de Atividades Espaciais), além de possuir Laboratórios Regionais de Calibração (contatados na Fase #3), também possui Laboratórios Setoriais de Calibração e Laboratórios de Ensaio (usuários de serviços de calibração). Sensibilizados pela iniciativa, esses Laboratórios de Ensaio manifestaram interesse em participar dessa fase da pesquisa de demanda.

Envolvendo 30 Laboratórios Regionais e Setoriais do SISMETRA, esta fase da pesquisa obteve um índice de participação de 63%. Os laboratórios que efetivamente participaram desta fase da pesquisa forneceram, além da informação sobre a demanda por normas técnicas em metrologia, importantes informações a respeito das áreas específicas em que realizam serviços de calibração. Esta informação representa um importante conjunto de dados para subsidiar o planejamento estratégico do órgão central do SISMETRA, assim possibilitando um melhor conhecimento das características dos laboratórios deste Sistema. A Tabela 3 caracteriza as principais informações e contribuições recebidas desses laboratórios participantes.



**Tabela 3** – Principais informações obtidas na Fase #4 da Pesquisa de Demanda.

	Nível do Lab.	Sigla do LAB.	Área de atuação do Laboratório	Título da Norma ou Procedimento sugeridas	Observações
1	LRC	PAMA-SP	Dimensional/ Força/ Massa/ Pressão/ Vazão/ Termometria/ Tempo e Freq.	Proc para os LRC, quando não existirem T.O.	
2	LRC	PAMA-AF	Acústica/ Vibração/ Dimensional/ Pressão/ Força/ Massa/ Elétrica/ Tempo e Freq.	-	- Criar um número identificador para os equipamentos. - Criar um selo de identificação do técnico e inspetor
3	LRC	PAME	Dimensional/ Elétrica/ Tempo e Freq.	-	
4	LSC	BAAN	Dimensional/ Pressão/ Força/ Massa/ Elétrica	-	-
5	LSC	BABE	Dimensional/ Força/ Massa/ Pressão/ Vazão/ Química Elétrica/ Tempo e Freq.	(1) Análise espectrométrica do óleo	-
6	LSC	BABR	Força	-	-
7	LSC	BACG	Força	-	- Não emite Certificado de Calibração - Faltam recursos como impressora e ar condicionado
8	LSC	BACO	Dimensional/ Mssa Pressão/Força	-	-
9	LSC	BAFZ	Dimensional/ Pressão/ Força/ Elétrica	-	
10	LSC	BAMN	Dimensional/ Força/ Elétrica	(3) Torquímetro/ Tensiômetro/ Dinamômetro	Não utiliza incerteza utiliza tolerância
11	LSC	BANT	Acústica/ Vibração/ Pressão/ Força/	(02) Procedimento para verificação do sistema de medição de temperatura dos gases de exaustão/ Procedimento para teste do sistema de pitot das aeronaves	
12	LSC	BARF	Dimensional Massa/ Força	-	-
13	LSC	BASM	Dimensional Massa/ Força/ Pressão	-	-
14	LSC	BAST	Não tem laboratório	-	Sugere a montagem de um Lab. na Base
15	LSC	CLA	Elétrica	(02) gerador/ osciloscópio	
16	LSC	CINDACTA I (BR)	Não calibra, opera instrumentos eletrônicos digitais		- Reclama falta de recursos: especialização na área de metrologia para os graduados. - Não calibra por falta de conhecimento

Tabela 3 (...continuação)

	Nível do Lab.	Sigla do LAB.	Área de atuação do Laboratório	Título da Norma ou Procedimento sugeridas	Observações
17	LSC	CINDACTA II (Curitiba)	Elétrica/ Tempo e Freq.	-	O Certificado emitido pelo SILONS não prevê um campo para o preenchimento da incerteza de medição
18	LSC	CINDACTA III (RF)	Elétrica Tempo e Freq.	(08) Gerador/ Osciloscópio/ Multímetro/ Sensor de Potência/ Medidor de Temperatura/ Medidor de Potência/ Fonte de Tensão DC/ Analisador de Espectro.	
19	IAE	ASA-A/	Qualidade	(03) Treinamento de Pessoal/ Controle dos arquivos eletrônicos	
		ASA-P (LFA)	Lab. Filtros de ar	-	
		ASA-P(ensaio de motores)	Lab. ensaios de motores	(02) ensaios de motores/ tipo de ensaios para motores	
		AEV (ensaio em voo)	Seção de Calibração	(02) tacômetros/ calibrações de ensaios em voo	Reclama a necessidade de NTS específicas para as atividades de ensaio em voo "a metrologia de laboratório deve ser diretamente aplicada na aeronave instrumentada"
		AME-C (mecânica-compósitos)	Lab. de Compósitos	(01) ensaios destrutivos e não destrutivos para compósitos aplicados ao setor aeroespacial	

## 5.5 Síntese da Pesquisa de Demanda

A pesquisa mostrou-se eficaz na identificação de demandas por normas em metrologia, fato confirmado pelos 69 temas identificados e, também, por alguns responsáveis dos laboratórios participantes que reconheceram na pesquisa uma oportunidade de promover o alinhamento do sistema normativo do SISMETRA às necessidades do Sistema.

Constituída por quatro fases distintas: a fase inicial de elaboração, pré-teste e validação do instrumento de coleta de dados (questionário estruturado); uma segunda fase em cujo contexto investigou a demanda por normas nos seis Laboratórios Centrais de Calibração (LCC) do SISMETRA, localizados no IFI; a terceira fase que investigou a demanda por normas nos sete Laboratórios Centrais de Calibração (LCC) do SISMETRA, localizados no CTA; e, concluindo a pesquisa, a quarta fase pesquisou a demanda por normas junto aos trinta Laboratórios Regionais de Calibração (LRC) e Setoriais (LSC).

Em todas as fases, o encaminhamento da pesquisa foi formalizado por carta de sensibilização e acompanhada de uma síntese dos resultados consolidados nas fases anteriores da pesquisa de demanda.

A Tabela 4 apresenta a estatística de participação dos laboratórios do SISMETRA na pesquisa de demanda por normas em metrologia e o número de títulos sugeridos.

Tabela 4 – Resultado da Pesquisa de Demanda por Normas em Metrologia conduzida no âmbito do SISMETRA.

<b>FASE</b>	<b>Nível Hierárquico do Laboratório</b>	<b>Número de Laboratórios <u>PESQUISADOS</u></b>	<b>Número de Laboratórios <u>RESPONDENTES</u></b>	<b>Índice de participação</b>	<b>Número de TÍTULOS SUGERIDOS</b>
2	<b>LCC</b> Laboratórios Centrais de Calibração (Localizados no IFI)	6	5	83%	38
3	<b>LCC</b> Laboratórios Centrais de Calibração - (Localizados no CTA)	7	3	42%	4
4	<b>LRC</b> Laboratórios Regionais de Calibração	6	3	50%	1
	<b>LSC</b> Laboratórios Setoriais de Calibração	24	19	79%	26
<b>TOTAL</b>		<b>43</b>	<b>30</b>	<b>70%</b>	<b>69</b>

Acredita-se que o nível de participação está diretamente ligado a dois fatores: (i) conscientização quanto à importância da normalização em metrologia no âmbito do SISMETRA e (ii) conscientização quanto à importância das Normas Técnicas do SISMETRA como um instrumento eficaz de padronização dos serviços de calibração, necessários ao estabelecimento da confiabilidade metrológica no SISMETRA como um todo.