



PCI/MCTIC/INPE  
RELATÓRIO TÉCNICO DE ATIVIDADES  
<v9>

**[Referente ao período: 01/08/2017 a 31/01/2018]**

**Número do Processo Institucional:[454779/2015-1]**

**Número do Processo Individual:[301109/2017-6]**

**Bolsista:[Tiago Vieira Mendes]**

**Supervisor:[Homero Anchieta Furquim de Souza]**

**Área:[LIT - Laboratório de Integração e Testes]**

**Vigência original da bolsa:[01/08/2017 a 31/01/2018]**

**Modalidade da bolsa:[PCI-DE]**



## RELATÓRIO TÉCNICO

### AUTOMATIZAÇÃO DE AVALIAÇÃO DE CONFORMIDADE DE CERTIFICADOS

#### 1) Histórico

O Laboratório de Integração e Testes (LIT), inaugurado em 1987 em São José dos Campos - SP, foi especialmente projetado e construído para atender às necessidades do Programa Espacial Brasileiro, realizando o ciclo completo de montagem, integração e testes de sistemas espaciais, desde o nível de componentes até o de sistema integrado. O LIT tem como atribuições principais a realização de:

- Testes de qualificação nas áreas de vibração e acústica, termo-vácuo, climático e interferência/compatibilidade eletromagnética;
- Medidas nas áreas de antenas, de propriedades de massa e alinhamento de sistemas mecânicos;
- Aferição e calibração de sensores e equipamentos eletrônicos;
- Integração e testes de sistemas e subsistemas espaciais e
- Testes de confiabilidade de componentes.

Na área de Ensaios Dinâmicos do LIT são realizados ensaios de vibração, choque mecânico e excitação acústica que simulam as condições dinâmicas a que os satélites são submetidos durante o lançamento ao espaço. No âmbito de aplicação geral, os ensaios dinâmicos constituem uma ferramenta de extrema importância para a qualificação e aprimoramento de um produto em suas fases de projeto e desenvolvimento. São os ensaios dinâmicos que permitem que se conheça o comportamento estrutural de dispositivos, componentes, equipamentos e sistemas completos, sob condições dinâmicas de vibração e choque a que são submetidos durante as fases de operação, utilização e transporte.

Com o intuito de assegurar o grau de confiabilidade dos ensaios, o LIT possui uma área de Metrologia, que é composta pelo Laboratório de Metrologia Física e o Laboratório de Metrologia Elétrica, Tempo e Frequência, ambos acreditados pela Cgcre e portanto fazendo parte da RBC - Rede Brasileira de Calibração. Com estes laboratórios, o LIT está capacitado para realizar a calibração da grande maioria dos sensores, equipamentos e ferramental que utiliza na suas atividades fins.

Atualmente o LIT está em processo de ampliação do escopo de sua acreditação, englobando também as áreas de ensaios. A área de Ensaios de Interferência e Compatibilidade Eletromagnética e a área de Medidas de Antenas já encontram-se acreditadas, sendo que a Área de Ensaios Dinâmicos e a Área de Ensaios Vácuo-Térmicos estão em processo de busca desta acreditação.

## **2) Resumo do Projeto**

A Área de Ensaio Dinâmico possui cerca de 500 acelerômetros de diversos modelos, transdutores de pressão, amplificadores de carga, condicionadores de sinais, sistemas de controle de vibração, sistema de controle acústico, sistema de aquisição de dados, fontes de alimentação, multímetros digitais, geradores de sinais, medidores de deformação, calibradores manuais, torquímetros, células de carga, etc. Todos os seus sensores e equipamentos são calibrados pelos laboratórios de metrologia do LIT. Ao ser recebido após sua calibração, o sensor ou equipamento necessita ter seus parâmetros de operação verificados e confrontados com critérios de aceitação definidos para garantir a confiabilidade e a precisão dos dados obtidos nos ensaios realizados pela área. Este processo consiste na avaliação dos certificados de calibração e também nas verificações intermediárias que são realizadas entre calibrações. A quantidade de parâmetros a serem avaliados varia proporcionalmente com as grandezas de medida, a aplicação e a complexidade do sensor ou equipamento, podendo envolver a manipulação de centenas de dados.

A proposta deste projeto é desenvolver para cada modelo de sensor e equipamento da Área de Ensaio Dinâmico uma planilha eletrônica matriz que será utilizada pelos técnicos do laboratório na avaliação dos certificados de cada item recebido após sua calibração.

O objetivo deste projeto é tornar o processo de avaliação dos certificados de calibração e as verificações intermediárias de equipamentos e sensores menos laborioso e mais preciso, garantindo a capacitação do laboratório e a confiabilidade dos ensaios realizados pela área de Ensaio Dinâmico do LIT para qualificação e aceitação de sistemas espaciais.

## **3) Objetivo**

O objetivo deste relatório é apresentar as atividades realizadas e os resultados obtidos durante o período de 01 de Agosto de 2017 a 31 de Janeiro de 2018.

## **4) Atividades Desenvolvidas durante o período da bolsa**

As atividades desenvolvidas durante este projeto referem-se às etapas de um processo cíclico que deve ser repetido para cada modelo de equipamento e sensor do laboratório, até que todos sejam submetidos a este processo. As atividades desenvolvidas em cada etapa deste ciclo são descritas a seguir:

**4.1) Análise dos parâmetros e tolerâncias operacionais de cada modelo de equipamento e sensor através da consulta aos respectivos "data sheets" e manuais de operação.**

Cada equipamento ou sensor apresenta características operacionais e de precisão que são apresentados nos respectivos "data sheets" e manuais de operação. A consulta a esta documentação técnica é o ponto de partida e deve embasar a equipe técnica do laboratório na seleção do modelo mais apropriado do sensor ou equipamento em termos de características de operação, precisão e estabilidade para as medições do seu processo ou ensaio, mesmo antes de sua aquisição pelo laboratório. Ao longo do seu uso, um equipamento ou sensor de medição tende a degradar seu desempenho. É previsível que quanto mais o equipamento ou sensor for utilizado, maior a chance que seu erro esteja acima do aceitável ou acima das especificações do fabricante. Tendo-se isso em mente, critérios devem ser definidos de maneira a balisar a aceitação ou restringir o abrangência de uso de um equipamento ou sensor logo após o mesmo ter retornado de uma calibração, verificação intermediária ou operação de manutenção. Tais critérios são definidos pela equipe técnica em função das características do processo ou ensaio e com base nas informações contidas na documentação técnica do equipamento ou sensor. Por esse motivo a consulta aos "data sheets" e manuais tem sido a primeira atividade realizada neste projeto para identificação e análise dos parâmetros e tolerâncias operacionais de cada modelo de equipamento e sensor.

Apresenta-se a seguir exemplo de manual de um multímetro digital onde pode-se observar parte de suas respectivas informações técnicas.

- Dimensões: 189(A) x 87(L) x 37(P)mm;
- Peso: aproximadamente 330g, incluindo a bateria;
- Acessórios: 1 Manual de Operação  
 1 Par de Pontas de Prova  
 1 Bateria Padrão de 9V.

**FAIXAS**

Precisão:  $\pm$  (% leitura + número de dígitos)  
 Ambiente: 23°C  $\pm$  5°C, umidade relativa < 70%

TENSÃO DC		
Faixa	Resolução	Precisão
200mV	10 $\mu$ V	$\pm$ (0,05% + 3D)
2V	100 $\mu$ V	$\pm$ (0,05% + 3D)
20V	1mV	$\pm$ (0,05% + 3D)
200V	10mV	$\pm$ (0,05% + 3D)
1000V	100mV	$\pm$ (0,05% + 3D)

Impedância de Entrada: 10M $\Omega$   
 Proteção de sobrecarga: 500 VDC / 350 VRMS na faixa de 200mV,  
 1000 VDC / 750 VRMS em todas as outras faixas.

TENSÃO AC (TRUE RMS)			
Faixa	Resolução	Precisão	
		(50Hz a 500Hz)	(500Hz a 2KHz)
200mV	10 $\mu$ V	$\pm$ (1,0% + 10D)	$\pm$ (2,0% + 20D)
2V	100 $\mu$ V	$\pm$ (1,0% + 10D)	$\pm$ (2,0% + 20D)
20V	1mV	$\pm$ (1,0% + 10D)	$\pm$ (2,0% + 20D)
200V	10mV	$\pm$ (1,0% + 10D)	$\pm$ (2,0% + 20D)
750V	100mV	$\pm$ (2,0% + 20D)	Não especificado

Impedância de Entrada: 10M $\Omega$   
 Proteção de sobrecarga: 500 VDC / 350 VRMS na faixa de 200mV,  
 1000 VDC / 750 VRMS em todas as outras faixas.

CORRENTE DC			
Faixa	Resolução	Precisão	Tensão de carga
200 $\mu$ A	10nA	$\pm$ (0,5% + 5D)	300mV
2mA	100nA	$\pm$ (0,5% + 5D)	300mV
20mA	1 $\mu$ A	$\pm$ (0,5% + 5D)	300mV
200mA	10 $\mu$ A	$\pm$ (0,5% + 5D)	600mV
20A**	1mA	$\pm$ (2,0% + 10D)	800mV

Proteção de sobrecarga: fusível 500mA/600V - entrada "mA"  
 fusível 20A/600V - entrada "20A"  
 \*\* 20A por 30 segundos (máximo)



#### **4.2) Análise dos certificados de calibração e de verificação intermediária para levantamento das grandezas mensuráveis e calibráveis de cada modelo de equipamento e sensor**

A calibração é um procedimento experimental e pode ser definida como o "conjunto de operações que estabelece, sob condições especificadas, a relação entre os valores indicados por um equipamento de medição ou valores representados por uma medida materializada ou um material de referência e os valores correspondentes das grandezas estabelecidas por padrões".

De uma forma simplificada a calibração é uma comparação entre os valores de um equipamento ou sensor de medição e os valores estabelecidos por padrões sob condições específicas, tais como: temperatura ambiental, ausência de poeira e vibrações, tensão de alimentação, etc.

As calibrações são realizadas com base em referências técnicas, tais como normas nacionais e internacionais, documentos orientativos do INMETRO, procedimentos internos de laboratórios, recomendações de fabricantes, etc. Usualmente são realizadas por laboratórios de calibração que podem oferecer serviços acreditados (RBC) ou rastreados (utilizando padrões calibrados em laboratórios acreditados RBC).

O Laboratório de Integração e Testes possui o setor de metrologia acreditado que é responsável pela calibração e verificação intermediária dos sensores e equipamentos da Área de Ensaio Dinâmico.

O resultado de uma calibração é apresentado em um documento técnico chamado de "certificado de calibração" ou "relatório de calibração".

O certificado apresenta diversas informações sobre o procedimento e as condições de calibração. Usualmente é apresentada uma tabela ou um gráfico como resultado de cada ponto medido ao longo da faixa de medição do equipamento ou sensor, bem como as estimativas do erro ou correção e da incerteza expandida associada ao erro ou correção. Com as informações apresentadas no certificado de calibração é possível avaliar o desempenho do item calibrado comparando com especificações de uma norma, do fabricante, ou em acordo com a tolerância do processo.

Como exemplo é apresentado parte de um certificado de calibração emitido pela Área Metrológica do LIT para um Multímetro Digital referente à medição de tensão DC:



LABORATÓRIO DE INTEGRAÇÃO E TESTES  
LABORATÓRIO DE METROLOGIA ELÉTRICA - MTE

Laboratório de Calibração acreditado pela COCIRE de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025, sob n°. 022.



**CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO**  
CALIBRATION CERTIFICATE

NÚMERO:  
NUMBER

LIT06-LIT02-CC-10011

FOLHA:  
PÁG.

1 / 9

OBJETO:  
SPECIMEN

MULTÍMETRO DIGITAL

FABRICANTE:  
MANUFACTURER

MINIPA

MODELO:  
MODEL

ET-2700

Nº DE SÉRIE:  
SERIAL NUMBER

000001710

PATRIMÔNIO:  
ASSET

025.239

IDENTIFICAÇÃO:  
IDENTIFICATION

NÃO CONSTA

SOLICITANTE:  
CUSTOMER

ENSAIOS DINÂMICOS

ENDEREÇO:  
ADDRESS

AV. DOS ASTRONAUTAS, 1758 - JD. DA GRANJA  
CEP: 12227-010 - SÃO JOSÉ DOS CAMPOS-SP

DATA DA CALIBRAÇÃO:  
CALIBRATION DATE

13/01/2017

REGISTRO INTERNO:  
INTERNAL REGISTER

OS: 0001.17.LIT06      0027.17.PRO

**RESULTADOS DA CALIBRAÇÃO:**  
 CALIBRATION RESULTS

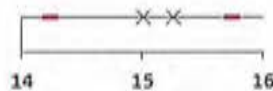
**MEDIÇÃO DE TENSÃO DC:**

Escala	Valor de Referência		Valor Medido		Incerteza de Medição Expandida		k	V <sub>eff</sub>
200 mV	1,000	mV	0,995	mV	0,013	mV	2,01	172
	3,000	mV	2,996	mV	0,013	mV	2,01	172
	5,000	mV	4,998	mV	0,013	mV	2,01	172
	7,000	mV	6,996	mV	0,013	mV	2,01	172
	9,000	mV	8,996	mV	0,013	mV	2,01	172
	10,000	mV	9,996	mV	0,013	mV	2,01	173
	30,000	mV	29,988	mV	0,012	mV	2,01	352
	50,000	mV	49,980	mV	0,013	mV	2,01	175
	70,000	mV	69,982	mV	0,012	mV	2,01	358
	90,000	mV	89,978	mV	0,012	mV	2,01	362
	100,000	mV	99,978	mV	0,012	mV	2,01	364
2 V	0,30000	V	0,29990	V	0,00012	V	2,00	Infinito
	0,50000	V	0,49990	V	0,00012	V	2,00	Infinito
	0,70000	V	0,69990	V	0,00012	V	2,00	Infinito
	0,90000	V	0,89986	V	0,00013	V	2,01	172
	1,00000	V	0,99982	V	0,00012	V	2,01	349
20 V	3,0000	V	2,9998	V	0,0012	V	2,01	348
	5,0000	V	4,9998	V	0,0012	V	2,01	348
	7,0000	V	6,9982	V	0,0012	V	2,01	348
	9,0000	V	8,9980	V	0,0012	V	2,00	Infinito
	10,0000	V	9,9980	V	0,0012	V	2,00	Infinito
200 V	30,000	V	29,990	V	0,012	V	2,00	Infinito
	50,000	V	49,990	V	0,012	V	2,00	Infinito
	70,000	V	69,980	V	0,012	V	2,00	Infinito
	90,000	V	89,976	V	0,013	V	2,01	175
	100,000	V	99,978	V	0,012	V	2,01	350
1000 V	300,00	V	299,98	V	0,12	V	2,01	349
	500,00	V	500,00	V	0,12	V	2,00	Infinito
	700,00	V	700,04	V	0,13	V	2,01	174
	900,00	V	900,18	V	0,12	V	2,01	355
	1000,00	V	1000,24	V	0,13	V	2,01	176

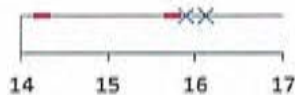
**4.3) Elaboração de planilha eletrônica padrão que será utilizada pela equipe técnica para avaliar e registrar a adequação para uso de todos os equipamentos e sensores de um mesmo modelo, conforme os critérios de aceitação definidos pelo laboratório.**

Dependendo das características de um equipamento ou sensor, a avaliação de seu certificado de calibração pode envolver a análise de dezenas de parâmetros e a confrontação destes com os critérios de aceitação definidos para os mesmos. A elaboração de planilhas eletrônicas para realizar tal tarefa é altamente conveniente tornando o processo que muitas vezes é repetitivo em uma tarefa menos laboriosa e mais precisa. Na comparação com os critérios de aceitação, as planilhas elaboradas proporcionam avaliar as informações apresentadas nos certificados de calibração ou relatórios de verificação intermediária e classificar os parâmetros de um equipamento ou sensor da seguinte maneira:

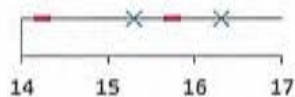
**OK:** Desvios medidos mais as incertezas do processo de calibração (valores representados por "X") dentro dos limites definidos para o critério de aceitação (valores representados por "–");



**NOK:** Desvios medidos mais as incertezas do processo de calibração fora dos limites definidos para o critério de aceitação;



**OKR:** Desvios medidos mais as incertezas do processo de calibração parcialmente dentro dos limites definidos para o critério de aceitação;



Segue como exemplo parte de uma planilha com o respectivo critério de aceitação aplicável à avaliação de certificado de calibração de um modelo de Multímetro Digital:



**TABELA PARA VALIDAÇÃO**

$VM + IE \leq VR + CF$  e  $VM - IE \geq VR - CF$  OK  
 $VM > VR + CF$  e  $VM < VR - CF$  NOK  
 $VM \leq VR + CF$  e  $VM + IE \geq VR + CF$  /  $VM \geq VR - CF$  e  $VM - IE \geq VR - CF$  OKR

VM=	10,08	OK
IE=	0,008	
VR=	10	
CF=	0,09	

FAIXA	TENSÃO		FAIXA	CORRENTE		FAIXA	RESISTÊNCIA	FAIXA	FREQUÊNCIA
	DC	AC		DC	AC				
						200 Ω	0,125	2 KHz	0,05031
200 mV	0,035	0,40002	200 μA	0,10001	0,18001	2 k Ω	0,0153	20 KHz	0,05301
2 V	0,305	2,20002	2 mA	0,05051	1,08001	20 k Ω	0,018	200 KHz	0,08001
20 V	0,035	0,22002	20 mA	0,05501	0,09001	200 k Ω	0,045		0,05001
200 V	0,035	0,40002	200 mA	0,10001	0,18001	2 MΩ	0,026		0,05001
700 V	0,305	2,20002	20 A	1,20002	0,15002	20 MΩ	0,11001		0,05001

onde:

*VM* = Valor Medido;  
*CF* = Critério do fabricante;  
*IE* = Incerteza expandida;  
*VR* = Valor de referência;  
*OK* = Probabilidade de Abrangência de 95%;  
*OKR* = Probabilidade de Abrangência  $\geq$  50%.

**4.4) Determinação das componentes de incerteza de cada modelo de equipamento e sensor e estimativa de sua influência sobre a incerteza global dos ensaios realizados pela Área de Ensaios Dinâmicos.**

A incerteza do resultado de uma medição reflete a falta de conhecimento associado ao valor da grandeza a ser medida. O resultado de uma medição, mesmo após correção devido aos efeitos relativos a erros sistemáticos reconhecidos, é somente uma estimativa do valor da grandeza devido a incerteza proveniente dos efeitos dos erros aleatórios e da correção imperfeita do resultado para efeitos devido aos erros sistemáticos.

O resultado de uma medição (após correção) pode, sem que se perceba, estar muito próximo do valor da grandeza (e, assim, ter um erro desprezível), muito embora possa ter uma incerteza grande. Portanto, a expressão de um resultado de medição encontra-se incompleta caso esta não se apresente com a declaração da incerteza de medição associada. A incerteza de um resultado define uma faixa de valores em torno da média das medições, dentro da qual o valor verdadeiro da grandeza se encontra com nível de confiança estabelecido.

Na realização de um ensaio são usados vários sensores e equipamentos que apresentam incertezas associadas a eles. Na apresentação do resultado de um ensaio portanto, a expressão da incerteza associada carrega as incertezas associadas a cada sensor ou equipamento usado na cadeia de medição. Para a determinação da incerteza do resultado de um ensaio é necessário que se proceda o cálculo da incerteza global levando-se em consideração todos as componentes de incerteza associadas à cadeia de medição empregada no ensaio.

O fluxo para o calculo de incerteza pode ser representado da seguinte maneira:



O cálculo de incerteza global de um ensaio é um processo um tanto quanto complexo porque além das incertezas associadas aos sensores e equipamentos usados, também devem abranger as componentes de incerteza associadas ao método utilizado e às condições ambientais existentes durante a realização dos ensaios. O escopo do trabalho desenvolvido neste projeto está considerando apenas as incertezas associadas aos sensores e equipamentos e que podem ser obtidas diretamente dos respectivos certificados de calibração e/ou manuais técnicos correspondentes.

Assim como um exercício foi elaborada uma planilha para o cálculo de incerteza do processo de verificação intermediária de acelerômetros do tipo IEPE, o qual apresenta-se a seguir:

**Planilha de Cálculo de Incertezas - Acelerômetro**

MEDIDAS REALIZADAS			Distribuição de Probabilidade			Nº de Medidas	Divisor	n		
			Normal			3	3	2		
Número de Série	1ª medida	2ª medida	3ª medida	Estimativa	Desvio Padrão Experimental $s(x_i)$	Incerteza Padrão $u(x_i)$	Coeficiente de Sensibilidade ( $c_1$ )	Incerteza Padrão $u(y) = u(x_i) \cdot c_1$	Grau de Liberdade	Incerteza Relativa
	mV/g									
52112	10.228	10.238	10.254	10.240	0.013	0.008	1	0.008	2	0.0739
52113	10.630	10.638	10.637	10.635	0.004	0.003		0.003		0.0237
52625	12.704	12.689	12.701	12.698	0.008	0.005		0.005		0.0361

**AVALIAÇÃO TIPO B - Calibrador Portátil**

Distrib. de Probab. = Retangular		Coeficiente de Sensibilidade ( $c_2$ ) =		1	Grau de Liberdade =		Infinito	
Valor Convencional		Contribuição de Erro (Incerteza Expandida)	Fator de Abrangência	Incerteza Padrão		Incerteza Padrão		Incerteza Relativa %
g	m/s <sup>2</sup>	$s(x_2)$	(k)	$u(x_2) = s(x_2) / k$		$u(y) = u(x_2) \cdot c_2$		
35.00000	9.64900	0.7000 %	2.00	0.3500 %		0.3500 %		0.3500

**AVALIAÇÃO TIPO B - INCERTEZA DO MULTÍMETRO de BANCADA**

Distrib. de Probab. = Retangular		Coeficiente de Sensibilidade ( $c_3$ ) =		1	Grau de Liberdade =		Infinito	
Valor Convencional		Contribuição de Erro (Incerteza Expandida)	Fator de Abrangência	Incerteza Padrão		Incerteza Padrão		Incerteza Relativa %
		$s(x_3)$	(k)	$u(x_3) = s(x_3) / k$		$u(y) = u(x_3) \cdot c_3$		
99.865	mV	0.0500 mV	2.00	0.0250 mV		0.0250 mV		0.0250

**AVALIAÇÃO TIPO B - INCERTEZA DO CONDIONADOR**

Distrib. de Probab. = Retangular		Coeficiente de Sensibilidade ( $c_4$ ) =		1	Grau de Liberdade =		Infinito	
Valor Convencional		Contribuição de Erro (Incerteza Expandida)	Fator de Abrangência	Incerteza Padrão		Incerteza Padrão		Incerteza Relativa %
		$s(x_4)$	(k)	$u(x_4) = s(x_4) / k$		$u(y) = u(x_4) \cdot c_4$		
0.99800	mV/mV	0.3000 %	2.00	0.1500 %		0.1500 %		0.1500

**RESULTADOS**

Valor Indicado	Incerteza Padrão Combinada ( $u_c$ )	Grau de Liberdade Efetivo ( $n_{eff}$ )	Fator de Abrangência	Incerteza Expandida (U)	
mV	$raiz ( S [ c_1 \cdot u(x_i) ]^2 )$	$u_c^4(y) / S \{ u_i^4(y) / n_i \}$	(k)	$u_c \cdot k$	
10.24000	0.389	1.53E+03	2.00	0.777	%
10.63500	0.382	1.36E+05	2.00	0.765	%
12.69800	0.383	2.55E+04	2.00	0.767	%

Utilizando dos dados obtidos na planilha de Cálculo de Incerteza, obtêm-se os seguintes resultados:

**RESULTADO DA VERIFICAÇÃO**

N/S	Sens. (mV/g) Nominal	Tensão (mV)	Sens. (mV/g) Medida	Desvio	Incerteza Expandida
52112	10.30	10.2	10.240	-0.58%	0.78%
		10.2			
		10.3			
52113	10.72	10.6	10.635	-0.79%	0.76%
		10.6			
		10.6			
52625	12.81	12.7	12.698	-0.87%	0.77%
		12.7			
		12.7			

N/S = Número de Série

Sens. = Sensibilidade

Depois que as componentes de incerteza de todos os modelos de equipamentos e sensores forem determinadas, a estimativa de sua influência sobre a incerteza global dos ensaios realizados pela Área de Ensaios Dinâmicos é a próxima atividade que deverá ser realizada neste projeto.

**5) Resultados Obtidos em função do Plano de Trabalho proposto**

Com a elaboração das planilhas padrão para cada modelo de equipamento e sensor, o processo de avaliação de certificados e de verificação intermediária tornou-se muito mais ágil e preciso, uma vez que os dados contidos nos certificados podem ser inseridos nas planilhas correspondentes e a verificação de atendimento aos requisitos de aceitação pode ser executado automaticamente.

Durante o período abrangido por este relatório foram elaboradas as planilhas eletrônicas para avaliação de certificados de calibração dos seguintes itens da Área de Ensaios Dinâmicos do LIT:

- todos os modelos de acelerômetros utilizados pela Área;
- multímetros digitais Minipa modelo ET-2075B e HP modelo 34401A;
- todos os torquímetros utilizados pela Área;
- amplificadores de carga Endevco 2721B e LIT AC-2001;
- condicionador de sinais B&K modelo 2694-A-001;
- sistema de controle Spectral Dynamics modelo 2560-Jaguar;
- Decibelímetro B&K modelo 2238;
- Gerador de Funções HP modelo 33120A



## 7) Conclusões Gerais

No período compreendido por este relatório o bolsista realizou as atividades previstas no plano de trabalho proposto.

A atuação do bolsista contribuiu para a garantia da capacitação técnica e para o processo de acreditação da Área de Ensaio Dinâmicos, no sentido de implantar melhoria e eficiência no procedimento de avaliação dos certificados de calibração e dos relatórios de verificação intermediária dos seus meios de ensaio.

São José dos Campos-SP, 31 de Janeiro de 2018

  
\_\_\_\_\_  
Homero Anchieta Furquim de Souza      **Bolsista: [Tiago Vieira Mendes]**  
Tecnologista  
SIAPE: 1253312

  
\_\_\_\_\_  
**Supervisor(a): [Homero Anchieta Furquim de Souza]**

  
\_\_\_\_\_  
**Ricardo Suterio**  
Coordenador do PCI/LM  
**Coordenador(a) PCI da área: [Ricardo Suterio]**