



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

**[Referente ao período: 01/03/2016 a 31/03/2018]**

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

**Número do Processo Individual: [300086/2016-4]**

**Bolsista: [Felipe de Oliveira Coelho]**

**Supervisor: [Marco Antônio Strobino]**

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

**Vigência original da bolsa: [01/03/2016 a 28/02/2019]**

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



## RELATÓRIO TÉCNICO

### MONITORAMENTO DOS EQUIPAMENTOS UTILIZADOS NOS ENSAIOS DE EMI/EMC ANTENAS E TELECOM

#### 1) Histórico

##### 1.1. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE

O INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais promove e executa estudos, pesquisas científicas, desenvolvimento tecnológico e capacitação de recursos humanos, nos campos da Ciência Espacial e da Atmosfera, das Aplicações Espaciais, da Meteorologia e da Engenharia e Tecnologia Espacial, conforme as políticas e diretrizes definidas pelo Ministério da Ciência e Tecnologia.

###### 1.1.1. Missão

Produzir ciência e tecnologia na área espacial e do ambiente terrestre e oferecer produtos e serviços singulares em benefício do Brasil.

###### 1.1.2. Visão

Ser referência nacional e internacional nas áreas espacial e ambiente terrestre pela geração de conhecimento e pelo atendimento e antecipação das demandas de desenvolvimento e de qualidade de vida da sociedade brasileira.

###### 1.1.3. Valores

Com base em princípios de ética, transparência e integridade, o INPE defende, preserva e promove um conjunto de valores que orientam continuamente suas estratégias e ações:

- Excelência: eficácia, eficiência, efetividade, qualidade e pioneirismo na execução de suas atividades.
- Pluralidade: respeito à diversidade de ideias e opiniões e estímulo à criatividade em harmonia com a missão institucional.



- **Cooperação:** valorização das alianças institucionais para compartilhar competências, definir e atingir objetivos comuns.
- **Valorização das pessoas:** reconhecimento de que o desempenho do Instituto depende do desenvolvimento, da valorização, do bem-estar e da realização profissional do seu capital humano.
- **Comprometimento:** compromisso dos profissionais com o atendimento dos objetivos institucionais e com a realização de propósitos comuns e duradouros.
- **Comunicação:** interação permanente com a sociedade para atendimento de suas necessidades e divulgação dos resultados do Instituto, facilitando o acesso à informação, produtos e serviços gerados.
- **Responsabilidade socioambiental:** atuação balizada pela ética, pela transparência e pelo respeito à sociedade, ao ambiente, à diversidade e ao desenvolvimento sustentável.

## **1.2. Laboratório de Integração e Testes - LIT**

O LIT - Laboratório de Integração e Testes, situado no INPE em São José dos Campos – SP, foi especialmente projetado e construído para atender as 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.

LIT desenvolve e/ou participa de um conjunto de complexos programas espaciais, assumindo a responsabilidade direta ou indireta, de realizar a etapa de Montagem, Integração e Testes dos sistemas em desenvolvimento.

O LIT está capacitado para realizar ensaios dinâmicos (vibração, acústica, separação e abertura de apêndices) e ensaios térmicos em vácuo e ciclagem térmica. Também realiza testes de compatibilidade e interferência eletromagnéticas, verifica o desempenho de antenas, faz o alinhamento mecânico, ensaios de vazamento em sistemas de propulsão de satélites e a determinação das propriedades de massa de equipamentos espaciais, medidas de contaminação para garantir o grau de limpeza de suas áreas limpas e câmaras vácuo-térmicas.



Nos programas espaciais da instituição a Área de Interferência Eletromagnética e Compatibilidade Eletromagnética (EMI/EMC) tem como objetivo realizar ensaios de EMI/EMC que visam medir o nível de interferência produzido por um equipamento verificando seu comportamento quando submetido a certos níveis de campo, pré-determinados por normas, tentando-se simular as condições críticas do ambiente para se assegurar que o equipamento está apto a operar em um determinado ambiente, verificando se equipamentos emitem ou são suscetíveis a perturbações eletromagnéticas estão aptos a operar num determinado ambiente, com outros equipamentos ao seu redor e sob fatores ambientais presentes neste meio.

## 2) Resumo do Projeto

Um dos principais objetivos estratégicos do plano diretor é capacitar o Laboratório de Integração e Testes (LIT) para atender às atividades de montagem, integração, testes e qualificação requeridos pelos satélites brasileiros.

Para os próximos anos, com previsão de lançamento em 2018, estão previstos a realização dos ensaios nos satélites CBERS 4A e Amazônia 1.

O Amazônia-1 é o primeiro satélite de Observação da Terra a ser integralmente projetado, integrado, testado e operado pelo Brasil.

Estes satélites serão testados no Laboratório de Interferência e Compatibilidade Eletromagnética do LIT. Pela não disponibilidade de profissionais em quantidade e competência faz-se necessário o engajamento de profissionais para a realização das atividades previstas neste projeto.

A fim de garantir a execução dos ensaios nos satélites CBERS 4A e Amazônia 1 no tempo determinado e a confiabilidade dos resultados, o laboratório deve manter equipamentos devidamente calibrados e verificados nas faixas de trabalho a serem consideradas durante os ensaios o laboratório teve a necessidade de contratar um bolsista para atender a demanda das atividades relacionadas a seguir:

- 1 - Estudo dos procedimentos de ensaios de Interferência e Compatibilidade Eletromagnética e de gestão da qualidade do Laboratório;



2 - Elaboração do plano de calibração e verificação dos equipamentos que serão utilizados nos ensaios de EMI/EMC, incluindo os ensaios dos satélites CBERS 4A e Amazônia 1;

3 - Participação da realização dos ensaios de Interferência e Compatibilidade Eletromagnética dos satélites CBERS 4A e Amazônia 1;

4 - Registro e tratamento de não conformidades geradas durante a realização dos ensaios dos satélites CBERS 4A e Amazônia 1.

### **3) Objetivo**

Este relatório tem como objetivo descrever as atividades desenvolvidas pelo bolsista no Laboratório de EMI/EMC no período de 01 de março de 2016 a 31 de março de 2018 referentes ao plano de trabalho proposto e apresentar os resultados obtidos.

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

#### **4.1 Estudo dos procedimentos de ensaios de Interferência e Compatibilidade Eletromagnética e de gestão da qualidade do Laboratório.**

A análise dos procedimentos de ensaios de Interferência e Compatibilidade Eletromagnética e de gestão da qualidade é de total importância para o bom funcionamento do laboratório e execução dos testes dentro e fora das câmaras anecóicas.

O Sistema de Gestão da Qualidade do Laboratório LIT foi implementado conforme a norma ABNT NBR ISO/IEC 17025 Requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaio e calibração.

Durante o período vigente o bolsista efetuou o estudo dos procedimentos de ensaios de interferência e compatibilidade eletromagnética baseados em normas e limites internacionais bem como o estudo dos procedimentos do sistema de gestão da qualidade visando o entendimento de uma melhor gestão de qualidade.

Dentre os procedimentos estudados/analizados destacam esses:

- ✓ LIT03-LIT03-TP-094 - Procedimento da Norma IEC 61000-4-3 Calibração de Campo Uniforme de Ensaio de Imunidade Radiada;
- ✓ LIT03-LIT03-TP-101 - Procedimento de Teste Imunidade Conduzida IEC 61000-4-6;
- ✓ LIT03-LIT03-TP-136 - Procedimento de Teste Imunidade Conduzida CS 114 – MIL-STD-461E ou MIL-STD-461F(Específico para testes dos satélites CBERS ou PMM).

No LIT é disponibilizado um sistema de informação, chamado e-LIT, desenvolvido para o acesso e consulta de documentos: procedimentos técnicos e de gestão, validações de softwares, normas técnicas e de gestão. A figura 1 apresenta exemplos de procedimentos e normas disponíveis.

The image shows a screenshot of the e-LIT system interface. On the left, a document form is displayed with the following details:

- PROGRAMA / PROGRAM:** LIT03-LIT03-TP-101
- DOCUMENTO / DOCUMENT NO.:** LIT03-LIT03-TP-101
- PÁGINA / PAGE:** 1
- VERSÃO / ISSUE:** 5
- TÍTULO / TITLE:** Procedimento de Teste Imunidade Conduzida IEC 61000-4-6
- CÓDIGO / CODE A.P.:** (Empty field)
- APPROVALS:** A table with columns for 'PREPARADO POR / PREPARED BY' and 'APROVADO POR / APPROVED BY'. It lists several individuals with their names, titles, and dates of approval.

On the right, the document title is shown in large letters: **NORMA BRASILEIRA ABNT NBR ISO/IEC 17025**. Below this, it indicates the second edition (Segunda edição) from 30.09.2005, valid from 31.10.2005, and a revised version (Versão corrigida) from 25.09.2006.

The main title of the document is **Requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaio e calibração** (General requirements for the competence of testing and calibration laboratories).

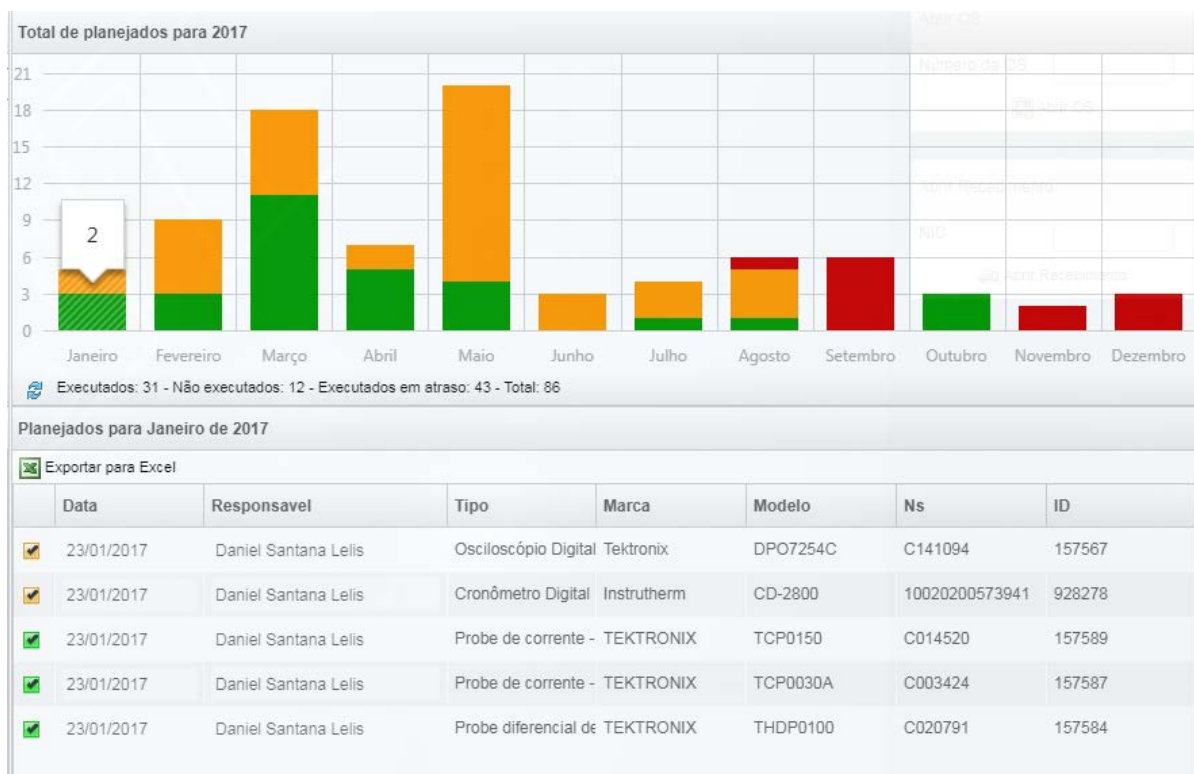
There are two red stamps: one on the left document form that says 'CÓPIA CONTROLADA Nº 0004 de 01/07/2016' and another on the right that says 'CÓPIA CONTROLADA Nº 0004 de 01/07/2016'.

Figura 1 – Normas e Procedimentos visualizados no sistema e-LIT

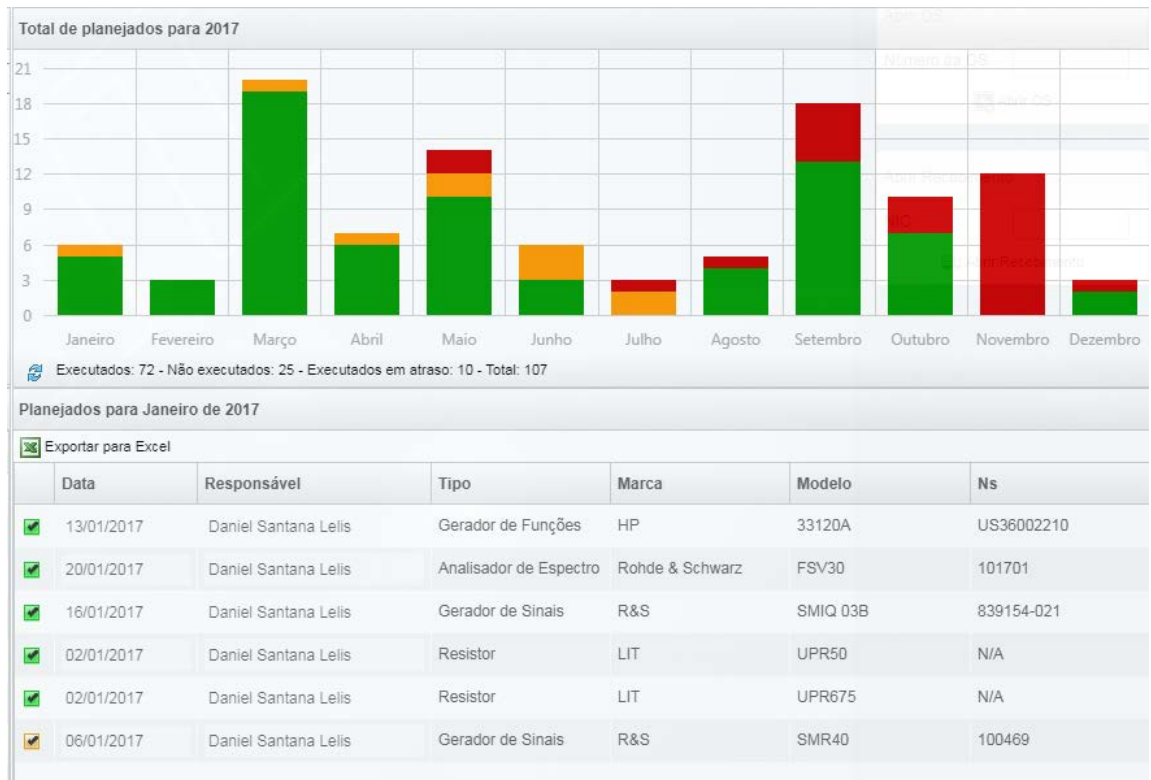
## 4.2 Elaboração do plano de calibração e verificação dos equipamentos que serão utilizados nos ensaios de EMI/EMC, incluindo os ensaios dos satélites CBERS 4A e Amazônia 1.

No período vigente da bolsa, o bolsista auxiliou a equipe do laboratório na elaboração dos planos de calibração e verificação dos equipamentos utilizados nos ensaios de EMI/EMC, inclusive os equipamentos a serem utilizados nos satélites CBERS 4A e Amazônia 1

Os equipamentos utilizados pela Área de EMI/EMC/Antenas e Telecomunicações do LIT, são cadastrados no Sistema de Informação eLIT – módulo LAB - Equipamentos, que contém os dados de todos os equipamentos e o histórico de datas de calibração, manutenção etc.



**Figura 2 – Plano de Calibração de Equipamentos 2017 - Sistema e-LIT**



**Figura 3 – Plano de Verificação Intermediária de Equipamentos 2017 - Sistema e-LIT**

Além da elaboração dos planos, o bolsista auxiliou a equipe nas configurações, monitorações e verificações de equipamentos utilizados nos ensaios de EMI/EMC. Neste período, o bolsista ficou responsável pela verificação periódica do estado de utilização e conservação dos diversos tipos de equipamentos que são utilizados durante os ensaios no laboratório.

As verificações dos equipamentos do laboratório de EMI/EMC/Antenas e Telecomunicações são realizadas a fim de assegurar o bom funcionamento desses equipamentos, assim como garantir a manutenção da confiança na situação da calibração.

Deve-se realizar a verificação intermediária na faixa de trabalho do equipamento ou em casos específicos realizar a verificação apenas na faixa de uso, porém com justificativa para a faixa de exclusão.

As medições devem ser realizadas conforme pontos de medição do certificado de calibração ou Manual de Operação do equipamento.



As verificações podem ser realizadas de acordo com a necessidade de cada equipamento ou determinação do gerente técnico do laboratório.

Esta atividade tem vital importância e deve ser realizada em todos os instrumentos de medição que tiverem influência na exatidão ou validade dos ensaios. Caso houver alguma faixa de trabalho dos equipamentos que não contemplem níveis satisfatórios dentro do especificado pelo fabricante possa ser tomadas medidas mais profundas como uma eventual calibração ou manutenção.

A seguir estão listados alguns equipamento verificados no período da bolsa.

#### ✓ **Analísadores de Espectro**

O Analísador de Espectro é um instrumento eletrônico utilizado para a análise de sinais alternados no domínio da frequência para se conhecer as componentes harmônicas, indicando geralmente a informação contida no sinal de forma direta, tais como a tensão, a potência, o período e a frequência.

Há diversos tipos de testes e medições que podem ser feitos com um Analísador de Espectro. Os três mais comuns são as medições de modulação, distorção e ruído.

#### ***Gerador de Rastreamento (Tracking Generator)***

O Tracking Generator é uma fonte de sinal utilizada com Analísadores de Espectro para medições de resposta a estímulos (medições de rede).

Entre as características de transferência que podem ser medidas estão a resposta em frequência, a perda de retorno, perda de conversão e ganho versus frequência.

A saída do Tracking (fonte de sinal) é conectada à entrada do **DUT** (dispositivo sob teste) e a resposta é medida pelo analisador (receptor).

O Tracking Generator acompanha o Analísador conforme este avança em sua varredura, de forma a permitir a medição das características de transferência do satélite ou de seus subsistemas. Na figura 4 temos um modelo de Analísador de Espectro.



**Figura 4 – Spectrum Analyzer Rohde-Schwarz**

Desta maneira, os analisadores de espectro, devem periodicamente sofrer verificações de diversas maneiras, para garantir seu bom estado de conservação e utilização, tendo em mente a qualidade da medida realizada. Segue exemplo de verificação nas figuras 5 e 6:

**Dados da Verificação**

MEDIÇÃO DE FREQUÊNCIA						
Frequência		Valor Medido		Erro (dB)	Especificação (dB)	Laudo
100,00	kHz	100,0006	kHz	0,000600	0,00001	OK
1,00	MHz	1,000002	MHz	0,000002	0,00001	OK
10,00	MHz	10,000014	MHz	0,000014	0,00001	OK
50,00	MHz	50,000076	MHz	0,000076	0,00001	OK
100,00	MHz	100,000151	MHz	0,000151	0,00001	OK
1,00	GHz	1,000001508	GHz	0,000002	0,000001	OK
1,30	GHz	1,300001958	GHz	0,000002	0,000001	OK
2,00	GHz	2,000003006	GHz	0,000003	0,000001	OK
3,00	GHz	3,00000451	GHz	0,000005	0,000001	OK

MEDIÇÃO DE FREQUÊNCIA					
Frequência	Valor Certificado	Valor Medido	Erro (dB)	Especificação (dB)	Laudo
10,00 MHz	9,99999 MHz	10,0000007 MHz	0,0000107	0,00001	OK

**Figura 5 – Dados da verificação do equipamento ESPI - Parte 1**

LINEARIDADE EM NÍVEL @ 100 kHz					
Frequência	Valor Nominal (dBm)	Valor Medido (dBm)	Erro (dB)	Especificação (dB)	Laudo
100,00 kHz	-10	-9,98	0,02	1,5	OK
100,00 kHz	-20	-19,92	0,08	1,5	OK
100,00 kHz	-30	-29,98	0,02	1,5	OK

LINEARIDADE EM NÍVEL @ 1 MHz					
Frequência	Valor Nominal (dBm)	Valor Medido (dBm)	Erro (dB)	Especificação (dB)	Laudo
1,00 MHz	-10	-10,05	0,05	1,5	OK
1,00 MHz	-20	-19,96	0,04	1,5	OK
1,00 MHz	-30	-30,02	0,02	1,5	OK

LINEARIDADE EM NÍVEL @ 10 MHz					
Frequência	Valor Nominal (dBm)	Valor Medido (dBm)	Erro (dB)	Especificação (dB)	Laudo
10,00 MHz	-10	-10,01	0,01	1,5	OK
10,00 MHz	-20	-19,98	0,02	1,5	OK
10,00 MHz	-30	-30,05	0,05	1,5	OK

**Figura 6 – Dados da verificação do equipamento ESPI - Parte 2**

### ✓ Geradores de Rádio Frequência

Os geradores de Rádio Frequência ou RF são instrumentos de prova cuja finalidade é gerar sinais para o teste e avaliação de circuitos de altas frequências. Esses geradores são usados também no ajuste de receptores e transmissores do satélites bem como de seus subsistemas que possuam etapas de RF.

Os geradores de RF produzem tipicamente sinais de 100 kHz até dezenas ou mesmo centenas de mega-hertz, conforme a aplicações. Muitos têm a opção de gerar sinais modulados em amplitude ou frequência, normalmente com frequências padronizadas de modulação de 400 Hz ou 1 kHz. Outro controle importante desse tipo de instrumento é o que ajusta a amplitude do sinal entre alguns microvolts até alguns volts pico a pico (p-p). Em muitos casos, os Geradores de Funções podem ser usados com a mesma finalidade do gerador de RF na prova de circuitos de altas frequências. Deve-se ainda observar como característica importante desse instrumento sua impedância de saída, normalmente de 50 ohms. Essa impedância se adapta normalmente às entradas de antena de receptores que devem ser testados.



**Figura 7 – Gerador de Sinal Rohde-Schwarz SMB100 A**

**Dados da Verificação**

CONJUNTO DE 1 GHz - 2 GHz										
FREQUÊNCIA	CAMPO MEDIDO	POWER METER NRP2		GERADOR SMB 100A	CALCULADO	ANTENA HORN 1	CALCULADO		GANHO DO AMPLIFICADOR	
	HI 6153	Ant In Fwd W	Amp In dBm	Gen Out dBm	EIRP (W)	GANHO NUMERICO	P FWD (W)	P FWD (dBm)	Calculado	Certificado
GHz	V/m									
1,00	91,79	17,41	-13,90	-13,10	280,85	20,89	13,44	41,28	55,18	56,35
1,10	91,27	18,11	-14,00	-13,20	277,67	20,89	13,29	41,24	55,24	55,21
1,20	91,23	14,45	-14,60	-13,80	277,43	20,89	13,28	41,23	55,83	57,12
1,30	89,70	10,12	-15,80	-15,00	268,20	20,89	12,84	41,08	56,88	56,32
1,40	91,04	12,04	-15,90	-15,00	276,28	20,89	13,22	41,21	57,11	54,25
1,50	91,08	11,37	-15,30	-14,40	276,52	20,89	13,24	41,22	56,52	55,13
1,60	90,83	9,12	-16,40	-15,50	275,00	20,89	13,16	41,19	57,59	54,12
1,70	91,22	9,48	-16,10	-15,10	277,37	20,89	13,28	41,23	57,33	55,05
1,80	91,10	10,81	-15,00	-14,00	276,64	20,89	13,24	41,22	56,22	55,10
1,90	92,54	10,52	-15,40	-14,40	285,46	20,89	13,66	41,36	56,76	54,68
2,00	90,35	9,84	-15,50	-14,50	272,10	20,89	13,02	41,15	56,65	55,79

CONJUNTO DE 2 GHz - 4 GHz										
FREQUÊNCIA	CAMPO MEDIDO	POWER METER NRP2		GERADOR SMB 100A	CALCULADO	ANTENA HORN 2	CALCULADO		GANHO DO AMPLIFICADOR	
	HI 6153	Ant In Fwd W	Amp In dBm	Gen Out dBm	EIRP (W)	GANHO NUMERICO	P FWD (W)	P FWD (dBm)	Calculado	Certificado
GHz	V/m									
2,00	92,59	12,35	-24,90	-23,00	285,76	63,10	14,37	41,57	66,47	69,01
2,20	91,29	12,47	-28,70	-26,70	277,80	63,10	4,40	36,44	65,14	71,89
2,40	91,82	11,76	-30,60	-28,60	281,03	63,10	4,45	36,49	67,09	72,58
2,60	91,17	11,74	-28,60	-26,60	277,07	63,10	4,39	36,43	65,03	70,50
2,80	91,32	13,13	-26,20	-24,10	277,98	63,10	4,41	36,44	62,64	66,55
3,00	89,80	11,02	-27,60	-25,40	268,80	63,10	4,26	36,29	63,89	68,33
3,20	90,80	9,89	-28,60	-26,30	274,82	63,10	4,36	36,39	64,99	67,45
3,40	90,92	8,39	-28,10	-25,70	275,55	63,10	4,37	36,40	64,50	65,35
3,60	91,17	9,21	-27,30	-24,80	277,07	63,10	4,39	36,43	63,73	68,25
3,80	91,13	8,44	-28,70	-26,20	276,82	63,10	4,39	36,42	65,12	66,25
4,00	91,20	7,16	-29,80	-27,10	277,25	63,10	4,39	36,43	66,23	66,48

**Figura 8 – Dados da verificação do equipamento Rohde-Schwarz SMB100 A**

✓ **Power Metter e Power Sensor**

Este tipo de equipamento tem como função, verificar com grande certeza, a amplitude de sinal gerada por um determinado equipamento (por exemplo, um gerador de frequência, ou pelo próprio satélite testado). Com este equipamento, podemos ter medida com alto nível de precisão, desta maneira, este tipo de equipamento tem a necessidade de verificações periódicas detalhadas na sua leitura de amplitude em diversas frequências diferentes. Por se tratar de um equipamento muito sensível, seu manuseio deve ser realizado com extrema cautela.



**Figura 9 – Power Metter e Power Sensor Rohde-Schwarz NRP2**

### Dados da Verificação

CONJUNTO DE 1 GHz - 2 GHz										
	CAMPO MEDIDO	POWER METER NRP2		GERADOR SMB 100A	CALCULADO	ANTENA HORN 1	CALCULADO		GANHO DO AMPLIFICADOR	
FREQUÊNCIA	HI 6153	Ant In Fwd W	Amp In dBm	Gen Out dBm	EIRP (W)	GANHO NUMERICO	P FWD (W)	P FWD (dBm)	Calculado	Certificado
GHz	V/m									
1,00	91,79	17,41	-13,90	-13,10	280,85	20,89	13,44	41,28	55,18	56,35
1,10	91,27	18,11	-14,00	-13,20	277,67	20,89	13,29	41,24	55,24	55,21
1,20	91,23	14,45	-14,60	-13,80	277,43	20,89	13,28	41,23	55,83	57,12
1,30	89,70	10,12	-15,80	-15,00	268,20	20,89	12,84	41,08	56,88	56,32
1,40	91,04	12,04	-15,90	-15,00	276,28	20,89	13,22	41,21	57,11	54,25
1,50	91,08	11,37	-15,30	-14,40	276,52	20,89	13,24	41,22	56,52	55,13
1,60	90,83	9,12	-16,40	-15,50	275,00	20,89	13,16	41,19	57,59	54,12
1,70	91,22	9,48	-16,10	-15,10	277,37	20,89	13,28	41,23	57,33	55,05
1,80	91,10	10,81	-15,00	-14,00	276,64	20,89	13,24	41,22	56,22	55,10
1,90	92,54	10,52	-15,40	-14,40	285,46	20,89	13,66	41,36	56,76	54,68
2,00	90,35	9,84	-15,50	-14,50	272,10	20,89	13,02	41,15	56,65	55,79

CONJUNTO DE 2 GHz - 4 GHz										
	CAMPO MEDIDO	POWER METER NRP2		GERADOR SMB 100A	CALCULADO	ANTENA HORN 2	CALCULADO		GANHO DO AMPLIFICADOR	
FREQUÊNCIA	HI 6153	Ant In Fwd W	Amp In dBm	Gen Out dBm	EIRP (W)	GANHO NUMERICO	P FWD (W)	P FWD (dBm)	Calculado	Certificado
GHz	V/m									
2,00	92,59	12,35	-24,90	-23,00	285,76	63,10	14,37	41,57	66,47	69,01
2,20	91,29	12,47	-28,70	-26,70	277,80	63,10	4,40	36,44	65,14	71,89
2,40	91,82	11,76	-30,60	-28,60	281,03	63,10	4,45	36,49	67,09	72,58
2,60	91,17	11,74	-28,60	-26,60	277,07	63,10	4,39	36,43	65,03	70,50
2,80	91,32	13,13	-26,20	-24,10	277,98	63,10	4,41	36,44	62,64	66,55
3,00	89,80	11,02	-27,60	-25,40	268,80	63,10	4,26	36,29	63,89	68,33
3,20	90,80	9,89	-28,60	-26,30	274,82	63,10	4,36	36,39	64,99	67,45
3,40	90,92	8,39	-28,10	-25,70	275,55	63,10	4,37	36,40	64,50	65,35
3,60	91,17	9,21	-27,30	-24,80	277,07	63,10	4,39	36,43	63,73	68,25
3,80	91,13	8,44	-28,70	-26,20	276,82	63,10	4,39	36,42	65,12	66,25
4,00	91,20	7,16	-29,80	-27,10	277,25	63,10	4,39	36,43	66,23	66,48

**Figura 10 – Dados da verificação do equipamento Rohde-Schwarz NRP2**

Devido ao atraso no cronograma dos projetos de integração dos satélites CBERS 4A e Amazônia 1, não foram realizadas as etapas 3 e 4 descritas no item 2 desse relatório. Porém durante o período de vigência da bolsa o bolsista acompanhou a execução de ensaios de interferência e compatibilidade em outros equipamentos/subsistemas, um exemplo foi o ensaio realizado no equipamento Comutadora da Antena DF-VUHF, conforme a norma MIL-STD-461F também utilizada para testes de interferência e compatibilidade em satélites e subsistemas.

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

Os resultados obtidos durante o período de vigência da bolsa estão descritos abaixo:



O estudo dos procedimentos de ensaios, primeira etapa do plano de trabalho proposto, resultou maior dinamismo na realização dos ensaios de EMI/EMC, devido algumas revisões auxiliadas pelo bolsista.

A execução da segunda etapa do plano de trabalho proposto "*Elaboração do plano de calibração e verificação dos equipamentos que serão utilizados nos ensaios de EMI/EMC*", assegura a rastreabilidade dos equipamentos utilizados nos ensaios de interferência e compatibilidade eletromagnética dos satélites dos programas espaciais, garantindo a melhor utilização dos equipamentos do laboratório, com a realização, sempre que necessário manutenções preventivas, fazendo assim, com que todo o cronograma de ensaios seja atendido com equipamentos devidamente calibrados/verificados.

Durante a vigência da bolsa não foram realizados os ensaios nos satélites e em seus subsistemas, conforme previsto no plano de trabalho por motivo de atraso no cronograma. Todavia não houve comprometimento ao plano de trabalho, pois, as atividades foram realizadas em outros equipamentos.

## 6) Conclusões Gerais

Conclui-se que durante o período vigente, realizando as atividades no laboratório EMI/EMC do LIT, foram cumpridas as tarefas previstas no cronograma de execução do plano de trabalho para o período. Com a execução das atividades realizadas pelo bolsista, concluímos que o Laboratório de EMI/EMC está preparado para a realização dos ensaios dos satélites CBERS 4A e Amazônia 1.

Até a presente data o bolsista alcançou os objetivos propostos pelo plano de trabalho.

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

*Felipe de Oliveira Coelho*

Bolsista: [Felipe de Oliveira Coelho]

*Marco Antônio Strobino*

Supervisor(a): [Marco Antônio Strobino]

Ricardo Suterio

Coordenador do PCI/LIT

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