

UMA AVALIAÇÃO DA ADOÇÃO DE NANOSSATÉLITES COMO
ELEMENTOS ALAVANCADORES DA POLÍTICA NACIONAL DE
ATIVIDADES ESPACIAIS

VIVIAN MIRANDA DA SILVA

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE – UENF
CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ
OUTUBRO - 2015

UMA AVALIAÇÃO DA ADOÇÃO DE NANOSSATÉLITES COMO
ELEMENTOS ALAVANCADORES DA POLÍTICA NACIONAL DE
ATIVIDADES ESPACIAIS

VIVIAN MIRANDA DA SILVA

Dissertação apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias, da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção de título de Mestre em Engenharia de Produção.

Orientador: Rogério Atem de Carvalho, D. Sc.

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ
OUTUBRO - 2015

FICHA CATALOGRÁFICA

Preparada pela Biblioteca do **CCT / UENF**

03/2016

Silva, Vivian Miranda da

Uma avaliação da adoção de nanossatélites como elementos alavancadores da Política Nacional de Atividades Espaciais / Vivian Miranda da Silva. – Campos dos Goytacazes, 2015.

xii, 60 f. : il.

Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) -- Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Centro de Ciência e Tecnologia. Laboratório de Engenharia de Produção. Campos dos Goytacazes, 2015.

Orientador: Rogério Atem de Carvalho.

Área de concentração: Gerência.

Bibliografia: f. 52-55.

1. NANOSSATÉLITES 2. INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS 3. SATÉLITES ARTIFICIAIS 4. ESTRATÉGIA INDUSTRIAL 5. INDÚSTRIA AEROESPACIAL I. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Centro de Ciência e Tecnologia. Laboratório de Engenharia de Produção II. Título

CDD 658.575

UMA AVALIAÇÃO DA ADOÇÃO DE NANOSSATÉLITES COMO
ELEMENTOS ALAVANCADORES DA POLÍTICA NACIONAL DE
ATIVIDADES ESPACIAIS

VIVIAN MIRANDA DA SILVA

Dissertação apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias, da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção de título de Mestre em Engenharia de Produção.

Aprovada em: 23 de outubro de 2015.

COMISSÃO EXAMINADORA:

Prof. Alcimar das Chagas Ribeiro (D. Sc., Ciências de Engenharia) - UENF

Prof. Guilherme Rodrigues Lima (D. Sc., Ciências Exatas e da Terra) - CEDERJ

Prof. Luiz Gustavo Lourenço Moura (D.Sc., Engenharia de Sistemas e Computação)
- IFF

Prof. Rogério Atem de Carvalho (D. Sc., Ciências de Engenharia) - UENF
(Orientador)

AGRADECIMENTOS

A Deus, que todos os dias de minha vida me deu forças para vencer cada obstáculo.

Ao Centro de Ciência e Tecnologia da UENF, por possibilitar a realização deste curso.

Ao meu orientador, Prof. Rogério Atem de Carvalho, por acreditar que eu era capaz e pela orientação.

Aos membros da banca examinadora, Prof. Alcimar das Chagas Ribeiro, Prof. Guilherme Rodrigues Lima e Prof. Luiz Gustavo Lourenço Moura, pelas sugestões para melhoria da dissertação.

Aos professores Geraldo Galdino e José Arica por terem contribuído para meu crescimento profissional.

Aos amigos, Jefferson por dispor sempre do seu tempo quando mais necessitei e a Frirlei pela amizade e apoio.

Aos colegas da família CEDERJ por sempre torcer pelas minhas conquistas, em especial a minha diretora Rita Valleriote pelas inúmeras concessões feitas a mim no decorrer deste curso.

Aos meus familiares pela confiança e incentivo.

RESUMO

É de senso comum que o setor espacial é estratégico para as nações, seja no que se refere ao usufruto direto da tecnologia, seja no que se refere aos benefícios indiretos de dominar esta tecnologia. O Brasil, porém, investe relativamente muito pouco neste setor, apresentando carência de recursos humanos e financeiros, o que gera um fator inibidor para o desenvolvimento de atividades espaciais no País, com consequências como a dependência tecnológica e comercial, bem como o fluxo de capital relativo à importação de tecnologias e serviços espaciais. Portanto, se faz necessário um programa espacial que vise capacitar o país na área e ao mesmo tempo de forma mais sustentável possível, neste cenário de investimentos escassos. A partir deste entendimento, o presente estudo buscou avaliar uma alternativa que pode ser uma estratégia para alavancar o mercado de produtos e serviços espaciais no Brasil, alternativa esta buscada em outros países que também não possuem forte tradição na área espacial: os chamados nanossatélites. A metodologia empregada neste trabalho consistiu em coletar opiniões de pessoas, de diferentes segmentos, com experiência no emergente mercado de nanossatélites no País. Para tal, foi empregado um formulário cujas respostas pôde-se analisar o nível de concordância dos atores do cenário nacional envolvidos com os nanossatélites, empregando uma escala Likert, Ranking Médio e a análise da matriz SWOT. As evidências realçadas nas análises indicam que os nanossatélites tem um potencial vasto do ponto de vista de otimização financeira e efetividade científico-tecnológica, permitindo que instituições de pesquisa ou de ensino superior, bem como empresas de menor porte, desenvolvam seus satélites e cargas pagas, uma vez que os recursos necessários são baixos e o aprendizado é enorme. Pode-se dizer que estes são elementos propulsores de desenvolvimento tecnológico, devido a seu potencial inovador aliado ao baixo custo, tornando-se uma opção atraente para alavancar o segmento espacial no País.

Palavras-chave: nanossatélites, inovação, satélites artificiais, estratégia industrial, indústria aeroespacial.

ABSTRACT

It is common sense that the space sector is strategic to nations, either with regard to the direct enjoyment of technology, both in relation to indirect benefits of this technology to master. Brazil, however, invests relatively little in this sector, with a lack of human and financial resources, which generates an inhibiting factor for the development of space activities in the country, with consequences such as technological and commercial dependence as well as capital flow on the import of space technologies and services. So if a space program that aims to empower the country in the area and at the same time more sustainably as possible is necessary for this scenario of scarce investment. From this understanding, the present study sought to evaluate an alternative that may be a strategy to leverage the market for space products and services in Brazil, sought this alternative in other countries that also have no strong tradition in space: so-called nanosatélites. The methodology used in this work was to collect opinions of people from different sectors, with experience in emerging nanosatélites market in the country. For this, we used a form whose answers could be analyzed the level of agreement of the actors on the national scene involved with the nanosatélites, using a Likert scale, Average Ranking, and analysis of SWOT matrix. The evidence highlighted in the analyzes indicate that nanosatélites have a vast potential from the standpoint of financial optimization and scientific and technological effectiveness, allowing research institutions or higher education, as well as smaller companies, develop its satellites and payloads, once the necessary resources are low and learning is enormous. It can be said that these are engines of technological development due to its innovative potential coupled with low cost, making it an attractive option to leverage the space segment in the country.

Key-words: nanosatellites, innovation, artificial satellites, industrial strategy, aerospace industry.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Satélite e aplicações. Fonte: (BENITE, 2006, p. 35)	19
Figura 2: Exemplos de segmentos. Fonte: Souza (2005 apud SOUZA, 2007, p. 9).20	20
Figura 3: Lançamento da classe CubeSats. Fonte: adaptado de Swartwout (2013, p. 4).	24
Figura 4: Número de missões de CubeSats por veículo de lançamento. Fonte: adaptado de Swartwout (2013, p. 5).	24
Figura 5: Quantidade de CubeSats lançados. Fonte: adaptado de Swartwout (2013, p. 6).	25
Figura 6: Missões de CubeSat lançadas pela categoria de missão. Fonte: adaptado de Swartwout (2013, p. 7).	26
Figura 7: Tipo de missão CubeSat. Fonte: adaptado de Swartwout (2013, p. 11).	26
Figura 8: Manifestos por ano, classificados por nacionalidade do veículo de lançamento. Fonte: adaptado de Swartwout (2013, p. 15).	27
Figura 9: Organograma governamental. Fonte: Souza (2005 apud SOUZA, 2007, p. 28).	31
Figura 10: Centro de lançamento de Alcântara e Kourou (AMARAL, 2010).	33
Figura 11: Valores Nominais das Despesas Executadas das Ações do PNAE – 2014. Fonte: AEB (2014).	59
Figura 12: Valores Nominais da Lei Orçamentária Anual (LOA) para as Ações do PNAE-2015. Fonte: AEB (2015).	60

LISTA DE GRÁFICOS

- Gráfico 1:** Tempo de experiência com nanossatélites. Fonte própria.40
- Gráfico 2:** Nível de concordância e discordância dos respondentes. Fonte própria. 45

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Classificação de satélites.	22
Quadro 2: Intervalos para classificação dos resultados obtidos a partir da média ponderada.	42
Quadro 3: Análise SWOT.....	46
Quadro 4: Ranking médio com relação à concordância entre os especialistas.....	47

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AEB	Agência Espacial Brasileira
ACS	Alcântara Cyclone Space
CBERS	China-Brazil Earth Resources Satellite
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CLA	Centro de Lançamento de Alcântara
CLBI	Centro de Lançamento da Barreira do Inferno
CNRS	Centro Nacional de Pesquisa Científica
CONASAT	Constelação de Nano Satélites para Coleta de Dados Ambientais
COTS	Commercial Off - The - Shelf
CRS	Centro Regional Sul de Pesquisas Espaciais
CRSEA	Centro de Referência em Sistemas Embarcados e Aeroespaciais
CTA	Centro Técnico Aeroespacial
CTI-RA	Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer
DCTA	Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial
DoD	Department Of Defense
END	Estratégia Nacional de Defesa
EUA	United States of America
FOFA	Forças, Oportunidades, Fraquezas, Ameaças
GOCNAE	Grupo de Organização da Comissão Nacional de Atividades Espaciais
GPS	Global Position System
IAE	Instituto de Aeronáutica e Espaço
IFF	Instituto Federal Fluminense
IFRN	Instituto Federal do Rio Grande do Norte
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
ISIS	Innovative Solutions in Space
ISRO	Indian Space Research Organisation
ISS	International Space Station
ITA	Instituto Tecnológico de Aeronáutica
LOA	Lei Orçamentária Anual
MA	Maranhão
MD	Ministério da Defesa
MCTI	Ministério da Ciência e Tecnologia e Inovação
MDIC	Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior
MECB	Missão Espacial Completa Brasileira
MT	Mato Grosso
NASA	National Aeronautics and Space Administration
OCDE	Organização para Cooperação e Desenvolvimento e Econômico
OPAL	Orbiting Picosatellite Automated Launcher
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
PIB	Produto Interno Bruto
PNAE	Programa Nacional de Atividades Espaciais
PNDAAE	Política Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais
PPA	Plano Plurianual
RM	Ranking Médio
RN	Rio Grande do Norte
RS	Rio Grande do Sul

SCD	Satélite de Coleta de Dados
SERPENS	Sistema Espacial para Realização de Pesquisa e Experimentos com Nano Satélites
SINDAE	Sistema Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais
SMDH	Sociedade Maranhense de Direitos Humanos
SP	São Paulo
SWOT	Strengths, Weakness, Opportunities e Threats
UFABC	Universidade Federal do ABC
UFC	Universidade Federal do Ceará
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais
UFRN	Universidade Federal do Rio Grande do Norte
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
UFSM	Universidade Federal de Santa Maria
VLS	Veículo Lançador de Satélite

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	Contexto	13
1.2	Delimitação do tema e definição do problema de pesquisa	14
1.3	Justificativa do problema de pesquisa	15
1.4	Objetivo geral	16
1.5	Objetivos específicos	16
1.6	Estrutura do trabalho	17
2	REFERENCIAL TEÓRICO	18
2.1	Satélites artificiais	18
2.2	Nanossatélites	22
2.3	Panorama e histórico das atividades espaciais no Brasil	27
2.3.1	Programa Espacial Brasileiro	30
2.3.2	Investimento em pesquisa e desenvolvimento de tecnologias	34
2.3.3	Instituição Pública	35
2.3.4	Relação Universidade-Empresa	36
3	ESTUDO EXPLORATÓRIO	39
3.1	Classificação da pesquisa	39
3.2	Método de abordagem	39
3.3	Método da pesquisa e o estudo de caso	39
3.4	Delimitação do universo e amostragem	40
3.5	Sobre o instrumento de coleta	41
3.6	Método de análise dos dados	41
4	ANÁLISE DOS RESULTADOS	43
4.1	Análise do nível de concordância e discordância dos respondentes	43
4.2	Análise SWOT	45
4.3	Ranking médio	47
5	DISCUSSÕES DOS RESULTADOS	48
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	50
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	52
	APÊNDICE A: Formulário	56
	ANEXO 1: Modelo orçamentário (2014)	59
	ANEXO 2: Modelo orçamentário (2015)	60

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contexto

O confronto político-ideológico entre as superpotências dos anos 60, Estados Unidos e União Soviética, culminou na chamada Guerra Fria, que teve início logo após a Segunda Guerra Mundial (1939-1945). Esses dois países fizeram alto investimento em tecnologia destinado à indústria bélica. Ainda na Guerra Fria, ocorreu a Corrida Espacial, onde se deu início à exploração do espaço. A princípio, a União Soviética enviou ao espaço o Sputnik I, em 1957, sendo esse o primeiro satélite artificial do mundo.

Os Estados Unidos, demonstrando seu desenvolvimento tecnológico, enviou em 1969 o foguete APOLO 11, quando, com sucesso, o primeiro homem pisou em solo lunar. A corrida espacial, que os soviéticos lideraram nos anos iniciais, foi perdida quando os Estados Unidos alcançaram a Lua (BIAGI, 2001).

Depois que foi lançado o primeiro satélite, muitos outros foram lançados. E como esses necessitam de um veículo lançador, a tecnologia de foguetes foi sendo cada vez mais desenvolvida e aperfeiçoada (CARLEIAL, 1999). Assim, chegar ao espaço tornou-se mais acessível e com isso a exploração das atividades espaciais ocorreu de forma gradual, conforme os desafios tecnológicos eram superados e recursos financeiros e humanos disponibilizados.

Com o avanço da tecnologia devido a exploração espacial, surgiram novos produtos voltados a atender o mercado de consumo, tais como rádio digital, receptores de GPS, TV etc., usados para disseminar informações. Outros voltados para demandas relacionadas à segurança dos indivíduos, como a criação de *airbags* e amortecedores, entre outras. Percebeu-se, por conseguinte, a importância de um programa espacial que vise capacitar o país em tecnologias, já que muitos desses mercados de bens e serviços surgiram a partir da existência dos satélites.

Os satélites têm como finalidade transmitir informações tais como telecomunicação, espionagem, experimento científico – nas áreas de astronomia e astrofísica; geofísica espacial; planetologia; ciências da terra, atmosfera e clima – meteorologia e sensoriamento remoto. Além dos Satélites de Posicionamento Global (GPS) serem importantes na navegação terrestre, aérea e marítima, auxiliam também na localização de pessoas, objetos e lugares (FLORENZANO, 2002).

Têm-se também como resultado da busca pelo domínio tecnológico, o aprimoramento de equipamentos. Os satélites de pequeno porte, chamados de nanossatélites usados para exploração espacial com custo baixo, econômico e eficaz. Nesse sentido, Santos *et al.* (2012) afirma que o nanossatélite é um satélite de pequeno porte que pode ser levado a bordo de veículos lançadores menores e mais baratos ou até mesmo em lançamento carona, como carga secundária feita em conjunto com um satélite maior.

As limitações de satélites miniaturizados em comparação com os satélites maiores, especialmente quando colocados em órbitas baixas da Terra incluem geralmente menor vida útil, capacidade de transporte de hardware reduzido, capacidade de potência de saída do transmissor baixa e decaimento orbital mais rápido (TELECOM, 2006).

Muito se fala sobre a vantagem e desvantagem dos nanossatélites, porém, os poucos estudos que existem a respeito estão em andamento. Portanto, faz-se necessário realizar um estudo a fim de validar tais afirmações e verificar se eles podem ser considerados uma alternativa para alavancar pesquisas e aplicações comerciais na área espacial.

1.2 Delimitação do tema e definição do problema de pesquisa

Com o avanço das tecnologias, é de grande importância estudos a respeito de satélites e nanossatélites, pois estes estão diretamente ligados ao mercado de consumo tecnológico e também na aplicação de atividades de cunho civil e militar. Para tanto é importante que um país tenha um programa espacial que, segundo Amaral (2010), compreende em espaço físico (base de lançamentos), veículos lançadores (foguetes) e suas cargas (satélites ou espaçonaves) além de ter um incentivo do Estado que é primordial, pois sua arquitetura depende de decisão política.

Em se tratando do Brasil, Carvalho (2009) diz que o programa espacial brasileiro está na sua baixa dinâmica por falta, muitas vezes, de domínio tecnológico, legislação inadequada, orçamento abaixo do necessário o que afeta na execução de projetos ainda que seja de interesse do Estado. Desta forma, são gerados poucos contratos industriais, o que limita o crescimento sustentável da base industrial espacial do Brasil.

A problemática em questão é condicionada pela carência em vários aspectos por falta de recursos humanos e financeiros encontradas no programa espacial brasileiro, que fomentam ou inibem o desenvolvimento de atividades espaciais. Torna-se importante então avaliar uma alternativa que pode ser uma estratégia para alavancar o mercado de produtos e serviços no Brasil, os chamados nanossatélites. Dessa forma, estes apresentam, de fato, uma boa opção em termos de estratégia espacial para o Brasil?

1.3 Justificativa do problema de pesquisa

O Programa Nacional de Atividades Espaciais (PNAE) 2012-2021 tem com prioridade impulsionar o avanço industrial no setor espacial. O Brasil possui extensa área territorial e marítima, é um país rico em recursos naturais, porém, ainda pouco explorado. Para que o País alcance sua autonomia é necessário a participação efetiva sinérgica do governo, centros de pesquisa, universidades e indústrias.

Um dos grandes desafios da nação é a carência em recursos financeiros e recursos humanos, no entanto, o PNAE tem como prioridades a integração da política espacial às demais políticas públicas em execução, fomentando a formação, captação e fixação de especialistas qualificados para dinamizar as atividades espaciais. Com a criação da Estratégia Nacional de Defesa (END), percebe-se que o Governo reconhece a importância do setor espacial brasileiro para garantir a segurança nacional.

A END foi aprovada em 18 de dezembro de 2008 pelo decreto 6703 é um documento que aborda o papel de três setores decisivos para a defesa nacional: o cibernético, o espacial e o nuclear. No qual destaca as seguintes prioridades no setor espacial:

- a. Projetar e fabricar veículos lançadores de satélites e desenvolver tecnologias de guiamento remoto, sobretudo sistemas inerciais e tecnologias de propulsão líquida.
- b. Projetar e fabricar satélites, sobretudo os geoestacionários, para telecomunicações e os destinados ao sensoriamento remoto de alta resolução, multiespectral e desenvolver tecnologias de controle de atitude dos satélites.

- c. Desenvolver tecnologias de comunicações, comando e controle a partir de satélites, com as forças terrestres, aéreas e marítimas, inclusive submarinas, para que elas se capacitem a operar em rede e a se orientar por informações deles recebidas.
- d. Desenvolver tecnologia de determinação de coordenadas geográficas a partir de satélites.

Visto a importância dos satélites para o país e considerando o estágio relativamente atrasado neste aspecto, esta dissertação busca avaliar o quanto as missões baseadas em nanosatélites podem colaborar para o desenvolvimento do programa espacial brasileiro, porém, suas vantagens e desvantagens, no contexto da estratégia espacial brasileira devem ser claramente identificadas.

1.4 Objetivo geral

Avaliar os nanosatélites como elementos alavancadores dos objetivos do PNAE no típico cenário de recursos restritos do Brasil.

1.5 Objetivos específicos

Em função do objetivo geral, os objetivos específicos visam responder as seguintes questões:

- a. Explicitar em que ponto os nanosatélites podem substituir os satélites convencionais, identificando a possibilidade de monitoramento e observação do planeta;
- b. Trazer à luz os fatores que limitam as atividades dos nanosatélites, demonstrando que os impedem de substituir os satélites convencionais;
- c. Confrontar as diferentes perspectivas de um satélite convencional, desde a sua construção, lançamento e aplicação, com as do nanosatélites, ressaltando as vantagens de forma comparativa; e
- d. Discutir os principais aspectos estratégicos para que o Brasil possa investir nesta tecnologia e impulsionar o avanço industrial.

1.6 Estrutura do trabalho

O trabalho foi estruturado em sete capítulos. O primeiro foi destinado aos elementos introdutórios, contendo o contexto, delimitação do tema e definição do problema de pesquisa, justificativa do problema de pesquisa, objetivo geral e objetivos específicos, e a estrutura do trabalho. No segundo, é apresentado o referencial teórico que sustenta e direciona o desenvolvimento deste estudo. O terceiro capítulo são apresentados os procedimentos metodológicos empregados. No quarto capítulo, encontra-se a análise dos resultados. No quinto capítulo, tem-se as discussões dos resultados. O sexto capítulo dedica-se às considerações finais do estudo. E no sétimo capítulo, apresentam-se os aspectos pós-textuais: referências bibliográficas, apêndice e anexos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O desenvolvimento de um país geralmente se deve pela inovação tecnológica, que pode ser considerado um fator estratégico para seu crescimento. Fagerberg (1988) realizou estudos analisando a relação do nível do crescimento econômico e o nível do desenvolvimento tecnológico de um país através do Produto Interno Bruto (PIB) *per capita*, os gastos com Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) e número de patentes, onde estas variáveis foram introduzidas em uma amostra de países da Organização para Cooperação e Desenvolvimento e Econômico (OCDE) no período de 1973 a 1983.

Ruffoni e Zawislak (1998), baseado nos estudos de Fagerberg, fizeram o mesmo estudo no período de 1983 até 1993 com os países da OCDE mais o Brasil. Posteriormente Ruffoni, Zawislak e Lacerda (2004) confirmaram os estudos no período entre 1993 até 2001 onde puderam constatar a importância da tecnologia para o crescimento econômico do país. Em se tratando de tecnologia, o enfoque a ser dado neste trabalho será em tecnologia espacial, especificamente nos chamados satélites e nanosatélites.

2.1 Satélites artificiais

Os satélites artificiais são dispositivos que segue uma trajetória de uma órbita. São lançados ao espaço por um veículo lançador, um foguete, ou por um compartimento de carga de um ônibus espacial. Desempenham inúmeras funções, portanto, na maioria das vezes eles não são produzidos em massa, são construídos de acordo com as missões planejadas.

Devidos suas aplicações, os satélites são divididos em dois grupos, o militar e o civil, e, dentre eles, encontram-se os satélites meteorológicos; comunicação; transmissão; vigilância entre outros. Na Figura 1, tem-se um resumo das aplicações e os benefícios da tecnologia espacial nas áreas de comunicações, educação, saúde, entretenimento, meteorologia, monitoramento e gestão, alerta de desastres. Nota-se que o enriquecimento do conhecimento e do desenvolvimento da ciência e tecnologia, aborda a maioria das questões cruciais para o reforço da qualidade global da vida humana.

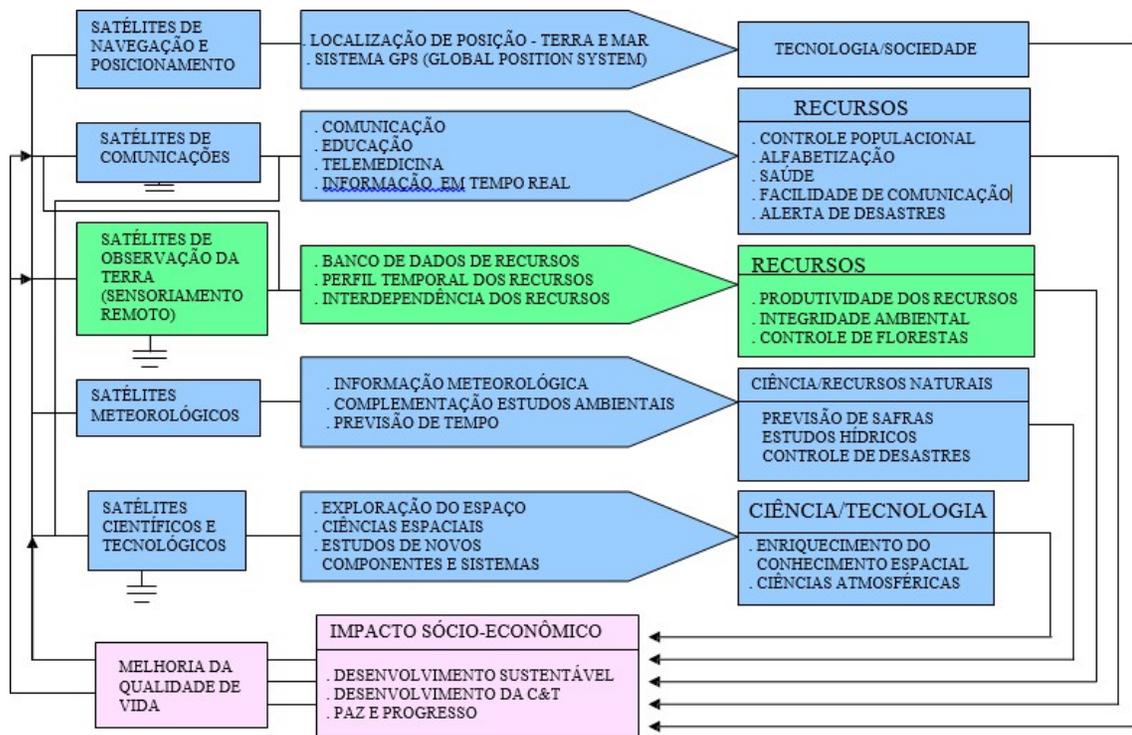


Figura 1: Satélite e aplicações. Fonte: (BENITE, 2006, p. 35)

Segundo Hughes (2013), o custo de um lançamento de um satélite varia de 50 (cinquenta) a 400 (quatrocentos) milhões de dólares e a missão do ônibus espacial pode chegar a meio bilhão de dólares.

Com o objetivo de monitorar o planeta, cada satélite é equipado com sensores de coleta de dados e comunicação de acordo com sua missão, que pode apresentar finalidades militares como estratégia de segurança e proporcionar avanços tecnológicos nas telecomunicações (AEB, 2014).

De acordo com Souza (2003), os subsistemas de um satélite são divididos em três segmentos: segmento espacial que é a parte que é colocada em órbita, também designada satélite, o segmento lançador que é a parte utilizada para a colocação do satélite em órbita, também designada foguete e o segmento solo que é a parte encarregada da supervisão do funcionamento do satélite, de seu controle e da recepção dos dados de suas cargas úteis.

Um exemplo de segmento espacial e segmento lançador é mostrado na Figura 2.

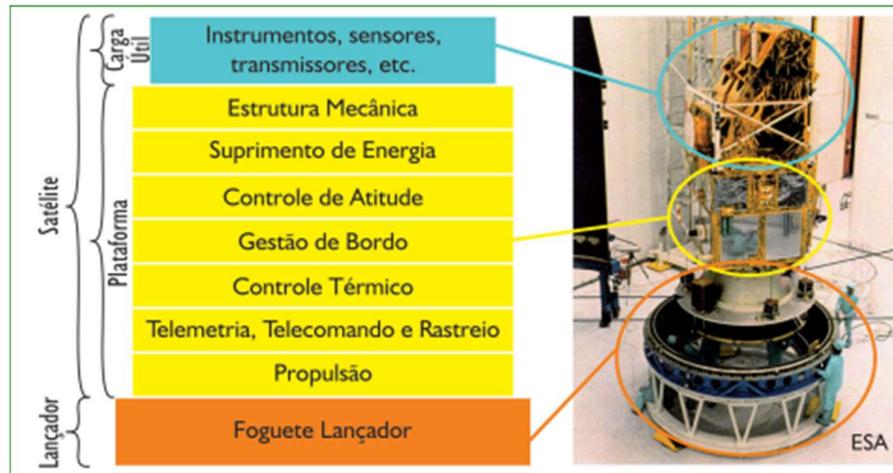


Figura 2: Exemplos de segmentos. Fonte: Souza (2005 *apud* SOUZA, 2007, p. 9).

Conforme Figura 2, o satélite é dividido em duas partes, a primeira designa-se plataforma onde contém todos os equipamentos necessários para seu funcionamento e a segunda parte é denominada carga útil na qual encontra-se os equipamentos requeridos para o cumprimento da missão dos satélites.

Souza (2007) descreve cada subsistema da plataforma da seguinte forma:

- **Estrutura mecânica:**

Objetivo: fornecer o suporte mecânico e de movimento para as partes do satélite. Além disso, oferecer proteção para as partes do satélite e proteção contra as vibrações de lançamento e contra a radiação em órbita.

Partes: estrutura primária e estruturas secundárias, mecanismos de abertura de painéis solares e de separação do lançador, mecanismos de abertura de antenas, dispositivos pirotécnicos, mecanismos de extensão, alinhamento e suspensões com amortecedores.

- **Suprimento de energia:**

Objetivo: fornecer a energia necessária aos diversos subsistemas.

Partes: painéis solares e seus diversos acessórios, conversores e baterias.

- **Controle de atitude:**

Objetivo: controlar o apontamento do satélite no espaço.

Partes: rodas de reação ou volantes de inércia, bobinas magnéticas, sensores de Sol, de Terra, de estrelas, magnetômetros e giroscópios, computador de bordo e software de controle.

- **Gestão de bordo:**

Objetivo: processar as informações recebidas da ou a serem enviadas para a Terra e as informações internas ao satélite.

Partes: computador (es) de bordo e seu software.

- **Controle térmico:**

Objetivo: manter os equipamentos dentro de suas faixas nominais de temperatura.

Partes: aquecedores, “*heat-pipes*”, isoladores, pinturas e radiadores.

- **Telecomunicação de serviço:**

Objetivo: enviar e receber os dados que permitem o acompanhamento do funcionamento e o comando do satélite.

Partes: transmissores receptores e antenas.

- **Propulsão:**

Objetivo: fornece o empuxo necessário para o controle da atitude e da órbita.

Partes: bocais ou tubeiras, válvulas, tanques e tubulações.

De forma complementar, o estudo de Souza (2007) descreve os fatores que influenciam a especificação dos satélites artificiais que são:

- **Dimensão (*Size*) e Massa (*Weight*):** usualmente cresce com as demandas associadas às cargas úteis e/ou à vida (necessidades de combustível e potência elétrica). É limitada pela capacidade do lançador escolhido;
- **Potência requerida (*Power*):** cresce com as demandas das cargas úteis e é limitado por fatores como peso e dimensão;
- **Taxa de transferência de dados (*Data Rate*):** está associada à missão e é limitada pela capacidade de processamento e armazenamento de dados a bordo, bem como à capacidade do sistema de transmissão para o solo;
- **Sistema de comunicação (*Communications*):** associado à carga útil e à missão. É limitado pela disponibilidade de estações de solo associado à carga útil e à missão;
- **Apontamento (*Pointing ou Attitude*):** associado à carga útil e à missão. É limitado por fatores como custo e massa;
- **Número de satélites:** associado à missão e é limitado pelo custo;

- **Altitude (*Altitude*):** associada à carga útil e à missão e limitada pelo lançador e massa do satélite;
- **Cobertura (*Coverage*):** associada à missão e limitado pela órbita e campo de visada da carga útil;
- **Programação das passagens (*Scheduling*):** associada à missão.
- **Operações (*Operations*):** associadas ao nível de autonomia do satélite (dependência maior ou menor do solo). São limitadas pela disponibilidade de comunicação, pessoal e custo.

Os satélites são classificados de acordo com sua quantidade de massa, como mostra no Quadro 1:

Quadro 1: Classificação de satélites.

Tipos de satélites	Massa (kg)
Grandes satélites	> 1000
Satélites médios	500 a 1000
Mini satélites	100 a 500
Micro satélites	10 a 100
Nano satélites	1 a 10
Pico satélite	0,1 a 1
Femto satélite	< 0,1

Fonte: adaptado de CONASAT (2011).

Dentre os tipos de satélites listados na tabela, nanosatélites vem se destacando por serem mais acessíveis, com baixos custos e construídos com componentes COTS (*Commercial Off The Shelf*), ou seja, componentes não qualificados.

2.2 Nanosatélites

Nanosatélites são satélites miniaturizados desenvolvidos pelos professores Bob Twiggs da Universidade de Stanford e Jordi Puig-Suari da Universidade da *Califórnia Polytechnic* em 1999, nos Estados Unidos, no qual denominaram estes de *CubeSat* pelo formato de um cubo de 10 cm de lado, volume de 1 litro e massa de 1kg (DURÃO, 2014).

O termo nano é um prefixo grego que significa “anão”, expressa uma notação científica que corresponde 1×10^{-9} metro, ou seja, bilionésima parte do metro. Os

processos de miniaturização estão sendo convergidos para esta escala, cuja aplicação, se dá o nome de nanotecnologia. Miller (2005) define a nanotecnologia como a habilidade de manipular átomos e moléculas individualmente para produzir materiais nanoestruturados e micro-objetos com aplicações no mundo real.

Em se tratando de nanossatélites, a aplicação de nanotecnologia é utilizada em parte, já que não é necessário que todos os componentes que o constitui sejam confeccionados utilizando nanoestruturas, portanto, o termo nano se caracteriza por se tratar de satélites “anões”.

Os nanossatélites apresentam inúmeras vantagens em relação aos satélites. Segundo Castaneda (2013), a construção de um nanossatélite é mais barata do que de um satélite maior e tradicional, além disso, enviá-lo para o espaço é menos custoso.

E ainda destaca: “As primeiras gerações dos satélites eram volumosas; alguns tinham o tamanho de grandes edifícios. Com os avanços tecnológicos, os cientistas desenvolveram os nanossatélites, que são muito mais baratos que os grandes, mas mantêm uma grande capacidade de coletar e armazenar dados, e melhorar sistemas de comunicação”. Outra vantagem dos nanossatélites é que eles custam infinitamente menos, uma fração mínima do valor dos satélites tradicionais. Trata-se de um potencial que poderá economizar centenas de milhões de dólares em capacitação espacial (MARINA, 2013).

O nanossatélite é composto por várias placas eletrônicas, e cada uma é responsável por uma função, como o controle de suprimento de energia, computador, rádios e o mais importante: controle dos experimentos. Além de serem mais leves, o seu lançamento é mais fácil e de menor custo; tempo de vida útil, em média, de dois anos. Servem, por exemplo, para tirar fotografias de alta resolução da superfície terrestre; coletar dados meteorológicos e hidrológicos; para medir a extensão do desmatamento além de testar outras experiências científicas. Ao todo existem cerca de cinquenta nanossatélites que orbitam no espaço (AEB, 2014).

Swartwout (2013) publicou um artigo intitulado “*The First One Hundred CubeSats: A Statistical Look*” no qual compilou informações que se resumem nas Figuras 3 a 8.

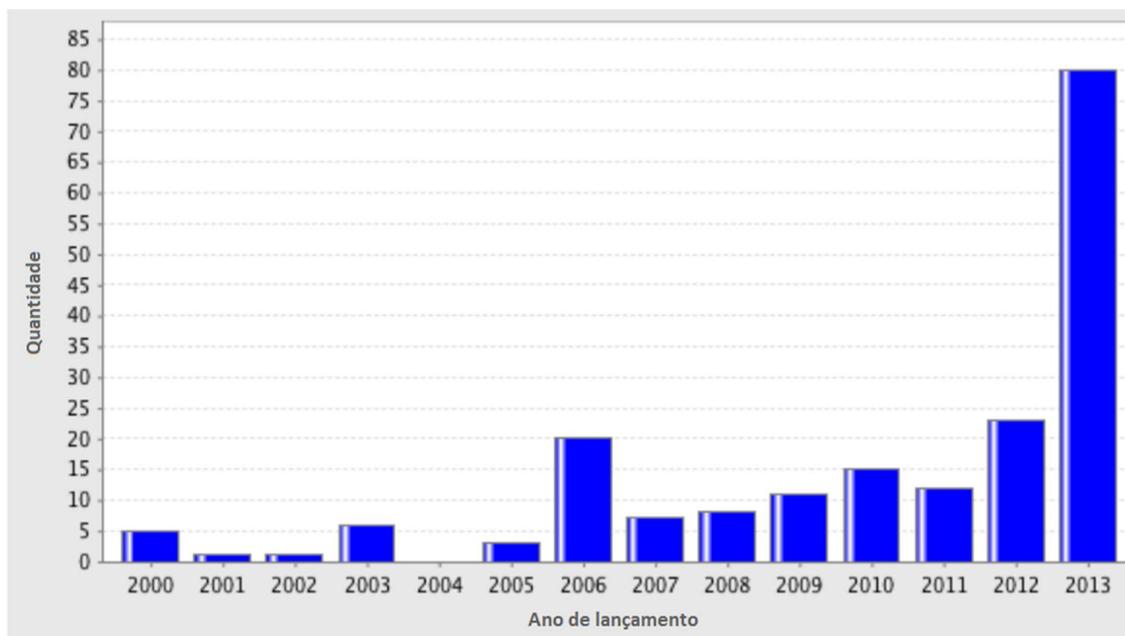


Figura 3: Lançamento da classe CubeSats. Fonte: adaptado de Swartwout (2013, p. 4).

O manifesto de lançamento da classe CubeSats está exibido na Figura 3 por ano de lançamento. O ano de 2005 pode ser considerado como o início da Era dos CubeSats, pois há um aumento constante destes em relação a este ano. O manifesto para 2013 supera todos os outros anos de lançamento, é o que contém mais missões.

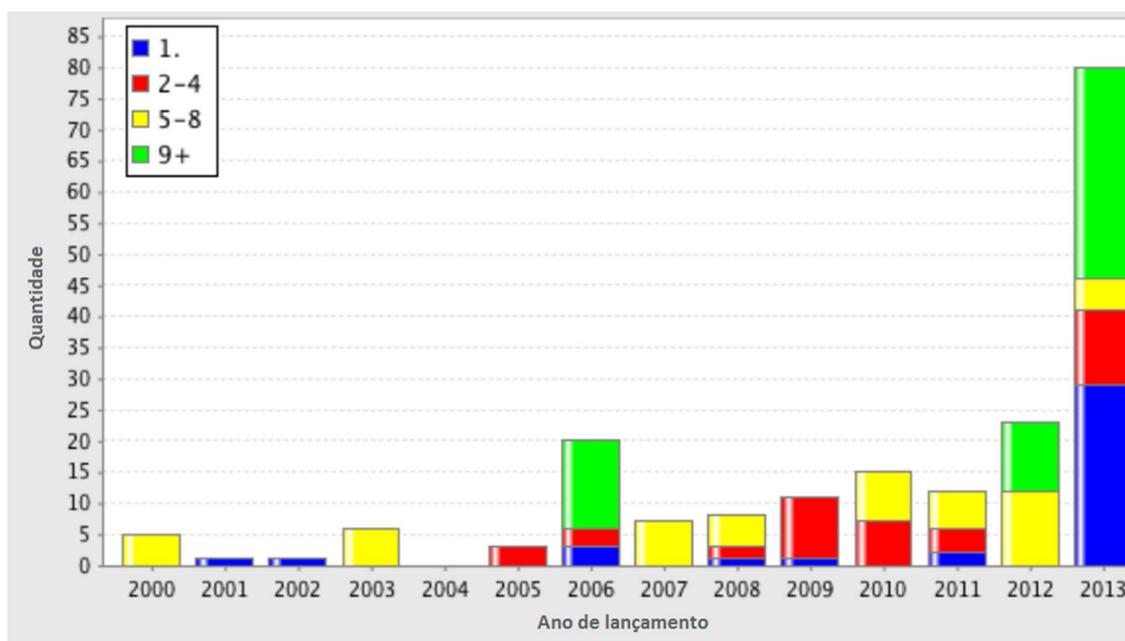


Figura 4: Número de missões de CubeSats por veículo de lançamento. Fonte: adaptado de Swartwout (2013, p. 5).

Pode-se observar na Figura 4, que o manifesto é agrupado de acordo com veículo de lançamento, vê-se que a maioria dos CubeSats foram lançados em grupos de cinco a oito para oito espaçonaves, embora lançamentos agrupados de dois a quatro e lançamentos individuais também serem comuns.

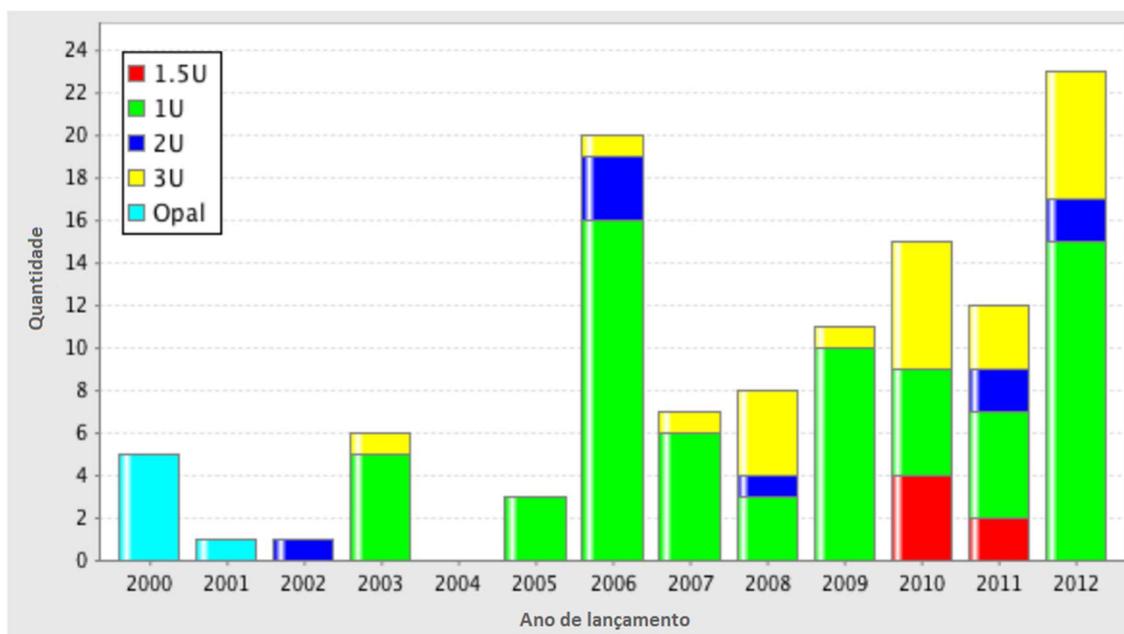


Figura 5: Quantidade de CubeSats lançados. Fonte: adaptado de Swartwout (2013, p. 6).

A Figura 5 apresenta o início do lançamento dos pequenos satélites, o pioneiro no campo dos pequenos foi o *Orbiting Picosatellite Automated Launcher* (OPAL) no ano de 2000, este picossatélite da forma 10,1x7,6x2,5cm não conseguiu lograr êxito no decorrer dos anos pelo seu tamanho ser indevido para cobri-lo de células solares. A partir de 2002, o manifesto é classificado pelo padrão CubeSat, cujos designs são escaláveis ao longo de apenas um eixo. Como pode ser visto na figura 5, a maioria das missões de classe CubeSat tem sido 1U (10x10x10cm), a escala 3U (30x10x10cm), está cada vez mais popular nos últimos anos; missões 1.5U (15x10x10cm), e 2U (20x10x10cm), são raras. Prevê-se que mais missões 3U serão realizadas nos próximos anos. A motivação da tendência para escala 3U é uma necessidade de mais volume e abertura: em termos práticos, uma nave espacial 3U tem mais que o triplo da energia, comunicações e capacidade para apontar do que uma nave espacial de 1U. A 3U tem um volume mais útil e mais espaço disponível para implantar painéis e antenas.

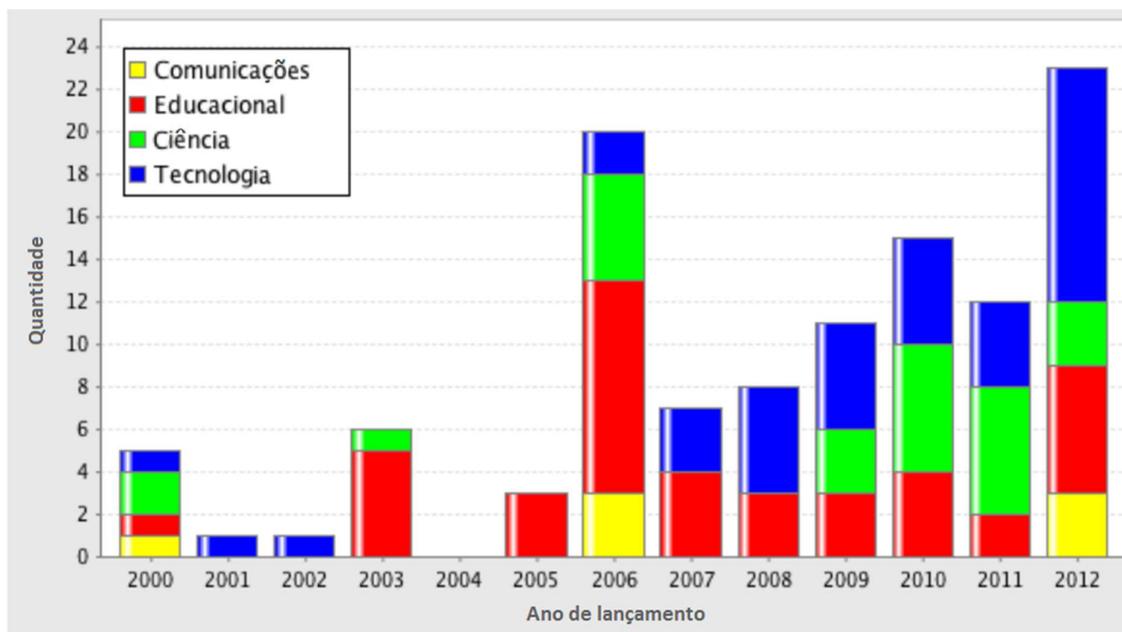


Figura 6: Missões de CubeSat lançadas pela categoria de missão. Fonte: adaptado de Swartwout (2013, p. 7).

Pode-se observar na Figura 6, que o lançamento de CubeSats está correlacionado pelo número de missão que está segmentada pelas categorias de comunicações, educacional, ciência e tecnologia.

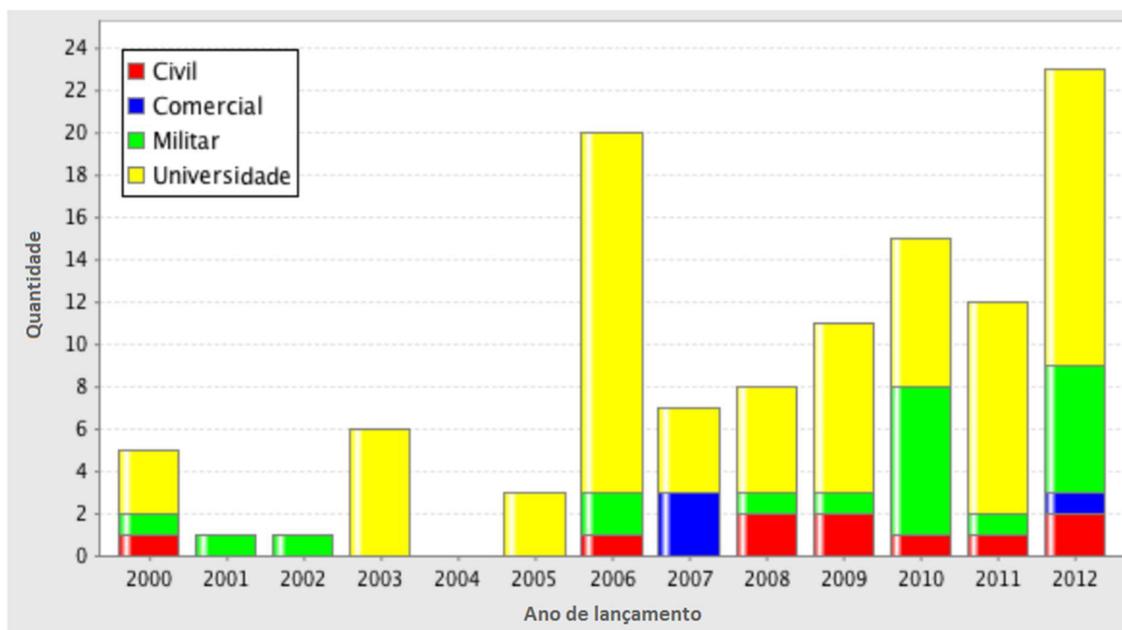


Figura 7: Tipo de missão CubeSat. Fonte: adaptado de Swartwout (2013, p. 11).

Tem-se na Figura 7, que o manifesto é examinado de acordo com o tipo de desenvolvedor (ou seja, universidade, comerciais, militares ou governo civil), é difícil estabelecer tendências. De acordo com o referido artigo, verificou-se que a partir de 2007-2010 os programas governamentais militares e civis usariam toda a capacidade disponível, sem deixar lançamentos disponíveis para universidades. Porém, houve uma inversão em 2010 e 2011 de três lançamentos; o número de missões profissionais aumentou, mas o número de missões universitários aumentou a uma taxa maior.

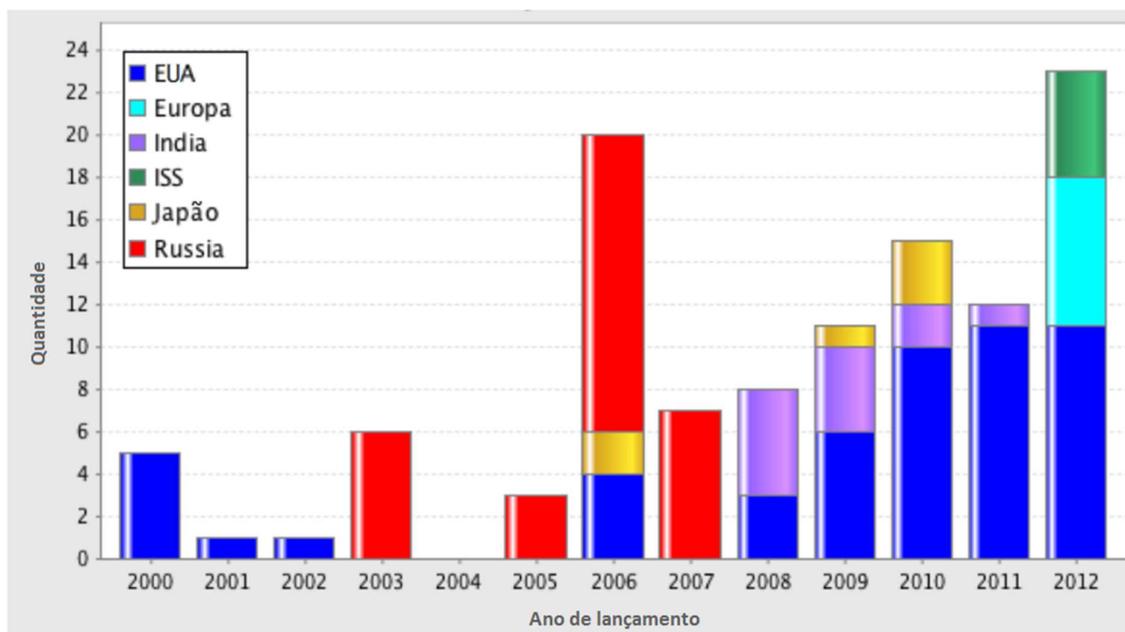


Figura 8: Manifestos por ano, classificados por nacionalidade do veículo de lançamento. Fonte: adaptado de Swartwout (2013, p. 15).

Pode-se observar na Figura 8, que os EUA estão firmemente crescentes no número de missões CubeSat lançados a cada ano. A partir de 2012 a Europa entra no cenário de investimento de lançamento de CubeSats.

2.3 Panorama e histórico das atividades espaciais no Brasil

Com a criação do órgão público federal em 1961, o Grupo de Organização da Comissão Nacional de Atividades Espaciais (GOCNAE), oficializou-se o interesse do Brasil pela exploração espacial. Este órgão cooperou com agências espaciais estrangeiras e instalou estações para receber e processar dados de satélites

científicos e meteorológicos. Contudo, através da empresa estatal Embratel, o país foi considerado um dos primeiros países a utilizar comunicações por satélites, além de tornar-se um dos maiores usuários de imagens da Terra transmitidas por estes.

O Ministério da Aeronáutica instalou uma base de lançamento no Rio Grande do Norte em 1965, onde deu início ao desenvolvimento de foguetes de sondagem e mísseis no Centro Técnico Espacial (CTA). Nesta mesma época houve um crescimento da indústria aeroespacial e de armamentos sediada em São José dos Campos.

Em 1980, com a criação da Missão Espacial Completa Brasileira (MECB) ficou estabelecida a meta de desenvolver no país um veículo lançador (foguetes de propelente sólido), um novo centro de lançamentos e, quatro satélites com aplicações ambientais (dois para coleta de dados e dois para observação da Terra). Os satélites deveriam ser colocados sucessivamente em órbita pelo foguete nacional, lançado do território brasileiro, no triênio 1986-1988. Porém, não se conseguiu desenvolver este Veículo Lançador de Satélite (VLS).

Segundo Brito (2011, p.58),

No entanto, a MECB também apresentou sua inevitável cota de problemas, como: a falta de mão de obra qualificada, a ausência de um programa de pós-graduação em Engenharia Espacial e seu insuficiente saldo industrial. A partir do início da década de 90, os projetos do satélite e do VLS foram profundamente afetados pelo substancial esvaziamento das equipes de engenharia do INPE e do CTA, devido ao expressivo número de aposentadorias precoces e de demissões por problemas salariais. Esse quadro foi agravado pela ausência de um programa de pós-graduação em Engenharia Espacial e pelas restrições a novas contratações.

Em 1993, o Brasil desenvolveu o primeiro satélite nacional, o Satélite de Coleta de Dados 1 (SCD-1), com a missão de coletar dados ambientais. Em 1998 foi lançado o Satélite de Coleta de Dados 2 (SCD-2) com as mesmas características operacionais do primeiro. Segundo o site da Agência Espacial Brasileira (AEB) estes satélites permitem, juntamente com as plataformas terrestres de coletas de dados, conhecer o nível e a qualidade da água nos rios e represas, a quantidade de chuva, a pressão atmosférica, a intensidade da radiação solar, a temperatura do ar e outros parâmetros. E ainda informa que os SCDs captam os sinais das plataformas e os retransmitem para uma estação de recepção e processamento de dados localizada em Cuiabá

(MT). De lá, os dados coletados são enviados para a cidade de Cachoeira Paulista (SP) e ficam à disposição, via Internet, de mais de 80 empresas e instituições usuárias do sistema.

O Brasil desenvolveu também parcerias com outros países, das quais pode-se destacar a cooperação espacial com a China e a Ucrânia que teve um marco na história brasileira descrito a seguir:

- China:

Em 1988 foi assinado o acordo internacional de cooperação tecnológica entre a China e o Brasil, o CBERS (China-Brazil Earth Resources Satellite), que em português significa Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres, cujo objetivo é o desenvolvimento e a operação em órbita de dois satélites de sensoriamento remoto. Estes servem para gerar imagens da superfície da Terra, as quais são utilizadas para aplicações em diversos setores como agricultura, meio ambiente, recursos hidrológicos e oceânicos, florestas, geologia e etc.

Em 2002, foi assinado um protocolo para estender a cooperação para o desenvolvimento de mais dois satélites. Portanto, deste acordo surgiu o CBERS-1 que foi lançado em 1999, encerrando suas atividades em 2003, operando por quase 4 anos. O CBERS-2, lançado em 2003, após ser detectado uma falha em uma de suas baterias em 2005, desde então, o satélite que possuía 3 câmeras, passou operar com uma para poupar energia, e encerrou sua missão em 2009. Em 2007 foi lançado o CBERS-2B que finalizou suas atividades em 2010. Para preencher o vácuo deixado pelo último satélite, foi lançado o CBERS-3 em 2013, mas não obteve sucesso, pois não alcançou a órbita prevista. E por fim, o CBERS-4, que foi lançado no final de 2014, no qual logrou sucesso e está em atividade até os dias atuais.

A participação do Brasil no desenvolvimento dos primeiros satélites CBERS foi de 30% e a participação dos últimos satélites foi de 50%

- Ucrânia:

A empresa binacional, Alcântara Cyclone Space (ACS), uma parceria entre Brasil-Ucrânia foi criada em 2003 para o desenvolvimento e operação do Sítio de Lançamento do foguete Cyclone-4, a partir do Centro de Lançamento de Alcântara no Brasil, para a prestação de serviços de lançamento espacial para os governos do Brasil e Ucrânia, assim como para clientes comerciais. Apesar da parceria feita em

2003 a mesma não obteve êxito, segundo a Folha de São Paulo (2015) uma série de acontecimentos ocorreram tais como:

- Em 2008: após piquetes dos quilombolas e interrupção das obras, a ACS desiste de instalar a base do Cyclone em seu território. A Aeronáutica cede à empresa parte do CLA (Centro de Lançamento de Alcântara), uma instalação militar.
- Em 2009: a Ucrânia fica sem dinheiro para terminar o foguete, e o lançamento do Cyclone é remarcado para 2012.
- Em 2011: o ex- senador Aloizio Mercadante assume o Ministério da Ciência e Tecnologia e manda suspender o projeto enquanto a Ucrânia não “segurar orçamento” para sua contrapartida na capital da ACS.
- Em 2012: o projeto para novamente, após a Ucrânia obter US\$ 178 milhões e afirmar que o Brasil é que precisa pôr mais investimento financeiro.
- Em 2013: o Atraso no lançamento do VLS-1, Veículo Lançador de Satélite brasileiro, compromete agenda do Cyclone-4.
- Em 2015: Brasil decide cancelar o acordo bilateral. Juntos os dois governos gastaram cerca de R\$ 1 bilhão na empreitada fracassada. A alegação foi o custo alto do Cyclone-4, que teria se tornado abusivo num cenário de contração fiscal.

2.3.1 Programa Espacial Brasileiro

A AEB é uma autarquia federal, criada em 1994, responsável por formular e coordenar a política espacial brasileira e está vinculada ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI). A AEB tem dado continuidade aos esforços empreendidos pelo governo brasileiro, desde 1961, para promover a autonomia do setor espacial. O Programa Espacial Brasileiro está organizado de forma descentralizada em torno de diversos órgãos como pode ser visto na Figura 9, diferente dos Estados Unidos que tem a NASA (Administração Nacional da Aeronáutica e do Espaço), da França quem tem a CNRS (Centro Nacional de Pesquisa Científica) e a Índia que tem a ISRO (Organização de Pesquisa Indiana Espacial) como órgãos centralizadores.

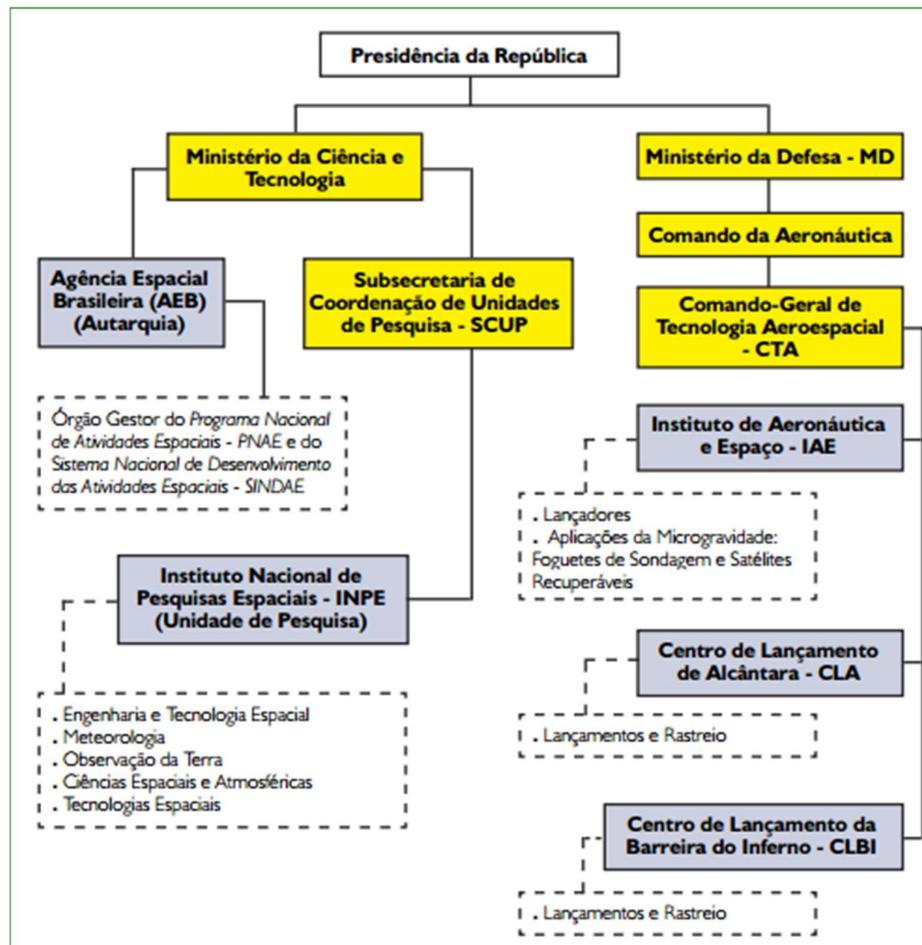


Figura 9: Organograma governamental. Fonte: Souza (2005 *apud* SOUZA, 2007, p. 28).

De acordo com AEB o desenvolvimento e a expansão do Programa Espacial dependem de parcerias nacionais firmadas com ministérios, secretarias e outras agências que possam financiar parte dos projetos de interesse nacional. As parcerias internacionais também são essenciais para compartilhamento dos altos custos e riscos de desenvolvimento.

O Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) é responsável pelo desenvolvimento de tecnologias espaciais voltadas ao projeto e à construção de satélites e respectivos sistemas de solo. O Instituto de Aeronáutica e Espaço (IAE) ficou incumbido pelo desenvolvimento do veículo lançador, necessário para colocar os satélites em órbita.

O Brasil possui duas bases de lançamentos: Centro de Lançamento da Barreira do Inferno (CLBI) e o Centro de Lançamento de Alcântara (CLA).

O CLBI está localizado na cidade de Natal–RN, e devido ao adensamento demográfico da cidade tornou-se quase inviável seu uso. Porém, este centro, servirá, por algum tempo, para lançamentos de foguetes de sondagem de pequeno porte, destinados à ciência espacial.

O CLA localizado no município de Alcântara-MA está próximo a linha do Equador, o que propicia uma economia de combustível de até 30%, pode-se dizer isso pelo bom desempenho do foguete ucraniano Cyclone. Porém o acesso ao centro é precário, por conta de problemas sociais na região, por decisão do governo sua expansão física fica limitada devido às disputas políticas entre instituições públicas federais e a carência de investimentos (AMARAL, 2010).

Pela sua localização geográfica, o CLA é considerado o melhor centro do mundo, pertencente ao Ministério da Defesa, sob jurisdição do Comando da Aeronáutica, no Maranhão. Esta qualificação decorre pela proximidade de 2,2° de latitude com a linha do Equador e do nível de segurança, pela ampla e desabitada área marítima, tanto para o Norte quanto para Leste, possibilitando o retombamento seguro dos estágios descartados durante o voo do veículo (AMARAL,2009).

Outro centro de lançamento com boa localização é o Centro Espacial de Kourou da Agência Espacial Europeia, localizado na Guiana Francesa, no município de Kourou. Sua proximidade com a linha do Equador é de 5,2° de latitude norte, bem mais distante do que o CLA e pode ser observada na Figura 10.

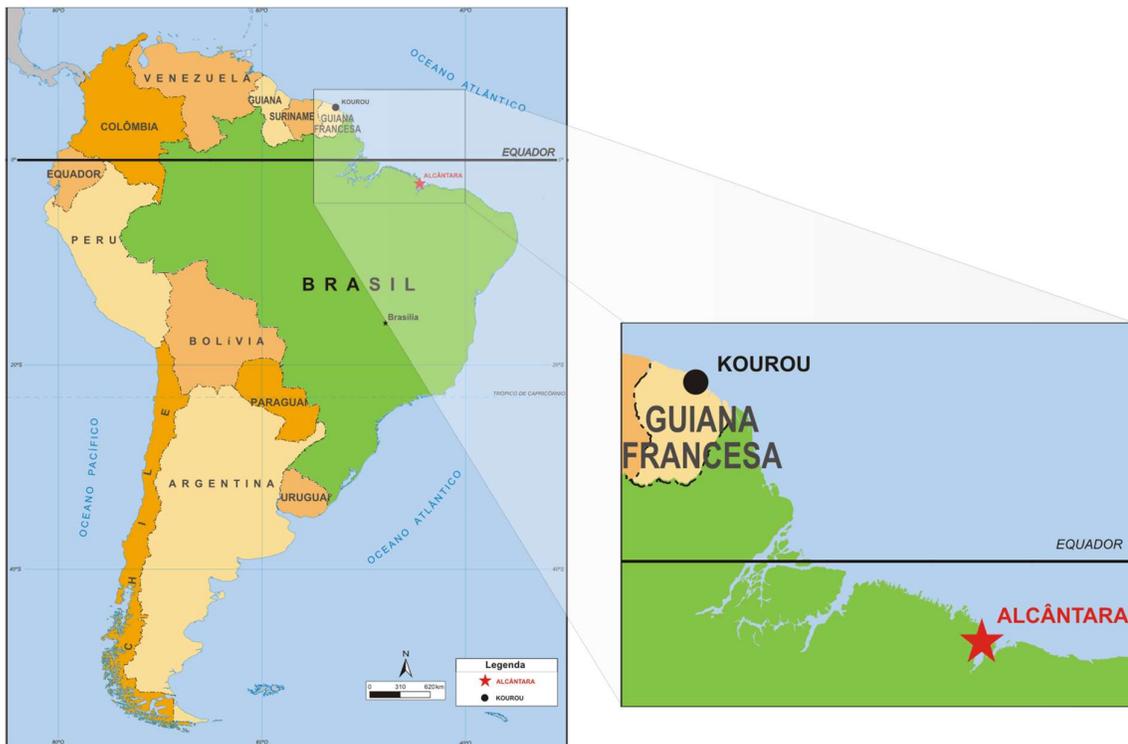


Figura 10: Centro de lançamento de Alcântara e Kourou (AMARAL, 2010).

Na Figura 10, nota-se que o oceano atlântico se encontra a leste. Isso facilita muito a tarefa de interdição das áreas de queda dos primeiros estágios do foguete. Os veículos são compostos de estágios, que se desprendem à proporção que termina sua fase de propulsão; também a coifa ('nariz') se abre e se solta do veículo que voa até a altitude de injeção em órbita, com a propulsão do último estágio e sua carga útil, que, satelizada, se separa do estágio ficando em sua órbita. Com exceção do último estágio, os demais segmentos vão caindo e isso, por óbvio, não pode ocorrer sobre regiões habitadas (AMARAL, 2010).

Como o Brasil não possui veículo lançador, os satélites SCD1 e SCD2 tiveram que ser lançados dos Estados Unidos a preços exorbitantes. Portanto, não basta ter uma área propícia, se faz necessário um sítio de lançamento. Houveram três tentativas de colocar um VLS em órbita, mas as três falharam. A primeira tentativa foi em 1997, o protótipo VLS-1 explodiu poucos segundos após sua decolagem. A segunda foi em 1999 que também culminou em uma explosão. E a terceira explodiu três dias antes do seu lançamento, na base de Alcântara em 2003, que resultou na morte de 21 técnicos e engenheiros altamente especializados, no qual foi detectado falha elétrica pelo comando da Aeronáutica.

A formulação e execução da Política Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais (PNDAE) e do Programa Nacional de Atividades Espaciais (PNAE) está sob a responsabilidade da AEB e também coordenação central do Sistema Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais (SINDAE). O PNAE é um documento de planejamento que é revisto e reeditado periodicamente, sua elaboração está a cargo da AEB e sua aprovação ocorre em um colegiado denominado Conselho Superior da AEB, integrado por representantes de quase todos os Ministérios.

A PNDAE é um modelo do qual parte de um instrumento de planejamento de médio prazo (dez anos), que é o PNAE. Neste documento se encontram as diretrizes estratégicas e as ações prioritárias na área do setor espacial. No entanto, as estimativas de orçamento para o período coberto pelo programa se dá pelos projetos ali definidos. Essas estimativas integram, por sua vez, o Plano Plurianual (PPA) que prevê as despesas com programas e as sucessivas Leis Orçamentárias Anuais (LOA), que são prévias da receita que o governo espera arrecadar durante o ano e fixa os gastos a serem realizadas com estes recursos. No anexo 1 se encontram os valores nominais das despesas executadas das ações do PNAE – 2014 e no anexo 2, os valores nominais da LOA para as ações do PNAE-2015.

2.3.2 Investimento em pesquisa e desenvolvimento de tecnologias

O desenvolvimento de novas tecnologias, contribui para o crescimento de um País. Para Carraro (1997), a necessidade de investimento na área de tecnologia e desenvolvimento deve-se a internacionalização dos mercados e a rápida velocidade com que novas tecnologias são criadas. Segundo Bastos (2004), não são raras as empresas que procuram investir em departamentos de pesquisas e desenvolvimento, objetivando alcançar inovações de produtos e/ou processos necessários ao crescimento econômico.

Para investir no desenvolvimento de projetos e/ou aprimorar os que já existem é preciso adotar critérios de sucesso. De acordo com Kerzner (2006), é preciso saber definir qual é o objetivo e os benefícios de um projeto no momento que está sendo proposto, para então verificar seu sucesso ou eventual fracasso ao final de sua execução.

Shenhar e Dvir (2007) subdividiram os critérios de sucesso de projeto em cinco categorias: eficiência, impacto para o cliente, impacto para a equipe, negócio & sucesso imediato e preparação para o futuro. Morioka (2010) faz referência a quatro dimensões de fatores críticos de sucesso que são: planejamento e controle, natureza do projeto, recursos humanos, stakeholders¹ e meio externo ao projeto.

Para fins dessa pesquisa descreve-se a seguir os precursores que fomentam o mercado a fim de trazer benefícios a sociedade.

2.3.3 Instituição Pública

Clemente (2008) em seu livro “Projetos Empresarias e Públicos” apresenta estudo de mercado, e segundo ele, os projetos públicos não tem como objetivo a obtenção de lucro; seus bens e serviços não dão origem a receitas monetárias. Mas, pode ser pensado como forma de ofertar algum bem ou serviço que não é oferecido no mercado e que é importante para o bem-estar da população. Para o autor, projetos públicos apresentam semelhanças fundamentais com os projetos empresariais. Porém, os resultados empresariais são de natureza econômica e os de projetos públicos são prioritamente de natureza social ou ambiental.

Há distinção entre bens e serviços públicos e bens e serviços de mercado. Os bens e serviços públicos permitem o livre acesso aos consumidores ou usuários. Já os bens e serviços de mercado são vendidos, portanto, são adquiridos com o poder de compra. Desta forma, pode-se dizer que o fornecimento de bens e serviços públicos é realizado pelo Estado pela aplicação dos tributos arrecadados, por exemplo, a segurança do território nacional é um serviço oferecido a todos os cidadãos de certo País, independentemente de seu poder aquisitivo.

¹*Stakeholders*: Pessoa ou grupo que possui participação, investimento ou tem ações ou interesse em determinada empresa ou negócio.

2.3.4 Relação Universidade-Empresa

Segundo Santoro (2000), alianças entre empresas e universidades são importantes para facilitar o avanço da empresa tanto em relação ao conhecimento quanto em relação às novas tecnologias.

De acordo com Plonski (1992 *apud* SEGATTO e SBRAGIA, 1996, p.390), a cooperação entre universidade e empresa pode ser definida como:

[...] modelo de arranjo interinstitucional entre organizações de natureza fundamentalmente distinta, que podem ter finalidades diferentes e adotar formatos bastantes diversos. Inclui-se nesse conceito desde interações tênues e pouco comprometedoras, como o oferecimento de estágios profissionalizantes, até vinculações intensas e extensas, como os grandes programas de pesquisa cooperativa que chega a ocorrer repartição de critérios resultantes da comercialização dos seus resultados.

Segatto e Sbragia (1996) apontam alguns obstáculos na relação entre universidade e empresa:

- A busca do conhecimento fundamental produzida pela universidade, enfocando a ciência básica e não o desenvolvimento ou a comercialização, uma vez que seus docentes são avaliados pelas publicações;
- O tempo do processo, pois enquanto na empresa o foco é curto prazo, em virtude da objetividade das pesquisas, na universidade o foco acaba sendo a longo prazo;
- A visão por parte da universidade de que o Estado deve ser o único financiador de atividades de pesquisa a fim de garantir a plena autonomia universitária e liberdade de publicação; e
- Outros aspectos: ausência de instrumentos legais que regulamentam as atividades de pesquisa; carência de comunicação entre as partes; instabilidade das universidades públicas e excesso de burocracia das universidades.

Atualmente, existem vários projetos de universidades que desenvolvem estudos com nanossatélites, dentre eles, podemos destacar:

- **QB50:** é um projeto científico criado pela organização educacional e científica internacional sem fins lucrativos, o *Von Karman Institute of Fluid Dynamics*, localizado em Bruxelas, convida universidades em todo o mundo, proporcionando a oportunidade de participar do projeto e enviar um satélite ao espaço. Os CubeSats QB50 são projetados e construídos por, um grande número de jovens estudantes, supervisionados por pessoal experiente em suas universidades e guiados pela coordenação do projeto através de comentários e *feedback*.
O Brasil participa do projeto QB50 através da equipe do Centro de Referência em Sistemas Embarcados e Aeroespaciais (CRSEA), do Instituto Federal Fluminense (IFF).
- **SERPENS:** O principal objetivo do projeto SERPENS (Sistema Espacial para Realização de Pesquisa e Experimentos com Nano Satélites) é a capacitação de recursos humanos e a consolidação dos novos cursos de engenharia espacial brasileiros. Participam do projeto a Universidade de Brasília (UnB), e as Universidades Federais do ABC (UFABC), de Santa Catarina (UFSC), de Minas Gerais (UFMG) e o IFF. No momento em que esta dissertação foi escrita o Serpens voa com sucesso, sendo rastreado pela estação terrestre do IFF.
- **NanoSatC-Br-1:** desenvolvido em parceria e convênio entre a Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) e o INPE/MCTI. A Gerência do Projeto está localizada no Centro Regional Sul de Pesquisas Espaciais – CRS/INPE-MCTI, em Santa Maria, RS. A coordenação geral de engenharias e tecnologias espaciais do programa e projeto para o suporte técnico, integração, testes e operação do Projeto é efetuada pela equipe localizada na sede do INPE/MCTI, em São José dos Campos, SP. Alunos de Física, Engenharias e de Computação dos Cursos de Graduação da UFSM participam de todas as fases do Projeto, desde a sua especificação e desenvolvimento até a sua montagem, integração e testes e a sua operação. Os alunos estão no Programa de Iniciação Científica & Tecnológica & Inovação do CNPq/MCTI e/ou estágios alocadas ao INPE/MCTI e com orientadores/supervisores das equipes técnicas e científicas do INPE/MCTI.

- **AESP-14:** é o nome de um CubeSat 1U (10x10x10cm), com vida útil prevista para durar cerca de três meses, desenvolvido pelo do Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), foi lançado no início de 2015. Com o objetivo de validar subsistemas, são produzidos por alunos de graduação e pós-graduação, é um projeto focado na formação de recursos humanos para o setor espacial. Porém, atualmente se encontra inoperante, pois a antena de transmissão de telemetria, um equipamento responsável para enviar dados do satélite para Terra, não abriu.
- **CONASAT:** o programa CONASAT (Constelação de Nano Satélites para Coleta de Dados Ambientais) que teve início em 2011, é apoiado financeiramente pela AEB/MCTI/CNPq e está sendo desenvolvido pelo INPE. Conta com a participação de Pesquisadores da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) e de bolsistas, a quem este tipo de programa tem foco principal, como metodologia prática para formação de recursos humanos para a área espacial. Deste projeto, também participam a Universidade Federal do Ceará (UFC), o Instituto Federal do Rio Grande do Norte (IFRN), o CLBI e o ITA.
- **14-BISat:** foi projetado e construído pelo CRSEA, como o nanossatélite brasileiro participante do QB50, em estreita colaboração com o GAMASat, da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto e Tekever, ambas de Portugal.

3 ESTUDO EXPLORATÓRIO

3.1 Classificação da pesquisa

De acordo com Gil (2007), uma pesquisa pode ser classificada com base em seus objetivos. Desta forma, o presente trabalho pode ser qualificado como uma pesquisa descritiva. “As pesquisas descritivas têm como objetivo primordial a descrição das características de determinada população ou fenômeno ou, então, o estabelecimento de relações entre variáveis” (GIL, 2002).

O objetivo geral deste trabalho consiste em obter informações referentes às vantagens e desvantagens econômicas e estratégicas dos nanossatélites. Vê-se ainda dentre os objetivos específicos, a intenção de confrontar e explicitar as diferentes perspectivas dos Nanosats.

3.2 Método de abordagem

Este trabalho de pesquisa se inicia pelos pressupostos que diz respeito aos nanossatélites, suas vantagens em relação ao satélite convencional. Portanto, trata-se de um processo de inferência dedutiva. Assim sendo, o método de abordagem pode ser classificado hipotético-dedutivo, segundo a classificação de Lakatos e Marconi (2006).

3.3 Método da pesquisa e o estudo de caso

De acordo com Chizzotti (1995), estudo de caso “é a pesquisa para coleta e registro de dados de um ou vários casos, para organizar um relatório ordenado e crítico ou avaliar analiticamente a experiência com o objetivo de tomar decisões ou propor ação transformadora. ”

O estudo de caso abrange desde o planejamento das técnicas de coletas de dados, das abordagens específicas à análise dos mesmos (YIN, 2005).

O presente estudo se deu através de uma pesquisa de campo, onde os atores envolvidos avaliaram a performance dos pequenos satélites.

3.4 Delimitação do universo e amostragem

Num primeiro momento, foram identificados e mapeados os principais especialistas envolvidos com nanossatélites no Brasil, o que representa um grupo pequeno, desta forma, a pesquisa teve uma característica muito mais qualitativa do que quantitativa. A partir desta identificação, foram obtidos de cada pesquisador: o e-mail e/ou hyperlink do Currículo Lattes.

Das 40 pessoas que foram identificadas como pesquisadores ativos no desenvolvimento de nanossatélites no Brasil, foi excluída a equipe do IFF, desconsiderada para se evitar viés nos resultados e então foram enviados e-mails para os demais. Destes, 15 respostas foram consideradas de qualidade e tratadas na pesquisa.

O perfil profissional dos colaboradores foi variado, tendo representantes de pesquisadores, tecnologistas, professores universitários, alunos de graduação e de pós-graduação do CRS/INPE-MCTI, INPE/MCTI, UFSM, Sociedade Maranhense de Direitos Humanos (SMDH), Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), ITA/ Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (DCTA), Ministério da Defesa (MD), Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer (CTI-RA), envolvidos direta e indiretamente com o programa NANOSATC-BR, desenvolvimento de CubeSats, projetos NANOSATC- (BR1 & BR2).

O Gráfico 1 expressa o tempo de experiência no qual estes colaboradores têm com os nanossatélites.

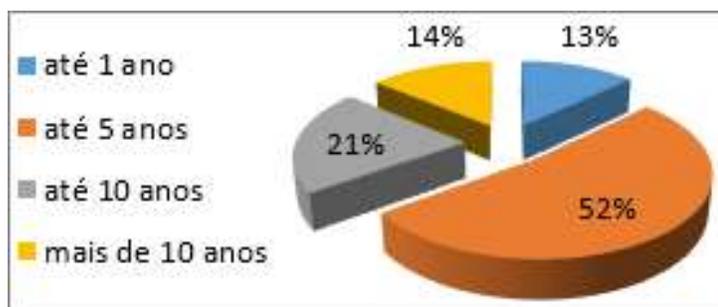


Gráfico 1: Tempo de experiência com nanossatélites. Fonte própria.

Como pode ser observado no Gráfico 1, aproximadamente metade deles (52%) possui experiência de até 5 anos, o que destaca o quão emergente é o assunto no país, sendo, portanto, um aspecto motivador para o desenvolvimento do trabalho/pesquisa.

3.5 Sobre o instrumento de coleta

O instrumento de coleta utilizado foi o formulário com afirmativas a respeito dos nanosatélites. As afirmativas foram retiradas da revisão bibliográfica sobre o assunto nanosatélites e usadas para confrontar com a percepção dos atores brasileiros da área. O modelo de formulário encontra-se no Apêndice A, e o mesmo foi elaborado utilizando a ferramenta Google *Forms*. O formulário contém uma introdução a fim de sensibilizar o entrevistado para a importância do tema e as razões que determinaram a realização da pesquisa. O envio deste foi realizado através de e-mail com o auxílio da ferramenta contato, disponível na Plataforma Lattes.

3.6 Método de análise dos dados

Através do questionário o respondente escolhia a resposta que melhor traduzisse sua percepção acerca do assunto de interesse, seguida de uma justificativa. Para tanto, foi utilizada uma escala do tipo Likert, de 1 a 5, com a seguinte pontuação: Discordo totalmente (1), Discordo parcialmente (2), Indiferente (3), Concordo parcialmente (4) e Concordo totalmente (5). A interpretação de cada item ficou a cargo do respondente.

A fim de analisar os itens Likert optou-se pelo cálculo do Ranking Médio (RM) proposto por Oliveira (2005). Para cada resposta foi atribuído um valor de 1 a 5, a partir da qual foi calculada uma média ponderada para cada item, baseado na frequência das respostas. Assim, foi seguido a seguinte estratégia:

$$MP(\text{Média ponderada}) = \sum (f_i \cdot V_i) \quad RM(\text{Ranking médio}) = \frac{MP}{NS}$$

f_i = frequência observada de cada resposta para cada item

V_i = valor de cada resposta

NS = número de sujeitos

Neste método tem-se que quanto mais próximo de 5 estiver o RM maior será a concordância dos especialistas e quanto mais próximo de 1 menor.

Para classificação dos resultados obtidos de cada questão avaliada foi estabelecido intervalos conforme o quadro a seguir:

Quadro 2: Intervalos para classificação dos resultados obtidos a partir da média ponderada.

INTERVALO CONSIDERADO	CLASSIFICAÇÃO
$1,0 \leq RM < 1,5$	Muito Baixo
$1,5 \leq RM < 2,5$	Baixo
$2,5 \leq RM < 3,5$	Médio
$3,5 \leq RM < 4,5$	Alto
$4,5 \leq RM \leq 5$	Muito Alto

Fonte: elaboração própria.

Das justificativas dadas pelos respondentes para cada afirmativa, foi feita a análise *SWOT*. O termo *SWOT* é uma sigla de origem inglesa, que em português é denominada FOFA, que significa: Forças (*Strengths*), Fraquezas (*Weakness*), Oportunidades (*Opportunities*) e Ameaças (*Threats*). É uma matriz que retrata o ambiente interno (Forças e Fraquezas) e externo (Oportunidades e Ameaças) de uma organização, auxiliando no planejamento, desenvolvimento de produtos e outras tarefas que envolvem tomadas de decisão.

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1 Análise do nível de concordância e discordância dos respondentes

Com base nas afirmativas abaixo, foram obtidos os níveis de concordância e discordância dos respondentes:

1. *“Adquiridos em maior quantidade o custo de produção é reduzido por ganhos de escala”.*

Nesta afirmativa grande parte dos respondentes concordam parcialmente, porém, a fabricação dos satélites se deve ao tipo de missão. Portanto, foi considerada a frase fora de contexto, onde a maioria considerou os subsistemas, ao tratar - se de “adquiridos em grandes quantidades”, tais como painéis solares, geração de energia, rádio frequência, telecomunicação, computador a bordo etc.

Tem-se que 13 % dos respondentes discordam totalmente da afirmativa, 7% discordam parcialmente, nenhuma pessoa selecionou a escala de indiferença, 47% concordam parcialmente e 33% concordam totalmente.

2. *“Sendo produtos de menor porte, o ferramental de fabricação destes, além das instalações de produção de componentes e de integração são menores e mais baratos”.*

Para esta segunda afirmativa a maioria dos respondentes consideraram apenas a fabricação dos nanossatélites, sem considerar a confiabilidade, do contrário geraria uma maior discordância.

O percentual de concordância e discordância dos respondentes é o mesmo que na primeira afirmativa: 13% dos respondentes discordam totalmente da afirmativa, 7% discordam parcialmente, nenhuma pessoa selecionou a escala de indiferença, 47% concordam parcialmente e 33% concordam totalmente.

3. *“Operando em rede, havendo falha de um dos nós desta, outros podem assumir suas funções, ao contrário do que acontece quando um único satélite é responsável por toda a operação”.*

Nesta terceira afirmativa, houve divergência na interpretação da frase, das quais surgiram hipóteses, como a forma que os nanossatélites foram projetados e que deveriam apresentar o nó idêntico para que um assuma a missão do outro.

Portanto, 13% discordam totalmente, 6,7% discordam parcialmente e para 6,7% é indiferente. 33,3% concordam parcialmente e 40% concordam totalmente.

4. *“Seu lançamento é mais barato, podendo ser lançado de foguetes menores e construído em maior quantidade, portanto, mais baratos, ou ainda voando “de carona” com cargas maiores”.*

Nenhum respondente discorda da afirmativa, para 6,7% é indiferente, 33,3% concorda parcialmente e 60% concorda totalmente.

5. *“O principal problema para uma maior adoção dos nanossatélites é que, devido a seu tamanho reduzido, seu emprego ainda é limitado em determinados campos de aplicação, como telecomunicações por exemplo”.*

Para esta afirmativa, nenhum respondente discorda totalmente e nem concorda totalmente, 20% discorda parcialmente, 6,7% indiferente e 73,3% concorda parcialmente.

O Gráfico 2 resume o percentual do nível de concordância e discordância dos respondentes, em função das afirmativas do formulário.

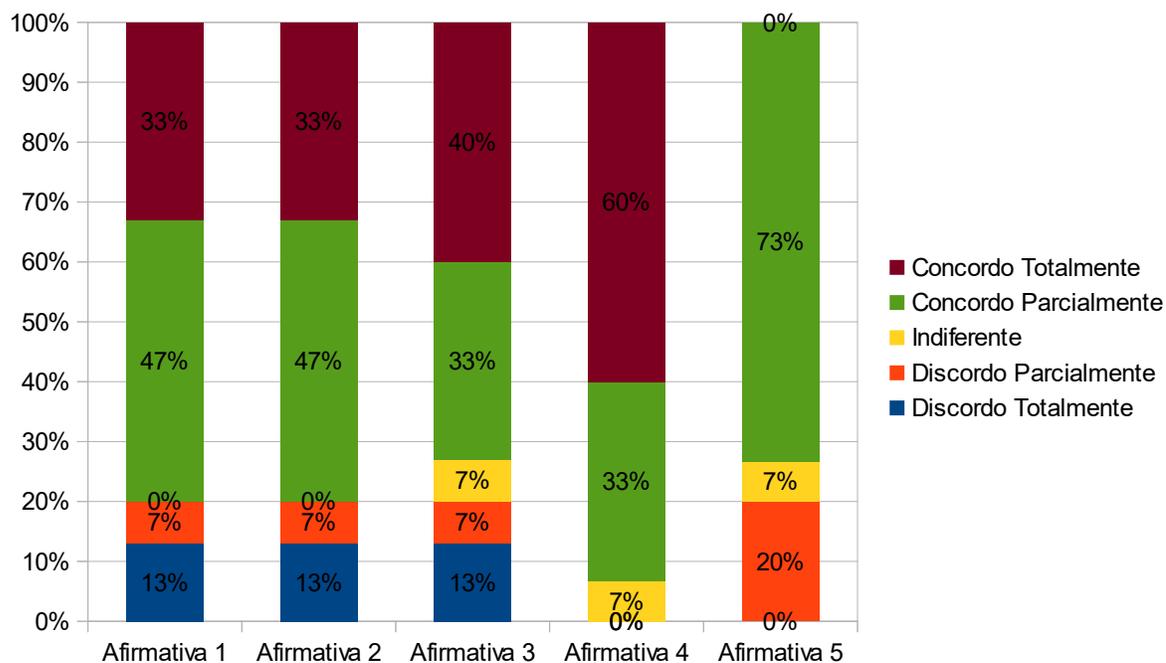


Gráfico 2: Nível de concordância e discordância dos respondentes. Fonte própria.

4.2 Análise SWOT

A análise SWOT, conforme Quadro 3, apresenta alguns pontos analisados a partir das justificativas apresentadas pelos respondentes no questionário.

Quadro 3: Análise SWOT.

	Forças	Fraquezas
Ambiente Interno	<p>-Redução nos custos de mão de obra e melhor utilização dos espaços físicos para o teste e montagem do satélite;</p> <p>-Além de serem produtos de menor porte, em geral, são itens com menores preocupações no seu projeto, no que diz respeito, por exemplo, aos níveis de tolerância a falhas;</p> <p>-Os investimentos e infraestrutura da base industrial necessitam de recursos em menores proporções;</p> <p>-Difícilmente em nanossatélites há a fabricação de componentes, isto poderia tornar o custo dos projetos muito alto, os componentes são em sua grande maioria COTS (comerciais de prateleira);</p> <p>-Os nanossatélites permitem que qualquer instituição de pesquisa ou de ensino superior desenvolva seus satélites uma vez que os recursos necessários são baixos e o aprendizado é enorme;</p> <p>-A redução do custo do projeto, desenvolvimento, lançamento, rastreamento e controle do nanossatélite possibilita as instituições de pequeno porte e as Universidades, a proximidade com a tecnologia aeroespacial.</p> <p>-São bem mais baratos e seu custo benefício é válido para instituições de pesquisa, como universidades para a capacitação de recursos humanos, ou seja, os alunos podem aprender lidando com esses satélites menores na prática, participando na parte de integração, lançamento ou monitoramento.</p>	<p>-Pequenos satélites não substituem os grandes, e mesmo que substituíssem, um grande número deles ainda seria caro;</p> <p>-Um satélite comercial é projetado para durar pelo menos 5 anos em perfeito funcionamento. Um nanossatélite em geral dura apenas alguns meses antes de apresentar falhas;</p> <p>-Tem menor capacidade de realizar experimentos complexos, menor controle em órbita, maior complexidade no controle de altitude;</p> <p>-Operando em rede, se um dos nós da rede falhar os outros terão que ser idênticos para conseguir cumprir a missão;</p> <p>-O lançamento é mais barato apenas quando é lançado de carona. Se o lançamento for dedicado, mesmo que com dezenas de nanossatélites, o custo ainda é elevado, embora menor do que de um lançamento próprio;</p> <p>-Confiabilidade é extremamente baixa por utilizar componentes não qualificados, e muitas vezes empregar mão de obra não qualificada (estudantes);</p> <p>-Têm sido bastante utilizados para aplicações que envolvam o imageamento da Terra, porém há uma limitação física relacionado a resolução máxima com boa qualidade que eles podem alcançar.</p>

Continua

	Oportunidades	Ameaças
Ambiente externo	- Nanossatélites auxiliam na formação de recursos humanos, uma vez que seu custo é mais acessível para as universidades desenvolverem. -Apresentam-se como soluções viáveis e de grande importância para o setor de desenvolvimento de projetos científicos aeroespaciais.	- O que impede a ampla utilização de nanosats é encontrar uma janela de lançamento. Há vários projetos 100% prontos que não encontram lançamentos disponíveis.

Fonte própria.

4.3 Ranking médio

O Quadro 4 exibe uma análise quantitativa dos resultados através do RM.

Quadro 4: Ranking médio com relação à concordância entre os especialistas.

RANKING MÉDIO							
Itens	Frequência					Média Ponderada (MP)	Ranking Médio (RM)
	Discordo Totalmente	Discordo Parcialmente	Indiferente	Concordo Parcialmente	Concordo Totalmente		
1	2	1	0	7	5	57	3,8
2	2	1	0	7	5	57	3,8
3	2	1	1	5	6	57	3,8
4	0	0	1	5	9	68	4,5
5	0	3	1	11	0	53	3,5
Ranking médio geral							3,9

Fonte própria

Conforme pode-se observar no Quadro 4, o ranking médio geral (3,9) indica que há um “alto” grau de concordância entre os especialistas. Como é possível notar, os três primeiros itens apresentam RM (3,8) idênticos, tem-se que os especialistas concordam parcialmente com a afirmativa. Para o quarto item o nível de concordância é “muito alto” já que apresenta RM (4,5). E por último apresentam RM (3,5), o nível de concordância é “médio”.

5 DISCUSSÕES DOS RESULTADOS

Os resultados indicaram que os nanossatélites são mais baratos, devido a utilização de componentes comerciais sem qualificação espacial. O nível de qualidade destes componentes tem-se mostrado satisfatório uma vez que esses atendem missões de baixo custo, para tanto, se for aumentar a confiabilidade do nanossatélite o custo de produção irá aumentar devido a quantidade de testes exigidos para garantir a confiabilidade.

Quando se fala em maior quantidade pode significar menor custo de produção, porém, no setor espacial é importante considerar que os projetos sempre são diferentes uns dos outros. Portanto, o custo com nanossatélites é menor em grandes quantidades, porém sua construção é baseada em missões.

O que difere um nanossatélite de um satélite convencional é o tamanho e a massa, o que restringe alguns aplicativos que outros satélites maiores executam. Para sua construção necessitam de salas limpas em proporções menores, porém, se utilizar estes nanossatélites para grandes missões, o custo das instalações é semelhante ao custo de produção de um satélite de grande porte, devido a utilização de equipamentos para aumentar a confiabilidade destes. Pode ser lançado de foguetes menores ou “de carona” com cargas maiores, já o satélite tradicional necessita de um lançador próprio, o VLS, o que encarece ainda mais o uso desta tecnologia em missões.

Os pequenos satélites não substituem os grandes devido a confiabilidade, por utilizar componentes não qualificados e também pelo tempo de operação em órbita, que é muito reduzido se comparado a grandes satélites. Ao afirmar que o campo de aplicação dos nanossatélites é restrito, tem-se que esta afirmativa tem validade limitada, pois o Departamento de Defesa Americano (DoD) já está testando nanossatélites para aplicações em telecomunicações, também existem projetos em desenvolvimento realizando pesquisas para viabilidade de monitoramento e observação do planeta.

Tem-se também o grupo empresarial VZLU, instalado na República Tcheca, que vem investindo no desenvolvimento e lançamento de CubeSats, como o caso da primeira plataforma 2U, o VZLU1. Este investimento tem como objetivo qualificar-se

na área de nanossatélites com intuito de possibilitar futuras “*joint – ventures*”² tanto em nível nacional, na República Tcheca, como internacional.

A empresa Innovative Solutions in Space BV (ISIS), localizada em Delft, Holanda, é a principal fornecedora de sistemas e subsistemas para a plataforma do primeiro CubeSats Theco, o VZLUSAT 1, que é um CubeSats 2U. Portanto, pode-se considerar que CubeSats estão se tornando um novo paradigma Espacial, há uma forte tendência para evolução dos pequenos satélites já que estão crescendo em todo o mundo, prevê-se então que irá se consolidar nos próximos anos.

O Brasil vem apresentando nos últimos tempos um bom começo no desenvolvimento dos pequenos satélites, com capacidade para indústria, de gerar empregos e experiências aos jovens estudantes, como também o desenvolvimento de tecnologias. Desta forma, a adoção dos nanossatélites alavanca o setor espacial brasileiro.

² *joint – ventures*: é uma expressão inglesa que significa a junção de empresas para realizar uma atividade econômica comum, por um determinado período de tempo e visando, dentre outras motivações, o lucro.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa investigou o quanto os nanossatélites podem contribuir no setor espacial brasileiro. O Brasil tem grandes desafios de recursos humanos e financeiros. É preciso formar professores, formar técnicos e atrair jovens para atividades espaciais, porém, é necessário dispor de recursos, pois não se resume apenas à atividade individual, mas também aos equipamentos de custo muito elevado para construção de satélites, plataformas e VLS. Adicionalmente, é necessário pessoas com conhecimento específico e conhecimento dos equipamentos de satélites convencionais, que são recursos muito significativos.

Os chamados *spin-offs* é uma expressão de origem inglesa para os subprodutos oriundos das pesquisas espaciais, no qual podemos destacar a prótese, tecido sintético, tênis antichoque, obter informações sobre a previsão do tempo entre outras. Tudo isso não existiria se faltasse investimento em pesquisa espacial. A sociedade desinformada, e, portanto, sem opinião, sem capacidade de intervir dificulta a construção de políticas estratégicas sustentáveis. Dessa forma, idealizado como instrução de divulgação do PNAE nas escolas do ensino médio e fundamental cria-se a AEB Escola, que atua desde de 2004 desenvolvendo atividades com o objetivo de levar a temática espacial às salas de aula e divulgar amplamente o Programa Espacial Brasileiro, buscando por meio de suas ações, despertar o interesse dos jovens pelas ciências e contribuir para revelação de novos talentos para a área.

O PNAE reconhece a ampliação dos horizontes do Programa Espacial Brasileiro, com a chegada de novos atores, o desenvolvimento dos nanossatélites. A revisão mais recente do PNAE prevê meta para industrializar e comercializar pequenos satélites, vê-los como projetos complementares que trará melhorias para sustentabilidade do programa espacial. Pode-se encontrar também no documento do PNAE o orçamento alocado para estes pequenos satélites uma quantidade de aproximadamente 1% ao ano. No Anexo 1 tem-se o modelo orçamentário 2014 no qual a unidade orçamentária AEB autoriza R\$ 542.000,00 (quinhentos e quarenta e dois mil reais) para desenvolvimento e lançamento de satélites tecnológicos de pequeno porte dos quais foram gastos R\$ 140.953,40 (cento e quarenta mil, novecentos e cinquenta e três reais e quarenta centavos) no ano de 2014. Já no Anexo

2 encontra-se o modelo orçamentário 2015 com a Lei Orçamentária Anual (LOA) prevista de R\$ 4.000.000,00 (quatro milhões) para o desenvolvimento e lançamento de satélites tecnológicos de pequeno porte. No ano de 2016 será fornecido os valores nominais das despesas executadas das ações do PNAE – 2015 no qual disponibilizará o valor autorizado para os gastos destes pequenos satélites e o valor liquidado, ou seja, o quanto foi investido nestas tecnologias. Portanto, vê-se que há uma forte tendência para evolução dos pequenos satélites com capacidade para indústria gerar emprego no desenvolvimento de tecnologias e conhecimento.

O nicho nanossatélite tem um potencial vasto do ponto de vista de otimização financeira e efetividade científico-tecnológica. Essa solução convive com outros nichos. Para um País como o Brasil, a intenção de participar da geopolítica implica dominar e fazer uso de cada um dos nichos em termos do conceito satélites. Acima de qualquer solução de satélite, produtos ou serviços relacionados, estão antes as capacidades ou competências humanas, que agregam valor em um cenário sócio-econômico-tecnológico sustentável.

Para que sejam desenvolvidos satélites com tecnologia brasileira, é importante que sejam criados parque industrial espacial e também cursos universitários voltados para engenharia espacial, bem como equipar estas Universidades com capacidade de desenvolver nanossatélites.

Recentemente, foram realizados estudos sobre as iniciativas brasileiras e europeias para o desenvolvimento da indústria de micro e nanossatélite pelo Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC), neste se encontra uma visão geral das principais iniciativas, projetos e esforços no segmento de pequenos satélites hoje, no Brasil e na Europa, através de entrevistas com os atores envolvidos no setor espacial, do qual fazem parte empresas de pequeno porte e Universidades.

Seria interessante, em trabalhos futuros que seja avaliado o estado atual das missões que voaram em 2015 e voarão em 2016 em diante, como a 14-BISat, bem como os impactos da crise no PNAE.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AEB. **Agência Espacial Brasileira**, 2014. Disponível em: <<http://www.aeb.gov.br/>>. Acesso em: 15 mai. 2015.

_____. **Programa Nacional de Atividades Espaciais: 2012-2021**. Brasília, 2012. Disponível em: <<http://www.aeb.gov.br/wp-content/uploads/2013/01/PNAEPortugues.pdf>>. Acesso em: 6 jul. 2015.

AMARAL, R. **A crise dos projetos estratégicos brasileiros: o caso do Programa Espacial Brasileiro**. In: NETO, Manuel Domingos (Org.), *O militar e a ciência no Brasil*. Rio de Janeiro: Gramma Livraria e Editora, 2009, p. 169-211.

AMARAL, R. Passagens. **Revista Internacional de História Política e Cultura Jurídica**, Rio de Janeiro: vol. 2 no. 5, setembro-dezembro 2010, p. 4 - 42.

AMARO, T.C. F. **Entendendo as características fundamentais e indutoras do desenvolvimento territorial com base em sistemas de inovação: o complexo portuário do açu**. 2014. 101 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Centro de Ciência Tecnologia, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 2014.

BASTOS, V. D. Incentivo à inovação: tendências internacionais e no Brasil e o papel do BNDES junto a grandes empresas. **Revista do BNDES**, Rio de Janeiro, v. 11, n. 21, p. 107-138, jun. 2004.

BENITES, E. V. **A tecnologia espacial como ferramenta para o monitoramento ambiental: um caminho para o desenvolvimento sustentável**. 2006. 149 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Sustentável) – Centro de desenvolvimento sustentável, Universidade de Brasília, Brasília, 2006.

BIAGI, O. L. O imaginário da Guerra Fria. **Revista da História Regional**, v. 6, 2001.

BRITO, L. B. **Da exclusão à participação internacional na área espacial: o programa de satélites sino-brasileiro como instrumento de poder e de desenvolvimento**. 2011. 181 f. Dissertação (Mestrado em Relações Internacionais) – Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.

CARLEIAL, A. B. Uma Breve História da Conquista Espacial. **Revista Parcerias Estratégicas**, n. 7, Brasília: Ministério da Ciência e Tecnologia. Centro de Estudos Estratégicos, p. 21-30, out. 1999.

CARRARO, A. **O investimento em P&D e o uso das patentes: uma abordagem por meio da teoria dos jogos**. 1997. 123 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Econômicas) - Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1997.

CARVALHO, H. [Apresentação oral] In: **9º Congresso Latino americano de Satélites**, Rio de Janeiro, outubro de 2009.

CASTANEDA, R. **Lançamento de nanossatélites: um marco importante para o Comando Sul dos EUA**. Diálogo. 2013. Disponível em: <http://dialogo-americas.com/pt/articles/rmisa/features/regional_news/2013/12/10/satellite-launch>. Acesso em: 08 agos. 2015.

CHIZZOTTI, A. **Pesquisa em ciências humanas e sociais**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 1995.

CLEMENTE, A (Org.). **Projetos empresariais e públicos**. 3.ed. São Paulo: Atlas, 2008. 343p.

CONASAT. **Nano Satélites**. (2011). Disponível em: <<http://www.crn2.inpe.br/conasat1/nanosatt.php>>. Acesso em: 16 jun. 2015.

DURÃO, O. **Cube e nano satélites** - Um novo conceito para o setor espacial. Tecnologia & Defesa, 2014.

FAGERBERG, J. **Technology and International Differences in Growth Rates**. Journal of Economic Literature, volume XXXII, p. 1147-1175, setembro de 1988.

FLORENZANO, T. G. **Imagens de satélite para estudos ambientais**, São Paulo: Oficina dos Textos, 9-53, 2002.

FOLHA DE SÃO PAULO. **Brasil vai cancelar acordo com Ucrânia para lançar foguetes**. São Paulo, 2015. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/ciencia/2015/04/1614126-brasil-vai-cancelar-acordo-com-ucrania-para-lancar-foguetes.shtml>>. Acesso em: 20 jul. 2015.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

_____. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

HUGHES Brasil. **Como funciona os Satélites**, 22 Maio 2013. Disponível em: <<http://www.hughes.com.br/artigos/como-funcionam-os-satlites>>. Acesso em: 01 fev. 2015.

KERZNER, Harold. **Gestão de Projetos**. 2ª. Edição. Porto Alegre: Bookman, 2006.

LAKATOS, E, M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos de metodologia científica**. 6. ed. 3. reimpr. São Paulo: Atlas, 2006.

MARINA, S. SOUTHCOM lança nanossatélites antes do final do ano. Diálogo. 2013. Disponível em: <http://dialogoamericas.com/pt/articles/rmisa/features/technology/2013/03/22/feature-ex-4021?change_locale=true>. Acesso em: 21 mai. 2015.

MILLER, JOHN C., SERRATO, R., KUNDAHL, G. **The Handbook of Nanotechnology: Business, Policy and Intellectual Property Law**. New Jersey, Wiley, 2005.

MORIOKA, N. S. **Análise de fatores críticos de sucesso de projetos de uma empresa de varejo**. Trabalho de Formatura - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Produção. São Paulo, 2010.110p.

OLIVEIRA, L. H. **Exemplo de cálculo de Ranking Médio para Likert. Notas de Aula. Metodologia Científica e Técnicas de Pesquisa em Administração**. Mestrado em Adm. e Desenvolvimento Organizacional. PPGA CNEC/FACECA: Varginha, 2005.

RUFFONI, Janaína & ZAWISLAK, Paulo. Knowledge and **Economic Development: a comparative study**. 7th International Conference on Management of Technology (IAMOT). Anais ... Estados Unidos, Orlando, 1998.

RUFFONI, J.; ZAWISLAK, P. A.; LACERDA, J. S. **Uma análise comparativa entre indicadores de desenvolvimento tecnológico e de crescimento econômico para grupos de países**. In: 23º Simpósio de Gestão da Inovação Tecnológica, 2004, Curitiba. Anais... Curitiba, 2004. 10p.

SANTORO, M. **Success breeds success: the linkage between relationship intensity and tangible outcomes in industry-university collaborative ventures**. The journal of high technology management research, v. 11, n. 2, 2000

SANTOS, W. A. D. et al. **Proposta de uma missão espacial completa para Picosatélites e Nanosatélites utilizando lançadores nacionais**. São José dos Campos: [s.n]. Maio 2012.

SEGATTO, A.; SBRAGIA, R. **Cooperação universidade-empresa: um estudo exploratório**. In: SIMPÓSIO DE GESTÃO DA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA, 19. Anais... São Paulo, 1996.

SHENHAR, A. AND D. DVIR **Reinventing project management: The diamond approach to successful growth and innovation**, Harvard Business School Press Boston, 2007.

SOUZA, P.N. **Curso introdutório em tecnologias de satélites (CITS)**. São José dos Campos: INPE, 2003.

SOUZA, P.N. **Satélites e plataformas espaciais: programa AEB escola – formação continuada de professores**. São José dos Campos: INPE, 2007. (INPE-12345-PUD/167).

SWARTWOUT, M. **The First One Hundred CubeSats: A Statistical Look**. JoSS, 2013.Vol. 2, No. 2, pp. 213-233.

TELECOM. Miniaturized Satellite. **WhatIs.com**, Maio 2006. Disponível em: <<http://whatIs.techtarget.com/definition/miniaturized-satellite>>. Acesso em: 03 jun. 2015.

YIN, R.K. **Estudo de caso**: planejamento e métodos. 3. Ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

APÊNDICE A: Formulário

Questionário (Parte 1)

Caríssimo,

A presente pesquisa, que constitui a base de minha dissertação, visa comparar os nano satélites com os satélites convencionais. Seu objetivo é identificar as vantagens e desvantagens dos nanosatélites quando comparado aos satélites. Serão avaliados representantes dos diferentes segmentos como o da Pesquisa e Desenvolvimento, do Governo e das Indústrias que tem utilizado os nano satélites.

Para tanto, conto com sua indispensável colaboração, respondendo criteriosamente o questionário abaixo e justificando o valor atribuído.

Informo ainda que em nenhuma hipótese o formulário de pesquisa será analisado por terceiros e que apesar da necessidade metodológica de rastreamento dos mesmos, informações individuais não são o foco da pesquisa.

Conto com sua inestimável participação.

Grata,

Vivian Miranda da Silva

Mestranda em Engenharia de Produção (LEPROD/UENF)

Orientador: Prof. D. Sc. Rogério Atem de Carvalho (LEPROD/UENF)

*Obrigatório

Selecione a qual segmento pertence: *

- Pesquisa e desenvolvimento
- Governo
- Indústria

Que tipo de vínculo você possui com a Instituição: *

- Efetivo
- Contratado

Há quanto tempo você trabalha com nano satélites?

- até 1 ano
- até 5 anos
- até 10 anos
- mais de 10 anos

Questionário (Parte 2)

A miniaturização de componentes tem permitido, e razões econômicas têm provocado, um crescimento exponencial no número e complexidade de aplicações empregando pequenos satélites, em especial redes de nano satélites, devido aos fatores

Adquiridos em maior quantidade o custo de produção é reduzido por ganhos de escala: *

Justificativa:

Sendo produtos de menor porte, o ferramental de fabricação destes, além das instalações de produção de componentes e de integração são menores e mais baratos: *

Justificativa:

Operando em rede, havendo falha de um dos nós desta, outros podem assumir suas funções, ao contrário do que acontece quando um único satélite é responsável por toda a operação: *

Justificativa:

Seu lançamento é mais barato, podendo ser lançado de foguetes menores e construído em maior quantidade, portanto, mais baratos, ou ainda voando "de carona" com cargas maiores: *

Justificativa:

O principal problema para uma maior adoção dos nano satélites é que, devido a seu tamanho reduzido, seu emprego ainda é limitado em determinados campos de aplicação, como telecomunicações por exemplo: *

Justificativa:

Questionário (Parte 3)

Se você tem algo a acrescentar ou a observar em relação aos aspectos econômicos dos nano satélites comente aqui:

ANEXO 1: Modelo orçamentário (2014)

CÓDIGO	AÇÃO	PLANO ORÇAMENTÁRIO	UNIDADE ORÇAMENTÁRIA	AUTORIZADO	LIQUIDADO
20V0	DESENVOLVIMENTO E LANÇAMENTO DE FOGUETES SUBORBITAIS E DE VEÍCULOS LANÇADORES DE SATÉLITES		AEB	28.253.078,00	23.362.552,57
	0001	Desenvolvimento e Lançamento de Foguetes Suborbitais		2.695.000,00	610.991,10
	0002	Desenvolvimento e Lançamento de Veículos Lançadores de Satélites da Série VLS		15.558.078,00	12.751.561,47
	0003	Desenvolvimento e Lançamento do Veículo Lançador de Microsatélites VLM-1		10.000.000,00	10.000.000,00
20VC	DESENVOLVIMENTO E LANÇAMENTO DE SATÉLITES		AEB	91.882.598,00	45.778.590,49
	0002	Desenvolvimento do Satélite Lattes		3.357.845,00	3.305.844,30
	0005	Desenvolvimento dos Satélites da Série Amazônia		25.836.531,00	10.106.188,63
	0007	Desenvolvimento dos Satélites Sino-Brasileiros - Programa CBERS		55.049.655,00	32.365.557,56
	000A	Modernização do Sistema de Coleta de Dados Hidrometeorológicos (SCD-Hidro)		7.638.567,00	0,00
0B18	PARTICIPAÇÃO DA UNIÃO NO CAPITAL - ALCÂNTARA CYCLONE SPACE - ACS		MCTI	66.000.000,00	0,00
20UZ	DESENVOLVIMENTO, MANUTENÇÃO E ATUALIZAÇÃO DA INFRAESTRUTURA ESPACIAL		AEB	33.160.192,00	15.119.746,77
	0001	Operação e Atualização do Laboratório de Integração e Testes		3.807.332,00	1.506.304,29
	0004	Funcionamento e Atualização da Infraestrutura de Apoio a Veículos Espaciais		18.759.860,00	8.694.318,02
	0005	Implantação e Operação do Sistema de Metrologia, Normalização e Certificação para a Área Espacial		2.000.000,00	877.799,16
	0006	Rastreamento e Controle de Satélites		1.800.000,00	1.049.441,58
	0007	Recepção, Processamento, Armazenamento e Distribuição de Dados de Satélites.		6.783.000,00	2.991.883,72
7F40	IMPLANTAÇÃO DO CENTRO ESPACIAL DE ALCÂNTARA - CEA		AEB	90.699.455,00	896.948,85
20VB	PESQUISA E DESENVOLVIMENTO DE TECNOLOGIAS PARA O SETOR ESPACIAL		AEB	35.472.000,00	13.611.209,38
	0001	Apoio a Projetos de Pesquisa e Desenvolvimento de Tecnologias Críticas para o Setor Espacial		4.622.205,00	3.032.600,00
	0002	Desenvolvimento e Lançamento de Satélites Tecnológicos de Pequeno Porte		542.000,00	140.953,40
	0003	Desenvolvimento de Produtos e Processos para Componentes, Equipamentos e Subsistemas de Satélites		5.461.000,00	2.756.528,41
	0004	Pesquisa e Desenvolvimento em Tecnologias Associadas a Veículos Espaciais		9.601.795,00	617.108,95
	0007	Desenvolvimento de Competências e Capital Humano para o Setor Espacial		4.700.000,00	2.704.761,11
	0008	Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação no Centro Brasileiro de Previsão do Clima Espacial		3.000.000,00	1.631.519,82
	0009	Pesquisa e Desenvolvimento em Aeronômica, Astrofísica e Geofísica Espacial		5.000.000,00	1.636.351,02
	000A	Pesquisa, Aplicações e Desenvolvimento Tecnológico em Observação da Terra		2.545.000,00	1.091.385,67
	GESTÃO DO PROGRAMA		AEB	21.210.997,00	12.831.252,29
TOTAL				366.476.323,00	109.284.008,96

Figura 11: Valores Nominais das Despesas Executadas das Ações do PNAE – 2014. Fonte: AEB (2014).

ANEXO 2: Modelo orçamentário (2015)

AÇÃO	PLANO ORÇAMENTÁRIO	UNIDADE ORÇAMENTÁRIA	LOA
0B18	PARTICIPAÇÃO DA UNIÃO NO CAPITAL - ALCÂNTARA CYCLONE SPACE - ACS	MCTI	23.918.150,00
154L	IMPLEMENTAÇÃO DO PLANO DE ABSORÇÃO E TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA NO ÂMBITO DO SATÉLITE GEOESTACIONÁRIO DE DEFESA E COMUNICAÇÕES ESTRATÉGICAS (SGDC)	AEB	40.900.000,00
20UZ	DESENVOLVIMENTO, MANUTENÇÃO E ATUALIZAÇÃO DA INFRAESTRUTURA ESPACIAL	AEB	33.160.860,00
	0001 Operação e Atualização do Laboratório de Integração e Testes		3.808.000,00
	0004 Funcionamento e Atualização da Infraestrutura de Apoio a Veículos Espaciais		18.769.550,00
	0005 Implantação e Operação do Sistema de Metrologia, Normalização e Certificação para a Área Espacial		2.000.000,00
	0006 Rastreo e Controle de Satélites		1.800.000,00
	0007 Recepção, Processamento, Armazenamento e Distribuição de Dados de Satélites.		6.783.000,00
20V0	DESENVOLVIMENTO E LANÇAMENTO DE FOGUETES SUBORBITAIS E DE VEÍCULOS LANÇADORES DE SATÉLITES	AEB	39.953.078,00
	0001 Desenvolvimento e Lançamento de Foguetes Suborbitais		4.395.000,00
	0002 Desenvolvimento e Lançamento de Veículos Lançadores de Satélites da Série VLS		5.558.078,00
	0003 Desenvolvimento e Lançamento do Veículo Lançador de Microsatélites VLM-1		30.000.000,00
20VB	PESQUISA E DESENVOLVIMENTO DE TECNOLOGIAS PARA O SETOR ESPACIAL	AEB	51.272.000,00
	0001 Apoio a Projetos de Pesquisa e Desenvolvimento de Tecnologias Críticas para o Setor Espacial		5.844.000,00
	0002 Desenvolvimento e Lançamento de Satélites Tecnológicos de Pequeno Porte		4.000.000,00
	0003 Desenvolvimento de Produtos e Processos para Componentes, Equipamentos e Subsistemas de Satélites		5.461.000,00
	0004 Pesquisa e Desenvolvimento em Tecnologias Associadas a Veículos Espaciais		20.000.000,00
	0007 Desenvolvimento de Competências e Capital Humano para o Setor Espacial		1.922.000,00
	0008 Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação no Centro Brasileiro de Previsão do Clima Espacial		6.000.000,00
	0009 Pesquisa e Desenvolvimento em Aeronomia, Astrofísica e Geofísica Espacial		5.000.000,00
	000A Pesquisa, Aplicações e Desenvolvimento Tecnológico em Observação da Terra		2.545.000,00
	000B Pesquisa e Desenvolvimento de Subsistemas para Satélites		500.000,00
20V C	DESENVOLVIMENTO E LANÇAMENTO DE SATÉLITES	AEB	95.782.000,00
	0002 Desenvolvimento do Satélite Lattes		4.461.000,00
	0005 Desenvolvimento dos Satélites da Série Amazônia		35.550.000,00
	0007 Desenvolvimento dos Satélites Sino-Brasileiros - Programa CBERS-4		18.750.000,00
	0008 Desenvolvimento da Missão SABIA-Mar		10.000,00
	0009 Concepção e Análise de Viabilidade de Novas Missões Espaciais alinhadas com o PNAE		1.000,00
	000A Modernização do Sistema de Coleta de Dados Hidrometeorológicos (SCD-Hidro)		4.800,00
	000B Desenvolvimento dos Satélites Sino-Brasileiros - Programa CBERS-4A		21.221.000,00
7F40	IMPLANTAÇÃO DO CENTRO ESPACIAL DE ALCÂNTARA - CEA	AEB	15.000.000,00
	GESTÃO DO PROGRAMA	AEB	23.641.784,00
	TOTAL		323.627.872,00

Figura 12: Valores Nominais da Lei Orçamentária Anual (LOA) para as Ações do PNAE-2015. Fonte: AEB (2015).