



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

**[Referente ao período: 01/11/2018 a 31/12/2018]**

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

**Número do Processo Individual: [315915/2018-8]**

**Bolsista: [Rodrigo Motta de Oliveira]**

**Supervisor: [Ricardo Suterio]**

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

**Vigência original da bolsa: [01/11/2018 a 31/12/2018]**

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

## RELATÓRIO TÉCNICO

Título do Projeto Científico: **Desenvolvimento de método de calibração de higrômetro.**

### 1. HISTÓRICO

O Laboratório de Integração e Testes (LIT) do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) foi especialmente projetado e construído para atender às necessidades do Programa Espacial Brasileiro e representa atualmente um dos instrumentos mais sofisticados e poderosos na qualificação de produtos industriais que exijam alto grau de confiabilidade.

Visando atender tais necessidades, o Laboratório de Metrologia Física (MTF) do LIT é essencial para assegurar a confiabilidade metrológica dos sistemas e equipamentos de medida, além disso, também presta suporte necessário para as demais áreas do LIT.

O Laboratório de Metrologia Física (MTF) foi concebido para calibrar os sensores e medidores de acústica, temperatura, umidade, vácuo e vibração utilizados pelo LIT em ensaios ambientais de satélites e subsistemas do Programa Espacial Brasileiro, além de ter como clientes empresas e institutos de pesquisa.

O MTF é acreditado pela Cgcre (Coordenação Geral de Acreditação do INMETRO) nas áreas de temperatura, umidade, vácuo, vibração e acústica, e busca capacitar-se para manter-se atualizado com o desenvolvimento de novos métodos de calibração, utilizar novos dispositivos para aumentar a confiabilidade dos resultados na execução da calibração de Temperatura e Umidade, otimizar o tempo e recursos gastos, implementar melhorias nos procedimentos de calibração seguindo a norma NBR ISO/IEC 17025:2017 “Requisitos gerais para competência de laboratórios de Ensaio e Calibração”, planilhas de cálculo de incerteza baseado no “Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement”, adotar melhorias nos

processos para garantir a rastreabilidade e qualidade dos instrumentos utilizados para a Montagem, Integração e Testes.

## **2. RESUMO DO PROJETO**

Visando atender uma necessidade do Laboratório de Integração e Testes em adequar os processos de calibração executados no Laboratório de Metrologia Física, é necessário implementar técnicas de calibração, dispositivos, procedimentos e planilhas de cálculo de incerteza para garantir rastreabilidade e qualidade dos instrumentos utilizados na Montagem, Integração e Testes de Satélite.

Este trabalho visa analisar os métodos de calibração de medidores de umidade que são utilizados em conjunto com o gerador de ponto de orvalho para a Área de Metrologia do LIT.

Desta forma, o bolsista participou das seguintes atividades:

- 1) Avaliação do sistema de geração do ponto de orvalho;
- 2) Identificação dos tipos de equipamentos para medição de umidade que demandam calibração no sistema de geração de ponto de orvalho.

## **3. OBJETIVO**

O objetivo desta concessão de bolsa foi avaliar o método de calibração de medidores de umidade adotados pelo laboratório, para posteriormente ampliar a abrangência do método de calibração de medidores de umidade e identificar os equipamentos de medição de umidade que demandam calibração no dispositivo, principalmente aqueles utilizados pelo INPE/LIT para a montagem, integração e testes de dispositivos espaciais, além de aumentar o escopo de calibração de umidade na Área de Metrologia do LIT.

## 4. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS DURANTE O PERÍODO DA BOLSA

As atividades desenvolvidas pelo bolsista no laboratório tiveram o objetivo de promover o entendimento sobre Ponto de Orvalho, enfatizando o estudo sobre sua importância nas calibrações de umidade. Posteriormente foi avaliado o Sistema de Geração de Ponto de Orvalho e identificado os equipamentos para medição de umidade que demandam calibração nesse Sistema, desenvolvido para atender às solicitações de calibração para os programas espaciais e também do Laboratório de Metrologia do LIT para se capacitar em calibração de equipamentos, medidores e sensores usados na Integração e Testes de Satélites.

A Área busca implementar melhorias em seu sistema de calibração de Umidade com a utilização do gerador de ponto de orvalho em conjunto com o dispositivo fixador de medidores de umidade, otimizando o tempo e os recursos, respeitando o plano de trabalho proposto descrito abaixo.

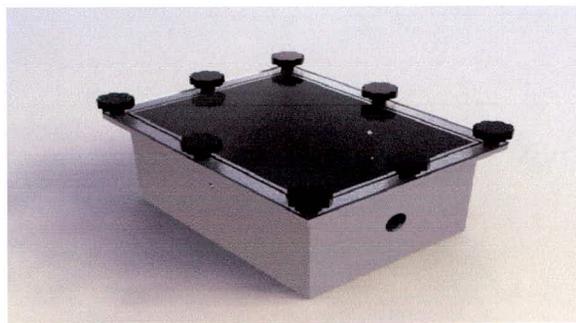
### 4.1 AVALIAÇÃO DO SISTEMA DE GERAÇÃO DE PONTO DE ORVALHO

Nesta etapa o bolsista avaliou o Dispositivo para fixação e calibração de medidores de umidade, possibilitando a calibração de diferentes medidores de umidade, tendo em vista o tamanho e as limitações do o antigo dispositivo.



*Figura 3. Sistema de calibração utilizando o dispositivo de fixação*

Desenvolvido na Área de Metrologia do Laboratório de Integração e Testes (LIT) e confeccionado com a ajuda do Serviço de Manufatura (SMF) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), o Dispositivo para fixação e calibração de medidores de umidade consiste em uma estrutura de aço inox de 280x430x128 mm com tampa de acrílico para vedação e acesso ao interior do dispositivo, possibilitando realizar calibrações de higrômetros e termo-higrômetros que possuam sensores internos ligados à eletrônica, além de ser um meio térmico estável e com fluxo de ar constante.



*Figura 1. Desenho ilustrativo do dispositivo de fixação*



*Figura 2. Dispositivo para fixação e calibração de medidores de umidade – Vista frontal*

O sistema de calibração é formado por um higrômetro óptico de ponto de orvalho S4000, um gerador de ponto de orvalho DG-4, um pressurizador PSD-2, um compressor de ar.

## **4.2 IDENTIFICAÇÃO DOS TIPOS DE EQUIPAMENTOS PARA MEDIÇÃO DE UMIDADE QUE DEMANDAM CALIBRAÇÃO NO SISTEMA DE GERAÇÃO DE PONTO DE ORVALHO.**

Os tipos de equipamentos que demandam calibração no Sistema de geração de Ponto de Orvalho são:

- Sondas de umidade
- Higrômetros
- termo-higrômetros

Além de Medidores com sensores internos e sondas de variados diâmetros. O dispositivo permite que a sonda seja calibrada separadamente do equipamento de medição.

## **5. RESULTADOS OBTIDOS EM FUNÇÃO DO PLANO DE TRABALHO PROPOSTO**

O principal resultado obtido foi compreender sobre Ponto de Orvalho, Importante para as calibrações de Umidade, para entender o funcionamento do Sistema de Geração de Ponto de Orvalho. Deste modo foi possível avaliar os métodos de calibração de higrômetro a fim de atender as demandas dos programas espaciais. São algumas das metas concluídas com sucesso:

- Avaliação do Sistema de Geração de Ponto de Orvalho
- Identificação dos tipos de equipamentos para medição de umidade que demandam calibração no Sistema de Geração de Ponto de Orvalho
- Utilização do gerador de ponto de orvalho DG-4 para Calibração e ajuste de Termo-higrômetro no Dispositivo de fixação.

## **6. CONCLUSÕES GERAIS**

Por meio do projeto de desenvolvimento de método de calibração de higrômetro, foram implementadas melhorias na área de calibração de higrômetros,



termo-higrômetros e sondas de umidade, instrumentos utilizados pelo laboratório de metrologia física e nos programas espaciais do INPE/LIT.

Conclui-se que no período vigente deste projeto, o bolsista realizou as atividades contempladas com êxito satisfazendo os itens propostos 4.1 e 4.2 constantes no plano de trabalho.

São José dos Campos-SP, 18 de janeiro de 2019

*Rodrigo Motta de Oliveira*

Bolsista: [Rodrigo Motta de Oliveira]

*Ricardo Suterio*

Supervisor(a): [Ricardo Suterio]

*Ricardo Suterio*

Coordenador(a) PCI da área: [Ricardo Suterio]