



## **GERENCIAMENTO DA INFORMAÇÃO E CONFIGURAÇÃO APLICADOS AO PROJETO NANOSATC-BR2**

### **RELATÓRIO FINAL DE PROJETO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA (PIBITI/CNPq/INPE)**

**Tiago Travi Farias**  
(UFSM – Bolsista PIBITI/INPE – CNPq/MCTI)  
**E-mail:** tiago.travi.farias@gmail.com

**Dr. Nelson Jorge Schuch**  
Orientador  
**Centro Regional Sul de Pesquisas Espaciais**  
CRS/INPE – MCTI  
**Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais**  
INPE - MCTI  
**E-mail:** njschuch@lacsme.ufsm.br

Julho de 2015



## **DADOS DE IDENTIFICAÇÃO**

**Título:**

**GERENCIAMENTO DA INFORMAÇÃO E CONFIGURAÇÃO  
APLICADOS AO PROJETO NANOSATC-BR2**

**Processo:** 165612/2014-2

**Aluno Bolsista no período de Novembro/14 a Julho/15**

**Tiago Travi Farias**

Acadêmico do Curso de Engenharia de Produção

Centro de Tecnologia – CT/UFSM

Universidade Federal de Santa Maria – UFSM

**Orientador:**

**Dr. Nelson Jorge Schuch**

Centro Regional Sul de Pesquisas Espaciais - CRS/INPE – MCTI

**Co-Orientador:**

**Dr. Eng. Otávio S. C. Durão**

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE/MCTI

**Colaboradores:**

**Guilherme Paul Jaenisch**

Acadêmico do Curso de Engenharia Mecânica da UFSM

**Marcos Laurindo Dal Piaz**

Acadêmico do Curso de Engenharia de Produção da UFSM

**Leonardo Zavareze da Costa**

Acadêmico do Curso de Engenharia Elétrica da UFSM

**Iago Camargo Silveira**

Acadêmico do Curso de Engenharia Mecânica da UFSM

**Lucas Lourencena Caldas Franke**

Graduado em Engenharia Mecânica da UFSM

**Maurício Ricardo Balestrin**

Graduado em Engenharia Mecânica da UFSM



**Locais de Trabalho/Execução do Projeto:**

- Laboratório de Radiofrequência e Comunicações - LRC/CRS/INPE – MCTI

Trabalho desenvolvido no âmbito da Parceria e Convênio: INPE/MCT – UFSM, pelo Laboratório de Ciências Espaciais de Santa Maria – LACESM/CT – UFSM.

## **AGRADECIMENTOS**

Gostaria de agradecer primeiro ao Dr. Nelson Jorge Schuch, Pesquisador Titular Sênior III do Centro Regional Sul de Pesquisas Espaciais – CRS/INPE – MCTI, meu Orientador e Mentor, pela oportunidade e confiança de poder participar deste grande Programa NANOSATC-BR, Desenvolvimento de CubeSats, sempre disposto a tirar dúvidas e ajudar nos trabalhos realizados dentro da Instituição.

Meus sinceros agradecimentos:

Aos servidores do CRS/INPE – MCTI tanto pela infraestrutura disponibilizada, quanto ao apoio e atenção dos funcionários.

Ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica – PIBITI/INPE – CNPq e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, bem como ao Coordenador do Programa PIBITI/INPE – CNPq/MCTI pela aprovação do Projeto de Pesquisa, o qual me possibilitou a começar no ramo da pesquisa, Iniciação Científica, Tecnológica & Inovação, com um crescimento tanto profissional como pessoal.

Aos meus colaboradores e colegas por sempre estarem dispostos a colaborar e enriquecer meu projeto de pesquisa, apesar dos compromissos paralelos sempre estavam prontos para conversar, debater e dar ideias ao projeto.

Aos meus amigos, namorada e família, principalmente a meus pais Ivo Getúlio Lazzari Farias e Jaqueline Travi Farias, pelo apoio, colaboração e incentivo nas atividades e estudos realizados.

Estudante

## Tiago Travi Farias

Endereço para acessar este espelho: [dgp.cnpq.br/dgpl/espelho/7794549117333980](http://dgp.cnpq.br/dgpl/espelho/7794549117333980)

### Dados Gerais

Nome em citações bibliográficas: FARIAS, T. T.

#### Nível de Treinamento

Áreas de atuação: 

- Engenharia de Produção
- Nanossatélites

Bolsista CNPq: 

- IT

Última atualização do Currículo Lattes: 08/06/2015

Contato:

Homepage:

### Grupos de pesquisa em que atua

Nome do grupo	Instituição	Ações
Clima Espacial, Interações Sol -Terra, Magnetosferas, Geoespaço, Geomagnetismo: Nanosatélites	INPE	

### Linhas de pesquisa em que atua

Linha de pesquisa	Nome do grupo	Ações
DESENVOLVIMENTO DE NANOSATÉLITES - CubeSats: NANOSATC-BR	Clima Espacial, Interações Sol -Terra, Magnetosferas, Geoespaço, Geomagnetismo: Nanosatélites	

### Orientadores participantes de grupos de pesquisa

Orientador	Grupo de pesquisa	Ações
Nelson Jorge Schuch	Clima Espacial, Interações Sol -Terra, Magnetosferas, Geoespaço, Geomagnetismo: Nanosatélites	

### Grupos de pesquisa de que é egresso

Nome do grupo	Instituição	Ações
Nenhum registro adicionado		

### Indicadores de produção

Indicadores: [Visualizar](#)

## RESUMO

O Relatório apresenta as atividades e os estudos realizados por **Tiago Travi Farias**, graduando do curso de Engenharia de Produção, da Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, bolsista no programa PIBITI/INPE – CNPq, referentes ao Projeto “GERENCIAMENTO DA INFORMAÇÃO E DE CONFIGURAÇÃO APLICADOS AO PROJETO NANOSATC-BR2”, com vigência de Novembro de 2014 até Julho de 2015.

O Projeto NANOSATC-BR2 constitui o gerenciamento e desenvolvimento de uma missão espacial baseada na aquisição parcial de sistemas de hardware e softwares cujo fornecedor é a empresa Holandesa ISL/ISIS, e complementarmente o desenvolvimento pelos alunos de I.C.T & I. da UFSM que atuam no CRS/INPE-MCTI. O processo de Gerenciamento de projeto, mais especificamente o gerenciamento da informação e configuração, é de fundamental importância para o Projeto NANOSATC-BR2, quanto para o desenvolvimento e preparação do bolsista. Conhecimentos da Engenharia de Produção foram colocados em prática em nível organizacional do Projeto.

Foi abordada a técnica de Engenharia de Sistemas, a qual é uma prática recente, iniciada há algumas décadas pela NASA, devido à complexidade e grande quantidade de projetos a serem realizados. A Engenharia de Sistemas, de uma modo geral tem a missão de suprir as necessidades do *stakeholder*, utilizando um método organizacional e de planejamento para analisar e executar todas as etapas de um projeto complexo, que no caso é de um nanossatélite brasileiro (Projeto NANOSATC-BR2).



## Sumário

<b>LISTA DE FIGURAS .....</b>	<b>8</b>
<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>9</b>
<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>10</b>
<b>CAPÍTULO 1.....</b>	<b>11</b>
<b>INTRODUÇÃO A ÁREA ESPACIAL .....</b>	<b>11</b>
<b>1.1 - INTRODUÇÃO.....</b>	<b>11</b>
<b>1.2 - NANOSATÉLITES.....</b>	<b>11</b>
<b>1.3 – PADRÃO CUBESAT .....</b>	<b>12</b>
<b>PROGRAMA NANOSATC-BR, DESENVOLVIMENTO DE CUBESATS.....</b>	<b>13</b>
<b>1.4 – PROGRAMA NANOSATC-BR .....</b>	<b>13</b>
<b>1.5 – PROJETO NANOSATC-BR2 .....</b>	<b>15</b>
<b>CAPÍTULO 2.....</b>	<b>17</b>
<b>CONCEITOS E TÉCNICAS DE GERENCIAMENTO DE PROJETOS.....</b>	<b>17</b>
<b>CAPÍTULO 3.....</b>	<b>19</b>
<b>ENGENHARIA DE SISTEMAS .....</b>	<b>19</b>
<b>3.1 - INTRODUÇÃO.....</b>	<b>19</b>
<b>3.2 – ENGENHARIA DE SISTEMAS APLICADA AO PROJETO NANOSATC-BR2 .....</b>	<b>19</b>
<b>3.3 – ARQUITETURA FÍSICA DA MISSÃO DO PROJETO NANOSATC-BR2 .....</b>	<b>20</b>
<b>3.4 – ESTRUTURA DE TRABALHO DO PROJETO NANOSATC-BR2.....</b>	<b>21</b>
<b>3.5 – CICLO DE VIDA DO PROJETO NANOSATC-BR2.....</b>	<b>22</b>
<b>3.6 – ÁRVORE DE FUNÇÕES DO PROJETO NANOSATC-BR2 .....</b>	<b>23</b>
<b>CAPÍTULO 4.....</b>	<b>25</b>
<b>PRINCIPAIS ATIVIDADES DESENVOLVIDAS .....</b>	<b>25</b>
<b>CAPÍTULO 5.....</b>	<b>26</b>
<b>PRINCIPAIS ATIVIDADES A CONCLUIR E NOVAS PROPOSTAS .....</b>	<b>26</b>
<b>CAPÍTULO 6.....</b>	<b>27</b>
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>27</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>28</b>

## **Lista de Figuras**

<b>FIGURA 1: NANOSSATÉLITE, PADRÃO CUBESAT (1U).....</b>	<b>13</b>
<b>FIGURA 2: FRETE DO CRS/INPE (INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS) .....</b>	<b>13</b>
<b>FIGURA 3: NANOSATC-BR1, MODELO DE ENGENHARIA .....</b>	<b>15</b>
<b>FIGURA 4: CONCEPÇÃO ARTÍSTICA DA PLATAFORMA 2U DA ISIS .....</b>	<b>16</b>
<b>FIGURA 5: FERRAMENTA DE GESTÃO PDCA .....</b>	<b>17</b>
<b>FIGURA 6: CAPA DO PLANO DE ENG. DE SISTEMAS DO PROJETO NANOSATC-BR2.....</b>	<b>20</b>
<b>FIGURA 7: ARQUITETURA FÍSICA DA MISSÃO DO PROJETO NANOSATC-BR2 .....</b>	<b>21</b>
<b>FIGURA 8: ESTRUTURA DE TRABALHO DO PROJETO NANOSATC-BR2 .....</b>	<b>22</b>
<b>FIGURA 9: ÁRVORE DE FUNÇÕES DO PROJETO NANOSATC-BR2 .....</b>	<b>24</b>



## **Lista de Tabelas**

<b>TABELA 1: DEFINIÇÃO DE SATÉLITES PELA MASSA .....</b>	<b>11</b>
<b>TABELA 2: SUBSISTEMAS DO NANOSATC-BR1 .....</b>	<b>14</b>
<b>TABELA 3: PDCA SIMPLIFICADO APLICADO AO PROJETO NANOSATC-BR2 .....</b>	<b>18</b>
<b>TABELA 4: CICLO DE VIDA DO PROJETO NANOSATC-BR2.....</b>	<b>23</b>

## INTRODUÇÃO

O Relatório descreve as atividades realizadas no projeto “**GERENCIAMENTO DA INFORMAÇÃO E DE CONFIGURAÇÃO APLICADOS AO PROJETO NANOSATC-BR2**” (Processo nº 165612/2014-2) com vigência de Novembro de 2014 até Julho de 2015, as atividades foram realizadas pelo aluno **Tiago Travi Farias**, graduando do curso de Engenharia de Produção, da Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, bolsista no Programa PIBITI/INPE – CNPq no CRS/INPE-MCTI.

O Projeto de Pesquisa teve por objetivo a introdução do bolsista a grande área espacial, aplicação de técnicas de Engenharia de Produção e aplicação do plano de Engenharia de Sistemas em prol do Projeto NANOSATC-BR2.

O Programa NANOSATC-BR é uma missão espacial baseada na aquisição de um nanosatélite e sistemas de hardware e software, cujo fornecedor é a empresa holandesa ISL/ISIS, com o objetivo de desenvolver Recursos Humanos. Através dos estudos e atividades aplicados ao Programa NANOSATC-BR, os bolsistas vão ser capazes de atuar em diversas áreas, desenvolvendo também espírito de liderança, autoestima, confiança e credibilidade para futuros desafios.

O Relatório foi dividido em 5 Capítulos, descritos a seguir:

O Capítulo 1 apresenta uma revisão bibliográfica referente a área espacial, com o foco em nanosatélites, padrão CubeSat. Também introduz o programa NANOSATC-BR, desenvolvimento de CubeSats, com foco no Projeto NANOSATC-BR2.

O Capítulo 2 descreve técnicas de gerenciamentos de projetos, com aplicação ao Projeto NANOSATC-BR2.

O Capítulo 3 apresenta a técnica de Engenharia de Sistemas, explicando cada fase de sua realização e tal importância.

O Capítulo 4 apresenta as principais atividades desenvolvidas pelo bolsista durante o período de vigência da bolsa.

O Capítulo 5 apresenta as conclusões sobre o projeto e as referências bibliográficas utilizadas na pesquisa.

## CAPÍTULO 1

### INTRODUÇÃO A ÁREA ESPACIAL

#### 1.1 - Introdução

O Capítulo aborda uma breve revisão teórica sobre a área espacial, com foco em nanosatélites, de padrão cubesat, explicando suas aplicações e motivos para serem usados. Também vai ser abordado, o Programa NANOSATC-BR, Desenvolvimento de CubeSats, analisando tanto sua importância para pesquisadores, quanto para alunos de graduação, os quais têm oportunidades de bolsas de Iniciação Científica, Tecnológica & Inovação pelo Programa, podendo ter um alto grau de desenvolvimento profissional e pessoal. Logo em seguida o Projeto NANOSATC-BR2, o qual é apresentado com seus principais objetivos, aplicações e importância.

#### 1.2 - Nanossatélites

São chamados satélites artificiais, naves espaciais fabricadas na Terra e enviadas a entrarem em órbita por um veículo lançador. Quando acabar sua vida útil, ou seja, seu objetivo de estar orbitando, ele vira lixo espacial, até que entrem na atmosfera terrestre ou vão para o espaço profundo com a ajuda de propulsores previamente codificados para tal.

Os satélites podem ser agrupados segundo sua massa, como segue abaixo:

**Tabela 1: Definição de satélites pela massa**

<b>Tamanho</b>	<b>Massa</b>
Grandes satélites	Mais que 1000 kg
Satélites médios	Entre 500 kg e 1000 kg
Mini satélites	Entre 100 kg e 500 kg
Micro satélites	Entre 10 kg e 100 kg
<b>Nano satélites</b>	<b>Entre 1 kg e 10 kg</b>
Pico satélites	Entre 0,1 kg e 1 kg
Femto satélite	Menor que 100 g

Destaca-se os nano satélites, os quais recentemente estão em alta nos setores espaciais, pelo seu fator custo-benefício. Isso se dá pelo fato de terem menor dimensão e serem mais rápido e fácil coloca-los em órbita, tendo uma infraestrutura simples (menor custo), são mais fáceis de serem operados e tem uma Engenharia de Sistemas bem integrada (maior benefício).

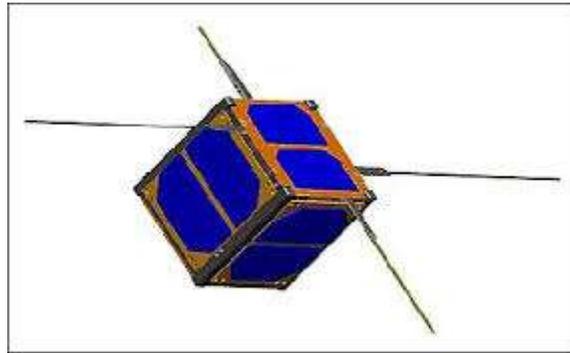
Apesar de pequenos, os nano satélites têm todas as partes de um satélite grande: antenas, comunicação por rádio, sistemas de controle de energia, painel solar, estrutura, computador de bordo, sistemas de posicionamento e de propulsão.

Geralmente esses satélites menores são usados para sensoriamento remoto da superfície terrestre, para a coleta de dados meteorológicos e hidrográficos, na medição de desmatamento, das irradiações atmosféricas e outros tipos de experiências científicas. Com essas atividades, alunos de graduação (bolsistas) podem monitorar e estudar suas aplicações e utilidades, podendo assim ter uma maior capacitação durante a graduação. O que a algumas décadas parecia ser um sonho, agora é realidade, alunos de graduação podem sim ter a possibilidade de ter uma experiência pratica com nano satélites, temos como exemplo o Programa NANOSATC-BR, desenvolvimento de CubeSats.

### **1.3 – Padrão Cubesat**

Esta padronização começou em 1999 liderado por Bob Twiggs, na Universidade de Santford, e Jordi Puig-Suari na California Polytechnic State University, levaram ao desenvolvimento da especificação “Cubesat”. O objetivo era permitir estudantes, projetar, construir, testar e operar no espaço. Primeiro começou com uma abordagem didática com o intuito de gerar mão de obra qualificada, porém com o decorrer do tempo, das pesquisas realizadas, começou a ser utilizado por diversas instituições com diversos fins. O primeiro lançamento de CubeSats foi registrado em 30 de junho de 2003.

O padrão Cubesat, de nano satélites, foi desenvolvido recentemente e é usado para pesquisas espaciais e comunicações radioamadoras. Um Cubesat tem 10x10x10cm de aresta e possui massa de no máximo 1,33 kg para cada estágio (1U). Nos satélites da classe dos CubeSats os subsistemas são integrados em um único módulo e os subsistemas usualmente encontrados são: i – Subsistema de Potência; ii – Subsistema de Comunicação; iii – Subsistema de Computador de Bordo; iv – Subsistema de Atitude; v – Subsistema de Carga útil.



**Figura 1: Nanossatélite, padrão Cubesat (1U)**

Fonte: <https://directory.eoportal.org/web/eoportal/satellite-missions/n/nanosatc-br1> (Maio de 2015)

## **PROGRAMA NANOSATC-BR, Desenvolvimento de CubeSats**

### **1.4 – Programa NANOSATC-BR**

O Programa NANOSATC-BR, surgiu de uma parceria entre o INPE/MCT e a UFSM, coordenado e gerenciado pelo Dr. Nelson Jorge Schuch (atual Coordenador Geral do Programa e Gerente dos Projetos NANOSATC-BR1 e NANOSATC-BR2), com o apoio do Dr. Eng. Otávio Santos Cupertino Durão, Coordenador de Engenharias e Tecnologias Espaciais do Programa e dos Projetos, que atua na sede do INPE/MCT, em São José dos Campos - SP. O Programa e seus Projetos conta com o envolvimento de diversos alunos de graduação e pós-graduação, com uma equipe bem heterogênea, ou seja, alunos de diversos cursos, tais como: Física, Engenharia Elétrica, Engenharia Mecânica e Engenharia de Produção.



**Figura 2: Frente do CRS/INPE-MCTI (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais)**

Os principais objetivos do Programa NANOSATC-BR, consistem em um Programa Integrado de Formação de Recursos Humanos Especializados, voltado para a Pesquisa e Desenvolvimento nas áreas Espacial e Atmosférica.

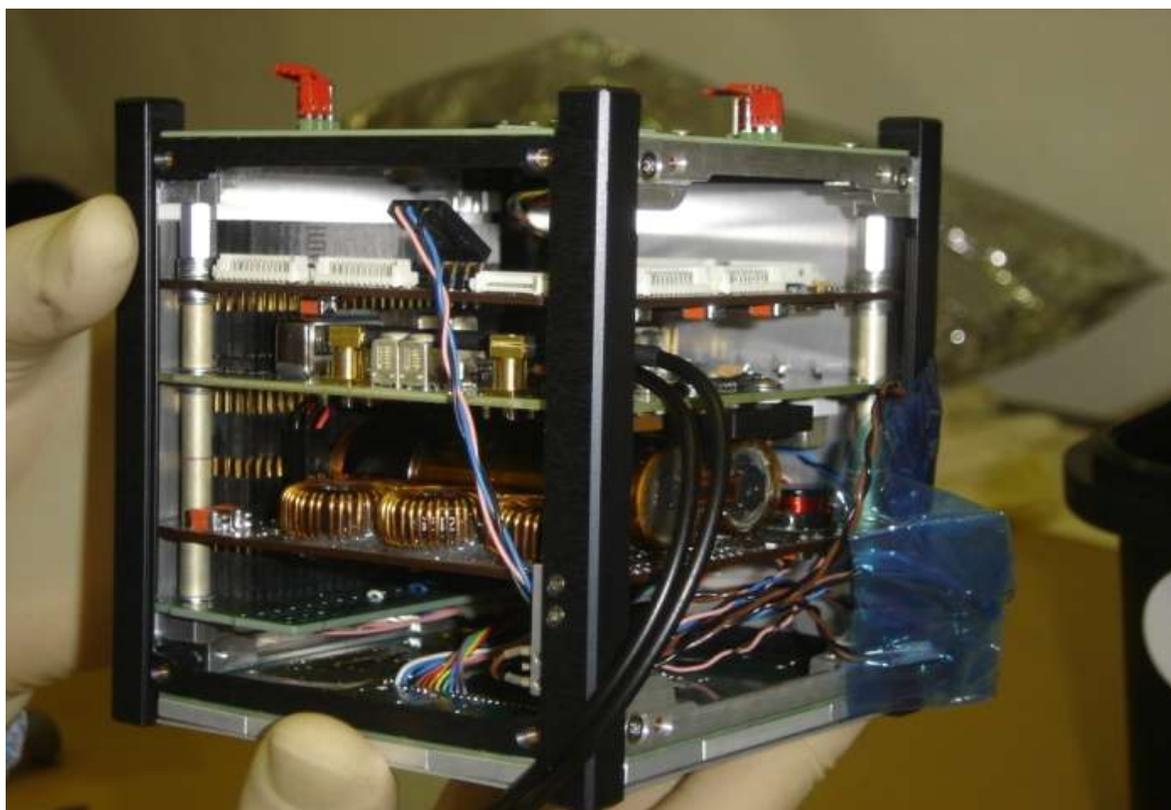
O Programa NANOSATC-BR, envolve dois projetos: Projeto NANOSATC-BR1 e Projeto NANOSATC-BR2.

O Projeto NANOSATC-BR1, teve como objetivo o lançamento do primeiro nanosatélite científico Brasileiro, padrão CubeSat, o NANOSATC-BR1 (1U), o qual se dividia em subsistemas de operação, os quais são:

**Tabela 2: Subsistemas do NANOSATC-BR1**

Subsistema de:	Função
Antenas	Responsável pelo envio e recepção de dados do satélite;
Computador de Bordo	Responsável pelo gerenciamento das funções do satélite;
Comunicação	Responsável pela comunicação entre o satélite e a estação terrena;
Potência	Responsável pelo armazenamento e distribuição de energia elétrica do satélite;
Carga Útil	Magnetômetro XEN 1210, Chip FPGA e Driver on/off

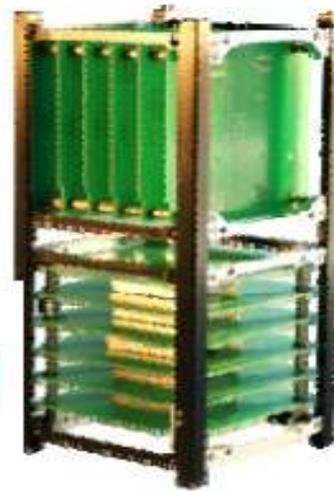
A "Carga Útil" é o setor mais importante de um satélite, é o motivo dele ser lançado e no caso do NANOSATC-BR1, suas cargas úteis são: Magnetômetro XEN 1210, chip FPGA desenvolvido pelo Grupo de Microeletrônica da UFRGS e um Driver on/off desenvolvido pela Santa Maria Design House da UFSM. O nanosatélite foi lançado com sucesso em 19 de junho de 2014 e hoje está em órbita cumprindo seu principal objetivo, medir a intensidade do campo magnético Terrestre. O Programa tem uma Estação Terrena ET(INPE-CRS), instalada e operacional na cobertura do prédio sede do CRS/INPE-MCTI, em Santa Maria, RS, com a qual alunos de graduação atuam no monitoramento e operação do NANOSATC-BR1.



**Figura 3: NANOATC-BR1, Modelo de Engenharia**

### **1.5 – Projeto NANOATC-BR2**

O Projeto NANOATC-BR2, faz parte do Programa NANOATC-BR, Desenvolvimento de CubeSats. Tem como atual objetivo, o Projeto NANOATC-BR2, que consiste no lançamento do segundo CubeSat do Programa NANOATC-BR, o NANOATC-BR2 (2U). O objetivo principal da missão do Projeto NANOATC-BR2, é a utilização de uma sonda de Langmuir para captação de dados da região da Ionosfera onde está presente em grande quantidade matéria na forma plasmática. A missão se deu pela necessidade de pesquisadores do INPE precisam de medidas dos parâmetros da região ionosférica da atmosfera terrestre para estudar a dinâmica de fenômenos, tais que afetam diretamente os sistemas de comunicação que utilizam nesta região como meio de propagação. De objetivo secundário, a missão também prevê a validação de sistemas eletrônicos, os quais serão desenvolvidos por instituições parceiras do INPE (como ocorreu com o NANOATC-BR1), tais são: 1 FPGA e 2 CIs. Na Figura 4 temos a demonstração de como será o NANOATC-BR2.



Fonte: ISIS WebSite

**Figura 4: Concepção artística da plataforma 2U da ISIS**

## CAPÍTULO 2

### CONCEITOS E TÉCNICAS DE GERENCIAMENTO DE PROJETOS

O que é “Gerenciamento de um Projeto”?

São atividades realizadas em certo período de tempo, com o objetivo de produzir um produto, serviço ou algum resultado específico. Primeiramente, para se gerenciar um projeto de forma efetiva, deve ter um conhecimento prévio sobre tal assunto, para então, colocar as habilidades e técnicas necessárias em prática para poder executar um projeto de forma eficaz.

Os grupos de processos do gerenciamento de projetos são:

- Início;
- Planejamento;
- Execução;
- Monitoramento e Controle;
- Encerramento;

Uma ferramenta de gestão muito conhecida no ramo de Gerenciamento de Projetos é o ciclo PDCA (Plan, Do, Check and Action). Esta ferramenta visa controlar e melhorar processos e/ou produtos de forma contínua.



**Figura 5: Ferramenta de gestão PDCA**

- *Plan* (Planejar): Estabelecer um plano de ação a partir das necessidades para o produto e/ou processo;
- *Do* (Fazer): Colocar o planejamento em prática, de acordo como foi pré-estabelecido na etapa anterior;
- *Check* (Checar): Avaliar o que foi feito durante a etapa de execução, fazendo comparações e identificando as diferenças da fase de planejamento e da fase da realização;
- *Act* (Atuar): A partir de verificação na etapa anterior, realizar as ações corretivas no produto/processo. Então deve-se reiniciar o ciclo PDCA, para que seja feito até estar sem falhas;

No Projeto NANOSATC-BR2, o Ciclo PDCA simplificado seria da seguinte forma:

**Tabela 3: PDCA simplificado aplicado ao Projeto NANOSATC-BR2**

<b><i>Plan</i></b> (Planejar)	Realizar um plano de ação para: Aquisição/desenvolvimento de um nanossatélite, padrão CubeSat; Objetivos (cargas úteis); Segmento lançador; Operação. Ver as restrições do projeto.
<b><i>Do</i></b> (Fazer)	Realizar o plano de ação pré-estabelecido e realizar testes funcionais e ambientais.
<b><i>Check</i></b> (Checar)	Verificar testes funcionais e ambientais para validação para poder ser lançado.
<b><i>Act</i></b> (Atuar)	Atuar caso ocorrer algum erro/falha nos componentes em algum subsistemas do NANOSATC-BR2.

Tem-se várias técnicas para poder efetuar o gerenciamento de um projeto, neste projeto de pesquisa, para o Projeto NANOSATC-BR2 foi utilizado a proposta de aplicação de Técnicas de Engenharia de Sistemas, a qual é demonstrada no Capítulo 3.

## CAPÍTULO 3

### ENGENHARIA DE SISTEMAS

#### 3.1 - Introdução

A prática de Engenharia de Sistemas é recente, iniciou há algumas décadas pela NASA devido à complexidade e grande quantidade de projetos a serem realizados. A Engenharia de Sistemas, de um modo geral, tem a missão de suprir as necessidades dos *stakeholders* (partes interessadas), utilizando um método de organização e planejamento para analisar e executar todas as etapas de um projeto complexo.

O órgão responsável por um produto complexo consiste principalmente na realização e apresentação de um Plano de Engenharia de Sistemas (SEP), o qual descreve: escopo, técnicas, ferramentas, organização, planejamento e programação para realização dos objetivos do projeto.

#### 3.2 – Engenharia de Sistemas aplicada ao Projeto NANOSATC-BR2

Para a utilização da prática de Engenharia de Sistemas aplicada ao Projeto NANOSATC-BR2, foi feito um estudo profundo sobre o assunto. Foram usadas várias técnicas da Engenharia de Sistemas em prol do Projeto NANOSATC-BR2, entre elas estão:

- Arquitetura Física da Missão;
- *Work Breakdown Structure* (Estrutura de trabalho);
- Ciclo de Vida;
- *Function Tree* (Árvore de Funções);

A partir das técnicas acima, foi feita uma grande parte do Plano de Engenharia de Sistemas para o Projeto NANOSATC-BR2, o qual busca maior organização e conseqüentemente a padronização para futuros Projetos NANOSATC-BR3, NANOSATC-BR4...

		PÁGINA / PAGE i	VERSÃO / ISSUE 1
TÍTULO / TITLE			
<b>NANOSATÉLITE NANOSATC-BR2: PLANO DE ENGENHARIA DE SISTEMAS</b>			
CÓDIGO / CODE AP.			
ESTE DOCUMENTO É DE PROPRIEDADE DO INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS - INPE NÃO PODENDO SER REPRODUZIDO, NO TODO OU EM PARTE, NEM TAMPOUCO TRANSMITIDAS SUAS INFORMAÇÕES A TERCEIROS SEM PRÉVIA AUTORIZAÇÃO DO INPE.		THIS DOCUMENT IS PROPERTY OF INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS - INPE, AND CAN NOT BE REPRODUCED OR COMMUNICATED TO ANY PERSON WITHOUT AUTHORIZATION.	
PREPARADO POR / PREPARED BY		APROVADO POR / APPROVED BY	
ASSIGN NOME/NOME Lucas Lourencena Caldas Franke Pesquisa e Desenvolvimento	DATA/DATE	ASSIGN NOME/NOME Dr. Nelson Jorge Schuch Gerente do Programa	DATA/DATE
ASSIGN NOME/NOME Maurício Ricardo Balestrin Pesquisa e Desenvolvimento	DATA/DATE	ASSIGN NOME/NOME Dr. Otávio S. C. Durão Gerente de Engenharias do Programa	DATA/DATE
ASSIGN NOME/NOME Tiago [TAV] Farias Pesquisa e Desenvolvimento	DATA/DATE	ASSIGN NOME/NOME Lucas Lopes Costa Engenheiro do INPE/MCTI	DATA/DATE

Figura 6: Capa do Plano de Engenharia de Sistemas do Projeto NANOSATC-BR2

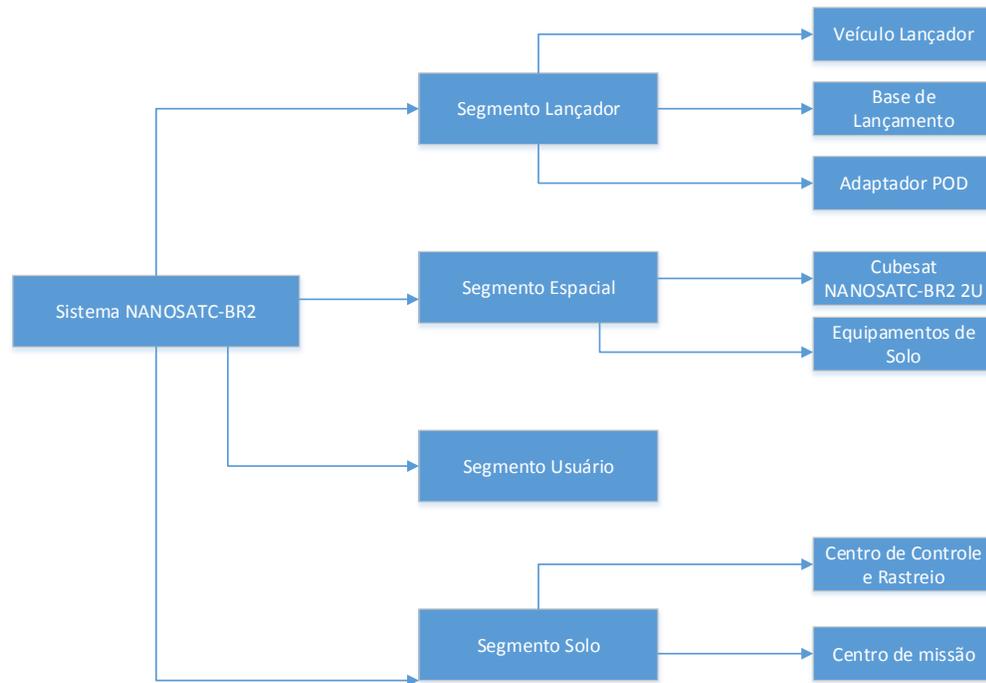
### 3.3 – Arquitetura Física da Missão do Projeto NANOSATC-BR2

Basicamente, a Arquitetura Física da Missão serve para começar a mapear um Projeto complexo, no caso, o Projeto NANOSATC-BR2.

O Projeto NANOSATC-BR2 prevê o desenvolvimento de um sistema baseado em um satélite tipo CubeSat 2U para atendimento das missões científicas e tecnológicas estabelecidas.

Os objetivos do sistema a ser desenvolvido podem ser resumidos nos seguintes tópicos:

- Fornecer suporte para manter um satélite CubeSat funcional por 360 dias em órbita;
- Disponibilizar dados de propriedades da Ionosfera;
- Disponibilizar dados das cargas úteis tecnológicas que visam a sua validação;



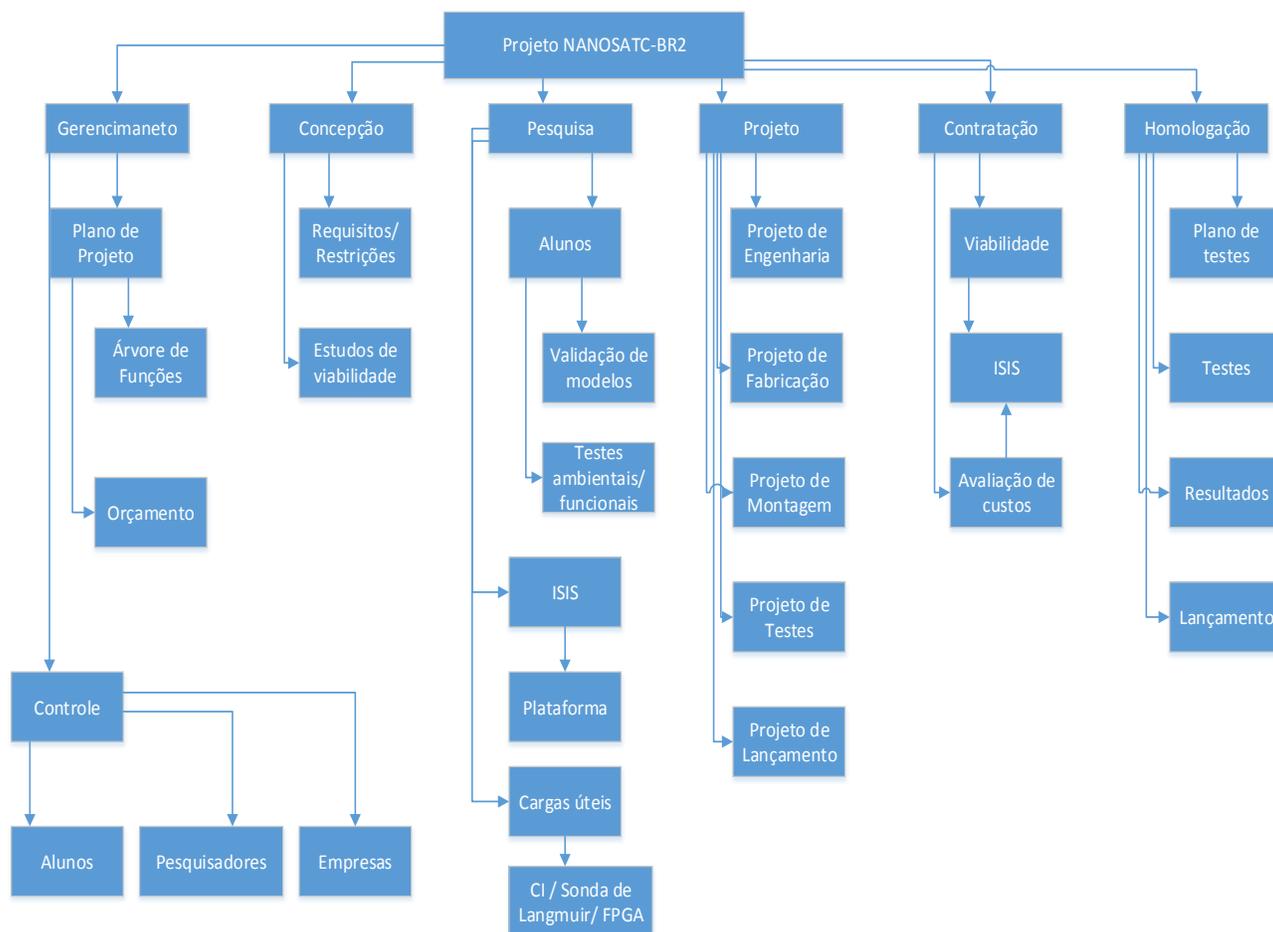
**Figura 7: Arquitetura Física da Missão do Projeto NANOSATC-BR2**

A partir da Arquitetura Física da podemos começar a mapear o Projeto NANOSATC-BR2. O Segmento lançador será contratado externamente, ou seja, não é de responsabilidade de desenvolvimento do Projeto. No segmento Solo, Centro de Controle e Rastreamento, será utilizado o mesmo sistema previamente utilizado pelo NANOSATC-BR1, por tanto, deverá ser considerado o desenvolvimento de softwares e adaptações nestes elementos para atendimento da missão NANOSATC-BR2.

### 3.4 – Estrutura de trabalho do Projeto NANOSATC-BR2

O *Work Breakdown Structure* (Estrutura de Trabalho) serve para mostrar todas as partes envolvidas no desenvolvimento, validação e lançamento do nanossatélite NANOSATC-BR2. O Projeto engloba uma equipe muito heterogênea, as quais se dividem em estudantes de várias Engenharias, Física, Meteorologia, de Pós-graduação, Pesquisadores e tecnólogos do INPE/MCTI e de Universidades e Empresas parceiras e entre outros.

A partir do WBS, pode-se ter um *overview* geral do Projeto NANOSATC-BR2, desde o gerenciamento até sua homologação.



**Figura 8: Estrutura de Trabalho do Projeto NANOSATC-BR2**

Algumas atividades são de responsabilidade externa (empresa contratada), tais como a construção dos subsistemas – plataforma e cargas úteis tecnológicas. O grupo central é encarregado do plano de Engenharia de Sistemas, da determinação de componentes, validação de sistemas (por simulações e testes), determinação do segmento lançador e operação.

### 3.5 – Ciclo de vida do Projeto NANOSATC-BR2

No ciclo de Vida do Projeto são definidos todas as fases em que o Projeto NANOSATC-BR2 vai ser realizado, com uma breve descrição do que deve ser realizado e das atividades a serem desenvolvidas.

A Tabela 4 mostra todas as fases do Projeto NANOSATC-BR2.

**Tabela 4: Ciclo de Vida do Projeto NANOSATC-BR2**

<b>Fase</b>	<b>O que é?</b>	<b>O que fazer?</b>
<b>0</b>	<b>Concepção e Análise da Missão</b>	Produzir várias ideias, sugestões e alternativas para a missão, a partir da qual, o projeto será determinado.
<b>A</b>	<b>Análise de Viabilidade da Missão</b>	Analisar a viabilidade do projeto, prestando atenção nas alternativas propostas para o projeto. Aceitação dos planos preliminares de gerenciamento e especificações técnicas iniciais
<b>B</b>	<b>Definição Preliminar do Projeto</b>	Definir o projeto detalhadamente suficiente com intuito de estabelecer uma configuração inicial para ser capaz suprir as necessidades da missão.
<b>C</b>	<b>Definição Detalhada do Projeto</b>	Determinar detalhadamente sistemas e subsistemas para serem capazes de responder aos requisitos propostos.
<b>D</b>	<b>Produção e Qualificação</b>	Finalizar a etapa de compra dos subsistemas da plataforma, manufatura das cargas úteis e os integrar para criação do Sistema. Realizar testes funcionais e ambientais no modelo de voo.
<b>E</b>	<b>Operação</b>	Verificar se o segmento espacial e segmento de solo estão prontos para o lançamento. Garantir que o sistema verificado está pronto para as operações.
<b>F</b>	<b>Descarte</b>	Aqui o propósito é descartar o sistema de uma forma consciente e responsável.

Com a Tabela 4, pode-se observar o Ciclo de Vida do Projeto NANOSATC-BR2, de os princípios de concepção e análise da missão, viabilidade, definição de projeto, produção e qualificação, operação e descarte. Assim, pode-se ter um projeto de forma documentada, organizada e padronizada.

### **3.6 – Árvore de funções do Projeto NANOSATC-BR2**

A *Function Tree* (Árvore de Funções), tem o propósito de mostrar todas as funções e sub-funções do Projeto NANOSATC-BR2, a qual podemos observar pela Figura 9, partindo de funções primárias e dividindo-se em funções secundárias, terciárias e assim por

diante. Essa técnica de Engenharia de Sistemas tem o objetivo de evitar falhas e ajudar a corrigir falhas com soluções mais simples possíveis.

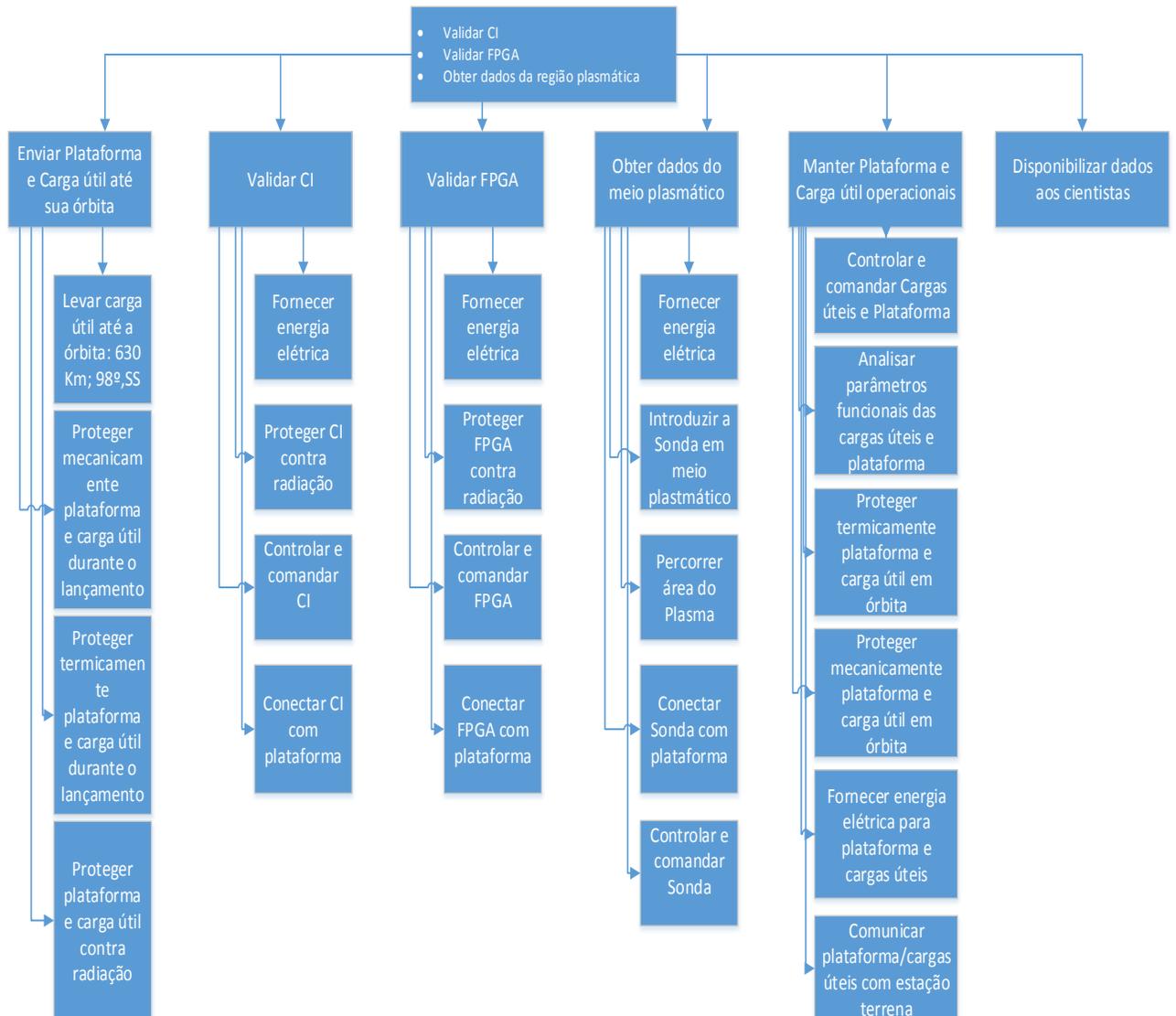


Figura 9: Árvore de Funções do Projeto NANOSATC-BR2

## CAPÍTULO 4

### PRINCIPAIS ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

-Foi realizado estudos para a introdução do aluno - bolsista no setor espacial com foco em nanosatélites, do padrão Cubesat.

-Foi realizada uma revisão bibliográfica de livros e artigos científicos sobre gerenciamento de projetos.

-Foi feita uma grande parte do Plano de Engenharia de Sistemas para o Projeto NANOSATC-BR2, com o objetivo de ter um Projeto mais organizado e de forma padronizada, para futuros Projetos NANOSATC-BR3, NANOSATC-BR4 e entre outros.

-Participou como co-autor na publicação do artigo técnico-científico: “**RISK ANALYSIS COMPARISON BETWEEN THE MISSION NANOSATC-BR1 AND NANOSATC-BR2**” na revista internacional Journal of Mechanics and Automation (JMEA).

-Apresentou o artigo no SICCRS-2015: “**GERENCIAMENTO DA INFORMAÇÃO E CONFIGURAÇÃO APLICADOS AO PROJETO NANOSATC-BR2**” - Tiago Travi Farias<sup>1</sup> (UFSM – CRS/INPE-MCTI, Bolsista do Programa INPE/PIBITI - CNPq/MCTI), Dr. Nelson Jorge Schuch<sup>2</sup> (Orientador – CRS/INPE – MCTI).

## **CAPÍTULO 5**

### **PRINCIPAIS ATIVIDADES A CONCLUIR E NOVAS PROPOSTAS**

A principal atividade a ser concluída é a finalização do Plano de Engenharia de Sistemas para o Projeto NANOSATC-BR2.

Como proposta para renovação para uma nova bolsa para 2015-2016, tem como objetivo:

- Otimização do Plano de Engenharia de Sistemas para o Programa NANOSATC-BR, Desenvolvimento de CubeSats;
- Continuação do Gerenciamento da Informação e Configuração do Projeto NANOSATC-BR2;
- Estudos mais aprofundados na área espacial, com foco em nanosatélites, padrão CubeSat;
- Estudos na parte térmica do NANOSATC-BR2;
- Simulação Térmica do NANOSATC-BR2 em 3D, para analisar riscos/falhas nos componentes do satélite artificial;

## **CAPÍTULO 6**

### **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Com a realização dos estudos durante a vigência da bolsa, ajudou o bolsista na introdução das atividades realizadas no INPE/MCTI, de maneira a compreender melhor as funções de nanosatélites, padrão Cubesat. Foi possível interligar técnicas de Engenharia de Produção com um projeto espacial (Projeto NANOSATC-BR2), de forma a colaborar com o mesmo. Os estudos foram realizados no laboratório de Radiofrequência e Comunicações e teve colaboração de colegas e professores do Projeto NANOSATC-BR2.

Podemos enfatizar que as atividades de Iniciação Científica, Tecnológica & Inovação foram essenciais para o desenvolvimento científico do bolsista, contribuindo para sua formação pessoal e profissional, estimulando fortemente o interesse por estudos na área de pesquisa e desenvolvimento.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

DURÃO, O. S. C., SCHUCH, N. J., et. al. Documento Preliminar de Revisão - Status de Engenharias e Tecnologias Espaciais do Projeto NANOSATC-BR – Desenvolvimento De CubeSats. Documento apresentado à AEB. Maio 2011. p.

ECSS-M-ST-10C rev. 1 – Space Project Management – Project Planning and implementation

ECSS-M-10B – Space Project Management – Project Breakdown Structure

SCHUCH, N. J., et al. Projeto NANOSATC-BR – Desenvolvimento de CubeSats. Documento de Projeto. Centro Regional Sul de Pesquisas Espaciais. Santa Maria – RS, Junho 2010.

WERTZ, J. R.; LARSON, W. J. Space mission analysis and design. 3. ed. New York, 2005.

PISACANE, V. L. Fundamentals of space systems. Oxford: University Press, 2005.

PMBOK, Um guia do Conjunto de Conhecimentos em Gerenciamento de Projetos, Terceira Edição, ANSI/PMI 99 – 001 – 2004, 2004.

ISIS – Innovative Solutions In Space User Manual VHF/ UHF transceiver