



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS

sid.inpe.br/mtc-m21b/2015/04.04.20.04-TDI

**UMA HEURÍSTICA PARA AUXILIAR O
DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS COMPLEXOS
CONDUZIDOS POR ÓRGÃOS PÚBLICOS EM
AMBIENTE DINÂMICO E COM PARTICIPAÇÃO DA
INDÚSTRIA**

José Iram Mota Barbosa

Tese de Doutorado do Curso de Pós-Graduação em Engenharia e Tecnologia Espaciais/Engenharia e Gerenciamento de Sistemas Espaciais, orientada pelo Dr. Leonel Fernando Perondi, aprovada em 11 de fevereiro de 2015.

URL do documento original:

<http://urlib.net/8JMKD3MGP3W34P/3J9D66H>

INPE
São José dos Campos
2017

PUBLICADO POR:

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE

Gabinete do Diretor (GB)

Serviço de Informação e Documentação (SID)

Caixa Postal 515 - CEP 12.245-970

São José dos Campos - SP - Brasil

Tel.:(012) 3208-6923/6921

Fax: (012) 3208-6919

E-mail: pubtc@inpe.br

COMISSÃO DO CONSELHO DE EDITORAÇÃO E PRESERVAÇÃO DA PRODUÇÃO INTELECTUAL DO INPE (DE/DIR-544):

Presidente:

Maria do Carmo de Andrade Nono - Conselho de Pós-Graduação (CPG)

Membros:

Dr. Plínio Carlos Alvalá - Centro de Ciência do Sistema Terrestre (CST)

Dr. André de Castro Milone - Coordenação de Ciências Espaciais e Atmosféricas (CEA)

Dra. Carina de Barros Melo - Coordenação de Laboratórios Associados (CTE)

Dr. Evandro Marconi Rocco - Coordenação de Engenharia e Tecnologia Espacial (ETE)

Dr. Hermann Johann Heinrich Kux - Coordenação de Observação da Terra (OBT)

Dr. Marley Cavalcante de Lima Moscati - Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPT)

Silvia Castro Marcelino - Serviço de Informação e Documentação (SID)

BIBLIOTECA DIGITAL:

Dr. Gerald Jean Francis Banon

Clayton Martins Pereira - Serviço de Informação e Documentação (SID)

REVISÃO E NORMALIZAÇÃO DOCUMENTÁRIA:

Simone Angélica Del Ducca Barbedo - Serviço de Informação e Documentação (SID)

Yolanda Ribeiro da Silva Souza - Serviço de Informação e Documentação (SID)

EDITORAÇÃO ELETRÔNICA:

Marcelo de Castro Pazos - Serviço de Informação e Documentação (SID)

André Luis Dias Fernandes - Serviço de Informação e Documentação (SID)



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS

sid.inpe.br/mtc-m21b/2015/04.04.20.04-TDI

**UMA HEURÍSTICA PARA AUXILIAR O
DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS COMPLEXOS
CONDUZIDOS POR ÓRGÃOS PÚBLICOS EM
AMBIENTE DINÂMICO E COM PARTICIPAÇÃO DA
INDÚSTRIA**

José Iram Mota Barbosa

Tese de Doutorado do Curso de Pós-Graduação em Engenharia e Tecnologia Espaciais/Engenharia e Gerenciamento de Sistemas Espaciais, orientada pelo Dr. Leonel Fernando Perondi, aprovada em 11 de fevereiro de 2015.

URL do documento original:

<http://urlib.net/8JMKD3MGP3W34P/3J9D66H>

INPE
São José dos Campos
2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Barbosa, José Iram Mota.

B234h Uma heurística para auxiliar o desenvolvimento de projetos complexos conduzidos por órgãos públicos em ambiente dinâmico e com participação da indústria / José Iram Mota Barbosa. – São José dos Campos : INPE, 2017.

xx + 147 p. ; (sid.inpe.br/mtc-m21b/2015/04.04.20.04-TDI)

Tese (Doutorado em Engenharia e Tecnologia Espaciais/Engenharia e Gerenciamento de Sistemas Espaciais) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2015.

Orientador : Dr. Leonel Fernando Perondi.

1. Teoria da contingência em projeto. 2. Heurística. 3. Gerenciamento de projeto. 4. Modelo diamante. 5. Política industrial. I.Título.

CDU 629.78-047.82:004.02



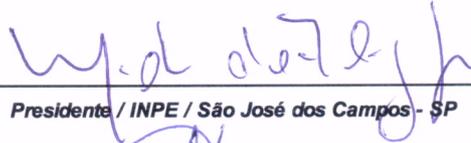
Esta obra foi licenciada sob uma Licença [Creative Commons Atribuição-NãoComercial 3.0 Não Adaptada](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/).

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 3.0 Unported License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/).

Aprovado (a) pela Banca Examinadora
em cumprimento ao requisito exigido para
obtenção do Título de **Doutor(a)** em

**Engenharia e Tecnologia
Espaciais/Gerenciamento de Sistemas
Espaciais**

Dr. Milton de Freitas Chagas Junior



Presidente / INPE / São José dos Campos - SP

Dr. Leonel Fernando Perondi



Orientador(a) / INPE / São José dos Campos - SP

Dr. Himilcon de Castro Carvalho



Membro da Banca / INPE / São José dos Campos - SP

Dra. Maria de Fátima Mattiello Francisco



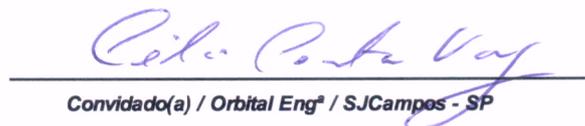
Membro da Banca / INPE / São José dos Campos - SP

Dr. César Celeste Ghizoni



Convidado(a) / Equatorial Sistemas / São José dos Campos - SP

Dr. Celio Costa Vaz



Convidado(a) / Orbital Engª / SJC Campos - SP

Este trabalho foi aprovado por:

maioria simples

unanimidade

Aluno (a): **José Iram Mota Barbosa**

São José dos Campos, 11 de Fevereiro de 2015

A minha esposa,
lamara Virgínia de Mendonça Motta
e a meus filhos,
Ismael Motta Barbosa e
Isaque Motta Barbosa.

AGRADECIMENTOS

Esta Tese representa mais do que meu trabalho acadêmico para cumprir os requisitos para a obtenção do título de Doutor. Ela esboça experiências que vivenciei nos últimos trinta anos como profissional no INPE e na Agência Espacial Brasileira.

Durante esses anos acumulei experiências únicas e enriquecedoras. Devido a isso, me motivei a retornar à Academia e me engajar no programa de doutorado em gerenciamento de projetos na área de engenharia espacial, após mais de vinte e cinco anos dedicados ao programa espacial brasileiro.

Aprendi que existem pessoas que constroem ferramentas e outras que as usam. Com esta Tese eu ousei acrescentar peças à caixa de ferramentas, e desta forma, contribuir com o aumento do conhecimento na gestão de projetos tecnológicos.

Porém, este trabalho somente tornou-se realidade porque tive o privilégio de contar com a generosidade e inestimáveis ajudas, manifestadas de várias formas, de pessoas incríveis que foram colocadas no meu caminho. A elas eu gostaria de registrar minha gratidão. Porém, não seguirei nenhuma hierarquia de importância.

Meu orientador, Dr. Leonel Fernando Perondi, Diretor do INPE. Suas contribuições valiosas me guiaram durante estes últimos cinco anos culminando com a escolha do tema que aprofundei na produção desta peça. Com todas suas atribuições de gestor, ele mesmo assim conseguiu me dar assistência acadêmica. Meus agradecimentos por ter me aturado por todos estes anos.

Aos professores do curso de Pós-graduação em Engenharia e Tecnologia Espacial do INPE, que me entregaram conhecimentos valiosos e me prepararam academicamente para esta jornada.

Aos meus colegas da Chinese Academy of Space and Technology (CAST) pela troca de experiência e de conhecimento ocorridas no âmbito do programa CBERS.

Aos colegas da Engenharia espacial do INPE pelos longos anos de trabalho conjunto que dedicamos à construção do arcabouço da gestão de projetos espaciais do INPE, promovendo assim, o conhecimento coletivo. Meus agradecimentos a todos.

Aos membros da Banca da Defesa da Tese, Dr. Leonel Fernando Perondi, Dr. Milton de Freitas Chagas Júnior, Dr. Himilcon de Castro Carvalho, Dra. Maria de Fátima Mattiello Francisco, Dr. Cesar Celeste Ghizoni e Dr. Célio da Costa Vaz pelas importantes contribuições recebidas que serviram para melhorar o texto final. Aceitem meus agradecimentos.

A minha querida esposa, Iamara Virginia de Mendonça Motta, que sempre me incentivou e me apoiou incondicionalmente neste projeto. Sua contribuição foi incalculável. Ela assumiu muitas das minhas atribuições para me liberar para trabalhar no projeto. Ela também contribuiu com discussões importantes que incorporei ao trabalho. Por toda ajuda que ela me deu e por ter usado de grande compaixão por continuar comigo, mesmo me vendo pouco, sou extremamente grato por ter esta companheira ao meu lado.

Aos meus dois filhos, Ismael Motta Barbosa e Isaque Motta Barbosa pelo incentivo, carinho e apoio.

Ao Prof. José Raimundo Braga Coelho, Presidente da Agência Espacial Brasileira por ter dado todo o suporte e me incentivado com o trabalho de tese.

Àqueles inadvertidamente omitidos acima, deixo também minha gratidão.

RESUMO

Este trabalho tem por objetivo propor uma heurística para possibilitar a escolha do arranjo institucional a ser utilizado para executar projetos tecnológicos gerenciados pelo setor público brasileiro e executado na indústria, que dentro do marco legal brasileiro se mostre robusto para o sucesso do empreendimento. A heurística se apoia na teoria contingencial da gestão de projetos, principalmente no artefato NTCR, desenvolvido por Shenhar e Dvir (2010) e em sua variante NTCR-F, desenvolvida por Yassuda (2013). A heurística é constituída por três etapas, sendo a última, caracterizada por ser o método para a escolha do arranjo de execução do projeto, o qual combina as características do projeto, capturadas por meio das cinco dimensões do modelo, para que a heurística possa propor um arranjo de execução nas proximidades da otimalidade. As outras duas etapas são: (a) Identificação e avaliação do projeto - que é o estudo do projeto, conjugado com uma avaliação de suas características, em grau de profundidade suficiente para possibilitar a aplicação do modelo NTCR-Fv; b) Categorização do projeto e escolha do estilo gerencial - que consiste na aplicação de um modelo para classificar o projeto nas escalas de cada uma das cinco dimensões do método, denominadas de Novidade, Tecnologia de projeto de sistema, Complexidade, Ritmo e Tecnologia de projeto de subsistema e equipamento. A heurística foi verificada por meio de sua aplicação no projeto denominado Plataforma Multimissão (PMM) desenvolvido pelo Instituto Nacional de Atividades Espaciais (INPE), cujos resultados foram efetivos. Um segundo resultado do trabalho foi uma adaptação na dimensão Tecnologia de Fabricação do artefato NTCR-F, para Tecnologia de Projeto de Subsistema e Equipamento que mede o nível de maturidade das tecnologias de subsistema e equipamentos desenvolvidos na indústria. A escala dessa dimensão foi adaptada para ser medida por meio do indicador *Technology Readiness Level* (TRL) da NASA, por ser a maturidade tecnológica importante fonte de insucesso nos projetos tecnológicos do setor espacial brasileiro. Um terceiro resultado alcançado com este trabalho foi uma proposta de política industrial para aumentar o sucesso de progresso da maturidade tecnológica do setor espacial brasileiro de nível TRL 3 para os níveis de maturidade TRL 4-6, contribuindo, assim, para reduzir a taxa da mortalidade das tecnologias de nível TRL 3.

A HEURISTIC TO SUPPORT COMPLEX PROJECT DEVELOPMENT CONDUCTED BY AGENCIES IN DYNAMIC ENVIRONMENT WITH INDUSTRY PARTICIPATION

ABSTRACT

This Thesis proposes a heuristic to enable the best choice of the institutional arrangement to perform successful technological projects managed by the Brazilian public sector and executed in the industry, under the Brazilian legal framework. The heuristic is based on the contingency theory of project management, especially in NTCR artefact developed by Shenhar and Dvir (2010) and its variant of Yassuda (2013), named NTCR-F. The heuristic consists of three steps: the last is the method for selecting the project implementation arrangement that combines the project features captured by the five dimensions of the model NTCR-Fv, so that the heuristic can propose an implementing arrangement to find a solution near the optimal one. The other two steps of the heuristic are: (a) identification and evaluation of the project - which is the study of the project in conjunction with an assessment of their characteristics, in sufficiently details to allow the application of NTCR-Fv model; b) Categorization of the project and choice of management style - which consists of applying a model to classify the project on the scales of each of the five dimensions of the method, called Novelty, System Design Technology, Complexity, Pace and Subsystem and Equipment Design Technology. The heuristic was applied in a project called Multimission Platform (MMP) developed by the National Institute for Space Research (INPE) reaching effective results. A second result of the study was an adaptation in the model NTCR-F, which consists in changing the Manufacturing Technology dimension to Subsystem and Equipment Design Technology to measure subsystem and equipment industrial technology maturity. Technology Readiness Level (TRL) of NASA is used to quantify this dimension. This modification was proposed to better fit the technological maturity in the heuristic and includes this important source of failure in technological projects of the Brazilian space sector as a driver to select the arrangement. A third result achieved with this study was a proposal for industrial policy to increase the successful progress of Brazilian space technological maturity level TRL 3 to reach maturity levels TRL 4-6, thus contributing to reduce the rate of mortality of technologies level TRL 3.

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 – Fluxo do processo de elaboração do PLOA.....	10
Figura 2.2 – Indústria e serviço do setor espacial.....	17
Figura 2.3 - Resumo dos TRLs da NASA	24
Figura 3.1 - Modelo V	35
Figura 3.2- Incerteza e previsibilidade	42
Figura 3.3 - Sucesso de projeto ao longo do tempo	44
Figura 3.4 – Tendência de Incerteza e Complexidade.....	46
Figura 3.5 - O modelo NTCR.....	50
Figura 3.6 - Foto do pathfinder	53
Figura 3.7 - Foto da CONTOUR.....	53
Figura 3.8 - Aplicação do NTCR.....	56
Figura 3.9 - Abordagem tradicional e adaptativa para gestão de projeto	57
Figura 3.10 - Categorização dos equipamentos nas dimensões NTR	63
Figura 3.11 - Categorização de projeto pelo modelo NTCR-F	67
Figura 5.1 - NTCR e NTCR-F	82
Figura 5.2 – Modelo de categorização de projeto NTCR-Fv	91
Figura 5.3 - Visão gráfica	92
Figura 5.4 - Fluxo de inicialização do projeto e utilização da heurística.....	94
Figura 5.5 – Esquematização simplificada do arranjo de execução do projeto	96
Figura 5.6 – Modelos de Ciclo de vida do projeto.....	98
Figura 5.7 - Perfil típico dos gastos comprometido e realizado.....	99
Figura 5.8 - Atraso versus investimento no período de estudos	99
Figura 5.9 - Estratégia para ciclo de vida sugerido pela heurística	100
Figura 5.10 - Proposta para ciclo de vida em função do risco	100
Figura 6.1 - Subsistemas da PMM	107

Figura 6.2 - Vista explodida da PMM.....	108
Figura 6.3 – Relacionamento entre as organizações do projeto	111
Figura 6.4 - Categorização da PMM.....	115
Figura 6.5 - Estrutura organizacional do Projeto sugerida pelo modelo.....	117
Figura 6.6 - Categorização da PMM: exigido e real	124
Figura 6.7 - Estrutura organizacional real.....	126

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 – Etapas, participantes e produtos do processo de elaboração do PLOA9	
Tabela 2.2 – Ações Orçamentárias finalísticas do PLOA 2015	11
Tabela 2.3 – Planos Orçamentários da Ação 2056.20VC	11
Tabela 2.4 – Resultado do Inova Aerodefesa	13
Tabela 2.5 – Demanda para linha temática 1 no edital Inova aerodefesa	13
Tabela 2.6 – Escala de TRL da NASA	25
Tabela 3.1 - Resumo das dimensões do modelo NTCR	51
Tabela 3.2 - Modelo NTCR exigido e real.....	55
Tabela 3.3 - NTR para o Satélite Científico	62
Tabela 3.4 - Perfil da execução das atividades do PEB.....	66
Tabela 3.5- Escala das dimensões do modelo NTCR-F.....	68
Tabela 4.1 – Tipos de Pesquisa utilizadas nos trabalhos publicados nos Anais ENEGEP 96-98.....	70
Tabela 5.1 – Equivalência entre a escala da dimensão F de Yassuda (2013) com os níveis de TRL	85
Tabela 5.2 - Variante do modelo NTCR-Fv.....	86
Tabela 5.3 – Escala de variação das dimensões do modelo NTCR-Fv.....	93
Tabela 5.4 – Diferenças entre Convênios e Contratos	102
Tabela 6.1 - Responsabilidades das organizações.....	112
Tabela 6.2 - Resumo da categorização da PMM pelo modelo NTCR-Fv	114
Tabela 6.3 – Gerenciamento da PMM pelo modelo NTCR-F: requerido e real.....	125

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ACDH	Attitude, Control and Data Handling
AEB	Agência Espacial Brasileira
AO	Anúncio de Oportunidade
AOC	Attitude and Orbit Control
CDR	Critical Design Review
CLA	Centro de Lançamento de Alcântara
CPM	Critical Path Method
CTA	Centro Técnico Aeroespacial
CTI	Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer
DCTA	Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial
DoD	Department of Defense
ECSS	European Cooperation for Space Standardization
EGSE	Electrical Ground Support Equipment
FBC	Faster, Better and Cheaper
FINEP	Financiadora de Estudos e Projetos
FNDCT	Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
FRR	Flight Readiness Review
GAO	General Accountability Office
GCI	Global Competitiveness Index
IAE	Instituto de Aeronáutica e Espaço
IDS	Interface Data Sheet
ISS	International Space Station
JPL	Jet Propulsion Laboratory
LOA	Lei Orçamentária Anual
MDI	Modular Device Incorporated
MECB	Missão Espacial Completa Brasileira
MGSE	Mechanical Ground Support Equipment
NASA	National Aeronautics and Space Administration
NTCR	Novidade, Tecnologia, Complexidade e Ritmo
NTCR-F	Novidade, Tecnologia, Complexidade, Ritmo e Fabricação
OBDAH	On-Board Data Handling

OBS	Organization Breakdown Structure
OECD	Organization for Economic Co-operation and Development
PCU	Power Conditioning Unit
PCDU	Power Conditioning and Distribution Unit
PCT	Project Contingency Theory
PEB	Programa Espacial Brasileiro
PERT	Program Evaluation and Review technique
PLOA	Projeto da Lei Orçamentária Anual
PMBOK	Project Management Body of Knowledge
PMI	Project Management Institute
PMM	Plataforma Multimissão
PM&P	Parts, Material and Process
PMP	Project Management Professional
PNAE	Programa Nacional de Atividades Espaciais
PO	Plano Orçamentário
SADA	Solar Array Drive Assembly
SINDAE	Sistema Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais
STN	Secretaria do Tesouro Nacional
TED	Termo de Execução Descentralizada
TIC	Tecnologias da Informação e Comunicação
TRL	Technology Readiness Level
UFABC	Universidade Federal do ABC
UFSCAR	Universidade Federal de São Carlos
UNICAMP	Universidade Estadual de Campinas
UNIFESP	Universidade Federal de São Paulo
USP	Universidade Estadual de São Paulo
VLS	Veículo Lançador de Satélites
WBS	Work Breakdown Structure
WP	Work Package

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. O SETOR ESPACIAL BRASILEIRO	7
2.1 Contexto	7
2.2 Orçamento do Programa Espacial Brasileiro.....	8
2.3 Tecnologia Espacial.....	14
2.4 A Indústria Espacial.....	16
2.5 A Indústria Espacial Brasileira	18
2.6 Maturidade Tecnológica dos Produtos do Segmento Espacial	20
2.7 Reflexão	28
3. REVISÃO DA LITERATURA.....	33
3.1 A Teoria Contingencial na Administração	36
3.2 A Metodologia Clássica de Gestão de Projeto	38
3.3 A Abordagem Contingencial na Gestão de Projeto	40
3.4 O Modelo NTCR para a Gestão de Projeto.....	48
3.5 Modelo NTCR e a Escolha do Estilo Gerencial.....	56
3.6 Modelo NTCR-F para a Gestão de Projeto	64
4. METODOLOGIA.....	69
4.1 O Planejamento da Pesquisa.....	70
4.2. Aplicação da Metodologia no Desenvolvimento do Trabalho	71
5. DESENVOLVIMENTO DA HEURÍSTICA	73
5.1 Motivação	73
5.2 Variante do Modelo NTCR-F.....	79
5.3 Desenvolvimento da Heurística.....	87
5.4 A Heurística e o Ciclo de Vida de um Projeto.....	97
5.5 Convênios e Contratos	101
6. PROJETO PMM	105

6.1 Objetivos	105
6.2 O Projeto PMM.....	105
6.3 Análise e Categorização do Projeto PMM.....	109
6.3.1 Maturidade das Tecnologias Objeto do Consórcio PMM	112
6.3.2 Maturidade das Tecnologias Objeto do Contrato com A INVAP	113
6.4 Categorização da PMM pelo Modelo NTCR-Fv	113
6.5 Escolha do Arranjo de Execução do Projeto	115
6.6 Estilo Gerencial para o Projeto PMM	117
6.7 Análise do Estilo Gerencial Real da PMM	122
7. CONCLUSÃO	127
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	131
APÊNDICE A - RELAÇÃO DOS PROJETOS DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO FOMENTADOS PELA AEB	139
APÊNDICE B - ETAPAS DE UMA PESQUISA.....	147

1. INTRODUÇÃO

A história de projetos é pródiga em exemplos enriquecedores, ilustrando a ocorrência de falhas até mesmo em projetos conduzidos por gerentes qualificados e dedicados, com equipes de profissionais competentes, com ferramentas adequadas de gerenciamento de projetos e com total apoio da alta administração (SHENHAR; DVIR, 2010 p. 18). Mas por que então as falhas acontecem mesmo em situações com alta organização e planejamento? Responder esta pergunta não é fácil e pode ter muitas respostas.

O crescimento da diversidade de projetos reflete-se na crescente diversidade de forma de gerenciá-los (HOWELL et al., 2010). Embora a abordagem dominante permaneça à do tipo “*Plan-Driven*”¹, existem abordagens alternativas ou complementares tais como “*lean*”, “*agile*” e “*soft systems methods*”, que ganharam aceitação em alguns campos do conhecimento e já transbordam para outras áreas diferentes das de origem (YEO, 1993). Com toda esta proliferação, é comum que as organizações se adaptem internamente, e passem a adotar sistemas de categorização de projetos. Porém, tem-se notado que os critérios para tais adaptações são geralmente limitados, falhando, em muitos casos, no estabelecimento adequado de sistemas de categorização de projetos (CRAWFORD, et al. 2005). Disto decorre a necessidade do desenvolvimento de métodos para a categorização de projetos relacionando a abordagem de gerenciamento às próprias características dos projetos.

Neste contexto, emergiu uma linha de pensamento para categorização de projetos denominada de teoria de contingência de projetos (*Project Contingency Theory - PCT*). Esta teoria argumenta que a melhor abordagem para a gestão de um projeto depende do contexto: ou seja, diferentes condições requerem diferentes características organizacionais do projeto, e a eficácia do projeto está relacionada à forma como a organização e as condições se encaixam mutuamente. A teoria PCT

¹ Plan-driven se refere ao conjunto de metodologias que resumidamente consistem dos seguintes passos:

- a) Identifica as metas do projeto e respectivas etapas executivas para alcançar tais metas;
- b) Realiza o sequenciamento ótimo das etapas, obedecendo às restrições de recursos e de outras naturezas, para formar o plano de gerenciamento;
- c) Segue o plano. O objetivo do gerenciamento é administrar as atividades, os desvios do plano, e quando inevitável, revisar o plano.

Pertencem a este conjunto de metodologias, dentre tantos outros, PMI (2004), IPMA (Caupin et al., 2006), US Department of Defence (1994, 2003), e o UK's Office of Government Commerce (2005).

aplica-se, ainda, a uma base relativamente limitada, não tendo como pretensão, ainda, albergar todos os tipos de projetos ou de gerenciamento de projetos (HOWELL et al, 2010).

Para os projetos fortemente dependentes do ambiente², não de ser considerados no seu gerenciamento tanto a incerteza³ quanto o grau da complexidade⁴ envolvida. Para estes, o estilo de gerenciamento adaptado à situação é condição chave para o sucesso do empreendimento (BARBOSA; PERONDI, 2010).

Do exposto, parece que não basta ao executivo do projeto dispor do plano de execução e assumir que sua equipe de projeto, por mais competente que seja, executará o trabalho planejado, seguindo o padrão de gerenciamento escolhido para gerir o projeto, tal como o PMBOK ou outro padrão utilizado na organização particular. Nesta questão, cabe mencionar a advertência de Shenhar e Dvir (2010, pág. 19): embora o corpo de conhecimento convencional de gerenciamento de projetos forme uma base sólida para o treinamento básico e o aprendizado inicial, ele não é suficiente para endereçar os problemas complexos dos projetos que se apresentam na atualidade. Estes mesmos autores indagam se aplicadas as ferramentas-padrão e seguidas as regras e os processos como prescritos, quais seriam as garantias de sucesso do projeto? Como resposta, eles afirmam que nem sempre os projetos terão sucesso, mesmo que seja seguido tudo como mandam as instruções estabelecidas nas metodologias convencionais de gerenciamento de projetos, ainda assim, poderá haver falha no projeto. E, geralmente, grande parte de tais falhas, embora possam ser de cunho técnico, ocorrem porque o gerenciamento não usou o sistema correto para detectar e prevenir tempestivamente as ocorrências de erros no projeto (SHENHAR; DVIR, 2010 pág. 19).

Shenhar e Dvir (2010) perceberam que há a necessidade de prover instrumentos para que a equipe de projeto disponha de meios eficazes para analisar o projeto,

² Ambiente, no âmbito dos Capítulos de 1 a 5 deste trabalho, trata das demandas e situações que ocorrem no contexto externo àquele controlado pelo sistema em estudo.

³ O termo *incerteza* é usado aqui no sentido amplo daquilo que é desconhecido ou da “falta de certeza”. Portanto, ele engloba resultados indefinidos, ambiguidade e falta de clareza dos parâmetros que envolvem a situação.

⁴ Complexidade é um termo usado para qualificar o projeto em termos dos níveis ou hierarquias de seus elementos e do número das interações entre estes vários elementos. A complexidade classifica o projeto em plataforma, sistema ou de matriz.

olhando, inclusive, dimensões ainda não exploradas, antes da elaboração das análises de sistema e dos planos executivos pretendidos para levar adiante um gerenciamento mais efetivo. Os autores também perceberam, que de igual importância, os executivos precisam de métodos que possibilitem o conhecimento antecipado dos perigos, ou ameaças (análise de risco), que surgem durante a execução do projeto. Com base nestas percepções, estes autores propuseram uma nova abordagem para o gerenciamento de projetos de engenharia, a qual será discutida ao longo do presente trabalho.

A partir das ideias de Senhar e Dvir (2010) para o gerenciamento de projetos de engenharia, decidiu-se examinar, à luz da metodologia proposta por estes autores, um conjunto de projetos caracterizados por possuírem razoável nível de complexidade e de incerteza tecnológica, e, que são fortemente influenciados pelas mudanças⁵ que ocorrem naquele ambiente que não é controlado pelos executivos do projeto.

O caso de interesse, e que, aparentemente, modela uma grande variedade de projetos de engenharia, que são caracterizados como projetos públicos de base tecnológica gerenciados no governo e desenvolvidos na indústria, se notabiliza por tratar de projetos complexos e com incerteza tecnológica, que emergem em função de demandas do Governo, em decorrência de suas políticas expressas em planos de desenvolvimento, planos de crescimento ou similares. Ora, ao estabelecer uma política para desenvolver um setor, o Governo aloca recursos, estabelece as regras para a concessão dos benefícios e cria a governança. Já as empresas do setor privado, diante da janela de oportunidade criada, propõem seus projetos para produzir os resultados esperados pela política pública estabelecida. Quando a indústria do setor abrangido pela política pública é incipiente, geralmente a política é definida de tal forma que os riscos ficam com o setor público. Com isto, são repassadas para a indústria incipiente do setor abrangido pela política pública as tarefas mais determinísticas e de menor risco. Geralmente, em situações como essa, o Governo delega às suas Instituições a responsabilidade para coordenar o desenvolvimento do setor.

⁵ Mudanças no ambiente descreve a situação em que o cenário externo que afeta o projeto muda em relação as condições deste cenário observadas no momento que o projeto foi lançado.

Por ser o setor Espacial de conhecimento do autor, este setor é utilizado para expressar e definir o tipo de projeto que se pretende estudar. Contudo, situações similares podem ser encontradas em outros setores do desenvolvimento econômico e, portanto, o trabalho pode também servir para tais setores. Como exemplo de outro setor que poderia se beneficiar com este trabalho, cita-se o setor de bioengenharia atualmente em desenvolvimento no entorno de algumas Universidades brasileiras, como UNICAMP, CTI, USP/São Carlos, UNIFESP, UFABC, UFSCAR. Este setor tem como objetivo desenvolver tecnologias assistivas⁶.

No setor Espacial brasileiro, é de particular interesse o Programa CBERS⁷, pois serve para modelar a situação aqui tratada. E ao se examinar as características do Programa CBERS nota-se a existência de elementos no ambiente externo, cujas mudanças afetam o programa de forma direta⁸. Por este aspecto, o CBERS se enquadra na categoria de projeto dinâmico⁹ de Collyer e Warren (2009).

Ao discutir o gerenciamento de projetos públicos de base tecnológica, gerenciados no governo e desenvolvidos na indústria, o trabalho sugere uma heurística de escolha da estratégia para implementação do projeto, que seja mais adequada para executá-lo em um ambiente dinâmico, como é o caso dos projetos do setor espacial conduzidos por órgãos públicos brasileiros. A heurística proposta estende o artefato NTCR-F¹⁰ de Yassuda (2013), que é uma variante do artefato NTCR¹¹ de Shenhar (2010), que são métodos de categorização de projetos, para possibilitar a escolha do arranjo a ser utilizado para executar o projeto.

⁶ Tecnologias assistivas é um termo ainda novo, utilizado para identificar todo o arsenal de recursos e serviços que contribuem para proporcionar ou ampliar habilidades funcionais de pessoas com deficiência e consequentemente promover vida independente e inclusão dessas pessoas na sociedade.

⁷ O programa CBERS (China Brazil Earth Resources Satellite) é um programa de cooperação entre os Governos do Brasil e da China, assinado em 1988 para o desenvolvimento de dois satélites de sensoriamento remoto. O programa foi estendido em 2003 para incorporar os CBERS-3&4. Em 2004 foi novamente alterado para incorporar o satélite CBERS-2B.

⁸ Como exemplo de mudança no ambiente que afetou o programa CBERS, pode-se citar a progressiva incorporação à lista de proibições do ITAR, de componentes eletrônicos utilizados no projeto de circuitos de vários equipamentos do satélite, que não foram mais vendidos para os modelos de voo, forçando reprojeção e mudança.

⁹ O termo *dinâmico* é utilizado para caracterizar mudança constante. No contexto de gerenciamento de projetos, dinâmico é considerado como sendo a dimensão do projeto que é influenciada por mudanças que ocorrem no ambiente externo ao do projeto.

¹⁰ NTCR-F é uma metodologia para categorização de projetos proposta por Yassuda (2013) a partir da metodologia NTCR. O método NTCR-F propõe que a dimensão T (tecnologia) seja dividida em duas dimensões: Tecnologia de Projeto, Verificação e Integração e Tecnologia de Fabricação. A primeira dimensão tecnológica captura a incerteza tecnológica das atividades executadas pela organização responsável pelas atividades de sistemas: concepção, gestão, coordenação e integração. A segunda dimensão, tecnologia de fabricação captura a incerteza tecnológica a que estão sujeitos os subcontratados para subsistemas, equipamentos e outras partes do sistema.

¹¹ NTCR é uma metodologia para categorização de projetos proposta por Shenhar (2007, 2010) que faz uso dos domínios clássicos da teoria da contingência e propõe que as variáveis relevantes para determinar a ação gerencial realizada por uma organização sejam: a Novidade, a Tecnologia, a Complexidade e o Ritmo.

Assim, o principal objetivo deste trabalho é desenvolver uma heurística para possibilitar a escolha do arranjo institucional a ser utilizado para executar o projeto, que dentro do marco legal brasileiro se mostre robusto para o sucesso do empreendimento. A heurística inclui um passo além da categorização de projeto já examinada nos artefatos NTCR e NTCR-F, que é justamente o método para a escolha do arranjo institucional para a execução do projeto.

A heurística compõe-se das etapas: (a) Identificação e avaliação do projeto - que é o estudo do projeto, conjugado com uma avaliação de suas características, em grau de profundidade suficiente para possibilitar a aplicação do modelo NTCR-Fv¹²; (b) Categorização do projeto e escolha do estilo gerencial - que consiste na aplicação de um modelo para classificar o projeto nas escalas de cada uma das cinco dimensões do método, denominadas de Novidade, Tecnologia de projeto de Sistema, Complexidade, Ritmo e Tecnologia de Projeto de Subsistema e Equipamento; e (c) Escolha do arranjo de execução do projeto - que combina as características do projeto capturadas por meio das cinco dimensões do modelo NTCR-Fv para que a heurística possa propor um arranjo de execução que busca uma solução em direção à de menor risco de insucesso do projeto. Naturalmente, como se trata de um método heurístico, não há garantia que a solução fornecida pelo método seja a de menor risco para o projeto. Contudo, pelo próprio conceito de método heurístico, a solução será próxima da otimalidade.

Além desta Seção 1, este trabalho tem mais as seguintes Seções: Seção 2, na qual se faz um rápido retrospecto da organização do setor espacial brasileiro com o objetivo de mostrar como este setor se organizou e quais são hoje os principais atores e seu orçamento. Ainda na Seção 2, apresenta-se o conceito de TRL (*technology readiness level*) da NASA e discute-se a maturidade das tecnologias espaciais brasileiras com base nesta métrica TRL. Por fim, ainda nesta Seção, faz-se uma reflexão sobre a indústria espacial brasileira, aplicável apenas à indústria enquadrada nos termos do setor *Upstream* de Graziola et al. (2009) e sem considerar toda a gama de fornecedores dos órgãos executores do programa espacial brasileiro, como fez Schmidt (2011). Desta reflexão, emerge uma proposta de política industrial com o objetivo de elevar o nível da maturidade tecnológica das

¹² NTCR-Fv é o modelo NTCR-F de Yassuda (2013) com uma variante sugerida na dimensão Tecnologia de Fabricação, conforme Seção 5.2.

tecnologias prioritárias para o setor, de TRL 3 para TRL 4-6. Na Seção 3, apresenta-se a revisão da literatura sobre gerenciamento de projetos, destacando a questão da teoria da contingência associada à categorização de projetos. Na Seção 4, apresenta-se a metodologia de referência para a elaboração do presente trabalho. Na Seção 5, desenvolve-se a heurística para possibilitar a escolha do arranjo institucional a ser utilizado para executar o projeto, que é o principal objetivo do trabalho. Antes, porém, propõe-se uma variante para o artefato de Yassuda (2013) no sentido de mudar conceitualmente a dimensão F, de Fabricação, para Tecnologia de Subistema e Equipamento, pois no presente trabalho o papel da indústria é desenvolver as tecnologias de subsistemas e equipamentos. Assim, a escala da dimensão “F” do modelo NTCR-F passa a ser medida por meio dos níveis de TRL da NASA. A esta variante denomina-se de NTCR-Fv que é associada a dimensão Tecnologia de Subistema e Equipamento. Na Seção 6, apresenta-se um exemplo da aplicação da heurística no projeto da Plataforma Multimissão. Na Seção 7, são apresentadas as conclusões e considerações finais sobre o trabalho.

2. O SETOR ESPACIAL BRASILEIRO

2.1 Contexto

De acordo com a norma ECSS-E-00A (1996) o setor espacial compõe-se de uma cadeia de tecnologias envolvendo três segmentos principais: Segmento Lançador que é constituído pelo veículo ou vetor responsável para levar o satélite da Terra ao espaço e colocá-lo na órbita planejada. Este segmento também inclui a infraestrutura de solo dedicada à operação de lançamento do veículo lançador; Segmento Espacial que é constituído pelo satélite em si, e seus subsistemas e equipamentos. O satélite uma vez em órbita executa um serviço para o qual ele foi concebido – que é sua missão. Missões típicas são: sensoriamento remoto (ou observação da Terra); telecomunicações; coleta de dados; científica e tecnológicas, meteorológicas e navegação; Segmento Solo que é constituído pelo Centro de Controle do satélite, Centro de Controle da Missão e pelas Estações terrenas. O Segmento Solo controla o satélite em órbita desde sua separação do veículo lançador até o final de sua vida operacional. Além disso, é também este último Segmento que recebe os dados do satélite, faz o processamento necessário e entrega o produto da missão ao usuário final.

Pelas características do setor espacial, ele se classifica como de alta intensidade tecnológica nos termos da classificação de OECD (2004 apud Schmidt, 2011, p.10) e, conseqüentemente, exige consideráveis investimentos em todos os seus segmentos. Dessa forma, este setor se encontra presente, em sua forma mais completa (com todos os seus segmentos), nas nações dotadas de economias fortes e de sistemas científicos robustos. Já nas nações emergentes, este setor encontra dificuldades, justamente pela via do desequilíbrio entre a necessidade de recursos para alavancá-lo e as quantidades alocadas por estas nações.

Na Seção seguinte faz-se um rápido retrospecto da organização do setor espacial brasileiro com o objetivo de mostrar como este setor se organizou e quais são hoje os principais atores.

2.2 Orçamento do Programa Espacial Brasileiro

Antes de mostrar o orçamento do PNAE, impõem-se como relevante fazer uma descrição resumida das etapas de formulação do Projeto de Lei Orçamentário Anual - PLOA, mostrando o fluxo e os Órgãos envolvidos. Posteriormente serão mostrados os valores típicos dos recursos alocados para o PNAE, o fluxo destes recursos no sistema e as unidades executoras deste orçamento.

A Tabela 2.1 mostra as etapas do processo de elaboração do orçamento anual da União, mostra os órgãos responsáveis e os produtos gerados nas várias etapas do processo. Já o fluxo do processo de elaboração do PLOA está apresentado na Figura 2.1. Tanto os dados da Tabela 2.1 quanto os da Figura 2.1 foram retirados do Manual Técnico de Orçamento¹³.

¹³ Manual Técnico de Orçamento – MTO 2014 (primeira edição) Ministério do Planejamento – acessado em 18/09/14 no endereço http://www.orcamentofederal.gov.br/informacoes-orcamentarias/manual-tecnico/MTO_2014.pdf

Tabela 2.1 - Etapas, participantes e produtos do processo de elaboração do PLOA

ETAPAS	RESPONSÁVEIS	PRODUTO
Planejamento do Processo de Elaboração	- SOF	- Definição da estratégia do processo de elaboração - Etapas, produtos e agentes responsáveis no processo - Papel dos agentes - Metodologia de projeção de receitas e despesas - Fluxo do processo - Instruções para detalhamento da proposta setorial
Definição de Macrodiretrizes	- SOF - Assessoria Econômica/MP - Órgãos Setoriais - MF - Casa Civil/ Presidência da República	- Diretrizes para a elaboração da LOA: LDO - Parâmetros Macroeconômicos - Metas fiscais - Riscos fiscais - Objetivos das políticas monetária, creditícia e cambial - Demonstrativo da estimativa da margem de expansão das despesas obrigatórias de caráter continuado
Revisão da Estrutura Programática	- SOF, SPI e DEST - Órgãos Setoriais - UOs	- Estrutura programática do orçamento
Avaliação da NFGC para a Proposta Orçamentária	- SOF - Assessoria Econômica/ MP - Órgãos Setoriais - MF - Casa Civil/ Presidência da República	- Estimativa das receitas e das despesas que compõem a NFGC, para a proposta orçamentária
Estudo, Definição e Divulgação de Limites para a Proposta Setorial	- SOF - MP - Casa Civil/ Presidência da República	- Referencial monetário para apresentação da proposta orçamentária dos órgãos setoriais
Captação da Proposta Setorial	- UOs - Órgãos Setoriais	- Proposta orçamentária dos órgãos setoriais, detalhada no SIOP
Análise e Ajuste da Proposta Setorial	- SOF	- Proposta orçamentária analisada, ajustada e definida.
Fechamento, Compatibilização e Consolidação da Proposta Orçamentária	- SOF - MP - Casa Civil/ Presidência da República	- Proposta orçamentária aprovada pelo MP e pela Presidência da República, fonteada, consolidada e compatibilizada em consonância com a CF, o PPA, a LDO e a LRF
Elaboração e Formalização da Mensagem Presidencial e do Projeto de Lei Orçamentária	- SOF e DEST - Assessoria Econômica/ MP - Órgãos Setoriais - Casa Civil/ Presidência da República	- Mensagem presidencial, texto e anexos do PLOA, elaborados e entregues ao Congresso Nacional.
Elaboração e Formalização das Informações Complementares ao PLOA	- SOF e DEST - Área Econômica - Órgãos Setoriais - Casa Civil/ - Presidência da República	- Informações complementares ao PLOA, elaboradas e entregues ao Congresso Nacional

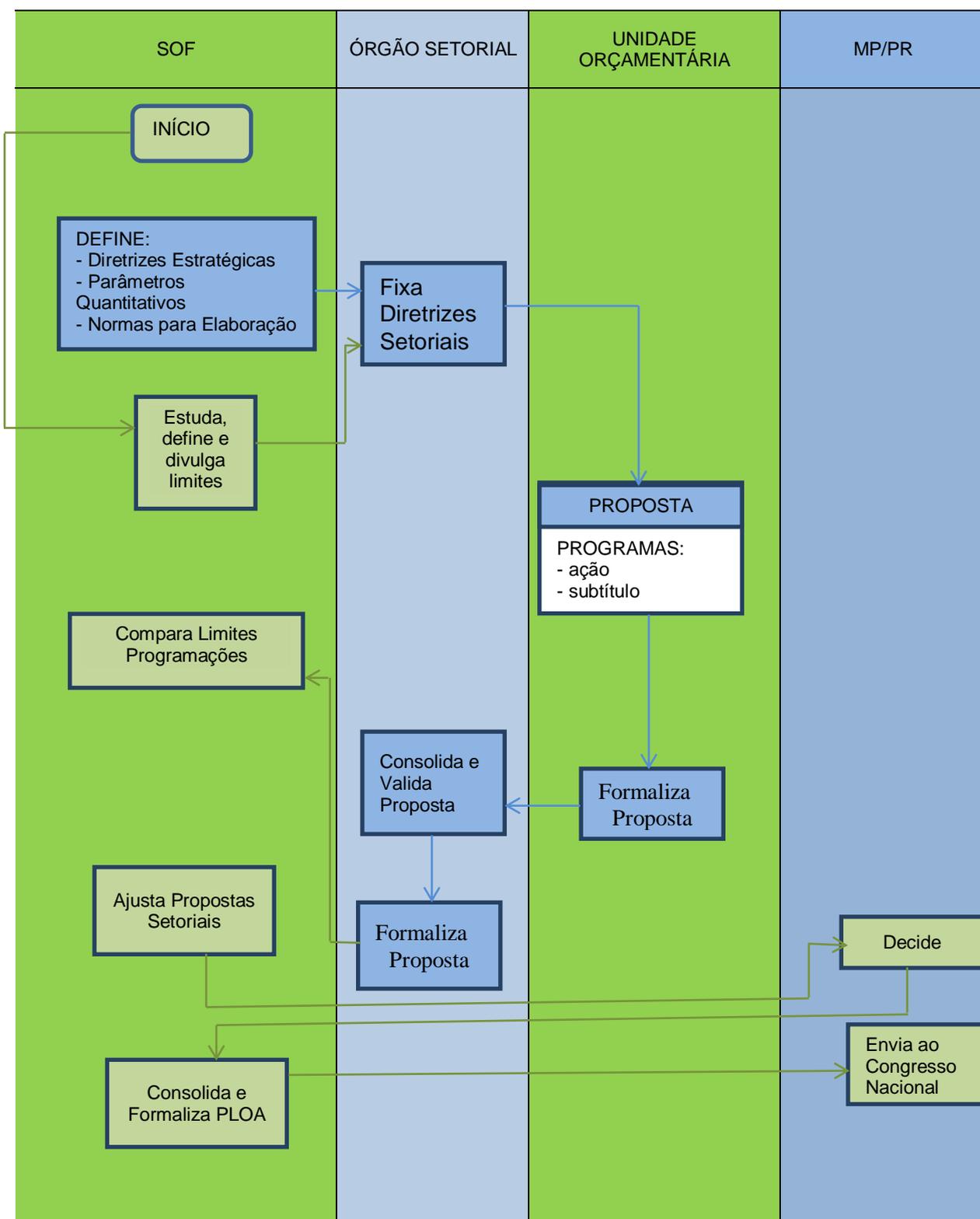


Figura 2.1 – Fluxo do processo de elaboração do PLOA

O orçamento típico do PNAE para investimento nas atividades finalísticas do programa está apresentado na Tabela 2.2. Esta Tabela apresenta as Ações Orçamentárias e correspondentes valores orçamentários previstos no PLOA 2015.

As Ações Orçamentárias da Tabela 2.2 podem ser detalhadas em elementos menores, denominados de Planos Orçamentários – POs. Por exemplo, a Ação denominada de Desenvolvimento e Lançamento de Satélites possui sete POs, como mostrado na Tabela 2.3.

Tabela 2.2 – Ações Orçamentárias finalísticas do PLOA 2015

Ação Orçamentária		
Descrição	código	valor R\$
Desenvolvimento, Manutenção e Atualização da Infraestrutura Espacial	2056.20UZ	33.160.860
Desenvolvimento, e Lançamento de Foguetes Suborbitais e de Veículos Lançadores de Satélites.	2056.20V0	39.953.078
Pesquisa e Desenvolvimento de Tecnologias para o Setor Espacial	2056.20VB	51.272.000
Desenvolvimento e Lançamento de Satélites	2056.20VC	95.782.000
Implantação do Centro Espacial de Alcântara - CEA	2056.7F40	15.000.000
Implantação do Plano de Absorção e Transferência de Tecnologia no âmbito do Satélite SGDC	2056.154L	40.900.000
Total		276.067.938

Tabela 2.3 – Planos Orçamentários da Ação 2056.20VC

205620VC - Desenvolvimento e Lançamento de Satélites	PO
Desenvolvimento do Satélite Lattes	20VC/0002
Desenvolvimento dos Satélites da série Amazônia	20VC/0005
Desenvolvimento dos Satélites Sino-Brasileiros CBERS-4	20VC/0007
Desenvolvimento da Missão Sabiá-Mar	20VC/0008
Concepção e Análise de Viabilidade de novas Missões espaciais alinhadas com o PNAE	20VC/0009
Modernização do Sistema de Coleta de dados Hidrometeorológicos - (SCD-HIDRO)	20VC/000A
Desenvolvimento do Satélite SINO-BRASILEIRO CBERS-4A	20VC/000B

Concluída a fase de preparação do PLOA, o Ministério do Planejamento / Presidência da República encaminham o PLOA para votação no Congresso Nacional, que após sua aprovação vira a Lei Orçamentária Anual – LOA, que é promulgada pelo Poder Executivo. Uma vez publicada a LOA, a Secretaria do Tesouro Nacional – STN libera o orçamento para a AEB. Somente então, tem-se a

autorização para a execução do orçamento anual. Contudo, ainda tem o Decreto presidencial, editado após a LOA, que dispõe sobre a programação orçamentária e financeira para o exercício em questão. Por meio deste Decreto, o poder executivo pode contingenciar fração do orçamento constante da LOA e estabelecer limite máximo anual para pagamento dos compromissos, no caso, do PNAE.

A execução do orçamento do PNAE acontece tanto pela própria AEB, quanto pelas Unidades executoras do PNAE, que são: o INPE do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação e as Unidades militares subordinadas ao Departamento de Ciências e Tecnologia Aeroespacial – DCTA. São elas: Centro de Lançamento de Alcântara – CLA; Centro de Lançamento da Barreira do Inferno – CLBI; Instituto de Aeronáutica e Espaço – IAE; Instituto de Fomento e Coordenação Industrial – IFI.

A AEB repassa o orçamento para as Unidades executoras por meio de um instrumento denominado de Termo de Execução Descentralizada – TED, o qual foi normatizado por decreto presidencial. A celebração de termo de execução descentralizada configura delegação de competência para a unidade descentralizada promover a execução de programas, atividades ou ações previstas no orçamento da unidade descentralizadora.

Como pode ser observado na Tabela 2.2, o orçamento do PNAE é modesto para impulsionar simultaneamente programas de satélites e de veículos lançadores. Na tentativa de melhorar os instrumentos de financiamento do PNAE, no ano de 2013 o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação lançou edital denominado Edital de seleção pública conjunta FINEP/BNDES/MD/AEB de apoio à inovação tecnológica nos setores aeroespacial, Defesa e Segurança - Inova Aerodefesa - 04/2013, destinado à coordenação das ações de fomento à inovação e ao aprimoramento da integração dos instrumentos de apoio disponibilizados pela FINEP, BNDES, MD e AEB com a finalidade de apoiar a pesquisa, o desenvolvimento e a inovação nas empresas brasileiras das cadeias de produção aeroespacial, defesa e segurança, incentivando dessa forma seus respectivos adensamentos. INOVA AERODEFESA teve como objetivo o fomento e seleção de Planos de Negócios empresariais que contemplassem atividades de pesquisa, desenvolvimento, engenharia e/ou absorção tecnológica, produção e comercialização de produtos, processos e/ou serviços inovadores, e demais ações necessárias para que esses fossem levados

ao mercado de forma competitiva, visando o desenvolvimento de empresas e tecnologias brasileiras das cadeias produtivas Aeroespacial, de Defesa e de Segurança, contribuindo dessa forma para as políticas de inovação, de conteúdo local, de competitividade e de sustentabilidade ligadas aos segmentos supracitados.

O resultado do edital foi muito positivo, pois de um total de 2,9 bilhões de reais disponibilizados pelo edital para quatro linhas de financiamento, a FINEP recebeu uma demanda cerca de 4.5 vezes superior aos recursos alocados, conforme detalhamento na Tabela 2.4.

Tabela 2.4 – Resultado do Inova Aerodefesa

Item	Resultado
Número de empresas líderes	95
Número de empresas parceira	117
Número de ICTs envolvidas	78
Valor total dos projetos demandados pelas empresas	13,1 bilhões de reais

A Tabela 2.5 mostra a estratificação dos resultados gerais para a Linha de financiamento para o setor aeroespacial. Os percentuais da Tabela 2.5 são em relação aos resultados apresentados na Tabela 2.4.

Tabela 2.5 – Demanda para linha temática 1 no edital Inova aerodefesa.

PERFIL	LINHA 1 - AEROESPACIAL			
	Propulsão, Foguetes e VLS	Plataformas e Satélites	Aeronáutica	TOTAL
Líderes	6%	6%	13%	25%
Parceiras	3%	7%	10%	20%
ICTs	3%	6%	7%	16%
Total de recursos	4%	6%	10%	20%

2.3 Tecnologia Espacial

Não é nenhum segredo e, portanto, pode-se citar que a tecnologia espacial se caracteriza por agregar em seus componentes, equipamentos, subsistemas, sistemas e sistemas de sistemas, elevado teor tecnológico, e que em muitas vezes têm aplicação dual: civil e militar. Por se tratar de um setor que opera com tecnologia reservada, são poucos os países que dominam tais tecnologias. As nações detentoras destas tecnologias, por sua vez, alegando seus interesses estratégicos, recorrem a argumentos de segurança internacional para restringirem a proliferação de tais tecnologias sensíveis ou duais.

Cabe a cada país a decisão de como lidar com este poder na sua estratégia de autonomia e de desenvolvimento. Por certo que a tecnologia espacial, em tese, constitui-se em instrumento poderoso e de grande cobiça para as nações, pois seu domínio transforma nações fracas em poderosas, tanto pela via comercial quanto pela via do poder militar e do confronto.

No tocante às tecnologias sensíveis, países como o Brasil, não raro, são obrigados a desenvolvê-las, pois as nações detentoras, pelas razões já esposadas acima, não as disponibilizam. Assim, é que para concretizar o desenvolvimento do seu programa espacial, o Brasil foi, e tem sido, forçado a conceber, projetar e construir, por meios próprios, processos e produtos. Nesta empreitada, o setor industrial brasileiro tem sido o grande aliado do programa espacial brasileiro, pois vem trabalhando lado a lado com os órgãos públicos nacionais na árdua tarefa de desenvolver os projetos, mesmo sofrendo as restrições internacionais que aparecem ao longo da jornada.

Em retrospecto, nota-se no Brasil que desde o princípio da pesquisa espacial, nos anos 60, houve uma divisão no desenvolvimento das atividades espaciais entre civis e militares. Cabendo aos civis o desenvolvimento dos satélites e de suas cargas úteis e aos militares o desenvolvimento dos foguetes (família de foguetes de sondagem, de treinamento e o VLS – Veículo Lançador de Satélites) e seus Centros de lançamento.

A primeira tentativa de organizar as atividades espaciais no país foi em 1979, com a criação da Missão Espacial Completa Brasileira (MECB), que definiu claramente o

papel de cada ator: em linhas gerais, o INPE faria ciência espacial, meteorologia, sensoriamento remoto e construiria os quatro satélites iniciais da missão, enquanto o então Centro Técnico Aeroespacial – CTA, do Ministério da Aeronáutica, construiria o Veículo Lançador de Satélites - VLS e o Centro de Lançamento de Alcântara – CLA, na cidade de Alcântara no Maranhão.

Mais tarde, em 1996, o Governo brasileiro instituiu o Sistema Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais - SINDAE, com a finalidade de organizar a execução das atividades destinadas ao desenvolvimento espacial de interesse nacional. Ficou com a Agência Espacial Brasileira – AEB o papel de órgão central, responsável por sua coordenação geral. Ainda no desenho do SINDAE, instituíram-se os órgãos setoriais – também públicos, responsáveis pela coordenação setorial e execução das ações contidas no Programa Nacional de Atividades Espaciais – PNAE. Para completar o SINDAE, incluíram-se os órgãos e entidades participantes, responsáveis pela execução de ações específicas do PNAE. Nesta última camada está o setor industrial. Desta forma, o SINDAE tem a seguinte estrutura funcional: AEB como órgão central; o atual Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial – DCTA do Ministério da Defesa / Comando da Aeronáutica e o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação como órgãos setoriais. Como órgãos e entidades participantes, tem-se: os Ministérios e Secretarias da Presidência da República, quando envolvidos no assunto; os Estados, o Distrito Federal e os Municípios quando houver interesse; e o setor privado para executar ações demandadas. O SINDAE foi editado em 10 de julho de 1996 por meio do Decreto 1.953.

Note-se que o próprio Decreto que instituiu o SINDAE já incluiu o setor industrial como parte do sistema. Este fato sinaliza claramente que as atividades espaciais seriam desenvolvidas dentro e fora do próprio Estado. Ou seja, a indústria é parte importante no desenvolvimento das atividades espaciais brasileiras.

2.4 A Indústria Espacial

É inegável que as tecnologias espaciais estão se tornando parte cada vez mais importantes na vida diária dos povos. Previsão do tempo, controle de tráfego aéreo, comunicações globais e de radiodifusão, navegação com GPS - estas e muitas outras atividades essenciais seriam quase impensáveis, hoje, sem a tecnologia de satélites. Embora esteja crescendo o número de países que estão desenvolvendo sistemas e aplicações espaciais, parece que ainda não foi pacificada uma terminologia internacional sobre as estatísticas para as atividades espaciais (JOLLY; RAZI, 2007).

Em termos gerais a economia do setor espacial pode ser definida como sendo todos os atores públicos e privados envolvidos no desenvolvimento e no fornecimento de produtos e serviços habilitados para participar do setor espacial. Assim, ela é constituída por uma longa cadeia de valor, que começa com os atores de pesquisa e desenvolvimento, passa pelos fabricantes dos artefatos para os veículos lançadores, satélites, sítios de lançamento e estações terrenas de recepção de dados e de controle e termina com os fornecedores de produtos e serviços que usam satélites, como por exemplo: equipamentos e serviços de navegação, de telefonia móvel, de meteorologia por satélite, de TV (JOLLY; RAZI, 2007, pág. 17).

Por esta definição, pode-se concluir que a economia espacial é maior que o setor espacial normalmente imaginado, como aquele constituído apenas pelos atores envolvidos com o propósito de desenvolver e construir os lançadores e satélites.

Aderente à definição acima, Graziola et al. (2009) classificou o setor como constituído por dois conjuntos de indústrias: em um dos dois conjuntos estão as indústrias responsáveis pelo fornecimento das tecnologias espaciais e respectivas infraestruturas (a este setor os autores denominaram de *upstream*) e, no outro conjunto, estão as indústrias de equipamentos e serviços voltadas para o fornecimento de produtos e serviços com o uso de satélites (os autores denominaram este setor de *downstream*), como detalhado na Figura 2.2.

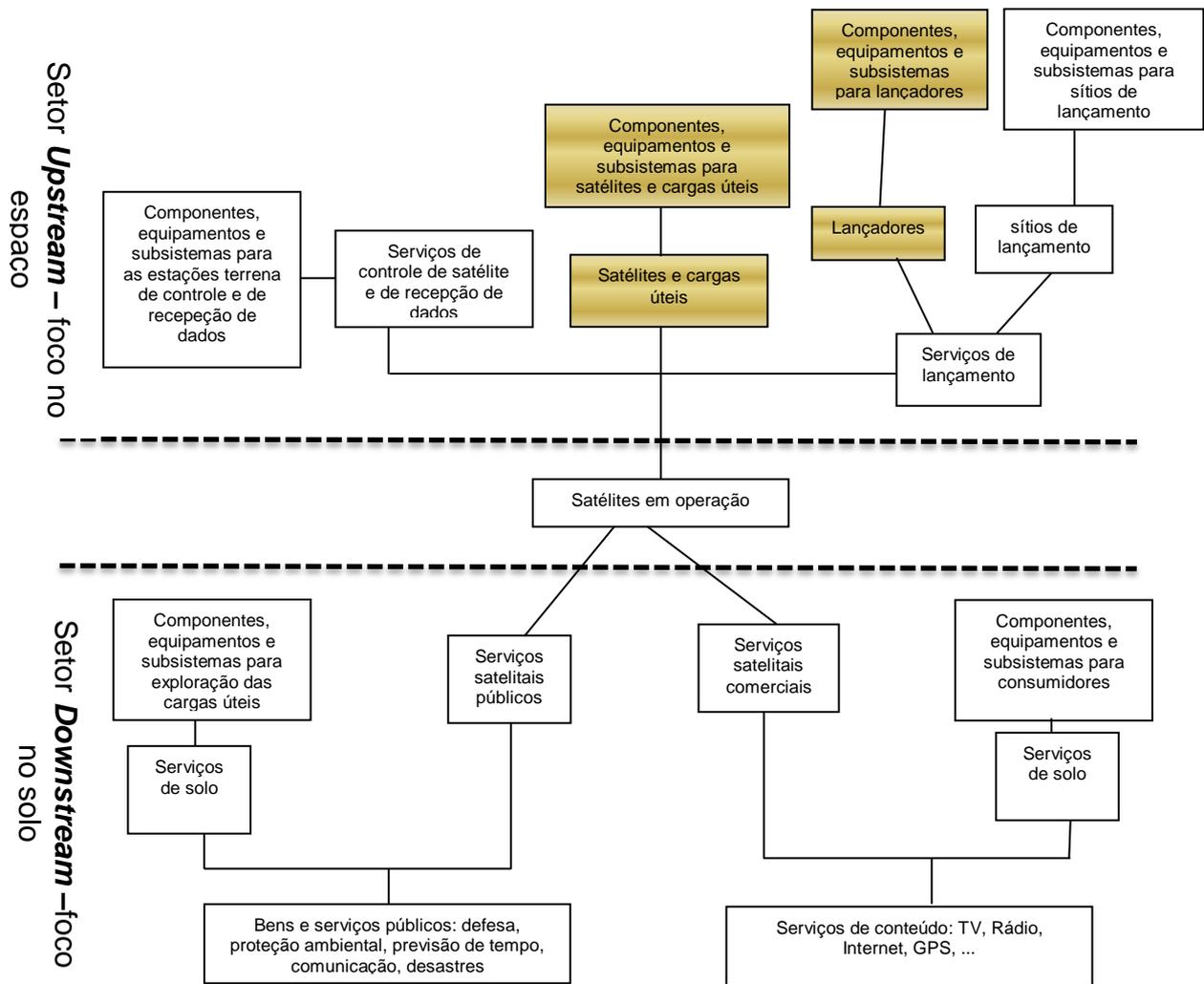


Figura 2.2 – Indústria e serviço do setor espacial

Fonte: adaptado de Graziola et al. (2009)

2.5 A Indústria Espacial Brasileira

Neste trabalho, será considerada como indústria espacial apenas as empresas que operam no setor *upstream* que produzem componentes, equipamentos, subsistemas e serviços para o desenvolvimento, integração, teste e lançamento de satélites e serviços de lançadores, conforme destacado na Figura 2.2. Outras empresas, que embora sejam fornecedoras dos principais órgãos executores do Programa Espacial Brasileiro, não são capturadas neste trabalho. Com este corte contabiliza-se um número reduzido de empresas para o setor. Diferentemente do estudo do Schmidt (2011) que, para analisar o perfil de um conjunto de empresas que fornecem bens e serviços para o Programa Espacial Brasileiro, computou o número de empresas associadas às seguintes relações:

- empresas associadas à Associação das Indústrias Aeroespaciais do Brasil (AIAB), conforme consulta feita em 2010: 18 firmas;
- empresas cadastradas em dezembro de 2010 pelo Instituto de Coordenação e Fomento Industrial (IFI), unidade do Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial do Comando da Aeronáutica (Comaer): 54 firmas;
- empresas identificadas pelo Comprasnet (base de compras do governo federal) como fornecedoras do Programa 0464 – Programa Nacional de Atividades Espaciais no exercício financeiro de 2010: 39 firmas;
- empresas fornecedoras da Empresa Brasileira de Aeronáutica (Embraer) identificadas como prestadoras de serviços à indústria espacial, base do ano de 2010: 14 firmas; e
- empresas que forneceram para o IAE em 2010, informadas pelo próprio instituto: 59 firmas

Após eliminar as duplicidades verificadas por meio do Cadastro Nacional da Pessoa Jurídica (CNPJ), o conjunto de empresas para o setor espacial brasileiro somou 177 firmas de interesse, segundo a metodologia de Schmidt (2011).

No presente trabalho, considera-se apenas o conjunto de empresas que participam do ciclo de vida do desenvolvimento e fabricação de artefatos do setor espacial voltados apenas para os satélites. Como já apresentado na Seção 2.1, o setor é

subdividido nos Segmentos¹⁴: Espacial, Lançador e Solo. Neste trabalho serão consideradas apenas as empresas ligadas ao Segmento Espacial. De acordo com Barbosa et al. (2006), a indústria espacial brasileira que atuava, em 2006, no ciclo de vida dos satélites, era formada por 12 empresas de pequeno e médio porte que atuavam diretamente com o INPE (contratos direto com o INPE), 28 subcontratadas nacionais. Além das empresas brasileiras, contava-se ainda com 6 subcontratadas internacionais (contratadas pelas empresas que possuíam contratos com o INPE). A maior parte das fornecedoras de primeira linha (com contratos diretos com o INPE) foi criada na década de 90¹⁵ por causa do programa espacial brasileiro e três foram atraídas de outros setores industriais (Aeroeletrônica, Mectron e Optoeletrônica). As duas primeiras do setor de defesa e a última do setor médico-hospitalar. Nesse sentido, há uma particularidade no desenvolvimento da indústria espacial no Brasil em relação às experiências internacionais, pois em vários países (como França, EUA, Reino Unido, Alemanha, Itália, Japão) a indústria espacial foi desenvolvida utilizando-se da capacidade tecnológica já instalada em setores como aeronáutico, defesa e telecomunicações (BACH, 2006), enquanto que no Brasil predominou a criação de novas empresas de pequeno porte, fortemente dependentes do setor espacial e com pouca integração com os setores tecnologicamente mais próximos. A empresa Optoeletrônica, com origem no setor médico-hospitalar, em função da concorrência global no seu setor industrial de origem, perdeu enormemente seu mercado neste setor, passando também a depender fortemente do setor espacial. Isto é para mostrar que a indústria espacial brasileira, de forma geral, é fortemente dependente deste setor.

No período de 1990 a 2000 houve a participação de empresas nacionais no desenvolvimento dos satélites CBERS, ainda que de forma descontínua. Algumas empresas que participaram do desenvolvimento dos satélites CBERS 1 e 2 saíram do setor, como a Digicon, outras faliram antes de concluir a execução do contrato, como a Esca, Tecnasa e Elebra. Assim, o setor conta com uma base industrial restrita, fortemente dependente do setor espacial e, conseqüentemente, frágil, o que

¹⁴ As empresas envolvidas no desenvolvimento de veículos lançadores não fazem parte do estudo porque estão relacionadas às atividades do Centro Técnico Aeroespacial – CTA, não abrangido pela pesquisa.

¹⁵ Ver também pesquisa realizada por Pereira (2006) sobre avaliação da indústria espacial disponível em: http://planejamento.sir.inpe.br/documentos/arquivos/apresentacoes/Impactos_socio-economicos_do_programa_CBERS_na_industria_GT08.pdf, acesso em 05/12/2006.

compromete o desenvolvimento de satélites completos, dentro da estratégia de autonomia tecnológica.

Mais recentemente, meados de 2011, o Governo brasileiro decidiu adquirir seu primeiro satélite geoestacionário de Defesa e Banda Larga por meio de uma empresa nacional, especificamente constituída para esta finalidade. Trata-se da empresa Visiona, criada com 49% de capital da Telebras e 51% de capital da Embraer. O objetivo da empresa é contratar no mercado mundial o primeiro satélite geoestacionário brasileiro de defesa e comunicações em banda larga. Esta empresa será a integradora deste satélite e em sua estratégia está a obrigação de contribuir com o adensamento da cadeia produtiva do setor espacial brasileiro, para que no futuro fornecimento deste tipo de satélite seja possível aumentar o conteúdo nacional.

2.6 Maturidade Tecnológica dos Produtos do Segmento Espacial

O desenvolvimento de novas tecnologias é tipicamente dependente do estágio de desenvolvimento tecnológico que se encontra o setor em questão. Para comprovar esta assertiva, recorre-se ao trabalho do professor Xavier Sala-i-Martin et al. (2008)¹⁶, especialista em crescimento e desenvolvimento econômico, que incluiu na metodologia que apura o Índice Global da Competitividade (Global Competitiveness Index - GCI) o pilar denominado technology readiness (SCHWAB, 2013).

Na composição do GCI, conceitua-se technology readiness como a medida de agilidade com que a economia adota tecnologias existentes para melhorar a produtividade de sua indústria, com especial destaque para a sua capacidade de alavancar totalmente as Tecnologias da Informação e Comunicação – TIC nas atividades diárias e nos processos de produção para aumentar a eficiência e possibilitar a inovação para a competitividade. Segundo os autores, as TICs evoluíram para as chamadas tecnologias de uso geral, conhecidas nos dias de hoje, dadas as suas repercussões críticas em outros setores da economia e seu papel habilitador da infraestrutura para toda a indústria. Portanto, o acesso e utilização das TICs constituem elementos fundamentais de prontidão tecnológica global dos países.

¹⁶ <http://www10.iadb.org/intal/intalcdi/PE/2013/12834.pdf> - acessado em 21/09/2014

Mais especificamente no setor espacial, Mankins (2009) descreve que, em termos gerais, o desenvolvimento de novas capacidades de um sistema, inevitavelmente se depara com os três maiores desafios de qualquer projeto: desempenho, orçamento e cronograma. Uma forma de reduzir as incertezas e riscos destes projetos é justamente conhecer as tecnologias disponíveis em instantes chaves do ciclo de vida do projeto. A busca para conhecer as tecnologias disponíveis para uso espacial remonta aos anos 70. Foi em meados dos anos 70 que a NASA introduziu o conceito de *Technology Readiness Level* – TRL¹⁷ para avaliar de forma mais efetiva a maturidade das novas tecnologias. De acordo com Mankins (2009), o conceito do TRL foi pensado por Stan Sadin do escritório de Aeronautics and Space Technology da NASA, como parte do desenvolvimento da metodologia da NASA para medir o nível da prontidão de uma tecnologia para uso nos programas espaciais. O TRL é um indicador do nível de maturidade tecnológica. Porém, ainda de acordo com Mankins (1995), foi somente em 1995 que o próprio Mankins conceituou detalhadamente cada um dos nove níveis da escala de TRL, incluindo, inclusive, exemplos. Atualmente o TRLs é usado pelo General Accountability Office (GAO)¹⁸ do Congresso Americano. O TRL foi também aprovada pelo Departamento de Defesa americano (DoD), e disponibilizado para uso por várias outras organizações no mundo. No geral, o TRL provou ser um indicador altamente eficaz para avaliar a prontidão para o setor espacial.

Em retrospecto, Mankins (2009) menciona que a escala de TRL não emergiu de uma única vez, pelo contrário, foi um processo construído por etapas, como resumido a seguir.

No final dos anos 60 floresceu a ideia de planejar a utilização de novas tecnologias para uso nos futuros programas espaciais. Naquela época, correlacionou-se a então prática de revisão de projeto já estabelecida, denominada de *Flight Readiness Review* (FRR), com a ideia de avaliação do nível de maturidade das novas tecnologias do projeto avaliado na FRR. Foi desta forma que surgiu o conceito da *Technology Readiness Review*.

¹⁷ TRL é uma ferramenta de gestão de tecnologia que fornece uma indicação da maturidade técnica de um projeto por meio da identificação do risco associado à tecnologia e a integração do sistema.

¹⁸ O GAO é para os Estados Unidos o equivalente ao Tribunal de Contas da União para o Brasil

Nos anos 70 o sistema de avaliação de maturidade tecnológica evoluiu para o conceito de Technology Readiness Level, em uma escala de seis níveis.

Da metade dos anos 80 em diante, em função do acidente da Challenger Space Shuttle, a NASA pôs em prática uma profunda reavaliação das novas tecnologias. No bojo desta ação, a escala de TRL foi expandida para nove níveis. Naquela época o TRL foi usado para auxiliar no gerenciamento das tecnologias dos programas da NASA e para divulgar de forma mais efetiva as tecnologias disponíveis.

Na metade dos anos 90, Mankins (1995) publicou seu White Paper conceituando os nove níveis de maturidade tecnológica. O artigo foi à base para que em 1999, o GAO recomendasse ao DoD que adotasse a escala de maturidade tecnológica da NASA, ou que criasse algo similar, como ferramenta para melhorar a qualidade dos resultados dos projetos de desenvolvimento tecnológicos. Em 2000 o DoD começou a utilizar formalmente a escala de TRL da NASA.

Após o DoD passar a usar a escala TRL da NASA, esta ferramenta se alastrou por várias agências e por seus contratados. Contudo, ela ganhou escala mundial somente entre 2005 e 2006.

Como mostrado na Tabela 2.6, quanto mais baixo o nível do TRL mais baixa a maturidade da tecnologia. Entende-se que a tecnologia passa a ser uma fonte de risco para o projeto se existir a possibilidade desta tecnologia não chegar ao nível de maturidade TRL 9, dentro do cronograma de execução do projeto. Em geral, para se iniciar programas de aquisição de sistemas ou produtos tecnológicos, a prática tem demonstrado que se deve obter, no mínimo, o nível TRL-6 para que se possa incorporar com segurança uma determinada tecnologia como parte integrante do respectivo sistema ou produto (MOON; SMITH; COOK, 2005). Isto porque os níveis de TRL podem ser divididos em três estágios de desenvolvimento tecnológico: as tecnologias nos níveis de TRL 1, 2 e 3 são tecnologias voltadas para prova de conceito no ambiente acadêmico, as tecnologias com níveis de TRL 4, 5 e 6 são tecnologias que se destinam a demonstrações operacionais simuladas com modelos e protótipos em ambientes representativos do ambiente operacional e tecnologias nos níveis de TRL 7, 8 e 9 são tecnologias qualificadas integradas em sistemas operacionais.

Em termos práticos, TRL 1-3 está voltado para pesquisa básica na universidade voltada para prova de conceito e demonstração em laboratório, e, portanto os investimentos podem ser cobertos pelos instrumentos normais de pesquisa disponíveis aos pesquisadores, que no caso brasileiro, são as agências federais e estaduais de fomento. Já os TRL 4-6 visam demonstração do atendimento dos requisitos por meio de protótipos e modelos, mediante testes realizados em ambiente representativo do ambiente operacional. Para tanto, nesta faixa de TRL haverá a necessidade de projetar e construir os equipamentos e testá-los em ambientes que simulem o ambiente operacional. Normalmente este trabalho é realizado na indústria e os custos podem variar de moderados a significativos. Importante destacar a necessidade de mensurar a confiabilidade do equipamento. Sabe-se que a medida da confiabilidade é imprescindível para avaliar equipamentos que se destinam ao uso no espaço, pois com raras exceções, no ambiente espacial não há possibilidade para manutenção. A confiabilidade é o indicador da probabilidade do equipamento executar sua missão planejada, funcionando como especificado, durante o tempo de vida da missão. Portanto, nesta faixa de TRL 4-6 os custos tendem a ser maiores dada a complexidade das tarefas. A literatura indica que há dificuldade das tecnologias na faixa TRL 1-3 se moverem para a faixa seguinte de TRL 4-6. Shapiro (2004) enfatiza que existe um vazio na escala de desenvolvimento entre a pesquisa em laboratório (TRL 1-3) e a demonstração por meio de protótipos (TRL 4-6). Segundo este autor, uma das causas que explica este vazio é ausência de fomento adequado para financiar os projetos nesta faixa de desenvolvimento. A maioria dos projetos espaciais incentivam o uso de tecnologias com TRL no mínimo 6. Ou seja, a faixa de desenvolvimento TRL 4-6 não é alvo de investimento dos programas espaciais, pois estes não querem assumir os riscos com tecnologias ainda não qualificadas para uso no espaço. As exceções são deixadas para aquelas tecnologias essenciais para completar a missão. Também, os pesquisadores responsáveis pelo desenvolvimento na faixa de TRL 1-3 perdem interesse na faixa de desenvolvimento seguinte porque não há local adequado para publicação dos resultados obtidos nesta faixa de desenvolvimento, não são mais resultados científicos, são resultados tecnológicos. Na última faixa, TRL 7-9, mede a maturidade da integração das tecnologias no projeto. Nota-se que existe grande interesse dos projetos espaciais financiar as tecnologias nesta faixa. Estes programas normalmente utilizam as tecnologias já qualificadas, com TRL 6 em

diante, as quais são submetidas aos testes especificados com os requisitos definidos para o programa em questão. Tecnologias com TRL menor do que 6 são financiadas apenas nos casos considerados imprescindíveis para completar a missão. Para Smith (2010) os programas espaciais, no geral, querem assumir apenas risco de natureza técnica e não tecnológico¹⁹.

A Figura 2.3 resume esquematicamente os nove níveis de maturidade tecnológica do Indicador TRL adotada pela NASA. No centro da Figura tem-se a escala de níveis. O texto à direita apresenta as definições básicas para cada nível. Já à esquerda da escala central têm-se agrupamentos de TRLs, cujo texto explicativo descreve o trabalho de desenvolvimento associado.

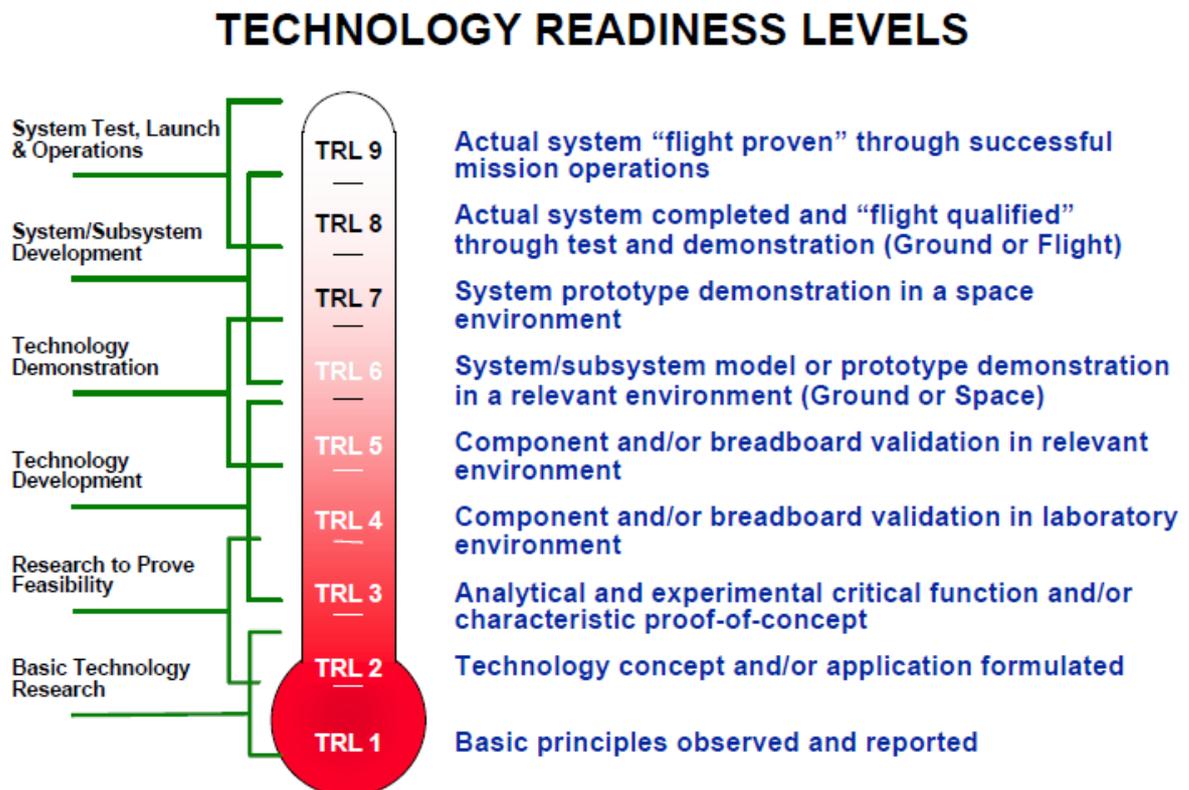


Figura 2.3 - Resumo dos TRLs da NASA

Fonte: <http://www.hq.nasa.gov/office/codeq/trl/trlchrt.pdf>

¹⁹ http://www.dsto.defence.gov.au/sites/default/files/basic_pages/documents/Technical-Risk-Assessment-Handbook_2.pdf pág. 11 e 12 acessado em 07/10/2014. **Risco tecnológico** é a probabilidade do projeto não atingir seus objetivos devido a uma tecnologia de uma parte do projeto não atingir o nível de maturidade de voo no tempo programado. **Risco técnico** é a probabilidade do projeto não atingir seus objetivos devido aos riscos que surgem na integração de tecnologias, que embora estejam com maturidade adequada, são novas no projeto em questão.

Tabela 2.6 – Escala de TRL da NASA
TECNOLOGY READINESS LEVEL - TRL

Nível do TRL	Descrição	Hardware exigido	Ambiente para demonstração
1 – Princípios básicos observados	Nível mais baixo de maturidade tecnológico. Pesquisa científica começa a ser traduzida em pesquisa aplicada e desenvolvimento. Exemplo: estudos descrevendo as propriedades básicas dos materiais.	Nenhum (artigo / estudos e análises)	Não aplicável.
2 – Conceito tecnológico e/ou aplicação formulada	Início da invenção. Uma vez que os princípios básicos são observados, as aplicações práticas podem ser inventadas. As aplicações são especulativas e não existem provas experimentais ou análises detalhadas para suportar a nova tecnologia. Exemplos são limitados a artigos e estudos.	Nenhum (artigo / estudos e análises)	Não aplicável.
3 – Prova de conceito experimental e analítica das funções críticas e/ou das características	Início da pesquisa e do desenvolvimento. Inclui estudos analíticos e experimentais em laboratório para validação dos resultados vindos dos estudos analíticos. Exemplos incluem componentes que ainda não estão integrados ou não são representativos.	Demonstração e estudos analíticos de componentes individuais sem escala (peças de subsistema).	Laboratório
4 – Validação de componente e/ou de breadboard em ambiente laboratorial	Neste nível de TRL, os elementos tecnológicos básicos envolvidos na invenção devem ser integrados para avaliar se as partes funcionarão no conjunto para alcançar o nível de desempenho conceitual de componentes e/ou de breadboard. A validação é relativamente de baixa representatividade, comparada com o funcionamento do sistema global. O custo para ir de TRL 3 ao TRL 4 deve ser moderado. Tipicamente uma fração modesta do custo desta tecnologia integrada ao sistema real em voo.	Modelos reais para validação de conceitos	Simulador de funcionamento.
5 – Validação de componentes e/ou de breadboard em ambiente relevante	Neste nível de TRL, espera-se que a representatividade do breadboard ou do componente em desenvolvimento aumente significativamente. Os elementos tecnológicos básicos devem ser integrados, os quais devem ser apoiados em modelos com razoável realismo de modo que	Modelos realísticos capazes de tolerar os ensaios em ambiente de simulação representativo da aplicação.	Laboratório em condições de simular o ambiente espacial.

Tabela 2.6 - Continuação

	<p>todos os níveis (equipamento, subsistema ou sistema) possam ser testados em ambiente simulado realista. Uma ou várias tecnologias novas podem ser envolvidas na demonstração. Por exemplo, um novo tipo de célula solar prometendo eficiência superior ao nível corrente, neste nível de TRL esta tecnologia deveria ser utilizada em uma estrutura real de painel solar, a qual deveria ser integrada com um subsistema de suprimento de energia real e ensaiada numa câmara de vácuo térmico com capacidade de simular o sol.</p> <p>Os custos para ir de TRL 4 para TRL 5 podem ainda ser de "moderado a elevado". Estes custos podem, muito provavelmente, ser semelhantes, (talvez duas ou mais vezes maior) aos custos de ir de TRL 3 para TRL 4.</p>		
6 – Modelo ou protótipo de sistema/subsistema para demonstração em um ambiente relevante	<p>Neste nível de TRL, exige-se um modelo real do sistema ou do subsistema para ser testado em um ambiente relevante. Pode ser inclusive o ambiente espacial se não existir laboratório representativo. Exemplo: Radiador envolvendo gotículas e material composto, a demonstração para TRL 6 seria o funcionamento em voo real de um modelo do radiador em tamanho reduzido, montado em um <i>pallet</i> abordo da ISS. O espaço seria o único ambiente relevante que combina Microgravidade, vácuo e efeito térmico.</p> <p>Os custos para ir de TRL 5 ao TRL 6 devem ser altos. Tipicamente tais custos são suportados apenas por projetos formais financiados por governos.</p>	Modelos qualificados	Laboratório em condições de simular o ambiente espacial ou o próprio espaço.
7 – Protótipo de sistema para demonstração em ambiente operacional esperado	<p>Neste nível de TRL, o protótipo deve ser próximo ou na escala do sistema operacional real e a demonstração deve ser realizada no ambiente operacional real.</p> <p>Os custos típicos são muito altos e são tipicamente frações significantes do custo para desenvolver o sistema operacional real, dependendo da escala do protótipo do sistema de demonstração.</p>	Modelo de voo. Pode ser em escala reduzida.	Voo no ambiente espacial

Continua

Tabela 2.6 - Conclusão

<p>8 - Sistema real concluído e qualificado em voo por meio de teste e demonstração</p>	<p>Neste nível de TRL, estão todas as tecnologias usadas em sistemas reais. Ele representa a conclusão verdadeira do desenvolvimento do sistema. Os custos são direcionados pela missão específica e pelos requisitos funcionais impostos para a tecnologia em questão, tipicamente são altíssimos.</p>	<p>Modelo de voo em escala real</p>	<p>Voo operacional real</p>
<p>9 - Sistema real comprovado em voo por meio de missão operacional bem sucedida</p>	<p>Neste nível de TRL, estão as tecnologias bem sucedidas em missões operacionais reais. A diferença central entre TRL 8 e 9 é que no último nível a tecnologia terá que experienciar "operação real em voo". Portanto, projetar, construir e testar um equipamento é TRL 8. Lançá-lo em uma missão operacional real bem sucedida é TRL 9. Os custos são direcionados pela missão específica e tipicamente são os custos recorrentes para produzir nova unidade para a missão específica. Tipicamente são altos, mas não se compara aos custos incorridos com o TRL 8.</p>	<p>Modelo de voo operacional.</p>	<p>Voo operacional em missão específica.</p>

Fonte: Adaptado de Mankins (2009).

2.7 Reflexão

A partir do conhecimento do setor espacial brasileiro, constata-se que há poucos contratos para o desenvolvimento de protótipos, equipamentos ou subsistemas para satélites desvinculados dos grandes programas operacionais estruturantes, como o CBERS e Amazônia. Também se constata que há poucas empresas qualificadas para fornecer os equipamentos necessários para os programas operacionais, colocando para o programa espacial as alternativas: correr risco de contratar empresa nacional não qualificada para desenvolver equipamentos/subsistemas de alta tecnologia para o programa espacial, ou comprar no exterior tais artefatos. Disto decorre que há várias tecnologias de uso espacial que ainda não são dominadas pelas empresas brasileiras, o que constitui fonte de atrasos nos cronogramas

Possivelmente, a causa raiz para o diagnóstico acima seja o baixo fluxo de encomendas que o Programa Espacial Brasileiro coloca na sua indústria.

Como será mostrado no Capítulo 6, o indicador Technology Readiness Level (TRL)²⁰ avalia uma determinada tecnologia por meio de uma escala que vai desde os princípios/pesquisa básica e avaliação de conceito, validação em “breadboard”, demonstração em protótipos, qualificação de equipamentos / subsistemas e sistemas completo, até finalmente, operação da missão. Nesta escala, os níveis de TRL 1, 2 e 3 medem os estágios iniciais da pesquisa básica em busca da prova-de-conceito, que é o trabalho notadamente dentro da universidade. Estes estágios estão no nível de pesquisa e os custos para realizá-los são baixos. Normalmente são financiados pelos instrumentos existentes de fomento à pesquisa. TRL 4, 5 e 6 medem a prontidão tecnológica demonstrada em testes de componentes e protótipos em ambientes simulados em laboratório, ou até mesmo em ambiente próximo do operacional real. Este estágio de desenvolvimento é alcançado com o envolvimento dos institutos de pesquisa e da indústria. Nestes estágios são levantados dados de confiabilidade que servirão para embasar a demonstração de que a tecnologia seja disponível para aplicação espacial. Neste caso, os custos vão de moderados a significativos, requerendo fontes adequadas de financiamento para

²⁰ TRL - foi criado pela NASA nos anos 70 como metodologia de mensuração do nível de maturidade tecnológica, (Mankins, 1995; 2009).

os custos com projeto, construção dos protótipos e os custos dos testes, que podem ser inclusive de longa duração. TRL 7, 8 e 9 medem a prontidão para uso no ambiente operacional da missão. Normalmente os custos são altos e somente são realizados por projetos específicos com dotações orçamentárias próprias.

Durante o ciclo de avaliação da maturidade tecnológica existe um conceito importante que precisa ser explicitado. Trata-se da confiabilidade, que é reconhecida como uma necessidade essencial em sistemas que se destinam às aplicações espaciais. Portanto, projetar, construir e testar equipamentos focados na sua confiabilidade torna-se também, em certa medida, um meio para reduzir os custos, pois esta técnica de projeto elimina os erros e, conseqüentemente, evita os custos com o retrabalho para eliminar defeitos, os quais produzem overhead sem retorno. Já no ambiente operacional no espaço, a confiabilidade é imprescindível, pois o reparo em partes / componentes / equipamentos defeituosos, salvo algumas poucas exceções, é impossível.

Conceitualmente, para a engenharia, a confiabilidade é a probabilidade de um dado produto (componente, equipamento, subsistema, sistema etc.) funcionar da maneira como foi projetado (sem falha) dentro de condições específicas e por um período de tempo determinado. Assim, estimar a confiabilidade de um produto, exige o levantamento de dados de funcionamento em condições que reflitam a realidade operacional do ambiente a que o produto se destina a trabalhar, no caso, o ambiente espacial.

Considerando que a tecnologia com maturidade nas faixas de TRL 4, 5 e 6 tem como objetivo a demonstração, por meio de testes em protótipos, que ela está apta para ser utilizada operacionalmente, que no caso aqui tratado é no ambiente espacial, então, nesta faixa de maturidade sua confiabilidade precisa ser estimada, pois do contrário não há como qualificar esta tecnologia.

Como o levantamento dos dados estatísticos somente são válidos se forem colhidos por meio de testes em ambientes representativos do ambiente de funcionamento operacional, então esta etapa da avaliação da maturidade tecnológica é custosa, e no caso brasileiro, não há uma estrutura de fomento adequadamente disponível. Os dados de confiabilidade nas condições operacionais desejadas representam um

grande desafio à maturidade tecnológica do setor espacial. No caso brasileiro, o resultado disso é a baixa maturidade tecnológica do setor espacial em várias tecnologias importantes.

De forma geral, há uma dificuldade significativa de qualificar tecnologias para uso no espaço. Este tema foi abordado por Shapiro (2004), que aponta a existência de hiato para as tecnologias atingirem TRL 4-6. Devido a isto, a maturidade das tecnologias não consegue avançar para a situação de tecnologia qualificada para uso espacial, que na escala de maturidade da NASA, seria alcançar maturidade TRL 7-9.

Shapiro (2004) aponta que os pesquisadores e cientistas tendem a perder o interesse nos projetos depois da realização da prova-de-conceito. A explicação deste autor é que há pouca espaço para publicação acadêmica além da maturidade TRL 3.

Tecnologias com maturidade além de TRL 6 são facilmente utilizadas pelos projetos espaciais porque há pouco risco e baixo custo em testes adicionais. Basicamente tecnologias que atingem este nível de maturidade podem ser testadas de acordo com os padrões / requisitos de testes especificados para o programa em questão, sem que sejam necessárias outras comprovações mais severas. Assim, uma das principais barreiras para a qualificação da tecnologia, é sem dúvida a falta de financiamento para que elas cheguem aos níveis de maturidade TRL 4-6, que pode ser uma fonte de atraso para os projetos espaciais.

O caso brasileiro se alinha com a situação internacional. Existem as agências federais e estaduais de financiamento à pesquisa acadêmica, que dispõem de instrumentos adequados para financiar projetos com objetivos plenamente compatíveis com os de maturidade TRL 1-3. Porém, existe dificuldade para o financiamento de projetos tecnológicos que tenham como objetivo apenas elevar a maturidade tecnológica para atingirem os níveis TRL 4-6. Neste caso, os projetos operacionais se obrigam a desenvolver suas tecnologias, em alguns casos assumindo o risco de percorrer o longo caminho da qualificação tecnológica, justamente porque não existe ainda a tecnologia qualificada no país.

Diante deste quadro, emerge uma oportunidade para implementar um elemento de política industrial, via fomento ao desenvolvimento tecnológico com o objetivo de fomentar certos projetos tecnológicos para elevar a maturidade da tecnologia para os níveis TRL 4-6. Para tanto, seriam selecionadas tecnologias prioritárias aos programas espaciais operacionais e definidos os projetos de desenvolvimento a serem financiados: módulos, equipamentos ou subsistemas, por exemplo, e o nível de maturidade a ser alcançado TRL 4, 5 ou 6. Estes projetos seriam financiados por uma Ação Orçamentária específica a ser criada no PNAE, aos moldes da Ação Orçamentária existente atualmente no PNAE que trata das tecnologias críticas.

Pode-se demonstrar que em certa medida, já existe um procedimento de fomento em operação, formatado pela AEB, que poderia ser a base sobre a qual se forjariam os ajustes para um modelo de fomento com o objetivo de implementar uma política voltada para o aumento da maturidade tecnológica aos níveis TRL 4-6.

De fato, o fomento existente a que se refere o parágrafo anterior é implementado na AEB por meio de seus programas Uniespaço e Microgravidade²¹. Tais programas foram concebidos há vários anos, operando nos estritos limites de suas competências em relação ao Programa Espacial Brasileiro, convivendo harmoniosamente e sem conflitar com os objetivos das Agências de Fomento genuínas, Finep e CNPq. Para evidenciar casos concretos de fomento destes programas, apresenta-se, no Apêndice A, a listagem dos projetos fomentados.

No formato atual, a AEB mantém Convênio com uma Fundação para executar os programas. Tome-se o caso do programa microgravidade. Ele foi criado em 1997 e reestruturado em 2013. Tem como objetivo disponibilizar ambientes de microgravidade à comunidade técnico-científica brasileira, provendo meios de acesso ao espaço e suporte técnico e orçamentário para a viabilização de experimentos nesses ambientes.

A Estrutura Operacional do Programa compreende: Instituições Executoras, Comissão de Coordenação, Gerência, Instituições Participantes e Assessores Técnicos.

²¹ Para detalhes sobre os programas acessar <http://microgravidade.aeb.gov.br/> e <http://uniespaco.aeb.gov.br/>

O Programa é desenvolvido pela Agência Espacial Brasileira, em parceria com o IAE/DCTA e Instituições de Ensino Superior (IES).

Os ambientes de microgravidade são disponibilizados aos fomentados por meio de voos em foguetes de sondagem brasileiros. Os experimentos são selecionados entre propostas apresentadas por universidades e institutos de pesquisa interessados, de acordo com os Anúncios de Oportunidades (AOs) publicados em editais pela Fundação que implementa o programa.

Para esta nova linha de financiamento visando elevar a maturidade tecnológica do setor espacial, sugere-se que a AEB crie uma Ação Orçamentária com o objetivo de aumentar a maturidade tecnológica aos níveis de TRL 4-6. Deverá ser feita parceria com a FINEP para alocar recursos do FNDCT para esta Ação. A seleção dos projetos seria feita por meio de um comitê especialmente constituído para esta finalidade. A gestão do comitê ficaria com a AEB e participariam dele o INPE, DCTA, MCTI AIAB e AEB. Os projetos a serem financiados deveriam envolver as tecnologias tanto de satélites quanto de veículos lançadores.

Sugere-se também que seja encomendada uma pesquisa visando o levantamento da situação atual de todas as tecnologias de satélites e lançadores existentes no país e sua maturidade ranqueada pela métrica TRL. Um levantamento deste seria a base para a implementação da política de fomento aos projetos de tecnologias prioritárias aos projetos do programa espacial brasileiro.

3. REVISÃO DA LITERATURA

O Guia PMBOK (2008) define projeto como um esforço temporário empreendido para criar um produto, serviço ou resultado exclusivo. Olhando para esta definição e para o mundo ao redor, percebe-se que projetos acompanham a evolução da raça humana desde feitos longínquos como a construção das pirâmides do Egito, da muralha da China e do Pantheon na Grécia. Todos estes empreendimentos tiveram planejamento, gerenciamento e controle para atingir seus resultados desejados. Mas de acordo com Shenhar e Dvir (2010), foi só recentemente que as empresas organizaram o trabalho em torno de projeto como conhecidos nos dias de hoje. Para lidar com os projetos as organizações desenvolveram ferramentas, técnicas e métodos. Acontece que devido as grandes variações dos instrumentos criados para lidar com projetos, houve a necessidade do estabelecimento de padrões contendo as regras, procedimentos e ferramentas usadas por todos os praticantes ao redor do mundo, principalmente em decorrência da globalização das economias. Surgiu assim, uma nova disciplina – o gerenciamento de projetos.

Para que os padrões fossem desenvolvidos, adotados, disseminados e compartilhados, surgiram as organizações padronizadoras, que de acordo com Bredillet (2003) já publicaram bem mais de meio milhão de normas. Este número não contabiliza as inúmeras normas internas às organizações, que constituem a base de qualquer negócio bem sucedido. Esta quantidade expressiva de normas é o produto de mais de 1000 organizações de desenvolvimento de padrões reconhecidas em todo o mundo.

No final dos anos cinquenta foi que se iniciaram as ações visando organizar o gerenciamento de projeto como uma disciplina formal. Foi nesta época, que o Departamento de Defesa Americano desenvolveu, no escopo do projeto polaris (1957 -58), as primeiras técnicas de gerenciamento de projeto: o PERT (*Program Evaluation and Review technique*) e CPM (*Critical Path Method*). A primeira organização, o *Project Management Institute* (PMI), foi fundado em 1969 com base na premissa de que existiam muitas práticas de gerenciamento que eram comuns aos projetos de áreas de aplicação tão diversas como construção e produtos farmacêuticos. No entanto, foi somente em 1981 que o PMI aprovou um projeto para desenvolver os procedimentos e conceitos necessários para dar suporte à profissão

de gerenciamento de projetos. Os resultados deste projeto foram publicados em um relatório especial do Project Management Journal de agosto de 1983. Este relatório subsequentemente serviu de base para os programas iniciais de credenciamento e certificação do PMI. O mestrado em Gerenciamento de projetos da *Western Carolina University* foi credenciado em 1983 e as primeiras certificações PMP foram concedidas em 1984. O PMI tem feito notável trabalho na construção de seu Guia do Conjunto de Conhecimentos em Gerenciamento de Projetos.

Hoje, projeto tem claramente se tornado atividade central na maioria das organizações. Muitas empresas estão investindo crescentemente recursos em projetos, que tratam, por exemplo, do desenvolvimento de novos produtos, melhoria de processos, ou a construção de novos serviços. Muitos estudos demonstraram, no entanto, que um grande percentual dos projetos não atende as metas de cronograma e orçamento, ou deixa de satisfazer as expectativas do cliente e /ou da empresa (STANDISH GROUP, 2001) e (ZHANG et al., 2003). No entanto, o sucesso do projeto significa mais do que apenas cumprir metas de cronograma e orçamento. O sucesso de projeto envolve dimensões adicionais, tais como o sucesso da organização ou a preparação da empresa para o futuro (SHENHAR; DVIR, 2010). Independentemente de critérios de sucesso, os pesquisadores têm tentado, há anos, encontrar as razões do sucesso ou fracasso do projeto. Uma das abordagens mais comuns é a busca de fatores críticos de sucesso (BELASSI; TUKEL, 1996), (MUNNS; BJEIRMI, 1996) e (PINTO; SLEVIN, 1988). Outra corrente de pesquisa que vem despontando com força é a denominada de abordagem contingencial. A abordagem contingencial para gerenciamento de projetos investiga o grau de casamento ou descasamento existente entre as características do projeto e a abordagem de gerenciamento adotada.

Para os projetos de tecnologia espaciais, o padrão de normas editado pela Agência Espacial Europeia, denominado de European Cooperation for Space Standardization – ECSS oferece metodologia para planejar e executar projetos espaciais. Tipicamente, o padrão ECSS prevê um plano de gerenciamento que define a abordagem e a metodologia a serem usadas durante o ciclo de vida do projeto. Além disso, o plano também detalha os elementos tratados pelo gerenciamento do projeto. Isto inclui a Engenharia de Sistemas, a Garantia do

Produto e Configuração do Projeto. Trata também das estruturas do projeto, tais como: árvore do produto, Estrutura de divisão de trabalho (WBS), Pacote de Trabalho (WP) e Estrutura de Divisão da Organização (OBS). As fases do projeto durante seu ciclo de vida e as Revisões de Projeto são também padronizadas nas normas ECSS.

O padrão ECSS segue um modelo “V”, pois o detalhamento e design do projeto que ocorre entre a Fase 0 e a Fase B obedece uma sequência que vai do nível mais alto para o mais baixo da árvore do produto. Na base ocorre a fabricação. Já o processo de integração e teste ocorre do nível mais baixo para o mais alto da árvore do produto. Desta forma, tem-se o modelo “V” como mostrado na Figura 3.1.

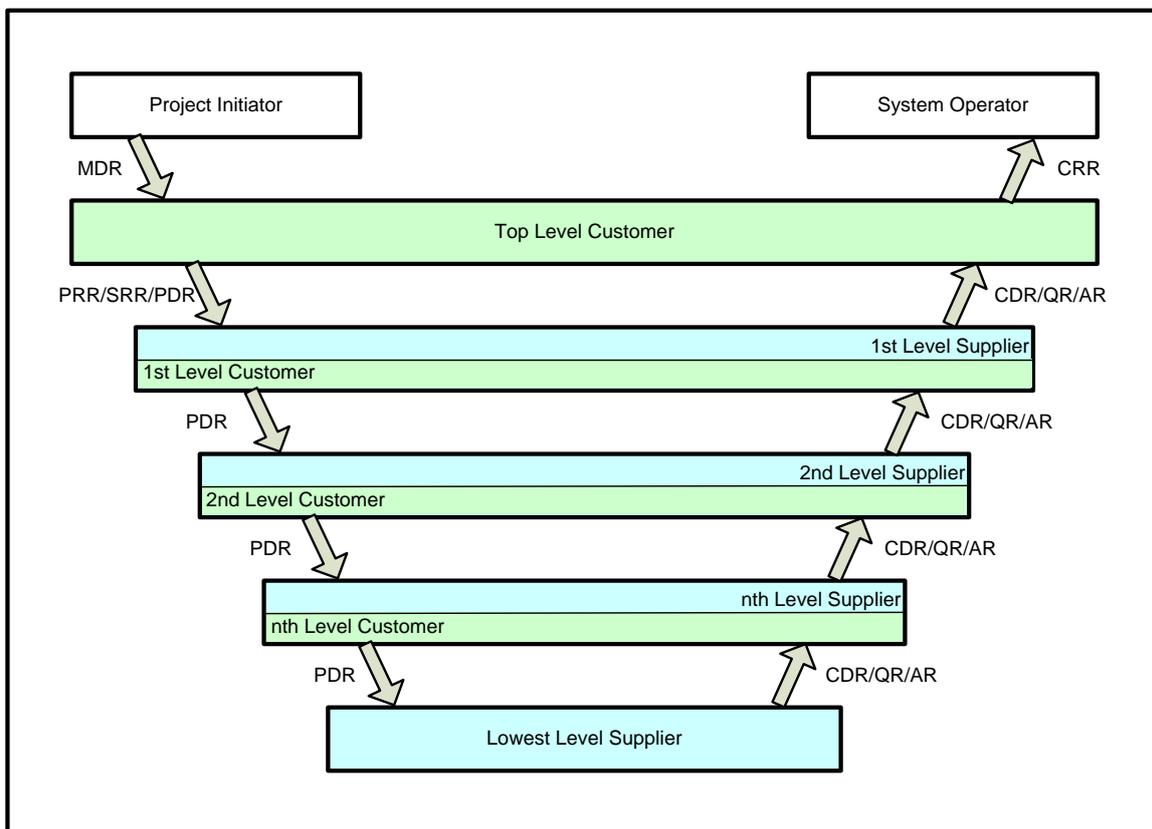


Figura 3.1 - Modelo V

Fonte: ECSS-M-ST-10C (2008) pág. 21

3.1 A Teoria Contingencial na Administração

A teoria de contingência não é um conceito novo nas pesquisas sobre as organizações. De fato, a literatura especializada neste tema descreve que a teoria clássica da contingência evoluiu gradualmente desde a década de 1950. Lidando principalmente com organizações duradouras (*enduring organizations*), a teoria sugere que a eficácia organizacional é dependente de sua capacidade de se ajustar ou se adaptar ao ambiente, e que há uma necessidade de congruência entre o ambiente e o modelo organizacional (estrutura) (DRAZIN; VAN DE VEN,1985) e (PENNING,1992). De outra forma, a teoria contingencial salienta que não se alcança a eficácia organizacional seguindo um modelo organizacional único e exclusivo. Ou seja, não existe uma forma única e melhor para organizar a empresa no sentido de se alcançar seus objetivos variados, considerando que o ambiente está em constantes mudanças. Os estudos sobre organizações complexas concluíram que a estrutura da organização e seu funcionamento são dependentes do ambiente externo. Diferentes ambientes requerem diferentes desenhos organizacionais para que a organização seja eficaz. Torna-se necessário um modelo ajustado para cada situação. Os trabalhos importantes sobre a teoria contingencial nas organizações são: Woodward (1958), Burns e Stalker (1961), Chandler (1962), Lawrence e Lorsch (1967, 1986), Thompson (1967), Perrow (1967) e Fouraker e Stopford (1968).

Para Chiavenato (2004), a Teoria da Contingência desloca a visualização de dentro para fora da organização: a ênfase é colocada no ambiente e nas demandas ambientais sobre a dinâmica organizacional. Para a abordagem contingencial são as características ambientais que condicionam as características organizacionais. É no ambiente que estão as explicações causais das características das organizações. Assim, não existe uma forma única para estruturação da organização considerando a variedade de objetivos entre as organizações diferentes que operam em ambiente altamente dinâmico. Portanto, esta teoria preconiza que a estrutura e o comportamento de uma organização dependem das características ambientais relevantes para a organização. As características organizacionais somente podem ser entendidas mediante a análise das características ambientais com as quais se defrontam.

A seguir, resumem-se três importantes trabalhos sobre a teoria da contingência organizacional.

Burns e Stalker (1961) pesquisaram vinte indústrias inglesas com o objetivo de correlacionar as práticas administrativas com o ambiente externo dessas indústrias. Desta pesquisa surgiu a classificação das organizações em mecanicistas e orgânicas. Sendo que a organização mecanicista é mais apropriada em condições ambientais relativamente estáveis e a orgânica para condições ambientais em turbulência de mudança e inovação. No sistema mecanicista a administração é burocrática baseada numa hierarquia com vários níveis de comando. O trabalho é mais individualizado e rotineiro, a comunicação é apenas vertical. As decisões são centralizadas no topo da hierarquia. Estas organizações têm dificuldade de adaptação às mudanças no ambiente. No sistema orgânico, a administração é flexível, podendo rapidamente se adaptar às mudanças do ambiente. O trabalho é realizado em equipe e existe comunicação tanto vertical como horizontal. Existe baixo nível de burocracia e de hierarquia e as decisões são tomadas em conjunto. Elas são apropriadas para a inovação.

Chandler (1962) estudou quatro empresas americanas: DuPont, General Motors, Standard Oil Co e Sears Roebuck & Co. Com sua pesquisa ele demonstrou que as estruturas destas empresas foram necessariamente ajustadas às suas estratégias durante fases distintas da história. Ele concluiu que ambientes diferentes obrigam as organizações adotarem estruturas organizacionais diferentes.

Lawrence e Lorsch (1967) verificaram como o meio ambiente influenciava os meios industriais. A pesquisa envolveu indústrias operando no setor de processamento químico. Eles descobriram que os problemas organizacionais básicos são a Diferenciação e Integração. Onde Diferenciação é a segmentação da unidade organizacional em subunidades, cada qual tendendo a desenvolver atributos particulares em relação às exigências do meio ambiente. Já a integração é a realização de esforços unificados entre as várias subunidades organizacionais na consecução das atividades organizacionais. Entendendo estas atividades como um processo de produção de bens e serviços: entradas, transformação e saída. Eles concluíram que a estrutura organizacional das empresas de alto desempenho, em termos de diferenciação e integração depende do dinamismo do ambiente externo.

Em ambiente dinâmico a estrutura organizacional precisa ser altamente diferenciada e integrada. Já em ambiente mais estável e menos diversificado a estrutura organizacional precisa ser menos diferenciada, mas com alto grau de integração. Ou seja, eles mostraram como taxas de mudanças no ambiente afetam a capacidade das organizações de enfrentá-las.

3.2 A Metodologia Clássica de Gestão de Projeto

Considere que projeto é uma organização temporária dentro da organização, e como tal, recebe recursos destinados à realização de um trabalho. Os quais são transformados por meio dos processos organizacionais em produtos ou serviços. Convenciona-se chamar de financiador aquele que disponibiliza os recursos para viabilizar o projeto, que em troca, aguarda que haja algum tipo de benefício para si ou para outrem, com o resultado do projeto que lhe justificará os recursos mobilizados. Portanto, antes de dar início a um projeto o financiador terá que ser convencido de que o projeto lhe será interessante. Pela sua natureza temporal, projeto não é rotineiro e, portanto, de risco. Este risco existe nos projetos e está relacionado ao nível de conhecimento, ou domínio, dos elementos essenciais do projeto, incluindo os existentes no ambiente do projeto. Assim, projetos que possuem elementos do ambiente em constantes mudanças, são de risco elevado.

Gerenciamento de projeto é o meio pelo qual o trabalho de alocar recursos à organização temporária é gerenciado e controlado para entregar o produto resultante do projeto.

A metodologia tradicional de gerenciamento de projeto, representada pelo Guia PMBOK, estabelece que um projeto deve começar com dois processos: termo de abertura do projeto e declaração do escopo. O primeiro processo trata da autorização para iniciar o projeto. O segundo processo produz uma definição preliminar do trabalho a ser feito. A partir do escopo são derivadas várias estruturas. Pacotes de Trabalho; Estrutura Analítica do Projeto ou *Work breakdown Structure* (WBS); Organograma e Cronograma. O organograma posiciona o projeto dentro da organização. Para a construção do Cronograma, recorre-se a outros elementos denominados de atividades, as quais irão materializar o produto. As atividades

serão dispostas em diagrama de rede, resguardando suas dependências e precedências. Com este diagrama, prepara-se o cronograma das atividades e os recursos requeridos são alocados, incluindo o orçamento.

O PMBOK (2008) apresenta a disciplina de gerenciamento de projetos a partir de boas práticas, que podem ser definidas como aquelas que possuem consenso sobre sua utilidade e aplicabilidade (ROCHA; NEGREIROS, 2009). Todavia, não significa que o conhecimento descrito deva ser sempre aplicado a todos os casos. Cabe à organização, ao gerente de projeto e a equipe responsável determinarem o que seja ou não aplicável a um dado projeto em particular (ROCHA; NEGREIROS, 2009).

A literatura aponta que a abordagem tradicional em gerenciamento de projeto utiliza um modelo que pressupõe o projeto como algo previsível, fixo e imutável. Ela não considera a dinâmica do ambiente fora do projeto nem às necessidades comerciais. Neste sentido, o gerenciamento segue estritamente o plano, sendo as avaliações de progresso e desempenho feitas sempre em relação ao plano. As mudanças são evitadas e os gestores defendem dois direcionadores: restrição tripla (escopo, custo e tempo) e *one-size-fit-all* (SHENHAR; DVIR, 2010 pág. 20 e 21), (SAUSER et al., (2009), (SHENHAR,1998, 2001).

As críticas à abordagem clássica são baseadas em inúmeros estudos demonstrando que uma quantidade significativa dos projetos lançados fracassa no atendimento das metas de tempo, custo ou escopo Standish Group (2001), Balachandra e Friar (1997), Lévárды e Browning (2009).

Uma questão que surge e que ainda não tem consenso é a própria definição de fracasso de projeto. Para alguns, fracasso é deixar de atender as metas de tempo, custo e escopo (tripla restrição). Para outros, o sucesso do projeto significa mais do que apenas cumprir metas de tempo, custo e orçamento. O sucesso envolve dimensões adicionais, tais como resultados do negócio ou a preparação para o futuro. O pressuposto dos estudos sobre fatores críticos de sucesso é que as causas do sucesso ou fracasso de projeto têm motivos semelhantes e os objetivo dos pesquisadores é identificar essas razões. Estes estudos produzem listas de fatores típicos, tais como, a missão do projeto, planejamento, gestão, comunicação, política, controle, suporte da alta gerência, funções técnicas etc. No entanto, apesar

de sua popularidade, estudos sobre os fatores críticos ao sucesso tiveram pouco impacto nas práticas de gestão de projetos e poucas organizações ou gerentes estão utilizando os resultados destes estudos para a melhoria de seus processos gerenciais (SAUSER et al., 2009).

3.3 A Abordagem Contingencial na Gestão de Projeto

Percebe-se que embora projetos sejam concebidos a partir de uma perspectiva de negócio, mas a partir do momento que são conduzidos por um gerente de projeto e sua equipe, o foco de sua realização torna-se restrito a uma visão técnica com o objetivo de concluir o trabalho no prazo e no custo previsto, sem manter a atenção nos aspectos do negócio (ROCHA; NEGREIROS, 2009).

Collyer e Warren(2009) conceituam o termo dinâmico para caracterizar algo em constante mudança. No contexto de gerenciamento de projeto, estes autores usam dinamismo como uma dimensão do projeto que representa seu grau de influenciabilidade às mudanças no ambiente que o projeto é conduzido. Contudo, os autores argumentam que a dimensão dinamismo não é binária, no sentido do projeto ser classificado como dinâmico ou não. Para os autores, todo projeto tem algum grau de dinamismo e, portanto a dimensão dinamismo não chega a ser dicotômica. No contexto do presente trabalho, contudo, o interesse está na análise dos projetos dinâmicos sujeitos a níveis de mudança maiores que os níveis de mudança a que são submetidos os projetos normais.

Do ponto de vista da incerteza tecnológica, Shenhar e Wideman (1996) classificaram os projetos de base tecnológica em quatro níveis de conteúdo tecnológico: projetos de baixa tecnologia – são os projetos que se beneficiam das tecnologias já existentes e sem restrição de acesso pela indústria. Estes projetos não requerem tecnologias novas em nenhuma etapa de seu desenvolvimento; projetos de média tecnologia – são projetos similares aos de baixa tecnologia, mas necessitam em alguns estágios de seu desenvolvimento de tecnologias novas ou aperfeiçoadas; projetos de alta tecnologia - são projetos que utilizam, pela primeira vez, várias tecnologias juntas. São projetos que envolvem elevados níveis de incerteza; projetos de super-alta tecnologia – são projetos que realmente criam novas tecnologias. Eles incorporam desenvolvimento exploratório e tecnologia que

ainda não existem, mas que serão desenvolvidas ao longo da execução do projeto. Shenhar (2001) descreve como exemplos de projetos de "baixa tecnologia" - os que tratam normalmente da construção de edifícios e pontes. Já os projetos de alta tecnologia são normalmente projetos de computador e da indústria aeroespacial e eletrônica. Para Shenhar (2001), a diferença-chave entre os tipos de projeto caracterizados acima é o nível de desenvolvimento envolvido. Os projetos de baixa tecnologia têm pouco desenvolvimento, e os projetos de alta tecnologia têm níveis consideráveis de desenvolvimento e, geralmente, requerem prototipagem. Shenhar e Wideman (1996) argumentam que outra diferença fundamental é o número de ciclos do design. Eles dizem que enquanto nos projetos de baixa tecnologia há tipicamente um ciclo, nos de alta tecnologia há pelo menos dois, tipicamente três ciclos.

O PMBOK (2008) ao descrever as características de um projeto, cita entre elas, a elaboração progressiva, para significar que à medida que o projeto avança os planos são elaborados em detalhes. Por exemplo, o escopo do projeto é descrito de maneira geral no início do projeto e se tornará mais explícito e detalhado conforme a equipe do projeto refina o entendimento dos objetivos e das entregas. Assim, com a elaboração progressiva desenvolve-se o planejamento do projeto em grande detalhe, à medida que o projeto avança, e, as lacunas de incertezas de conhecimento existentes no lançamento do projeto são preenchidas ao longo deste detalhamento, possibilitando aos gestores deslocar o projeto de uma situação de incerta para outra mais previsível. Na Figura 3.2 isto equivale a mover o projeto de uma posição mais a direita, onde há grande incerteza, para uma posição mais a esquerda da figura em que há maior previsibilidade. Porém, se ocorrerem mudanças rápidas no ambiente, como aquelas de natureza jurídica, econômicas, tecnológicas, metodológicas e de inovação, elas agem pressionando o projeto a se deslocar de um cenário previsível para outro com mais incerteza. Estas duas forças, a que busca o conhecimento do projeto e seu detalhamento e implementação, concretizada progressivamente com o avanço do projeto, e a da mudança no ambiente, agem contrariamente sobre o projeto durante seu desenvolvimento, notadamente nas fases anteriores ao congelamento do *design*. O desafio dos gestores é conduzir o detalhamento do projeto numa velocidade bem maior que suplante as mudanças que emergem do ambiente.

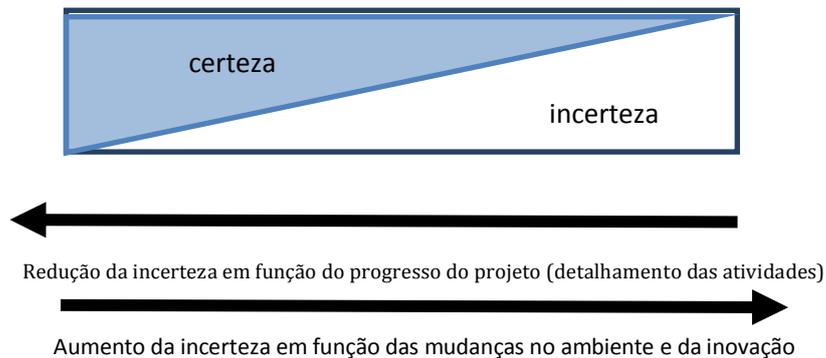


Figura 3.2 - Incerteza e previsibilidade
 Fonte: adaptado de Collyer e Warren(2009)

Shenhar et al. (2001; 2002) e Shenhar e Dvir (2010) ao observarem que o sucesso de um projeto é complexo e que não pode ser explicado simplesmente pela ótica do atendimento da restrição tripla, sugerem que o sucesso do projeto seja analisado ao longo do tempo. Ou seja, no curto, médio e longo prazos por meio de cinco dimensões: eficiência do projeto, impacto no cliente, impacto na equipe, sucesso comercial e preparação para o futuro, ver Figura 3.3. Eles reconhecem que existem outras dimensões que impactam no sucesso de projeto, porém as cinco dimensões acima são as mais importantes. Estes autores descrevem que a eficiência do projeto (ou cumprimento das metas planejadas) representa um indicador de curto prazo. Ainda mais, este indicador avalia se o projeto foi completado, ou não, de acordo com o plano, dentro do cronograma e do custo. Os autores alertam que este indicador sinaliza que o projeto foi, ou não, bem administrado, mas não garante o sucesso e nem que o projeto beneficiará a organização no longo prazo.

A dimensão, impacto no cliente, é a visão dos principais stakeholders. Portanto, ela se apresenta como fundamental para a avaliação do sucesso do projeto. Este indicador serve para capturar como o resultado do projeto impactou positivamente, ou não, na vida ou no negócio do cliente. Considerando que esta dimensão lida diretamente com o cliente, então, inquestionavelmente ela deve ser considerada na avaliação do sucesso do projeto: desempenho do produto, atendimento dos requisitos funcionais; atendimento das especificações técnicas e o próprio nível de satisfação do cliente.

A terceira dimensão, impacto na equipe, avalia o sucesso pela perspectiva do impacto do projeto na equipe e em seus membros, visto pelos seguintes aspectos: a satisfação da equipe, o moral, a lealdade da equipe para a organização e a permanência da equipe na organização pós-projeto. Investimento indireto nos membros da equipe do projeto, também entra na avaliação do sucesso do projeto. Outro aspecto também considerado refere-se ao aprendizado da equipe, seu crescimento, assim como as habilidades, novas capacidades profissionais e gerenciais adquiridas em função do trabalho no projeto.

A quarta dimensão, sucesso comercial, avalia o sucesso do projeto a partir de seus impactos direto e imediato na organização, principalmente pela via dos retornos comerciais. São indicadores importantes: os níveis de vendas, rendas e lucros, assim como os fluxos de caixa e outras medidas financeiras. Outros aspectos que podem ser considerados são aprendizados que possam se refletir em melhorias na organização, como por exemplo, reengenharia para reestruturação de fluxo de trabalho da empresa com impacto positivo na redução de custo, redução de tempo de produção, melhoria na qualidade de processos/produtos, dentre outros.

A quinta dimensão, preparação para o futuro, examina como o projeto beneficiará a organização no longo prazo. Neste quesito se reveste de importância capital a contribuição do projeto na infraestrutura da organização e na criação de novas oportunidades, como novos mercados, nova linha de produtos, desenvolvimento de novas tecnologias, dentre outros.

Shenhar e Dvir (2010) exploram o conceito dinâmico de sucesso de projeto ao longo do tempo pela ótica das dimensões discutidas acima. Para estes autores a dimensão eficiência é avaliada no curto prazo – durante a execução do projeto e/ou no momento de sua conclusão. O sucesso do projeto avaliado pelas vias da segunda e terceira dimensões se torna possível algum tempo após a conclusão do projeto. Pois, pelo lado do cliente, ele precisa receber o produto e ter tempo para avaliá-lo. Já do lado da equipe, a organização precisa observar o desempenho da equipe em outros contextos da organização para avaliar o impacto que o projeto causou em seus membros. Portanto, estas dimensões somente poderão ser avaliadas algum tempo após a conclusão do projeto. Tempo suficiente para avaliar

a adequação do produto às necessidades do cliente e à qualidade das interações da equipe de projeto submetida a outras experiências.

A quarta dimensão, sucesso comercial, pode ser avaliada somente após os retornos comerciais traduzidos pelas vendas em seu ponto de equilíbrio dos retornos do projeto (*break even*). Dependendo do projeto este ponto pode demorar anos.

A quinta dimensão, preparação para o futuro, pode ser avaliada somente bem mais adiante, mediante os retornos dos benefícios de longo prazo.

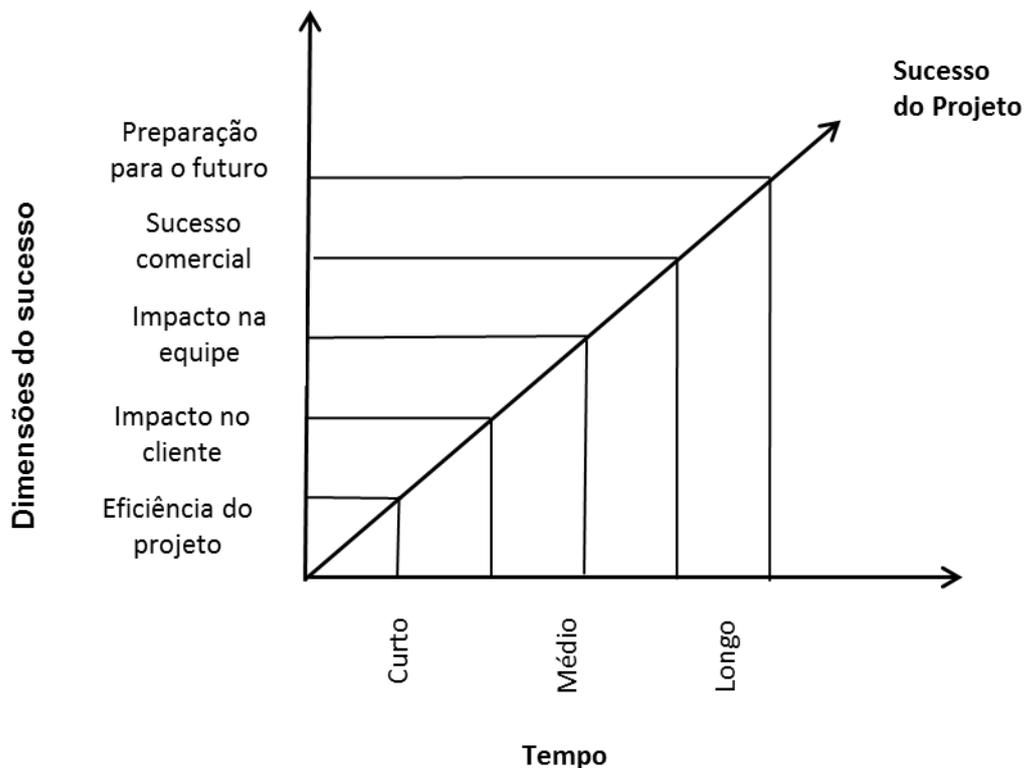


Figura 3.3 - Sucesso de projeto ao longo do tempo

Fonte: Adaptado de Shenhar e Dvir (2010)

Segundo estes autores, seria conveniente que os executivos dos projetos programassem um passo anterior à preparação do plano do projeto para definir as dimensões julgadas críticas para cada projeto em particular. Somente após definidas estas dimensões é que deveria ser preparado o plano de projeto. Além disso, no plano de revisões de progresso também há que ser estabelecida avaliação em cada uma das dimensões previstas.

Embora o conceito de contingência estrutural já esteja bem estabelecido na literatura sobre teoria organizacional, só mais recentemente ele tem sido aplicado nas pesquisas sobre gerenciamento de projetos (ATKINSON, 1999), (SHENHAR; DVIR, 2010) e (WILLIAMS, 2005). O uso da teoria da contingência organizacional na gestão de projeto justifica-se ao considerar que projeto é uma organização temporária, estabelecida dentro da organização, para realizar os objetivos do projeto sob as restrições de recursos limitados.

A teoria da contingência advoga que para ir além das práticas convencionais de gerenciamento de projeto é necessário entender que um único modelo não atende todos os projetos – *one-size-does-not-fit-all*. Diferentemente de operações, que se caracterizam pela repetitividade, cada projeto é, por definição, único. Cada projeto representa uma nova experiência, trata de um problema diferente, se obriga a restrições e desafios particularidades. O processo de gerenciamento nunca é uma questão de repetir as etapas e os procedimentos conhecidos.

A questão que surge da discussão *one-size-does-not-fit-all* é como se referir a uma estrutura, padrão ou modelo comum, se cada projeto é singular? Ou ainda, embora cada projeto seja um empreendimento único, há alguma maneira de se estabelecer uma metodologia que possa ser aplicada sistematicamente a uma variedade de projetos? Pesquisas atuais apontam que é possível. A base para esta resposta começa com a observação de que embora cada projeto seja único, no entanto, esta unicidade não alcança todos os aspectos dos projetos. Shenhar e Dvir (2010) afirmam que em suas pesquisas sobre diferenças de projetos, foram encontradas variações consideráveis, mas também uma série de características comuns.

Shenhar (2001) relata que partiu da perspectiva de que projetos não são apenas empreendimentos únicos, mas que as variações em seus objetivos, tamanho, complexidades e tecnologia são ilimitadas e compreendeu que seria de grande utilidade aos financiadores e tomadores de decisão que os projetos pudessem ser categorizados por meio de algum artefato de classificação.

Shenhar (2001) conta que liderou uma equipe que conduziu uma série de estudos no período de 1993 a 2002 com a finalidade de desenvolver um artefato para a

categorização de projetos. Os resultados destes estudos estão disponíveis em Shenhar (1993), Shenhar e Dvir (1996), Shenhar (1998) e Dvir et al. (1998).

A partir desses estudos em projeto, descobriu-se que naqueles projetos com maior incerteza tecnológica também há necessidade de maior gestão técnica, e naqueles projetos com maior complexidade também há a necessidade do gerenciamento do projeto ser maior e mais formal. Além disso, quando os níveis de incerteza e de complexidade do projeto são simultaneamente elevados, os autores descobriram que aparece uma terceira componente que é a necessidade do aumento do nível de integração dos processos e componentes e de testes e trade-off, como mostrado na Figura 3.4.

Os autores esclarecem que ao examinarem com mais profundidade alguns parâmetros desse conjunto de dados levantados, emergiu uma primeira metodologia para classificação dos projetos. Tratava-se de um modelo tipológico bidimensional consistindo do gerenciamento do escopo do projeto versus a incerteza tecnológica (SHENHAR, 1991, 1993).

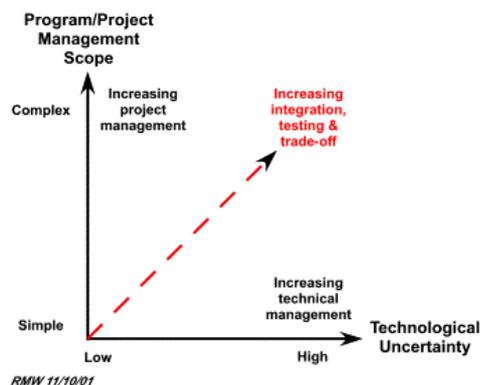


Figura 3.4 – Tendência de Incerteza e Complexidade

Para efeito prático, a dimensão incerteza tecnológica foi discretizada em quatro grupos de projetos associados a níveis diferentes de incerteza tecnológica. Semelhantemente, a dimensão escopo foi discretizada em três níveis. A noção de complexidade do projeto está associada à hierarquia de sistemas, subsistemas e demais elementos de níveis hierárquicos inferiores (SHENHAR; DVIR; SHULMAN, 1995). Por meio da análise de dados dos projetos e considerando os níveis

diferentes de incerteza tecnológica e complexidade do Sistema, os autores confirmaram a hipótese de que existem grandes diferenças entre os projetos e seus estilos de gerenciamento (SHENHAR, 1998).

A próxima etapa da pesquisa envolveu a coleta de dados quantitativos em 127 projetos extraídos de 76 empresas de Israel, nos setores defesa, comercial e sem fins lucrativos. Com os dados analisados, os autores construíram uma teoria tipológica de gerenciamento de projetos (SHENHAR; DVIR, 1996) e ampliaram o conceito clássico da teoria de contingência na arena de gerenciamento de projetos (SHENHAR, 2001).

Na terceira fase da pesquisa os autores ampliaram os conceitos de fatores de sucesso de projetos para fazer a distinção entre os tipos de projetos. Também continuaram investigando as diferenças entre projetos e as medidas de sucesso. Para esta fase, coletaram dados em 110 projetos dos setores de desenvolvimento e de defesa. Várias descobertas caracterizaram essa etapa. Primeiro, conseguiram mostrar que existem fatores de sucesso diferentes para tipos diferentes de projetos (TISHLER; DVIR; SHENHAR; LIPOVETSKY; 1996). Eles testaram quais dimensões têm mais impacto na classificação de projetos, mostrando que a dimensão complexidade provou ser um dos principais determinantes (DVIR; LIPOVETSKY; SHENHAR; TISHLER; 1998). Por último, testaram a importância relativa das medidas de sucesso do projeto. Descobriram que o “benefício para o cliente” é o fator mais importante (LIPOVETSKY; TISHLER, DVIR; SHENHAR; 1997).

Continuando com as pesquisas, eles coletaram dados adicionais de projetos nos Estados Unidos. Esse trabalho produziu mais de 280 estudos de caso detalhados em uma ampla variedade de setores. Este trabalho, realizado em várias corporações importantes e agências governamentais, proporcionou *insights* adicionais e permitiu incluir a dimensão de Ritmo ao modelo (SHENHAR; DVIR; LECHLER; POLI; 2002).

Nesta etapa o modelo contava com três dimensões. Porém, os autores perceberam que três dimensões não eram suficientes, pois elas não abordavam o conceito de novidade dos produtos no mercado. Para completar o modelo, os autores adotaram a classificação de Wheelright et al. (1992), a qual chamaram de novidade.

Desta forma, o modelo foi concluído e compreende as dimensões: Novidade, Tecnologia, Complexidade e Ritmo, que foi batizado de uma forma simples como NTCR.

O objetivo destes autores era construir uma estrutura livre de contextos que não dependesse da indústria, tecnologia ou organização específica e que fosse suficientemente ampla para capturar o espectro variado de projetos. Eles tentaram entender as dimensões básicas que fazem com que um projeto seja diferente do outro, ou semelhante, de maneira que o gerenciamento possa ser conduzido mais eficazmente.

3.4 O Modelo NTCR para a Gestão de Projeto

Pelo modelo NTCR de Shenhar e Dvir (2010), um projeto tecnológico é classificado em quatro dimensões: Novidade, Tecnologia, Complexidade e Ritmo. No modelo NTCR, as quatro dimensões são assim definidas:

Novidade: Esta dimensão é definida em função da exclusividade do produto do projeto para o mercado e para os envolvidos, e do nível de detalhamento que se encontram os requisitos do produto. Lembrando que quanto mais conhecido for o produto, mais detalhados estão seus requisitos. Assim, a novidade mede a incerteza do mercado. Esta dimensão foi categorizada na seguinte escala: Derivativo, Plataforma e Inovação.

Tecnologia: É definida como a incerteza do desenvolvimento da tecnologia a ser usada no projeto. Com o aumento da incerteza tecnológica, crescem a necessidade de detalhamento dos requisitos técnicos e de maiores habilidades profissionais; os esforços de desenvolvimento e o tempo para conclusão do projeto; a necessidade de comunicação, bem como o impacto nos resultados do projeto. A tecnologia foi categorizada como: baixa, média, alta e super-alta.

Complexidade: Definida pela forma como o projeto é organizado: suas tarefas (escopo), as interligações entre os elementos do projeto – a hierarquia dos níveis de elementos do produto. Juntamente com o crescimento da complexidade de um projeto cresce também: seu tamanho, planejamento, coordenação, documentação e

burocracia / formalismo. A complexidade foi categorizada em: montagem, sistema e matriz.

Ritmo: Definido pela urgência e criticidade da meta de tempo para o projeto. O ritmo foi categorizado em regular, rápido, crítico e blitz.

A classificação do projeto por meio do artefato NTCR lhe atribui certa exclusividade na forma de seu gerenciamento. A Figura 3.5 mostra que ao se conectar a classificação do projeto em termos das dimensões NTCR por meio de retas, aparece uma figura no formato de um diamante. Por esta razão, muitas vezes os autores chamam o modelo NTCR de modelo diamante. A área deste diamante é o nível de risco associado ao projeto. Portanto, quanto maior a área deste diamante maior é o risco associado ao projeto. A Tabela 3.1 resume as características de cada dimensão do modelo NTCR.

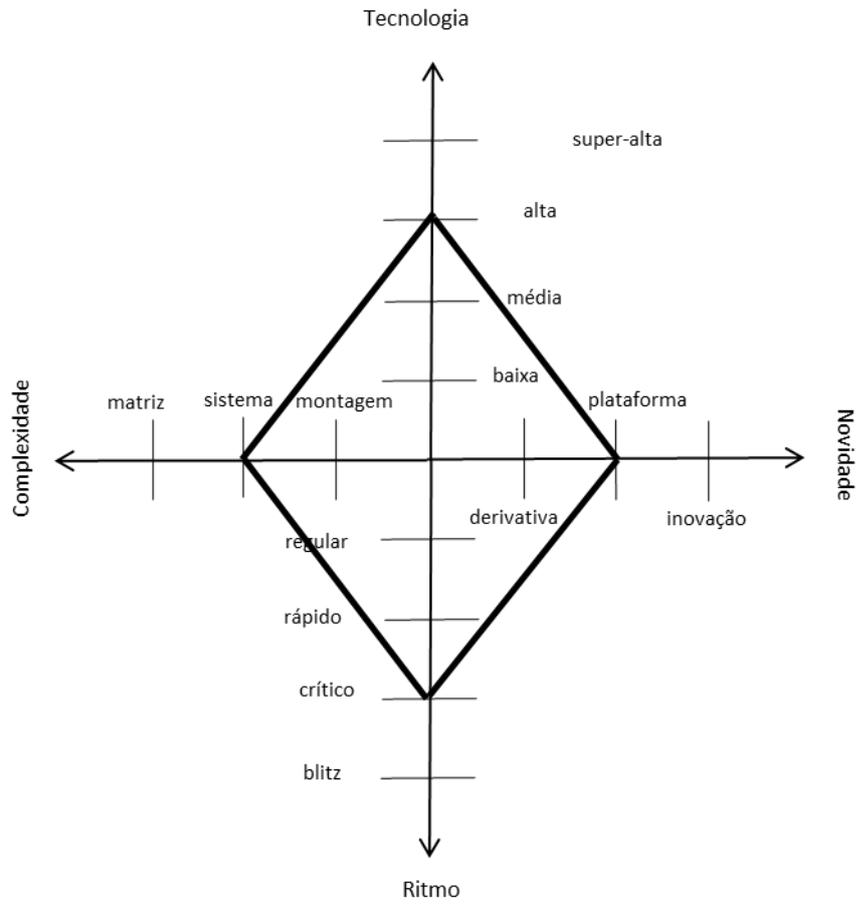


Figura 3.5 - O modelo NTCR

TABELA 3.1 - Resumo das dimensões do modelo NTCR

Dimensão	Métrica		Detalhamento
	Característica	Escala	
Novidade	Avaliar a incerteza da meta e do mercado: a familiarização dos usuários com a novidade ou exclusividade do produto; avalia também a incerteza dos requisitos do projeto.	Derivativo	Melhoria em produtos existentes
		Plataforma	Novas gerações de produtos existentes
		Inovação	Produto novo para o mercado
Tecnologia	Medir a incerteza tecnológica em termos da quantidade de tecnologia nova a ser usada no projeto. Depende da base tecnológica da empresa.	Baixa	Tecnologia existente e conhecida
		Média	Tecnologia existente, mas agrega novas características para ser utilizada no projeto
		Alta	Tecnologia nova, porém disponível para utilização no projeto na época de seu lançamento
		Super-alta	Tecnologia desconhecida. Terá que ser desenvolvida
Complexidade	Medir a estrutura do produto em termos do número, da hierarquia e variedade de seus elementos, bem como das tarefas e das interconexões entre estes elementos.	Montagem	Composto por módulos a serem montados em uma única unidade com função específica
		Sistema	Composto por subsistemas com funções diversas
		Matriz	Composto por vários sistemas distintos
Ritmo	Medir a urgência e a criticidade no cumprimento das metas de tempo do projeto	Regular	Quando não há pressão de prazo
		Rápido	Quando o prazo é importante para a oportunidade proporcionada pelo projeto
		Crítico	Quando o prazo é crítico para o sucesso do projeto. Não pode perder a janela de oportunidade ou de lançamento do produto
		Blitz	Projeto de crise. O projeto tem que ser concluído o mais rápido possível

Fonte: Adaptado de Shenhar e Dvir (2010)

Para ilustrar a aplicação do modelo NTCR, recorre-se ao trabalho de Sauser et al. (2005), que estudaram quatro projetos da NASA. Aqui serão apresentados apenas dois projetos: Pathfinder (Programa de exploração do planeta Marte) e CONTOUR (Programa Discovery – observação de cometas).

A Pathfinder foi uma missão científica desenvolvida pelo JPL da NASA com o objetivo de explorar e expandir o conhecimento de Marte e mostrar que a metodologia Better, Faster and Cheaper (BFC) poderia ser aplicada com sucesso.

Fisicamente, a missão era composta por um veículo (microrover) equipado com vários instrumentos científicos, ver Figura 3.6. Foi um projeto desafiador para sua época, pois envolvia o projeto, construção e teste de um veículo a ser levado à Marte, desembarcar e se mover na superfície deste planeta. Foram três anos para seu desenvolvimento a um custo de US\$ 280 milhões, incluído o lançador e o custo da operação. Foi lançado em 4 de dezembro de 1996 e em 1997 o pathfinder iniciou sua operação na superfície de marte.

O projeto CONTOUR foi um projeto conjunto entre as universidades Cornell e Johns Hopkins e mais outras 14 instituições de governo e indústria para estudar três cometas. Tinha um orçamento de US\$ 159 milhões e três anos para seu desenvolvimento. Ela deveria sobrevoar os três cometas (flyby) entre 2003 e 2008. Deveria fazer imagens, fazer mapas espectrais e analisar a composição da poeira dos cometas. Fisicamente, ela era composta pela espaçonave contendo seis experimentos científicos, ver Figura 3.7. Nunca um veículo tinha se aproximado tanto de um cometa como seria a aproximação da contour, cerca de 60 milhas dos cometas. A contour também seguiu a metodologia BFC. Foi lançada em 3 de julho de 2002 e perdeu o sinal de comunicação em 15 de agosto de 2002, no dia que ela estava programada para iniciar a trajetória em direção ao primeiro cometa.



Figura 3.6 - Foto do pathfinder

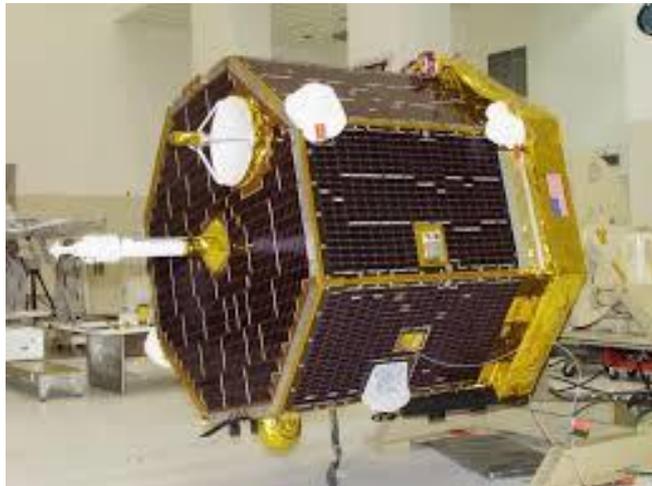


Figura 3.7 - Foto da CONTOUR

A Figura 3.8 mostra graficamente, como os dois projetos foram gerenciados pela visão do NTCR. Nesta figura, a linha contínua mostra a classificação correta do projeto. A linha pontilhada mostra como o projeto foi gerenciado. A figura 3.8 é baseada no trabalho de Sauser et al. (2005). Estes autores também apresentaram a Tabela 3.2 que destaca as especificidades dos dois projetos em termos do gerenciamento real e do gerenciamento que deveria ter ocorrido. No projeto Pathfinder o gerenciamento real coincidiu com o gerenciamento exigido pelo modelo NTCR. Já no projeto CONTOUR, as diferenças aconteceram nas dimensões Novidade, Tecnologia e Ritmo. A lacuna existente entre o estilo gerencial exigido pelo modelo NTCR e o estilo gerencial real, pode a posteriori, fornecer explicações para os possíveis problemas que possam ocorrer com o projeto.

Sauser et al. (2005) comentam que no caso do projeto Pathfinder, os gerentes além de aplicarem a tipologia correta do modelo NTCR, também adotaram corretamente a abordagem gerencial prescrita pela tipologia. Já no projeto CONTOUR, que falhou, a abordagem gerencial adotada pelos gerentes se mostrou diferente daquela requerida pela tipologia NTCR.

Tabela 3.2 - Modelo NTCR exigido e real

PROJETO	DIMENSÕES DO MODELO NTCR			
	Novidade	Tecnologia	Complexidade	Ritmo
<p>Mars Pathfinder</p> <p>O projeto foi gerenciado de acordo com a caracterização exigida.</p>	<p>Inovação</p> <p>Este projeto foi o primeiro no mundo a usar esta tecnologia para pousar em Marte, e mais significativo, usar um rover robótico para se mover pelo planeta.</p>	<p>Alta-tecnologia</p> <p>Usou significativa tecnologia nova nos experimentos de exploração do planeta.</p>	<p>Sistema</p> <p>Uma coleção complexa de equipamentos e subsistemas que interagiam e funcionavam formando uma unidade para cumprir a missão</p>	<p>Tempo crítico</p> <p>Cronograma, custo e tecnologia não tinham margens devido a data fixa para a janela de lançamento.</p>
<p>CONTOUR</p> <p>Gerenciamento como Exigido</p>	<p>Inovação</p> <p>Um produto novo que usava vários sistemas pela primeira vez; foi o primeiro produto na história espacial a se aproximar tanto de um cometa.</p>	<p>Alta-tecnologia</p> <p>Para este projeto ser concluído foi necessário realizar significativas modificações tecnológicas no projeto original</p>	<p>Sistema</p> <p>Um projeto de sistemas que contou com uma complexa integração para desenvolver uma espaçonave</p>	<p>Tempo crítico</p> <p>Desde o início do projeto, os gerentes sabiam que teriam que cumprir com a data limite da janela de lançamento programada.</p>
<p>CONTOUR</p> <p>Gerenciamento real do projeto</p>	<p>Plataforma</p> <p>Os gerentes acreditavam que estavam usando tecnologias e sucesso de missões anteriores</p>	<p>Média-tecnologia</p> <p>Os gerentes assumiram que não se tratava de um projeto com melhorias tecnológicas revolucionárias nas tecnologias de projetos passados. Desta forma, assumiram nível de incerteza mais baixo.</p>	<p>Sistema</p> <p>O teste de integração foi realizado no final do desenvolvimento, resultando numa compreensão errada da incerteza do sistema.</p>	<p>Rápido</p> <p>Houve entendimento que poderiam realizar alguns eventos mais tarde, como a integração e teste; na maior parte do ciclo de vida do projeto a equipe trabalhou apenas 40 horas por semana.</p>

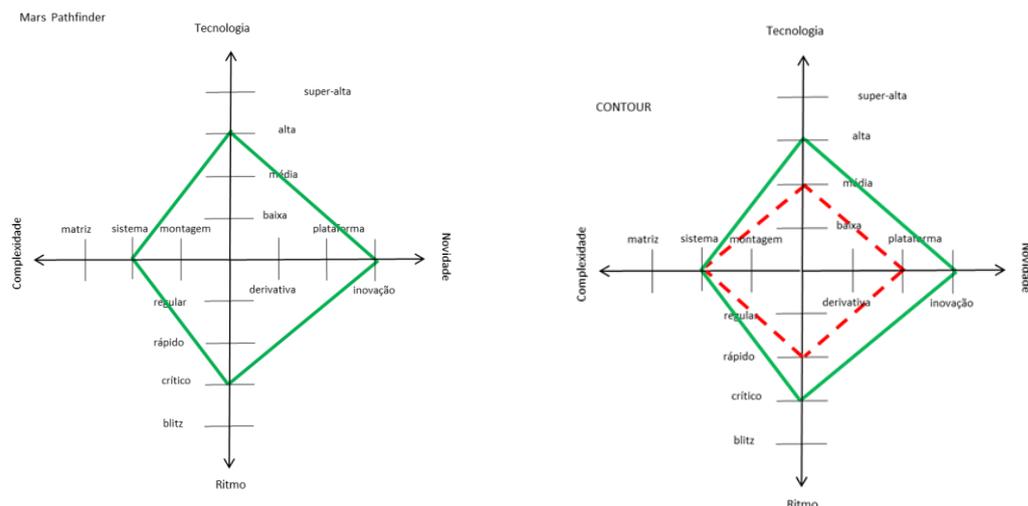
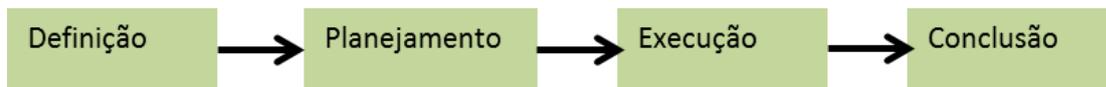


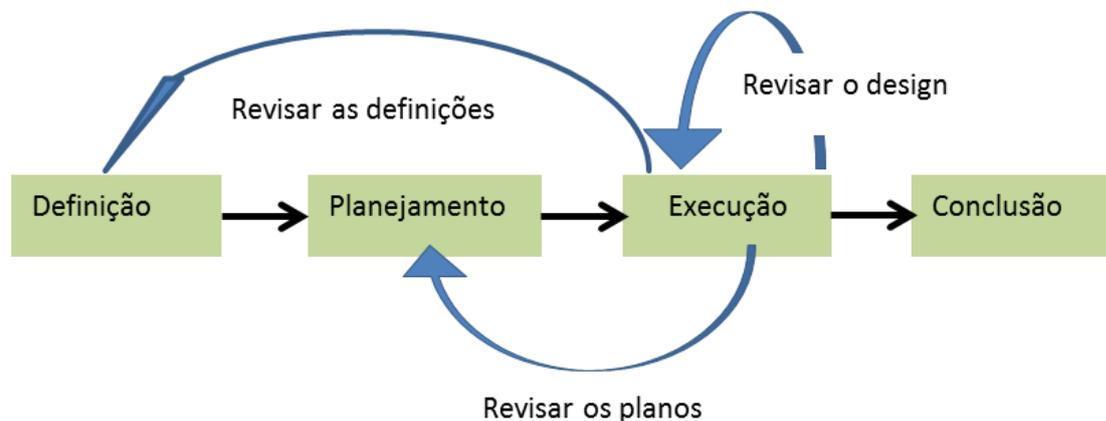
Figura 3.8 - Aplicação do NTCR

3.5 Modelo NTCR e a Escolha do Estilo Gerencial

De acordo com o Guia do PMBOK, o gerenciamento de projetos é a aplicação de conhecimento, habilidades, ferramentas e técnicas às atividades do projeto a fim de atender aos seus requisitos. As metodologias de gestão de projeto definem que um projeto tem seu ciclo de vida constituído por fases. Além disso, os modelos clássicos de gestão de projeto pressupõem que o progresso de uma fase para outra seja linear, no sentido de execução sequencial das fases do projeto. No entanto, Shenhar e Dvir (2010) defendem que um modelo adaptativo de gestão de projeto deve ser flexível, pois no mundo real sempre é possível que as atividades de projeto se renovem entre as fases, tornando necessário o retorno às fases anteriores para os devidos ajustes. Ou seja, no modelo adaptativo destes autores, eles defendem que o progresso da execução do projeto deve ser encarado como um processo imprevisível, não-linear e iterativo. A imprevisibilidade decorre da incerteza existente no momento de lançamento do projeto, ocasião em que são tomadas decisões com base em premissas incertas, que provavelmente serão alteradas com o progresso do projeto. No gerenciamento adaptativo, à medida que as incertezas são resolvidas o gerente realiza as mudanças necessárias para adequar a gestão à situação real que o projeto se encontra naquela etapa. Neste sentido, isto explica porque o progresso nem sempre é linear, pois há sempre a possibilidade do retorno às etapas anteriores. Ver Figura 3.9.



(a) Execução sequencial - método tradicional de gestão de projeto



(b) Execução não linear - abordagem iterativa e adaptativa de gestão de projeto

Figura 3.9 - Abordagem tradicional e adaptativa para gestão de projeto

Para o modelo NTCR, o estilo gerencial é a combinação e dosimetria das várias tarefas de gerenciamento de projeto, devidamente ajustadas às dimensões N, T, C e R do caso concreto. Definir o estilo gerencial para o projeto recai sobre a alocação de recursos, avaliação de riscos, escolha de ferramentas, autonomia da equipe, formalismo/burocracia da gestão, definição de revisões, congelamento das especificações e requisitos, definição de modelos e protótipos, escolha de testes, controle da configuração, gestão da qualidade, gestão do custo, gestão das comunicações, dentre outros. Cada uma das dimensões do NTCR fornece as informações e características do projeto para que os gestores possam combiná-las e colocar o foco da gestão em conformidade com estas características.

Por meio da metodologia NTCR, os autores fornecem aos gestores de projeto a base para a definição dos estilos de gestão e liderança a serem aplicados ao projeto. Convém esclarecer que o NTCR não invalida os sistemas de gestão de projeto já estabelecidos, como o sistema europeu da ECSS e militar da NASA para gerenciamento de projetos do setor espacial, por exemplo. O NTCR atua customizando as várias tarefas dos sistemas estabelecidos ao longo do ciclo de vida do projeto. Para ilustrar esta customização, considere-se o sistema ECSS aplicado no gerenciamento de um projeto hipotético de um satélite científico montado numa plataforma (Módulo de Serviço) já qualificada e com histórico de voo bem sucedido, com o objetivo de observar um determinado fenômeno planetário sazonal. Imagine que os equipamentos responsáveis pelo experimento científico da missão usem tecnologias já disponíveis no setor espacial local, de forma que o projeto como um todo não encara desafios tecnológicos inovadores. Vai encarar os ajustes tecnológicos necessários para adaptar as tecnologias à nova aplicação.

Ao se organizar o projeto seguindo a estrutura canônica do sistema ECSS, naquilo que concerne à filosofia de modelos como estratégia de verificação do projeto, o gerente poderia adotar uma filosofia conservadora de verificação perfeitamente suportada pela norma ECSS, e, indistintamente definir os seguintes modelos como obrigatórios para todos os equipamentos do satélite: modelo de engenharia para os equipamentos eletrônicos, modelo estrutural para os testes de qualificação da estrutura, maquete radioelétrica, modelo de qualificação para os equipamentos eletrônicos, e modelo de voo para todos os equipamentos. Em um documento denominado de “Requisitos Ambientais” seriam definidos os requisitos dos testes ambientais para cada tipo de modelo. Em outro documento chamado “Regra de Projeto e Construção” seriam definidas as regras para o projeto e fabricação de cada tipo de modelo. Também seria definido o regramento para a gestão da configuração e para a qualidade. Certamente o projeto seria realizado num tempo longo, o orçamento teria que ser suficiente para bancar todos os modelos e correspondentes testes, a equipe teria que ser compatível com as tarefas e assim por diante. No caso da utilização do NTCR como estratégia para definir o estilo gerencial deste projeto, o gerente ao categorizar o projeto nas dimensões Novidade

e Tecnologia iria classificar os equipamentos da Plataforma²² como: na dimensão Novidade – derivativo, porque os equipamentos montados na Plataforma seriam equipamentos já conhecidos com tecnologias existentes sem necessidades de melhorias. Para os equipamentos responsáveis pelos experimentos da missão, as chamadas cargas úteis, estes possivelmente seriam classificados na dimensão Novidade – plataforma²³, porque embora a tecnologia exista, ela será aplicada em outra finalidade e haverá necessidade de adaptações e mudanças nas interfaces. Já a categorização do sistema como um todo, depende de outros fatores, tais como a órbita que ele irá ser lançado, a missão do experimento a ser executado, dentre outras. Portanto, sem mais detalhes da missão, não dá para fazer a categorização correta do sistema. Na dimensão Tecnologia, os equipamentos da Plataforma seriam classificados como Tecnologia - baixa, pois os equipamentos da Plataforma são todos qualificados e com histórico de voo. A incerteza tecnológica seria muito baixa. Seria necessário apenas fabricar e testar os equipamentos. Já na parte dos equipamentos responsáveis pelos experimentos da missão, embora utilizem tecnologias já existentes, eles certamente passarão por adaptações / reconfigurações para atender a nova missão, possivelmente nas interfaces elétricas e mecânicas. Desta forma, haverá um nível maior de incerteza na tecnologia destes equipamentos. Portanto, eles poderiam ser classificados como de Tecnologia – média. Na dimensão Ritmo como a missão tem uma janela de lançamento fixada, pois do contrário perde-se a possibilidade de observar o fenômeno, então tanto os equipamentos da Plataforma quanto os equipamentos responsáveis pelo experimento deverão ser categorizados como de Ritmo – crítico. Como o propósito aqui é ilustrar o método, a categorização dos elementos da plataforma e dos experimentos já serve para a ilustração pretendida. Portanto, a categorização do sistema completo não será tratada aqui.

Com a categorização dos equipamentos nas três dimensões do diamante, plota-se o gráfico da Figura 3.10. A partir da categorização, pode-se definir o estilo gerencial. Como a categorização aqui não tratou da dimensão Complexidade, o estilo gerencial não abordará as características abrangidas por esta dimensão. A Tabela 3.3 resume as características deste projeto.

²² O termo plataforma neste contexto é o mesmo que Módulo de Serviço.

²³ Já aqui, o termo plataforma representa a escala da Novidade, que pode ser: Derivativo; Plataforma ou Inovação.

Com base na categorização dada pelo NTR (como já explicado acima, complexidade não foi abordada aqui, daí porque não foi usado a dimensão “C” do NTCR) pode-se definir o estilo gerencial deste projeto, que aqui será feito separadamente, um estilo gerencial direcionado aos equipamentos da Plataforma e outro estilo gerencial direcionado aos equipamentos que executarão o experimento científico.

Estilo gerencial para os equipamentos da Plataforma: Não haverá necessidade de modelos que não sejam os próprios modelos de voo, pois se trata de tecnologias qualificadas e com histórico de sucesso em voo. A incerteza tecnológica é baixa. Necessidade de planejamento e acompanhamento rigoroso da qualidade nas fases de fabricação e teste para resolver rapidamente os problemas de workmanship e de PM&P²⁴ que possam surgir, evitando atrasos. Não haverá necessidade de testes que não sejam aqueles previstos na matriz de testes de aceitação do produto de voo. As revisões serão limitadas as de Aceitação de cada modelo de voo. Todas as especificações, requisitos e IDS²⁵ devem ser congelados no lançamento do projeto. Não deverá ser aprovado pedido de modificação nos equipamentos qualificados. Deve ser adotado um cronograma rígido. As equipes devem ser compostas por pessoas sensatas e bem treinadas que possam enxergar a gravidade do cronograma. A equipe deve ser dotada de grande autonomia para a tomada de decisão, pois a janela de lançamento não tolera atraso, a qual põe risco de cancelamento da missão. O gerente deve ser firme e seguir o plano inicial firmemente. Devem ser usados canais curtos e rápidos de comunicação; nível mínimo de comunicação formal, quase que somente durante as reuniões agendadas. Risco tecnológico mínimo, gerenciar o risco tecnológico focado nos problemas que surgem e nas mudanças externas. Já o risco no cronograma pode ser grave. Preparar plano de contingência para lidar com as ameaças ao cronograma, logo no início do projeto. Os gerentes devem acompanhar e monitorar frequentemente o desempenho do cronograma.

Estilo gerencial para os equipamentos responsáveis pelo experimento: A filosofia de modelos/protótipos para verificação do projeto será limitada à parte afetada pelas mudanças. Preparar os protótipos rapidamente para montar o sistema e eliminar o

²⁴ PM&P – partes (ou componentes), materiais e processos.

²⁵ IDS – Interface Data Sheet é um tipo de documento que descreve todas as interfaces do equipamento

mais cedo possível as incertezas devido às mudanças realizadas. As equipes devem ser compostas por pessoas sensatas e bem treinadas que possam enxergar a gravidade do cronograma. A equipe deve ser dotada de grande autonomia para a tomada de decisão, pois a janela de lançamento não tolera atraso, o qual põe risco de cancelamento da missão. O gerente deve adotar uma postura menos rigorosa. Canais de comunicação extensos, formais e múltiplos entre todas as áreas; comunicação documentada e complementada com interações informais. A configuração será congelada até o final do primeiro quarto do projeto. São aceitáveis mudanças somente até o congelamento da baseline. Depois do congelamento da baseline, o gerente deve assumir um estilo rígido referente às mudanças. Necessidade de planejamento e acompanhamento rigoroso pela qualidade e configuração nas áreas que sofreram modificações. Controle de qualidade rigoroso nas fases de fabricação e teste para resolver rapidamente os problemas de workmanship e de PMP que possam surgir, evitando atrasos. Realizar avaliação da confiabilidade para a parte nova do projeto. Identificar as áreas passíveis de risco e focar nelas para evitar atraso. Já o risco no cronograma pode ser grave. Preparar plano de contingência para lidar com as ameaças ao cronograma, logo no início do projeto. Os gerentes devem acompanhar e monitorar o desempenho do cronograma frequentemente.

Nota-se pelo exemplo acima que tipologias diferentes fornecidas pelo NTCR prescrevem estilos gerenciais diferentes para os projetos. Já se o gestor fosse seguir de forma global a norma ECSS, esta customização não ocorreria. Portanto, no exemplo acima se o gestor do projeto assumisse postura conservadora ele exageraria em relação aos equipamentos da plataforma ao exigir protótipos intermediários quando não havia necessidade. Por outro lado, se o gestor flexibilizasse de forma universal e não exigisse protótipos intermediários para o projeto, poderia errar em relação aos equipamentos responsáveis pelo experimento. Já com o modelo NTCR ele naturalmente customiza adequadamente com base na tipologia indicada para cada projeto.

Tabela 3.3 - NTR para o Satélite Científico

Satélite Científico – fenômeno planetário sazonal	DIMENSÕES DO MODELO NTR		
	Novidade	Tecnologia	Ritmo
Equipamentos do Módulo de Serviço	<p>Derivativo Toda tecnologia é conhecida e não haverá nada de novo na plataforma</p>	<p>Baixa Não usará tecnologia nova. Será apenas fabricação de equipamentos já qualificados e com histórico de voo em outras missões bem sucedidas. Uso de tecnologia bem estabelecida, existente e madura.</p>	<p>Tempo crítico Cronograma, custo e tecnologia não têm margens devido à data fixa para a janela de lançamento.</p>
Equipamentos responsáveis pelo experimento científico	<p>Plataforma Tecnologia aplicada para outra função. Mudanças de interfaces. Necessidade de protótipos nos elementos afetados pelas mudanças.</p>	<p>Média Não é um empreendimento revolucionário. Ele se caracteriza como melhorias em tecnologias de missões passadas. A incerteza é baixa. Usa nova característica de tecnologia existente.</p>	<p>Crítico Cronograma sem margem. Não tolera atraso. Qualquer escorregamento no cronograma pode implicar no cancelamento da missão.</p>

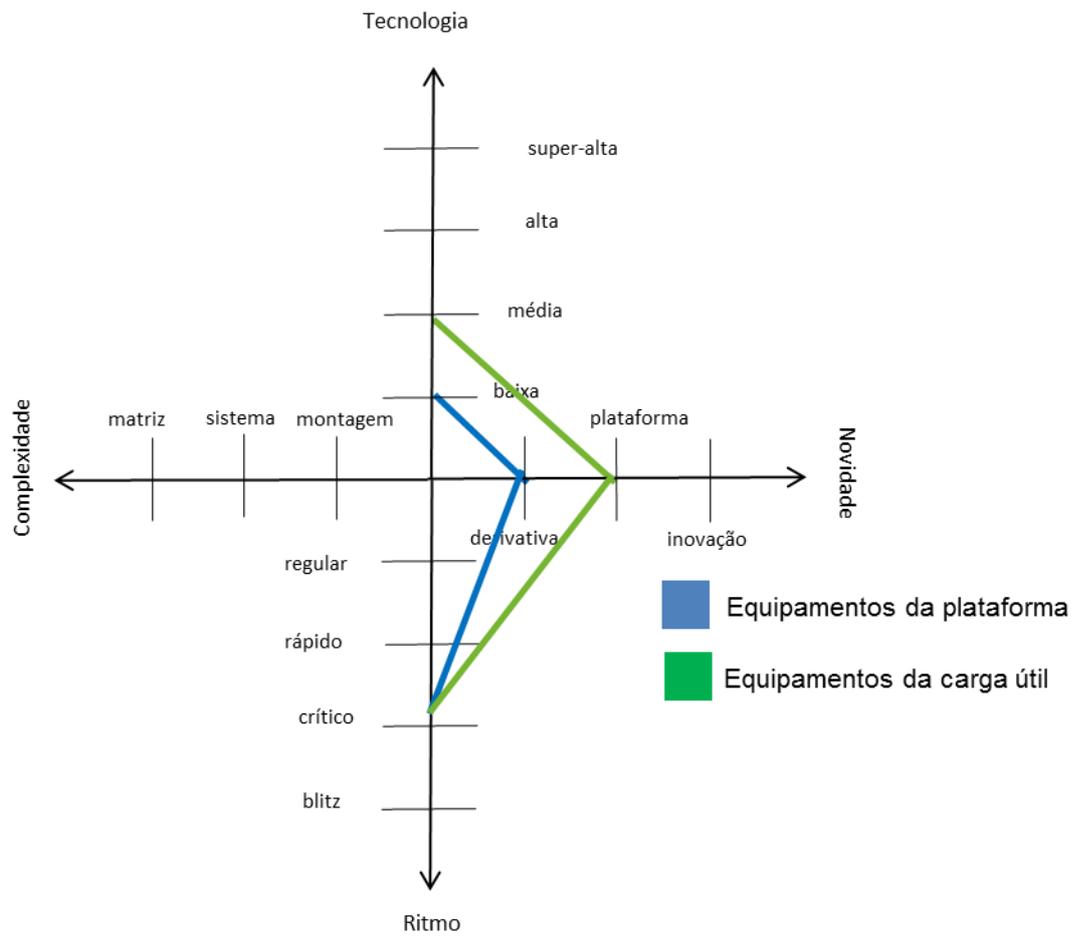


Figura 3.10 - Categorização dos equipamentos nas dimensões NTR

Para concluir esta Seção, reporte-se a Tabela 3.1 que apresenta as características das quatro dimensões do NTCR e seus respectivos níveis de classificação, fornecendo um quadro para o gestor escolher o estilo gerencial a ser adotado para o seu projeto em particular. Contudo, antes de fazer uso da tabela, é necessário estudar o projeto e classificá-lo nas dimensões do modelo NTCR.

3.6 Modelo NTCR-F para a Gestão de Projeto

Yassuda (2013) ao examinar em detalhes o perfil da divisão de trabalho do Programa Espacial Brasileiro, percebeu que todo projeto na área de satélites, em que o INPE é o executor principal, tem como um dos objetivos a subcontratação de fornecedores na indústria nacional, com o objetivo de capacitá-los para a fabricação de produtos com aplicação na área espacial.

Neste contexto, Yassuda (2013) identificou duas categorias de incertezas tecnológicas a serem consideradas:

- a) uma relativa ao trabalho técnico a ser desenvolvido no âmbito do executor principal e;
- b) outra associada aos subcontratados industriais de fabricação, que, tratam-se, em geral, de organizações em fase de capacitação, ver Tabela 3.4.

No passo seguinte, Yassuda (2013) propõe que a dimensão Tecnologia, no artefato NTCR, seja desdobrada em duas novas dimensões: **Tecnologia de Projeto, Design, Verificação e Integração**, correspondente ao know-how disponível para as atividades de design, verificação e integração, e **Tecnologia de Fabricação**, correspondente ao know-how disponível para as atividades de fabricação de equipamentos espaciais.

Neste desdobramento, Yassuda (2013) propõe que a dimensão **Tecnologia de Projeto, Verificação e Integração** sirva para capturar o nível de maturidade das tecnologias a serem utilizadas no Projeto, no que se referem às atividades de design, verificação e integração realizadas pelo integrador do projeto.

Já a dimensão **Tecnologia de Fabricação** procura capturar o nível de maturidade das tecnologias a serem utilizadas no Projeto, no que se referem às atividades de

fabricação executada pela organização subcontratada da organização executora, no caso a indústria.

Com o desdobramento da dimensão Tecnologia do modelo NTCR nas duas dimensões, Yassuda (2013) espera que seu modelo capture mais eficazmente as incertezas, tanto da organização executora, quanto do setor industrial subcontratado por esta organização executora para a fabricação dos equipamentos. Neste modelo, a tecnologia é sempre da organização executora. Cabe à indústria o papel de subcontratada para a execução das atividades de fabricação. Sobre a escala dessas duas dimensões, Yassuda (2013) propôs usar a mesma escala do NTCR para a dimensão Tecnologia de Projeto do executor. Já para a tecnologia de fabricação, ele usou a seguinte escala:

Qualificado: Todos os processos de fabricação necessários encontram-se já qualificados; trata-se de projetos em que os processos de fabricação empregados são maduros e qualificados e, portanto, não representam uma fonte de incerteza para o projeto.

Parcialmente Qualificado: Alguns processos de fabricação necessitam ser qualificados. Tais processos são conhecidos, porém, novos e pouco dominados pelo fabricante.

Pouco Qualificado: Todos ou a maioria dos processos são novos. Apesar de já existentes, não são dominados pelo fabricante.

Não Qualificado: Há a necessidade de qualificação de processos críticos não disponíveis no início do projeto e que, portanto, devem ser desenvolvidos ao longo da execução do projeto.

A Figura 3.11 mostra um exemplo de categorização de um projeto fictício nas cinco dimensões propostas pelo modelo NTCR-F de Yassuda (2013). Os números marcados em cada dimensão representam a escala de acordo com a Tabela 3.5. A linha sólida na cor verde une as posições do projeto na escala de cada dimensão Novidade, Tecnologia de Projeto, Complexidade, Ritmo e Tecnologia de Fabricação e fornece a categorização correta do projeto. A linha tracejada na cor vermelha mostra como o projeto foi realmente gerenciado. Portanto, a partir da Figura 3.11

podem ser derivados dois estilos gerenciais: o estilo gerencial adotado pelos gerentes e o estilo gerencial exigido pelo projeto. A lacuna entre o modo como o projeto deveria ser gerenciado e como ele é realmente gerenciado fornece explicações para os problemas que possam surgir ou até mesmo para o fracasso dos projetos.

Tabela 3.4 - Perfil da execução das atividades do PEB

	Concepção	Viabilidade	Produção		Execução	Operação	Descarte
	FASE 0	FASE A	FASE B	FASE C	FASE D	FASE E	FASE F
	Análise de Missão	Análise de Viabilidade	Projeto Preliminar	Projeto Detalhado	Qualificação e Produção	Operação	Descarte
Responsável pela execução ao longo do ciclo de vida							
Integrador							
Indústria							

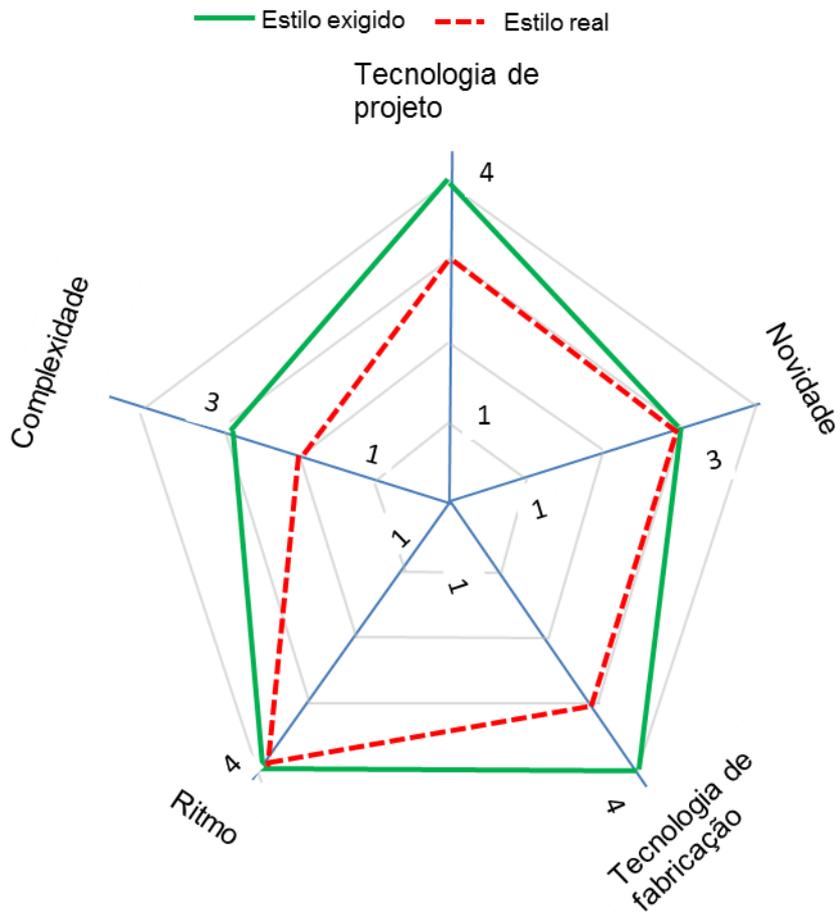


Figura 3.11 - Categorização de projeto pelo modelo NTCR-F

Tabela 3.5- Escala das dimensões do modelo NTCR-F

Dimensão	Escala	Valor
Novidade (N)	Derivativa	1
	Plataforma	2
	Inovação	3
Tecnologia de Projeto (T)	Baixa	1
	Média	2
	Alta	3
	Super-alta	4
Complexidade (C)	Montagem	1
	Sistema	2
	Matriz	3
Ritmo (R)	Regular	1
	Rápido/Competitivo	2
	Tempo crítico	3
	Blitz	4
Tecnologia de Fabricação (F)	Não Qualificado	4
	Pouco Qualificado	3
	Parcialmente Qualificado	2
	Qualificado	1

4. METODOLOGIA

Pesquisar é um trabalho que envolve um planejamento análogo ao de um cozinheiro. Ao preparar um prato, o cozinheiro precisa saber o que ele quer fazer, obter os ingredientes, assegurar-se de que possui os utensílios necessários e cumprir as etapas requeridas no processo. Um prato será saboroso na medida do envolvimento do cozinheiro com o ato de cozinhar e de suas habilidades técnicas na cozinha. O sucesso de uma pesquisa também dependerá do procedimento seguido, do seu envolvimento com a pesquisa e de sua habilidade em escolher o caminho para atingir os objetivos da pesquisa (SILVA; MENEZES, 2005).

Neste sentido, a pesquisa é um trabalho em processo não totalmente controlável ou previsível. Adotar uma metodologia significa escolher um caminho, um percurso global a ser seguido. O percurso, muitas vezes, requer ser reinventado a cada etapa. Precisa-se, então, não somente de regras e sim de muita criatividade e imaginação (SILVA; MENEZES, 2005).

Pesquisar significa, de forma bem simples, procurar respostas para indagações propostas.

Para Gil (2010), a pesquisa tem um caráter pragmático, é um “processo formal e sistemático de desenvolvimento do método científico. O objetivo fundamental da pesquisa é descobrir respostas para problemas mediante o emprego de procedimentos científicos”. Pesquisa é um conjunto de ações, propostas para encontrar a solução para um problema, que têm por base procedimentos racionais e sistemáticos. A pesquisa é realizada quando se tem um problema e não se tem informações para solucioná-lo.

4.1 O Planejamento da Pesquisa

O planejamento e a execução de uma pesquisa fazem parte de um processo sistematizado que compreende etapas que podem ser detalhadas conforme Apêndice B.

Contudo, as próprias autoras advertem que “As etapas identificadas e as orientações feitas deverão servir de guia à elaboração de sua pesquisa e não como uma camisa-de-força. Portanto, não devem impedir sua criatividade ou causar entraves à elaboração da pesquisa” (SILVA; MENEZES, 2005).

Berto e Nakano (2000) analisaram os métodos e técnicas de pesquisa descritos nos relatos publicados nos Anais do ENEGEP (Encontro Nacional de Engenharia de Produção) - de 1996 a 1998 e os classificaram de acordo com o tipo de pesquisa utilizado. O resultado está mostrado na Tabela 4.1.

Tabela 4.1 – Tipos de Pesquisa utilizadas nos trabalhos publicados nos Anais ENEGEP 96-98

Tipo	Número de artigos publicados e correspondentes % por tipo de pesquisa						Totais	% médio
	1996	%	1997	%	1998	%		
Modelagem	76	12,69	78	16,49	67	12,45	221	13,73
Simulação	16	2,67	20	4,23	18	3,35	54	3,35
Survey	18	3,01	23	4,86	26	4,83	67	4,16
Estudo de Caso	101	16,86	67	14,16	75	13,94	243	15,09
Estudo de Campo	89	14,86	92	19,45	89	16,54	270	16,77
Experimento	9	1,50	11	2,33	4	0,74	24	1,49
Teórico Conceitual	290	48,41	182	38,48	259	48,14	731	45,40
Totais	599		473		538		1610	

Fonte: Adaptado de Berto e Nakano (2000) .

A partir dos dados observados na Tabela 4.1 é despidiando destacar que a grande maioria dos trabalhos classifica-se como teórico-conceitual. Berto e Nakano (2000)

comentam que o volume exacerbado de estudos teórico-conceituais pode revelar que a maioria dos trabalhos publicados reflete estágios iniciais de pesquisas, onde os autores estão ainda delimitando o objeto, as variáveis e o alcance da pesquisa de campo.

Berto e Nakano (2000) conceituaram os tipos de pesquisas conforme segue:

Modelagem: Uso de técnicas matemáticas para descrever o funcionamento de um sistema ou de parte de um sistema produtivo.

Simulação: Uso de técnicas computacionais para simular o funcionamento de sistemas produtivos, a partir de modelos matemáticos.

Survey: Uso de um único instrumento de coleta de dados (em geral um questionário), aplicado a amostras de tamanho grande, com o uso de técnicas de amostragem e análise estatística.

Estudo de Caso: Análise aprofundada de um ou mais objetos (casos), com o uso de múltiplos instrumentos de coleta de dados e interação entre o pesquisador e o objeto de pesquisa.

Estudo de Campo: Outros métodos de pesquisa (principalmente de enfoque qualitativo). Presença de dados de campo, sem estruturação formal do método de pesquisa.

Experimento: Estudo da relação causal entre duas variáveis de um sistema sob condições controladas pelo pesquisador.

Teórico/conceitual: Discussões conceituais a partir da literatura, revisões bibliográficas. Modelagens conceituais, baseadas na percepção e experiências do autor.

4.2. Aplicação da Metodologia no Desenvolvimento do Trabalho

Johnson (1997 apud Yassuda, 2013, p.38) considera que:

a Gestão de Projetos, assim como a Engenharia de Sistemas e a Pesquisa Operacional, a despeito das contribuições tecnológicas relevantes, representam conhecimento processual não-científico, sendo relativamente

estéril de conteúdo matemático original, assim possuem relativamente pouca legitimidade do ponto de vista acadêmico.

Semelhantemente ao enfoque de pesquisa na área de Engenharia de Produção, na gestão de projetos, área da engenharia em que se classifica o presente trabalho, entende-se que a pesquisa pode ser também flexibilizada, não havendo necessidade, conforme o método empregado, de seguir rigorosamente todas as etapas do método, conferindo-lhe, assim, bastante flexibilidade. Esta afirmação depreende-se dos trabalhos de Berto e Nakano (2000) e de Silva e Menezes (2005).

Do exposto acima, parece que na área de gestão de projetos há flexibilidade para aplicação da metodologia científica. De qualquer forma, a metodologia aqui utilizada segue, no que for aplicável àquela apresentada no Apêndice B.

Ressalva-se que por tratar-se de um trabalho classificado como teórico-conceitual nos termos de Berto e Nakano (2000), algumas etapas da metodologia não se aplicam, notadamente aquelas que tratam de coleta de dados e seu subsequente tratamento.

O arcabouço teórico foi suportado pela revisão da literatura sobre o modelo contingencial. Esta revisão abrange gestão de projeto; a teoria da contingência aplicada às organizações e à gestão de projeto, incluindo o estudo da literatura existente sobre os modelos contingenciais para o gerenciamento de projetos.

Outra etapa importante foi a consulta aos documentos históricos do Programa CBERS e aqueles ligados aos contratos industriais celebrados pelo INPE com as empresas responsáveis pelo desenvolvimento dos subsistemas / equipamentos para os satélites.

5. DESENVOLVIMENTO DA HEURÍSTICA

Considerando que o caso de interesse se caracteriza como projeto de alta tecnologia gerenciado no governo com participação da indústria, pode-se supor que o Programa CBERS possui estas características. Razão pela qual, tem-se recorrido a este Projeto como auxílio na construção deste trabalho. E no Programa CBERS, nota-se a existência de elementos no ambiente, cujas mudanças afetam o programa de forma direta, como será exemplificado abaixo. Por este aspecto o CBERS se enquadra na categoria de projeto dinâmico de Collyer e Warren (2009).

5.1 Motivação

O primeiro elemento do ambiente que afetou o programa CBERS é de fundo tecnológico. Longo e Moreira (2007) ao abordarem as bases para o acesso às tecnologias sensíveis, reconhecem que desde o final da Segunda Guerra Mundial, os países líderes no desenvolvimento científico e tecnológico têm cerceado o acesso de terceiros às tecnologias e produtos que consideram sensíveis. Estes autores também reconhecem que numerosas tecnologias de uso civil são usadas para melhorar produtos bélicos existentes ou para originar novos produtos bélicos. Para essas tecnologias com uso civil e militar, os norte-americanos cunharam o nome de tecnologia de uso dual ou duplo (*dual use technologies*). Portanto, tecnologia de uso dual é entendida como aquela que pode ser utilizada para produzir ou melhorar bens ou serviços de uso civil ou militar (LONGO; MOREIRA, 2007).

No caso concreto do CBERS, esse cerceamento se traduziu na ação dos Estados Unidos no sentido de bloquear, negar, restringir ou dificultar o acesso do Brasil a vários componentes eletrônicos classificados por aquele país como bens sensíveis ou duais. E para isso usou a ferramenta do regime de exportação diferenciado, denominado *International Traffic in Arms Regulations* (ITAR). O ITAR criou um regime para controlar as exportações de bens de base tecnológica que é muito mais rigoroso do que os praticados pelo Departamento de Comércio. Sob a jurisdição do ITAR, são exigidas licenças separadas para cada artigo ou tecnologia para a exportação. Assim, várias licenças podem ser exigidas para a exportação de um único satélite. Exportações de tecnologias de satélite avaliadas em 50 milhões de

dólares ou mais, exigem aprovação do Congresso antes da emissão de uma licença pelo Departamento de Estado. Segundo as normas ITAR, qualquer produto fabricado em um país estrangeiro é visto como uma mercadoria produzida nos EUA, bastando para tal que contenha partes ou subsistemas nos termos da regulamentação ITAR, independentemente da quantidade. Logo, a venda e a exportação desses produtos “norte-americanos” fabricados em outros países também exigem a autorização do Departamento de Estado (XIAOBING, 2006).

Por meio do ITAR, os EUA têm negado, ao Brasil, o acesso a componentes críticos utilizados nos projetos dos subsistemas que compõem a nova geração de satélites CBERS. Têm-se exemplos²⁶ de que empresas fornecedoras de equipamentos para os satélites CBERS-3 e 4 foram impedidas de importar peças dos EUA ou enfrentaram grandes dificuldades em algumas importações. Pela experiência do autor no programa CBERS, embora a legislação ITAR em si não tenha sido reformada, a classificação dos itens considerados de defesa têm sofrido modificações. Com isso, muitos componentes eletrônicos que puderam ser utilizados nos CBERS-1, 2 e 2B tiveram sua classificação alterada no decorrer do tempo e já não puderam mais ser adquiridos para uso nos satélites CBERS-3 e 4. Essas mudanças na classificação continuam ocorrendo, e devido a elas vários dos componentes que foram adquiridos para os CBERS-3 e 4, há poucos anos, já não poderiam ser adquiridos hoje para uso no programa CBERS, como é o caso do conversor híbrido DC/DC fabricado pela empresa MDI. No decorrer do projeto dos satélites CBERS-3 e 4, as restrições do ITAR impostas, em alguns casos, implicaram na necessidade de reprojeter circuitos eletrônicos incorporados aos modelos de Engenharia de equipamentos já montado e em funcionamento – projeto na fase de CDR. Ou seja, em tais casos os modelos de Qualificação foram reprojutados com a utilização de outros componentes, impactando em pesados atrasos e aumento de custo nos contratos industriais.

Como visto, as mudanças de classificação de itens pelo regramento do ITAR, que está totalmente fora do controle dos gestores do programa CBERS 3&4, impuseram incertezas no programa CBERS 3&4 em um momento do seu ciclo de vida que já havia significativo detalhamento de projeto – fase de CDR. Mas este fato retrocedeu

²⁶ Os casos concretos de conhecimento do autor não podem ser citados porque envolvem contratos comerciais entre empresas com cláusulas que proíbem divulgação de informação deste tipo

o projeto ao longo de seu ciclo de vida, ou seja, devolveu o projeto para uma região de maior incerteza (ver Figura 3.2).

O segundo elemento do ambiente é de fundo jurídico. Pelas normas de compra a que se sujeitam os órgãos públicos do Estado brasileiro (Lei federal 8.666 de 1993), as minutas de editais de licitação, bem como as dos contratos, acordos, convênios ou ajustes e seus aditivos decorrentes devem ser previamente examinadas e aprovadas por Assessoria Jurídica da Advocacia-Geral da União – AGU²⁷. De fato, esta outorga foi dada à AGU por meio do art. 131 da Constituição Federal de 1988²⁸ e da Lei Complementar nº 73/93.

Embora haja o art. 218²⁹ da Constituição Federal, parece que os preceitos da Lei 8.666/93 são mais fortes, ao ponto de ofuscarem o art. 218. Nota-se que o mesmo Estado que tem o dever de desenvolver a ciência e a tecnologia (por meio do comando do art. 218 da constituição), impõe limites aos seus órgãos responsáveis pelo cumprimento deste mister, em face dos comandos da Lei nº 8.666/93. O problema enfrentado se agrava devido à natureza da atividade espacial, que demanda bens e serviços singulares e, por conseguinte, não conseguem, na maioria das vezes, serem contemplados simultaneamente pelos critérios da maior vantagem, do melhor preço e da melhor qualidade, pois, na aquisição desses bens e serviços para a área espacial, o critério de confiabilidade deve suplantar os outros, pois do contrário tais bens e serviços não atendem aos requisitos estabelecidos pela missão que se pretende realizar. Portanto, as aquisições para este setor afasta, em certa medida, a similaridade com as aquisições ou contratações comuns realizadas pela Administração Pública. Por esta razão, a AGU poderia investigar e propor

²⁷ Orientação Normativa AGU Nº 28, DE 9 DE ABRIL DE 2009

A competência para representar judicial e extrajudicialmente a União, suas Autarquias e Fundações Públicas, bem como para exercer as atividades de consultoria e assessoramento jurídico do Poder Executivo, é exclusiva dos membros da Advocacia-Geral da União e de seus órgãos vinculados.

²⁸ Constituição da República Federativa do Brasil de 1988

Art. 131. A Advocacia-Geral da União é a instituição que, diretamente ou através de órgão vinculado, representa a União, judicial e extrajudicialmente, cabendo-lhe, nos termos da lei complementar que dispuser sobre sua organização e funcionamento, as atividades de consultoria e assessoramento jurídico do Poder Executivo

²⁹ Constituição da República Federativa do Brasil de 1988

Art. 218. O Estado promoverá e incentivará o desenvolvimento científico, a pesquisa e a capacitação tecnológicas.

§ 1º A pesquisa científica básica receberá tratamento prioritário do Estado, tendo em vista o bem público e o progresso das ciências.

§ 2º A pesquisa tecnológica voltará-se-á preponderantemente para a solução dos problemas brasileiros e para o desenvolvimento do sistema produtivo nacional e regional.

§ 4º A lei apoiará e estimulará as empresas que invistam em pesquisa, criação de tecnologia adequada ao País, formação e aperfeiçoamento de seus recursos humanos e que pratiquem sistemas de remuneração que assegurem ao empregado, desvinculada do salário, participação nos ganhos econômicos resultantes da produtividade de seu trabalho

formas mais flexíveis de contratações destes bens e serviços que modelem mais apropriadamente as especificidades do setor. Sabe-se que já existem outros dispositivos legais, como por exemplo, a Lei 8.958/94³⁰ combinado com a Lei 10.973/04³¹, e a Lei 12.598/13³², que poderiam, em tese, ser cotejados com o regramento da lei 8.666/93, e nos casos possíveis utilizar a flexibilização cabível para as aquisições de bens e serviços para o desenvolvimento dos projetos do programa espacial brasileiro, que são bens e serviços de alto risco tecnológico.

Como relatado acima, nota-se que após o início do projeto CBERS surgiram incertezas no ambiente externo que aumentaram significativamente o nível de incerteza já existente quando o projeto CBERS iniciou. Sobre a evolução da incerteza inicial de um projeto, Collyer e Warren (2009) consideram que projetos conduzidos em ambientes com níveis elevados de dinamismo podem se enquadrar como os projetos categorizados por Shenhar (2001) como projetos de alta tecnologia ou de super-alta tecnologia. Tais projetos, não só têm incertezas consideráveis no momento do lançamento, mas também enfrentam níveis ainda mais elevados de mudanças ao longo do caminho de execução. Nos projetos dinâmicos, proporções significativas dos métodos e metas são alteradas por forças externas fora do controle do projeto. Neles, o esforço para reduzir as incertezas existentes no início do projeto é severamente desafiado pelo surgimento de incertezas adicionais ao longo do caminho. Ou seja, o tempo para o detalhamento do projeto e consequente redução de incerteza, pode ser maior que o tempo de surgimento de incertezas adicionais vindas das forças externas. Com isso, a redução da incerteza existente no início do projeto, pela via de seu detalhamento, pode não causar o impacto positivo esperado, em função do surgimento de novas incertezas advindas do meio externo e que sobre estas os gerentes não têm controle.

No geral, a taxa em que as incertezas são reduzidas ou eliminadas durante o progresso da execução do projeto, não só deve ser adequada para lidar com

³⁰ Dispõe sobre as relações entre as instituições federais de ensino superior e de pesquisa científica e tecnológica e as fundações de apoio e dá outras providências

³¹ Dispõe sobre incentivos à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo e dá outras providências

³² Estabelece normas especiais para as compras, as contratações e o desenvolvimento de produtos e de sistemas de defesa; dispõe sobre regras de incentivo à área estratégica de defesa; altera a Lei nº 12.249, de 11 de junho de 2010; e dá outras providências.

aquelas incertezas que já existiam no momento de lançamento do projeto, mas também para lidar com aquelas incertezas que aparecem durante a execução. Projetos realizados em ambiente altamente dinâmico enfrentam alta taxa de aparecimento de incertezas vindas do ambiente externo. Além disso, podem aparecer surtos de incertezas em momento inconveniente, após a fase ou período de estudo.

Portanto, a taxa de redução das incertezas é um parâmetro crítico para os projetos realizados em ambientes dinâmicos (COLLYER; WARREN, 2009).

Ao se correlacionar a teorização de projetos dinâmicos nos termos de Collyer e Warren (2009) com projetos de desenvolvimento de alta tecnologia conduzidos por órgãos públicos brasileiros, observando, principalmente, os dois fatos descritos acima, parece ser razoável defender a existência de correlação entre eles. Além disso, após o lançamento desses projetos aparecem novas incertezas, altamente significativas, vindas do meio externo e que obrigam os gestores retornarem o projeto para fases anteriores. Este tipo de execução não seria possível em projetos que utilizam modelo de gestão sequencial de projeto.

Por tudo que foi descrito, e considerando também a experiência do autor tanto como gerente de projeto e como gestor público, defende-se que a celebração exclusiva de contrato, como único instrumento para todos os projetos conduzidos por órgãos públicos (sujeitos ao cumprimento estrito da lei das licitações brasileiras) que visam o desenvolvimento de alta tecnologia (projetos que possuem incerteza tecnológica e novidade e, escopo abrangendo o ciclo de vida completo do projeto: desde o projeto preliminar, projeto detalhado, qualificação de equipamentos e fabricação, integração e testes dos modelos de voo), tem demonstrado não ser o instrumento eficaz para o desenvolvimento de todos estes projetos. Argumenta-se que se o instrumento do contrato fosse a forma adequada e eficaz para albergar todas as etapas para viabilizar o desenvolvimento de projetos de alta tecnologia com abrangência de escopo como descrita acima, certamente os contratos do INPE para o desenvolvimento dos equipamentos e subsistemas de satélites do programa CBERS-3&4, não poderiam ter vencidos sistematicamente antes da entrega final dos produtos correspondentes, objetos dos contratos. Porém, os contratos

venceram de forma sistemática sem que seus objetos fossem entregues, e por prova de contradição fica sustentada a assertiva defendida.

Oliveira (2014), ao analisar os efeitos positivos da política de compras do INPE para o adensamento tecnológico da cadeia industrial do setor espacial estudou em profundidade todas as empresas fornecedoras dos equipamentos / subsistemas do satélite CBERS – 3&4, sob responsabilidade do lado brasileiro no tratado internacional entre Brasil e China. De seus achados, frutos de entrevistas com as empresas fornecedoras, três se alinham e se harmonizam com a argumentação aqui defendida. Ou seja, impõe-se que haja flexibilização também no arranjo executivo do objeto, pois o modelo atual de contrato aplicado para todos os casos se mostra pouco eficaz. A seguir, apresentam-se os três achados de Oliveira (2014) de interesse para o presente trabalho.

“Os próprios contratos dos satélites CBERS 3&4 são apontados pela maioria das empresas como deficitários, em função da grande extensão de prazo em relação ao previsto à época da assinatura dos contratos, sem a possibilidade jurídica de se fazer uma reavaliação de custos, já que, conforme alegam as empresas, os custos destes contratos, fortemente baseados na componente “homens/hora de engenharia especializada”, são fortemente impactados na medida em que esta componente de custo se prolonga” (OLIVEIRA, 2014).

Mais ainda, “Outra observação frequente por parte das empresas, também relacionada à dilatação entre os prazos previstos inicialmente e os efetivamente gastos na execução do contrato, diz respeito ao cronograma físico-financeiro de reembolso, baseado em marcos contratuais pré-definidos e vinculados a constatações objetivas quanto ao avanço da maturação do projeto e fabricação do produto. Como estes são contratos de desenvolvimento muito sujeitos a ocorrências imprevisíveis “ex ante”, e sendo proibida, em contratos administrativos, a antecipação de pagamento, é comum que os investimentos necessários para realização do objeto previsto nos marcos contratuais demorem a serem ressarcidos às empresas – após cumprimento integral do objeto e completa verificação e aceitação por parte do INPE – gerando ônus financeiros marginais que os contratos administrativos não permitem considerar” (OLIVEIRA, 2014).

“As consequências destes problemas são agravadas em razão da grande maioria das empresas que atuam nestes projetos serem de pequeno porte, não possuindo, dessa forma, capacidade financeira suficiente para suportar os acréscimos de custos decorrentes dos acréscimos de prazos ou os longos intervalos de tempo para reembolso das despesas que incorrem para realizar suas atividades” (OLIVEIRA, 2014).

A conclusão decorrente desta constatação é que o instrumento do contrato não é adequado para todo o tipo de projeto tecnológico gerenciado pelo setor público e executado na indústria. A pergunta que se coloca é o que fazer diante desta constatação? Existem outros instrumentos que possam ajudar? Ou o país não pode desenvolver seus setores de alta tecnologia? Na Seção 5.3 será proposta uma heurística que servirá como ferramenta de auxílio para o gestor de projeto de alta tecnologia gerenciado no setor público e executado na indústria.

5.2 Variante do Modelo NTCR-F

É dentro do contexto acima que o presente trabalho se propõe a contribuir. Para tanto, sugere-se uma abordagem que estende o modelo NTCR-F de Yassuda (2013) para proporcionar uma heurística de escolha da estratégia para implementação do projeto, que seja mais adequada para executá-lo em um ambiente dinâmico, como é o caso dos projetos do setor espacial conduzidos por órgãos públicos brasileiros.

O modelo NTCR-F que já foi discutido no Capítulo 3, é usado para categorização de projetos, seguindo as dimensões Novidade, Tecnologia de Projeto, Complexidade, Ritmo e Tecnologia de Fabricação que são consideradas cruciais num projeto tecnológico. O artefato foi inspirado para modelar uma situação em que há um executor principal do projeto e, que por sua vez, subcontrata a fabricação de equipamentos projetados por este executor. Ou seja, a autoridade de projeto permanece com o executor principal e a indústria participa apenas no papel de fabricante dos equipamentos.

Como já descrito no Capítulo 3 deste trabalho, é a partir da categorização do projeto que o gerente poderá então escolher o estilo gerencial a ser adotado ao longo do ciclo de vida do projeto. Contudo, aqui no Brasil, especificamente, nos projetos

classificados como de alta tecnologia, ou com alto nível de novidade e com baixo nível de maturidade tecnológica gerenciados no Governo e executados com a participação da indústria, a forma de implementá-los é determinante para o sucesso do empreendimento. De outro modo, para estes projetos, além de sua categorização e o conseqüente estabelecimento de um estilo gerencial aderente, será necessário escolher um arranjo³³ adequado de execução para aumentar a probabilidade de sucesso do projeto. Na área espacial, o Brasil já venceu a fase de verticalizar os projetos dentro do setor público. Hoje, a execução dos projetos deste setor, de subsistema para baixo, está a cargo da indústria nacional. O setor público envolvido com o programa espacial dispõe da infraestrutura para a integração, teste e controle dos sistemas em órbita. A indústria faz parte de toda estratégia articulada pelo poder central para alavancar o desenvolvimento deste setor. Cabe a esta indústria o papel fundamental e complementar ao papel do setor público, no desenvolvimento, fabricação, integração e testes de subsistemas e equipamentos. Além disso, existe iniciativa recente que vislumbra a possibilidade da indústria ser também, em certa medida e em certos casos, a responsável pelo sistema. De qualquer forma, o setor público comanda todo o projeto da área espacial: desde a sua escolha, passando pelas fases iniciais de definição e estudos de viabilidade, na escolha da forma de execução, no acompanhamento durante o desenvolvimento e assim por diante. Portanto, parece que há a necessidade de expandir o entendimento de que o papel da indústria é bem maior do que apenas a fabricação de equipamentos. Entende-se que o modelo mais adequado é considerar um integrador como responsável pela tecnologia do sistema e a base industrial responsável pelas tecnologias de subsistemas e equipamentos. Nesta divisão de trabalho, nota-se que há, inclusive, independência entre a tecnologia de projeto de sistemas (a cargo de uma organização integradora) com as tecnologias de projeto de subsistemas e de equipamentos (a cargo da indústria). Conseqüentemente, a maturidade tecnológica entre os dois níveis também guarda independência. A heurística proposta na Seção 5.3 deste trabalho agrega um passo a mais a esta metodologia, que é justamente a escolha do arranjo ou estratégia de execução do projeto.

³³ O termo Arranjo é usado para descrever a composição dos agentes envolvidos na execução do projeto. Exemplos de arranjo: todo o projeto executado dentro do INPE; parte do projeto executado dentro do INPE e parte na indústria; projeto executado na indústria com a gestão administrativa e financeira de uma fundação de apoio mediante convênio com o INPE que também realiza toda a gestão técnica.

À luz do ciclo de vida do projeto detalhado na norma ECSS-E-ST-10C (2009), e dos produtos ali previstos para entrega no final de cada Fase, recorre-se a Figura 3.1 combinada com a Tabela 3.4 para argumentar o instante na linha do tempo em que a organização integradora deverá subcontratar o desenvolvimento de subsistemas e equipamentos. Com efeito, como já explicado acima, o modelo V de gerenciamento de projeto definido pelo padrão da ECSS, adota uma sequência *top-down* nas fases de detalhamento do projeto e uma sequência *down-top* na fase de integração do sistema. Assim, primeiramente o sistema passa pelas fases 0, A e B (ou parte desta última). Somente então, é que o sistema está no nível de detalhamento suficiente para subcontratar os subsistemas ou equipamentos. Notar que se a contratação for realizada muito no início da fase B de sistema, após a Revisão dos Requisitos de Sistema (SRR), poderá haver ainda indefinição que impacta nas especificações de requisitos importantes de subsistema / equipamento. Dai porque deverá ser ponderado o abreviamento da liberação das contratações de subsistemas e equipamentos com o risco de retrabalho nas especificações passadas para a indústria. O mais confortável é prosseguir com o detalhamento do sistema até a PDR de sistema, que ocorre no final da Fase B, ocasião que já estarão concluídas todas as especificações técnicas dos subsistemas, para então realizar as contratações da indústria. Contudo, cada caso merece ser examinado, pois sempre haverá a possibilidade do projeto retornar às Fases anteriores, como pode ser visto na Figura 3.9. A questão é a consequência do retrabalho. Portanto, o momento de contratar a indústria deve ocorrer na Fase B do ciclo de vida do projeto com a ressalva de que quanto mais no início desta fase, maior é o risco de ocorrência de retrabalho nos contratos industriais.

De volta aos modelos NTCR e NTCR-F, depreende-se que durante a fase de estudos do projeto, haverá a sua categorização esculpida com a ferramenta NTCR-F. Desta categorização resulta em um gráfico tipificado pela Figura 5.1. Nesta figura, (a) representa a categorização do projeto pelo modelo NTCR e (b) representa a categorização pelo modelo NTCR-F. A área de cada figura definida pela linha sólida na cor verde representa o risco do empreendimento. Portanto, projetos que são classificados mais no final da escala das respectivas dimensões dos modelos NTCR ou NTCR-F são de maiores riscos.

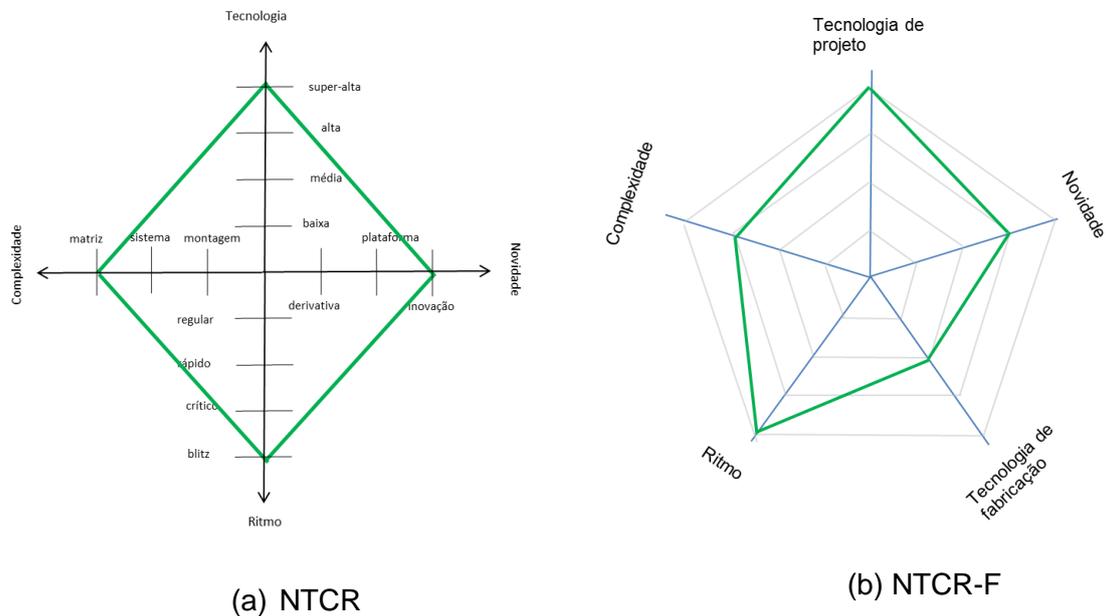


Figura 5.1 - NTCR e NTCR-F

Yassuda (2013) argumenta que no início de um dado projeto, há duas categorias de incertezas a serem consideradas:

- a) uma relativa ao trabalho técnico a ser desenvolvido no âmbito do Executor e;
- b) a outra associada aos contratados industriais, via de regra, executados na indústria nacional, que por sua vez, possui baixa maturidade tecnológica.

Elaborando um pouco mais o pensamento de Yassuda (2013), que limitou em seu modelo o papel da indústria apenas à fabricação de equipamentos, pode-se depreender que a execução global dos projetos do setor espacial brasileiro ocorre em dois níveis de responsabilidades: o nível mais elevado do projeto desenvolvido sob a responsabilidade de uma organização integradora de sistemas que lhe caberia o desenvolvimento do sistema nas fases 0, A e B³⁴ (ECSS; 2009a, 2009b). Com o sistema e subsistemas bem especificados, a organização integradora repassa, na forma de contratos, a responsabilidade pelo desenvolvimento dos

³⁴ As fases do projeto aqui referenciadas são descritas nas normas ECSS-E-ST-10C e ECSS-M-ST-10C.

subsistemas e equipamentos para o outro nível, que é a indústria. Mais tarde, com o projeto no final da fase C, quando a indústria fizer as entregas dos produtos contratados, a organização integradora faria a integração do sistema, os testes de sistema, o lançamento e o controle operacional em órbita. Ou seja, a organização integradora executa, também, as atividades de sistema nas fases D, E e F. Ver a Tabela 3.4 que mostra graficamente este conceito. Neste contexto, DSTO (2010) define dois tipos de riscos:

Risco tecnológico que é a probabilidade do projeto não atingir seus objetivos devido a uma tecnologia de uma parte do projeto não atingir o nível de maturidade de modelo de voo no tempo programado.

Risco técnico que é a probabilidade do projeto não atingir seus objetivos devido aos riscos que surgem na integração de tecnologias, que embora estejam com maturidades adequadas, elas são novas no projeto em questão.

Portanto, a incerteza do integrador, pode ser equivalente ao risco técnico definido por DSTO (2010). Ou seja, seria o risco inerente ao projeto do sistema: atividades de projeto, integração do sistema, verificação, teste, campanha de lançamento e controle em órbita do sistema. Exemplo de tipo de problema que pode acontecer nesta fase: as interfaces entre dois equipamentos apresentam conflitos resultando em um funcionamento anormal do sistema.

Já a incerteza associada aos contratos industriais para o desenvolvimento dos subsistemas e equipamentos, pode ser equivalente, no conceito mais amplo defendido aqui, ao risco tecnológico do projeto de subsistema e equipamento definido por DSTO (2010). Exemplo de problema que pode acontecer na indústria: falhar na qualificação do equipamento ou na entrega do modelo de voo dentro do prazo previsto no contrato.

Portanto, a variante que se propõe ao modelo NTCR-F considera que a dimensão Tecnologia será quebrada em dois níveis: no nível do integrador ela representa a Tecnologia de Projeto de sistema e no nível da indústria ela representa a Tecnologia de Projeto e desenvolvimento de subsistemas e equipamentos.

Parece razoável correlacionar o risco tecnológico com a escala de TRL abordada na Seção 2.6. A correlação proposta se reflete em uma variante para a dimensão “F” do modelo NTCR-F, conforme Tabela 5.1. Neste sentido, apresentam-se na Tabela 5.2 as dimensões do modelo NTCR-F de Yassuda (2013), já com a variante sugerida, pois na dimensão F a escala é baseada nos níveis de TRL de Mankins (2009). Será utilizada a denominação NTCR-Fv para representar o modelo com a variante sugerida e, assim, distingui-lo do modelo de Yassuda (2013).

Ainda na Seção 2.6, nota-se pela definição dos níveis de TRL que os níveis de TRL 1 e 2 são puramente acadêmicos. No TRL 3 aparece a ideia de prova conceitual analítica ou experimental de uma determinada função. Portanto, defende-se que esta definição já embute tecnologia nos seus estágios de breadboard para demonstração de viabilidade na implementação de uma determinada função eletrônica, por exemplo. Relevante destacar que os níveis de TRL 4, 5 e 6 tratam claramente de tecnologias que avançam crescentemente em duas dimensões, visando demonstrar a maturidade tecnológica apropriada para integração do produto em um modelo de voo. A primeira dimensão é a agregação do produto, ou seja, cresce de breadboard, para componente, depois para equipamento e chega a subsistema ou até mesmo a sistema. A segunda dimensão trata do método para aferir a maturidade. Para os níveis de TRL 4 e 5 a aferição da maturidade é por meio de validação em ambiente relevante. Entende-se por relevante o ambiente que reproduz as condições reais do ambiente operacional a que será submetido o sistema em questão. Já para o TRL 6 a aferição da maturidade é por meio de demonstração em ambiente relevante, que pode ser inclusive no espaço. Portanto, acredita-se que a correlação entre a escala de Yassuda (2013), que é baseada no conceito de Modelo Qualificado, esteja adequada com esta proposição baseada nos níveis de TRL.

Tabela 5.1 – Equivalência entre a escala da dimensão F de Yassuda (2013) com os níveis de TRL

Modelo NTCR-F		Equivalência com TRL	
Escala da Dimensão F	Definição	Nº TRL	DESCRIÇÃO
Qualificado	Todos os processos de fabricação necessários encontram-se já qualificados	6	Tecnologia demonstrada em ambiente relevante (solo ou espaço)
Parcialmente Qualificado:	Alguns processos de fabricação necessitam ser qualificados	5	Componente validado em ambiente relevante
Pouco Qualificado	Todos ou a maioria dos processos são novos. Apesar de já existentes, não são dominados pelo fabricante.	4	Componente validado em laboratório
Não Qualificado	Há a necessidade de qualificação de processos críticos não disponíveis no início do projeto e que, portanto, devem ser desenvolvidos ao longo da execução do projeto.	3	Prova de conceito experimental das funções críticas

Tabela 5.2 - Variante do modelo NTCR-Fv

Dimensão	Métrica		Definição
	Característica	Escala	
Novidade (N)	Avaliar a incerteza da meta e do mercado: a familiarização dos usuários com a novidade ou exclusividade do produto; avalia também a incerteza dos requisitos do projeto.	Derivativo	Melhoria em produtos existentes
		Plataforma	São novas gerações de produtos existentes
		Inovação	Produto novo para o mercado
Tecnologia de Projeto de Sistema (T)	Mede a incerteza tecnológica em termos da quantidade de tecnologia nova a ser usada no projeto, no que se refere a atividade de design de sistema, integração, verificação e testes desempenhados pela organização integradora.	Baixa	Tecnologia existente e conhecida
		Média	Tecnologia existente, mas agrega novas características para ser utilizada no projeto
		Alta	Tecnologia nova, porém disponível para utilização no projeto na época de seu lançamento
		Super-alta	Tecnologia desconhecida. Terá que ser desenvolvida
Complexidade (C)	Mede a estrutura do produto em termos do número, da hierarquia e variedade de seus elementos, bem como das tarefas e das interconexões entre estes elementos.	Montagem	Composto por módulos a serem montados em única unidade com função específica
		Sistema	Composto por subsistemas com funções diversas
		Matriz	Composto por vários sistemas distintos
Ritmo (R)	Mede a urgência e a criticidade no cumprimento das metas de tempo do projeto	Regular	Quando não há pressão de prazo
		Rápido	Quando o prazo é importante para a oportunidade proporcionada pelo projeto
		Crítico	Quando o prazo é crítico para o sucesso do projeto. Não pode perder a janela de oportunidade ou de lançamento do produto
		Blitz	Projeto de crise. O projeto tem que ser concluído o mais rápido possível
Tecnologia de Projeto de subsistema e equipamento (Fv)	Mede a incerteza tecnológica em termos da quantidade de tecnologia nova a ser usada no projeto, no que se refere a atividade de design de subsistema e equipamentos desempenhados pelas organizações subcontratadas para o desenvolvimento de subsistemas e equipamentos	TRL 3	Prova de conceito experimental das funções críticas do equipamento ou subsistema
		TRL 4	Componente ou equipamento crítico validado em laboratório
		TRL 5	Equipamento ou subsistema validado em ambiente relevante
		TRL 6	Equipamento ou subsistema demonstrado em ambiente relevante (solo ou espaço)

Fonte: Adaptado de Yassuda (2013, p. 48) .

5.3 Desenvolvimento da Heurística

A heurística aqui proposta compõe-se das três etapas apresentadas a seguir:

(1) Identificação e avaliação do projeto – é o estudo do projeto conjugado com uma avaliação de suas características, em grau de profundidade suficiente para possibilitar a aplicação do modelo NTCR-Fv.

(2) Categorização do projeto e escolha do estilo gerencial – consiste na aplicação do modelo NTCR-Fv para classificar o projeto nas escalas de cada uma das cinco dimensões do método. O modelo NTCR-Fv (Novidade, Tecnologia de projeto de sistema, Complexidade, Ritmo e Tecnologia de projeto de subsistema e equipamento) é uma estrutura que os gerentes podem usar para auxílio à tomada de decisões sobre projetos e como gerenciá-los. Essas decisões envolvem fatores como a seleção do projeto correto e de seus gerentes, alocação de recursos, planejamento, avaliação dos riscos, seleção do estilo de gerenciamento do projeto, seleção da estrutura do projeto e escolha de ferramentas gerenciais.

Nesta etapa da heurística, o projeto é examinado detalhadamente visando categorizá-lo nas cinco dimensões do modelo NTCR-Fv. Esta categorização do projeto permite uma ilustração gráfica, Figura 5.2, de acordo com seus níveis de novidade, tecnologia de projeto de sistema, complexidade, ritmo e tecnologia de projeto de subsistema e equipamento. Nota-se que nesta etapa o projeto é estudado em detalhes, classificado pelo modelo NTCR-Fv, para só então, estabelecer as estruturas gerenciais e o próprio modelo de gerenciamento. A identificação clara do tipo de projeto antes do início de sua execução poderá proporcionar a base para uma gestão adaptativa própria, permitindo que os gerentes tomem as decisões corretas para montar a estratégia gerencial em termos do estilo gerencial, da estrutura de gerenciamento, das ferramentas a serem adotadas, das equipes do projeto, da intensidade da comunicação e do dimensionamento do ciclo de vida do projeto.

(3) Escolha do arranjo de execução do projeto – trata-se aqui de combinar as características do projeto capturadas por meio das cinco dimensões do modelo NTCR-Fv para que a heurística possa propor um arranjo de execução que caminhe em direção a otimalidade da solução em termos daquela de menor risco de

insucesso. Intuitivamente, projetos de alta complexidade, ou de alto grau de novidade, ou de grande desafio tecnológico já são por si desafiadores. Portanto, embutem riscos consideráveis. Outro fator que suscita risco ao projeto é o nível de maturidade da tecnologia de projeto de subsistema e equipamento, que está relacionado com a incerteza na execução do projeto restrito às atividades de subsistema e equipamentos que, pela estratégia brasileira de desenvolvimento, é realizada na indústria.

A proposta aqui elaborada batizada de função Arranjo, é assim definida:

$$\mathbf{Arranjo}(N, T, C, R, Fv) = \begin{cases} \text{Convênio, se } Fv \geq 3 \text{ para qualquer } N, T, C, R \\ \text{ou} \\ \text{Se existir pelo menos um } N, T, C, R \geq 3 \text{ para } Fv < 3; \\ \text{Contrato ou Contrato com OS, para os demais casos} \end{cases}$$

Onde N, C e R são respectivamente Novidade, Complexidade e Ritmo, conforme o modelo NTCR de Shenhar e Dvir (2010). T e Fv são respectivamente Tecnologia de Projeto de sistema e Tecnologia de projeto de subsistema e equipamentos como já apresentadas na Secção 5.2. OS = Ordem de serviço.

Repisa-se que no modelo de desenvolvimento defendido, o papel da indústria é bem maior do que apenas a fabricação de equipamentos encomendado por um órgão integrador. No modelo de desenvolvimento proposto, existe um integrador responsável pela tecnologia do sistema que contrata a base industrial para desenvolver os subsistemas e equipamentos. Neste contexto, a base industrial é responsável pelas tecnologias de subsistemas e equipamentos. Nesta divisão de trabalho, nota-se que há, inclusive, independência entre a tecnologia de projeto de sistemas (a cargo de uma organização integradora) com as tecnologias de projeto de subsistemas e de equipamentos (a cargo da indústria). Consequentemente, a maturidade tecnológica entre os dois níveis também guarda independência.

As dimensões N, T, C, R e Fv do modelo estão representadas na Figura 5.2 e são definidas como segue:

Novidade: Mede quão novos são os produtos do projeto para os envolvidos e consequentemente, quão claros e bem definidos são os requisitos iniciais. É uma

característica do produto que expressa a intensidade de sua exclusividade ou singularidade para o mercado e as incertezas dos seus requisitos. Ou seja, quão intensamente novo é realmente o produto. A novidade afeta três questões: a confiabilidade da pesquisa de marketing, pelo fato do produto ser novo para o mercado; o tempo para definir e congelar os requisitos do produto, pois o mercado não conhece o produto, e, portanto haverá dificuldade em especificar suas características; e as estratégias de marketing específicas para o produto. Os autores definiram a novidade do produto em três tipos: derivativa (extensões e melhorias de produtos existentes), plataforma (novas gerações de produtos existentes) e inovação (produtos novos para o mundo).

Tecnologia de Projeto de Sistema: Representa o nível de incerteza tecnológica do projeto do ponto de vista da organização integradora. Mede a incerteza tecnológica em termos da quantidade de tecnologia nova a ser usada no projeto do sistema, no que se refere à atividade de design de sistema, integração, verificação e testes desempenhados pela organização integradora. Ela é medida com base no conhecimento existente na organização integradora do projeto contra o conjunto de tecnologias requeridas para o projeto do sistema sua integração, verificação, testes e operação do sistema. A incerteza tecnológica causa, por exemplo, impacto no projeto do sistema, nos testes, no instante de congelar o design do sistema e nos modelos requeridos. A escala para esta medida de incerteza apontada por Shenhar e Dvir (2007) se refere ao nível tecnológico exigido pelo projeto, ou seja, baixa tecnologia, média, alta e super-alta tecnologia.

Complexidade: A complexidade de projeto é definida em função dos níveis arbóreos das partes que compõem o produto resultante do projeto. Representa a complexidade do produto, da tarefa e da organização do projeto. Busca prover uma medida da complexidade da estrutura hierárquica que representa o produto (árvore do produto), a tarefa (diagrama de atividades) e da organização (estrutura da divisão de trabalho). A complexidade representa o grau de interação entre as partes do Sistema, significando que quanto maior esta medida de complexidade, maior será a interação entre as partes e, por conseguinte, exigirá maior formalismo no gerenciamento do projeto. O nível da complexidade impacta na gestão da configuração do projeto numa correlação positiva, ou seja, o esforço na gestão da

configuração cresce com o nível de complexidade do projeto. Os autores definiram a complexidade do projeto em três níveis típicos: montagem, sistema e matriz.

Ritmo: Representa a velocidade (ou urgência) com que a tarefa terá de ser executada para cumprir a meta especificada. O ritmo captura quão importante será o momento de conclusão do projeto para garantir o seu sucesso. Projeto com ritmo regular terá outros assuntos muito mais importantes para seu sucesso que seu cronograma. No outro extremo, projetos com ritmo crítico são aqueles que se não forem realizados dentro do cronograma, resultará em falha do projeto. Os autores definiram quatro níveis de ritmo para os projetos: regular, rápido/competitivo, de tempo crítico e blitz.

Tecnologia de Projeto de Substema e Equipamento: Mede o nível de maturidade das tecnologias a serem utilizadas nos Projetos de Substemas e Equipamentos executados pela indústria subcontratada para o desenvolvimento de substemas e equipamentos. Ela procura mensurar a incerteza no conhecimento das tecnologias de design, processos industriais, fabricação e desenvolvimento de equipamentos de suporte mecânico e elétrico necessários ao desenvolvimento, fabricação e integração dos substemas e equipamentos. Tem impacto, por exemplo, no projeto do substema ou equipamento, no número de ciclos de design, no instante de congelar o design de substemas e equipamentos e na filosofia de modelos. A escala para esta medida de incerteza está baseada na escala de TRL de Mankins (2009), ou seja, TRL 3, TRL 4, TRL 5 e TRL6.

A Tabela 5.3 resume a escala de variação para cada uma das dimensões N, T, C, R e Fv do modelo. Ou seja, o N varia de 1 a 3; o T varia de 1 a 4; o C varia de 1 a 3; o R varia de 1 a 4 e o Fv varia de 1 a 4.

A Figura 5.3 apresenta graficamente uma visão bidimensional dos casos de Convênio e Contratos. A Figura (a) mostra a projeção para as dimensões Tecnologia de projeto de substema e equipamento versus Novidade; Figura (b) para as dimensões Tecnologia de projeto de substema e equipamento versus Tecnologia de Projeto de Sistema; Figura (c) para as dimensões Tecnologia de projeto de substema e equipamento versus Complexidade; A Figura (d) para as dimensões Tecnologia de projeto de substema e equipamento versus Ritmo.

Para um melhor entendimento das etapas da heurística, a Figura 5.4 apresenta graficamente o fluxo organizado destas etapas.

Na Secção 5.5 apresenta-se uma discussão entre Contratos e Convênios visando mostrar as diferenças entre estes dois instrumentos e as vantagens dos convênios sobre os contratos quando o objetivo da avença é o desenvolvimento de equipamentos de alta tecnologia.

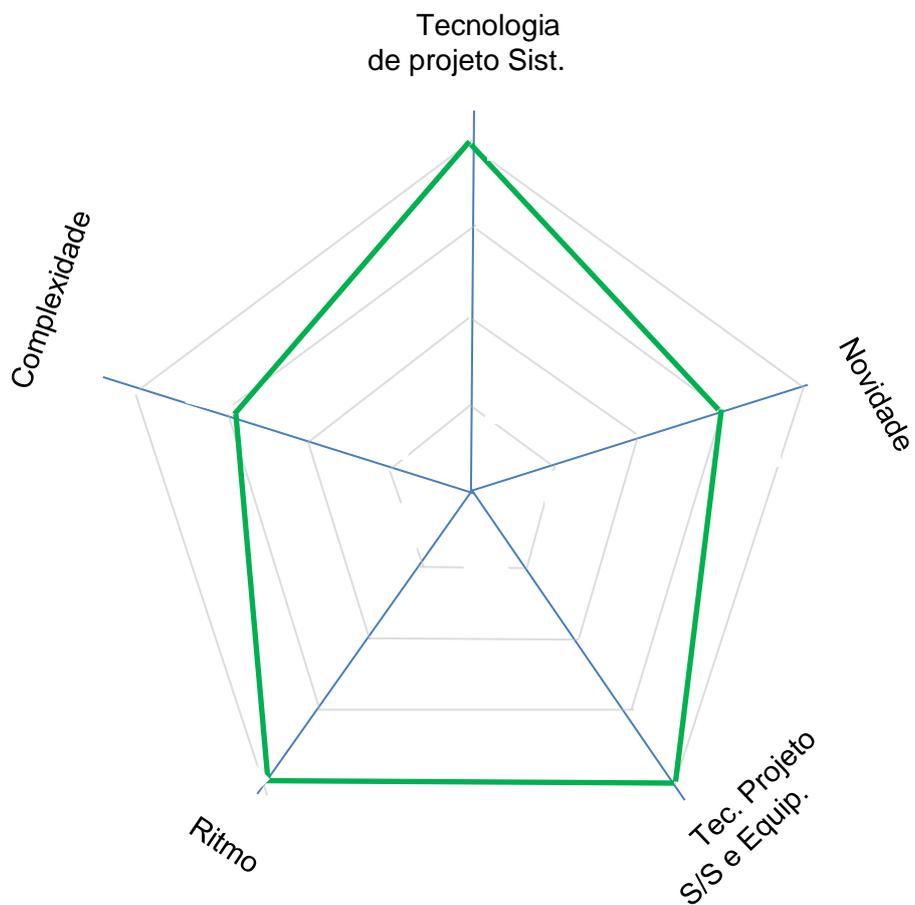
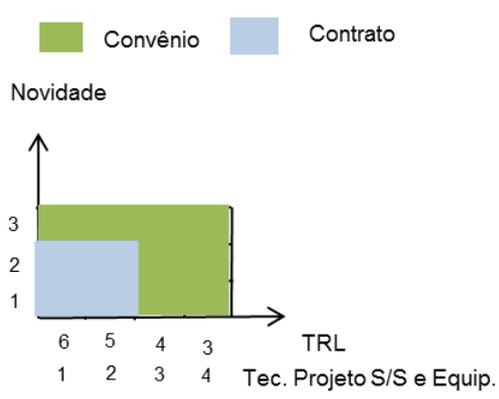
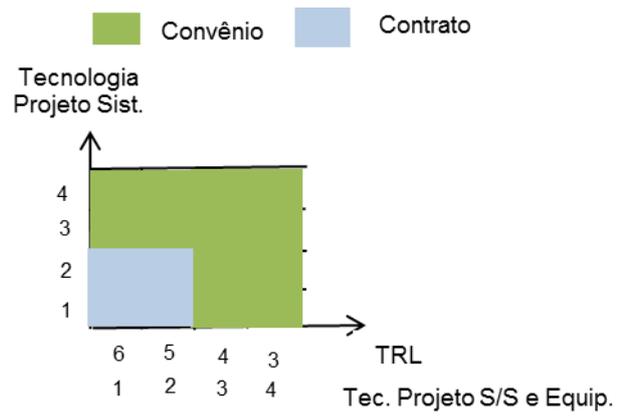


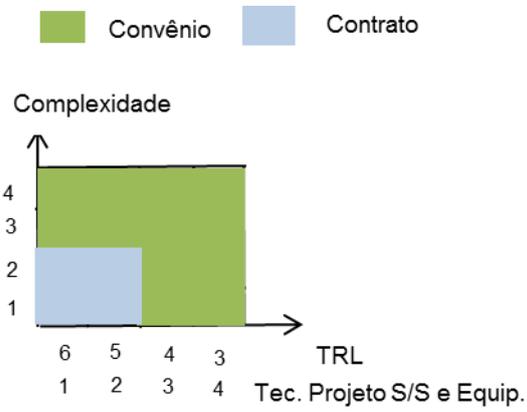
Figura 5.2 – Modelo de categorização de projeto NTCR-Fv



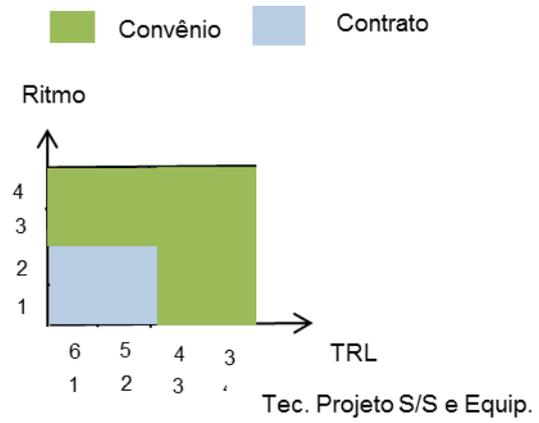
(a)



(b)



(c)



(d)

Figura 5.3 - Visão gráfica

Tabela 5.3 – Escala de variação das dimensões do modelo NTCR-Fv

Dimensão	Escala	Valor
Novidade (N)	Derivativa: Melhoria em um produto existente. Como exemplo, o desenvolvimento de uma nova versão de um computador usando a mesma tecnologia; upgrade de uma linha de produção; aperfeiçoamento dos procedimentos organizacionais.	1
	Plataforma: Uma nova geração de uma linha de produção já existente, ou novos tipos de serviços para mercados / clientes novos ou existentes. São exemplos: nova geração de automóveis ou aviões; criação de uma nova geração de celular.	2
	Inovação: Introduce um produto ou um conceito novo para o mundo, uma nova ideia ou um novo uso para um produto que os consumidores nunca viram antes. São exemplos: o primeiro forno de microondas; o primeiro celular.	3
Tecnologia de Projeto de sistema(T)	Baixa: São projetos que usam apenas tecnologias bem-estabelecidas, existentes e maduras para as atividades de Projeto de sistema, integração, verificação, testes e operação, portanto, não representam uma fonte de incerteza para o projeto. Exemplos: construção civil; construção de estradas;	1
	Média: Projetos que usam majoritariamente tecnologia existente, mas com uso limitado de nova tecnologia ou novas características. Exemplos: melhorias de produtos; novos modelos de eletrodomésticos.	2
	Alta: Projetos que utilizam majoritariamente novas tecnologias recentemente desenvolvidas. Exemplos: novos sistemas militares; novos computadores.	3
	Super-alta: São projetos cujas tecnologias-chave não existem na época do lançamento do projeto, portanto, devem ser desenvolvidas ao longo da execução do projeto. Exemplo: o projeto Apollo.	4
Complexidade (C)	Montagem: Projetos que lidam com produto que pode ser caracterizado como uma coleção de elementos, componentes e módulos a serem montados em única unidade que desempenha uma única função simples. Exemplos: fornecimento de energia; transmissão de carro; televisores.	1
	Sistema: Trata-se de um produto que pode ser caracterizado como uma coleção complexa de elementos ou subsistemas, que, juntos, desempenham várias funções no atendimento de uma necessidade operacional específica.	2
	Matriz: Trata-se de um produto que pode ser caracterizado como sistemas de sistemas, que consistem num grupo de sistemas independentes entre si, mas que atuam em conjunto com um único propósito. Impacta no gerenciamento das diferentes equipes e o nível de burocracia exigida para se manter o controle sobre o projeto.	3
Ritmo (R)	Regular: Projeto em que o tempo de execução não é crítico para o cumprimento da meta	1
	Rápido/Competitivo: Projeto em que o tempo de execução é importante, mas em que pequenos atrasos podem ser absorvidos com facilidade.	2
	Tempo crítico: Projeto em que existe uma data de término bem definida, não havendo quaisquer margens para atrasos.	3
	Blitz: Projeto que deve ser executado no menor tempo possível.	4
Tecnologia de subsistema e equipamento (Fv)	TRL 3 – A tecnologia se encontra no nível de prova de conceito experimental das funções críticas do equipamento ou subsistema	4
	TRL 4 – A tecnologia disponível já está no nível de componente ou equipamento crítico validado em laboratório	3
	TRL 5 – A tecnologia disponível já está com equipamento ou subsistema validado em ambiente relevante	2
	TRL 6 – A tecnologia disponível já está com equipamento ou subsistema demonstrado em ambiente relevante (solo ou espaço)	1

Fonte: Adaptado de Yassuda (2013, p. 48)

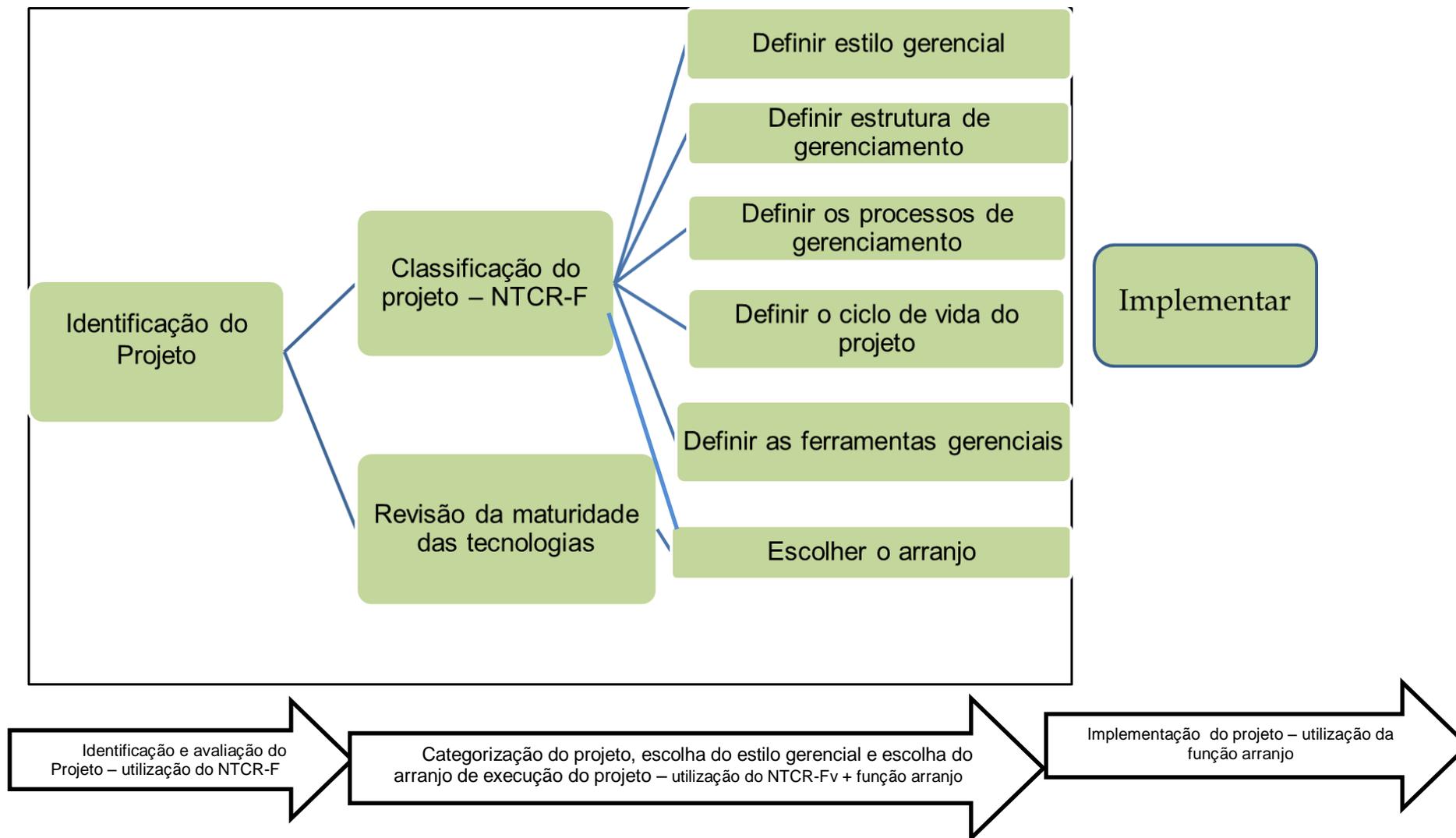
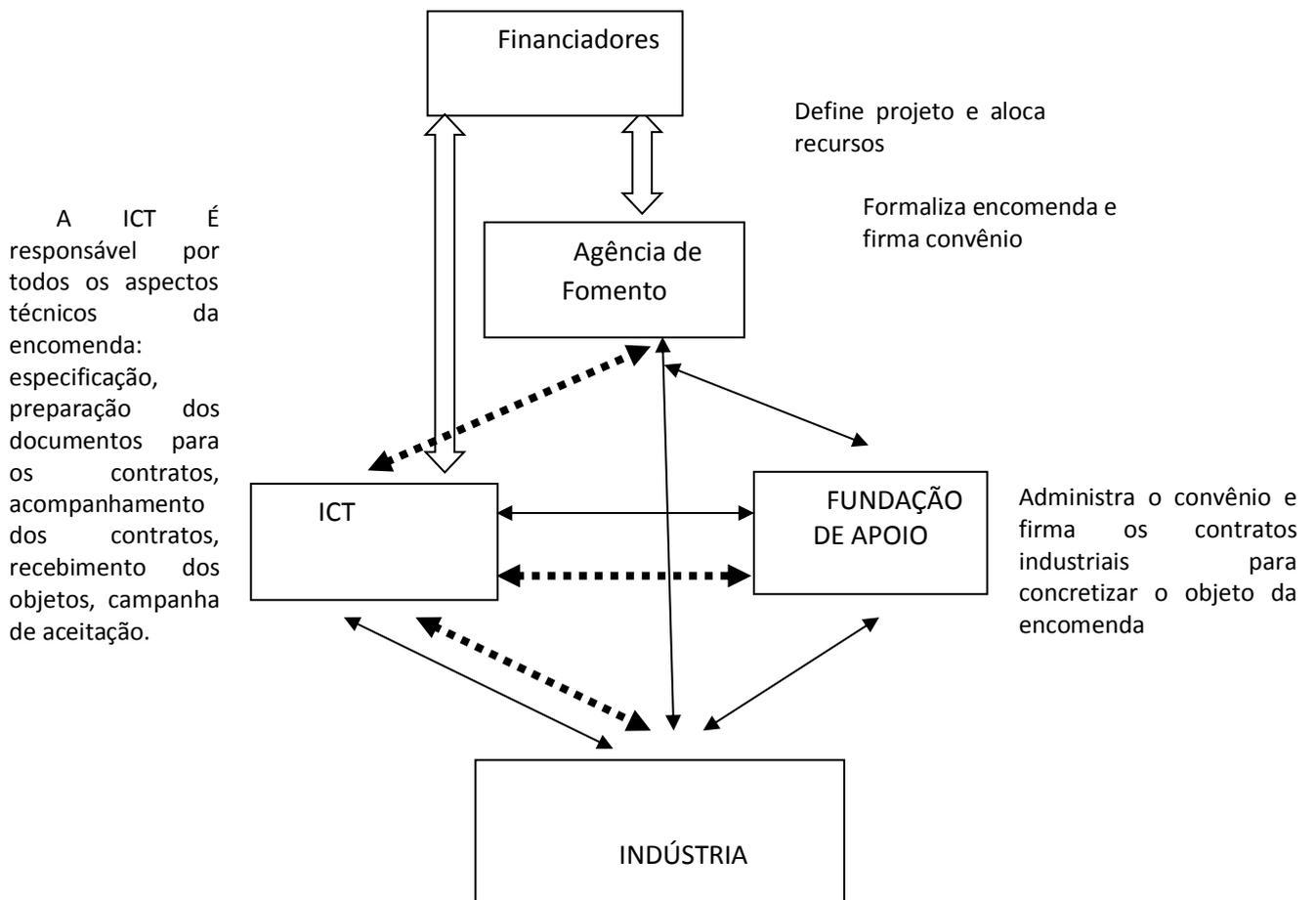


Figura 5.4 - Fluxo de inicialização do projeto e utilização da heurística

Projetos de alta tecnologia gerenciados por órgãos públicos e executados em uma indústria que dispõe majoritariamente de tecnologias com baixa maturidade tecnológica (tipicamente aquelas de maturidades TRL menores que 4) e com pelo menos uma das dimensões N, T, C, R com valor alto, devem seguir uma forma de execução pela via do instrumento do convênio, pois este arranjo tolera mais flexibilidade, conforme discussão apresentada na Seção 5.5, tornando-o altamente recomendado. Neste cenário, a execução por meio de contratos tem demonstrado nos casos concretos examinados, tanto no INPE como no DCTA, não ser um arranjo adequado. O convênio pode ser firmado por uma Agência de fomento (tipicamente FINEP) com uma fundação, ou entre uma ICT e sua Fundação de Apoio. A execução realizada pela Fundação será por meio de contratos industriais com escopo específico. Nem sempre é recomendada que a fundação firme um único contrato englobando todas as fases do projeto. Para reduzir riscos potenciais identificados em certas situações, sugere-se que a fundação firme contratos por fase do ciclo de vida do projeto com objeto bem definido e uma boa avaliação, no final do contrato, para fazer as correções e ponderar qual objeto poderá receber novo contrato. Neste arranjo, a Fundação de apoio executa os contratos com todo suporte técnico e gerencial da ICT. Cabe à ICT definir as etapas dos contratos firmados pela fundação, estabelecer o estilo gerencial, a estrutura gerencial, os processos e as ferramentas gerenciais a serem adotados, a flexibilização em termos dos instantes para o congelamento das *baselines* e do grau de formalismo na condução do projeto. Para este caso, a governança do sistema será exercida por uma estrutura de comitê constituído por autoridades da ICT e da Agência responsável, quando for o caso. O comitê terá a responsabilidade de aprovar os trabalhos dos gerentes dos contratos. A Figura 5.5 exibe uma sugestão de estrutura simplificada para o arranjo, incluindo a governança para tal sistema.



Governança do sistema

Estabelecido comitê decisório constituído por membros indicados pelas agências financiadoras, Finepe e ICT. Este comitê é responsável por todas as decisões sobre o arranjo. Inclusive sobre o que contratar, sobre seus aditivos, encerramentos etc.

Legenda

- ↔ Fluxo de recursos
- ⇔ Fluxo de contrato / convênio
- ⇄ Fluxo da intervenção técnica e gerencial

Figura 5.5 – Esquematização simplificada do arranjo de execução do projeto

5.4 A Heurística e o Ciclo de Vida de um Projeto

Por ciclo de vida de um projeto entende-se uma sequência ordenada e integrada das atividades fundamentais de gerenciamento de projeto e de engenharia de sistemas, executadas em fases visando levar o empreendimento ao sucesso. O ciclo de vida trata, portanto, do progresso do projeto avançando de um marco físico para outro, desde sua origem até seu encerramento. Na área espacial o ciclo de vida típico pode ser visto na norma ECSS – M – ST–10C.

A utilização da heurística possibilita a customização do ciclo de vida do projeto. Para mostrar como isto acontece, recorre-se ao trabalho de Forsberg et al. (2005), que ao estudar os ciclos de vida de projetos, consagrados em várias normas, observou que todos eles são divididos em três períodos: Período de estudos; período de implementação e período de operação, conforme mostrado na Figura 5.6.

O mesmo Forsberg et al. (2005) apresenta o gráfico mostrado na Figura 5.7, que trata do perfil dos gastos ao longo dos três períodos do ciclo de vida do projeto. O gráfico exhibe dois indicadores de gastos: o gasto comprometido e o gasto realizado. Nota-se que no período de estudos, o gasto realizado é baixo, mas o comprometido é muito elevado. Portanto, o gestor tem que ter a consciência da importância deste período de estudos, pois dele decorre toda a base para conduzir o projeto. Outra revelação trazida por este autor está apresentada na Figura 5.8. Esta figura foi organizada com dados de 25 projetos da NASA. Ela mostra no eixo vertical quanto o projeto atrasou (além de 100%) e no eixo horizontal, o percentual gasto no período de estudos (percentual do gasto total do projeto). Conclui-se que os projetos que mais atrasaram tiveram pequenos investimentos no período de estudos, sugerindo aos gerentes maior atenção nesta fase inicial do projeto.

Por esta razão, é que se defende no presente trabalho que o período de estudos seja conduzido pelo setor público e de forma muito criteriosa. Além disso, em função das características do projeto, seu ciclo de vida deve ser ajustado, ou seja, ele pode variar entre um ciclo de vida rápido até o ciclo de vida completo, conforme mostrado na Figura 5.9. Este raciocínio está aderente e harmonizado com o trabalho de Cooper (2008), resumido na Figura 5.10.

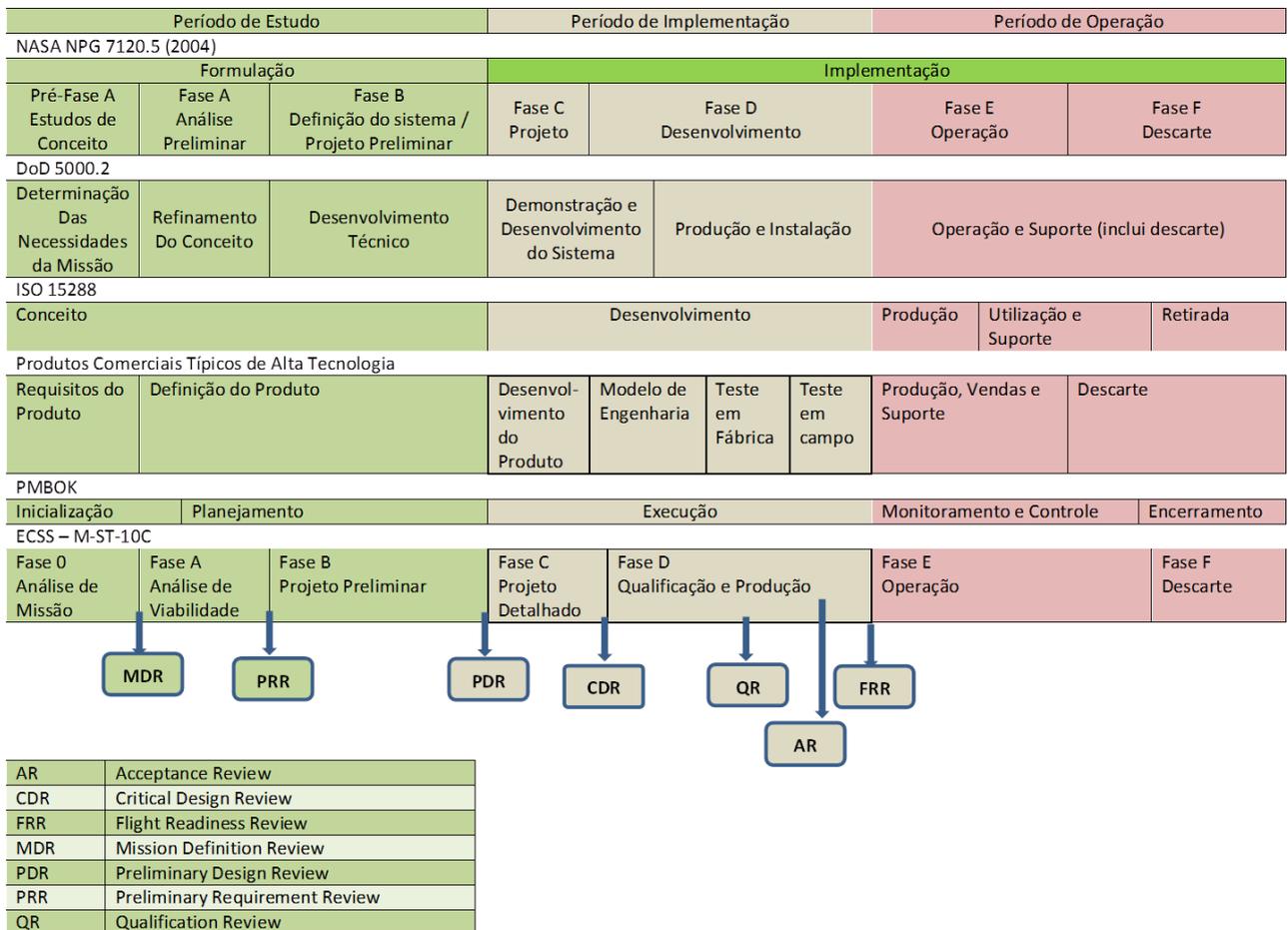


Figura 5.6 – Modelos de Ciclo de vida do projeto

Fonte: Forsberg at al. (2005)

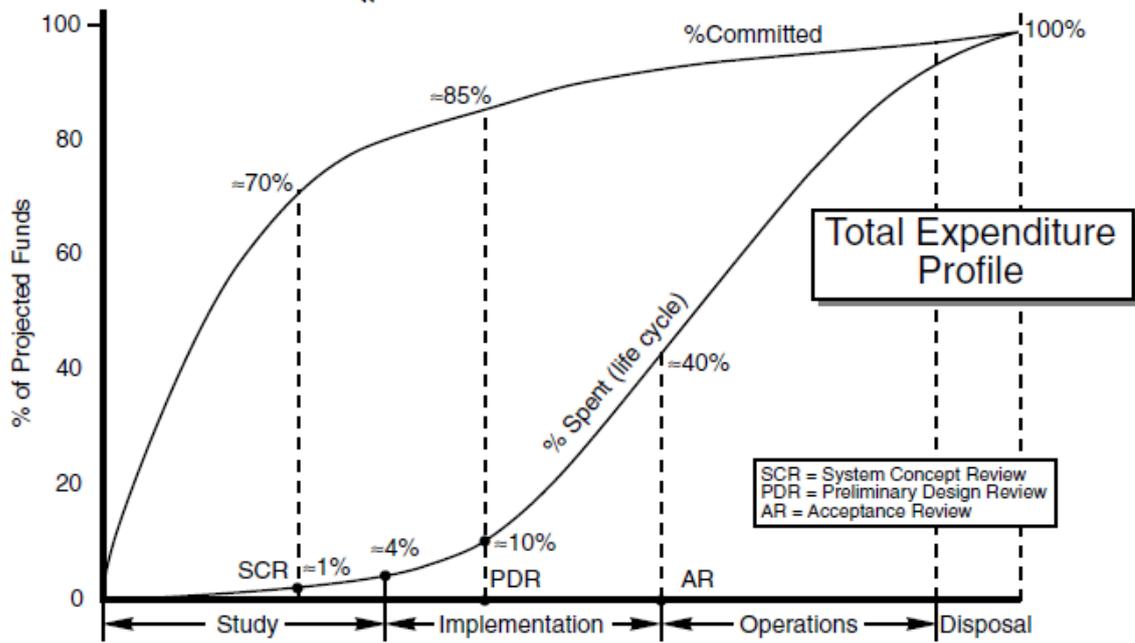


Figura 5.7 - Perfil típico dos gastos comprometido e realizado

Fonte: Forsberg et al. (2005)

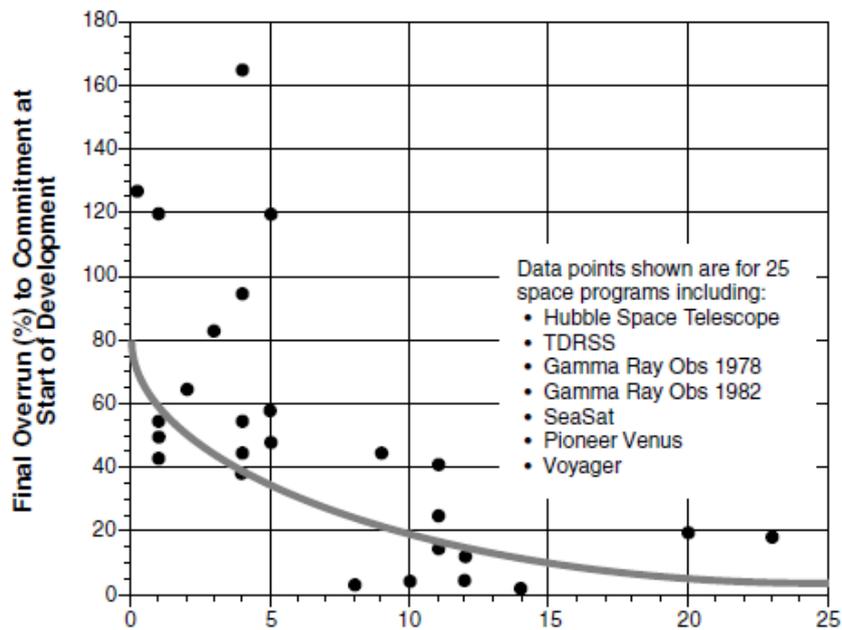


Figura 5.8 - Atrazo versus investimento no período de estudos

Fonte: Forsberg et al. (2005)

Período de Estudo			Período de Implementação		Período de Operação	
Fase 0 Análise de Missão	Fase A Análise de Viabilidade	Fase B Projeto Preliminar	Ciclo de vida full			
			Fase C Projeto Detalhado	Fase D Qualificação e Produção	Fase E Operação	Fase F Descarte
		Avaliar	Ciclo de vida Expresso			
		Categorizar	Atualização de Projeto / delta Qualificação e Produção		Fase E Operação	Fase F Descarte
		Escolher arranjo	Ciclo de vida Rápido			
			Produção		Fase E Operação	Fase F Descarte

Figura 5.9 - Estratégia para ciclo de vida sugerido pela heurística

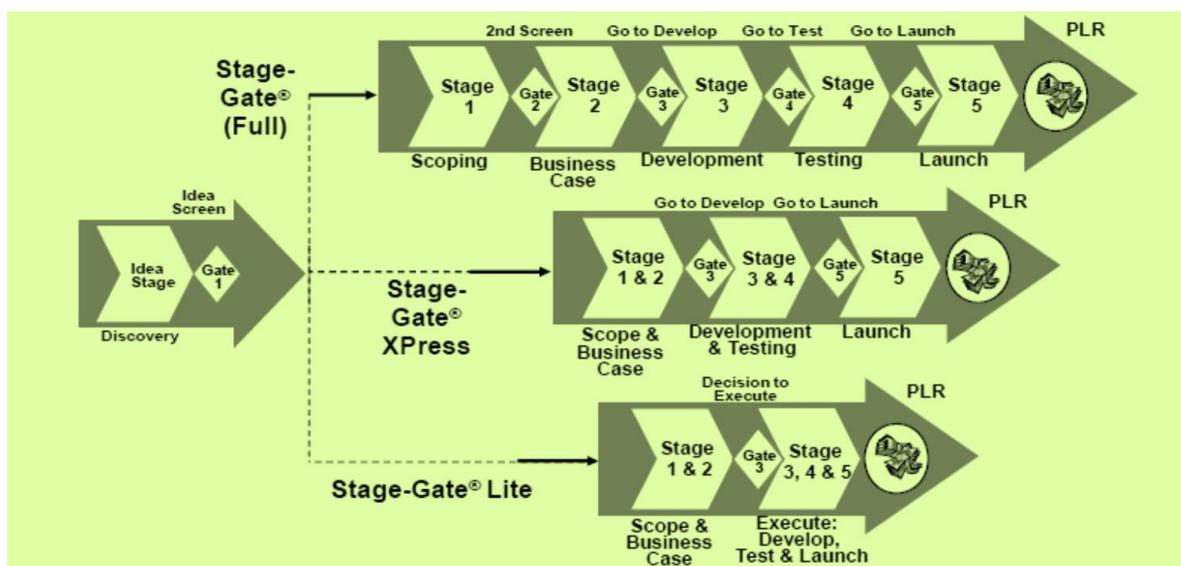


Figura 5.10 - Proposta para ciclo de vida em função do risco

Fonte: Cooper (2008)

5.5 Convênios e Contratos

O convênio é um acordo ou ajuste que discipline a transferência de recursos financeiros de dotações consignadas nos Orçamentos Fiscal e da Seguridade Social da União e tenha como partícipe, de um lado, órgão ou entidade da administração pública federal, direta ou indireta, e, de outro lado, órgão ou entidade da administração pública estadual, do Distrito Federal ou municipal, direta ou indireta, consórcios públicos, ou ainda, entidades privadas sem fins lucrativos, visando à execução de programa de governo, envolvendo a realização de projeto, atividade, serviço, aquisição de bens ou evento ***de interesse recíproco, em regime de mútua cooperação.***

Já o contrato é todo e qualquer ajuste entre órgãos ou entidades da Administração Pública e particulares, em que haja um acordo de vontades para a formação de vínculo e a estipulação de obrigações recíprocas, seja qual for a denominação utilizada.

No contrato, o interesse das partes é diverso, pois a Administração objetiva a realização do objeto contratado e ao particular, interessa o valor do pagamento correspondente.

No convênio os interesses das partes são recíprocos e há cooperação mútua. Os partícipes visam exclusivamente à consecução de um determinado objeto de comum interesse. Por esse motivo é que não se admite a obtenção de qualquer vantagem que exceda o interesse comum pretendido com o próprio objeto, sob pena de desconfiguração do ajuste. Já o contrato pressupõe interesses opostos (diferenciados), existindo sempre uma contraprestação, um benefício, uma vantagem³⁵.

Conforme art. 116 da lei 8.666/93, as disposições desta Lei, aplicam-se aos convênios, no que couber, porém, as diferenças entre um e outro, somadas às características dos convênios, estão mostradas na Tabela 5.4.

³⁵ Súmula da Consultoria Zênite nº 042, de junho/1999

Tabela 5.4 – Diferenças entre Convênios e Contratos

	CONVÊNIOS	CONTRATOS
Interesses das Partes	Recíprocos: O objetivo das partes é o bem comum, não se admitindo vantagem outra que não seja o objeto.	Opostos e contraditórios: O contratante espera o bem ou serviço e o contratado a remuneração devida.
Pagamento	Antecipado. Vedado qualquer lucro.	Após a entrega do bem ou serviço. Admitido o lucro.
Destino da Remuneração	Vinculado ao objeto do ajuste. É um auxílio ao custeio em relação aos recursos financeiros recebidos para as atividades que serão prestadas.	Caráter remuneratório com livre disposição. Incorporado ao patrimônio do contratado, que pode aplicá-lo dentro de premissas próprias.
Prestação de Contas	Exigida, sob os aspectos físicos e financeiros.	Na maioria das vezes não exigida, bastando o “atesto” do recebimento do bem ou serviço, quando da entrega da fatura.
Obrigações	Atribuições divididas de forma a harmonizar as iniciativas de cada interessado em prol do melhor resultado, sendo admissível a desigualdade entre atribuições.	Obrigações contrapostas que normalmente são equivalentes.

A Lei nº 12.863, de 2013 deu nova redação ao art. 1º da lei nº 8.958/1994, que passou a ter a seguinte redação:

As Instituições Federais de Ensino Superior - IFES e as demais Instituições Científicas e Tecnológicas - ICTs, de que trata a Lei no 10.973, de 2 de dezembro de 2004, poderão celebrar convênios e contratos, nos termos do inciso XIII do caput do art. 24 da Lei no 8.666, de 21 de junho de 1993, por prazo determinado, com fundações instituídas com a finalidade de apoiar projetos de ensino, pesquisa, extensão, desenvolvimento institucional, científico e tecnológico e estímulo à inovação, inclusive na gestão administrativa e financeira necessária à execução desses projetos.

Esta lei deu força às ICTs, pois elas poderão estabelecer convênios com suas fundações de apoio para a gestão administrativa e financeira de seus projetos. Na prática, significa que com o estabelecimento do convênio para a gestão administrativa e financeira, a fundação de apoio pode executar todos os processos de compras do projeto, desonerando as ICTs das licitações que sejam necessárias para a execução do projeto. Por esta via fica mais facilitado o desenvolvimento de equipamentos de alta tecnologia, pois as fundações possuem maior flexibilização com os processos de compras de que as ICTs. A flexibilização nos processos de

compras das fundações veio por meio da edição do decreto 8.241 de 21 de maio de 2014. Portanto, a execução dos projetos das ICTs pela via dos convênios com as fundações de apoio parece ser um caminho promissor que deve ser explorado para confirmar o pacote de vantagens sobre os tradicionais contratos de desenvolvimento celebrados diretamente entre ICT e a empresa responsável pelo desenvolvimento de subsistemas e/ou equipamentos de alta tecnologia.

6. PROJETO PMM

6.1 Objetivos

O objetivo deste Capítulo é aplicar a metodologia desenvolvida no Capítulo 5 em um projeto real. Para tanto, escolheu-se o projeto denominado Plataforma Multimissão do INPE. Em particular, tem-se o interesse de investigar se a metodologia será eficaz para auxiliar na identificação das causas da constante violação do prazo de conclusão do projeto. Este projeto, por ser o primeiro de sua espécie desenvolvido no Brasil, parece se caracterizar como um projeto típico de tecnologia avançada, com relevante grau de inovação para o mercado e alto nível de complexidade das tarefas, pois envolve muitos fornecedores, inclusive contrato internacional. Também não é desprezível a complexidade da estrutura de comando do projeto. Tem-se a AEB responsável por um dos contratos, mas a gestão técnica é do INPE.

Outros dois interesses decorrentes deste Capítulo são: analisar a aderência entre o estilo gerencial real do projeto com o estilo gerencial recomendado à luz da aplicação da heurística desenvolvida no âmbito desta Tese; analisar o arranjo real utilizado para a execução do projeto e compará-lo com o arranjo que deveria ser utilizado como resultado da aplicação da heurística.

6.2 O Projeto PMM

Uma Plataforma Multimissão, ou simplesmente PMM, é um conceito de arquitetura de um Módulo de Serviço com capacidade para configurar satélites diferentes usando a mesma Plataforma. Ou seja, o Módulo de Serviço permanece inalterado, mas o satélite pode ser equipado com cargas úteis diferentes. PMM é um conceito modular capaz de servir como uma base para várias missões: científicas, de comunicação, de observação da Terra, de coleta de dados, dentre outras.

O Brasil, por meio do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), projetou uma PMM que possui as seguintes características:

- Estabilizada em três eixos
- Opera em órbita sol síncrona de 600 e 1200 km.

- Suporta uma carga útil de até 280 Kg com volume de até Φ 1,74 m e altura de 1m
- Fornece potência elétrica para a carga útil de até 225 W

Como estratégia de desenvolvimento desta PMM, o INPE realizou a Fase 0 - Análise de missão; realizou a Fase A - Análise de viabilidade; a Fase B - Projeto Preliminar, cujo resultado foi o projeto da PMM e as especificações dos subsistemas que constituem a PMM, ver Figuras 6.1 e 6.2.

A partir do projeto preliminar da PMM, decidiu-se contratar na indústria os seguintes subsistemas: Suprimento de Energia, Estrutura, Propulsão, TT&C e ACDH (*Attitude, Control and Data Handling*). Os contratos foram divididos da seguinte forma: Os subsistemas Suprimento de Energia, Estrutura, TT&C e Propulsão foram contratados de um consórcio formado por quatro empresas brasileiras; o subsistema ACDH foi contratado de um fornecedor internacional.

As atividades de projeto do controle térmico, desenvolvimento dos EGSEs, dos MGSEs, a integração e testes da PMM ficaram a cargo do INPE.

O contrato com o consórcio foi assinado em dezembro de 2001 pela AEB, que ficou responsável pelos aspectos administrativos e financeiros do contrato e o INPE ficou responsável por todos os aspectos técnicos do objeto. Ao final de 2008, o INPE firmou contrato com a empresa argentina INVAP, para o fornecimento do subsistema ACDH, que é composto por dois computadores: um dedicado ao controle de atitude e órbita e o outro dedicado à gestão de bordo.

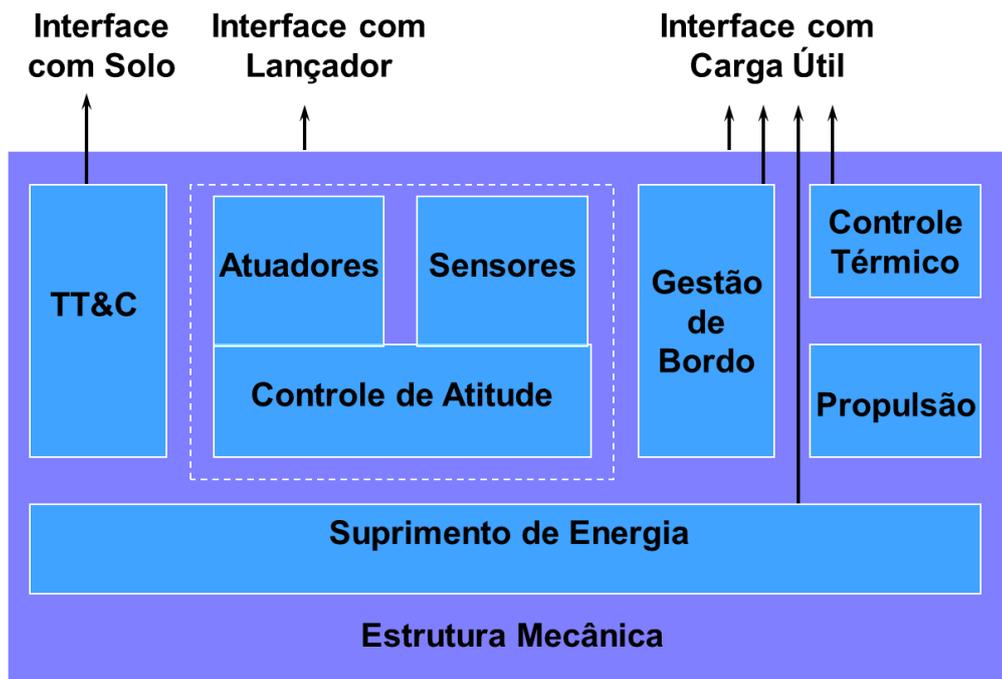


Figura 6.1 - Subsistemas da PMM

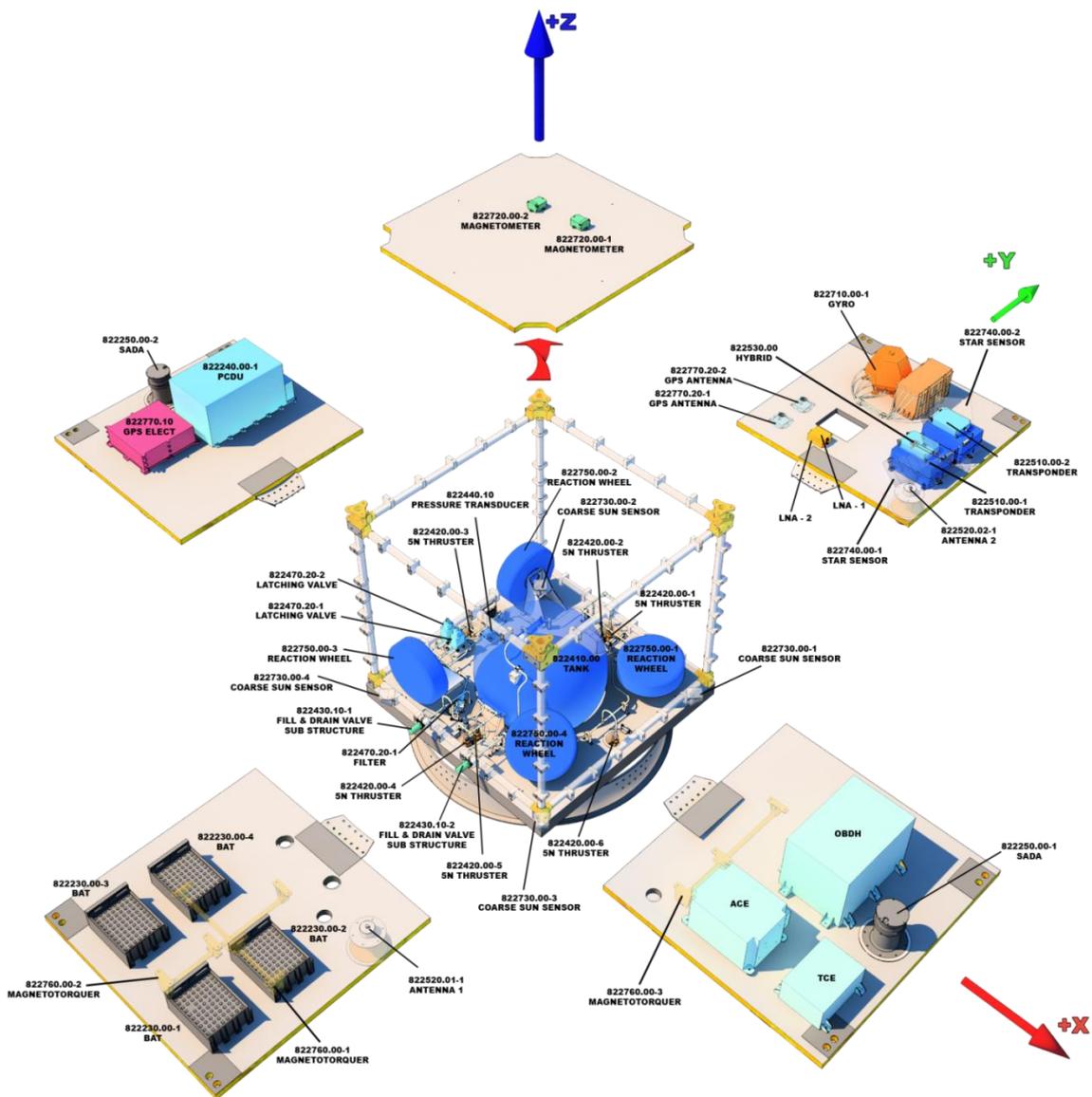


Figura 6.2 - Vista explodida da PMM

6.3 Análise e Categorização do Projeto PMM

A PMM do INPE é sem dúvida um projeto com razoável nível de inovação para o Programa Espacial Brasileiro. O risco cresce junto com a inovação. “No Risk ... No innovation” or “No Guts ... No Glory”³⁶. Neste sentido, um projeto do calibre deste da PMM requer cuidados sobre os drivers de riscos e incertezas, e isso passa por avaliações da complexidade e da incerteza das principais tarefas. Conceitualmente, Incerteza é tudo que é desconhecido para o projeto, enquanto que o Risco é tudo que pode dar errado no projeto (SHENHAR; DVIR, 2010, pág. 183).

Categorizar o projeto por meio do modelo NTCR-Fv requer analisá-lo sob a perspectiva das dimensões Novidade, Tecnologia de Projeto de Sistema, Complexidade, Ritmo e Tecnologia de Projeto de Subistema e Equipamentos, conforme Tabela 5.3.

Para analisar a dimensão Novidade, recorre-se ao conceito de plataforma que já era conhecido no INPE desde o início do programa CEBERS em 1988. Os satélites da família CBERS utilizam um Módulo de Serviço, ou plataforma, para acomodar todos os equipamentos responsáveis pelo provimento dos serviços requeridos pelos instrumentos da missão. Contudo, a plataforma CBERS não é multimissão, ela é dedicada exclusivamente à missão CBERS. Neste sentido, o projeto da PMM introduziu um avanço ao conceito da plataforma CBERS, ao configurá-la como plataforma multimissão. Portanto, ela se enquadra como geração nova de produto existente. Neste caso, para a categorização da PMM na dimensão novidade por meio do modelo NTCR-Fv, ela será enquadrada na escala de novidade como projeto de plataforma³⁷.

No modelo NTCR-Fv a dimensão Tecnologia é dividida em duas subdimensões: Tecnologia de Projeto de sistema, ou simplesmente T, que captura a incerteza técnica referente às atividades de design de sistema, projeto térmico, estrutural, integração, testes e verificação, e conseqüentemente o risco técnico de integrar a PMM constituída por tecnologias com níveis diferentes de maturidade, ou TRLs

³⁶ BRANDS, Robert F.; KLEINMAN, Martin J. Robert's Rules of Innovation: A 10-step Program for Corporate Survival. John Wiley & Sons, 2010.

³⁷ O termo plataforma representa a escala da Novidade, que pode ser: Derivativo; Plataforma ou Inovação. Ele aqui não significa Módulo de Serviço.

diferentes; e incerteza da Tecnologia de projeto de subsistema e equipamento, ou simplesmente Fv, que está relacionada com a incerteza do desenvolvimento dos equipamentos e subsistemas a cargo da indústria.

Sobre a Tecnologia de Projeto de sistema, ou simplesmente dimensão T do modelo, não é despendendo reforçar que além do projeto da PMM ter como propósito a exploração do espaço, o que já pode apontar como um projeto de alta tecnologia, pois é inconcebível alcançar o espaço com projetos de baixo conteúdo tecnológico, trata-se também da primeira PMM a ser integrada pelo INPE, o que coloca mais desafio e aumenta o risco técnico do processo de integração. Portanto, será considerado que a dimensão T - tecnologia de projeto de sistema PMM classifica-se como projeto de alta tecnologia.

Sobre a dimensão Fv, o ajuste que foi proposto no modelo de Yassuda (2013), transformando-o na representação NTCR-Fv, ver seção 5.2, aponta que para se examinar esta subdimensão, ou a tecnologia de subsistema e equipamento, impõe-se que seja examinada a prontidão tecnológica em termos da situação da qualificação destas tecnologias à época do início do projeto. Portanto, para categorizar o projeto nesta dimensão será necessário examinar a maturidade de cada uma das tecnologias que constituem a PMM. Como o projeto da PMM foi executado por meio de dois subprojetos contratados, então esta categorização será feita dentro de cada um dos subprojetos, a saber: o primeiro subprojeto foi contratado do Consórcio PMM constituído por quatro empresas para o fornecimento dos subsistemas Estrutura, Suprimento de Energia, Propulsão e TT&C; o segundo subprojeto foi contratado da empresa argentina INVAP para o fornecimento do subsistema ACDH, que por sua vez é constituído por dois computadores: o computador de controle de atitude e órbita e o computador responsável pela gestão de bordo do satélite.

Após estas explicações, remete-se a avaliação da dimensão Fv, ou análise da maturidade das tecnologias dos subsistemas / equipamentos que compõem a PMM para ser feita nas Secções 6.3.1 e 6.3.2.

Sobre a dimensão Complexidade, nota-se primeiramente que o desenvolvimento dos subsistemas que compõem a PMM é realizado em locais diferentes e por

forneedores também diferentes, inclusive no exterior. Além disso, a própria gestão do projeto é, em parte, compartilhada entre o INPE e a AEB. Portanto, existe uma miríade de relacionamentos de atividades técnicas, administrativas e gerenciais por força da variedade de organizações participantes do desenvolvimento do projeto. O INPE é a organização responsável pela integração do produto final. O desenvolvimento dos subsistemas que compõem a PMM foi dividido entre dois subcontratos sob a liderança do INPE. O INPE é a organização integradora. O INPE tem a responsabilidade pelo produto final, inclusive a verificação dos requisitos de desempenho, qualidade, confiabilidade, dentre outros. A Figura 6.3 mostra o relacionamento entre as organizações responsáveis pelo projeto. A Tabela 6.1 mostra as responsabilidades no projeto de cada organização. Nota-se que a organização do projeto caracteriza um projeto de sistema. Por tudo isso, o projeto da PMM será categorizado na dimensão Complexidade como projeto de sistema.

Sobre a dimensão Ritmo, embora o projeto não tivesse uma janela de oportunidade crítica, cuja perda colocaria em risco a continuidade do projeto, o projeto não poderia também ficar sem uma meta temporal firme de conclusão, pois traria perdas e desgastes para o programa e para as organizações de governo responsáveis. Neste sentido, ele poderia ser categorizado como projeto de tempo rápido.

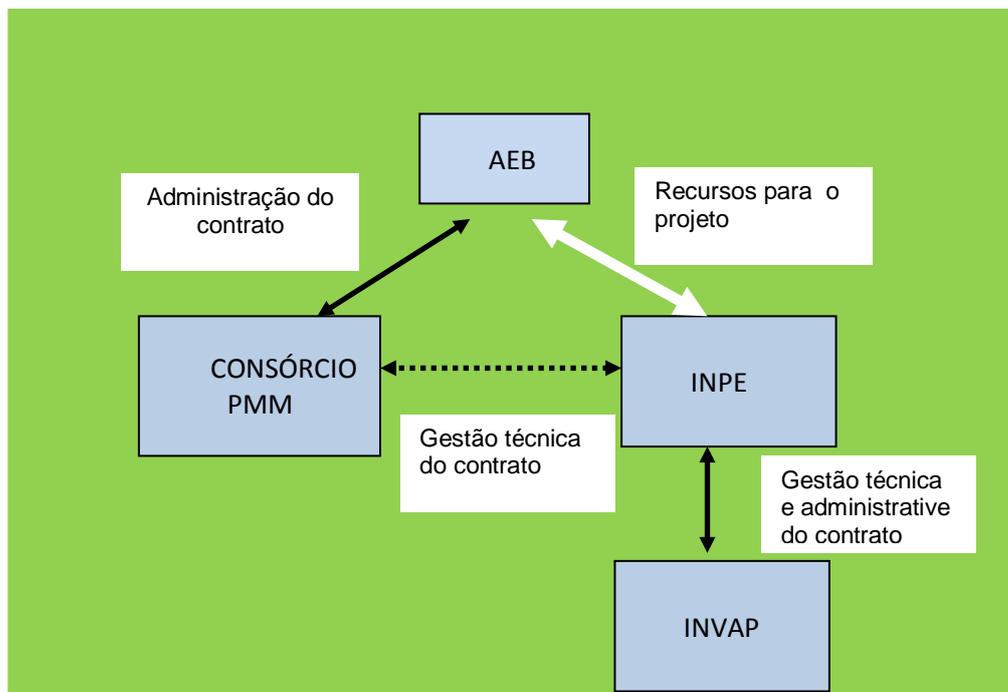


Figura 6.3 – Relacionamento entre as organizações do projeto

Tabela 6.1 - Responsabilidades das organizações

Organização	Responsabilidade no projeto
AEB	Prover os recursos orçamentários e financeiros
	Administrar o contrato com o Consórcio PMM
INPE	Autoridade do projeto do sistema PMM
	Responsável pela integração da PMM
	Responsável pelos testes da PMM
	Gerenciamento técnico do contrato do consórcio PMM
	Gerenciamento técnico e administrativo do contrato INVAP
	Responsável pelos requisitos dos subsistemas
	Responsável pela aceitação dos subsistema
Consórcio PMM	Responsável pelo desenvolvimento, qualificação e entrega dos modelos de voo dos subsistemas: PSS, Estrutura; Propulsão e TT&C
INVAP	Responsável pelo desenvolvimento, qualificação e entrega dos modelos de voo do subsistema ACDH

6.3.1 Maturidade das Tecnologias Objeto do Consórcio PMM

No início do projeto o subsistema Estrutura se encontrava com as tecnologias críticas dominadas e validadas em ambientes relevantes, como termo vácuo e vibração. Portanto, o subsistema Estrutura estava no nível TRL 5. No subsistema Propulsão, as tecnologias críticas são solda em tubo de aço e tanques para armazenamento do combustível. O fornecedor deste subsistema no Consórcio optou por comprar os tanques com histórico de voo, TRL 6. Já a tecnologia de solda estava disponível a época do contrato e já havia sido demonstrada em ambiente relevante, portanto este subsistema estava com TRL 5. O subsistema suprimento de energia é composto por Painel Solar, SADA, Bateria e PCDU. Tecnologia de painel solar já estava dominada pelo fornecedor, inclusive com equipamentos de voo já fabricados para outro satélite. Assim, para o painel solar da PMM restaria o redimensionamento do painel sem nenhuma novidade nas tecnologias. Portanto, o painel solar estava com maturidade TRL 5; SADA e Baterias eram produtos de prateleira, portanto ambos com TRL 6; o fornecedor da PCDU já tinha qualificado uma PCU (*power conditioning unit*) para outro programa do INPE. A unidade

desenvolvida era uma unidade apenas de condicionamento de potência. No projeto da PMM teria também a função de distribuição de potência. Portanto, o fornecedor dispunha parcialmente da tecnologia fundamental para desenvolver esta unidade. Seria necessário projetar a nova unidade utilizando a tecnologia já dominada pela empresa e agregar nova tecnologia para a parte de distribuição. Portanto, o Consórcio dominava os processos gerais, mas não o produto completo, esta tecnologia estava com TRL 4. O subsistema TT&C é composto por Transponder e Antenas. O Consórcio dominava os processos gerais, mas ainda não tinha construído nenhum dos produtos. Portanto, este subsistema estava com TRL 4.

6.3.2 Maturidade das Tecnologias Objeto do Contrato com A INVAP

O contrato com a INVAP para o fornecimento do ACDH foi firmado em 2008. O ACDH é composto pelos computadores denominados AOC (Attitude and Orbit Computer) e OBDH (On-Board Data Handling). À época do contrato, a INVAP já tinha projetado, construído, qualificado e produzido as unidades de voo do AOC para um satélite argentino. O AOC para a PMM seria o mesmo que foi fornecido para o satélite argentino. Portanto o AOC estava com TRL 6. Sobre o OBDH, a INVAP já tinha produzido um computador deste tipo, mas baseado em outro processador. Para a PMM seria necessário reprojeter o equipamento e modificar o software. Portanto, como a INVAP somente dispunha parcialmente das tecnologias a época do contrato, sendo necessário incorporar novas tecnologias para produzir o OBDH da PMM, este equipamento estava com TRL 4.

6.4 Categorização da PMM pelo Modelo NTCR-Fv

Pela análise apresentada nas Seções 6.3.1 e 6.3.2 a maturidade das Tecnologias de subsistema e equipamento da PMM estavam classificadas com TRL 4, TRL5 e TRL 6. Será considerado neste trabalho o elo mais fraco da cadeia, que no caso, é a maturidade TRL 4. Assim, as tecnologias dos subsistemas da PMM estavam com TRL 4, por ser a mais baixa entre todas. Neste caso, a dimensão F do modelo NTCR-Fv será categorizada como TRL 4.

A Tabela 6.2 reúne toda a análise feita na Seção 6.3 sobre as cinco dimensões do projeto, fornecendo assim, a categorização do projeto PMM por meio do modelo NTCR-Fv.

A Figura 6.4 apresenta graficamente a categorização da PMM nas cinco dimensões do modelo NCTR-Fv.

Tabela 6.2 - Resumo da categorização da PMM pelo modelo NTCR-Fv

Dimensão	Escala	Valor
Novidade (N)	Plataforma: Uma nova geração de uma linha de produção já existente, ou novos tipos de serviços para mercados / clientes novos ou existentes. São exemplos: nova geração de automóveis ou aviões; criação de uma nova geração de celular.	2
Tecnologia de Projeto de Sistema (T)	Alta: Projetos que utilizam majoritariamente novas tecnologias recentemente desenvolvidas. Exemplos: novos sistemas militares; novos computadores.	3
Complexidade (C)	Sistema: Trata-se de um produto que pode ser caracterizado como uma coleção complexa de elementos ou subsistemas, que, juntos, desempenham várias funções no atendimento de uma necessidade operacional específica.	2
Ritmo (R)	Tempo rápido: Conclusão do projeto no tempo programado é importante para a liderança da organização; atraso no cronograma pode perder oportunidade favorável para o produto.	2
Tecnologia de Projeto de subsistema e equipamento (Fv)	TRL 4 – A tecnologia disponível já está no nível de componente ou de equipamento crítico validado em laboratório	3

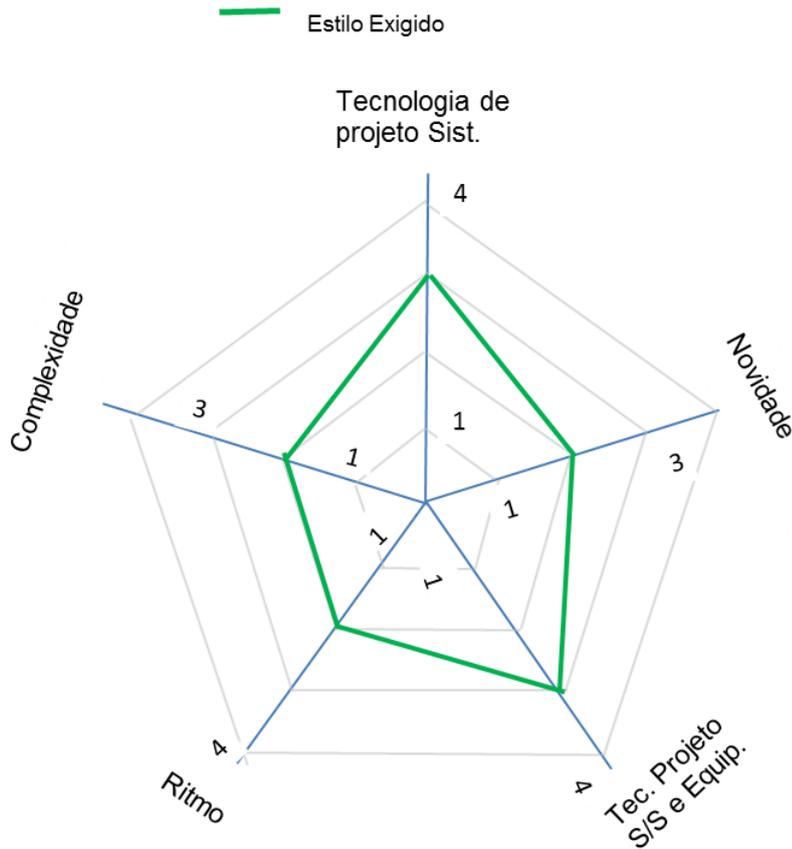


Figura 6.4 - Categorização da PMM

6.5 Escolha do Arranjo de Execução do Projeto

De acordo com a categorização do projeto PMM realizada por meio do modelo NTCR-Fv, as cinco dimensões receberam a classificação adjetivada mostrada na Tabela 6.2, a qual mostra também os valores correspondentes já convencionados e que foram definidos na Tabela 5.3.

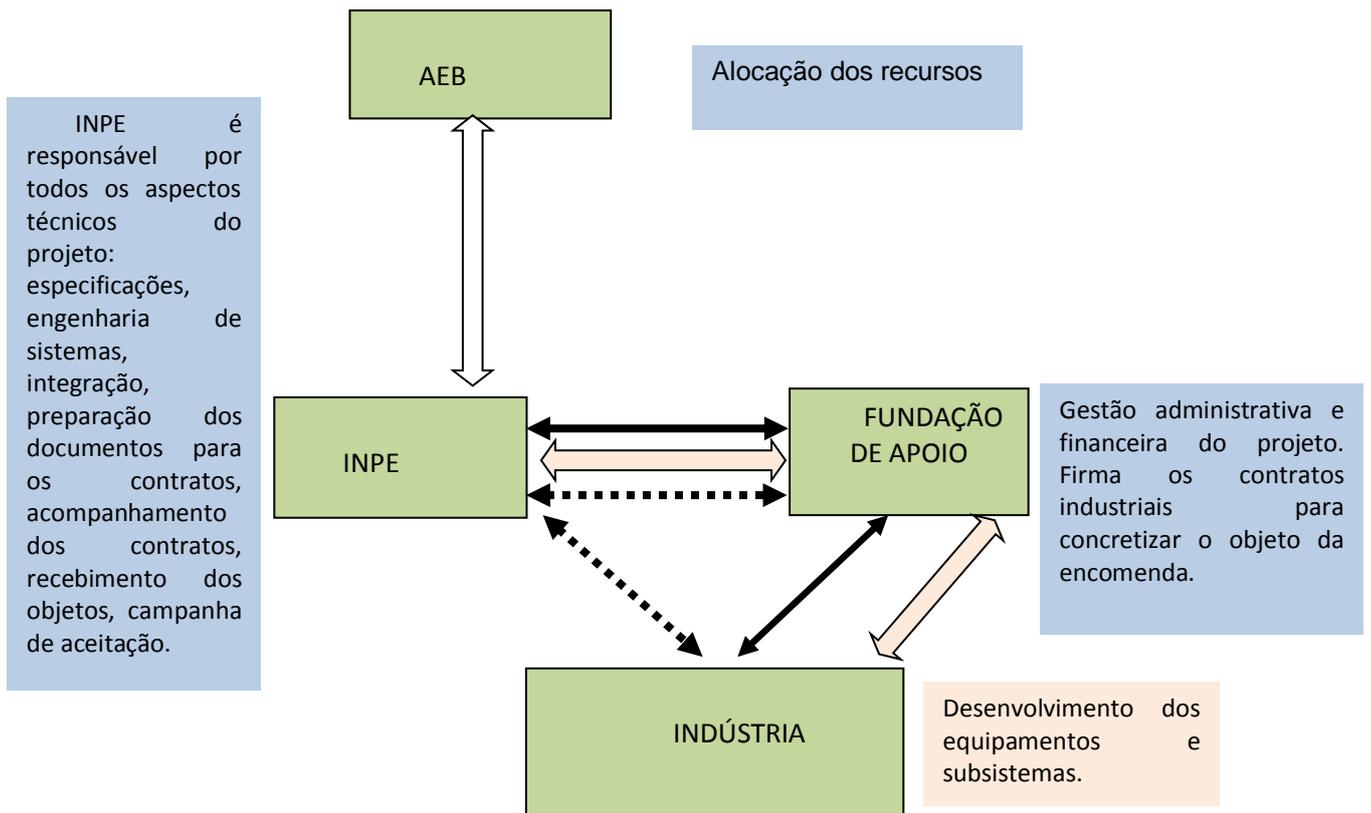
Aplicando os valores de cada uma das cinco dimensões da Tabela 6.2 na fórmula da função **Arranjo** da Secção 5.3, ou seja: N=2, T=3, C=2, R=2 e Fv=3 tem-se que:

$$\text{Arranjo } (2,3,2,2,3) = \left\{ \begin{array}{l} \text{Convênio} \end{array} \right.$$

Portanto, o arranjo executivo que oferecia a melhor alternativa para a execução do projeto seria por meio de um convênio firmado entre a organização integradora que lidera o projeto, no caso o INPE, com sua fundação de apoio, a qual seria

responsável pela gestão administrativa e financeira do empreendimento. A organização integradora continuaria executando o mesmo papel técnico de coordenação do projeto e de integração, testes e verificação do sistema completo. Porém, todas as atividades de compras e contratos seriam desenvolvidas pela fundação apoiadora. O INPE se concentraria na execução eminentemente técnica do projeto.

O fluxo de recursos e a estrutura organizacional e de comando estão simplificada e apresentados na Figura 6.5.



Governança do sistema

Estabelecido comitê decisório constituído por membros indicados pela AEB e INPE. Este comitê é responsável por todas as decisões sobre o arranjo. Inclusive sobre o que contratar, sobre seus aditivos, encerramentos etc.

Figura 6.5 - Estrutura organizacional do Projeto sugerida pelo modelo

6.6 Estilo Gerencial para o Projeto PMM

A partir da categorização do projeto por meio do modelo NTCR-Fv pode-se pensar em definir o estilo gerencial decorrente desta categorização que deveria ser implementado pelos gestores. O estilo gerencial é a combinação das várias tarefas do gerenciamento de projeto, adaptadas ou contingenciadas pelas dimensões N, T,

C, R e F para o caso concreto, que o gestor escolhe para gerenciar o projeto. A escolha recai sobre a alocação de recursos, avaliação de riscos, escolha de ferramentas e de formas de mensuração de resultados, dosagem da autonomia da equipe, formalismo/burocracia, definição das revisões a serem adotadas no projeto, definição do instante para congelamento das especificações e dos requisitos do produto, definição da política de modelos e protótipos, definição da matriz de testes, políticas para controle da configuração, gestão da qualidade, gestão do custo, gestão das comunicações, dentre outros. Cada uma das dimensões do NTCR-Fv fornece as informações e características do projeto para que os gestores possam combiná-las e colocar o foco da gestão em conformidade com estas características.

A Tabela 6.2 e Figura 6.4 mostram os valores em cada uma das dimensões N, T, C, R e Fv do modelo para o projeto PMM. Tais valores fornecem a base para a definição do estilo gerencial para o projeto. Exatamente por isso, ou seja, pelo fato de que cada categorização proporciona um estilo gerencial exclusivo para o projeto que deu causa a esta categorização, é que o método se enquadra como contingencial ou adaptativo.

Considere a dimensão novidade. Pela classificação já realizada, a PMM se enquadra como um projeto de Plataforma. Olhando o projeto por esta dimensão, a preocupação aqui é com a incerteza dos requisitos e das especificações do produto devido a sua característica de novidade. A questão está relacionada com o momento em que os requisitos e especificações do produto estarão prontos. No lançamento do projeto pode haver dúvidas ou inconsistência sobre os requisitos do produto, pois a novidade afeta o conhecimento a priori. Como consequência desta incerteza no requisito do produto, o desenvolvimento do projeto é afetado, pois poderá haver mudança no requisito do produto, impactando em revisão de requisito e muito possivelmente em redesign do produto. Nesta situação, serão necessárias ações que reduzam simultaneamente incerteza do requisito e do design do produto. Deveria ser adotada, na fase inicial do projeto, muita interação entre o INPE e o Consórcio para congelar os requisitos rapidamente. Possivelmente seria necessária a construção de protótipo dos produtos com maiores incertezas e a montagem de um modelo simplificado da PMM. Após este processo seriam revisados os requisitos e posterior congelamento. Não seria prudente iniciar o contrato sem a previsão da

atualização dos requisitos dos vários subsistemas, pois o INPE, no momento da assinatura dos contratos, ainda tinha dúvidas sobre os requisitos destes subsistemas. Somente por meio de uma integração de um modelo simplificado da PMM é que seria possível reduzir as dúvidas e conseqüentemente dar mais confiança ao INPE para decidir o momento para o congelamento dos requisitos, e ao consórcio, para projetar os equipamentos.

Neste sentido, deveria ser feito grande esforço para a produção dos modelos de engenharia dos equipamentos em um tempo muito curto. Até o congelamento dos requisitos deveria ser deixada a configuração livre, ou seja, adotar um sistema flexível até o congelamento do projeto. Dai para frente adotar um sistema rígido de gestão da configuração.

Considere a dimensão Tecnologia de Projeto de sistema. Pelo modelo NTCR-Fv, esta dimensão trata da incerteza da organização que faz a integração do sistema, que no caso em comento da PMM esta organização é o INPE. Neste caso, a incerteza está ligada principalmente às atividades de especificações dos requisitos dos subsistemas que compõem a PMM, ao projeto do sistema PMM, ao projeto da montagem, integração, teste e verificação da PMM, à aprovação e aceitação dos projetos dos subsistemas. Quando a incerteza tecnológica é baixa, significa que já existem os desenhos, os procedimentos e não serão necessários novos desenvolvimentos e novos testes. A integração será feita com base nos desenhos existentes. Contudo, como a PMM é um projeto de alta tecnologia categorizado com novidade de plataforma (dimensão N), então serão necessários: novos desenhos, fabricação de protótipos para as integrações, os testes, definir o momento para o congelamento da baseline, plano de revisões técnicas e gerenciais do projeto. Diante de tudo isso, deve-se adotar um estilo gerencial flexível e tolerante às mudanças na configuração até o ponto de congelamento da baseline, que deve acontecer um pouco antes da metade do tempo total do cronograma. Tão logo a baseline seja congelada, deve-se adotar uma postura rígida e não aceitar mais mudanças na configuração. Outro aspecto que deve ser reforçado é o sistema de comunicação, pois a equipe técnica precisa compartilhar as experiências advindas dos avanços nas novas tecnologias. Portanto, além da comunicação formal do projeto, deverão ser proporcionados canais informais para comunicações frequentes

da equipe. O gerente deve ser bem técnico para poder avaliar o trabalho técnico e tomar as decisões corretamente. O ideal seria contrato reembolsável até o congelamento e depois contrato com preço fixo.

Sobre a dimensão complexidade, o modelo NTCR-Fv defende que esta dimensão afeta a estrutura organizacional do projeto e o grau de formalismo das atividades do projeto. O nível de complexidade da PMM foi categorizado como de sistema. Considerando este nível de complexidade, decorre que a configuração do sistema deve ser muito bem controlada devido a enorme variedade de partes envolvidas. Há também a necessidade de realizar uma integração do sistema rapidamente, pois existe grande variedade de interfaces que são normalmente fontes de incertezas e erros. Para integrar a PMM há a necessidade de antecipar modelos dos subsistemas contratados do consórcio e da INVAP para verificar seu funcionamento. O gerente deve assumir um estilo formal e burocrático na comunicação com os subcontratados para evitar propagação de “ruídos”. O gerente deve ter grande foco nas especificações dos requisitos dos subsistemas e no projeto e AIT do sistema.

Já na dimensão Ritmo, o projeto da PMM foi categorizado como projeto de tempo rápido-competitivo, o modelo NTCR-Fv defende que esta dimensão afeta a autonomia da equipe de projeto. Ou seja, quanto mais urgente for o tempo para a conclusão do projeto, maior deve ser a autonomia da equipe. Isto é mais ou menos intuitivo, pois se o tempo é uma variável crítica para o projeto, então as decisões devem ser tomadas com grande rapidez. No caso da cadeia de decisão ser longa, como reflexo de baixa autonomia da equipe de projeto, a tendência é a demora na tomada de decisões, o que implica tempo perdido em decorrência de projeto parado a espera de uma decisão. A burocracia também é outra inimiga da rapidez na execução do projeto. Nesta dimensão a burocracia deve ser inversa ao nível de urgência do tempo para a conclusão do projeto. Ou seja, projeto com tempo muito crítico não pode ser burocrático. No caso concreto, em que o ritmo não é tão ameaçador para a saúde do projeto, ele tolera razoável nível de burocracia. Para o caso da PMM o projeto pode ser organizado na forma matricial, com um sistema de controle das equipes de projeto do INPE e dos fornecedores subcontratados. O envolvimento da alta gerência da organização também é um ponto importante, e deve crescer com a urgência do tempo para o projeto. Para a PMM a alta gerência

deve pelo menos se envolver nas revisões de final das fases para decidir o progresso do projeto. Deve ser adotado um estilo gerencial semirrígido e canais de comunicação múltiplos e extensivos por todas as áreas funcionais; a documentação deve ser formal complementada por certa interação informal. Adotar plano extensivo do gerenciamento de risco; no início do projeto o modelo recomenda que devem ser identificadas as áreas potenciais de risco e elaborados planos de controle para reduzir ou neutralizar as ameaças de atrasos para o projeto.

Considere a dimensão Tecnologia de subsistemas e equipamentos, ou dimensão Fv do modelo NTCR-Fv. Esta dimensão trata da incerteza da organização, ou das organizações, responsáveis pelo desenvolvimento dos subsistemas e equipamentos, que para a PMM estas organizações são o Consórcio PMM e a empresa argentina INVAP. A incerteza de projeto e fabricação de equipamentos e subsistemas remete ao nível de maturidade das tecnologias em questão. Conforme já analisado nas Seções 6.3.1 e 6.3.2 estas tecnologias foram classificadas com níveis de TRL de 4 a 6. Isto significa que na época de lançamento do projeto, as tecnologias, no pior caso (TRL4), estavam disponíveis em componentes ou equipamentos críticos já validados em laboratório. Para estas tecnologias, a incerteza tecnológica de fabricação está ligada aos processos industriais, às ferramentas específicas, à mão de obra, à infraestrutura, aos materiais, aos componentes, à gestão de configuração e da qualidade. Claramente, deveria ser adotado um estilo priorizando a montagem de protótipos dos equipamentos com TRL 4, num espaço de tempo muito curto. Para tanto, dever-se-ia adotar um estilo gerencial flexível e tolerante às mudanças na configuração até o ponto de congelamento da baseline destes equipamentos, que deveria ter acontecido um pouco antes da metade do tempo total do cronograma. Tão logo a baseline fosse congelada, deveria ser adotada uma postura rígida e não aceitar mais mudanças na configuração. Deveriam ser identificadas, no início dos contratos, todas as tecnologias de fabricação/montagem ainda não totalmente dominadas pelas empresas e preparar planos de qualificação para evitar ameaças ao cronograma no futuro. Outro aspecto que deveria ser reforçado é o sistema de comunicação, pois a equipe técnica precisa compartilhar as experiências advindas dos avanços nas novas tecnologias. Portanto, além da comunicação formal do projeto, deveriam ser proporcionados canais informais para comunicações frequentes da equipe. O

relacionamento contratual deveria ser flexível até o congelamento das baselines, após este ponto, deveria ser burocrático e rígido. O ideal seria adotar um sistema de contrato reembolsável até o congelamento das baselines e depois contrato com preço fixo.

6.7 Análise do Estilo Gerencial Real da PMM

O contrato da PMM com o consórcio para desenvolver os subsistemas Estrutura, Propulsão, Suprimento de Energia e TT&C foi assinado em 2001 para ser concluído em cinquenta meses. Passados quase treze anos, ainda não foi possível qualificar a PMM. A seguir utiliza-se o modelo NTCR-Fv para fazer uma análise perfunctória da gestão real do projeto e verificar se, em retrospecto, esta ferramenta pode auxiliar na identificação de causas que contribuíram para os atrasos.

Pressupõe-se que os gerentes de um projeto categorizado como de plataforma, alta-tecnologia, sistema, de tempo rápido-competitivo e com maturidade tecnológica classificada nos níveis de TRL 4, deveriam alocar um período confortável de tempo para a definição dos requisitos com o feedback dos usuários, preparação dos planos e integração dos subsistemas. Decorridos este longo período, ainda não foi possível a integração de um modelo completo de PMM. Isto sinaliza que o projeto foi tratado num Ritmo mais baixo que o real. Ou seja, ele foi gerenciado, possivelmente como projeto de tempo regular. Outra dimensão que não foi adequadamente gerenciada foi a complexidade. Pelas características da gestão real adotada, o projeto foi enquadrado com nível de complexidade inferior ao de sistema, ou seja, nível de complexidade de montagem. Em decorrência do enquadramento do projeto em nível 2 na dimensão ritmo, a urgência para conclusão do projeto não foi considerada e os protótipos e modelos de equipamentos para a integração da PMM não foram priorizados, nem tampouco os cuidados com as tecnologias ainda não dominadas na época do lançamento do projeto. Sabe-se que sem pressão para a conclusão do projeto, é natural demorar mais que o tempo planejado. Mas no caso da PMM o escorregamento do cronograma foi muito significativo. Conclui-se que a causa fundamental para tanto atraso no projeto foi em decorrência do projeto ser gerenciado como um projeto de Ritmo regular e de complexidade de montagem. Neste sentido, a metodologia foi capaz de identificar a causa para os atraso na execução do projeto.

De acordo com os documentos examinados pelo autor, existe coerência da gestão real do projeto com a exigida para as dimensões Tecnologia de Projeto de sistema, Novidade e Tecnologia de projeto de subsistema e equipamento. As atitudes dos gerentes para estas dimensões se alinham perfeitamente com aquelas atitudes indicadas pelo modelo nas seções anteriores. A Figura 6.6 apresenta a categorização exigida pelo modelo NTCR-Fv (linha contínua na cor verde) e a gestão real utilizada pelos gerentes do projeto da PMM (linha pontilhada na cor vermelha). Assim, o estilo gerencial real adotado pelos gerentes se alinha com o estilo gerencial exigido pelo Modelo NTCR-Fv, exceto nas dimensões Complexidade e Ritmo. A Tabela 6.3 resume a categorização real usada para conduzir o projeto e a exigida pelo modelo NTCR-Fv. A Figura 6.7 mostra a estrutura organizacional real do projeto envolvendo as principais instituições.

Por fim, observa-se que o arranjo real utilizado para executar o projeto está mostrado na Figura 6.7, enquanto o arranjo exigido pelo modelo está mostrado na Figura 6.5. A diferença fundamental entre os dois arranjos é a ausência do Convênio entre o INPE e a Fundação de Apoio para realizar a gestão administrativa e financeira do objeto, que daria mais velocidade a todo o sistema de contratação e de seus subsequentes termos de ajustes, contribuindo assim, para reduzir atrasos. Outro ponto a observar é que no arranjo exigido caberia a AEB tão somente a alocação dos recursos e a participação no comitê de Governança. Já no arranjo real, coube a AEB também a execução parcial do objeto por meio da celebração de contrato com o Consórcio PMM. Esta situação impôs maior complexidade ao sistema.

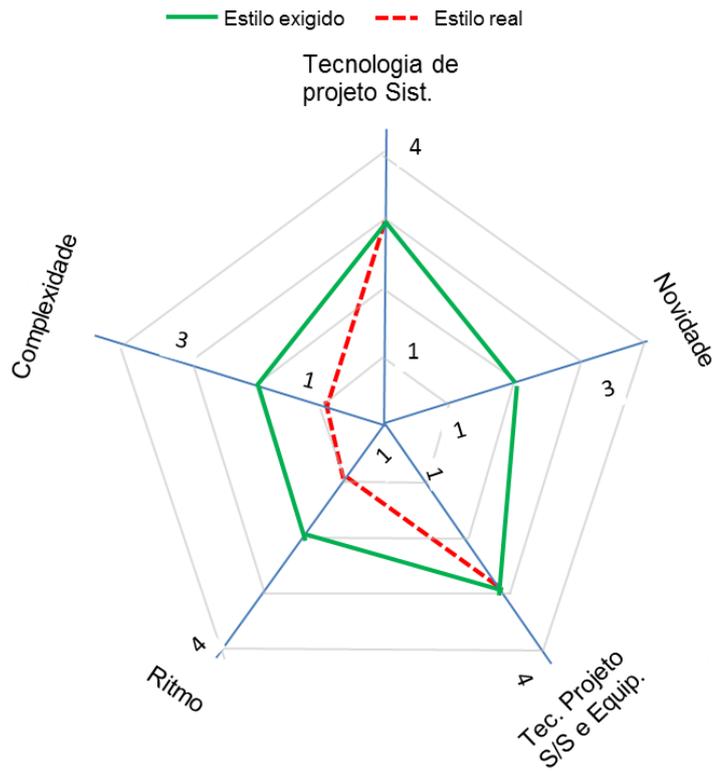


Figura 6.6 - Categorização da PMM: exigido e real

Tabela 6.3 – Gerenciamento da PMM pelo modelo NTCR-Fv: requerido e real

Dimensão	Exigido	Real
Novidade	Plataforma: A PMM é um novo conceito de plataforma que será usada como módulo de serviço para vários tipos de satélites, com possibilidade para aceitar mudanças na carga útil e na própria órbita. Ela pode ser classificada como uma família nova do conceito de plataforma que o INPE já conhecia.	Plataforma: Esta dimensão está ligada a incerteza no requisito. Há relatos que tempos após o lançamento do projeto foram revisados alguns requisitos, demonstrando que de fato havia incerteza nos requisitos no momento do lançamento do projeto. Contudo, a falha de não apressar os protótipos para viabilizar uma integração da PMM pode representar ainda uma dificuldade futura para o projeto.
Tecnologia de projeto de sistema	Alta tecnologia: Embora algumas tecnologias estejam com TRL 6, o conjunto significativo das tecnologias é constituído por novas tecnologias. Além disso, o próprio conceito de PMM é o primeiro para o programa espacial do INPE.	Alta tecnologia: tipicamente, um projeto de alta tecnologia requer um programa consistente de revisões técnicas e comunicação frequente entre a equipe; muitos testes; flexibilidade para mudanças nos desenhos e requisitos; pessoal técnico altamente especializado. Tudo isto foi observado no gerenciamento da PMM.
Complexidade	Sistema – A PMM é um conjunto complexo de elementos e subsistemas interativos, que funcionam como uma unidade para cumprir o seu papel operacional.	Montagem: Conceitualmente a PMM é um sistema. Além disso, a estratégia de desenvolvimento da PMM incluiu contrato por meio de um consórcio formado por quatro empresas, cujo gerenciamento é compartilhado pela AEB e INPE e de outro contrato com empresa Argentina. Isto aumenta mais a complexidade do processo. Como um sistema, a PMM requereria integração de hardware e software. Infelizmente não foi possível adiantar as integrações da PMM com perdas para a verificação dos requisitos do sistema, mesmo depois dos quase quatorze anos do início do projeto. A gestão foi conduzida como complexidade de montagem.
Ritmo	Rápido: A PMM deveria ser concluída no tempo oportunizado pelo próprio plano de trabalho visando a sustentabilidade organizacional e o fortalecimento de sua liderança. Existe flexibilidade para atrasos, porém não exagerada pois isto pode trazer implicações negativas para a imagem organizacional.	Regular: Ao examinar a situação atual do projeto, verificando-se que após quase quatorze anos de seu início ainda não foi possível fazer a integração completa de um modelo de PMM, pode-se concluir que a variável tempo não foi considerada como crítica para o sucesso organizacional.
Tecnologia de projeto de subsistema e equipamento	TRL 4: Algumas tecnologias já estavam qualificadas no início do projeto. Contudo, o maior número das tecnologias estava com maturidade TRL 4. Adotou-se o elo mais fraco da cadeia.	TRL 4: As exigências contratuais expressas formalmente nos requisitos constantes do plano de desenvolvimento e teste da maioria dos objetos contratados, se alinham com uma gestão de projeto de TRL 4.

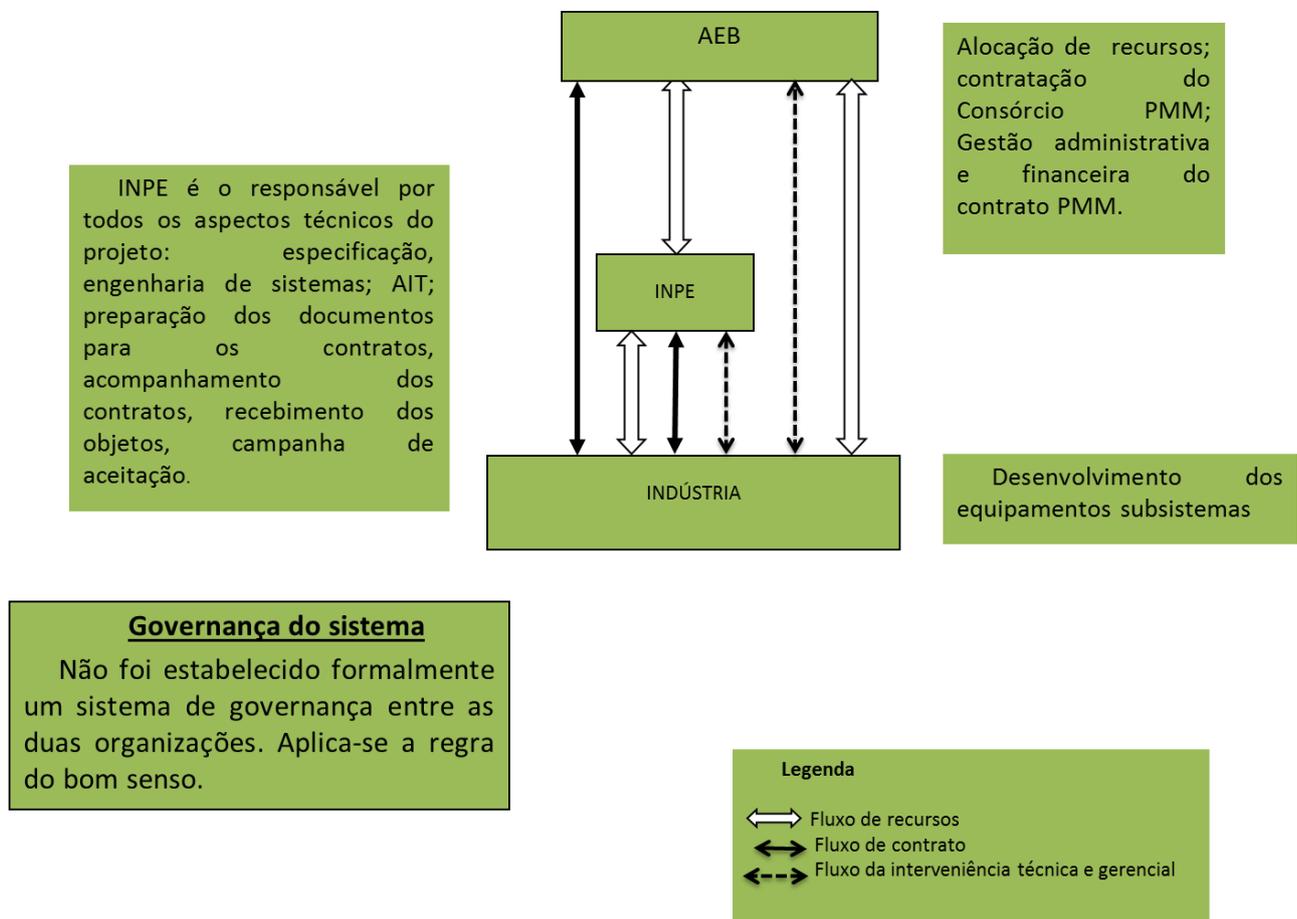


Figura 6.7 - Estrutura organizacional real

7. CONCLUSÃO

Partindo-se da suposição de que projetos de alta tecnologia gerenciado por órgãos públicos brasileiros e desenvolvidos na indústria local, carecem de flexibilização tanto no estilo gerencial como no tipo da avença a ser firmada entre o ente público com o privado, o trabalho buscou, primeiramente, reunir elementos objetivos extraídos da literatura e da experiência vivenciada no programa espacial brasileiro para suportar esta assertiva.

Sobre a necessidade da flexibilização no estilo gerencial, a teoria da contingência aplicada à gestão de projetos já pacificou esta questão ao demonstrar que “um modelo não serve para todos”. Assim, em função das mudanças que ocorrem no ambiente ao longo do desenvolvimento do projeto, os gerentes tem que considerar a flexibilização no modelo de gestão para aumentar as chances de sucesso do empreendimento. Para corroborar com este entendimento, recorre-se ao trabalho de Yassuda (2013), que desenvolveu e aplicou o modelo da teoria contingencial denominado NTCR-F nos projetos de subsistemas e sistemas espaciais no INPE. A aplicação do modelo NTCR-F demonstrou que as incertezas associadas à Tecnologia de Projeto de sistema, Verificação e Integração e as incertezas associadas à Tecnologia de subsistema e equipamento variam entre si dentro de um mesmo subsistema e de um subsistema para outro, indicando que esses projetos possuem características distintas no que tange a essas incertezas. Assim, a forma de gestão para cada um deles deve ser também distinta para garantir a redução de riscos ao sucesso do projeto como um todo (YASSUDA, 2013).

Para provar que também há a necessidade de flexibilização do tipo da avença a ser firmada entre o ente público e o privado para o desenvolvimento de projetos de alta tecnologia, recorreu-se aos documentos contratuais existentes no INPE, documentos históricos do programa CBERS 3&4, bem como a fatos testemunhados pelo autor, tanto na posição de gerente da Garantia do Produto dos Programa de satélites do INPE, como na posição de gestor público no INPE ou na Agência Espacial Brasileira. Além disso, Oliveira (2014) ao estudar os efeitos positivos da política de compras do INPE para o adensamento tecnológico da cadeia industrial do setor espacial, estudou em profundidade todas as empresas fornecedoras dos equipamentos / subsistemas do satélite sob responsabilidade do lado brasileiro no

tratado internacional. De seus achados, baseados em entrevistas com as empresas fornecedoras, dois deles se alinham e se harmonizam com a argumentação aqui defendida. Ou seja, impõe-se que se flexibilize também o arranjo executivo do objeto, pois o modelo atual de contrato aplicado para todos os casos se mostra pouco eficaz.

“Os próprios contratos dos satélites CBERS 3&4 são apontados pela maioria das empresas como deficitários, em função da grande extensão de prazo em relação ao previsto à época da assinatura dos contratos, sem a possibilidade jurídica de se fazer uma reavaliação de custos, já que, conforme alegam as empresas, os custos destes contratos, fortemente baseados na componente “homens/hora de engenharia especializada”, são fortemente impactados na medida em que esta componente de custo se prolonga” (OLIVEIRA, 2014).

“Outra observação frequente por parte das empresas, também relacionada à dilatação entre os prazos previstos inicialmente e os efetivamente gastos na execução do contrato, diz respeito ao cronograma físico-financeiro de reembolso, baseado em marcos contratuais pré-definidos e vinculados a constatações objetivas quanto ao avanço da maturação do projeto e fabricação do produto. Como estes são contratos de desenvolvimento muito sujeitos a ocorrências imprevisíveis “ex ante”, e sendo proibido, em contratos administrativos, a antecipação de pagamento, é comum que os investimentos necessários para realização do objeto previsto nos marcos contratuais demorem a serem ressarcidos às empresas – após cumprimento integral do objeto e completa verificação e aceitação por parte do INPE – gerando ônus financeiros que os contratos administrativos não permitem considerar” (OLIVEIRA, 2014).

Considerando que há necessidade de flexibilização do tipo da avença a ser firmada entre o ente público e o privado para os contratos de desenvolvimento de alta tecnologia gerenciados no governo e desenvolvidos na indústria, o trabalho sugere uma heurística como ferramenta para escolher o arranjo para implementar o projeto. O arranjo executivo proposto pela heurística aparentemente é adequado para executar este tipo de projeto em um ambiente dinâmico, como é o caso dos projetos do setor espacial conduzidos por órgãos públicos brasileiros. A heurística proposta utiliza o modelo NTCR-Fv que é uma variante do modelo NTCR-F de Yassuda (2013).

A variante sugerida no modelo NTCR-F foi necessária para que a heurística desenvolvida venha albergar confortavelmente a existência de um órgão integrador responsável pelo sistema completo, o qual subcontrata o desenvolvimento dos subsistemas e dos equipamentos na indústria. Desta forma, as dimensões Tecnologia de Projeto e Tecnologia de fabricação do artefato de Yassuda (2013) foram ajustadas e redefinidas como segue: para a organização integradora a dimensão ficou definida como Tecnologia de Projeto de Sistema, e para as organizações responsáveis pelo desenvolvimento de subsistemas e equipamentos, a dimensão ficou definida como Tecnologia de Subsistema e Equipamento. Argumenta-se no trabalho que sendo as organizações responsáveis pelos subsistemas e equipamentos independentes da organização integradora, também o são suas tecnologias e correspondentes maturidades. Desta forma, faz sentido a proposição de métricas diferentes para medir cada uma destas dimensões tecnológicas. Também, por ser a maturidade tecnológica importante fonte de insucesso nos projetos tecnológicos do setor espacial brasileiro, foi que a heurística procurou incorporar esta característica para conferir à heurística maior realismo. Assim, o modelo NTCR-Fv usa na dimensão Tecnologia de Subsistema e Equipamento, uma métrica baseada no conhecido indicador TRL da NASA.

A heurística foi aplicada no Projeto da Plataforma Multimissão do INPE, cujos resultados indicam que o método é eficaz e que pode ser útil como ferramenta de gestão de projetos tecnológicos. Neste sentido, entende-se que o principal objetivo deste trabalho, que é o desenvolvimento de uma heurística para possibilitar a escolha do arranjo institucional mais adequado para melhorar o sucesso dos projetos, foi plenamente alcançado.

Um segundo resultado produzido por este trabalho foi o desenvolvimento de uma variante para o modelo de categorização de projetos NTCR-F de Yassuda (2013). A variante introduzida no modelo NTCR-F demonstrou ser apropriada para completar a heurística, assim este resultado também foi plenamente satisfeito com a inclusão da escala baseada no conceito TRL para a dimensão Tecnologia de Subsistema e Equipamento.

Outro resultado alcançado com este trabalho, foi uma proposta de política industrial para aumentar o sucesso de progresso da maturidade tecnológica de nível TRL 3

para alcançarem os níveis de maturidade TRL 4-6, contribuindo, assim, para reduzir a taxa da mortalidade das tais tecnologias com TRL 3.

Embora se tenha neste trabalho discutido a necessidade da AGU estudar e propor novas formas para os contratos industriais do setor espacial brasileiro tem-se a obrigação de reconhecer o esforço e o relevante trabalho realizado pela CJU/SJC para o programa espacial brasileiro, por meio do Parecer³⁸ de 02 de dezembro de 2014, que aprovou um Convênio entre o DCTA e a FUNCATE³⁹ para a gestão administrativa e financeira do projeto do Veículo Lançador de Microsatélite – VLM-1. O referido Convênio foi instruído com fundamento legal no art. 1º-A da Lei 8.958/94 combinado com o art. 10 da Lei 10.973/04. Portanto, este Parecer dá, em certa medida, validade às possibilidades de arranjos executivos sugeridos pela heurística, objeto deste trabalho, ao autorizar formalmente a celebração de Convênio entre ICT e sua Fundação de apoio para o desenvolvimento de projetos de alta tecnologia.

A heurística utiliza dimensões típicas encontradas em projetos tecnológicos: Novidade, Tecnologia de Sistema e Tecnologia de Subsistema e Equipamento. Desta forma, entende-se que há uma limitação para estender o uso da heurística nos projetos que não dispõem destas dimensões.

Poderia ser objeto de estudo avaliar em que circunstâncias, ou que adaptações seriam necessárias para aplicar a heurística em outros tipos de projetos.

³⁸ PARECER Nº 664/2014/CJU-SJC/CGU/AGU

³⁹ EXTRATO DE CONVÊNIO publicado na Seção 3 do DOU nº 252 de 30/12/2014 pág. 25

Espécie: Convênio Nº 813865/2014, Nº Processo: 67720029866201451, Concedente: COMANDO DA AERONAUTICA, Convenente: FUNDAÇÃO DE CIÊNCIA APLICAÇÕES E TECNOLOGIA ESPACIAIS CNPJ nº 51619104000110, Objeto: Apoio na gestão administrativa e financeira na execução do projeto de desenvolvimento tecnológico denominado Veículo Lançador de Microsatélites VLM-1, conforme detalhado no Plano de Trabalho, anexo. O apoio administrativo e financeiro da fundação consistirá na aquisição de bens e serviços, conforme previsto no Plano de Trabalho, de acordo com os prazos, custos máximos e características definidos pelo IAE., Valor Total: R\$ 79.000.000,00, Valor de Contrapartida: R\$ 0,00, Valor a ser transferido ou descentralizado por exercício: 2014 - R\$ 11.199.505,68; 2015 - R\$ 30.000.000,00; 2016 - R\$ 20.000.000,00; 2017 - R\$ 15.000.000,00; 2018 - R\$ 2.800.494,32

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGÊNCIA ESPACIAL BRASILEIRA (AEB). **Programa Nacional de Atividades Espaciais - 2012-2021 (PNAE)**. Brasília: Ministério da Ciência e Tecnologia, AEB, 2012.
- ATKINSON, R. Project management: cost, time and quality, two best guesses and a phenomenon, its time to accept other success criteria. **International journal of project management**, v. 17, n. 6, p. 337-342, 1999. ISSN 0263-7863.
- BACH, L. **Position paper sobre as experiências nacionais, especialmente os casos do Japão e da França**. São José dos Campos: INPE, 2006. (CPA-025-2006).
- BALACHANDRA, R.; FRIAR, J. H. Factors for success in R&D projects and new product innovation: a contextual framework. **IEEE Transactions on Engineering Management**, v. 44, n. 3, p. 276-287, 1997. ISSN 0018-9391.
- BARBOSA, J. I. M. et al. **Dinâmica econômica e produtiva dos setores empresariais relacionados às atividades do INPE**. São José dos Campos: INPE, 2006. (CPA-034-2006 Planejamento Estratégico do INPE).
- BARBOSA, J. I. M.; PERONDI, L. F. Projetos tecnológicos e o estilo gerencial. In: WORKSHOP EM ENGENHARIA E TECNOLOGIA ESPACIAIS, 1. (WETE), 2010, São José dos Campos. **Anais...** São José dos Campos: Inpe, 2010.
- BELASSI, W.; TUKEL, O. I. A new framework for determining critical success/failure factors in projects. **International journal of project management**, v. 14, n. 3, p. 141-151, 1996. ISSN 0263-7863.
- BERTO, R.; NAKANO, D. N. A produção científica nos anais do encontro nacional de engenharia de produção: um levantamento de métodos e tipos de pesquisa. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (ENEGEP), 20., 2000, São Paulo. **Anais...** São Paulo: [s.n], 2000. v. 19.

BREDILLET, C. N. Genesis and role of standards: theoretical foundations and socio-economical model for the construction and use of standards. **International Journal of Project Management**, v. 21, n. 6, p. 463-470, 2003. ISSN 0263-7863.

BURNS, T. E.; STALKER, G. M. **The management of innovation**. University of Illinois at Urbana-Champaign's Academy for Entrepreneurial Leadership Historical Research Reference in Entrepreneurship, 1961.

CHANDLER JR, A. D. **Structure and strategy**: chapters in the history of the American industrial enterprise. Cambridge. MA: MIT Press 1962.

COLLYER, S.; WARREN, C. M. Project management approaches for dynamic environments. **International Journal of Project Management**, v. 27, n. 4, p. 355-364, 2009. ISSN 0263-7863.

COOPER, R. G. Perspective: The Stage-Gate® Idea-to-Launch Process—Update, What's New, and NexGen Systems*. **Journal of Product Innovation Management**, v. 25, n. 3, p. 213-232, 2008. ISSN 1540-5885.

CRAWFORD, L.; HOBBS, J. B.; TURNER, J. R. **Project categorization systems: Aligning capability with strategy for better results**. Newtown Square, U.S. : Project Management Institute, 2005. 171p. ISBN 9781930699380.

DA SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 4. ed. Florianópolis: UFSC, 2005.

DRAZIN, R.; VAN DE VEN, A. H. Alternative forms of fit in contingency theory. **Administrative science quarterly**, p. 514-539, 1985. ISSN 0001-8392.

DEFENSE SCIENCE AND TECHNOLOGY ORGANISATION (DSTO). **Technical risk assessment handbook**. Canberra, Australia: DSTO, 2010. iv + 42 p.

DVIR, D. et al. In search of project classification: a non-universal approach to project success factors. **Research policy**, v. 27, n. 9, p. 915-935, 1998. ISSN 0048-7333.

EUROPEAN COOPERATION ON SPACE STANDARDIZATION (ECSS). **ECSS-ST-10C** - system engineering general requirements. Noordwijk, The Netherlands: ESA-ESTEC, 2009a.

_____. **ECSS-E-00A** - Space Engineering: Policy and Principles. Noordwijk, The Netherlands. ESA-ESTEC, 2009A

_____. **ECSS-M-ST-10C** - Project Planning and Implementation. Noordwijk, The Netherlands: ESA-ESTEC 2009b.

FORSBERG, K.; MOOZ, H.; COTTERMAN, H. **Visualizing project management: models and frameworks for mastering complex systems.** John Wiley & Sons, 2005. ISBN 0471746746.

FOURAKER, L. E.; STOPFORD, J. M. Organizational structure and the multinational strategy. **Administrative Science Quarterly**, p. 47-64, 1968. ISSN 0001-8392. DOI: 10.1002/tie.5060100415.

GIL, A. C. Métodos e técnicas de pesquisa social. In: _____. (Ed.). **Métodos e técnicas de pesquisa social.** São Paulo: Atlas, 2010.

GRAZIOLA, G. et al. **Prospettive ed effetti moltiplicativi degli investimenti nei settori ad alta tecnologia nelle economie avanzate.** Con particolare riferimento al settore spaziale in Europa. Roma, Itália: Agência Espacial Italiana: 322 p. 2009. Rapporto finale della ricerca per agenzia spaziale italiana.

HOWELL, D.; WINDAHL, C.; SEIDEL, R. A project contingency framework based on uncertainty and its consequences. **International Journal of Project Management**, v. 28, n. 3, p. 256-264, 2010. ISSN 0263-7863.

Moon, T., Smith, J., and Cook, S.C. (2005). Technology Readiness and Technical Risk Assessment for the Australian Defence Organisation. In: **Proceedings of the Systems Engineering, Test & Evaluation Conference, SETE 2005 – A Decade of Growth and Beyond**, Brisbane, Queensland.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE INC. (PMI). **PMbok** - Um guia do conjunto de conhecimentos em gerenciamento de projetos. 4. ed. Pensilvânia: 2008.

JOHNSON, S. B. Three approaches to big technology: operations research, systems engineering, and project management. **Technology and Culture**, p. 891-919, 1997. ISSN 0040-165X.

JOLLY, C.; RAZI, G. **The space economy at a glance**. OECD Publishing, 2007. ISBN 926403109X.

LAWRENCE, P. R.; LORSCH, J. W. Differentiation and integration in complex organizations. **Administrative science quarterly**, p. 1-47, 1967. ISSN 0001-8392.

_____. **Organization and environment: managing differentiation and Integration** Harvard Business Review Press, 1986. (Harvard Business School Classics).

LIPOVETSKY, S. et al. The relative importance of project success dimensions. **R&D Management**, v. 27, n. 2, p. 97-106, 1997. ISSN 1467-9310.

LONGO, W. P. E.; DE SOUSA MOREIRA, W. O acesso a" tecnologias sensíveis". **World Tensions/Tensões Mundiais**, v. 5, n. 9, 2009. ISSN 1983-5744.

LÉVÁRDY, V.; BROWNING, T. R. An adaptive process model to support product development project management. **IEEE Transactions on Engineering Management**, v. 56, n. 4, p. 600-620, 2009. ISSN 0018-9391.

MANKINS, J. C. **Technology readiness levels**. NASA, 1995. 5 p. White Paper. April 6

_____. **Technology readiness assessments: a retrospective**. Acta Astronautica, v. 65, n. 9, p. 1216-1223, 2009. ISSN 0094-5765.

MUNNS, A.; BJEIRMI, B. F. The role of project management in achieving project success. **International journal of project management**, v. 14, n. 2, p. 81-87, 1996. ISSN 0263-7863.

OLIVEIRA, M. E. R. D. **A Política de Compras do Programa Espacial Brasileiro como Instrumento de Capacitação Industrial**. 2014. 348 p. (sid.inpe.br/mtc-m19/2014/02.03.19.36-TDI). Tese (Doutorado em Engenharia e Gerenciamento de Sistemas Espaciais) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), São José

dos Campos, 2014. Disponível em: <<http://urlib.net/8JMKD3MGP7W/3FMAFFB>>. Acesso em: 22 jan. 2015.

ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). Science, Technology and Industry Scoreboard 2003. Canongate US, 2003. ISBN 9264103643.

PENNINGS, J. M. **Structural contingency theory-a reappraisal**. Research in organizational behavior, v. 14, p. 267-309, 1992. ISSN 0191-3085.

PERROW, C. **A framework for the comparative analysis of organizations**. American sociological review, v. 32, p. 194-208, 1967. ISSN 0003-1224.

PINTO, J. K.; SLEVIN, D. P. Critical success factors across the project life cycle. **Project Management Journal**, v. 19, n. 3, p. 67-74, 1988.

ROCHA, M. H. P. D.; NEGREIROS, L. A. D. O Sucesso de Projetos e a Escolha do Estilo de Gerenciamento adequado - Análise do Modelo NTCP (The Diamond Approach). In: CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO, 5., 2009, Rio de Janeiro/Niterói. **Anais...** Rio de Janeiro/Niterói: Firjan, 2009.

SALA-I-MARTIN, X. BLANKE, J. HANOUS, M. D. GEIGER, T. MIA, I. PAUA, F. **The Global Competitiveness Index**. Prioritizing the Economic Policy Agenda. The Global Competitiveness Report 2008–2009.

SAUSER, B. J.; REILLY, R. R.; SHENHAR, A. J. Why projects fail? How contingency theory can provide new insights—A comparative analysis of NASA's Mars Climate Orbiter loss. **International Journal of Project Management**, v. 27, n. 7, p. 665-679, 2009. ISSN 0263-7863.

SAUSER, B. J.; SHENHAR, A. J.; HOFFMAN, E. J. Identifying differences in space programs. In: ANDERSON, T.R.; DAIM, T.U.; KOCAOGLU, D.F. (eds.); MILOSEVIC, D.Z.; WEBER, C.M. (co-eds.). **Technology management: a unifying discipline for melting the boundaries**. Piscataway, NJ: IEEE Press, 2005. p. 392-402.

SCHMIDT, F. D. H. **Desafios e oportunidades para uma indústria espacial emergente: o caso do Brasil**. Brasília: IPEA, 2011.

SCHWAB, K. **The global competitiveness report 2013–2014**. Geneva, Switzerland: World economic forum, 2013.

SHAPIRO, A. A. Technology infusion for space-flight programs. In: AEROSPACE CONFERENCE, 2004. **Proceedings...** IEEE, 2004.v. 1,p 662-667.

SHENHAR, A. Project management style and technological uncertainty (part 1): from low-to high-tech. **Project Management Journal**, v. 22, n. 4, p. 11- 17, 1991.

SHENHAR, A. et al. Toward a NASA-specific project management framework. **Engineering Management Journal**, v. 17, n. 4, p. 8-16, 2005. ISSN 1042-9247.

SHENHAR, A. J. From low-to high-tech project management. **R&D Management**, v. 23, n. 3, p. 199-214, 1993. ISSN 1467-9310.

_____. From theory to practice: toward a typology of project-management styles. **IEEE Transactions on Engineering Management**, v. 45, n. 1, p. 33-48, 1998. ISSN 0018-9391.

SHENHAR, A. J.et al. One size does not fit all projects: exploring classical contingency domains. **Management Science**, v. 47, n. 3, p. 394-414, 2001. ISSN 0025-1909.

SHENHAR, A. J.; DVIR, D. **Reinventando gerenciamento de projetos: a abordagem diamante ao crescimento e inovação bem-sucedidos**. 1 ed. São Paulo: M. Books do Brasil Editora, 2010. ISBN 978-85-7680-079-8.

SHENHAR, A. J. et al. One size does not fit all—true for projects, true for frameworks. In: PMI RESEARCH CONFERENCE, 2002, Seattle. **Proceedings...** Seattle: PMI, 2002. p.14-17.

SHENHAR, A. J.; DVIR, D.; SHULMAN, Y. A two-dimensional taxonomy of products and innovations. **Journal of Engineering and Technology Management**, v. 12, n. 3, p. 175-200, 1995. ISSN 0923-4748.

SHENHAR, A. J.; WIDEMAN, R. M. Improving PM: linking success criteria to project type. In: PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE SYMPOSIUM: CREATING

CANADIAN ADVANTAGE THROUGH PROJECT MANAGEMENT, 1996, Calgary.
Proceedings... Calgary, AB, May 1996. p. 71-76.

SMITH, J. **Technical risk assessment handbook version 1.1**. Canberra, Australia: Defence Science and Technology Organisation Fairbairn Business Park Department of Defence, 2010. i a iv + 42 p.

THE STANDISH GROUP INTERNATIONAL INC. **Extreme chaos 2001**. Available at. <http://www.standishgroup.com/chaos.html>, p. 1-12, 2001.

THOMPSON, J. D. **Organizations in action**. New York: McGraw-Hill, 1967.

TISHLER, A. et al. Identifying critical success factors in defense development projects: a multivariate analysis. **Technological forecasting and social change**, v. 51, n. 2, p. 151-171, 1996. ISSN 0040-1625.

WILLIAMS, T. Assessing and moving on from the dominant project management discourse in the light of project overruns. **IEEE Transactions on Engineering Management**, v. 52, n. 4, p. 497-508, 2005. ISSN 0018-9391.

XIAOBING, G. Blockade on China or the United States? U.S. regulatory policies on space technology exports to China. **China Security**, n. 2, p. 73-83, 2006.

WOODWARD, J. **Management and technology**. Ondon: HM Stationery Off, 1958.

YASSUDA, D. S. I. **Artefato de categorização de projetos espaciais e seleção de metodologias de gestão**. 2013. 146 p. (sid.inpe.br/mtc-m19/2013/08.13.04.48-TDI). Tese (Doutorado em Engenharia e Gerenciamento de Sistemas Espaciais) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), São José dos Campos, 2013. Disponível em: <<http://urlib.net/8JMKD3MGP7W/3EKT272>>. Acesso em: 22 jan. 2015. .

YEO, K. Systems thinking and project management—time to reunite. **International journal of project management**, v. 11, n. 2, p. 111-117, 1993. ISSN 0263-7863.

ZHANG, L. et al. Critical success factors of enterprise resource planning systems implementation success in China. In: ANNUAL HAWAII INTERNATIONAL CONFERENCE ON SYSTEM SCIENCES, 36., 2003, Washington. **Proceedings...** Los Amigos: IEEE, 2003.

APÊNDICE A - RELAÇÃO DOS PROJETOS DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO FOMENTADOS PELA AEB

PROGRAMA	PROJETO	INSTITUIÇÃO SOLICITANTE
UNIESPAÇO O ANO 2004	2TRL 6 - ESTUDO DA COMBUSTÃO COM PROPELENTES CRIOGÊNICOS UTILIZANDO CAMARA DE ELEMENTO ÚNICO (CEU)	FCMF E ITA
	25 - ANÁLISE VIBRO-ACÚSTICA DE VEÍCULO AEROESPACIAL UTILIZANDO A ANÁLISE ESTATÍSTICA ENERGÉTICA	UFSC
	24 - DIMENSIONAMENTO, CONSTRUÇÃO E TESTE DE VÔO DE UM PROPULSOR HÍBRIDO A BASE DE PARAFINA-N ₂ O	UNB
	13 - NANOTUBOS DE CARBONO: MATERIAIS PARA O SETOR AEROESPACIAL BRASILEIRO	UFMG
	08 - BANCO DE ENSAIOS PARA TESTES DE MATERIAIS UTILIZADOS EM ESCUDO DE PROTEÇÃO TÉRMICA DE SISTEMAS ESPACIAIS	ITA/CTA
	07 - AEROTERMODINÂMICA DE VEÍCULOS ESPACIAIS EM REENTRADA ATMOSFÉRICA	IEAV/CTA
	05 - SIMULAÇÃO NUMÉRICA DE ESCOAMENTO REATIVO EM MOTOR-FOGUETE COM REFRIGERAÇÃO REGENERATIVA	DEMEC/UFPR
	04 - CARACTERIZAÇÃO TERMOMECÂNICA E ANÁLISE DE DESEMPENHO DE MATERIAIS DE PROTEÇÃO TÉRMICA EM ALTAS TEMPERATURAS	PEM/COPPE-UFRJ
	21 - DESENVOLVIMENTO DE UM GIROSCÓPIO SINTONIZADO DINAMICAMENTE APLICADO AO SISTEMA DE CONTROLE DE ATITUDE DE SATÉLITES	CTMSP E EP/USP
	20 - IMAGEADOR APS PARA APLICAÇÕES ESPACIAIS	COPPE-UFRJ
	17 - ESTUDO PARA A IMPLEMENTAÇÃO DE UM DETERMINADOR DE ATITUDE	UEL
	15 - DESENVOLVIMENTO DE UM DISPOSITIVO DE DETERMINAÇÃO DE ATITUDE PARA SATÉLITES ARTIFICIAIS, BASEADO EM MAGNETÔMETRO DE ESTADO SÓLIDO	UFOP
	09 - PROJETO DE DESENVOLVIMENTO DE UM PROPULSOR A PLASMA DO TIPO HALL PARA CONTROLE DE ATITUDE E ÓRBITA DE SATÉLITES	UNB
	0TRL 6 - UM RECEPTOR DE GPS PARA APLICAÇÕES AEROESPACIAIS	UFRN
	01 - PUC-SAT – INTERFACE DE TELECOMANDO E TELEMETRIA CCSDS VISANDO LÓGICA RECONFIGURÁVEL	PUC/RS
23 - SISTEMA PARA DETERMINAÇÃO DE ÓRBITA E ATITUDE DE SATÉLITES USANDO TÉCNICAS DE PROCESSAMENTO INTEGRADO GPS/INERCIAL	ITA	
UNIESPAÇO O ANO 200TRL 6	PUC#SAT2 - SISTEMA DE TELECOMANDO E TELEMETRIA CCSDS PARA FPGAS	PUC-RS
	SISTEMA OPERACIONAL EM TEMPO REAL	ITA
	IMAGEADOR APS DIGITAL PARA APLICAÇÕES ESPACIAIS	COPPE/UFRJ

	PROJETO DE DESENVOLVIMENTO DE UM PROPULSOR A PLASMA DO TIPO HALL PARA CONTROLE DE ATITUDE E ORBITA DE SATÉLITES – FASE II	UNB
	DESENVOLVIMENTO DE UM DISPOSITIVO DE DETERMINAÇÃO DE ATITUDE PARA SATÉLITES ARTIFICIAIS COM TOLERÂNCIA A FALHAS	UFOP
	DESENVOLVIMENTO DE UM DETERMINADOR DE ATITUDE	UEL
	MICRO-IMPULSORES EM LTCC	IPT
	DETERMINAÇÃO DE NOVAS CONDIÇÕES DE ENSAIO DO TÚNEL HIPERSÔNICO T2 PARA O VEÍCULO SARA	IEAV/
	DESENVOLVIMENTO DE UM MOTOR HÍBRIDO, COM EMPUXO VARIÁVEL, PARA FOGUETES DE SONDA GEM	UNB
	SIMULAÇÃO NUMÉRICA DE ESCOAMENTO REATIVO, TRANSFERÊNCIA DE CALOR E TERMOELASTICIDADE EM MOTOR-FOGUETE	UFPR
	AEROTERMODINÂMICA DE VEÍCULOS ESPACIAIS NA REENTRADA ATMOSFÉRICA PARA O INTERVALO INTEIRO DE RAREFAÇÃO DE GÁS	UFPR
	CONTROLE DE INSTABILIDADE DE COMBUSTÃO EM MOTORES FOGUETE A PROPELENTE LÍQUIDO	ITA
	MANUFATURA RÁPIDA NO SETOR AEROESPACIAL: PROJETO E PROCESSOS DE FABRICAÇÃO RÁPIDA DE COMPONENTES E SISTEMAS A BASE DE COMPÓSITOS POLIMÉRICOS COM CNTS UTILIZÁVEIS NA INDÚSTRIA ESPACIAL BRASILEIRA	UFSC
	PRODUÇÃO DE VASOS DE PRESSÃO POR FILAMENT WINDING PARA APLICAÇÃO EM MOTORES DE FOGUETE	UFRGS
	NOVA GERAÇÃO DE COMPÓSITOS MULTIFUNCIÓNAIS COM NANOTUBOS DE CARBONO PARA APLICAÇÕES ESPACIAIS	UDESC
UNIESPAÇO ANO 2009	SIMULAÇÃO CARLO DO ESCOAMENTO DE GASES RAREFEITOS PARA APLICAÇÃO EM VEÍCULOS ESPACIAIS EM REENTRADA ATMOSFÉRICA	IEAV
	CARACTERIZAÇÃO E SIMULAÇÃO DE PLASMAS DE INTERESSE DE ESCOAMENTOS HIPERSÔNICOS	IEAV
	ANÁLISE NUMÉRICA DE REDUÇÃO DE ARRASTRO POR DEPOSIÇÃO DE ENERGIA EM ESCOAMENTOS SUPERSÔNICOS	IEAV
	AQUECIMENTO AERODINÂMICO DO VEÍCULO HIPERSÔNICO 14-X	IEAV
	CARACTERIZAÇÃO DA COMBUSTÃO SUPERSÔNICA EM TÚNEL DE CHOQUE HIPERSÔNICO	IEAV
	AVALIAÇÃO DA DETONAÇÃO PULSADA DE MISTURAS C ₂ H ₄ /AR POR TÉCNICAS ÓPTICAS	IEAV/DCTA
	CARACTERIZAÇÃO DA COMBUSTÃO SUPERSÔNICA EM TÚNEIS DE CHOQUE PULSADOS	IEAV
	PROJETO E CONSTRUÇÃO DE MOTOR FOGUETE COM TRAÇÃO DE 500N, COM PROPELENTE	INOTEC

PROJETO E CONSTRUÇÃO DA BANCADA DE TESTES DA INJETORA DE PROPELENTES PARA MOTOR FOGUETE COM TRAÇÃO DE ATÉ 10000N, COM PROPELENTE	INOTEC
ESTUDO DA COMBUSTÃO COM PROPELENTES CRIOGÊNICOS UTILIZANDO CAMARA DE QUATRO ELEMENTOS	ITA
DESENVOLVIMENTO DE PROGRAMA COMPUTACIONAL PARA SIMULAÇÃO DE SISTEMAS PROPULSIVOS UTILIZANDO MOTORES FOGUETE A PROPELENTE LÍQUIDO	FIAP-FAC. DE INFORMÁTICA E ADM. PAULISTA
SIMULAÇÃO NUMÉRICA DO PROCESSO DE COMBUSTÃO DO PAR PROPELENTE H ₂ /O ₂ EM CÂMARAS DE MOTORES-FOGUETE	UFPR
CONTROLE DE INSTABILIDADE DE COMBUSTÃO EM MOTORES FOGUETE A PROPELENTE LÍQUIDO-ETAPA II	ITA
MODELAGEM DINÂMICA E ESTUDO EXPERIMENTAL DAS INSTABILIDADES DE COMBUSTÃO EM MOTORES FOGUETE COM PROPULSÃO HÍBRIDA	UNB
ESTUDO DAS CARACTERÍSTICAS DE COMBUSTÃO DO MOTOR F-2	UNESP
UM VEÍCULO AEROESPACIAL PARA ESTUDOS SOBRE O CONCEITO DA PROPULSÃO A LASER. PARTE I DESIGN AERODINÂMICO E ÓTICO	UF DO ABC
DEMONSTRADOR DE CONCEITO DE VEÍCULO AEROESPACIAL A PROPULSÃO A LASER	IEAV
ANÁLISE ESTRUTURAL E CONFIGURAÇÃO INTERNA DO VEÍCULO HIPERSÔNICO 14-X	IEAV
ANÁLISE ESPECTRAL NA REGIÃO DO CENTRO DE LANÇAMENTO DE ALCÂNTARA	UNIFOA
DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE CONTROLE DE ARFAGEM PARA VLS EM DECOLAGEM RECONFIGURÁVEL PARA O CASO DE FALHA DE UM PROPULSOR	USP/EESC
SIMULADOR DE MISSÕES ESPACIAIS BASEADO EM SISTEMAS MULTIAGENTES	UFMG
DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE CONTROLE ASSIMÉTRICO DE JATOS COAXIAIS	IME
PROJETO DE DESENVOLVIMENTO DE UM PROPULSOR A PLASMA DO TIPO HALL PARA CONTROLE DE ATITUDE E ORBITA DE SATÉLITES – FASE III	UNB
DETERMINADOR DA ATITUDE EM SISTEMAS ACELERADOS	UEL
PUC#SAT2 - SISTEMA DE TELECOMANDO E TELEMETRIA CCSDS PARA FPGAS	PUC-RS
SISTEMA OPERACIONAL EM TEMPO REAL	ITA
IMAGEADOR APS DIGITAL PARA APLICAÇÕES ESPACIAIS	COPPE/UFRJ
PROJETO DE DESENVOLVIMENTO DE UM PROPULSOR A PLASMA DO TIPO HALL PARA CONTROLE DE ATITUDE E ORBITA DE SATÉLITES – FASE II	UNB

	DESENVOLVIMENTO DE UM DISPOSITIVO DE DETERMINAÇÃO DE ATITUDE PARA SATÉLITES ARTIFICIAIS COM TOLERÂNCIA A FALHAS	UFOP
	DESENVOLVIMENTO DE UM DETERMINADOR DE ATITUDE.	UEL
	MICRO-IMPULSORES EM LTCC	IPT
	DETERMINAÇÃO DE NOVAS CONDIÇÕES DE ENSAIO DO TÚNEL HIPERSÔNICO T2 PARA O VEÍCULO SARA	IEAV/
	DESENVOLVIMENTO DE UM MOTOR HÍBRIDO, COM EMPUXO VARIÁVEL, PARA FOGUETES DE SONDA GEM	UNB
	SIMULAÇÃO NUMÉRICA DE ESCOAMENTO REATIVO, TRANSFERÊNCIA DE CALOR E TERMOELASTICIDADE EM MOTOR-FOGUETE	UFPR
	AEROTERMODINÂMICA DE VEÍCULOS ESPACIAIS NA REENTRADA ATMOSFÉRICA PARA O INTERVALO INTEIRO DE RAREFAÇÃO DE GÁS	UFPR
	CONTROLE DE INSTABILIDADE DE COMBUSTÃO EM MOTORES FOGUETE A PROPELENTE LÍQUIDO	ITA
	MATERIAIS COMPOSITOS BASEADOS EM NANOTUBOS DE CARBONO: O DESENVOLVIMENTO DE CAIXAS LEVES PARA ACOMODAÇÃO DE SISTEMAS ELETRÔNICOS EMBARCADOS NOS SATÉLITES BRASILEIROS	CDTN/
	MANUFATURA RÁPIDA NO SETOR AEROESPACIAL: PROJETO E PROCESSOS DE FABRICAÇÃO RÁPIDA DE COMPONENTES E SISTEMAS A BASE DE COMPOSITOS POLIMÉRICOS COM CNTS UTILIZÁVEIS NA INDÚSTRIA ESPACIAL BRASILEIRA	UFSC
	OPERACIONALIZAÇÃO DO BANCO DE ENSAIOS PARA TESTES DE MATERIAIS UTILIZADOS EM ESCUDO DE PROTEÇÃO TÉRMICA DE SISTEMAS ESPACIAIS	ITA
	PRODUÇÃO DE VASOS DE PRESSÃO POR FILAMENT WINDING PARA APLICAÇÃO EM MOTORES DE FOGUETE	UFRGS
	NOVA GERAÇÃO DE COMPÓSITOS MULTIFUNCIÓNAIS COM NANOTUBOS DE CARBONO PARA APLICAÇÕES ESPACIAIS	UDESC
UNIESPAÇO - ANO 2013	DESENVOLVIMENTO DE UM MAGNETOMETRO DE FLUXO CONTINUO PARA APLICAÇÕES AEROESPACIAIS	UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE - UFRN
	NOVAS ANTENAS PARA RECEPÇÃO DE DADOS AMBIENTAIS EM NANO SATÉLITES PARA O PROJETO CONASAT	UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ - UFC
	AMBIENTE DE CALIBRAÇÃO E SIMULAÇÃO HÍBRIDA PARA SISTEMAS DE DETERMINAÇÃO E CONTROLE DE ATITUDE QUE UTILIZAM MAGNETÔMETROS	UNIVERSIDADE ESTADUAL DE LONDRINA - UEL
	PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE SENSORES PIEZORESISTIVOS	UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO PAULO - UNIFESP
	PROJETO DE DESENVOLVIMENTO DE UM IGNITOR GÁS DINÂMICO	INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA - ITA
	AEROTERMODINÂMICA DE VEÍCULOS ESPACIAIS NA REENTRADA ATMOSFÉRICA PARA O INTERVALO INTEIRO DE RAREFAÇÃO	UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ - UFPR

CONSIDERANDO A COMPOSIÇÃO QUÍMICA REAL DO AR	
ANÁLISE ESTRUTURAL DE VASOS DE PRESSÃO DE ELEVADO DESEMPENHO PARA MOTORES FOGUETE PRODUZIDOS POR FILAMENT WINDING	UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL - UFRGS
VERIFICAÇÃO FORMAL DE COMPUTADORES DE BORDO PARA APLICAÇÕES ESPACIAIS (VEROBC)	UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA - UFSC
APOIO AO PROJETO, INTEGRAÇÃO E TESTES DE COMPUTADOR DE BORDO EM DESENVOLVIMENTO NO INPE	UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA - UFSC
FLORIPA-SAT – ENSINO, PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM ENGENHARIA AEROESPACIAL POR INTERMÉDIO DE UMA MISSÃO ESPACIAL COMPLETA	UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA - UFSC
DESENVOLVIMENTO DE PROCESSADOR DE ALTA DISPONIBILIDADE AOS EFEITOS DE SINGLE EVENT UPSETS (SEUS) PARA APLICAÇÕES ESPACIAIS	UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS - UFMG
OPERACIONALIZAÇÃO DO BANCO DE ENSAIOS PARA SÍNTESE E TESTES DE MATERIAIS UTILIZADOS EM ESCUDO DE PROTEÇÃO TÉRMICA DE SISTEMAS ESPACIAIS	INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA - ITA
SÍNTESE DE FILMES DE CARBETO DE SILÍCIO VISANDO APLICAÇÕES EM DISPOSITIVOS MICRO ELETROMECÂNICOS (MEMS) DE INTERESSE AEROESPACIAL	UNIVERSIDADE DO VALE DO PARAÍBA - UNIVAP
DESENVOLVIMENTO DE UMA CÉLULA FOTOELETROQUÍMICA BASEADA EM FILME FINO DE TIOXNY VISANDO SUA APLICAÇÃO PARA GERAÇÃO DE GÁS HIDROGÊNIO	UNIVERSIDADE DO VALE DO PARAÍBA - UNIVAP
PLATAFORMA RECONFIGURÁVEL PARA O DESENVOLVIMENTO DE RADAR COERENTE	UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ - UFC
SAMANAÚ.SAT: PLATAFORMA DE COLETA DE DADOS COM TRANSMISSOR DE BAIXO CUSTO	INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO GRANDE DO NORTE - IFRN
MOTOR FOGUETE UNIVERSITÁRIO EXPERIMENTAL UTILIZANDO PROPELENTE VERDE	UNIVERSIDADE FEDERAL DO ABC - UFABC
DESENVOLVIMENTO DE PROGRAMA COMPUTACIONAL PARA SIMULAÇÃO DE SISTEMAS PROPULSIVOS UTILIZANDO MOTORES FOGUETE A PROPELENTE LÍQUIDO	UNIVERSIDADE FEDERAL DO ABC - UFABC
PROJETO DE DESENVOLVIMENTO DE PROPULSOR A PLASMA DO TIPO HALL PARA CONTROLE DE ATITUDE E ÓRBITA DE SATÉLITES	UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA - UNB
PROJETO E FABRICAÇÃO DE UM SISTEMA PROPULSIVO QUE ATENDA OS REQUISITOS DO SISTEMA DE REENTRADA DA PLATAFORMA SARA UTILIZANDO PROPELENTE HÍBRIDOS	UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA - UNB
DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE CATODOS OCOS E PROPULSORES DE PLASMA PULSADOS, NO ÂMBITO DA REDE BRASILEIRA DE PROPULSÃO ELÉTRICA	UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA - UNB
UM SISTEMA DE CONTROLE POR VETORAÇÃO DE EMPUXO E SIMULAÇÃO DE TRAJETÓRIA PARA FOGUETES A PROPELENTE HÍBRIDO	ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO - EESC-USP

	CONTROLE DE INSTABILIDADE DE COMBUSTÃO EM MOTORES FOGUETE A PROPELENTE LÍQUIDO	INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA - ITA
	DESENVOLVIMENTO DE MICROPROPULSORES CATALÍTICOS A ETANOL	UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA - UFSC
	UTILIZAÇÃO DE MATERIAIS POROSOS EM CÂMARAS DE COMBUSTÃO E SISTEMAS DE REFRIGERAÇÃO DE MOTORES-FOGUETE	UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE - UFRN
	ESTUDO DO COMPORTAMENTO AEROELÁSTICO DE VEÍCULOS ESPACIAIS DE SONDAGEM	INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA - ITA
AEB ESCOLA	DESENVOLVIMENTO DE ELETRÔNICA EMBARCADA PARA ATIVIDADES EDUCACIONAIS - CANSAT	INTANGIBLE MANAGERMENTS
	DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO DE ITENS DE EXPOSIÇÃO INTERATIVA ASPECTOS CIENTÍFICOS DAS VIAGENS ESPACIAIS	PUC-RJ
	DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO DO OBSERVATÓRIO VIRTUAL	UNB
MISSÃO CUMÃ I	UNIFEI - CENTRO UNIVERSITÁRIO DA FEI - DESENVOLVIMENTO DO DISPOSITIVO DMLM II E ANÁLISE DA AÇÃO DA INVERTASE PRESENTE EM CÉLULAS DE SACCHAROMYCES CEREVISIAE	UNIFEI
	UNOPAR - UNIVERSIDADE NORTE DO PARANÁ - SISTEMA DE MEDIDAS DE ACELERAÇÕES ESPACIAIS - SMAE, UMA FERRAMENTA EM MICROGRAVIDADE	UNOPAR
	INPE - INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS - FORNO MULTIUSUÁRIO PARA SOLIDIFICAÇÃO (FORMU-S)	INPE
	UFPE - UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO - DIFUSÃO TÉRMICA DE NANOPARTÍCULAS METÁLICAS EM MATERIAIS VÍTREOS PRECURSORES DE DISPOSITIVOS NANOESTRUTURADOS PARA RASTREAMENTO DE EVENTOS EM MICROGRAVIDADE	UFPE
	UFSC - UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA - CÂMARA DE EBULIÇÃO CONFINADA SOB MICROGRAVIDADE	UFSC
	UFSC/LABSOLAR - UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA - MICRO TUBOS DE CALOR PARA CONTROLE TÉRMICO DE COMPONENTES ELETRÔNICOS DE SATÉLITES	UFSC
	ANVISA - AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA; USP - ESCOLA POLITÉCNICA; UNIVERSIDADE DE HOHENHEIM- MODULAÇÃO DA VELOCIDADE DE PROPAGAÇÃO DE ONDA DE REAÇÃO	ANVISA
	UERJ - UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO - ESTUDO DOS MECANISMOS DE REPARAÇÃO DO DNA E SOBREVIVÊNCIA BACTERIANA À RADIAÇÃO CÔSMICA IONIZANTE E AO ULTRAVIOLETA LONGO (312NM) E GERMICIDA (254NM) EM AMBIENTE DE BAIXA GRAVIDADE	UERJ
MISSÃO CENTENÁRIO	EFEITO DA GRAVIDADE NA CINÉTICA DAS ENZIMAS	CENTRO UNIVERSITÁRIO DA FACULDADE DE ENGENHARIA INDUSTRIAL (FEI)
	NUVENS DE INTERAÇÃO PROTEÍCA	CENTRO DE PESQUISAS RENATO ARCHER

		(CENPRA/MCT)
	DANOS E REPAROS NO DNA NA MICROGRAVIDADE	UNIVERSIDADE ESTADUAL DO RIO DE JANEIRO (UERJ) E INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE/MCT)
	TESTE DE EVAPORADORES CAPILARES EM AMBIENTE DE MICROGRAVIDADE	UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA (UFSC)
	MINITUBOS DE CALOR	UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA (UFSC) - LABORATÓRIO DE ENERGIA SOLAR E NÚCLEO DE CONTROLE TÉRMICO PARA SATÉLITES (LABSOLAR)
	GERMINAÇÃO DE SEMENTES EM MICROGRAVIDADE	EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA) - UNIDADE EMBRAPA RECURSOS GENÉTICOS E BIOTECNOLOGIA (CENARGEN)
	SEMENTES DE FEIJÃO E CROMATOLOGRAFIA DA CLOROFILA	SECRETARIA DE EDUCAÇÃO DE SÃO JOSÉ DOS CAMPOS (SP)
MISSÃO CUMÃ II	DANOS E REPAROS DO DNA NA MICROGRAVIDADE	UNIVERSIDADE ESTADUAL DO RIO DE JANEIRO (UERJ) E O INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE)
	EFEITO DA MICROGRAVIDADE NA CINÉTICA DAS ENZIMAS	CENTRO UNIVERSITÁRIO DA FACULDADE DE ENGENHARIA INDUSTRIAL (FEI)
	FORNO MULTIUSUÁRIO PARA SOLIDIFICAÇÃO (FORMU-S)	INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE)
	MINITUBOS DE CALOR	UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA (UFSC) - LABORATÓRIO DE ENERGIA SOLAR E NÚCLEO DE CONTROLE TÉRMICO PARA SATÉLITES (LABSOLAR)
	MODULAÇÃO DA VELOCIDADE DE PROPAGAÇÃO DE ONDAS DE REAÇÃO – DIFUSÃO (B-Z) EM MEIO GEL POR FORÇAS FRACAS (GRAVIDADE)	INSTITUTO DE PESQUISAS ENERGÉTICAS E NUCLEARES (IPEN) E UNIVERSIDADE DE HOHENHEIM (ALEMANHA)
	DIFUSÃO TÉRMICA DE NANOPARTÍCULAS METÁLICAS EM MATERIAIS VÍTREOS	UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO (UFPE)
	EVAPORADORES CAPILARES	UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA (UFSC)
	COMPUTADOR DE BORDO PARA O RECONHECIMENTO DOS VÔOS DOS FOGUETES DE SONDA GEM	UNIVERSIDADE ESTADUAL DE LONDRINA (UEL)
	SISTEMA DINÂMICO DE VÔO (SDV)	INSTITUTO DE AERONÁUTICA E ESPAÇO (IAE/CTA) E INSTITUTO DE ESTUDOS AVANÇADOS (IEAV/CTA)
MISSÃO MARACATI I	NANOTUBOS DE CARBONO (CADEN)	FEI
	EXPERIMENTOS EDUCACIONAIS EM MICROGRAVIDADE	ESCOLAS

	SOLIDIFICAÇÃO DE UMA LIGA DE PBSNTE EM MICROGRAVIDADE (SLM)	INPE
	EFEITO DA MICROGRAVIDADE EM PLANTAS (VGP)	UFRN
	PLATAFORMA DE AQUISIÇÃO PARA ANÁLISE DE DADOS DE ACELERAÇÃO II (PAANDA II)	UEL
	TUBOS DE CALOR EM MICROGRAVIDADE (TCM)	UFSC
	DESENVOLVIMENTO DO DISPOSITIVO DMLM III E AVALIAÇÃO CINÉTICA DA ENZIMA INVERTASE EM MICROGRAVIDADE (DMLM III)	FEI
	INFLUÊNCIA DA MICROGRAVIDADE NA SOLIDIFICAÇÃO DA LIGA EUTÉTICA DE PBTE (SLET)	INPE
	CÂMARA DE EBULIÇÃO SOB MICROGRAVIDADE (ECEM)	UFSC
	ESPALHADORES DE CALOR PARA RESFRIAMENTO DE COMPONENTES ELETRÔNICOS EM SATÉLITES (TCM-C)	UFSC
	GPS PARA APLICAÇÕES AEROESPACIAIS (GPS-AE)	UFRN
	CONJUNTO SENSOR DE MOVIMENTO (CSM)	IAE/IAEV
MISSÃO MARACATI II	ESTUDO DO EFEITO DA MICROGRAVIDADE SOBRE A CINÉTICA DA ENZIMA INVERTASE	FEI
	NANOTUBOS DE CARBONO	FEI
	INFLUÊNCIA DA MICROGRAVIDADE NA SOLIDIFICAÇÃO DA LIGA EUTÉTICA CHUMBO E TELÚRIO (PBTE)	INPE
	SOLIDIFICAÇÃO DE UMA LIGA DE CHUMBO, ESTANHO E TELÚRIO (PBSNTE) EM MICROGRAVIDADE	INPE
	MINITUBOS DE CALOR EM MICROGRAVIDADE (TCM)	UFSC
	ESPALHADORES DE CALOR PARA RESFRIAMENTO DE COMPONENTES ELETRÔNICOS EM SATÉLITES	UFSC
	CÂMARA DE EBULIÇÃO SOB MICROGRAVIDADE	UFSC
	EXPERIMENTOS EDUCACIONAIS EM MICROGRAVIDADE (EEM)	SECRETARIA DE EDUCAÇÃO DE SÃO JOSÉ DOS CAMPOS
	GPS PARA APLICAÇÕES AEROESPACIAIS (GPS-AE)	UFRN
VGP - ANÁLISE DE EXPRESSÃO GÊNICA (DOS GENES) E PROTEICA DE PLANTAS EM CONDIÇÕES DE MICROGRAVIDADE	UFRN	

APÊNDICE B - ETAPAS DE UMA PESQUISA

Etapa	Síntese
Escolha do tema	Nesta etapa deve-se responder à pergunta: O que se pretende abordar? O tema é um aspecto ou uma área de interesse de um assunto que se deseja provar ou desenvolver? Escolher um tema significa eleger uma parcela delimitada de um assunto.
Revisão da literatura	Nesta fase deve-se responder às seguintes questões: Quem já escreveu e o que já foi publicado sobre o assunto? Que aspectos já foram abordados? Quais as lacunas existentes na literatura?
Justificativa	Nesta reflete-se sobre “o porquê” da realização da pesquisa procurando identificar as razões da preferência pelo tema escolhido e sua importância em relação a outros temas. O tema é relevante? Por quê? Quais os pontos positivos na abordagem proposta? Que vantagens e benefícios a pesquisa irá proporcionar? A justificativa deverá convencer quem for ler o projeto, com relação à importância e à relevância da pesquisa proposta.
Formulação do problema	Nesta etapa reflete-se sobre o problema que se pretende resolver na pesquisa. A pesquisa científica depende da formulação adequada do problema, isto porque objetiva buscar sua solução.
Determinação de objetivos	Nesta etapa reflete-se sobre o que se pretende alcançar com a pesquisa. Os objetivos devem estar coerentes com a justificativa e o problema proposto. O objetivo geral será a síntese do que se pretende alcançar, e os objetivos específicos explicitarão os detalhes e serão desdobramentos do objetivo geral.
Metodologia	Nesta etapa define-se onde e como será realizada a pesquisa. Define-se o tipo de pesquisa, a população (universo da pesquisa), a amostragem, os instrumentos de coleta de dados e a forma como pretende tabular e analisar seus dados, quando aplicável.
Coleta de dados	Nesta etapa faz-se a pesquisa de campo propriamente dita.
Tabulação de dados	Nesta etapa organizam-se os dados obtidos na pesquisa de campo. Normalmente são utilizados recursos computacionais para dar suporte à elaboração de índices e cálculos estatísticos, tabelas, quadros e gráficos.
Análise e discussão dos resultados	Nesta etapa faz-se a interpretação e análise dos dados tabulados e organizados na etapa anterior. A análise deve ser feita para atender aos objetivos da pesquisa e para comparar e confrontar dados e provas com o objetivo de confirmar ou rejeitar a(s) hipótese(s) ou os pressupostos da pesquisa.
Conclusão da análise dos resultados	Nesta etapa sintetiza-se os resultados obtidos com a pesquisa. Deverá explicitar se os objetivos foram atingidos, se a(s) hipótese(s) ou os pressupostos foram confirmados ou rejeitados e a contribuição da pesquisa para o meio acadêmico ou para o desenvolvimento da ciência e da tecnologia.
Redação e apresentação do trabalho científico	Nesta etapa redige-se o relatório de pesquisa: dissertação ou tese. Normas de documentação da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) deverão ser consultadas visando à padronização das indicações bibliográficas e a apresentação gráfica do texto. Normas e orientações do próprio Curso de Pós-Graduação também deverão ser consultadas.

Fonte: SILVA e MENEZES (2005)