

Referência:
CPA-070-2008



Versão:
4.0

Status:
Ativo

Data:
28/junho/2008

Natureza:
Aberto

Número de páginas:
230

Origem:
GCMTE, GEOPI e CPA

Revisado por:
GCMTE, CPA e GAO

Aprovado por:
DIR e CPA

Título:

Roteiro de Desenvolvimento de Missões e Tecnologias Espaciais para o período 2008-2020 – Roteiro MTE

Lista de Distribuição

Organização	Para	Cópias
INPE	Grupo de Competência Missões e Tecnologias Espaciais (GCMTE)	-
INPE	Grupo de Competência Modelo Institucional e de Gestão (GCMIG)	-
INPE	Grupo de Competência Espaço e Ambiente (GCEA)	-
INPE	Grupo de Acompanhamento e Orientação (GAO)	-
INPE	Diretor (DIR), Coordenador de Gestão Tecnológica (TEC), Coordenador do Programa Sino-Brasileiro (CBE), Coordenador de Gestão Científica (CIE), Coordenador de Planejamento Estratégico e Avaliação (CPA), Chefe de Gabinete (GB) e Assistentes	-
INPE	ETE, CRC, LIT, CTE, CEA, OBT, CPT	-

Histórico do Documento

Versão	Alterações
1.0	Versão elaborada pela CPA e GEOPI em novembro de 2007, sem distribuição externa.
2.0	Versão revisada pela CPA e GEOPI em janeiro e fevereiro de 2008 e distribuída para o GCMTE e Direção para revisão.
3.3	Versão revisada pela CPA e GEOPI em março-abril de 2008.
3.43	Versão revisada pela CPA e GEOPI em maio e junho de 2008 e distribuída para o GCMTE, GAO e Direção para revisão.
4.0	Versão final revisada pela CPA, GEOPI e GCMTE, e apresentada para o GAO e DIR em 26 de junho de 2008.

Sumário

Lista de Figuras.....	5
Lista de Quadros.....	5
Lista de Gráficos	7
Participantes.....	9
Lista de Siglas e Abreviaturas.....	11
Resumo Executivo.....	15
Introdução.....	19
1. O Plano Diretor 2007-2011 e sua relação com as Missões e Tecnologias Espaciais.....	23
2. O Plano de Missões 2008-2020	27
2.1 Premissas do Plano de Missões	27
2.2 Missões de satélites incluídas no Plano de Missões.....	29
3. Recursos necessários para a execução do Plano de Missões	39
3.1. Infra-Estrutura	39
3.2. Atividades de Pesquisa e Desenvolvimento	50
Situação atual	50
Priorização das atividades de P&D.....	54
Alternativa para a integração da gestão das atividades de P&D aos projetos de satélites.....	69
Alternativas para a implementação das atividades de P&D.....	74
3.3. Competências disponíveis e requeridas.....	76
Recursos humanos disponíveis e necessários nas áreas	77
Recursos humanos necessários para a execução do Plano de Missões 2008-2020.....	81
3.4. Opções de lançadores.....	94
4. Orçamento	97
Gerenciamento dos custos das missões.....	102
5. Análises e estratégia de implementação.....	105
5.1. Diagnóstico inicial e estratégia de implementação	105
5.2. Análise por cancelamentos de Missões	110
5.3. Análise de riscos para os cronogramas das Missões.....	120
6. Síntese do Roteiro MTE	133
Esclarecimentos e agradecimentos	137
Apêndice 1: Resenha histórica e contribuições do INPE no período 1961-2007	139
Apêndice 2: Desenvolvimento de satélites no INPE no período 1961-2007.....	143
Apêndice 3: Dados sobre as missões de satélites do PPA 2008-2011	149
Apêndice 4: Dados complementares sobre a infra-estrutura requerida.....	163
Apêndice 5: Conceituação do Indicador TRL e atividades de Pesquisa e Desenvolvimento em Tecnologias Espaciais.....	177
Apêndice 6: Dados complementares sobre as competências disponíveis e requeridas	185
Apêndice 7: Missões espaciais brasileiras e veículos lançadores.....	197

Apêndice 8: Dados complementares sobre os orçamentos estimados	209
Apêndice 9: Demandas para o setor espacial.....	215
Apêndice 10: Capacidade de investimento do Estado Brasileiro e implicações para C,T&I	221

Lista de Figuras

Figura 1: Camadas do Roteiro de Desenvolvimento de Missões e Tecnologias Espaciais	20
Figura 2: Plano de Missões 2008-2020	32
Figura 3: Cronograma do Plano de Missões 2008-2020.....	33
Figura 4: Características do ciclo atual de desenvolvimento de missões espaciais no INPE.....	72
Figura 5: Proposta de novo ciclo de desenvolvimento de missões espaciais no INPE.....	73
Figura 6: Etapas de cancelamento (missões hachuradas) das Missões	112
Figura 7: Síntese do Roteiro MTE	133
Figura 8: Esquema ilustrativo do indicador TRL.....	178

Lista de Quadros

Quadro 1: Vínculos entre o OE1 e as missões	23
Quadro 2: Vínculos entre o OE2 e as missões	23
Quadro 3: Vínculos entre o OE3 e as missões	24
Quadro 4: Vínculos entre o OE4 e as missões	24
Quadro 5: Vínculos entre o OE5 e as missões	24
Quadro 6: Vínculos entre o OE6 e as missões	24
Quadro 7: Vínculos entre o OE7 e as missões	25
Quadro 8: Vínculos entre o OE8 e as missões	25
Quadro 9: Vínculos entre o OE9 e as missões	25
Quadro 10: Fases do processo de desenvolvimento das missões	31
Quadro 11: Demanda consolidada de recursos orçamentários para a infra-estrutura (MR\$).....	42
Quadro 12: Necessidades de infra-estrutura do LIT.....	43
Quadro 13: Necessidades de infra-estrutura do CRC.....	44
Quadro 14: Necessidades de infra-estrutura da OBT (Prioridade 1).....	45
Quadro 15: Necessidades de infra-estrutura da OBT (Prioridade 2).....	46
Quadro 16: Necessidades de infra-estrutura da ETE.....	47
Quadro 17: Necessidades de infra-estrutura da DSA.....	48
Quadro 18: Atividades atuais de P&D na ETE.....	52
Quadro 19: Atividades atuais de P&D na CTE.....	53
Quadro 20: Qualificação das tecnologias críticas.....	57
Quadro 21: Qualificação das tecnologias críticas (cont.).....	58
Quadro 22: Nível atual e desejado de capacitação interna (Parte 1/3)	64
Quadro 23: Nível atual e desejado de capacitação interna (Parte 2/3)	65
Quadro 24: Nível atual e desejado de capacitação interna (Parte 3/3)	66
Quadro 25: Quantidade atual (2007) de competências por grupo nas áreas (em número de pessoas)	79
Quadro 26: Quantidade desejada (2007) de competências por grupo nas áreas (em número de pessoas)	79

Quadro 27: Diferença entre a quantidade desejada e atual (2007) de competências por grupo nas áreas (em número de pessoas)	80
Quadro 28: Quantidade necessária de recursos humanos da ETE para o desenvolvimento das missões por grupos de competência e fases – em número de servidores em dedicação integral (Parte 1)	82
Quadro 29: Quantidade necessária de recursos humanos da ETE para o desenvolvimento das missões por grupos de competência e fases – em número de servidores em dedicação integral (Parte 2)	83
Quadro 30: Demanda por recursos humanos por área e grupos de competência ao longo do tempo (2008-2020).....	85
Quadro 31: Déficit total de competências a partir das demandas das missões	92
Quadro 32: Opções de lançadores para o Plano de Missões 2008-2020	96
Quadro 33: Custos relacionados ao Plano de Missões	100
Quadro 34: Lei Orçamentária Anual 2008 e PPA 2008-2011 – Ações do PNAE (R\$)	101
Quadro 35: Avaliação dos riscos e impactos nos cronogramas – Caso Nominal.....	125
Quadro 36: Avaliação dos riscos e impactos nos cronogramas – Caso dos cancelamentos da Etapa 1	126
Quadro 37: Avaliação dos riscos e impactos nos cronogramas – Caso dos cancelamentos da Etapa 2	127
Quadro 38: Avaliação dos riscos e impactos nos cronogramas – Caso dos cancelamentos da Etapa 3	128
Quadro 39: Avaliação dos riscos e impactos nos cronogramas – Caso dos cancelamentos da Etapa 4	129
Quadro 40: Avaliação dos riscos e impactos nos cronogramas – Caso dos cancelamentos da Etapa 5	130
Quadro 41: Infra-estrutura para montagem, integração e teses para o Plano de Missões.....	163
Quadro 42: Mapa da infra-estrutura requerida para AIT, destinação, ano de entrada em operação e custos estimados	164
Quadro 43: Definições dos níveis do indicador TRL.....	177
Quadro 44: Quantidade atual e desejada de recursos humanos nas áreas por grupos de competências.....	185
Quadro 45: Limites de Empenho para o PNAE ao longo do PPA 2004-2007 em [R\$].....	209
Quadro 46: Correspondência entre as Ações do PNAE do PPA 2008-2011 e o Plano de Missões	212
Quadro 47: Proposta para as Ações do PNAE do PPA 2012-2015 e o Plano de Missões.....	213
Quadro 48: Proposta para as Ações do PNAE do PPA 2016-2019 e o Plano de Missões.....	214
Quadro 49: Demandas Priorizadas pelos Grupos (G1 a G4) no Painel de Demandas.....	220
Quadro 50: Crescimento do PIB (%).....	221
Quadro 51: Indicadores do setor externo	221
Quadro 52: Indicadores fiscais.....	222
Quadro 53: Evolução dos Resultados Fiscais e das Despesas com juros e investimentos fixos do setor público – 1995-2003 (em % do PIB).....	222
Quadro 54: Taxas de Investimentos Fixos em Infra-Estrutura do Setor Público – 1995-2003 (em % do PIB e do total da FBKF).....	223

Quadro 55: Composição da Formação Bruta de Capital Fixo – 1995-2003 (em % do PIB e do total da FBKF)	224
Quadro 56: CT-Espacial – orçamento e reserva de contingência, 2003-2007, em R\$ milhares	229

Lista de Gráficos

Gráfico 1: Custo estimado total da infra-estrutura para o Plano de Missões.....	42
Gráfico 2: Custo estimado da infra-estrutura do LIT	49
Gráfico 3: Custo estimado da infra-estrutura do CRC	49
Gráfico 4: Custo estimado da infra-estrutura da OBT.....	49
Gráfico 5: Custo estimado da infra-estrutura da ETE	50
Gráfico 6: Custo estimado da infra-estrutura da DSA	50
Gráfico 7: Custo de Desenvolvimento das Tecnologias	59
Gráfico 8: Acesso às tecnologias: cooperação e transferência.....	60
Gráfico 9: Transbordamento de tecnologias e competências.....	61
Gráfico 10: Diferença entre a quantidade desejada e atual (2007) de competências por grupo nas áreas (em número de pessoas)	80
Gráfico 11: Percentual estimado de aposentadoria de servidores em 5 anos (com base nos dados de 2006).....	81
Gráfico 12: Demanda por recursos humanos da ETE para o Plano de Missões.....	86
Gráfico 13: Demanda por recursos humanos do LIT para o Plano de Missões.....	87
Gráfico 14: Demanda por recursos humanos do CRC para o Plano de Missões.....	88
Gráfico 15: Demanda por recursos humanos da DSA para o Plano de Missões.....	89
Gráfico 16: Demanda por recursos humanos da OBT para o Plano de Missões.....	90
Gráfico 17: Demanda total por recursos humanos para o Plano de Missões.....	91
Gráfico 18: Custos estimados para o Plano de Missões 2008-2020.....	99
Gráfico 19: Custos estimados para o Plano de Missões 2008-2020 sem o cancelamento de missões (Caso Nominal)	113
Gráfico 20: Demanda por recursos humanos para o Plano de Missões sem o cancelamento de missões (Caso Nominal)	113
Gráfico 21: Custos estimados para o Plano de Missões na Etapa 1 – cancelamento das Missões SCDAv-1 e 2	114
Gráfico 22: Demanda por recursos humanos para o Plano de Missões na Etapa 1 – cancelamento das Missões SCDAv-1 e 2.....	114
Gráfico 23: Custos estimados para o Plano de Missões na Etapa 2 – cancelamento das Missões SCDAv-1 e 2 e CBERS-7	115
Gráfico 24: Demanda por recursos humanos para o Plano de Missões na Etapa 2 – cancelamento das Missões SCDAv-1 e 2 e CBERS-7	115
Gráfico 25: Custos estimados para o Plano de Missões na Etapa 3 – cancelamento das Missões SCDAv-1 e 2, CBERS-7 e GPM-Br	116
Gráfico 26: Demanda por recursos humanos para o Plano de Missões na Etapa 3 – cancelamento das Missões SCDAv-1 e 2, CBERS-7 e GPM-Br	116
Gráfico 27: Custos estimados para o Plano de Missões na Etapa 4 – cancelamento das Missões SCDAv-1 e 2, CBERS-7, GPM-Br, CBERS-5 e 6, Amazônia-2 e Satélite Científico 2.....	117

Gráfico 28: Demanda por recursos humanos para o Plano de Missões na Etapa 4 – cancelamento das Missões SCDAv-1 e 2, CBERS-7, GPM-Br, CBERS-5 e 6, Amazônia-2 e Satélite Científico 2	117
Gráfico 29: Custos estimados para o Plano de Missões na Etapa 5 – cancelamento das Missões SCDAv-1 e 2, CBERS-7, GPM-Br, CBERS-5 e 6, Amazônia-2, Satélite Científico 2, MAPSAR e Lattes-1	118
Gráfico 30: Demanda por recursos humanos para o Plano de Missões na Etapa 5 – cancelamento das Missões SCDAv-1 e 2, CBERS-7, GPM-Br, CBERS-5 e 6, Amazônia-2, Satélite Científico 2, MAPSAR e Lattes-1	118
Gráfico 31: Orçamentos totais estimados para cada Etapa de cancelamento	119
Gráfico 32: Demanda total média por Recursos Humanos para cada Etapa de cancelamento	119
Gráfico 33: Número de satélites em cada Fase para o caso Nominal	122
Gráfico 34: Número de satélites em cada Fase da Missão para a Etapa 1 – cancelamento das Missões SCDAv-1 e 2	122
Gráfico 35: Número de satélites em cada Fase da Missão para a Etapa 2 – cancelamento das Missões SCDAv-1 e 2 e CBERS-7	122
Gráfico 36: Número de satélites em cada Fase para a Etapa 3 – cancelamento das Missões SCDAv-1 e 2, CBERS-7 e GPM-Br	123
Gráfico 37: Número de satélites em cada Fase para a Etapa 4 – cancelamento das Missões SCDAv-1 e 2, CBERS-7, GPM-Br, CBERS-5 e 6, Amazônia-2 e Satélite Científico 2	123
Gráfico 38: Número de satélites em cada Fase para a Etapa 5 – cancelamento das Missões SCDAv-1 e 2, CBERS-7, GPM-Br, CBERS-5 e 6, Amazônia-2, Satélite Científico 2, MAPSAR e Lattes-1	123
Gráfico 39: Taxa de investimento (nova metodologia IBGE) (%)	224
Gráfico 40: Taxa de Investimento Fixo – Calculada: 1947-2006 e Projetada: 2007-2012 (% PIB – por valores nominais e por valores reais na base 2000)	225
Gráfico 41: Divisão em percentagem das despesas do Orçamento Fiscal e de Seguridade Social da PLOA 2008	227
Gráfico 42: Divisão em percentagem das Despesas Discricionárias previstas pela PLOA 2008	228
Gráfico 43: Fundos Setoriais – orçamento e reserva de contingência, 2003-2007, em R\$ milhares	228
Gráfico 44: Fundos Setoriais – orçamento empenhado e executado, 1999-2007, em R\$ milhares..	229
Gráfico 45: CT-Espacial – orçamento empenhado e executado, 1999-2007, em R\$ milhares	229

Participantes

Grupo de Competência Missões e Tecnologias Espaciais (GCMTE) (em ordem alfabética)

- Amauri Silva Montes (Coordenador Adjunto)
- Celso Benedito Ribeiro
- Delano Gobbi
- Eduardo Abramof
- Fabiano Luis de Sousa
- Fábio Furlan Gama
- Fernando de Souza Costa
- Geilson Loureiro
- Geraldo Francisco Gomes
- João Viane Soares
- José Cláudio Mura
- José Iram Mota Barbosa
- Marco Antonio Chamon
- Mário Luiz Selingardi
- Mário Marcos Quintino da Silva
- Pawel Rozenfeld
- Polinaya Muralikrishna
- Petrônio Noronha de Souza (Coordenador) (*)
- Ricardo Cartaxo Modesto de Souza
- Rubens Cruz Gatto
- Sebastião Eduardo Corsatto Varotto

Grupo de Acompanhamento e Orientação (GAO) (em ordem alfabética)

- Alirio Cavalcanti de Brito
- Amauri Silva Montes
- Antônio Lopes Padilha
- Arcélio Costa Louro
- Barclay Robert Clemesha
- Benício Pereira de Carvalho Filho
- Carlos Alberto Bento Gonçalves
- Celso Benedito Ribeiro
- Cláudio Bressan
- Clóvis Solano Pereira
- Dailton Gilberto Guedes
- Décio Castilho Ceballos
- Eduardo Abramof
- Enio Bueno Pereira
- Fausto Carlos de Almeida
- Fernando Manuel Ramos
- Geilson Loureiro
- Geraldo Francisco Gomes
- Gilberto Câmara
- Guilherme Reis Pereira
- Janio Kono
- João Braga
- João Viane Soares
- José Demísio Simões da Silva
- José Eduardo Zaccarelli
- Leonel Fernando Perondi
- Marcos Antônio Chamon
- Maria Assunção Faus da Silva Dias
- Maria de Fátima Mattiello Francisco
- Maria do Carmo de Andrade Nono
- Maria Virgínia Alves
- Marjorie Regina Barbosa Xavier
- Mônica Aparecida de Oliveira
- Nélia Ferreira Leite

- Odim Mendes Junior
- Otávio Santos Cupertino Durão
- Patrícia Marciano Leite
- Pawel Rozenfeld
- Peter Mann de Toledo
- Petrônio Noronha de Souza
- Plínio Carlos Alvalá
- Regina Célia dos Santos Alvalá
- Ricardo Cartaxo Modesto de Souza
- Rosângela Meireles Gomes Leite
- Rubens Cruz Gatto
- Valéria Cristina dos Santos Ribeiro

Coordenação de Planejamento Estratégico e Avaliação (CPA)

- Décio Castilho Ceballos (Coordenador)
- Petrônio Noronha de Souza (Coordenador Substituto)
- Otavio Santos Cupertino Durão
- Celso Benedito Ribeiro
- Guilherme Reis Pereira
- Mônica Aparecida de Oliveira
- Aldo Bastos de Almeida
- Patrícia Carla Guilhermitti

Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE) – consultoria e apoio

- Lúcia Carvalho Pinto de Melo (Presidenta)
- Márcio de Miranda dos Santos
- Lelio Fellows Filho
- Antonio Carlos Guedes
- Igor André Carneiro

Grupo de Estudos sobre Organização da Pesquisa e da Inovação (GEOPI) / Departamento de Política Científica e Tecnológica (DPCT) / Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) – consultoria e apoio

- Sergio Luiz Monteiro Salles-Filho (Coordenador da equipe de consultores) (*)
- Rui Henrique Pereira Leite de Albuquerque
- Maria Beatriz Machado Bonacelli (*)
- Adriana Bin (*)
- Paule Jeanne Vieira Mendes (*)
- Rafael Petroni Lemos (*)
- Fernando Oliveira Santos (*)
- João Furtado

Demais colaboradores do INPE

- Adalberto Coelho da Silva Júnior
- Carlos de Oliveira Lino
- Gonzalo Del Carmen Lobos Valenzuela
- José Teixeira da Matta Bacellar
- Julio Cesar Lima D'alge
- Luiz Augusto Toledo Machado
- Nelson Arai
- Sergio de Paula Pereira
- Yolanda Ribeiro da Silva Souza

(*) Responsáveis pela redação do Roteiro.

(página em branco)

Lista de Siglas e Abreviaturas

ACDH	<i>Attitude Control and Data Handling</i> / Controle de Atitude e Gestão de Bordo
ACS	<i>Alcântara Cyclone Space</i>
AE	Ação Estratégica
AEB	Agência Espacial Brasileira
AIT	<i>Assembly, Integration and Tests</i> / Montagem, Integração e Testes
AM	Satélite da série Amazônia (1 e 2)
AMAS	Anomalia Magnética do Atlântico Sul
BOL	<i>Beginning of Life</i> / Início da Vida
CAST	<i>Chinese Academy of Space Technology</i>
CB	Satélite da série CBERS (2, 2B, 3, 4, 5, 6, e 7)
CBE	Coordenação do Programa Sino-Brasileiro
CBERS	Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres
CCD	<i>Charge Couple Device</i>
CCS	Centro de Controle de Satélites
CDR	<i>Critical Design Review</i> / Revisão Crítica de Projeto
CEA	Coordenação-geral de Ciências Espaciais e Atmosféricas
CEA	Centro Espacial de Alcântara
CGEE	Centro de Gestão e Estudos Estratégicos
CIE	Coordenação de Gestão Científica
CLT	Consolidação das Leis do Trabalho
CPA	Coordenação de Planejamento Estratégico e Avaliação
CPT	Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos
CPTEC	Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos
CRC	Centro de Rastreamento e Controle de Satélites
CRS	Centro Regional Sul (Unidade Regional do INPE em Santa Maria – RS)
C&T	Ciência e Tecnologia
CTA	Comando-Geral de Tecnologia Aeroespacial
CTC	Conselho Técnico Científico
CT-Espacial	Fundo Setorial Espacial
CTE	Coordenadoria de Laboratórios Associados
C,T&I	Ciência, Tecnologia e Inovação
Cubesat	Modelo de satélite com 1kg e 1 litro de volume desenvolvido em universidades
DCS	<i>Data Collecting System</i> / Sistema de Coleta de Dados
DEA	Divisão de Eletrônica Aeroespacial
DIR	Direção do INPE
DLC	<i>Diamond Like Carbon</i>
DLR	<i>German Aerospace Centre</i>
DMC	Divisão de Mecânica Espacial e Controle
DSA	Divisão de Satélites e Sistemas Ambientais
DSS	Divisão Desenvolvimento de Sistemas de Solo
EMC/EMI	Compatibilidade e Interferência Eletromagnéticas
EO	<i>End of Operations</i> / Final das Operações
EOL	<i>End of Life</i> / Final da Vida
EQM	<i>Engineering and Qualification Model</i> / Modelo de Engenharia e de Qualificação

ESA	<i>European Space Agency</i>
ESC	Estação de Satélite Científico
ETE	Coordenação-geral de Engenharia e Tecnologia Espacial
ETT	Estação Terrena Transportável
FAPESP	Fundo de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo
FBKF	Formação Bruta de Capital Fixo
FINEP	Financiadora de Estudos e Projetos
FM	<i>Flight Model / Modelo de Vôo</i>
FNDCT	Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
FRR	<i>Flight Readiness Review / Revisão de Aptidão ao Vôo</i>
GAO	Grupo de Acompanhamento e Orientação
GCMIG	Grupo de Competência Modelo Institucional e de Gestão
GCMTE	Grupo de Competência Missões e Tecnologias Espaciais
GEO	<i>Geostationary Orbit / Órbita Geoestacionária</i>
GEOPI	Grupo de Estudos sobre Organização da Pesquisa e da Inovação
GNSS	Global Navigation Satellite Systems
GPM	<i>Global Precipitation Measurement</i>
GPM-Br	<i>Global Precipitation Measurement Brazil</i>
GPS	<i>Global Positioning System</i>
GTO	<i>Geosynchronous Transfer Orbit</i>
HSM	<i>Hierarchical Storage Manager</i>
HW/SW	<i>Hardware/Software</i>
IAE	Instituto de Aeronáutica e Espaço
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICT	Instituição de Ciência e Tecnologia
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IPT	Instituto de Pesquisas Tecnológicas
ITASAT	Satélite tecnológico desenvolvimento em cooperação entre a AEB, o INPE, o ITA e outras universidades
ITAR	International Traffic in Arms Regulations
L	<i>Launch / Lançamento</i>
LA1	Satélite Lattes-1
LEO	<i>Low Earth Orbit / Órbita Terrestre Baixa</i>
LEOP	<i>Launch and Early Orbit Phase / Lançamento e Fase Inicial em Órbita</i>
LHP	Circuito de Bombeamento Capilar
LIT	Laboratório de Integração e Testes
LOA	Lei Orçamentária Anual
LOX	<i>Liquid Oxygen / Oxigênio Líquido</i>
MAP	MAPSAR
MASCO	Projeto Máscara Codificada
MAPSAR	<i>Multi-Application Purpose SAR</i>
MCT	Ministério da Ciência e Tecnologia
MLI	Manta Térmica Super-Isolante Multicamada
MR\$	Milhões de Reais
MTE	Missões e Tecnologias Espaciais
MUS\$	Milhões de Dólares Americanos

NanoSatC-Br	Nanosatélite Científico Brasileiro baseado na arquitetura CubeSat
NASA	<i>National Aeronautics and Space Administration</i>
NM	Nível Médio
NOAA	<i>National Oceanic and Atmospheric Administration</i>
NS	Nível Superior
OBDH	<i>On Board Data Handling</i> / Gerenciador de Dados de Bordo
OBT	Coordenação-geral de Observação da Terra
OE	Objetivo Estratégico (1 a 9)
PAC	Plano de Aceleração do Crescimento
PAPPE	Programa de Apoio à Pesquisas em Empresas
PBM	Plano Básico de Missões
PD	Plano Diretor
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
PDR	<i>Preliminary Design Review</i> / Revisão Preliminar de Projeto
PIB	Produto Interno Bruto
PIPE	Programa de Inovação Tecnológica em Pequenas Empresas
PITE	Programa de Inovação Tecnológica
PLOA	Projeto de Lei Orçamentária Anual
PMM	Plataforma Multimissão
PNAE	Programa Nacional de Atividades Espaciais
PPA	Plano Plurianual
RAL	Rutherford Appleton Laboratory
RH	Recursos Humanos
RF	Rádio Frequência
RO	Rádio Ocultação
SBCDA	Sistema Brasileiro de Coleta de Dados Ambientais
SAN	<i>Storage Area Network</i>
SATEC	Satélite Tecnológico
SC2	Satélite Científico-2
SCA	Satélite de Coleta de Dados Avançado (1 e 2)
SCD	Satélite da série de Coleta de Dados (1 e 2)
SCDAv	Satélite de Coleta de Dados Avançado (1 e 2)
SEMA	Serviço de Manufatura (ETE)
SIAFI	Sistema Integrado de Administração Financeira do Governo Federal
SIGMCT	Sistema de Informações Gerenciais do MCT
SLE	<i>Space Link Extension</i>
SSO	<i>Sun Synchronous Orbit</i>
SWIR	<i>Short Wavelength Infrared</i>
TEC	Coordenação de Gestão Tecnológica
TRL	<i>Technology Readiness Level</i>
UDMH	<i>Unsymmetrical Dimethylhydrazine</i>
UFSM	Universidade Federal de Santa Maria – RS
VLS	Veículo Lançador de Satélites
VO	Observatório Virtual
XSCC	<i>Xian Satellite Control Center</i>

(página em branco)

Resumo Executivo

Um dos compromissos assumidos pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais em seu Plano Diretor (PD), foi consolidar e ampliar a capacidade científica e tecnológica do Instituto para concepção e gestão de missões espaciais. Sob esta perspectiva, o Instituto decidiu estabelecer um plano de missões de satélites e de tecnologias espaciais a ele associadas a ser executado no período de 2008-2020 (denominado Plano de Missões 2008-2020). Para viabilizar o Plano proposto, o Instituto, por meio de um grupo de servidores e consultores denominado Grupo de Competência Missões e Tecnologias Espaciais (GCMTE), elaborou um Roteiro de Desenvolvimento em Missões e Tecnologias Espaciais, também denominado Roteiro MTE.

Este Roteiro tem como ponto de partida um Plano de Missões que engloba 13 lançamentos a serem realizados no período de 2010 a 2019. As missões nele incluídas estão baseadas em três plataformas de satélites distintas. A primeira delas, a de maior dimensão, é a dos satélites da série CBERS. Para esta plataforma o Plano considera 5 missões, designadas como CBERS-3, 4, 5, 6 e 7. As missões 3 a 6 formam a continuidade natural da série iniciada nos anos 80 em parceria com a China, e que já colocou em órbita os satélites de sensoriamento remoto designados como CBERS-1, 2 e 2B. A missão designada como CBERS-7 é uma opção de um satélite também de sensoriamento remoto, mas do tipo radar. Suas datas de lançamento estão programadas para 2010, 2013, 2016, 2019 e 2015, respectivamente.

A segunda plataforma considerada é a baseada na Plataforma Multimissão, de dimensão intermediária e capaz de atender a missões com variados requisitos de apontamento e órbita. Esta plataforma é um desenvolvimento independente do INPE para a qual estão atribuídas as 6 missões seguintes: Amazônia-1 e 2, de sensoriamento remoto do tipo óptico; MAPSAR, de sensoriamento remoto do tipo radar; Lattes-1 e Satélite Científico 2, missões científicas com ênfase em temas associados ao clima espacial e astrofísica; e GPM-Br, missão ambiental que deverá integrar uma constelação internacional de satélites. O Plano estabelece como datas de lançamento os anos de 2011, 2015, 2013, 2012, 2017 e 2014, respectivamente.

Para completar as 13 missões do Plano, mais duas são adicionadas, ambas baseadas em uma proposta de plataforma de dimensões compatíveis com as de microsatélites. Elas são denominadas SCDAv-1 e 2, com o objetivo de apoiar o sistema de coleta de dados iniciado pelos satélites SCD-1 e 2, em órbita há mais de uma década. Estes satélites também terão uma alocação para experimentos tecnológicos. Os lançamentos destes satélites deverão ocorrer como carga útil secundária (carona) dos satélites Lattes-1 e Satélites Científico 2, em 2012 e 2017, respectivamente.

O Roteiro MTE é organizado em torno de sete camadas, cada uma delas vinculada a um aspecto relevante para a implementação do Plano. A Camada 1 faz a ligação entre os Objetivos Estratégicos do Plano Diretor do INPE e as missões espaciais. Neste caso, o Objetivo de maior relevância é o OE4 – *Consolidar a atuação do INPE como instituição singular no desenvolvimento de satélites e tecnologias espaciais*.

A Camada 2 traz o Plano de Missões 2008-2020 e apresenta cronogramas individuais que atendem à nomenclatura de fases de desenvolvimento universalmente adotadas no gerenciamento de missões espaciais, e assim denominadas: Fases 0, A e B para a concepção; Fases C e D para o desenvolvimento; Fases E e F para a operação (ou utilização) e descarte. Nesta Camada, nota-se que ao longo do tempo todas as atividades estão presentes, mas as prioridades se sucedem, começando por uma maioria de missões em fase de concepção, passando para a tônica no desenvolvimento e, finalmente, uma maioria em fase de utilização.

Na Camada 3 é tratada a questão da infra-estrutura requerida pelas áreas envolvidas com as missões, cada uma delas em fases específicas: ETE – Fases 0, A, B, C, D; LIT – Fase D; CRC – Fases E e F; OBT – Fase E; DSA (Divisão do CPTEC) – Fase E. Para cada área são apresentados os itens mais relevantes de infra-estrutura, sejam eles dedicados ou de caráter multimissão, e os períodos nos quais devem estar operacionais. Os itens mais freqüentes são: edificações; computadores e software; redes e armazenamento de dados; antenas de recepção; e antenas de TT&C. Também é indicado o custo anual total dos investimentos a serem realizados, da ordem de MR\$ 197 ao longo do período 2008-2020.

A Camada 4 trata das atividades de Pesquisa e Desenvolvimento. Nela é avaliado um total de 18 atividades atuais lideradas pela ETE e 13 pela CTE. Na maioria dos casos são atribuídos níveis de maturidade tecnológica dentro do padrão *Technology Readiness Level* (TRL). Em complemento, são propostas 26 atividades de P&D, juntamente com uma avaliação detalhada de sua importância para o Plano de Missões, de seu custo, dos obstáculos para seu desenvolvimento ou aquisição, das oportunidades de colaboração e, finalmente, da prioridade para seu desenvolvimento no INPE.

A Camada 5 aborda a questão fundamental dos recursos humanos. Um levantamento circunstanciado das competências disponíveis é feito para todas as áreas envolvidas, tratado como “oferta”, assim como o déficit atual percebido pelos seus gestores. Simultaneamente, são determinadas as necessidades de cada missão em cada uma de suas fases, e são classificadas como “demanda”. O levantamento indica um déficit para atender às necessidades das áreas (visão dos gestores) de 233 profissionais sobre um total de 369 (a demanda total é por 602 profissionais). Sob o ponto de vista da demanda dos projetos (visão dos gerentes), o déficit máximo identificado foi de 274 profissionais (a demanda máxima é por 643 profissionais). A diferença entre os déficits foi de apenas 41 profissionais, o que demonstrou uma convergência satisfatória entre os diagnósticos sob o ponto de vista vertical (da hierarquia), e horizontal (dos projetos).

A Camada 6 discute a questão dos lançadores a serem utilizados em cada uma das missões propostas. Embora, o INPE tenha, na maioria dos casos, pouco ou nenhum controle sobre o seu processo de escolha, o tema não pode ser ignorado, já que é absolutamente crucial para o sucesso das missões propostas. Mesmo considerando que o lançamento dos satélites da série CBERS podem ser assegurados junto à China em todos os seus casos, restam ainda os demais satélites propostos, para os quais não há ainda alternativas asseguradas. Assim, as oportunidades atuais, tanto nacionais quanto estrangeiras, foram averiguadas tomando como base as especificações conhecidas dos satélites do Plano. Além de 2 alternativas nacionais ainda não operacionais, foram identificadas: 4 alternativas americanas; 2 russas; 2 chinesas; 1 ucraniana em parceria com o Brasil; 1 européia (ESA); 1 alemã; e 1 indiana. A conclusão é que não faltam alternativas para os lançamentos – faltam sim processos de planejamento, de alocação orçamentária e de atribuição de responsabilidades para a realização das negociações necessárias.

A Camada 7, a última do Roteiro MTE, trata dos orçamentos anuais estimados para cada uma das missões que formam o Plano. O levantamento indicou que de 2008 a 2010 há uma aceleração significativa na demanda por recursos: tendo a LOA de 2008 como base, o incremento é de 57% de 2008 para 2009, e de mais 24% de 2009 para 2010; no período 2010-2014 a demanda se mantém alta e próxima de MR\$ 300 por ano; de 2014 para 2015 a demanda decresce em virtude da ausência de novas missões em fase de desenvolvimento, dado o caráter finito do Plano. A análise também apurou que no período 2008-2014 a demanda é significativamente superior ao valor médio anual do PPA 2003-2007 (MR\$ 92,7) e ao orçamento de 2007 (MR\$ 124,6), e que o valor médio anual do PPA 2008-2011 (MR\$ 276,3) está próximo da demanda de pico do Plano de Missões (MR\$ 318,5). Embora, os valores que constam do PPA sejam apenas um indicativo do teto de

recursos que podem ser alocados nas Leis de Orçamento Anuais, esta proximidade é bastante positiva.

Concluída a fase de apresentação dos dados, segue-se a de análise e de estabelecimento de estratégia para a implementação do Plano. Neste ponto são apresentadas alternativas estratégias para a obtenção dos recursos necessários, tais como infra-estrutura, recursos humanos e orçamento. Discute-se também a necessidade do Plano ser validado pela comunidade encarregada de implementá-lo, e são apresentadas ações imediatas para que este objetivo seja atingido.

Também com o objetivo de subsidiar as tomadas de decisão, o Roteiro analisa a implementação sob o ponto de vista de eventuais cancelamentos de missões. Os cancelamentos são avaliados por meio das reduções nos custos totais anuais e na demanda trimestral por recursos humanos. As missões têm seus cancelamentos escalonados em cinco etapas, na seguinte ordem: SCDAv-2 e 1; CBERS-7; GPM-Br; Satélite Científico 2, Amazônia-2, e CBERS-6 e 5; Lattes-1 e MAPSAR. Não são contemplados os cancelamentos das missões CBERS-3 e 4 e Amazônia-1. As simulações mostram que é possível reduzir substancialmente os níveis da demanda orçamentária, já que missões inteiras podem ser canceladas. Por outro lado, a demanda por recursos humanos é bem menos compressível, e é aí que reside o maior obstáculo à implementação do Plano aqui traçado.

A última etapa de análise considera a questão da competição por recursos humanos e infra-estrutura para a condução de várias missões simultaneamente. Neste contexto, discutem-se os riscos de atraso nos cronogramas, considerando uma escala de prioridades que reflete a ordem de cancelamentos acima descrita. Embora, a conclusão de que a redução no número de missões também reduz o risco de atrasos seja óbvia, a análise ajuda a antever as épocas em que o gerenciamento integrado dos cronogramas deve ser mais intenso, como fator de mitigação dos riscos antecipados.

Para a leitura do documento, dependendo do interesse de cada um, é possível selecionar as partes do Roteiro de forma a enfatizar um interesse específico, sem comprometer o entendimento geral do assunto. A lista abaixo indica, para sete áreas de interesse, a seqüência de Seções e Apêndices que devem ser lidos em cada caso.

Áreas de interesse	Introdução	Seções										Apêndices									
		1	2	3.1	3.2	3.3	3.4	4	5	6	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Aspectos estratégicos e históricos	X	X	X							X	X	X	X						X		
Missões, justificativas e cronogramas	X		X							X	X			X							
Infra-estrutura necessária	X		X	X						X	X			X							
Atividades de P&D e sua priorização	X		X		X					X	X			X							
Competências e recursos humanos necessários	X		X			X				X	X				X						
Alternativas para lançadores	X		X				X			X	X					X					
Orçamentos necessários	X		X						X	X	X						X			X	

(página em branco)

Introdução

Next year is always the year with adequate funding and schedule.

In political decisions, do not look for logic – look for politics!

(NASA)

Um dos compromissos assumidos pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais no seu Plano Diretor (PD), foi consolidar e ampliar a capacidade científica e tecnológica do Instituto para concepção e gestão de missões espaciais. Sob esta perspectiva, o Instituto decidiu estabelecer um plano de missões de satélites e de tecnologias espaciais a ele associadas a ser executado no período de 2008-2020 (denominado Plano de Missões 2008-2020). Para viabilizar o Plano proposto, o Instituto, por meio de um grupo de servidores e consultores denominado Grupo de Competência Missões e Tecnologias Espaciais (GCMTE), elaborou um Roteiro de Desenvolvimento.

O impulso para a elaboração do Roteiro foi uma discussão sobre a necessidade de diminuir o intervalo temporal entre os lançamentos de satélites do INPE, vislumbrando a possibilidade de executar um lançamento por ano a partir de 2010. Assim sendo, foi definido um cronograma simplificado com as prováveis missões até o ano de 2020, contando inicialmente com as plataformas CBERS (Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres) e PMM (Plataforma Multimissão). O aperfeiçoamento deste cronograma a partir de consultas aos gestores, gerentes e especialistas do INPE deu origem à primeira versão de um Plano de Missões, denominada Plano Básico de Missões (PBM).

Para subsidiar o roteiro e a análise de viabilidade do PBM, o GCMTE coletou, organizou e analisou um conjunto de informações, além de promover um workshop interno de discussão, buscando a colaboração de atores externos ao Grupo. Com base nas análises e discussões, o PBM foi reorganizado, resultando no Plano de Missões apresentado neste documento.

O Roteiro de Desenvolvimento em Missões e Tecnologias Espaciais (Roteiro MTE) está organizado em seis seções, além desta introdução. A Seção 1 discute a relação entre o Plano Diretor do INPE para o período 2007-2011 e as tecnologias e missões espaciais, estabelecendo os vínculos entre os Objetivos e Ações Estratégicas e este tema.

A Seção 2 apresenta o Plano de Missões do INPE para o período 2008-2020, indicando as premissas para sua elaboração e o cronograma associado. As informações organizadas sobre os recursos necessários para a execução do Plano encontram-se na Seção 3 do documento. Nesta, procurou-se apresentar informações sobre a situação atual e desejada em quatro itens considerados essenciais para o desenvolvimento das missões: infra-estrutura; atividades de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D); competências disponíveis e requeridas; e opções de lançadores.

Os quatro itens que constituem a terceira seção, juntamente com o cronograma apresentado na segunda, as relações do Roteiro com os Objetivos e Ações do Plano Diretor presentes na primeira e, finalmente, o orçamento, que é discutido na Seção 4, formam as sete camadas do Roteiro de Desenvolvimento. Na Figura 1 apresenta-se esta estrutura geral.

A Seção 5 contém análises integradas dos recursos requeridos para implementação do Roteiro e apresenta estratégias para sua realização. Por fim, a última Seção (6) apresenta a Síntese do Roteiro MTE. Dez apêndices completam o documento.

Este Roteiro de Desenvolvimento não é um “roadmap” no sentido clássico, pois não busca estabelecer passos, critérios e pontos de decisão que indiquem como um dado objetivo

pode ser atingido dentro de certo prazo, respeitando um conjunto de condições de contorno. Ele também não é um estudo de viabilidade convencional, que busca demonstrar se as condições atuais dos ambientes interno e externo (infra-estrutura, recursos humanos disponíveis, patamar tecnológico e orçamento), são ou não capazes de sustentar a cadência de lançamentos aqui proposta, pois já é sabido que não.

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1	Objetivos Estratégicos e Ações Estratégicas aplicáveis.												
2	Cronograma do Plano de Missões 2008-2020.												
3	Infra-estrutura requerida para integração, testes, rastreamento e controle de satélites; recepção, processamento, armazenamento e distribuição de dados de satélites; desenvolvimento e verificação de equipamentos e software.												
4	Atividades de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) integradas às missões.												
5	Competências requeridas e alocação de recursos humanos (RH).												
6	Alternativas nacionais e internacionais para o lançamento.												
7	Orçamentos estimados a serem executados de 2008 em diante.												

Figura 1: Camadas do Roteiro de Desenvolvimento de Missões e Tecnologias Espaciais

Este documento é de fato um instrumento de auxílio para a tomada de decisão. Ele busca fazer uma ponte entre a Missão do INPE, estabelecida em seu Plano Diretor, e a realidade atual de nossa organização, apresentando e discutindo de forma integrada os aspectos mais relevantes para o desenvolvimento do Plano de Missões proposto.

Dois critérios básicos foram adotados no início dos trabalhos. O primeiro refere-se à necessidade de buscar uma transição realista entre os projetos em curso e os propostos, já que os projetos atuais são compromissos amplos do INPE que devem ser mantidos. Adicionalmente, estes projetos formam a base das propostas orçamentárias do Plano Plurianual para o período de 2008 a 2011 na substancial parcela referente às Ações do Programa Nacional de Atividades Espaciais (PNAE). Também foram considerados o próprio Programa Nacional de Atividades Espaciais para o período 2005-2014, documento de responsabilidade da Agência Espacial Brasileira (AEB), bem como o Plano de Ação 2007-2010 do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT).

O segundo critério refere-se ao tratamento sempre integrado da demanda por recursos, e sua confrontação com as disponibilidades atuais, o que faz aflorar demandas por investimentos em infra-estrutura, pelo desenvolvimento de novas tecnologias e pela incorporação de competências adicionais em quantidades e categorias variadas.

Neste critério, em particular, é importante notar que, por ser o horizonte do Plano finito (vai até 2020), a partir de um certo momento algumas missões são descontinuadas e outras novas não tomam seu lugar, o que acarreta uma redução paulatina na demanda por recursos, em especial humanos e orçamentários. Esta é uma limitação natural do trabalho realizado, que só pode ser corrigida por meio de revisões periódicas capazes de atualizar e

readequar suas diversas camadas, incluir ou retirar missões, e mover para diante a sua data de encerramento.

Embora, o Roteiro MTE e seu Plano de Missões tenham como tema principal o INPE e suas atividades, é necessário reconhecer que os projetos aqui discutidos não podem ser levados a cabo de forma isolada das outras organizações envolvidas com o Programa Espacial Brasileiro. Dentre elas devem ser citados os demais órgãos governamentais que recebem dotações orçamentárias do PNAE para atividades de coordenação e/ou execução de programas e projetos (MCT, AEB e CTA), empresas de natureza industrial e de serviços, e organizações de ensino e pesquisa. Assim, é importante compreender que a implementação do Plano de Missões está sujeita a uma dinâmica de duplo sentido, que ocorre de dentro para fora do INPE, e neste sentido é capaz de atestar ou não viabilidade para a realização de uma dada missão, e de fora para dentro, com a atribuição de estabelecer ou influenciar fortemente as prioridades a serem estabelecidas. Isto significa que a realização do Plano depende tanto da atuação interna do INPE quanto da atuação externa dele próprio e de outros atores do sistema.

O Roteiro MTE também não perde de vista o fato de que um órgão de estado voltado para pesquisas na área espacial, como é o caso do INPE, deve pautar sua atuação pelo permanente e simultâneo atendimento ao binômio *capacitação tecnológica nacional e oferta de dados de interesse econômico, social, ambiental e estratégico*.

Em conclusão, ao invés de um caminho para a materialização individual das missões propostas, este Roteiro é uma ferramenta de auxílio para a gestão integrada dessas missões. Ele não atesta a viabilidade do conjunto de missões, ou de missões individuais, nem indica ser o plano realizável no todo ou em parte. Ele busca fazer um diagnóstico e indicar de forma integrada o que é necessário para que o Plano de Missões seja implementado e espera, com isto, contribuir para ampliar suas chances de sucesso.

(página em branco)

1. O Plano Diretor 2007-2011 e sua relação com as Missões e Tecnologias Espaciais

O Plano Diretor apresenta os Objetivos Estratégicos (OEs) e as Ações Estratégicas (AEs) que deverão balizar a atuação do INPE no período 2007-2011. Muitas das AEs presentes no Plano estão direta ou indiretamente relacionadas com o desenvolvimento e operação de missões espaciais, sendo de fundamental importância para subsidiarem a elaboração de um Plano de Missões para o INPE.

Nos Quadros 1 a 9 a seguir identifica-se o tipo de vinculação entre as AEs e as missões de satélites do INPE, considerando os processos envolvidos em sua concepção, desenvolvimento e operação, assim como gerenciamento e organização. A identificação do tipo de vínculo entre o PD e as missões segue o padrão abaixo:

Tipos de Vínculo		
Não há vínculo	Vínculo indireto	Vínculo direto

Quadro 1: Vínculos entre o OE1 e as missões

OE1	Ampliar e consolidar competências em ciência, tecnologia e inovação nas áreas espacial e do ambiente terrestre para responder a desafios nacionais.
AE1.1	Desenvolver e disponibilizar conhecimento, produtos e serviços singulares para: i) informar e auxiliar a formulação e implementação de políticas públicas e apoiar as tomadas de decisões governamentais (em áreas como saúde, educação e segurança pública); ii) atender demandas setoriais específicas de grande importância para o desenvolvimento econômico e social do País (como agronegócio, exploração de energia e de recursos naturais renováveis e não renováveis); e iii) responder aos desafios associados às mudanças ambientais globais e contribuir para a conscientização da sociedade sobre este tema.
AE1.2	Aprimorar a política de disponibilização de dados produzidos pelo INPE para facilitar o acesso e estimular o desenvolvimento e a diversificação de aplicações para a sociedade.
AE1.3	Desenvolver e utilizar mecanismos e tecnologias que promovam a difusão e o acesso público à informação e ao conhecimento sobre o espaço e o ambiente terrestre.
AE1.4	Ampliar a atuação do INPE junto a ministérios e órgãos governamentais e articular parcerias com o setor privado, para planejar respostas aos desafios do País e para contribuir na elaboração de políticas nacionais.

Quadro 2: Vínculos entre o OE2 e as missões

OE2	Desenvolver, em âmbito mundial, liderança científica e tecnológica nas áreas espacial e do ambiente terrestre enfatizando as especificidades brasileiras.
AE2.1	Criar um programa de pesquisa e de previsão em clima espacial englobando implicações para os sistemas espacial e terrestre e aplicações tecnológicas.
AE2.2	Utilizar as oportunidades do Programa de Satélites Científicos para o desenvolvimento de experimentos embarcados em plataformas espaciais visando investigar, em especial, as características particulares da região equatorial.
AE2.3	Liderar o desenvolvimento e uso de técnicas de observação da Terra para monitoramento e conhecimento territorial, atmosférico e oceânico, com a utilização de satélites de sensoriamento remoto, ambientais e meteorológicos.
AE2.4	Reforçar competências de pesquisa em Astrofísica Instrumental.
AE2.5	Fortalecer competências tecnológicas do INPE para o desenvolvimento de instrumentação científica.
AE2.6	Consolidar o desenvolvimento de modelos ambientais e meteorológicos regionais.
AE2.7	Promover, consolidar e ampliar o desenvolvimento de softwares abertos, nas áreas espacial e do ambiente terrestre, de interesse da sociedade brasileira.

Quadro 3: Vínculos entre o OE3 e as missões

OE3	Ampliar e consolidar competências em previsão de tempo e clima e em mudanças ambientais globais.
AE3.1	Desenvolver, aprimorar e operacionalizar redes observacionais e modelos ambientais (atmosfera, biosfera, hidrosfera e criosfera) e de previsão meteorológica (tempo e clima), assim como novos produtos e serviços associados.
AE3.2	Criar a área de competência em Ciência do Sistema Terrestre no INPE.

Quadro 4: Vínculos entre o OE4 e as missões

OE4	Consolidar a atuação do INPE como instituição singular no desenvolvimento de satélites e tecnologias espaciais.
AE4.1	Consolidar e ampliar a capacidade científica e tecnológica do Instituto para concepção e gestão de missões espaciais
AE4.2	Consolidar competência em engenharia espacial para ampliar e aprimorar o desenvolvimento de tecnologias espaciais.
AE4.3	Ampliar as atividades de pesquisa e desenvolvimento em tecnologias associadas visando gerar produtos e processos inovadores nas áreas espacial e do ambiente terrestre.
AE4.4	Estabelecer uma estratégia permanente de acesso a tecnologias sensíveis (componentes, materiais e processos), atuando tanto na especificação, articulação e aquisição junto ao mercado internacional quanto no desenvolvimento nacional.
AE4.5	Estabelecer programas de desenvolvimento de satélites científicos, meteorológicos, ambientais e de sensoriamento remoto, visando reduzir a dependência externa no suprimento de dados para o País.
AE4.6	Ampliar competências na operação de sistemas espaciais, recepção, processamento, armazenamento e distribuição de seus dados.

Quadro 5: Vínculos entre o OE5 e as missões

OE5	Promover uma política espacial para a indústria visando atender às necessidades de desenvolvimento de serviços, tecnologias e sistemas espaciais.
AE5.1	Ampliar a cooperação em pesquisa e desenvolvimento entre o INPE, a indústria e outras organizações para desenvolver tecnologias, aplicações, produtos e serviços singulares, como forma de capacitar a indústria, garantir o fornecimento de bens e serviços nas futuras missões do Instituto e reduzir riscos e custos.
AE5.2	Articular-se com outras organizações para manter demandas contínuas por produtos e serviços espaciais, de forma a contribuir para a sustentabilidade da indústria.
AE5.3	Identificar e incentivar novos modelos de negócios no setor espacial.
AE5.4	Promover a capacitação gradativa de contratantes principais.

Quadro 6: Vínculos entre o OE6 e as missões

OE6	Fortalecer o relacionamento institucional do INPE em âmbitos nacional e internacional.
AE6.1	Estabelecer um plano com critérios e procedimentos para identificação e priorização dos relacionamentos institucionais do INPE e dotar o Instituto de mecanismos, estruturas e competências necessárias para negociar e gerenciar cooperações e articulações.
AE6.2	Institucionalizar as iniciativas de cooperação internacional, particularmente no que se refere à realização de missões espaciais e a participação em acordos globais multilaterais.
AE6.3	Promover o relacionamento com as universidades, centros e instituições de ensino e pesquisa em âmbito nacional no intuito de reforçar a participação destes grupos no desenvolvimento científico e tecnológico, na formação de pessoal e no compartilhamento de competências nas áreas de atuação do INPE.
AE6.4	Atuar na promoção de uma maior convergência entre os atores envolvidos na execução do programa espacial brasileiro, assim como na elaboração e implementação da política espacial.
AE6.5	Atuar na promoção de uma maior convergência entre os atores envolvidos na execução de atividades científicas, tecnológicas e operacionais na área meteorológica no Brasil, articulando-se, especialmente, com os órgãos das esferas Estadual e Federal.

Quadro 7: Vínculos entre o OE7 e as missões

OE7	Prover a infra-estrutura adequada para o desenvolvimento científico e tecnológico.
AE7.1	Diversificar os sistemas de coleta de dados atmosféricos e ambientais e o acesso aos dados coletados por redes estaduais, federais e internacionais.
AE7.2	Investir em infra-estrutura computacional em seus diversos níveis, incluindo supercomputação, comunicações e tecnologia da informação, considerando as diferentes necessidades e demandas das áreas do INPE.
AE7.3	Investir em infra-estrutura para o desenvolvimento e operação de sistemas espaciais, desenvolvimento de tecnologias, bem como para geração, armazenamento, tratamento e difusão de dados.
AE7.4	Investir em infra-estrutura de laboratórios, plataformas e sistemas de aquisição de dados em superfície, aerotransportados e no espaço.
AE7.5	Melhorar a infra-estrutura física e operacional dos Programas de Pós-Graduação e das atividades de treinamento e difusão do INPE.

Quadro 8: Vínculos entre o OE8 e as missões

OE8	Estabelecer uma política de recursos humanos para o INPE, baseada na gestão estratégica de competências e de pessoas.
AE8.1	Realizar sistematicamente o mapeamento de competências no INPE.
AE8.2	Implantar mecanismos que garantam o desenvolvimento, a captação e a retenção de competências.
AE8.3	Estabelecer e implantar programas de desenvolvimento de lideranças e de capacitação gerencial.
AE8.4	Aprimorar os mecanismos de planejamento, acompanhamento e avaliação de desempenho individual, de forma integrada ao sistema de avaliação institucional.
AE8.5	Monitorar continuamente o clima organizacional.
AE8.6	Capacitar as áreas responsáveis pela gestão de recursos humanos no INPE, possibilitando-as atuarem como indutoras das decisões estratégicas institucionais referentes à gestão do capital humano.

Quadro 9: Vínculos entre o OE9 e as missões

OE9	Identificar e implantar modelo gerencial e institucional, adequado às especificidades e desafios que se apresentam para o INPE.
AE9.1	Discutir e propor, de forma articulada com outras instituições de ciência e tecnologia no Brasil, um modelo institucional mais adequado ao INPE e preparar, em conjunto com o MCT, uma proposta de implementação desse modelo.
AE9.2	Definir e implantar a estrutura do modelo integrado de gestão.
AE9.3	Implantar a gestão por processos.
AE9.4	Implantar a gestão de projetos.
AE9.5	Implantar um sistema de tecnologia de informação (TI) como insumo à estratégia institucional para apoiar e agilizar as ações relacionadas ao modelo integrado de gestão e subsidiar os processos de tomada de decisão.
AE9.6	Adequar a estrutura organizacional do Instituto aos seus Objetivos Estratégicos, envolvendo discussões com as áreas.
AE9.7	Desenvolver e implantar um sistema de avaliação institucional, que integre e sistematize as avaliações de resultados de projetos, de processos e de recursos humanos, assim como as avaliações de impacto dos produtos do INPE, práticas de referência (<i>benchmarks</i>) e acompanhamento das metas do Instituto.
AE9.8	Implantar e sistematizar, de forma participativa, a prática de planejamento estratégico no INPE.
AE9.9	Ampliar e diversificar as fontes de financiamento e os processos de captação e geração de recursos para o INPE.
AE9.10	Ampliar e fortalecer o caráter estratégico da política de comunicação institucional no INPE.
AE9.11	Revisar e aprimorar o modelo de gestão de P,D&I.
AE9.12	Criar e implantar uma política de propriedade intelectual e de transferência de tecnologia no INPE.
AE9.13	Consolidar a sistemática para desenvolvimento, registro, armazenamento, recuperação e disseminação do conhecimento gerado e adquirido no INPE.
AE9.14	Promover uma maior sintonia dos Programas de Pós-Graduação com as atividades de P,D&I do INPE.
AE9.15	Definir uma política de articulação institucional e de P,D&I para seus centros regionais em torno de missões singulares e complementares.

Observa-se que os vínculos diretos com as missões espaciais ocorrem nos OEs 2, 4, 5, 7 e 9. O destaque fica por conta do OE4, que trata do desenvolvimento de satélites e tecnologias espaciais e que, portanto, possui todas as suas AEs vinculadas diretamente às missões espaciais.

No caso dos OEs 5 e 7, o vínculo direto estabelece-se, respectivamente, em função do papel da indústria no desenvolvimento de serviços, tecnologias e sistemas espaciais e do desenvolvimento de infra-estrutura para aquisição, geração, armazenamento, tratamento e difusão de dados, assim como para o desenvolvimento e a operação de sistemas espaciais.

O vínculo direto das AEs do OE2 é devido à estreita relação entre as atividades científicas e de monitoramento das áreas de ciências espaciais, observação da Terra e meteorologia do INPE e as missões de satélites por ele desenvolvidas. Por fim, o forte componente de gestão de projetos no desenvolvimento das missões, assim como a relação entre a estrutura organizacional do Instituto e a forma de execução das missões, justificam os vínculos diretos de AEs do OE9 com as missões espaciais.

2. O Plano de Missões 2008-2020

Nesta seção apresenta-se o Plano de Missões a ser implantado pelo INPE no período de 2008-2020. Este Plano é resultado da integração de várias propostas em discussão no Instituto e adota como balizadores o Plano Diretor 2007-2011, o PPA 2003-2007 e o 2008-2011, o PNAE 2005-2014 e o Plano de Ação 2007-2010 do MCT, assim como um conjunto de premissas definidas pelo GCMTE, as quais são descritas a seguir:

2.1 Premissas do Plano de Missões

As premissas identificadas pelo Grupo para a elaboração do Plano de Missões estão organizadas em quatro vertentes: direcionamentos estratégicos; relação com atores externos ao INPE; uso dos recursos; modelos organizacional e gerencial.

No que se refere aos direcionamentos estratégicos mais gerais a serem considerados pelo Plano de Missões, entende-se que este deve integrar as diversas iniciativas existentes no INPE e estar alinhado, especialmente, ao Plano Diretor, ao PPA, ao recentemente anunciado Plano de Ação do MCT e ao PNAE. Sendo assim, uma das premissas estabelecidas foi assumir a continuidade das missões em andamento de forma a respeitar acordos, contratos e convênios já estabelecidos; manter a característica de multiprogramas e garantir que o fornecimento de dados e serviços não sofra descontinuidade.

A partir desta premissa, reconhece-se que o Plano deve priorizar as missões em andamento e também possibilitar que seja mantida a seqüência de certas missões, de forma a garantir, por exemplo, o imageamento da Amazônia e a operação das Plataformas de Coletas de Dados¹.

Ainda na linha de direcionamentos estratégicos o Plano deve:

- criar novas capacidades tecnológicas no INPE;
- ampliar as competências do INPE, inclusive suas competências de relacionamento com outras organizações, de maneira a consolidar a liderança científica e tecnológica do Instituto;
- prover dados que atendam demandas e que tragam impactos econômicos e sociais positivos para a sociedade brasileira.

Um segundo conjunto de premissas definidas pelo Grupo foi quanto à relação com atores externos ao INPE. Nesta vertente considerou-se a relação com o governo; com organizações internacionais; com outras instituições de C&T (ICTs); e com empresas. Dessa forma definiu-se que:

- Com o Governo, o Plano de Missões deve:
 - estar alinhado com o MCT e demais atores do Programa Espacial Brasileiro, particularmente a Agência Espacial Brasileira (AEB) e o Comando-Geral de Tecnologia Aeroespacial (CTA);
 - garantir o apoio explícito do Itamaraty e do Ministério do Meio Ambiente;

¹ O Apêndice 1 traz uma resenha histórica das contribuições do INPE desde a sua criação, em 1961. Nele estão enfatizados os fatos mais destacados associados ao desenvolvimento de satélites e a missões espaciais ao longo deste período, que ajudam a compreender a importância da manutenção de algumas categorias de missões. Em complemento ao Apêndice 1, o Apêndice 2 traz um detalhamento histórico, técnico e gerencial de missões espaciais já realizadas e em planejamento pelo INPE.

- ampliar o apoio de outros Ministérios, particularmente os da Agricultura e da Defesa;
 - utilizar ativamente o poder de compra do Estado.
- Com organizações internacionais, o Plano de Missões deve:
 - respeitar os compromissos internacionais já assumidos;
 - ampliar a participação brasileira em programas internacionais;
 - ampliar as cooperações internacionais, especialmente para desenvolvimento de competências específicas.
- Com outras ICTs, o Plano de Missões deve:
 - orientar-se para a cooperação em produtos e serviços específicos.
- Com as empresas, o Plano de Missões deve:
 - ampliar a capacitação tecnológica dos fornecedores;
 - ampliar a participação da indústria no fornecimento de componentes, subsistemas, e sistemas completos;
 - consolidar a divisão de tarefas na qual o INPE detém a liderança para conceber e validar missões e seus sistemas.

O uso dos recursos relativos à infra-estrutura e aos recursos humanos orientou um terceiro conjunto de premissas, para o qual se estabeleceu:

- Quanto aos recursos de infra-estrutura, o Plano de Missões deve:
 - buscar a implantação da infra-estrutura adequada para o desenvolvimento das atividades de P&D requeridas pelas missões;
 - buscar a implantação da infra-estrutura requerida para o desenvolvimento do segmento espacial (satélite) das missões em suas várias fases e atividades;
 - buscar a implantação do segmento solo para o conjunto das missões nos níveis de comando e controle dos satélites e de recepção, processamento, armazenamento e distribuição de dados.
- Quanto aos recursos humanos, o Plano de Missões deve:
 - contar com recursos humanos em qualidade e quantidade suficientes para o cronograma proposto. Entende-se que parte desses recursos humanos deve estar dentro do INPE (por meio da contratação de engenheiros e pesquisadores; e formação de novas competências no quadro interno já existente), e parte deverá ser obtida por meio de cooperações ou pela contratação de serviços.

Particularmente no que se refere aos recursos humanos, o Grupo analisou também a questão do desenvolvimento de capacitação científica e tecnológica, para o que estabeleceu como premissas que o Plano deve:

- permitir o acompanhamento da fronteira científica e tecnológica por parte do INPE;
- possibilitar uma maior integração entre as atividades de P&D e as missões de satélites;

- permitir a capacitação equilibrada entre o desenvolvimento de plataformas e de suas aplicações, ampliando assim o desenvolvimento e a introdução de inovações;
- distribuir as cooperações com ICTs e empresas segundo critérios de nível de desenvolvimento das tecnologias e sistemas (indicadores de *Technology Readiness Level* – TRL mais altos com a indústria e TRLs mais baixos com ICTs).

Finalmente sobre os modelos organizacional e gerencial foi estabelecida a premissa de que o Plano de Missões deve dispor de modelos consistentes e flexíveis capazes de explorar as sinergias e a diversidade de competências para o cumprimento das missões.

Este conjunto de premissas, assim como as orientações da Direção e das diversas áreas do INPE, do Grupo de Competência Modelo Institucional e de Gestão (GCMIG), do Grupo de Competência Espaço e Ambiente (GCEA), e do Grupo de Acompanhamento e Orientação (GAO) tornaram-se os balizadores para a finalização do Plano de Missões 2008-2020.

2.2 Missões de satélites incluídas no Plano de Missões

Em linhas gerais, o Plano de Missões do INPE engloba os futuros satélites da série *China-Brazil Earth-Resources Satellite* (CBERS)², considerada a principal demanda para o INPE; as missões baseadas na Plataforma Mutimissão (PMM)³, que devem aumentar sensivelmente a demanda por recursos nos próximos anos; e dois Satélites de Coleta de Dados Avançados (SCDAv-1 e 2), os quais serão desenvolvidos também como oportunidades para embarcar cargas úteis tecnológicas e preparar recursos humanos para a área.

O Plano também engloba as necessidades das missões ainda em fase de operação (CBERS-2 e 2B e SCD-1 e 2), assim como das missões de terceiros das quais as áreas de Observação da Terra (OBT) e Meteorologia e Clima (CPTEC) fazem a recepção de dados (detalhes na Figura 3).

Conforme ilustrado na Figura 2, as missões propostas no Plano podem ser visualizadas em três conjuntos distintos. O primeiro refere-se às missões em andamento e, portanto, busca atender à componente inercial, estando muito relacionado ao PPA 2008-2011, ao PD 2007-2011 e ao Plano de Ação 2007-2010.

O segundo conjunto baseia-se no período de vigência do PNAE e estende-se até ao ano de 2014. O terceiro é dedicado principalmente à seqüência de missões existentes (CBERS, Amazônia, satélites científicos e de coleta de dados)⁴.

O Apêndice 3 traz uma coletânea de dados técnicos e gerenciais dos satélites que constam do PPA 2008-2011 (CBERS-3 e 4, Amazônia-1, Lattes-1, MAPSAR e GPM-Br). Nele é possível conhecer seus requisitos técnicos, entender sua missão e suas demandas orçamentárias e por recursos humanos. Os dados levantados para estes seis satélites serviram de base para a elaboração do Roteiro MTE, considerando as seguintes hipóteses:

² Futuras missões CBERS: dois satélites em fase de desenvolvimento (CBERS-3 e 4) e 3 em negociação (CBERS-5, 6 e 7).

³ Satélites baseados na PMM: Amazônia-1 e 2, Lattes-1 e Satélite Científico 2, *Multi-Application Purpose SAR* (MAPSAR), e *Global Precipitation Measurement* (GPM-Br).

⁴ As missões indicadas também podem ser avaliadas no contexto das demandas para a área espacial identificadas ao longo do processo de Planejamento Estratégico. O Apêndice 9 resume as demandas identificadas para o INPE.

- Os satélites **CBERS-3** e **4** já estão em desenvolvimento, e permanecem no Plano de Missões nos termos negociados com a China, que prevêem contribuições equivalentes do Brasil e China. O sucesso no desenvolvimento deste par de satélites depende, entre outras coisas, da superação das dificuldades atuais para a aquisição de componentes eletrônicos com qualificação espacial.
- Os satélites **CBERS-5** e **6** darão continuidade à missão do par 3 e 4, possivelmente compartilhando a mesma plataforma e seus requisitos gerais de missão, assim como a divisão de trabalho entre as partes. No delineamento desse novo par de missões, Brasil e China deverão por um lado garantir a continuidade no fornecimento de dados e, por outro, buscar a evolução tecnológica da plataforma CBERS. Isto sinaliza na direção de uma redução na massa e nas dimensões físicas dos satélites, assim como na ampliação de sua vida nominal, ainda assumida neste Roteiro como sendo de 3 anos.
- O satélite **CBERS-7** ainda não está definido, podendo vir a cumprir uma missão de observação da Terra por meio de radar. Neste Roteiro ele utiliza a mesma plataforma dos satélites 3 e 4 da série CBERS.
- O satélite **Amazônia-1** deverá ser a primeira missão adotando a PMM, e segue o planejamento vigente. Os três grandes desafios a serem superados são: a contratação do desenvolvimento do sistema de controle de atitude e gestão de bordo (ACDH); a contratação do desenvolvimento da sua carga útil óptica; e a identificação e contratação de um veículo lançador.
- O satélite **Amazônia-2** dará continuidade à missão do Amazônia-1, mantendo a mesma plataforma e seus requisitos gerais.
- O satélite **MAPSAR** deverá ser a primeira missão de observação da Terra do tipo radar da qual o INPE participa diretamente da fase de desenvolvimento. Ele deverá atender ao antigo objetivo de complementar os satélites de sensoriamento remoto ópticos com um radar capaz de garantir o imageamento das regiões tropicais, cuja observação é constantemente prejudicada pela presença de nuvens. A carga útil deverá ser em sua maior parte fornecida por parceiro externo (DLR, na Alemanha), e será montada sobre uma PMM.
- O satélite **Lattes-1** é a consolidação das missões originalmente denominadas EQUARS e MIRAX sobre uma plataforma PMM. Sua operação deverá comportar modos distintos de apontamento (geoapontado e inercial), com vistas a atender aos requisitos originais daquelas duas missões. Embora, adotando as mesmas soluções tecnológicas do Amazônia-1, o INPE tem por objetivo buscar um maior nível de nacionalização neste satélite, particularmente no que se refere aos equipamentos e softwares associados ao seu ACDH.
- O **Satélite Científico 2** dará continuidade à série de missões científicas iniciada com o Lattes-1, compartilhando a mesma plataforma do tipo PMM, mas deverá concentrar sua missão nas necessidades de monitoramento do Clima Espacial.
- O satélite **GPM-Br** atende a um acordo entre a AEB e a NASA. Deverá utilizar uma carga útil desenvolvida no exterior, montada sobre uma plataforma PMM.
- Os satélites denominados **SCDAv-1** e **2** são uma proposta de retomada do desenvolvimento de satélites para atender à Missão de Coleta de Dados. Eles deverão receber como carga útil primária um *transponder* de coleta de dados mais moderno que o encontrado nos satélites SCD-1 e 2. Deverão também contar com margens de massa, volume e potência para acomodar pelo menos uma carga útil tecnológica, e deverão ser baseados em uma plataforma de dimensões reduzidas

(na categoria de microssatélites⁵). Esta plataforma poderá eventualmente ser adquirida pronta no exterior, cabendo, neste caso, ao INPE o desenvolvimento das cargas úteis e sua integração. Eles deverão ser lançados, como carga secundária, no lançador que servirá aos satélites científicos Lattes-1 e Satélite Científico 2.

Na Figura 2 diferenciam-se as missões, cujos objetivos já foram estabelecidos previamente (em quadros com linhas cheias), das que ainda deverão passar pelo processo de especificação e estudo de viabilidade (quadros com linhas tracejadas). Na categoria dos satélites já especificados encontram-se as missões: CBERS-3, 4, 5 e 6, Amazônia-1, Lattes-1, MAPSAR e GPM-Br. Nem todos estão “especificados” sob o ponto vista formal de engenharia, mas já há uma visão clara das características de suas plataformas, das cargas úteis e das missões a serem por eles desempenhadas, como é o caso dos CBERS 5 e 6.

O detalhamento do cronograma relativo ao Plano de Missões é apresentado na Figura 3, no qual são adotadas as Fases de 0 (zero) a F (Quadro 10), de acordo com o padrão da Agência Espacial Européia (ESA), também adotado pelo INPE.

Quadro 10: Fases do processo de desenvolvimento das missões⁶

Código de cores	Fases	Descrição
Red	0 (zero)	Análise de Missão (<i>Mission Analysis / Needs Identification</i>)
	A	Viabilidade (<i>Feasibility</i>)
	B	Definição Preliminar (<i>Preliminary Definition</i>)
Green	C	Definição Detalhada ou Desenvolvimento (<i>Detailed Definition</i>)
	D	Produção e Qualificação em Solo (<i>Production / Ground Qualification Testing</i>)
Blue	E	Utilização (<i>Utilization</i>)
	F	Descarte ou eliminação (<i>Disposal</i>)

A indicação das fases das missões é relevante para efeito de planejamento, pois as competências requeridas em cada uma delas mudam. A divisão apresentada no cronograma da Figura 3 foi construída a partir de informações colhidas junto aos gerentes das missões, com base na experiência do INPE e nas expectativas quanto ao desempenho de nossas equipes de engenharia no futuro.

⁵ Neste Roteiro é adotada a seguinte classificação quanto à massa de satélites de porte reduzido: Minissatélites (100 a 500kg); Microssatélites (10 a 100kg); Nanossatélites (1 a 10kg); Picossatélites (0,1 a 1kg). Fonte: Verbetete *Miniaturized satellite* da Wikipedia, disponível em <http://en.wikipedia.org/wiki/Miniaturized_satellite>.

⁶ Fonte: European Cooperation for Space Standardization – ECSS. Space Project Management – Project Phasing and Planning. ECSS-M-30A, 19 April 1996. Disponível em <<http://www.ecss.nl/>>.

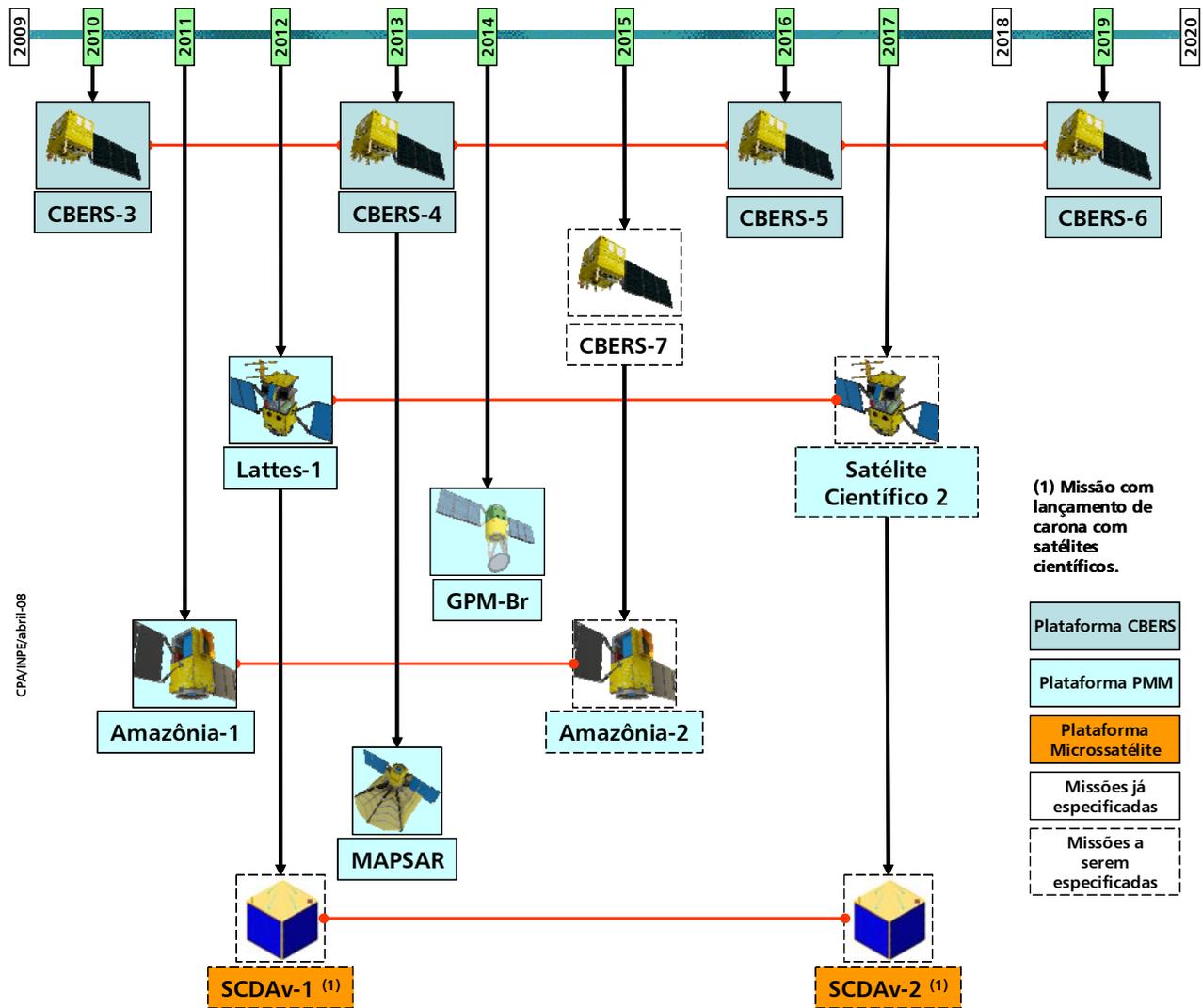


Figura 2: Plano de Missões 2008-2020

A análise da Figura 3 também indica que há três tempos em sucessão ao longo do Plano de Missões proposto. No primeiro predominam as Fases 0, A e B das missões, que são as de proposição e projeto preliminar (barras vermelhas). Em seguida predominam as Fases C e D, que são as de desenvolvimento (barras verdes). Ao final restam as Fases E e F, de utilização e descarte (barras azuis).

Nota-se também que, em virtude do horizonte finito de planejamento que vai apenas até 2020, o cronograma abre vazios na medida e que alguns satélites encerram sua operação e não são substituídos. Isto não caracteriza uma deficiência do Roteiro, significa apenas que ele deverá ser revisto periodicamente, para permitir a inclusão de novas missões ou o prosseguimento das já existentes.

Além do detalhamento das fases, na Figura 3 também destacam-se os momentos de transição de fases, as principais revisões de projeto, os lançamentos e o momento de encerramento das operações ao final da vida útil nominal de cada missão.

O encadeamento proposto para as missões acomoda a cadência de aproximadamente um lançamento anual e busca respeitar a vida útil nominal de cada missão para efeito de reposição dos satélites em órbita, particularmente nos casos das missões que devem ter a continuidade no suprimento de dados assegurada. A única exceção são os satélites SCDAv, que, por serem lançados como carga útil secundária, terão a reposição pautada pelos lançamentos dos satélites científicos.

Este Plano não inclui as missões que utilizam balões e foguetes de sondagem para o seu lançamento. Embora, o interesse por esse tipo de missão ainda exista, as condições para sua viabilização reduziram-se substancialmente nos últimos anos. Isto não significa que o INPE não terá mais envolvimento em missões desse gênero, mas a sua importância e demanda por recursos foi considerada insuficiente para justificar sua colocação no mesmo nível das missões de satélites.

Finalmente, é importante registrar que a viabilização deste Plano de Missões depende de uma efetiva gestão de recursos humanos, orçamentários, de infra-estrutura e das atividades de P&D. Dessa forma, para orientar a definição de estratégias para a condução do Plano, foi identificada a disponibilidade atual de recursos no INPE, assim como as necessidades impostas pelo Plano. Este mapeamento de necessidades é apresentado na Seção 3.

As indefinições do Plano de Missões

As indefinições do Plano de Missões estão associadas a três aspectos: (1) a categoria dos satélites ainda por serem especificados; (2) a cargas úteis que eventualmente poderão ser incluídas em satélites que já estão programados; (3) a missões não consideradas.

Se por um lado as indefinições perturbam o processo de planejamento, o que é indesejável, por outro elas introduzem uma certa flexibilidade no Plano de Missões, pois permitem acomodar oportunidades de missões ainda não consideradas, tanto em nível de plataforma quanto de cargas úteis. Este último aspecto é desejável para que o INPE possa acomodar decisões tomadas em outros níveis de governo quanto às prioridades do Programa Espacial Brasileiro, seus satélites e suas aplicações.

(1) Missões ainda não especificadas

Nesta categoria encontram-se as missões: CBERS-7, Amazônia-2, Satélite Científico 2 e SCDAv-1 e 2, e valem os seguintes comentários:

- O satélite **CBERS-7** poderá ser uma missão conjunta com a China para o desenvolvimento de um satélite de observação da Terra do tipo radar nas bandas L ou C com antena planar, e de aplicação civil. Para o INPE, a decisão pelo seu desenvolvimento depende também do sucesso no desenvolvimento do satélite MAPSAR⁷.
- O satélite **Amazônia-2** deverá dar continuidade à missão do Amazônia-1, de forma a garantir o suprimento de dados. Além dessa missão primária, ele poderá também comportar acréscimos de cargas úteis, podendo eventualmente incluir mais uma carga útil óptica de observação da Terra (ver comentário no item referente a cargas úteis).
- O **Satélite Científico 2** deverá ser concentrar na exploração de temas ligados ao Clima Espacial, que já são parte da missão do Lattes-1. Com isso seriam evitados conflitos em sua operação, como os existentes no caso do Lattes-1.
- Os satélite **SCDAv-1** e **2** são os que mais carecem de estudo, constituindo, por enquanto, apenas em uma aspiração institucional que endereça vários objetivos simultâneos: (a) a continuidade operacional do Sistema Brasileiro de Coleta de Dados Ambientais (SBCDA); (b) a exploração do nicho de satélites de dimensões reduzidas; (c) a criação de oportunidades de voo para equipamentos ainda em desenvolvimento (as cargas úteis tecnológicas); (d) a formação de recursos humanos para a área espacial⁸.

(2) Cargas úteis

- **Radiômetro para o satélite GPM-Br:** A proposta para o satélite GPM-Br estabelece que caberia ao Brasil fornecer a plataforma e a um parceiro internacional o fornecimento do radiômetro, que é o instrumento principal do satélite. O Plano de Missões antecipa a realização do PDR em 2009, o que demandaria já ter as parcerias estabelecidas para este fornecimento. No entanto, isto ainda não ocorreu, nem há previsão de quando será materializada. Em reunião bilateral, AEB e INPE com a NASA em março de 2008, ficou estabelecido que a NASA não a fornecerá. Como alternativa, resta o instrumento utilizado no satélite Megha-Tropiques.
- **Câmara de média resolução:** Discute-se a inclusão no satélite Amazônia-1 de uma câmara de média resolução Ralcam 3, com resolução aproximada de 10 metros⁹.

⁷ Sobre o satélite MAPSAR, em março de 2008 o INPE e o DLR firmaram um acordo para a realização da sua Fase B (projeto preliminar). Ela deverá ter a duração de 12 meses, e cada parte deverá investir 2 MUS\$. Esta decisão aponta para a realização do PDR deste satélite no primeiro semestre de 2009, o que coincide com o cronograma proposto neste Roteiro.

⁸ A título de sugestão, as especificações do SCDAv poderiam ser construídas em torno de uma plataforma de aproximadamente 30kg com três módulos: uma plataforma de 15kg estabilizada em 3 eixos, dotada de roda de reação, magnetômetro, bobinas de torque, computador de bordo e transponder de serviço; um módulo de carga útil SCD de até 5kg; um módulo aberto de cargas úteis tecnológicas de até 10kg. Os experimentos poderiam incluir cargas avançadas e novas bandas para *websensors*. Como conceitos similares, devem ser considerados o FalconSAT-2 (<<http://en.wikipedia.org/wiki/FalconSAT>>) e o SNAP (Surrey Nanosatellite Applications Platform, <<http://zenit.sstl.co.uk/index.php?loc=47>>) da Universidade de Surrey. A política de desenvolvimento poderia incluir a licitação simultânea de até 5 plataformas mais 5 módulos de carga útil SCD (4 modelos de voo e 1 modelo de qualificação). O INPE poderia estabelecer parcerias com empresas, recorrendo a Lei de Inovação para envolver engenheiros e bolsistas do INPE.

⁹ Em 2007 o INPE e o Rutherford Appleton Laboratory (RAL), esta organização de pesquisa inglesa, abriram negociações que contemplam esta possibilidade. Detalhes adicionais sobre a câmara Ralcam 3 no endereço: <<http://www.orbitaloptics.com/products/ralcam-3.php>>.

- **Câmara de alta resolução:** Discute-se a inclusão no satélite Amazônia-2 de uma câmara de alta resolução (2 a 3 metros no pancromático e 4 a 6 m no hiperespectral com o *swath* de até 60km)¹⁰. Ela seria utilizada primordialmente para estudos de planejamento urbano e de uso da terra.
- **Carga útil de rádio-ocultação:** Tendo em vista o interesse do INPE nos temas científicos ligados ao Clima Espacial, aliado à intenção de colocar uma carga útil no satélite Lattes-1 para estudar fenômenos atmosféricos por meio das técnicas de rádio-ocultação (RO), e a relevância para o INPE e para o Brasil dos estudos da Anomalia Magnética do Atlântico Sul, surgiu em março de 2008 a oportunidade de participar de uma constelação de satélites denominada CICERO (Community Initiative for Continuing Earth Radio Occultation) Project¹¹. A viabilidade técnica da incorporação desta carga útil nos satélites baseados na PMM ainda deverá ser demonstrada, assim como os reais benefícios da participação brasileira no projeto.

(3) Missões e atividades não consideradas

- **Satélite SABIA/mar:** Em fevereiro de 2008 o Brasil e a Argentina firmaram acordos de cooperação em várias áreas, dentre elas a espacial¹². Nesta área, o acordo prevê o desenvolvimento conjunto de um satélite para observação da cor e da temperatura oceânicas. O Brasil deverá fornecer a(s) carga(s) útil(eis) e a Argentina a plataforma. Esta deverá comportar um complemento de cargas úteis de até 800kg com potência elétrica de até 700W. A massa total do satélite não deverá ser inferior a 1200kg e a órbita deverá ser heliosíncrona a 800km de altitude. Até julho de 2008 deverão ser elaborados o cronograma principal, a descrição da divisão de tarefas e uma estimativa de custos. Já é sabido que este satélite deverá contar com fontes de recursos adicionais, não presentes nas Ações do PPA 2008-2011, mas que ainda não foram identificadas. Também não foi estabelecida uma data tentativa para o seu lançamento. As alternativas para a sua inclusão no Plano de Missões são várias, dentre elas:
 - A inclusão de uma nova missão, sem prejuízo das demais, desde que sejam apropriadamente contornadas as restrições orçamentárias, de recursos humanos e de outras naturezas.
 - A substituição da missão CBERS-7. Dependendo do desenvolvimento do satélite MAPSAR, ela poderá tornar-se desnecessária.

¹⁰ Detalhes sobre as demais câmaras do RAL no endereço: <<http://www.orbitaloptics.com/>>.

¹¹ A rádio-ocultação fornece informação da ionosfera, temperatura na estratosfera e vapor d'água na troposfera. A intenção do grupo GeoOptics é colocar o receptor RO de sinais GNSS em futuros satélites, num total de ~100 satélites, sendo que os 20 primeiros são do próprio projeto CICERO, e o restante serão provenientes de parcerias. Tanto o receptor RO, quanto o software para operação e processamento de dados, serão fornecidos pelo grupo GeoOptics. O CICERO Project é apresentado no endereço: <http://www.geooptics.com/GeoOptics_Frames.html>.

¹² Extrato do item Cooperação Espacial: Satélite Argentino-Brasileiro de Observação dos Oceanos: *"Reafirmar o caráter estratégico da cooperação espacial entre o Brasil e a Argentina, consolidado no âmbito do Protocolo Complementar de 30 de novembro de 2005, pelo qual os dois países decidiram projetar, fabricar e lançar um satélite conjunto. Aprovar o desenvolvimento de um satélite para a observação costeira e oceânica que terá impacto positivo em áreas como a proteção do meio ambiente, prevenção de desastres ambientais, manejo costeiro, recursos hídricos, oceanografia, uso sustentável dos recursos marinhos, meteorologia e mudança do clima. Instruir que as autoridades competentes da área espacial e dos Ministérios da Fazenda e do Planejamento do Brasil e de Economia da Argentina identifiquem as fontes de financiamento necessárias para a consecução do projeto, de acordo com o seguinte cronograma."*

- A substituição da missão Amazônia-2. Embora, a missão do Amazônia-1 tenha que prosseguir, este objetivo poderia ser atingido por meio da inclusão de mais uma carga útil no SABIA/mar, caso haja viabilidade técnica para tal e isto seja estrategicamente atraente para o Brasil.
- A substituição do GPM-Br, caso um acordo de cooperação para o fornecimento de seu instrumento não seja viabilizado.
- Dependendo dos prazos e das indefinições para o desenvolvimento de seus instrumentos, também existe a possibilidade de iniciar o trabalho como uma atividade de P&D patrocinada pelo INPE, que antecederia a contratação de uma empresa para o restante do ciclo do projeto.

Adicionalmente, tudo indica que o INPE assumirá também a responsabilidade pelo ciclo de testes do satélite nas instalações do LIT.

- **Satélites universitários:** No momento o INPE dá apoio metodológico a duas propostas de desenvolvimento de satélites universitários, o ITASAT e o NanoSatC-BR, ambos resumidamente descritos a seguir. Os dois projetos contam com intensa participação de alunos de graduação e de pós-graduação das universidades envolvidas. Independentemente da contribuição do INPE para o desenvolvimento desses satélites, não está prevista a sua inclusão no Plano de Missões do INPE.
 - O ITASAT é um microsatélite de cunho tecnológico, com missão voltada para o sistema de coleta de dados (SBCDA). O projeto é financiado pela AEB e conta com a participação do INPE, do ITA e de várias outras universidades.
 - O NanoSatC-BR é um nanosatélite (tipo Cubesat), que deverá transportar um magnetômetro e um detector de partículas que terão como objetivo estudar a Anomalia Magnética do Atlântico Sul (AMAS). A área de engenharia do INPE dá apoio metodológico ao projeto, que é liderado por cientistas e engenheiros do Centro Regional Sul (CRS) em colaboração com a Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).
- **Aperfeiçoamento das plataformas:** Não foram incluídas neste Roteiro as atividades associadas à evolução tecnológica das plataformas CBERS e PMM.
 - No caso do CBERS a evolução será pautada pelos acordos bilaterais Brasil-China para as próximas gerações dos satélites da série. Dentre as áreas que poderão ser exploradas, destaca-se a ampliação da vida nominal dos satélites para 4 ou 5 anos, e a redução de sua massa e dimensões.
 - No caso da PMM a evolução deve ser tratada de forma independente dos satélites que irão utilizá-la. Neste caso discute-se o desenvolvimento de duas versões da PMM derivadas da que hoje está em projeto. Uma versão seria do tipo mais leve (*light*), adaptada para cargas úteis de menor volume e massa, enquanto a outra seria mais pesada (*heavy*), para receber instrumentos maiores e de maior massa. Qualquer que seja o caminho a ser trilhado, ele dependerá do sucesso no desenvolvimento da atual plataforma e da possibilidade de no futuro mobilizar recursos humanos e orçamentários para esta tarefa adicional sem prejudicar as demais missões já contempladas no Plano.

(página em branco)

3. Recursos necessários para a execução do Plano de Missões

Este tópico é composto pelas camadas do roteiro relativas aos recursos necessários para que as missões sejam desenvolvidas de acordo com o cronograma do Plano de Missões 2008-2020. As camadas de recursos são:

- Infra-estrutura – Subseção 3.1
- Atividades de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) – Subseção 3.2
- Competências disponíveis e requeridas – Subseção 3.3
- Opções de lançadores – Subseção 3.4

Os orçamentos requeridos serão tratados na Seção 4.

3.1. Infra-Estrutura

Nesta seção são apresentadas as informações sobre a infra-estrutura necessária para a execução das missões espaciais propostas no Plano de Missões 2008-2020. Estas informações foram obtidas junto às seguintes áreas dos INPE:

- Laboratório de Integração e Testes (LIT) para as atividades de montagem, integração e testes de satélites (AIT). Inclui equipamentos e instrumentação especializada para testes ambientais, cobrindo a matriz de testes completa dos satélites desenvolvidos no Brasil. No LIT a infra-estrutura de calibração e testes ambientais também é amplamente utilizada por indústrias nacionais, particularmente dos setores automobilísticos e de telecomunicações. A este laboratório também recorre a Agência Espacial Argentina para atividades de testes dos satélites desenvolvidos por aquele país.
- Centro de Rastreamento e Controle de Satélites (CRC) para as atividades de rastreamento e controle (TT&C) dos satélites controlados pelo INPE. Inclui antenas de rastreamento e equipamentos associados para rastreamento e controle de satélites, computadores e software¹³. O CRC também atende a demandas de agências espaciais estrangeiras por apoio nas operações de lançamento.
- Coordenação-Geral de Observação da Terra (OBT) para as atividades de recepção, processamento, calibração, armazenamento e distribuição de dados de sensoriamento remoto dos satélites do Plano de Missões e de missões de terceiros. Inclui antenas e equipamentos associados para recepção de dados, computadores, software, equipamentos de suprimento de energia e armazenamento de dados.
- Coordenação-Geral de Engenharia e Tecnologia Espacial (ETE) para as atividades de engenharia para o desenvolvimento de satélites. Inclui edificações, máquinas, computadores, software e mobiliário.
- Divisão de Satélites e Sistemas Ambientais (DSA) do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC) para as atividades de recepção, processamento, calibração, armazenamento e distribuição de dados ambientais e meteorológicos dos satélites do Plano de Missões e de missões de terceiros. Inclui antenas e

¹³ Mudanças estruturais a serem implantadas no INPE devem transferir para o CRC a infra-estrutura de solo de recepção de dados ambientais, meteorológicos e de sensoriamento remoto, hoje sob a responsabilidade da OBT e CPTEC (DSA). A despeito das alterações previstas, as projeções apresentadas continuam válidas.

equipamentos associados para recepção de dados, computadores, software, equipamentos de suprimento de energia e armazenamento de dados.

A infra-estrutura requerida para as atividades de P&D na ETE e na Coordenadoria de Laboratórios Associados (CTE) não foi determinada neste trabalho em virtude da inexistência, até o momento, de uma escala de prioridades para o atendimento ao Plano de Missões.

No Quadro 11 e o Gráfico 1 a seguir apresenta-se um panorama geral das necessidades orçamentárias por infra-estrutura para atender ao Plano de Missões, considerando as demandas das áreas citadas acima. O detalhamento por área é apresentado nos Quadros 12 a 17 e nos Gráficos 2 a 6, que contemplam¹⁴:

- principais itens de infra-estrutura (hardware e software, equipamentos, instrumentação e edificações) necessários para a execução do Plano de Missões, incluindo atualizações;
- missões às quais a infra-estrutura está relacionada;
- data prevista para operacionalização da infra-estrutura;
- data prevista para aquisição da infra-estrutura;
- custo estimado da infra-estrutura.

Em linhas gerais verifica-se que a estratégia do INPE para atender às demandas por infra-estrutura para seu Plano de Missões dependerá, essencialmente, de recursos para investimentos. Contudo, não se pode descartar a necessidade de recursos de custeio e as possibilidades de se estabelecer acordos e parcerias para o compartilhamento de infra-estrutura e equipamentos. Em síntese o mapeamento das necessidades de infra-estrutura indicou que:

- Nos três primeiros anos (2008-2010) há uma demanda maior de investimentos para aquisição de infra-estrutura, principalmente por parte da OBT, ETE, CRC e LIT. Esta concentração de investimentos, de aproximadamente MR\$ 110, demonstra que a viabilização do Plano proposto demandará neste período um esforço maior do INPE na busca de recursos, seja do Tesouro ou de outras fontes.
- De 2010 a 2020 os valores referem-se essencialmente a atualizações da infra-estrutura. O investimento mais intenso em termos de aquisição ocorrerá em 2014, quando o CRC programou a aquisição de uma estação terrena fixa.
- Os custos para atualização da infra-estrutura foram computados durante todo o período do Plano de Missões. Neste tipo de despesa merecem destaque os custos relativos ao LIT, que representam os valores mais altos em termos de funcionamento e atualização – cerca de 2 milhões de reais por ano¹⁵. Conforme demonstrado no Quadro 33, este custo relativo ao LIT foi considerado no Projeto de Lei para o PPA 2008-2011.

¹⁴ Em complemento aos Quadros, os dados originais fornecidos pelas áreas estão todos organizados no Apêndice 4 ao final do documento.

¹⁵ Os valores necessários para manter as atividades do LIT, assim como os investimentos propostos, não alteram a limitação atual de apenas um modelo de voo em integração por vez.

- A OBT e a DSA não especificaram os valores relativos à atualização da infra-estrutura; por outro lado a ETE optou por incluir nesta rubrica tanto despesas de menor custo (mobiliário e equipamentos de informática) quanto despesas maiores relacionadas à ampliação de sua infra-estrutura.
- A demanda por infra-estrutura do CRC apresenta uma peculiaridade única dentre as demais áreas, que é o fato de necessitar de estações de rastreamento estrangeiras durante as fases iniciais das missões (LEOP). Este objetivo é atingido por meio do pagamento de serviços a organizações estrangeiras, e os recursos para tal estão previstos no orçamento apresentado por esta área.

A infra-estrutura indicada como necessária cobre todas as fases das missões graças a complementaridade das atividades das áreas envolvidas. A lista a seguir indica, para cada uma das áreas, em quais fases do desenvolvimento das missões a infra-estrutura é utilizada:

- ETE – Fases 0, A, B, C, D;
- LIT – Fase D;
- CRC – Fases E e F;
- OBT – Fase E;
- DSA – Fase E;
- As missões de terceiros são interpretadas como em Fase E.

Finalmente, é necessário observar que o sucesso na realização das missões não depende apenas da infra-estrutura instalada no INPE. Ele depende também daquela presente nas empresas a serem contratadas, particularmente as indústrias que tomam parte das fases de desenvolvimento dos satélites (Fases B, C e D), pois são estas que mais demandam por capital imobilizado em máquinas, equipamentos, edificações de propósito específico e da formação e retenção de recursos humanos especializados. Mesmo ciente desta necessidade, este estudo não buscou determinar a infra-estrutura presente nas empresas do setor, e nem quais seriam os investimentos que permitiriam sua plena participação no programa. Esta é uma avaliação ainda por ser realizada.

Quadro 11: Demanda consolidada de recursos orçamentários para a infra-estrutura (MR\$)

Orçamento Total para Infra-estrutura													
Missões			CB3	AM1	LA1 SCA1	CB4 MAP	GPM	CB7 AM2	CB5	SC2 SCA2		CB6	
Ano de Lançamento	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Áreas do INPE	LIT	5,40	5,80	12,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
	CRC	11,00	1,00	11,86	1,20	1,40	1,40	15,20	1,20	1,00	1,40	1,00	1,20
	OBT	17,40	9,61	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	ETE	16,36	6,11	10,80	6,15	3,75	3,75	3,75	3,85	3,75	3,75	3,75	3,75
	DSA	2,14	0,23	0,00	0,28	0,52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	52,30	22,75	34,66	9,63	7,66	7,15	20,95	7,05	6,75	7,15	6,75	6,95	6,75



Gráfico 1: Custo estimado total da infra-estrutura para o Plano de Missões

Quadro 12: Necessidades de infra-estrutura do LIT

Missão	Plano de Missões 2008-2020													Início da utilização da infra-estrutura	Início da aquisição da infra-estrutura	Custos estimados (MR\$)	
	CB3	AM1	LA1	SCA1	CB4	MAP	GPM	CB7	AM2	CB5	SC2	SCA2	CB6				
Ano do lançamento	2010	2011	2012	2012	2013	2013	2014	2015	2015	2016	2017	2017	2019				
LIT - Matriz de Testes																	
Atualização da infra-estrutura (R\$ 1 mi por ano)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	constante	constante	26,00	
Atualização da instrumentação (R\$ 1 mi por ano)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	constante	constante		
Metrologia de RF						x	x	x						2010	2009	2,00	
Metrologia Acústica	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	2009	2008	1,00	
Metrologia Óptica	x	x			x				x	x			x	2010	2009	1,00	
Testes de Semicondutores	x				x			x		x			x	2011	2010	3,00	
Testes de componentes de RF	x				x			x		x			x	2011	2010	3,00	
Testes de radiação para componentes eletrônicos	x				x			x		x			x	2011	2010	4,00	
Laboratório Termo-óptico	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	2009	2008	0,40	
Sistema de filmagem de alta velocidade	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	2010	2009	0,40	
Sistema de medidas de campo próximo						x	x	x						2010	2009	0,40	
Sistema de aquisição de dados de vibração	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	2009	2008	2,00	
US\$ 1,00 = R\$ 2,00																Total =	43,20

Quadro 13: Necessidades de infra-estrutura do CRC

Missão	Plano de Missões 2008-2020													Início da utilização da infra-estrutura	Início da aquisição da infra-estrutura	Custos estimados (MR\$)
	CB3	AM1	LA1	SCA1	CB4	MAP	GPM	CB7	AM2	CB5	SC2	SCA2	CB6			
Ano do lançamento	2010	2011	2012	2012	2013	2013	2014	2015	2015	2016	2017	2017	2019			
CRC - Infra-estrutura para apoiar o lançamento, controle e recepção de dados de satélites																
Suporte externo (Kiruna/Índia) (R\$ 200 mil por ano)		x	x	x	x	x	x		x		x	x	x	-	-	2,00
Estação Terrena Transportável 1 (ETT-1)		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	2011	2008	10,00
Estação Terrena Transportável 2 (ETT-2)			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	2012	2010	10,00
Computadores para o Centro de Controle de Satélites (CCS)		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	2011	2010	0,06
Sistema computacional do CCS			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	2012	2010	0,40
Software SLE (CCSDS)		x	x	x		x	x		x		x	x		2012	2010	0,10
Simulador para o MAPSAR (1)		x				x			x					-	-	-
Adaptação da Estação de Satélite Científico (ESC) (2)			x	x							x	x		2012	2010	0,30
Estação Terrena fixa								x	x	x	x	x	x	2015	2014	14,00
Atualização de infra-estrutura (MR\$ 1,0 por ano)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	Constante		13,00
US\$ 1,00 = R\$ 2,00															Total =	49,86
(1) Espera-se utilizar o mesmo simulador desenvolvido para o Amazônia 1																
(2) ESC existe e está localizada em Alcântara																

Quadro 14: Necessidades de infra-estrutura da OBTT¹⁶ (Prioridade 1)

Missão	Plano de Missões 2008-2020													Início da utilização da infra-estrutura	Início da aquisição da infra-estrutura	Custos estimados (MR\$)	
	CB3	AM1	LA1	SCA1	CB4	MAP	GPM	CB7	AM2	CB5	SC2	SCA2	CB6				
Ano do lançamento	2010	2011	2012	2012	2013	2013	2014	2015	2015	2016	2017	2017	2019				
OBTT - Infra-estrutura de recepção, processamento, armazenamento e distribuição dos dados de sensoriamento remoto com Prioridade 1																	
Centro de Dados de Sensoriamento Remoto (Cachoeira Paulista)																	
Tape library do tipo Silo	x	x			x	x		x	x	x			x	2009	2008	3,00	
Arrays de disco rígido	x	x			x	x		x	x	x			x	2009	2008		
Cartuchos de fita magnética para o Silo	x	x			x	x		x	x	x			x	2009	2008		
Expansão da SAN (Storage Area Network)	x	x			x	x		x	x	x			x	2009	2008		
Novo servidor HSM	x	x			x	x		x	x	x			x	2009	2008		
Ampliação da capacidade de no-break e geração de energia de emergência	x	x			x	x		x	x	x			x	2009	2008	0,10	
Centro de Dados de São José dos Campos																	
Servidores para bastidor de 19 polegadas com bastidor	x	x			x	x		x	x	x			x	2008	2008	0,15	
Array de disco rígido	x	x			x	x		x	x	x			x	2008	2008		
Estação de recepção de imagens de Cuiabá																	
Atualização da eletrônica de RF e demodulação da estação atual para poder suportar todos os novos satélites previstos	x	x			x	x		x	x	x			x	2009	2008	1,00	
Aquisição e instalação de nova antena rastreadora para garantir solução para os conflitos na aquisição de dados de satélites de nosso interesse	x	x			x	x		x	x	x			x	2010	2009	3,00	
Estação de recepção de imagens de Boa Vista (1)																	
Estação de recepção de imagens completa	x	x			x	x		x	x	x			x	2009	2008	5,00	
Obras civis para a implantação da estação	x	x			x	x		x	x	x			x	2009	2008	0,40	
Sistema de energia de emergência	x	x			x	x		x	x	x			x	2009	2008	0,20	
Sistema de armazenamento de dados	x	x			x	x		x	x	x			x	2009	2008	0,60	
US\$ 1,00 = R\$ 2,00																	
																	Total = 13,45
(1) A ser criado																	

¹⁶ Os dados da OBTT foram organizados em dois níveis de prioridades (1 – maior e 2 – menor), apresentados neste e nosso próximo Quadro.

Quadro 15: Necessidades de infra-estrutura da OB17 (Prioridade 2)

Missão	Plano de Missões 2008-2020													Início da utilização da infra-estrutura	Início da aquisição da infra-estrutura	Custos estimados (MR\$)	
	CB3	AM1	LA1	SCA1	CB4	MAP	GPM	CB7	AM2	CB5	SC2	SCA2	CB6				
Ano do lançamento	2010	2011	2012	2012	2013	2013	2014	2015	2015	2016	2017	2017	2019				
OB1 - Infra-estrutura de recepção, processamento, armazenamento e distribuição dos dados de sensoriamento remoto com Prioridade 2																	
Estação de recepção de imagens de Natal (1)																	
Antena rastreadora em Banda-X																	2010
Eletrônica de RF e demoduladores programáveis																	2010
Sistemas de ingestão e gravação																	2010
Sistema de no-break e gerador para atender à estação																	2010
Laboratório de recepção de imagens de São José dos Campos (1)																	
Obras civis para a implantação do Laboratório	x	x			x	x		x	x	x			x				2009
Estação de recepção completa em Banda-X	x	x			x	x		x	x	x			x				2009
Sistema de armazenamento para a estação	x	x			x	x		x	x	x			x				2009
Equipamentos de medição eletrônica para o Laboratório	x	x			x	x		x	x	x			x				2009
Infra-estrutura de rede para o Laboratório	x	x			x	x		x	x	x			x				2009
Computadores para o laboratório	x	x			x	x		x	x	x			x				2009
Centro de Dados do INPE em Belém (1)																	
Sistemas de processamento para os vários satélites previstos	x	x			x	x		x	x	x			x				2010
Tape Library	x	x			x	x		x	x	x			x				2010
Servidor HSM	x	x			x	x		x	x	x			x				2010
Infra-estrutura SAN	x	x			x	x		x	x	x			x				2010
Infra-estrutura de rede de computadores	x	x			x	x		x	x	x			x				2010
US\$ 1,00 = R\$ 2,00																	
(1) A ser criado																	
																	Total =
																	13,56

¹⁷ Cabe destacar que a infra-estrutura associada à Estação de Recepção de Imagens de Natal também se relaciona com a recepção, processamento, armazenamento e distribuição de dados de outros satélites não desenvolvidos pelo INPE (aqui denominados como Missões de Terceiros).

Quadro 16: Necessidades de infra-estrutura da ETE

Missão	Plano de Missões 2008-2020													Início da utilização da infra-estrutura	Início da aquisição da infra-estrutura	Custos estimados (MR\$)		
	CB3	AM1	LA1	SCA1	CB4	MAP	GPM	CB7	AM2	CB5	SC2	SCA2	CB6					
	Ano do lançamento	2010	2011	2012	2012	2013	2013	2014	2015	2015	2016	2017	2017				2019	
ETE - Necessidades de Infra-estrutura																		
SMF - Serviço de Manufatura																		
SMD - Setor de Mecânica e Desenho																		
Atualização da infra-estrutura	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	constante	constante	0,5	
Obras civis no prédio SEMA (1)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	2009	2008	0,35	
Aquisição e instalação de máquinas	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	2010	2009	1,3	
Mobiliário	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	2009	2008	0,35	
Aquisição de computadores			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	2012	2011	0,1	
Aquisição e atualização de softwares			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	2012	2011	0,1	
SCI - Setor de Circuito Impresso																		
Atualização de infra-estrutura	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	constante	constante	0,3	
Aquisição de equipamentos	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	2010	2008	1,2	
Aquisição de computadores			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	2012	2011	0,1	
Aquisição e atualização de softwares			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	2012	2011	0,1	
Mobiliário	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	2009	2008	0,25	
Área Limpa do Prédio Sensores																		
Montagem Eletrônica Qualificada																		
Sistema de Informação de Componentes	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	2009	2008	0,5	
Microscópio portátil para inspeção	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	2009	2008	0,06	
Equipamentos para soldagem	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	2010	2010	0,05	
Atualização de equipamentos para soldagem								x	x	x	x	x	x	2015	2015	0,1		
Atualização de ferramentas	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	constante	constante	0,2	
Ampliação da Área Limpa do Sensores																		
Obras civis (2)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	2009	2008	9	
Mobiliário para almoxarifado de componentes de voo (gaveteiros,...)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	2009	2009	0,06	
Mobiliário para área ampliada	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	2009	2009	1,0	
Reforma do Prédio Lambda																		
Arquivo rolante para documentação	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	2008	2008	0,3	
Mobiliário: escritório, facilidades de rede e auditório	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	2008	2008	0,6	
Instalações do Prédio Satélite (~4.500m²)																		
Reforma das salas de escritório e laboratórios da ETE			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	2011	2010	7,0	
Mobiliário para prédio Satélite			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	2011	2011	2,0	
Atualização da infra-estrutura para o desenvolvimento dos programas (manutenção, atualização e ampliação da infra-estrutura já existente na ETE)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	constante	constante	47,7	
																Total =		73,22
<p>(1) Ampliação da área de usinagem de precisão (climatizada), construção de área climatizada para soldagens especiais (20 m2), colocação de forro termo-isolante na área não climatizada da oficina mecânica, atualização da rede elétrica, e atualização do sistema de ar-condicionado do restante do prédio SEMA.</p> <p>(2) Ampliação da área de integração e testes de sistemas eletro-ópticos, expansão do almoxarifado de voo de componentes, construção de salas de recebimento, inspeção, limpeza e armazenamento de partes e equipamentos para satélites. Inclui toda infra-estrutura de ar-condicionado, redes elétrica e lógica.</p>																		

Quadro 17: Necessidades de infra-estrutura da DSA

Missão	Plano de Missões 2008-2020													Início da utilização da infra-estrutura	Início da aquisição da infra-estrutura	Custos estimados (MR\$)	
	CB3	AM1	LA1	SCA1	CB4	MAP	GPM	CB7	AM2	CB5	SC2	SCA2	CB6				
Ano do lançamento	2010	2011	2012	2012	2013	2013	2014	2015	2015	2016	2017	2017	2019				
DSA - Infra-estrutura de recepção, processamento, armazenamento e distribuição de dados de satélites ambientais e meteorológicos																	
Upgrade da Estação de Recepção NOAA para os dados dos Satélites METOP																	
Upgrades	Não Aplicável													2008	2008	0,11	
Sistema NAS	Não Aplicável													2008	2008	0,03	
Modernização do Sistema de Energia da DSA	Não Aplicável													2008	2008	2,00	
Instalação de uma Estação para Recepção e Processamento de Dados do Satélite NPP																	
Estação de Recepção	Não Aplicável													2010	2009	0,20	
Sistema NAS	Não Aplicável													2010	2009	0,03	
Instalação de uma Estação para Recepção e Processamento de Dados do Satélite NPOESS																	
Estação de Recepção	Não Aplicável													2013	2011	0,25	
Sistema NAS	Não Aplicável													2013	2011	0,03	
Instalação de uma Estação para Recepção e Processamento de Dados dos Satélites GOES-R																	
Estação de Recepção	Não Aplicável													2014	2012	0,31	
Sistema NAS	Não Aplicável													2014	2012	0,04	
Instalação de uma Estação para Recepção e Processamento de Dados do Satélite GPM																	
Estação de Recepção							X										2014
Sistema NAS							X										2014
US\$ 1,00 = R\$ 2,00														Total =		3,17	

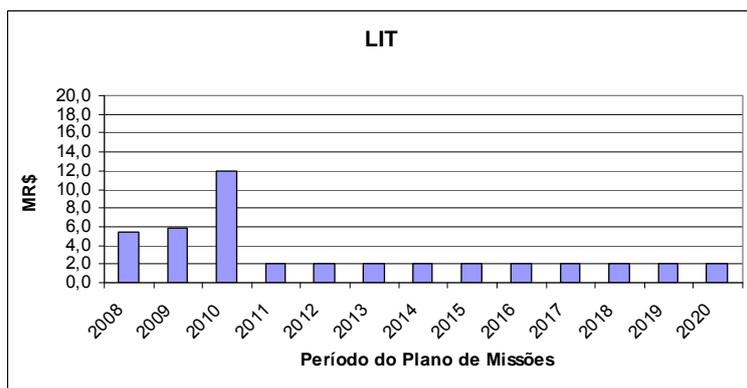


Gráfico 2: Custo estimado da infra-estrutura do LIT¹⁸



Gráfico 3: Custo estimado da infra-estrutura do CRC¹⁹

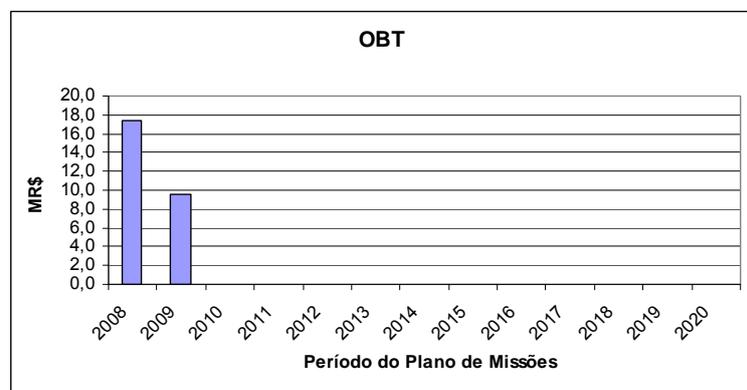


Gráfico 4: Custo estimado da infra-estrutura da OBT

¹⁸ Incluindo 2 milhões anuais relacionados à atualização de infra-estrutura e de instrumentação do LIT.

¹⁹ Incluindo 1 milhão anual relacionado à atualização de infra-estrutura do CRC.

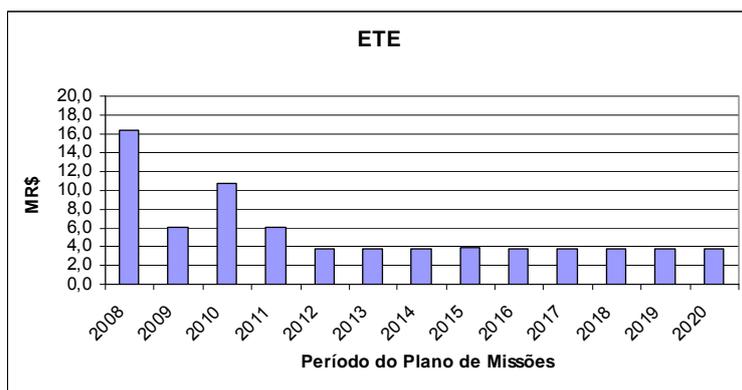


Gráfico 5: Custo estimado da infra-estrutura da ETE

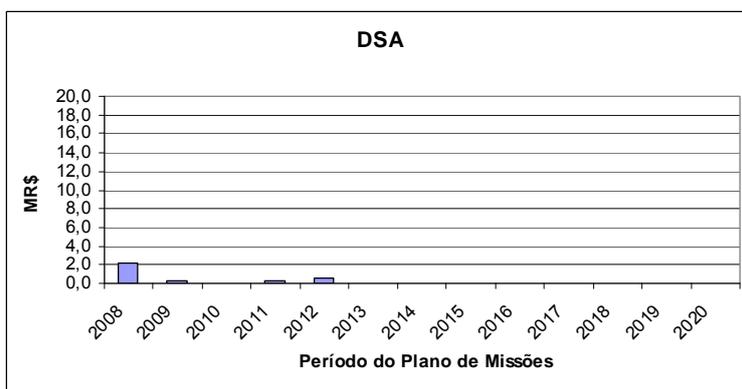


Gráfico 6: Custo estimado da infra-estrutura da DSA

3.2. Atividades de Pesquisa e Desenvolvimento

A análise das atividades de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) em tecnologias espaciais no INPE foi organizada em duas etapas: na primeira foi feito um levantamento das atividades atuais e, na segunda a identificação das prioridades para a ação futura. Segue uma descrição dos principais resultados de cada uma das etapas.

Situação atual

A análise da situação atual baseou-se no levantamento das atividades de P&D que vêm sendo conduzidas especificamente na ETE e na CTE²⁰, e que, na visão de membros de cada uma das áreas, podem ser diretamente associadas às necessidades das missões.

Estas informações foram obtidas em material disponibilizado pelos coordenadores das áreas e em entrevistas com pesquisadores e tecnólogos nelas envolvidos. Para cada atividade de P&D em desenvolvimento foram coletadas as seguintes informações, que estão organizadas nos Quadros 18 (ETE) e 19 (CTE):

²⁰ O Roteiro decidiu priorizar apenas o levantamento das necessidades em P&D voltadas para o desenvolvimento dos segmentos espacial e solo das missões. É sabido que as atividades voltadas para a utilização dos dados de satélite (as aplicações), também demandam atividades de P&D. Estas últimas ocorrem atualmente na OBT e na DSA, e futuramente ocorrerão na CEA, mas não foram aqui consideradas.

- Área e divisão na qual a atividade é desenvolvida e sua relação com a indústria (se aplicável).
- Tecnologia/produto associado à atividade.
- Status/fase atual de desenvolvimento (com base no indicador TRL²¹).
- Avaliação da necessidade da tecnologia para as missões do Plano de Missões.
- Relações das atividades com cada uma das missões do Plano de Missões.

Em complemento aos Quadros 18 e 19, o Apêndice 5 traz uma descrição das atividades neles listadas.

Uma primeira conclusão que decorre das informações coletadas é que para uma parcela significativa das atividades de P&D, atualmente em condução no INPE, a identificação da sua relação (ou alinhamento) com as missões do Plano de Missões é relativamente simples. No entanto, para uma parcela não desprezível, este alinhamento não pode ser identificado, ou simplesmente não existe, a despeito da opinião dos responsáveis pelas atividades.

O panorama apresentado nos Quadros 18 e 19 também permite identificar áreas de competência já existentes, o nível de maturidade que as tecnologias atingiram e quais missões são usuárias em potencial das tecnologias em desenvolvimento (e suas potenciais financiadoras).

Embora, nos Quadros 18 e 19 indique-se a relevância das atividades atuais, não se indica a estratégia mais adequada para estruturar o desenvolvimento da P&D do INPE voltada para tecnologias espaciais, especialmente no que se refere às decisões sobre “fazer internamente”, “buscar parcerias” ou “comprar externamente” as tecnologias e produtos necessários (decisão *make or buy*). Adicionalmente, eles também não dão indicações sobre:

- Como proceder com as tecnologias ora em desenvolvimento que não possuem relação direta com o Plano de Missões.
- Como proceder com as tecnologias que não estão em desenvolvimento, mas que podem ser relevantes para as missões.
- Ou ainda, como proceder para estruturar uma base tecnológica adequada para organizar a P&D do INPE em longo prazo.

Por estas razões, a análise da situação atual foi complementada com um exercício de priorização das atividades de P&D, descrito em seguida.

²¹ *Technology Readiness Level (TRL)* é um indicador do nível de maturidade de uma dada tecnologia. A sua conceituação é apresentada no Apêndice 5.

Quadro 19: Atividades atuais de P&D na CTE

Atividade de Pesquisa e Desenvolvimento	Área/divisão de desenvolvimento e relação com a indústria (se aplicável)	Tecnologia / Produto	Status / Fase atual do Desenvolvimento	Avaliação da necessidade da tecnologia para as missões	Missões do INPE																		
					Possíveis relações dos projetos com as missões do INPE (avaliação das missões que ainda poderiam incorporar as tecnologias)																		
					CB3	AM1	LA1	SCA1	CB4	MAP	GPM	CB7	AM2	CB5	SC2	SCA2	CB6						
Ano do lançamento	2010	2011	2012	2012	2013	2013	2014	2015	2015	2016	2017	2017	2019										
Fabricação de células solares de silício para uso espacial	CTE/LAS (parceria industrial com Orbital)	Células solares de uso espacial	Ativo / TRL ignorado	A tecnologia de silício não é mais necessária e não há P&D em células solares de tripla junção, que são as necessárias atualmente	não aplicável																		
Diamante nanoestruturado e nanotubos de carbono	CTE/LAS e ETE (parceria com a empresa Fibraforte para lubrificantes sólidos)	(1) Lubrificantes sólidos (DLC) (2) Compósitos com nanotubo de carbono (3) Eletrodos de diamante para baterias e supercapacitores	Ativo / TRL ignorado	(1) Mancais de mecanismos de baixa velocidade ou de movimento eventual (2) e (3) Necessidades não identificadas		X (1)	X (1)				X (1)	X (1)		X (1)									
Sensores infravermelhos para satélites de observação da Terra	CTE/LAS e ETE	Arranjo de detectores fotovoltaicos	Inativo / TRL ignorado	Necessidade específica não identificada																			
Sensores Micro-Eleto-Mecânicos Inerciais e de Infravermelho	CTE/LAS e ETE	Giroscópios e acelerômetros; microbolômetro	Inativo / TRL ignorado	Necessidade específica não identificada																			
Propulsor iônico	CTE/LAP	Modelos de propulsores iônicos	Ativo / TRL ignorado	Necessidade não identificada pelas missões, mas poderia voar como experimento tecnológico; tecnologia importante para satélites GEO de telecomunicações																			
IIP - Implantação Iônica por Imersão em Plasma para tratamento de materiais aeroespaciais	CTE/LAP (associado a projeto PIPE da FAPESP)	Tratamento superficial	Ativo / TRL ignorado	Necessidade identificada para antena planar radar e dispositivos para controle térmico externos ao satélite									X										
Experimentos e Modelagem de Plasmas Espaciais	CTE/LAP	Protótipo do detector eletrostático de energia (ELISA)	Ativo / TRL ignorado	Necessidade indentificada para cargas úteis				X															
Desenvolvimento de Propulsores Monopropelentes e Híbridos Empregando Propelentes Limpos	CTE/LCP	(aspectos não identificados na pesquisa)	Inativo / TRL ignorado	Necessidade potencial para as mesmas missões que adotam propulsores monopropelentes					X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Catalisadores empregados na propulsão de satélites e motores de apogeu e rotação	CTE/LCP e ETE (parceria com Petrobrás)	Catalisadores a base de Iridio e Rutênio/Alumina; catalisadores com carbeto de metais de transição	Ativo / TRL ignorado	Necessário a todas as missões dotadas de propulsores, embora possa não ser vantajosa a substituição do catalizador importado em virtude de seu baixo custo	X	X	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Células a combustível e produção de hidrogênio para emprego espacial	CTE/LCP	(aspectos não identificados na pesquisa)	Ativo / TRL ignorado	Necessidade específica não identificada																			
Infra-estrutura de observatórios virtuais	CTE/LAC	Banco de dados (compatíveis com arquitetura de VO); aplicações científicas via Web; computação em grade em astronomia; análise de dados astronômicos	Ativo / TRL não aplicável	Necessidade específica não identificada	não aplicável																		
Computação de alto desempenho para ambiente maciçamente paralelo	CTE/LAC	1) Execução com bom desempenho de escalonamento do código de assimilação de dados e do modelo acoplado 2) Mineração de dados no projeto de eventos extremos 3) Infra-estrutura de computação em grade	Ativo / TRL não aplicável	Necessidade específica não identificada	não aplicável																		
Otimização e automação de sistemas espaciais	CTE/LAC e ETE	1) Análise térmica para PMM 2) Arranjo de antenas para rádio-telescópio BDA 3) Otimização combinatória para alocação de facilidades com sistemas de georreferenciamento; projeto Terra-Network 4) Sistema para planejamento inteligente automático para controle e rastreo de satélites	Ativo / TRL não aplicável	Contribuição potencial para a melhoria dos métodos de engenharia adotados no desenvolvimento e operação de satélites	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Priorização das atividades de P&D

O exercício de priorização das atividades de P&D do INPE teve como objetivo principal indicar a capacitação desejada em 10 anos para o Instituto acerca das tecnologias necessárias para as missões espaciais. Este exercício seguiu uma metodologia desenvolvida pelo GEOPI e pela CPA/INPE, tendo sido conduzida presencialmente com membros do GCMTE.

O exercício foi realizado em três passos: (1) elaboração da lista de tecnologias críticas ou necessárias para o Plano de Missões; (2) qualificação das tecnologias segundo um conjunto de critérios; (3) identificação da capacitação interna atual do INPE para o desenvolvimento das tecnologias identificadas e indicação da percepção sobre a capacitação desejada em 10 anos (até 2017).

Não por coincidência, a lista de tecnologias elaborada no passo (1) guarda relação com as atividades de P&D listadas nos Quadros 18 e 19, embora, por decisão metodológica, as tecnologia dos quadros não sejam explicitamente citadas. A razão para isto veio do fato de que os objetivos das atividades de P&D dos Quadros 18 e 19, assim como as suas metas futuras de desenvolvimento, podem estar em desacordo com os objetivos e metas propostos no exercício de priorização, daí a conveniência de desacoplar as duas listas.

As tecnologias identificadas foram as seguintes:

- A – Estruturas em material composto
- B – Grandes estruturas extensíveis (Ex.: antena do MAPSAR)
- C – Mecanismos (Ex.: hinged, bapatas, liberação e abertura de painéis, mastros, apontamento)
- D – Dispositivos bifásicos supercondutores de calor
- E – Radiador espacial com emissividade variável (sem partes móveis)
- F – Radiador espacial com alta condutividade térmica (estrutura em carbono)
- G – Equipamentos eletrônicos com alto empacotamento
- H – Receptor GPS (para determinação de atitude e órbita)
- I – Sensor de estrelas
- J – Software para controle de atitude em 3 eixos e infra-estrutura para validação
- K – Computador de bordo integrando as funções de gerenciamento de dados e controle de atitude
- L – Catalisadores/propelentes
- M – Células solares de alto desempenho (tripla junção)
- N – Eletrônica para suprimento de energia microprocessada
- O – Transmissores com altas taxas de transmissão (de 150 Mbps para 300 Mbps) e operação em várias bandas (Banda X)
- P – Componentes/equipamentos resistentes à radiação
- Q – Ambiente de Verificação e Validação de software (segmentos Espacial e Solo)
- R – Simulador de satélite (para uso no Centro de Controle e apoio para a fase de Operação)
- S – Antena planar para radar

- T – Eletrônica para Radar (planar ou parabólica)
- U – Tecnologia SWIR (sensor do tipo CCD para infravermelho médio)
- V – Tecnologia óptica para câmeras de imageamento e sensores (Ex.: sensor de estrela)
- X – Tecnologia para sensores no infravermelho (microbolômetros)
- Z – Mecanismos para câmeras de imageamento (inclui espelhos)
- AA – Câmeras de imageamento de alta resolução espacial
- AB – Compressão de Dados

Para a qualificação das tecnologias (passo 2) foram utilizados os critérios abaixo:

1. ***Grau de desenvolvimento atual adotando o indicador TRL*** – sempre que um TRL é atribuído, isto significa que já houve alguma evolução tecnológica, embora a atividade possa ter sido interrompida (indicada então como “inativo”). Os casos em que o grau de desenvolvimento indica apenas “inativo”, sem a atribuição de um nível TRL, na maioria dos casos significa que a atividade de P&D não existe nem na ETE e nem na CTE.
2. ***Spill-over tecnológico*** – para avaliar o potencial que o desenvolvimento da tecnologia tem em se desdobrar em outras tecnologias e conhecimentos de interesse para o Plano de Missões.
3. ***Spill-over de competências*** – para avaliar o potencial que o desenvolvimento da tecnologia tem em se desdobrar em novas competências de interesse para o Plano de Missões.
4. ***Oportunidades de cooperação para o desenvolvimento da tecnologia*** – para avaliar a disponibilidade de parceiros nacionais e internacionais para o desenvolvimento compartilhado da tecnologia.
5. ***Oferta do produto sem transferência de tecnologia*** – para avaliar a disponibilidade do produto para compra (a tecnologia existe, está incorporada e disponível em forma de produto para compra, porém sem a possibilidade de sua transferência).
6. ***Acesso à tecnologia com transferência de tecnologia*** – para avaliar a disponibilidade da tecnologia para compra ou obtenção via cooperação (a tecnologia existe e pode ser adquirida por meio de acordos que garantam a sua transferência).
7. ***Apoio à industrialização*** – para avaliar o quanto o desenvolvimento da tecnologia é capaz de fomentar atividades na indústria.
8. ***Custo de desenvolvimento*** – para avaliar a demandas por investimento fixo (instalações e equipamentos) para o desenvolvimento da tecnologia. Foi considerado o investimento necessário para alcançar um nível equivalente à de uma Revisão Preliminar de Projeto (PDR), que corresponde também à existência de um modelo de engenharia.

A escala utilizada para os critérios (2) a (7) foi: 0 = nulo(a); 1 = baixo(a); 2 = médio(a); 3 = alto(a); 4 = total; na = não se aplica.

Para o critério custo de desenvolvimento (8), a escala foi: 1 = até kR\$ 500; 2 = de kR\$ 500 a MR\$ 5; 3 = acima de MR\$ 5.

Nos Quadros 20 e 21 apresenta-se a lista de tecnologias críticas ou necessárias (passo 1, identificadas de A a AB) e os resultados finais da qualificação (passo 2). Sua análise indica que, das 26 tecnologias identificadas:

- 16 estão inativas no momento atual
- 2 ativas com TRL desconhecido
- 1 ativa com TRL 2
- 1 ativa com TRL entre 2 e 3
- 4 ativas com TRL 3
- 1 ativa com TRL 4
- 1 ativa com TRL entre 2 e 6 (pois conjuga vários produtos)

Em conclusão: atualmente, não estão em processo de desenvolvimento no INPE (na ETE ou na CTE, sob a forma de parcerias ou em indústrias) em torno de 60% das tecnologias consideradas críticas ou ao menos necessárias para as missões espaciais.

Partindo do princípio de que a nossa capacidade de desenvolver as futuras missões com um grau mínimo de independência depende, em última instância, de nosso domínio das tecnologias por elas requeridas, o resultado até aqui apurado é preocupante.

Quadro 20: Qualificação das tecnologias críticas

Tecnologias Críticas/Necessárias	Cód.	Grau de desenvolvimento atual	Spill-over tecnológico	Spill-over de competências	Oportunidades de cooperação para o desenvolvimento da tecnologia	Oferta do produto sem transferência de tecnologia	Acesso à tecnologia com transferência de tecnologia	Apoio à industrialização	Custo de desenvolvimento
Estruturas em material composto	A	Inativo	3	3	4	4	3	4	de 1 a 3, dependendo do produto
Grandes estruturas extensíveis (Ex.: antena do MAPSAR)	B	Inativo	1	1	3	3	3	1	3
Mecanismos (Ex.: hinged, bapras, liberação e abertura de painéis, mastros, apontamento)	C	Inativo	1	2	3	4	1	2	1 ou 2, dependendo do produto
Dispositivos bifásicos supercondutores de calor	D	Ativo - TRL2 a 6 - vários produtos	2	2	4	4	1	2	1
Radiador espacial com emissividade variável (sem partes móveis)	E	Ativo - TRL2	1	2	3	na	na	1	1
Radiador espacial com alta condutividade térmica (estrutura em carbono)	F	Inativo	3	3	desconhecidas	0	desconhecidas	2	entre 1 e 2
Equipamentos eletrônicos com alto empacotamento	G	Inativo	3	3	3	3	1	3	entre 1 e 2
Receptor GPS (para determinação de atitude e órbita)	H	Ativo - TRL4	2	3	3	3	0	3	1
Sensor de estrelas	I	Ativo - TRL3	2	3	3	4	2	3	2
Software para controle de atitude em 3 eixos e infra-estrutura para validação	J	Ativo - TRL3	1	3	3	4	1	2	3
Computador de bordo integrando as funções de gerenciamento de dados e controle de atitude	K	Ativo - TRL3	3	2	3	4	1	3	2
Catalisadores/propelentes	L	Ativo - TRL desconhecido	2	2	na	4	2	3	1

Quadro 21: Qualificação das tecnologias críticas (cont.)

Tecnologias Críticas/Necessárias	Cód	Grau de desenvolvimento atual	Spill-over tecnológico	Spill-over de competências	Oportunidades de cooperação para o desenvolvimento da tecnologia	Oferta do produto sem transferência de tecnologia	Acesso à tecnologia com transferência de tecnologia	Apoio à industrialização	Custo de desenvolvimento
Células solares de alto desempenho (tripla junção)	M	Inativo	2	3	3	4	1	2	2
Eletrônica para suprimento de energia microprocessada	N	Inativo	3	3	2	4	2	2	1 ou faixas inferiores de 2
Transmissores com altas taxas de transmissão (de 150 Mbps para 300 Mbps) e operação em várias bandas (Banda X)	O	Inativo	3	3	2	4	2	3	2
Componentes/equipamentos resistentes à radiação	P	Inativo	1	3	3	0 a 4	1	1	3
Ambiente de Verificação e Validação de software (segmentos Espacial e Solo)	Q	Ativo - TRL desconhecido	na	3	3	4	3	3	1 ou faixas inferiores de 2
Simulador de satélite (para uso no Centro de Controle e apoio para a fase de Operação)	R	Ativo - TRL2-3	2	2	3	4	0	2	2
Antena planar para radar	S	Inativo	2	3	2	4	1	2	3
Eletrônica para Radar (planar ou parabólica)	T	Inativo	3	3	2	2	1	2	3
Tecnologia SWIR (sensor do tipo CCD para infravermelho médio)	U	Inativo	2	2	1	0	0	1	3
Tecnologia óptica para câmeras de imageamento e sensores (Ex.: sensor de estrela)	V	Ativo - TRL3 para sensor de estrela	2	2	3	3	2	4	2 ou 3
Tecnologia para sensores no infravermelho (microbolômetros)	X	Inativo	1	2	3	4	2	1	2
Mecanismos para câmeras de imageamento (inclui espelhos)	Z	Inativo	2	2	2	3	2	2	2
Câmeras de imageamento de alta resolução espacial	AA	Inativo	2	3	2	4 (acima de metro)	1	3	3
Compressão de Dados	AB	Inativo	1	2	3	na	2	na	1

Para que a análise das qualificações das tecnologias críticas ou necessárias para sustentar o Plano de Missões do INPE seja mais facilmente realizada, os oito critérios foram agrupados em dois conjuntos:

- O primeiro coloca no mesmo plano os critérios (4) *oportunidades de cooperação para o desenvolvimento da tecnologia*, (5) *oferta do produto sem transferência tecnológica* e (6) *acesso à tecnologia com transferência tecnológica*.
- O segundo conjunto agrupa (2) *spill over tecnológico*, (3) *spill over de competência* e (7) *apoio à industrialização*.

Não entraram nestes dois conjuntos nem o critério (1) *grau de desenvolvimento atual*, nem o (8) *custo de desenvolvimento*.

Para o critério (8) foi elaborado o Gráfico 7 apresentado a seguir. Nele é possível notar que aproximadamente 1/3 das 26 tecnologias identificadas cai em cada uma das três categorias de custo de desenvolvimento.

Tecnologias Críticas/Necessárias	Custo < kR\$ 500	kR\$ 500 < Custo < MR\$ 5	Custo > MR\$ 5
Dispositivos bifásicos supercondutores de calor	1	0	0
Radiador espacial com emissividade variável	1	0	0
Receptor GPS	1	0	0
Catalisadores/propelentes	1	0	0
Eletrônica para suprimento de energia microprocessada	1	0	0
Ambiente de Verificação e Validação de software	1	0	0
Compressão de Dados	1	0	0
Mecanismos	1	1	0
Radiador espacial com alta condutividade térmica	1	1	0
Equipamentos eletrônicos com alto empacotamento	1	1	0
Sensor de estrelas	1	1	0
Computador de bordo para gerenciamento de dados e controle atitude	1	1	0
Células solares de alto desempenho	1	1	0
Transmissores com altas taxas de transmissão e operação em várias bandas	1	1	0
Simulador de satélite	1	1	0
Tecnologia para sensores no infravermelho	1	1	0
Mecanismos para câmeras de imageamento	1	1	0
Tecnologia óptica para câmeras de imageamento e sensores	1	1	1
Grandes estruturas extensíveis	1	1	1
Software para controle de atitude em 3 eixos e infra-estrutura para validação	1	1	1
Componentes/equipamentos resistentes à radiação	1	1	1
Antena planar para radar	1	1	1
Eletrônica para Radar	1	1	1
Tecnologia SWIR	1	1	1
Câmeras de imageamento de alta resolução espacial	1	1	1
Estruturas de material composto	1	1	1

Gráfico 7: Custo de Desenvolvimento das Tecnologias

Um primeiro aspecto a ser apontado, como é apresentado no Gráfico 8 a seguir (denominado Acesso às Tecnologias, com o primeiro conjunto de critérios e a distribuição

das 26 tecnologias no eixo x, junto às cinco escalas, no eixo y), é que são altas as oportunidades de *cooperação para o desenvolvimento tecnológico* (critério 4) da maioria das tecnologias listadas – duas delas com *total* possibilidade de cooperação (A – *Estruturas de material composto*, D – *Dispositivos bifásicos supercondutores de calor*), quinze delas com *alta* possibilidade e apenas uma tecnologia (U – *SWIR – sensor do tipo CCD para infravermelho médio*) com *baixa* possibilidade.

Neste gráfico foi arbitrariamente atribuído o valor 2 para a escala dos critérios em que esta foi originalmente indicada como *desconhecida*. Este é o caso da tecnologia F – *Radiador espacial com alta condutividade térmica*, que não recebeu avaliação para o critério 4.

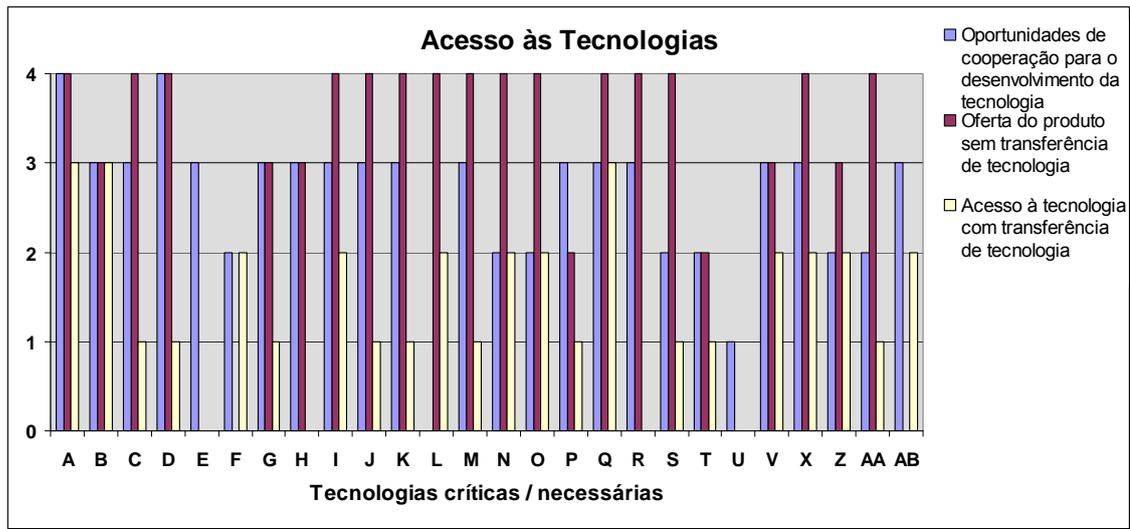


Gráfico 8: Acesso às tecnologias: cooperação e transferência

Entretanto, quando se faz o balanço entre os critérios (5) e (6), o cenário muda novamente e o sinal de alerta é mais evidente: no primeiro caso (5 – *oferta do produto sem transferência de tecnologia*), são várias as tecnologias (cerca de quinze) que figuram nesta situação com grau máximo, sendo que destas, nenhuma é apontada com grau máximo para o segundo caso (6) – *com possibilidade de transferência*.

Os casos mais críticos se referem às seguintes tecnologias, que passaram do conceito 4 (total) no critério *oferta sem transferência* para o conceito 1 (baixo) no critério *acesso com transferência de tecnologia*:

- (C) *Mecanismos*
- (D) *Dispositivos bifásicos supercondutores de calor*
- (J) *Software para controle de atitude em 3 eixos e infra-estrutura para validação*
- (K) *Computador de bordo integrando as funções de gerenciamento de dados e controle de atitude*
- (M) *Células solares de alto desempenho*
- (S) *Antena planar para radar*
- (AA) *Câmeras de imageamento de alta resolução espacial*

Outro caso interessante de ser observado é o da tecnologia T (*Eletrônica para radar – planar ou parabólica*), cujo desenvolvimento está inativo neste momento no INPE. Como pode ser visto no Gráfico 8, é **baixo** o acesso à tecnologia com transferência de conhecimento, são **medianas** a oferta de produto sem transferência de tecnologia e as oportunidades de cooperação para o desenvolvimento tecnológico, e é também **mediana** a capacidade desta tecnologia fomentar atividades na indústria (isso poderá ser visto no Gráfico 9, abaixo).

Assim, a tecnologia T seria uma forte candidata a ser desenvolvida internamente, mas aqui deve-se considerar o custo de desenvolvimento, que é alto – acima de MR\$ 5 (grau 3 da escala de custo), como indicado no Gráfico 7, sobre os custos. Porém, um fator aqui pesa mais favoravelmente que no caso da tecnologia SWIR – são altas as possibilidades de *spill over* tecnológico e de competências – ver Gráfico 9, abaixo, ou seja, o transbordamento do conhecimento e da aprendizagem obtidos no desenvolvimento interno da tecnologia radar deve ser fortemente considerado (no caso do SWIR, os *spill over* são medianos). Novamente, vale a pena uma observação mais minuciosa deste caso para a tomada de decisão frente ao Plano de Missões espaciais do Instituto.

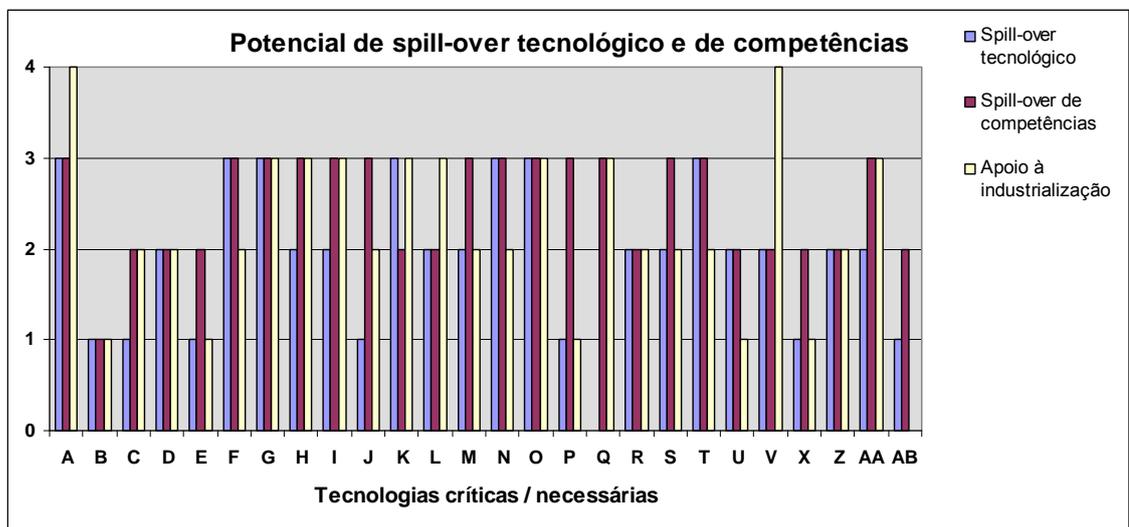


Gráfico 9: Transbordamento de tecnologias e competências

É interessante notar que, dentre as tecnologias inativas, se, por um lado, nenhuma apresenta grau máximo (conceito 4) no que se refere ao *spill over* tecnológico e de competências, várias tecnologias apresentam grau 3 para esses critérios: sete tecnologias para o caso de *spill over* tecnológico e o dobro (14) no caso de *spill over* de competência.

Isso acende uma “luz amarela” para o Instituto, dado que esses critérios sugerem que essas tecnologias têm não apenas grande importância para a consecução dos trabalhos na área especial no Instituto, **mas também têm forte possibilidade de desdobramentos para o desenvolvimento de outras tecnologias, criação de conhecimentos e de competências que extrapolam a esfera das atividades voltadas para a área espacial.** E, reforçando a atenção que deve ser dada a este aspecto, apenas uma tecnologia recebeu conceito 1 (baixo) para o critério *spill over* de competência, ou seja, tem *baixo* potencial para se desdobrar em novas competências de interesse para o Plano de Missões (B – *Grandes estruturas extensíveis*).

Apenas cinco tecnologias foram avaliadas com *baixa* capacidade de fomentar atividades na indústria, dentre elas novamente a tecnologia U (*SWIR – sensor do tipo CCD para infravermelho médio*), a qual recebeu conceito 0 (*nulo*) relativo à oferta/acesso de produto com e sem transferência de tecnologia e conceito 1 (*baixo*) para as oportunidades de cooperação, como visto acima.

Neste caso, sendo apresentada como uma tecnologia crítica para o Plano de Missões e ao mesmo tempo estando inativa internamente, o INPE deve, num breve espaço de tempo, discutir mais atentamente as estratégias relativas ao seu desenvolvimento, dado que se pretende atingir o nível entre 1 e 3 de capacitação (ver análise a seguir nos Quadros 22 a 24), qual seja, a capacidade mínima para saber especificar, comprar, testar e adaptar a tecnologia.

Adicionalmente, vale ainda uma importante observação: nas discussões sobre o critério custo de desenvolvimento, esta tecnologia, junto a outras sete, apresentou as maiores necessidades de recursos financeiros: grau 3, na escala de 1 (até kR\$ 500) a 3 (acima de MR\$ 5), aspecto que deve ser considerado para qualquer decisão a ser tomada.

Outras duas tecnologias que devem ser prioritariamente analisadas para a consecução do Plano de Missões espaciais considerando os oito critérios conjuntamente são:

- (R) *Simulador de satélites (para uso no Centro de Controle e apoio para a fase de Operação)*
- (AA) *Câmeras de imageamento de alta resolução espacial*

No primeiro caso (R), se o acesso à tecnologia com transferência de conhecimento é nulo, por sua vez, a possibilidade de se obter produto sem transferência de tecnologia é total e a possibilidade de cooperação para desenvolvimento tecnológico é alta, e são medianos o apoio à industrialização e os custos de desenvolvimento (de kR\$ 500 a MR\$ 5). Esta tecnologia está em desenvolvimento no INPE, com TRL 2-3, e pretende-se atingir o grau mais elevado de capacitação (qual seja, de liderança no desenvolvimento) já em 2010, como pode ser visto nos Quadros sobre o nível de capacitação a ser buscado, a seguir.

Diferente é o segundo caso (AA), que não está sendo desenvolvido no INPE, o acesso à tecnologia com transferência de conhecimento é baixo, as oportunidades de cooperação são medianas e o custo de desenvolvimento é elevado – acima de MR\$ 5 (grau 3 da escala de custo). Entretanto, a oferta do produto sem transferência de tecnologia é bastante alta e alta também é a capacidade desta tecnologia fomentar atividades na indústria – o que se apresentam como aspectos alentadores às estratégias a serem delineadas pelo INPE, considerando juntamente a isso o fato de não se pretender atingir o grau máximo de capacitação interna nesta tecnologia, mas sim o mediano, qual seja, o de “participação no desenvolvimento”, como poderá ser visto nos Quadros 22 a 24, relativos ao nível de capacitação.

Em resumo, nesses dois casos, sugere-se que outros elementos e critérios devem ser considerados na tomada de decisão no que tange seu processo de desenvolvimento interno, para que o mesmo seja o mais positivo possível para contemplar o Plano de Missões.

Assim sendo, relacionando as análises acima com esse outro conjunto de elementos, relativos ao nível da capacitação interna atual e desejável, tem-se um quadro mais completo para a orientação da priorização da P&D no INPE.

Com as tecnologias identificadas e qualificadas de acordo com os critérios selecionados (passos 1 e 2), foi feita uma discussão no âmbito do GCMTE sobre a capacitação interna

atual do Instituto para o desenvolvimento destas tecnologias, assim como da capacitação desejada em 10 anos.

Associado à análise de capacitação desejada em 10 anos, foi incluída a perspectiva de capacitação no **curto** e **médio** prazos, variando entre 3 anos (para 2010) e 5-8 anos (para 2012 a 2015). Esta distinção é ilustrada nos Quadros 22 a 24 por meio de setas: as setas de cor laranja (curto e médio prazos) têm sua origem na situação indicativa da capacitação interna **atual** e seu final na situação indicativa da capacitação interna desejada no **curto/médio** prazos.

Já as setas vermelhas (10 anos) têm, no caso de apresentarem o **mesmo sentido** das setas de cor laranja, sua origem na situação indicativa da capacitação interna **atual** e seu final na situação indicativa da capacitação interna **desejada em 10 anos**. Quando apresentarem **sentido contrário** às setas de cor laranja, estas setas têm sua origem na situação indicativa da capacitação interna desejada no **curto/médio prazos** e seu final na situação indicativa da capacitação interna **desejada em 10 anos**. Nos casos em que **não há perspectiva de alteração do status** da situação atual no curto e médio prazo, as setas foram substituídas por círculos.

A análise fundamentou-se na identificação da capacitação atual e desejada com base em três categorias: fazer internamente; buscar parcerias; e comprar externamente.

A escala para o nível de capacitação foi:

- 0 = ausente (capacitação interna nula)
- 1 a 3 = aquisição e adaptação (capacitação mínima para saber especificar, comprar, testar e adaptar)
- 4 a 6 = participação no desenvolvimento (capacitação suficiente para participar de desenvolvimentos em cooperação com parceiros)
- 7 a 9 = liderança no desenvolvimento (capacitação para liderar o desenvolvimento no país)

Uma análise inicial dos Quadros 22 a 24 mostra que, contrariando o senso comum que recomenda que todas as tecnologias relevantes sejam contínua e inexoravelmente desenvolvidas até o nível máximo de domínio pela organização interessada, e assim mantidas por tempo indefinido, a discussão do Grupo conclui que isto não é verdade para a maioria delas.

Para uma minoria, a ser discutida a seguir, e que poderiam estas sim ser classificadas como as **“tecnologias críticas”** para o INPE, é essencial o domínio tecnológico permanente. Para as demais, as missões propostas poderiam ser perfeitamente realizadas desde que o INPE seja um **“comprador”** capaz e existam empresas competentes naqueles nichos.

Mais ainda, sem que princípios de política industrial tivessem sido colocados como pré-condição para discutir o tema, surgiu naturalmente a idéia de uma **“regressão benigna”** do nível de autonomia tecnológica do INPE – casos em que as setas vermelhas estão em sentido contrário das alaranjadas – desde que o processo esteja acoplado ao surgimento desta competência técnica em ao menos uma indústria. As discussões a seguir lançarão mais luz sobre a questão.

Quadro 22: Nível atual e desejado de capacitação interna (Parte 1/3)

Tecnologias Críticas/Necessárias	Ausente	Aquisição e Adaptação			Participação no Desenvolvimento			Liderança no Desenvolvimento			Observações
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Estruturas em material composto			até 2012	até 2017							
Grandes estruturas extensíveis (Ex.: antena do MAPSAR)		até 2012	até 2017								
Mecanismos (Ex.: hinged, bapts, liberação e abertura de painéis, mastros, apontamento)			até 2012	até 2017							
Dispositivos bifásicos supercondutores de calor					até 2017			até 2012			Tecnologias como heatpipe com acetona e loop heatpipe (TRL-6). Além dos componentes, é preciso criar e manter a infra-estrutura para testes funcionais.
Radiador espacial com emissividade variável (sem partes móveis)								até 2012			Tecnologia inovadora não disponível no mercado. Candidata a ser embarcada como carga útil tecnológica.
Radiador espacial com alta condutividade térmica (estrutura em carbono)		até 2012	até 2017								Tecnologia inovadora não disponível no mercado. Candidata a ser embarcada como carga útil tecnológica.
Equipamentos eletrônicos com alto empacotamento.					até 2017		até 2013				Tecnologia que deve ser desenvolvida em associação com um equipamento com missão designada. Poderá ser associado ao uma carga útil do Satélite Científico 2.
Receptor GPS (para determinação de atitude e órbita)								até 2012			O estágio atual refere-se apenas à determinação do órbita. O desenvolvimento deve ser em parceria com indústria para incluir a determinação de atitude. Uma primeira opção de voo seria o Lattes-1, apenas para a determinação de órbita.
Sensor de estrelas								até 2012			até 2017 (c/ fornecedor nac.)

Quadro 23: Nível atual e desejado de capacitação interna (Parte 2/3)

Tecnologias Críticas/Necessárias	Ausente	Aquisição e Adaptação			Participação no Desenvolvimento			Liderança no Desenvolvimento			Observações		
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
Software para controle de atitude em 3 eixos e infra-estrutura para validação												até 2010 até 2017	
Computador de bordo integrando as funções de gerenciamento de dados e controle de atitude												até 2010 até 2017	
Catalisadores/propelentes												2017	
Células solares de alto desempenho (tripla junção)												2017	
Eletrônica para suprimento de energia microprocessada												2017	
Transmissores com altas taxas de transmissão (de 150 Mbps para 300 Mbps) e operação em várias bandas (Banda X)												até 2012 até 2017	Primeira opção de voo: MAPSAR
Componentes/equipamentos resistentes à radiação												até 2013 até 2017	Deve adquirir status de programa para atender a todas as missões. Também deve ser associada a um equipamento com missão designada.
Ambiente de Verificação e Validação de software (segmentos Espacial e Solo)												até 2013 até 2017	
Simulador de satélite (para uso no Centro de Controle e apoio para a fase de Operação)												até 2010 até (a ser definido)	

Quadro 24: Nível atual e desejado de capacitação interna (Parte 3/3)

Tecnologias Críticas/Necessárias	Ausente	Aquisição e Adaptação			Participação no Desenvolvimento			Liderança no Desenvolvimento			Observações
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Antena planar para radar		até 2015			até (a ser definido)						
Eletrônica para Radar (planar ou parabólica)		até 2015			até (a ser definido)						
Tecnologia SWIR (sensor do tipo CCD para infravermelho médio)		até 2012	até 2017								
Tecnologia óptica para câmeras de imageamento e sensores (Ex.: sensor de estrela)				até 2012		até 2017					Considerar a demanda por infra-estrutura atualizada para a montagem e teste de sistemas ópticos de precisão.
Tecnologia para sensores no infravermelho (microbolômetros)		até 2012	até 2017								Desenvolvimento que poderia contar com o envolvimento do LAS/CTE.
Mecanismos para câmeras de imageamento (inclui espelhos)			até 2015		até 2017						
Câmeras de imageamento de alta resolução espacial		até 2015		até 2017							Demanda infra-estrutura ainda mais sofisticada que a necessária para câmeras de média resolução.
Compressão de Dados		até 2015			até 2017						Desenvolvimento que poderia envolver LAC (algoritmos), DEA (especificação da eletrônica), OBT (validação do algoritmo sob o ponto de vista da qualidade da imagem), e parceria industrial para a produção do componente a ser embarcado.

À primeira vista, três tecnologias surgem como os maiores desafios para o Instituto para o alcance dos objetivos relativos ao Plano de Missões:

- (P) *Componentes/equipamentos resistente à radiação*
- (Q) *Ambiente de Verificação e Validação de software (segmentos Espacial e Solo)*
- (J) *Software para controle de atitude em 3 eixos e infra-estrutura para validação*

Explica-se: nos três casos, espera-se atingir o grau **máximo** de liderança no desenvolvimento (grau 9) já no curto/médio prazo (entre 2010 e 2013) e manter tal posição no longo prazo (2017).

Entretanto, no primeiro caso (P), a situação é mais complexa, dada à condição de partida, qual seja, atualmente tal tecnologia está ausente no INPE – é uma das quatro tecnologias nesta situação, dentre as 26. Some-se a isso o fato de se considerar baixa a possibilidade de acesso à tecnologia com transferência de conhecimento e a também baixa capacidade de tal tecnologia apoiar a industrialização, além do custo de desenvolvimento da mesma (acima de MR\$ 5 – grau 3 da escala de custo). O acesso a essa tecnologia sem a transferência de conhecimento é variável, mas torna-se cada vez mais limitado em razão da inclusão desses componentes em regimes que restringem a sua exportação, como é o caso do ITAR americano²². Como único aspecto favorável, restam as oportunidades de cooperação para o desenvolvimento tecnológico, consideradas medianas. É um caso realmente a ser considerado nos planejamentos das missões espaciais do INPE, reforçado pela observação feita pelo GCMTE: “deve adquirir status de programa para atender a todas as missões; também deve ser associada a um equipamento com missão designada”²³.

No segundo caso (Q), o quadro é um pouco menos complexo, pois já há atividades no INPE (elas se situam no nível 2 da escala, qual seja, com capacitação mediana para saber especificar, comprar, testar e adaptar), há maiores possibilidades de acesso à tecnologia com e sem transferência de conhecimento, assim como de cooperação e de apoio à indústria, e os custos de desenvolvimento não seriam os mais altos.

Também no terceiro caso (J), já há atividades no INPE num grau um pouco mais elevado que no caso anterior (nível 3 da escala) e, mesmo que o acesso ao conhecimento seja restrito, há possibilidades de cooperação para o desenvolvimento da tecnologia; entretanto, os custos de desenvolvimento são altos.

Outras tecnologias que também devem ser observadas com atenção para a consecução do Plano de Missões, dado que se pretende alcançar liderança em seu desenvolvimento no curto/médio prazo (até 2010 ou 2012) são:

- (D) *Dispositivos bifásicos supercondutores de calor*²⁴ – o INPE já é líder e pretende reforçar tal liderança (mas é baixo o acesso ao conhecimento com transferência tecnológica).
- (E) *Radiador espacial com emissividade variável (sem partes móveis)*²⁵, cujo domínio atual diz respeito à aquisição e à adaptação (grau 2), bem abaixo da tecnologia D.

²² Informações adicionais disponíveis em: <http://www.pmdt.state.gov/itar_index.htm>.

²³ Também deve ser enfatizado que o desenvolvimento de tecnologias nesta área deve ser acompanhado de novas recomendações de engenharia e de uma nova abordagem para as atividades de garantia do produto, como forma de garantir que as novas técnicas sejam de fato apropriadas pelos projetos.

²⁴ Conforme observação do GCMTE, “além dos componentes, é preciso criar e manter infra-estrutura para testes funcionais”.

- (R) *Simulador de satélite (para uso no Centro de Controle e apoio para a fase de operação)* – aqui acesso ao conhecimento com transferência tecnológica é nulo, mas há possibilidade de cooperação tecnológica e os custos de desenvolvimento são medianos.

A diferença destas três tecnologias com os casos anteriores é que, atingida a liderança (grau 8 ou 9) no curto/médio prazo (2010 ou 2012), no longo prazo (2017) deseja-se manter apenas a capacidade para a aquisição e adaptação da tecnologia, ou seja, o grau 3 na escala.

Há outros seis casos (tecnologias G, H, I, O, S, T) em que, atingido um nível interno de capacitação relativamente alto no curto/médio prazo (nível 6 para as seis tecnologias, ou seja, forte capacitação para participar de desenvolvimento em cooperação com parceiros), a intenção é manter a capacitação interna apenas para a aquisição e adaptação da tecnologia (nível 3).

Vale ainda chamar a atenção para a tecnologia AB (*Compressão de dados*), pelo fato da mesma não estar em desenvolvimento no momento no INPE, as possibilidades para sua obtenção (com ou sem transferência tecnológica e via cooperação) são medianas e que se pretende atingir o nível 6 de capacitação até 2015, mantendo-o até 2017²⁶.

Outras três tecnologias apresentam baixo desenvolvimento interno atual: (B) *Grandes estruturas extensíveis*; (F) *Radiador espacial com alta condutividade térmica (estrutura em carbono)*; e (G) *Equipamentos eletrônicos com alto empacotamento*. Nos dois primeiros casos a intenção é desenvolver a capacitação até o nível 3 no curto/médio prazo e manter neste nível no longo prazo. No terceiro caso, desenvolver a capacitação até o nível 6, até 2013, mantendo-a a partir de então no nível 3 (conforme observação do GCMTE, “a tecnologia deve ser desenvolvida em associação com um equipamento com missão designada; poderá ser associada a uma carga útil do Satélite Científico 2).

Para três tecnologias pretende-se manter o mesmo status de capacitação atual (nível 3, ou seja, capacidade bem razoável para a aquisição e adaptação da tecnologia) até o final do período analisado (2017). São elas: (L) *Catalisadores/propelentes*; (M) *Células solares de alto desempenho (tripla junção)*; e (N) *Eletrônica para suprimento de energia microprocessada*.

Finalmente, quanto à tecnologia U (*SWIR*), bastante comentada acima, a intenção é, no curto prazo, avançar no nível de capacitação, mas não ir além da competência para aquisição e adaptação da tecnologia, já em 2012, mantendo essa posição até 2017. O importante aqui é rever as barreiras existentes para que tal objetivo seja atingido, como levantado e analisado em parágrafos anteriores.

Cabe ainda enfatizar a existência de outras tecnologias que, independentemente de sua necessidade ou não para o Plano de Missões, não foram consideradas de alta importância estratégica para o INPE no momento. Estas tecnologias são listadas abaixo e podem também ser desenvolvidas nos próximos anos pela ETE e CTE com menor nível de prioridade, ou inseridas nas atividades de Pós-Graduação. São elas:

- *Automatização de housekeeping do satélite (inativo atualmente).*

²⁵ Conforme observação do GCMTE, “tecnologia inovadora, não disponível no mercado, candidata a ser embarcada como carga útil tecnológica”.

²⁶ Conforme observação do GCMTE, “o desenvolvimento poderia envolver o LAC (algoritmos), DEA (especificação eletrônica), OB (validação do algoritmo sob ponto de vista da qualidade da imagem) e parceria industrial para a produção do componente a ser embarcado”.

- Análise de missão (inativo atualmente).
- Metodologias para projeto multidisciplinar e otimização (ativo como atividade acadêmica).
- Propulsores monopropelentes para controle de órbita e atitude (motor de apogeu) (ativo em TRL6, sem relação com as missões apontadas no plano).
- Propulsor iônico (ativo em TRL5-6, sem relação com as missões apontadas no plano).
- Supercapacitores para sistemas de potência (inativo atualmente).
- Chave térmica trifásica (inativo em TRL2).

Alternativa para a integração da gestão das atividades de P&D aos projetos de satélites

É consensual o reconhecimento da importância da pesquisa tecnológica para os programas espaciais. É ela que permite a aquisição da capacidade técnica necessária para criar sistemas espaciais capazes de cumprir suas missões²⁷.

Não bastasse isso, também é fato que embora a maior parte do desembolso de recursos para o desenvolvimento de uma missão espacial ocorra em suas Fases C e D (fases de projeto detalhado e fabricação), estes custos são fortemente afetados pelas decisões tomadas nas Fases preliminares do projeto (0, A e B – fases de análise inicial da missão, análise de viabilidade e projeto preliminar). Assim, o domínio das tecnologias é requisito fundamental para controlar os custos dos projetos e riscos de várias naturezas.

O desafio que se coloca é como tornar as atividades de P&D parte inseparável do desenvolvimento de um programa espacial. A título de exemplo, a estratégia da ESA para a área consta dos cinco objetivos abaixo, certamente válidos para qualquer organização do setor²⁸:

- Antecipar as demandas do programa espacial e assegurar coerência dos cronogramas das pesquisas tecnológicas para que os projetos delas se beneficiem ao máximo.
- Incentivar a inovação na arquitetura dos sistemas espaciais, na identificação de novas tecnologias (*disruptive technologies*), e no desenvolvimento de novos conceitos.
- Apoiar a competitividade da indústria nos mercados locais e globais.
- Garantir a independência tecnológica e a disponibilidade de fontes para as tecnologias críticas.
- Apoiar a incorporação de inovações e progressos tecnológicos de fora do setor espacial (*spin-in*), assim como a transferência tecnológica do setor espacial para fora dele (*spin-off*).

²⁷ *Why technology programmes* (Technical and Quality Management Portal – Systems – What is space technology all about? ESA, January 2007). Disponível em: <http://www.esa.int/techresources/ESTEC-Article-fullArticle_item_selected-36_7_00_par-50_1151301926434.html>.

²⁸ Idem referência da Nota anterior.

A despeito da óbvia importância das atividades de P&D, sua coordenação com os projetos de satélites nem sempre ocorre de forma satisfatória. São várias as razões e dentre elas podem ser listadas:

- Decisões excessivamente tardias quanto aos requisitos das missões, o que inviabiliza o desenvolvimento de programas de P&D que possam ser de utilidade para as missões.
- Conservadorismo ao qual são premidos os responsáveis pelo gerenciamento das missões – se os prazos são apertados, é certamente preferível adotar tecnologias já provadas e não explorar outras alternativas.
- Impaciência dos gerentes dos projetos com o ritmo lento e a falta de visibilidade dos avanços alcançados pelas atividades de P&D, nos casos em que elas são desenvolvidas internamente.
- Orçamentos insuficientes para ao mesmo tempo cobrir os custos dos projetos correntes, e ainda financiar atividades de P&D de longo prazo de maturação.
- Relutância dos profissionais que desenvolvem as atividades de P&D em incorporar técnicas de gerenciamento que contribuam para melhor organizar suas atividades e dar mais visibilidade aos gerentes dos projetos.
- Carência de instrumentos legais adequados que permitam contratar empresas para atividades de alto risco tecnológico, como são as de P&D, ou incapacidade para utilizar as já existentes.

É importante observar que o processo de desenvolvimento tecnológico estende-se desde às fases de proposição de novas idéias, até à de demonstração do desempenho da tecnologia em um ambiente operacional – em vôo por exemplo. Ele não se restringe às atividades preliminares, muitas vezes de cunho exclusivamente acadêmico. Caso isto não seja compreendido, o afastamento usualmente percebido entre os projetos e programas de satélites e as atividades de P&D nunca será resolvido.

Mais ainda, por maiores que sejam as indefinições das atividades de pesquisa, é sempre possível organizar este processo e gerenciá-lo de forma sistemática, embora em suas fases preliminares seja comum desenvolver um novo tema sem ter uma aplicação particular em vista. Já em fases mais adiantadas, é essencial que esta vinculação ocorra de forma explícita.

Dentre os objetivos deste Roteiro, está o de sugerir alternativas que ampliem os benefícios das atividades de P&D para as missões de satélites do INPE. Para tanto, foram eleitas duas prioridades:

- Induzir uma melhor estruturação das atividades de P&D, para assim ampliar as possibilidades de diálogo e entrosamento com o gerenciamento das missões de satélite.
- Ampliar a participação da CTE na condução de atividades de P&D que atendam às necessidades das missões de satélite do INPE.

Para endereçar o primeiro objetivo, o do gerenciamento e mensuração da evolução do processo de P&D, este Roteiro propõe a adoção pelo INPE do indicador TRL, já citado antes e adotado na avaliação das atividades atuais de P&D.

A adoção desse indicador, e conseqüentemente a estruturação que ele enseja, será um passo importante na promoção de uma maior aproximação entre os atores envolvidos, pois ele proporcionará aos gerentes das missões uma maior visibilidade das atividades de P&D que serão eventualmente por eles financiadas. Por outro lado, ajudará os cientistas e engenheiros envolvidos com a P&D a estruturarem melhor suas atividades e lhes dará argumentos mais fortes para competir por recursos.

Endereçando simultaneamente os dois objetivos, a sugestão materializada neste Roteiro é apresentada em duas etapas, sintetizadas nas Figuras 4 e 5 a seguir. A Figura 4 resume a forma como hoje as missões de satélites são desenvolvidas no INPE. Em seguida, a Figura 5 resume a proposta para a integração entre as atividades de P&D e o gerenciamento das missões.

A Figura 4 caracteriza o ciclo atual de desenvolvimento dos projetos de satélites no INPE. Nela são explicitadas as Fases de desenvolvimento (0 a F), é dada uma idéia de sua duração e do esforço requerido (por meio da área dos retângulos), é feita uma apreciação de onde estão concentradas as competências do INPE – e também de onde elas são mais escassas. A Figura também indica as áreas do INPE e de fora dele que participam de cada Fase, dá uma idéia da duração atual do ciclo que vai da Fase 0 até o final da D, quando ocorre o lançamento do satélite (8 anos ou mais). A Figura 4 serve de base para a proposta apresentada na Figura 5.

A Figura 5 toma da 4 as informações fundamentais do ciclo de desenvolvimento das missões, e a ele superpõe os passos evolutivos de uma dada tecnologia, de TRL1 a 9. Em seguida, ela delimita as Fases de desenvolvimento das missões (de 0 a E), e as correlaciona com o processo de maturação tecnológica (de TRL2 a 8). Os níveis TRL1 e 9 são intencionalmente deixados de fora, dado o caráter excessivamente primário do primeiro e maduro do segundo.

A grosso modo, a Figura 5 associa ao processo preliminar de desenvolvimento das missões (cor vermelha) o amadurecimento tecnológico de TRL2 a 5. À faixa de TRL6 a 7 é associada a fase de projeto detalhado e fabricação (em verde), e ao TRL 8 é associada a fase de operação do sistema (em azul).

Sob o ponto de vista gerencial, o significado da proposta é o de induzir um desenvolvimento paralelo entre as missões e as atividades de P&D, cuja cadência seria estabelecida pela correlação entre as Fases 0 a E por um lado, e pelo indicador TRL por outro. Mais ainda, a proposta também sugere que as Fases 0-A sejam dilatadas, de forma a tolerar, já no escopo das missões, um processo de P&D com prazos mais realistas. A Figura 5 indica um prazo de até 6 anos para esta fase inicial, que seria seguido de outro de no máximo 4 anos para levar as missões até ao lançamento.

Deve ficar claro que a proposta não busca dilatar o prazo de desenvolvimento das missões. Pelo contrário, ela preconiza que as missões tenham início mais cedo, de forma a ter as tecnologias suficientemente maduras a partir do início da Fase B, a de projeto preliminar. A partir deste ponto, o desenvolvimento até o lançamento não poderia ultrapassar 4 anos.

Esta sugestão não foi considerada para a estruturação do cronograma do Plano de Missões apresentado neste trabalho. Ela fica como sugestão para o planejamento detalhado das missões ainda por iniciar, desde que este planejamento contemple objetivamente as atividades de P&D requeridas por cada missão.

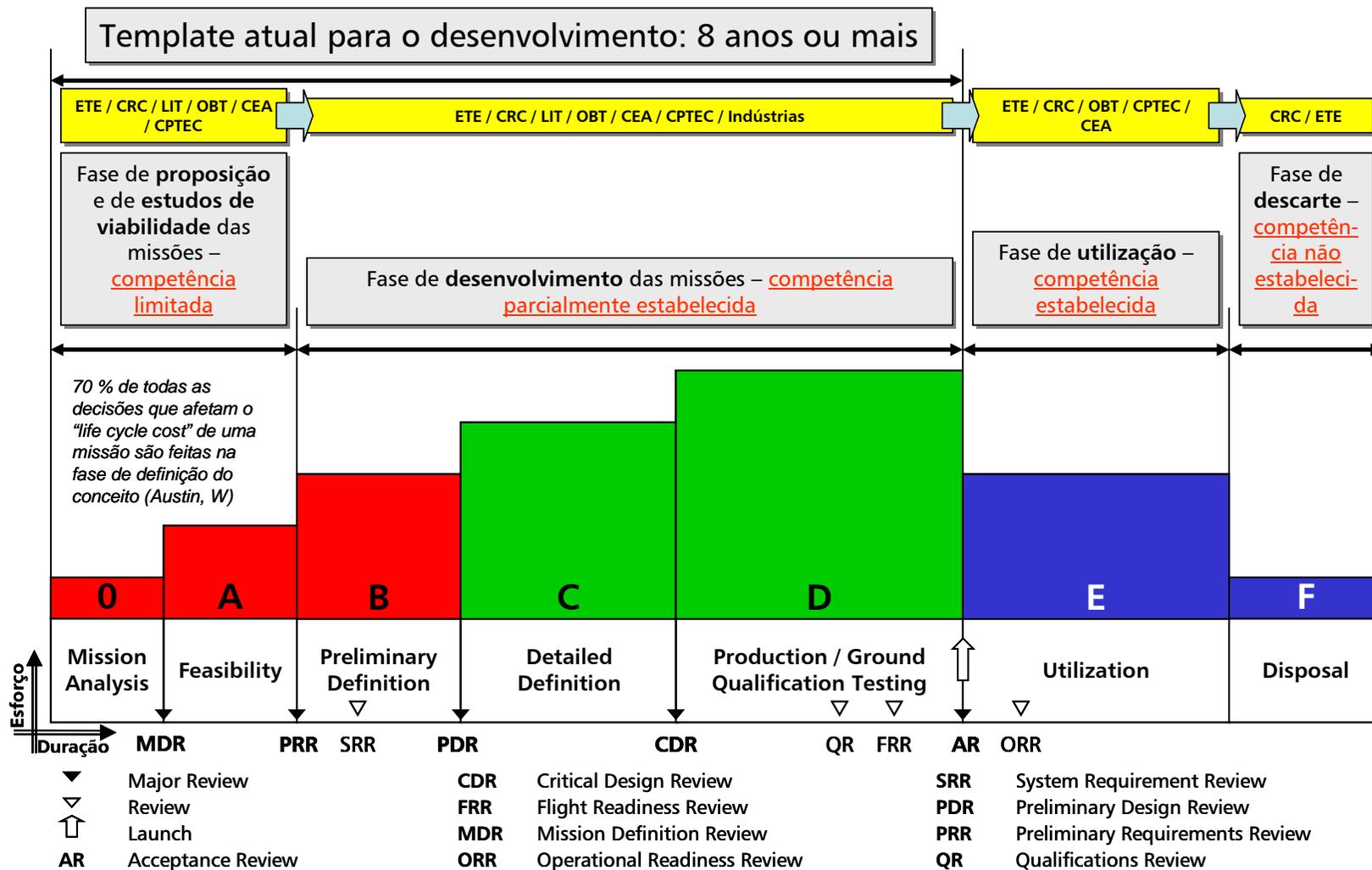


Figura 4: Características do ciclo atual de desenvolvimento de missões espaciais no INPE

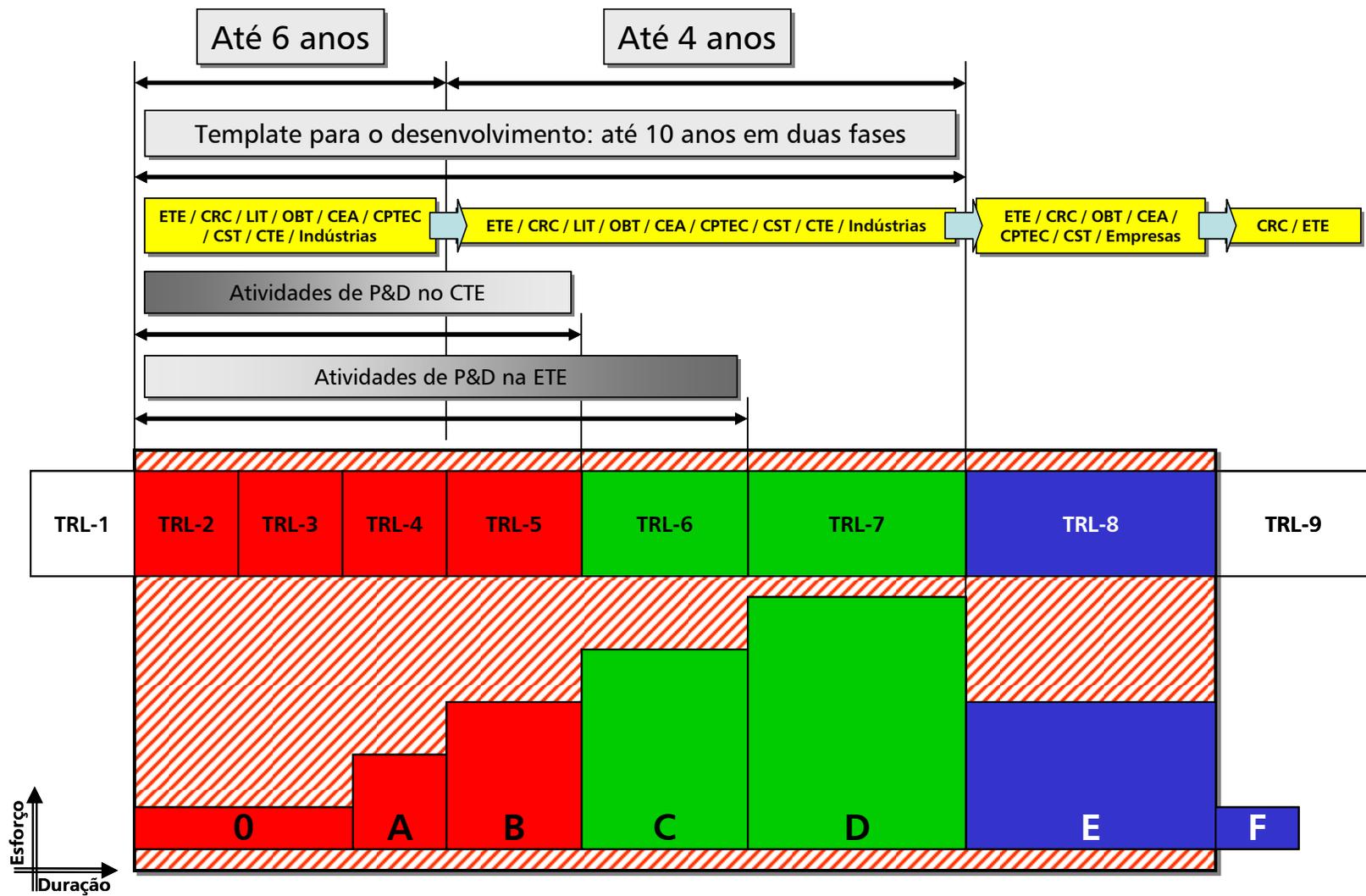


Figura 5: Proposta de novo ciclo de desenvolvimento de missões espaciais no INPE

Quanto ao envolvimento da CTE, a proposta sugere que ela teria participação de TRL2 a 5, com maior ênfase nas etapas de TRL mais baixo. À ETE caberia o envolvimento de TRL2 a 6, com maior peso nas etapas de TRL mais alto. Por meio da Figura 5, a proposta também chama a atenção para a necessidade de envolver indústrias já nas fases iniciais das atividades de P&D, e não apenas em etapas mais a frente, como é a regra hoje.

A proposta aqui delineada deverá ser detalhada caso a caso, quando então deverão ser consideradas as restrições presentes no INPE e as alternativas para sua implementação.

Alternativas para a implementação das atividades de P&D

Quanto às alternativas para implementação, é importante que o INPE não fique restrito à realocação dos recursos do PPA para apoiar as atividades de P&D, que são os recursos originalmente destinados aos projetos de satélites, embora esta alternativa também possa ser praticada e formalizada por meio de compromissos envolvendo a ETE, a CTE e as gerências dos Programas Internos do INPE (os Programas Internos serão definidos na Seção 4). Dentre as estratégias alternativas que poderiam ser exploradas para o desenvolvimento das atividades de P&D, podem ser citadas:

- Oferecer uma lista de tecnologias requeridas pelas missões do Plano a título de sugestão para inclusão pela FINEP em seus Editais do Programa de Subvenção Econômica. Caberia às indústrias desenvolver de maneira independente estas tecnologias. Caso tenham sucesso, o INPE seria um cliente em potencial.
- Oferecer temas tecnológicos de nosso interesse ao BNDES, juntamente com um compromisso de alocar recursos humanos próprios, infra-estrutura e componentes como contrapartida a um investimento do banco em empresa interessada em seu desenvolvimento.
- Explorar as alternativas da Lei de Inovação para firmar parcerias com empresas.
- Explorar as alternativas de colaboração com empresas e Universidades oferecidas pelos ambientes estabelecidos em Parques Tecnológicos.
- Explorar as oportunidades do Programa Uniespaço²⁹ da AEB, para o desenvolvimento de atividades de P&D de TRL reduzido em parceria com Universidades, fazendo uso da estrutura de pesquisa lá presente e da mão-de-obra a ela associada.

Em complemento às alternativas acima, deve-se contemplar a possibilidade de que, para as missão prevista no Plano de Missões que ainda não estão totalmente especificadas, seja realizado um estudo sobre a viabilidade de serem embarcados experimentos tecnológicos ocupando parte do espaço de suas cargas úteis.

Em princípio, para cada uma dessas missões, seria atribuída uma alocação de massa, potência e volume para experimentos tecnológicos, que seriam então escolhidos para voar em função de seu grau de desenvolvimento, comprometimento com o cronograma da missão, etc. (por exemplo através de uma Anúncio de Oportunidade). Os experimentos seriam do INPE, ou fruto de cooperação com outras instituições de pesquisa e/ou empresas privadas.

²⁹ "O Programa Uniespaço objetiva formar, operacionalizar e aprimorar uma base de pesquisa e desenvolvimento, formada por núcleos especializados, sediados em universidades ou instituições congêneres, capazes de executar projetos de interesse da área espacial". Fonte: AEB

Prosseguindo na questão do envolvimento industrial, para um horizonte mais distante, também devem ser contempladas alternativas hoje vetadas pela legislação nacional que disciplina as licitações públicas (Lei 8666/93 de 21 de junho de 1993: Licitações e Contratos Administrativos), mas que são de uso corrente no exterior em programas espaciais e de defesa.

Para que o Estado disponha da necessária flexibilidade para a contratação de atividades de desenvolvimento em áreas de alta tecnologia, a atual Lei de Licitações é um obstáculo amplamente reconhecido, por não contemplar mecanismos contratuais capazes de acomodar as incertezas e os riscos inerentes a este processo. A título de exemplo, basta dizer que a única modalidade de contrato admitida é a de preço fixo e a experiência internacional mostra que sua adoção só é feita quando a definição do objeto do contrato é madura, objetivo inatingível nas fases preliminares de um projeto ou em atividades meramente exploratórias, como são as de P&D em suas fases iniciais.

Independentemente da possibilidade real ou ilusória de ser concedida uma maior flexibilidade a organizações da administração pública direta, como é o caso do INPE, a título de exercício vale a pena contemplar algumas possibilidades contratuais e de organização de possível interesse para o futuro:

- Possibilidade de contratar, por processo competitivo ou não, mais de uma empresa simultaneamente para produzir o mesmo trabalho, como é comum encontrar (nos Estados Unidos por exemplo) nas áreas espacial e de defesa, particularmente para as fases preliminares de desenvolvimento de uma nova tecnologia. Tal mecanismo não constituiria um desperdício de recursos públicos, mas sim um incentivo à criação de oportunidades e competição. Neste caso, cabe ao Contratante estabelecer de forma transparente as regras para a condução do processo, promover a igualdade de competição entre as empresas envolvidas, garantir a preservação dos direitos intelectuais, exigir a comprovação dos recursos consumidos e impor indicadores que observem o investimento em infra-estrutura, a aquisição de tecnologia, bem como o treinamento e a contratação de mão-de-obra para as atividades fim. Ao Contratante também caberá auditar as empresas contratadas e impor penalidades caso fique provada a existência de iniciativas que violem os princípios da competição entre elas, e da realização de forma independente das tarefas preconizadas no contrato. O ciclo completo de desenvolvimento contemplaria um processo de "afunilamento" pelo qual um número maior, digamos até três empresas poderiam ser contratadas para o desenvolvimento de estudos correspondentes às Fases 0-A, até duas empresas para a Fase B (até o PDR), seguido de uma única empresa para as Fases C (CDR) em diante.
- Possibilidade de contratar, por processo competitivo ou não, na modalidade "tempo e materiais". Nela, um contrato com prazo determinado (porém prorrogável) estabeleceria uma série de serviços de engenharia e/ou de fornecimento de materiais para a execução dos referidos serviços, que constituiriam o objeto do contrato. A diferença com relação aos contratos convencionais é que em vez de um valor total e fixo para o contrato, apenas um valor unitário (por hora ou por unidade de material) seria indicado bem como um teto (em R\$) de contratação ao longo do período do contrato. Dessa forma, o Contratante teria a flexibilidade de obter e pagar apenas pela quantidade de serviços ou materiais da qual tivesse de fato necessidade ao longo de um período relativamente longo, sem ter que recorrer a uma nova licitação a cada demanda, ou correr o risco de comprometer-se a pagar por serviços desnecessários. Esta seria uma alternativa

ideal para a tão necessária suplementação de mão-de-obra para os serviços de engenharia demandados pelas missões de satélites.

- A possibilidade de contratações do tipo *"cost-plus"* nas fases de estudo prospectivo e preliminar de novos projetos (Fases 0-A ou 0-B). Esta modalidade deve ser seguida de contratações a preço fixo da Fase C (Fase de Projeto Detalhado) em diante. Esta passaria a ser a norma dos novos planos de implementação. A empresa que realizasse a fase preliminar também poderia concorrer para a fase seguinte, o que é hoje vetado por Lei, mas não poderia contar com o benefício da dispensa de licitação. O Contratante teria que assegurar que ao final da fase inicial a documentação preparada e entregue seja suficiente para que outras empresas assumam o projeto, pois a licitação da segunda fase utilizaria a documentação técnica da primeira como base para a concorrência.
- A alternativa de firmar contratos com o objetivo de supervisionar atividades em andamento por terceiros (contratos usualmente denominados de *"checks and balances"* ou *"oversight"*).
- A formação de uma espécie de "laboratório de desenvolvimento de sistemas e de gerenciamento de missões espaciais" em um ambiente não governamental, que ficaria encarregado das fases iniciais e, eventualmente, de contratações cuja complexidade estivesse fora do alcance do ambiente público.
- Possibilidade de dispor de empresa no papel de "contratante principal" com competência para assumir o desenvolvimento completo de satélites e, com isso, aliviar o trabalho administrativo hoje executada por servidores do INPE para a aquisição simultânea dos vários subsistemas e equipamentos dos satélites.
- Possibilidade de dispor de empresas que possam assumir as atividades de operação de satélites (processamento, arquivamento e distribuição de dados).

Foge ao escopo deste Roteiro aprofundar esta discussão, tema que deverá ser tratado pelas partes interessadas do INPE com o apoio de seu Núcleo de Inovação Tecnológica (NIT).

3.3. Competências disponíveis e requeridas

A questão das competências do INPE, seja em quantidade, em maturidade ou nas áreas cobertas do conhecimento, é talvez o aspecto mais crítico para a consecução do Plano de Missões, dadas às notórias dificuldades para a reposição e acréscimo de mão-de-obra.

Em virtude da amplitude e da complexidade do problema, este Roteiro decidiu por não abordar as questões legais e institucionais envolvidas, pois estas já estão em debate em outras instâncias do INPE e transcendem ao objetivo deste estudo.

O objetivo maior do trabalho aqui realizado foi ir além da percepção vigente, e correta, de que a mão-de-obra hoje disponível é insuficiente. Se o é, de quanto, e em quais categorias? Mais ainda, a percepção quanto às deficiências é a mesma sob o ponto de vista da hierarquia (vertical) e dos projetos e programas de satélites (horizontal)?

O trabalho apresentado a seguir busca responder às questões acima colocadas e deixar subsídios para tomadas futuras de decisão quanto às prioridades para a incorporação de mão-de-obra.

De forma mais objetiva, nesta seção é apresentada a análise das competências do INPE com base em dois recortes distintos:

- A quantidade de recursos humanos (RH) atualmente disponíveis nas áreas do INPE (ETE, LIT, CRC, CTE, OBTE e a divisão DSA do CPTEC) e a estimativa da quantidade considerada necessária para seu funcionamento pleno com base nas demandas atuais.
- A estimativa dos recursos humanos necessários para a execução do Plano de Missões 2008-2020.

Para estruturar o levantamento dos dados, foi empregada uma estrutura composta por 156 competências técnicas distintas, agrupadas em 5 grupos³⁰, a saber:

- G01 – Administrativo
- G02 – Engenharia de Sistemas
- G03 – Especialistas
- G04 – Gerenciamento e Garantia do Produto
- G05 – Suporte técnico

Com exceção da OBTE e do DSA, que utilizaram uma classificação própria (Competências I, II e III descritas na seqüência) todas as demais áreas utilizaram a estrutura acima apresentada:

- Competência I – Coordenar a operação das estações de recepção e geração de imagens de satélite e de centros de dados, para receber e distribuir as imagens de programas de interesse do INPE.
- Competência II – Estabelecer competência nas tecnologias de recepção e geração de imagens de satélite, bancos de dados de imagens e dados geo-espaciais, correção geométrica e radiométrica de imagens, política de dados e distribuição.
- Competência III – Acompanhar a realização de pesquisa de excelência na especificação, avaliação e uso de sistemas imageadores de sensoriamento remoto, em apoio ao programa espacial brasileiro.

Recursos humanos disponíveis e necessários nas áreas

As informações sobre a quantidade de recursos humanos por grupo de competência disponível atualmente e a quantidade considerada necessária para o pleno funcionamento das áreas foram coletadas junto à ETE, LIT, CRC, CTE, OBTE e DSA, não estando associadas às demandas de recursos humanos para o desenvolvimento do Plano de Missões 2008-2020. As informações foram fornecidas pelas chefias e retratam a situação atual e a sua percepção quanto às necessidades para uma melhor execução das atribuições de cada área. Como dito no início da seção, esta é a visão sob o ponto de vista vertical.

³⁰ O Apêndice 6 apresenta a lista completa das 156 competências alocadas nos 5 grupos. A lista tomou por base o seguinte trabalho desenvolvido pela NASA: *Building a Better NASA Workforce: Meeting the Workforce Needs for the National Vision for Space Exploration* – Committee on Meeting the Workforce Needs for the National Vision for Space Exploration, National Research Council, ISBN: 0-309-10765-2, 80 p, (2007). Documento disponível em: <<http://www.nap.edu/catalog/11916.html>>.

Estas informações estão organizadas nos Quadros 25 a 27 e nos Gráficos 10 e 11 (um apresenta a diferença entre a quantidade de recursos humanos atual e a desejada, e o outro apresenta o percentual estimado de aposentadoria de servidores em 5 anos nas áreas).

O Apêndice 6 apresenta quadros detalhados com a quantidade de RH por grupos de competência e por área. Com a exceção da CTE e do CRC, que contabilizaram os terceirizados, as demais áreas consideraram apenas os seus servidores. O LIT supre suas necessidades por meio de vários mecanismos, mas não o da terceirização presente no CRC, por exemplo. No levantamento dos dados não foram contabilizados os bolsistas de programas de capacitação institucional (PCI) e iniciação científica (PBIC), os estudantes de pós-graduação e os estagiários.

Observa-se que apenas considerando as demandas atuais (Gráfico 10), já há um déficit significativo de recursos humanos nas áreas, especialmente para as competências dos Grupos 3 e 4 (Especialistas, Gerenciamento e Garantia do Produto). **O déficit apurado é de 290 profissionais em período integral para um total atual de 534 em todas as áreas analisadas (ETE, LIT, CRC, CTE, OBT e DSA)**, o que indica a necessidade de um acréscimo de 54% ao contingente atual de servidores e terceirizados. Uma análise de cada uma das áreas revela que:

- A situação é mais crítica na ETE e no LIT (Gráfico 10), pois nenhuma das duas conta com um processo único e amplo de suplementação de recursos humanos, o que mantém em constante precariedade a sua mão-de-obra complementar.
- A situação do CRC não é indicada como crítica, desde que seus contratos de terceirização sejam mantidos e honrados, caso contrário as operações de rastreamento e controle de satélites poderão vir a ser comprometidas.
- A situação geral agrava-se não só com a perspectiva da aposentaria de um grande número de servidores nos próximos cinco anos (Gráfico 11), mas também com a da ampliação do escopo de atividades do INPE proposta pelo Plano de Missões.

A análise a seguir contempla as necessidades de RH sob o ponto de vista dos gestores das áreas, e as compara com os recursos disponíveis atualmente.

Quadro 25: Quantidade atual (2007) de competências por grupo nas áreas (em número de pessoas)

Grupos de Competência	Distribuição Atual das Competências nas Áreas do INPE													Total por Competência
	ETE			LIT			CRC	CTE			DSA	OBT		
	NS	NM	Tot	NS	NM	Tot	Tot	Servidores	Terceirizados	Tot	Tot	Tot		
G01 - Administrativo	5	3	8	1	3	4	2	13	0	13			27	
G02 - Engenharia de Sistemas	11	1	12	1	0	1	3	1	0	1			17	
G03 - Especialistas	67	17	84	28	12	40	16	71	16	87			227	
G04 - Gerenciamento e Garantia do Produto	16	1	17	6	6	12	0	4	0	4			33	
G05 - Suporte técnico	0	19	19	0	0	0	31	18	7	25			75	
Competência I												29	7	36
Competência II												8	41	49
Competência III												8	62	70
Total	99	41	140	36	21	57	52	107	23	130	45	110	534	

Legenda: NS - Nível Superior NM - Nível Médio

Quadro 26: Quantidade desejada (2007) de competências por grupo nas áreas (em número de pessoas)

Grupos de Competência	Distribuição Ideal das Competências nas Áreas do INPE													Total por Competência
	ETE			LIT			CRC	CTE			DSA(*)	OBT		
	NS	NM	Tot	NS	NM	Tot	Tot	Servidores	Terceirizados	Tot	Tot	Tot		
G01 - Administrativo	14	3	17	8	5	13	0	17	0	17			47	
G02 - Engenharia de Sistemas	20	2	22	2	1	3	9	4	0	4			38	
G03 - Especialistas	109	32	141	72	66	138	26	87	16	103			408	
G04 - Gerenciamento e Garantia do Produto	35	2	37	14	15	29	12	6	0	6			84	
G05 - Suporte técnico	0	29	29	0	0	0	27	24	7	31			87	
Competência I												29	15	44
Competência II												8	35	43
Competência III												8	65	73
Total	178	68	246	96	87	183	74	138	23	161	45	115	824	

(*) Foi considerado o número atual de pessoas
 Legenda: NS - Nível superior NM - Nível médio

Quadro 27: Diferença entre a quantidade desejada e atual (2007) de competências por grupo nas áreas (em número de pessoas)

Grupos de Competências	Diferença entre a quantidade total ideal de recursos humanos e a total atualmente disponível													Total	% (Gap da compet. / gap total)
	ETE			LIT			CRC	CTE			DSA	OBT			
	NS	NM	Tot	NS	NM	Tot		Serv.	Terc.	Tot					
G01 - Administrativo	-9	0	-9	-7	-2	-9	2	-4	0	-4			-20	7%	
G02 - Engenharia de Sistemas	-9	-1	-10	-1	-1	-2	-6	-3	0	-3			-21	7%	
G03 - Especialistas	-42	-15	-57	-44	-54	-98	-10	-16	0	-16			-181	62%	
G04 - Gerenciamento e Garantia do Produto	-19	-1	-20	-8	-9	-17	-12	-2	0	-2			-51	18%	
G05 - Suporte técnico	0	-10	-10	0	0	0	4	-6	0	-6			-12	4%	
Competência I											0	-8	-8	3%	
Competência II											0	6	6	-2%	
Competência III											0	-3	-3	1%	
Total	-79	-27	-106	-60	-66	-126	-22	-31	0	-31	0	-5	-290	100%	
% (Gap por área / Gap total)	27%	9%	37%	21%	23%	43%	8%	11%	0%	11%	0%	2%	100%		

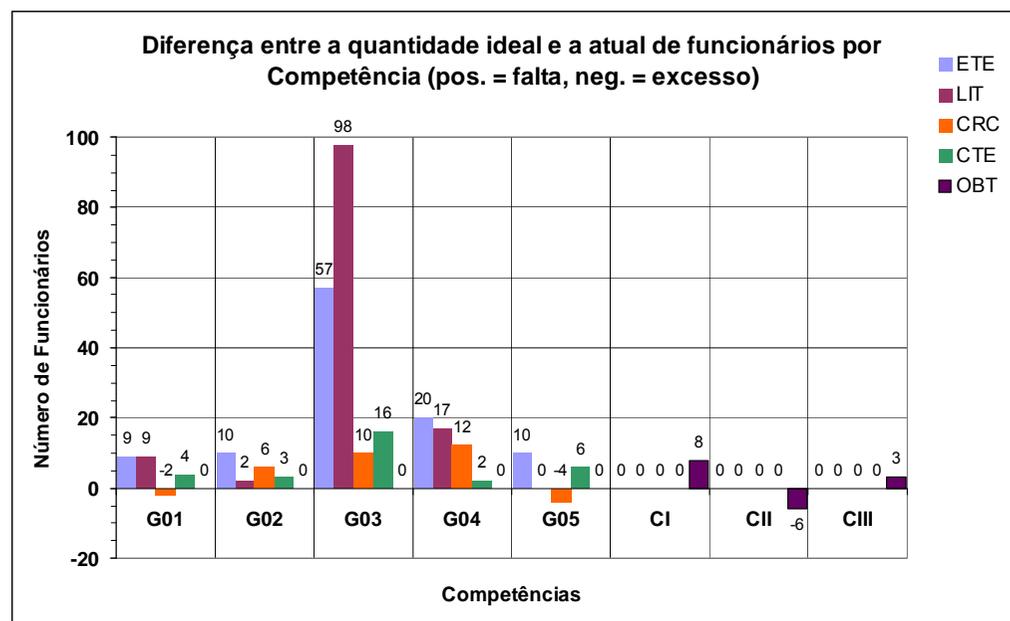


Gráfico 10: Diferença entre a quantidade desejada e atual (2007) de competências por grupo nas áreas (em número de pessoas)

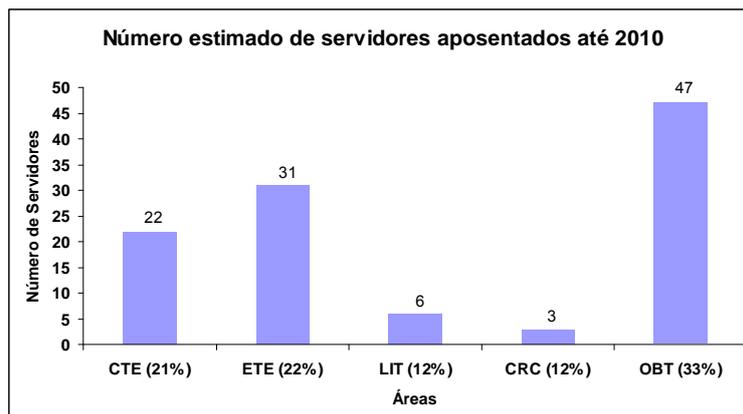


Gráfico 11: Percentual estimado de aposentadoria de servidores em 5 anos (com base nos dados de 2006)

Recursos humanos necessários para a execução do Plano de Missões 2008-2020

As informações sobre a necessidade de RH para a execução do Plano de Missões 2008-2020 foram coletadas junto aos gerentes de missões (a visão horizontal), sendo considerada para sua estimativa e organização a coincidência temporal entre as fases de desenvolvimento das distintas missões (com base no padrão ESA já apresentado).

Os dados coletados junto aos gerentes estão essencialmente vinculados às Fases 0 a D, que correspondem ao desenvolvimento das missões apenas até o momento do lançamento, e influenciam primordialmente a demanda da ETE e do LIT. Estas duas áreas são também as mais afetadas pela sazonalidade da demanda das missões. Como ficará claro pelos dados apresentados a seguir, seu comportamento é mais errático em virtude das peculiaridades de cada uma das etapas do processo de desenvolvimento, sendo a ETE a mais afetada das duas.

Nos Quadros 28 e 29 apresenta-se a quantidade de recursos humanos da ETE necessária para cada um das missões propostas, considerando os grupos de competências e Fases (0 a D). Eles também indicam as fontes de informação e as hipóteses assumidas para atribuir RH a cada uma das cinco categorias de competência.

A demanda para a Fase E foi obtida novamente junto às chefias das áreas envolvidas, pois nesta fase os gerentes dos satélites já não têm atuação direta na alocação de mão-de-obra. Como será visto nos dados a seguir, CRC, OBTA e DSA apresentam maior estabilidade na demanda, já que estão associadas à fase de operação das missões. Todas elas também apresentam um aumento vegetativo suave na demanda por recursos humanos³¹.

O INPE ainda não desenvolveu competências para gerir uma Fase F (descarte) de um satélite de forma a atender às práticas modernas de mitigação do acúmulo de lixo espacial. Há uma variedade de técnicas para contribuir com este objetivo, desde as mais radicais – que implicam retirada do satélite da órbita e sua reentrada na atmosfera – até as mais brandas, que se limitam a eliminar as possibilidade de explosão de resíduos de combustível em seus tanques, tornando-o inerte.

³¹ Embora o envolvimento do CRC, da OBTA e da DSA seja preponderantemente nas fase E, sua participação também é fundamental nas fases de desenvolvimento das missões (0 a D) em atividades de: especificação e desenvolvimento das cargas úteis; aquisição e adaptação dos sistemas de solo; elaboração de softwares para rastreamento e controle; elaboração de softwares para aquisição de dados, sua calibração e processamento; projeto e desenvolvimento de simuladores; treinamento de mão-de-obra para a fase de utilização, entre outras.

Quadro 28: Quantidade necessária de recursos humanos da ETE para o desenvolvimento das missões por grupos de competência e fases – em número de servidores em dedicação integral (Parte 1)

Missão	Grupo	Fases			Fonte da estimativa adotada
		0, A e B	C	D	
CBERS-3&4	G01	-	4	4	Apêndice 3
	G02	-	6	7	
	G03	-	23	15	
	G04	-	6	3	
	G05	-	7	3	
CBERS-5&6	G01	2	4	4	Estimada a mesma quantidade do CBERS-3&4 ³²
	G02	5	6	7	
	G03	3	23	15	
	G04	2	6	3	
	G05	0	7	3	
CBERS-7	G01	2	2	2	Estimada a metade da quantidade do CBERS-3&4 ³³
	G02	5	3	4	
	G03	3	12	8	
	G04	2	3	2	
	G05	0	4	2	
MAPSAR	G01	1	1	1	Estimada a mesma quantidade para as missões Amazônia-1, Amazônia-2, Lattes-1, Satélite Científico 2, MAPSAR, GPM-Br
	G02	5	4	4	
	G03	3	4	5	
	G04	1	4	5	
	G05	0	2	5	
Amazônia-1	G01	1	1	1	Estimada a mesma quantidade para as missões Amazônia-1, Amazônia-2, Lattes-1, Satélite Científico 2, MAPSAR, GPM-Br
	G02	5	4	4	
	G03	3	4	5	
	G04	1	4	5	
	G05	0	2	5	
Amazônia-2	G01	1	1	1	Estimada a mesma quantidade para as missões Amazônia-1, Amazônia-2, Lattes-1, Satélite Científico 2, MAPSAR, GPM-Br
	G02	5	4	4	
	G03	3	4	5	
	G04	1	4	5	
	G05	0	2	5	
Lattes-1	G01	1	1	1	Estimada a mesma quantidade para as missões Amazônia-1, Amazônia-2, Lattes-1, Satélite Científico 2, MAPSAR, GPM-Br
	G02	5	4	4	
	G03	3	4	5	
	G04	1	4	5	
	G05	0	2	5	

³² Esta hipótese não antecipa possíveis alterações no modelo industrial no sentido da contratação de sistemas completos junto a empresa na figura de contratante principal (*prime contractor*), o que poderia desonerar a demanda por mão-de-obra interna. Sob este ponto de vista, a hipótese pode ser considerada conservadora.

³³ Vale comentário da Nota anterior.

Quadro 29: Quantidade necessária de recursos humanos da ETE para o desenvolvimento das missões por grupos de competência e fases – em número de servidores em dedicação integral (Parte 2)

Missão	Grupo	Fases			Fonte da estimativa adotada
		0, A e B	C	D	
Satélite Científico 2	G01	1	1	1	Estimada a mesma quantidade para as missões Amazônia-1, Amazônia-2, Lattes-1, Satélite Científico 2, MAPSAR, GPM-Br
	G02	5	4	4	
	G03	3	4	5	
	G04	1	4	5	
	G05	0	2	5	
SCDAv-1	G01	1	1	1	Estimada a metade da quantidade das missões Amazônia-1, Amazônia-2, Lattes-1, Satélite Científico 2, MAPSAR, GPM-Br
	G02	5	2	2	
	G03	3	2	3	
	G04	1	2	3	
	G05	0	1	3	
SCDAv-2	G01	1	1	1	Estimada a metade da quantidade das missões Amazônia-1, Amazônia-2, Lattes-1, Satélite Científico 2, MAPSAR, GPM-Br
	G02	5	2	2	
	G03	3	2	3	
	G04	1	2	3	
	G05	0	1	3	
GPM-Br	G01	1	1	1	Estimada a mesma quantidade para as missões Amazônia-1, Amazônia-2, Lattes-1, Satélite Científico 2, MAPSAR, GPM-Br
	G02	5	4	4	
	G03	3	4	5	
	G04	1	4	5	
	G05	0	2	5	

Qualquer que seja a técnica a ser adotada para a Fase F, excetuando o simples desligamento do satélite, a operação deverá ser realizada pelo CRC com a assistência da ETE, e demandará a inclusão nas especificações da missão de requisitos para a realização da operação. Como signatário de acordos internacionais e membro dos comitês que disciplinam esta questão, o Brasil tem por dever adequar suas práticas de engenharia³⁴.

No Quadro 30 apresenta-se a tabulação detalhada da demanda das áreas, por grupos de competências, ao longo do período do Roteiro (2008-2020) com base no cronograma de missões.

Os Gráficos 12 a 16 trazem os resultados do levantamento da demanda por área, comparando a demanda por RH (barras) a partir do Plano de Missões com a disponibilidade atual (linhas horizontais)³⁵. Em cada um deles há também um linha que

³⁴ Em fevereiro de 2007 a ONU, por meio do *Scientific and Technical Subcommittee (STSC) do United Nations' Committee on the Peaceful Uses of Outer Space (COPUOS)* adotou por consenso um conjunto de sete recomendação (*guidelines*) para limitar o acúmulo de detritos espaciais na órbita da Terra. O documento recomenda que "*Member States and international organizations should voluntarily take measures, through national mechanisms or through their own applicable mechanisms, to ensure that these guidelines are implemented, to the greatest extent feasible, through space debris mitigation practices and procedures.*" O conjunto completo das recomendações pode ser encontrado no *Orbital Debris Quarterly News*, Volume 11, Issue 2, April 2007, disponível no endereço <<http://orbitaldebris.jsc.nasa.gov/newsletter/newsletter.html>>.

³⁵ No Gráfico 12 (ETE), a mão-de-obra disponível foi a total da área reduzida de 25%, considerado o percentual ideal para conduzir as outras atribuições da ETE não relacionadas com as missões de satélites.

indica de forma aproximada o possível decaimento na disponibilidade de mão-de-obra em virtude de aposentadorias no período até 2010.

No conjunto de Gráficos 12 a 16, a CTE não foi incluída por ainda não ser possível quantificar seu envolvimento no Plano de Missões em termos de RH, lembrando que sua contribuição deverá ocorrer predominantemente nas atividades de P&D.

A síntese dos dados apresentados nos Gráficos 12 a 16 está consolidada no Gráfico 17, que resume a demanda total nas oito categorias de competência definidas neste Roteiro. Por este gráfico o pico da demanda por recursos humanos é atingido em meados de 2012.

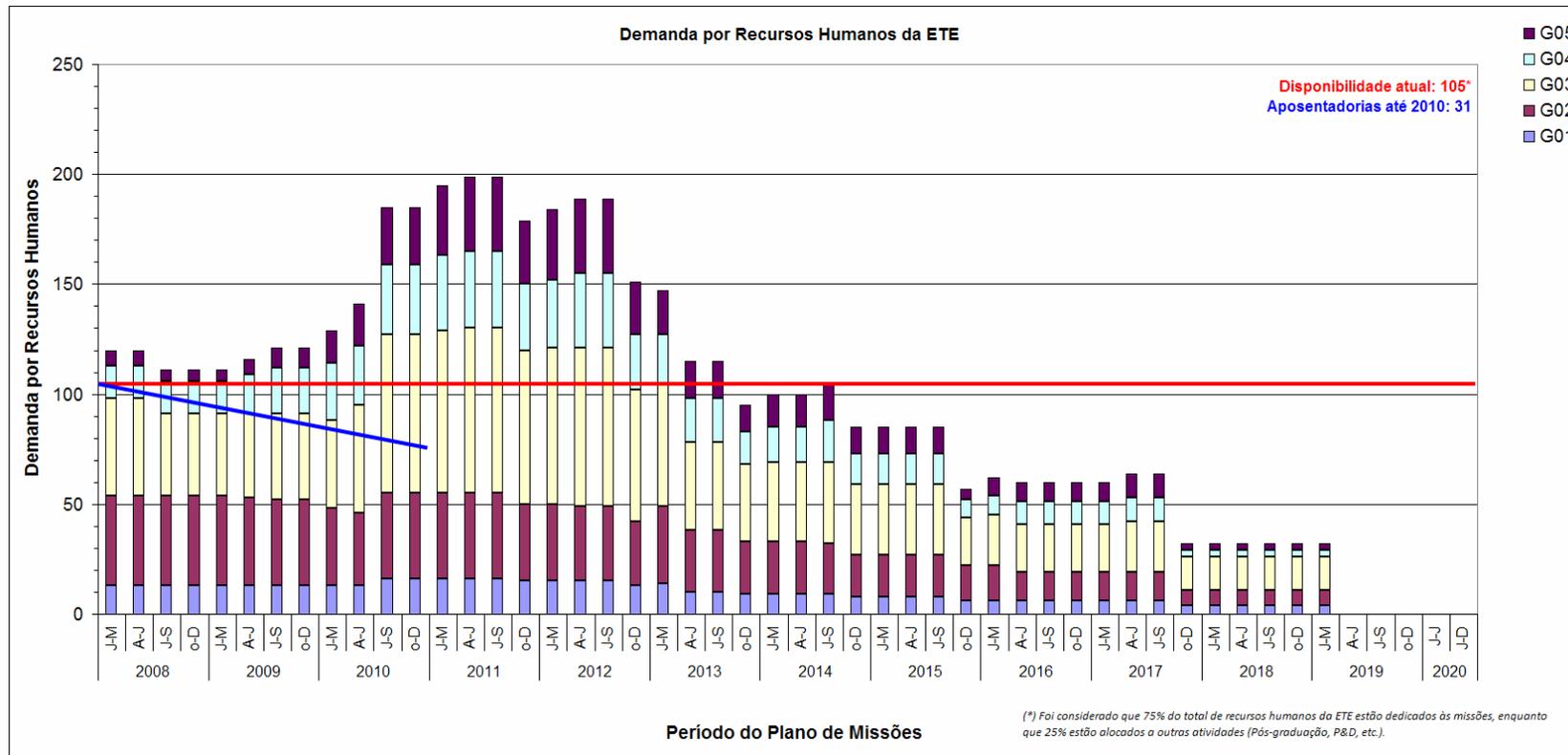


Gráfico 12: Demanda por recursos humanos da ETE para o Plano de Missões

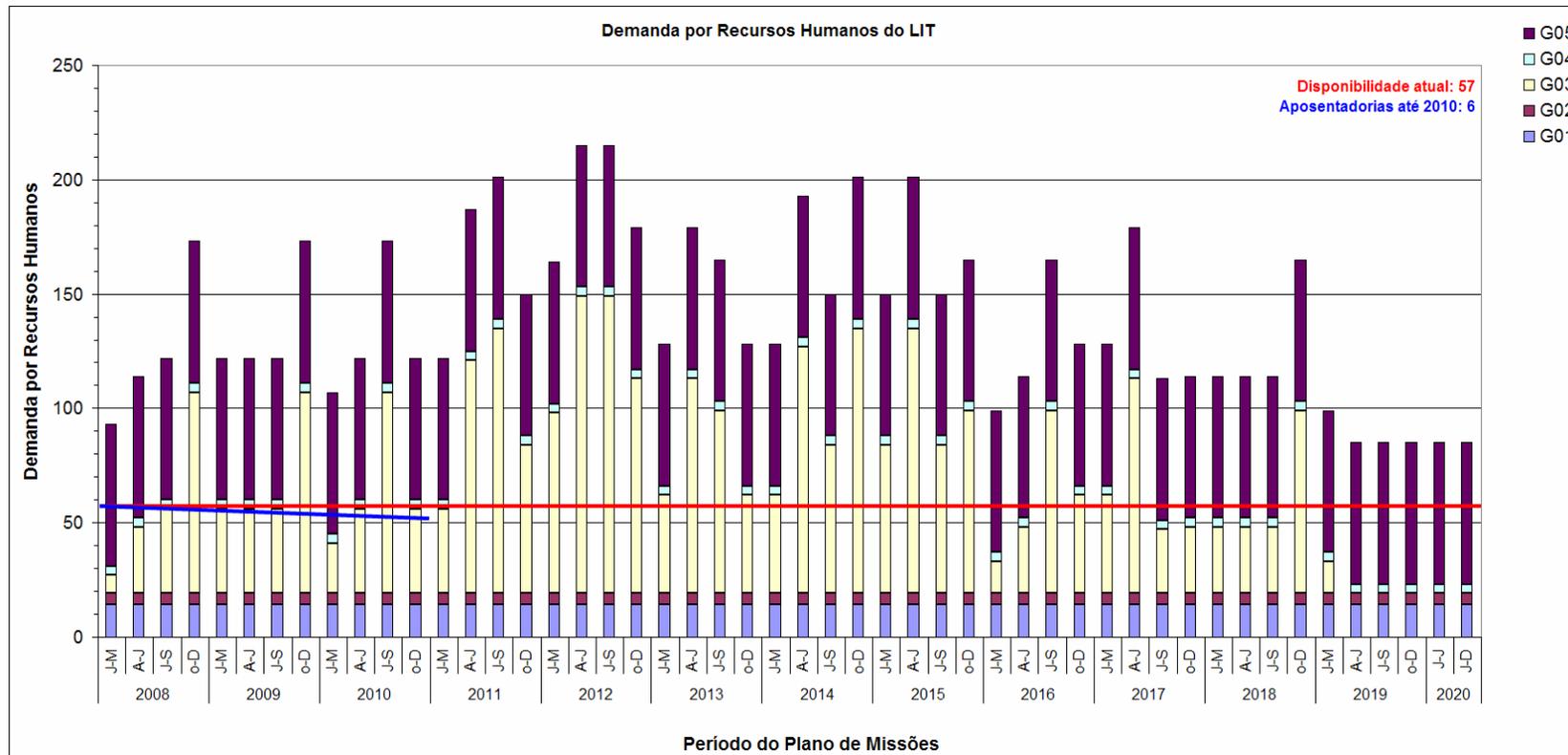


Gráfico 13: Demanda por recursos humanos do LIT para o Plano de Missões

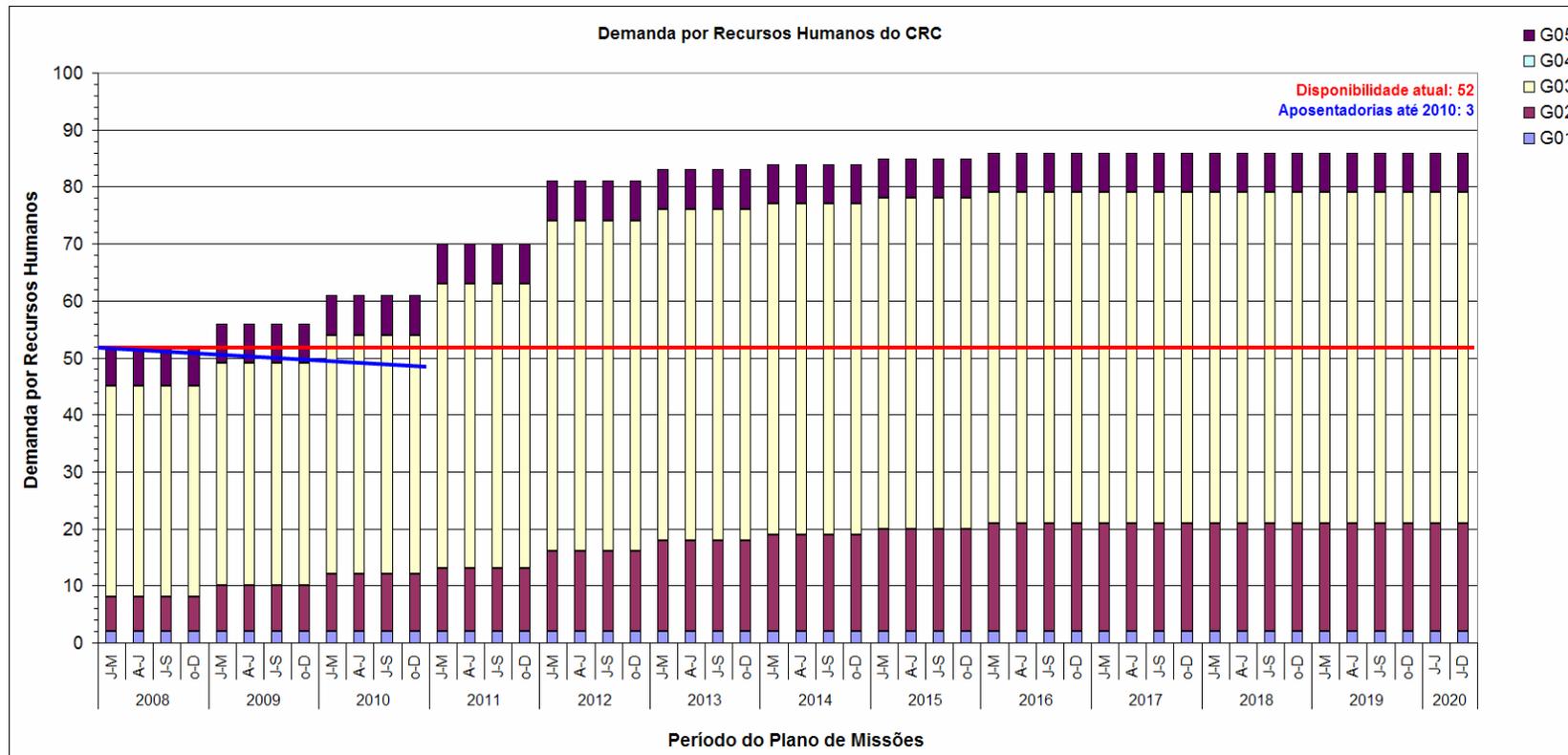


Gráfico 14: Demanda por recursos humanos do CRC para o Plano de Missões

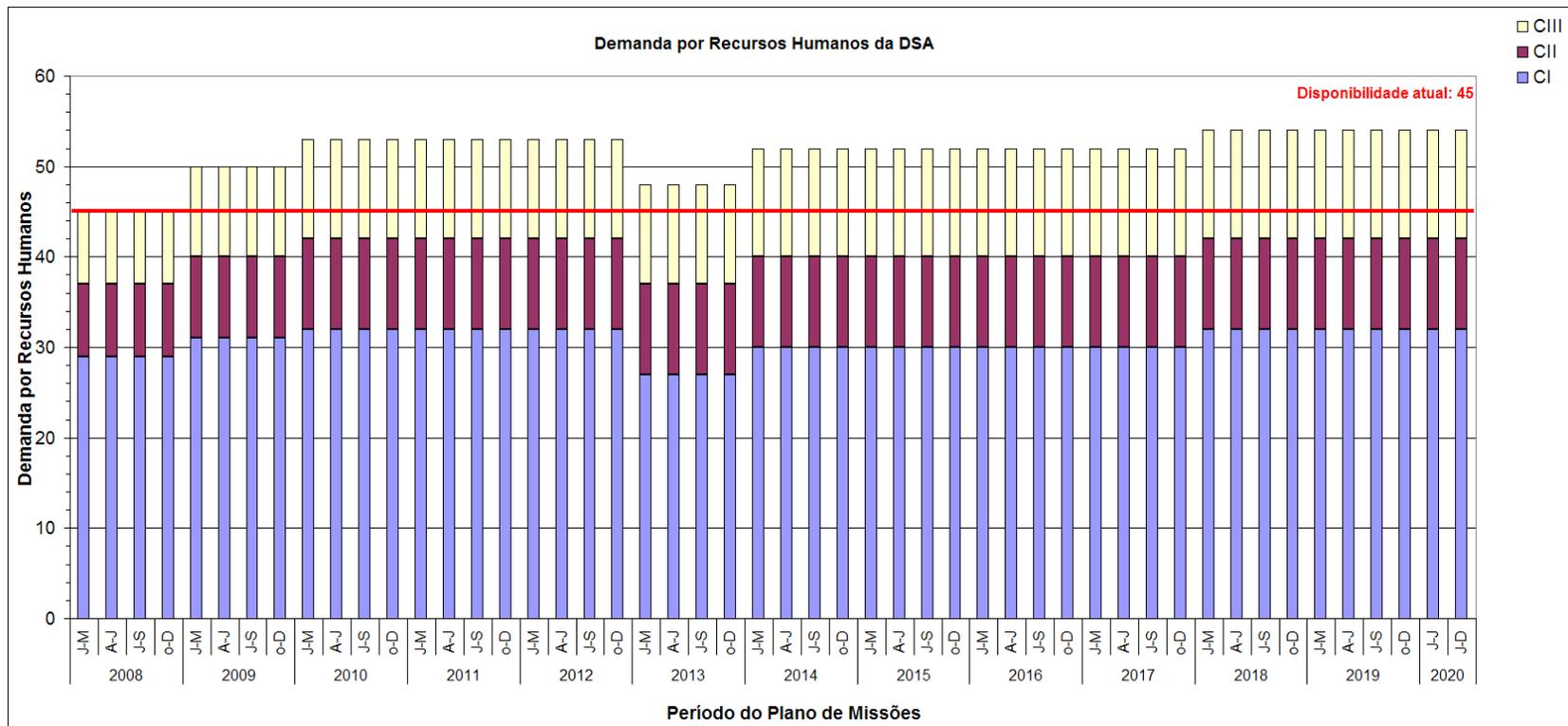


Gráfico 15: Demanda por recursos humanos da DSA para o Plano de Missões

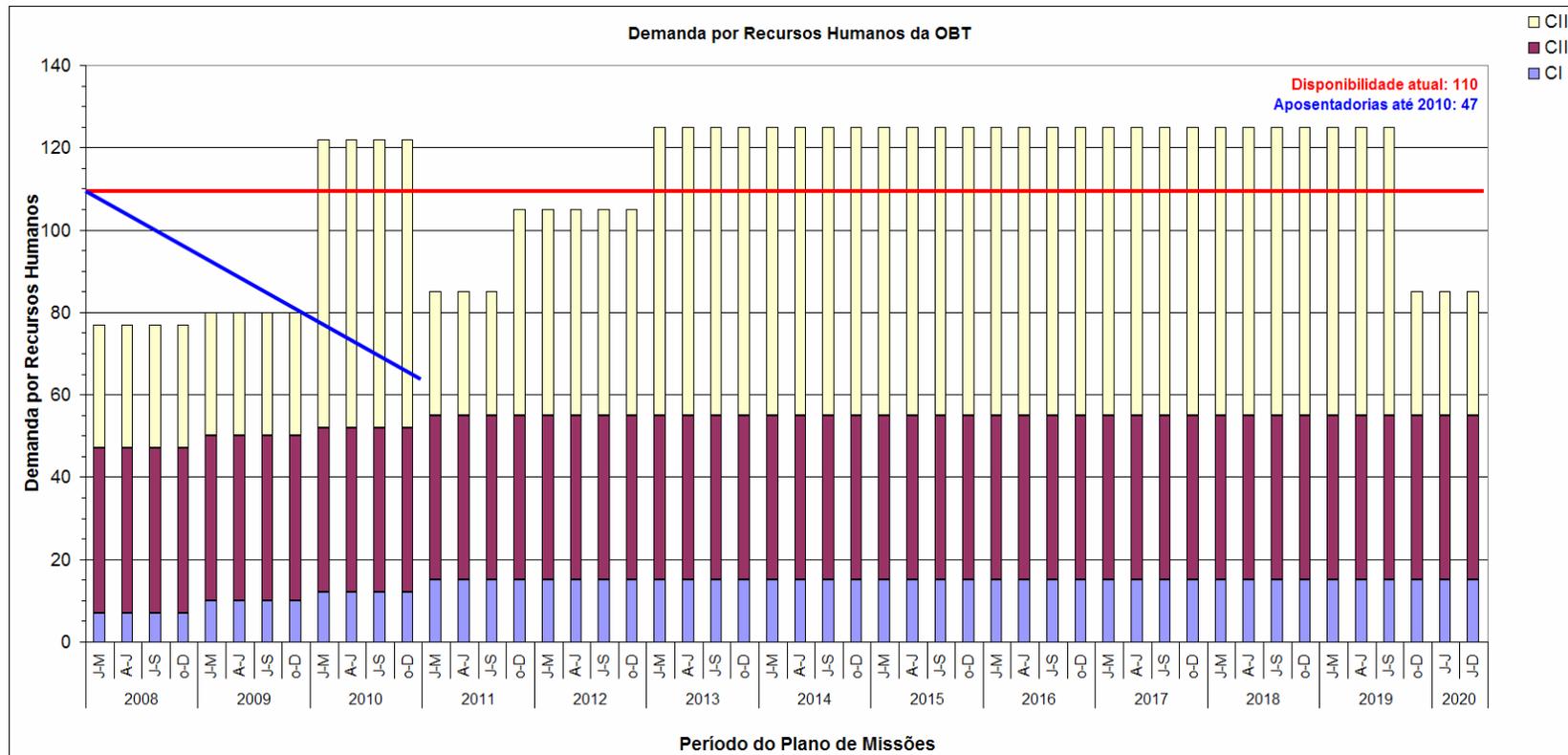


Gráfico 16: Demanda por recursos humanos da OBT para o Plano de Missões

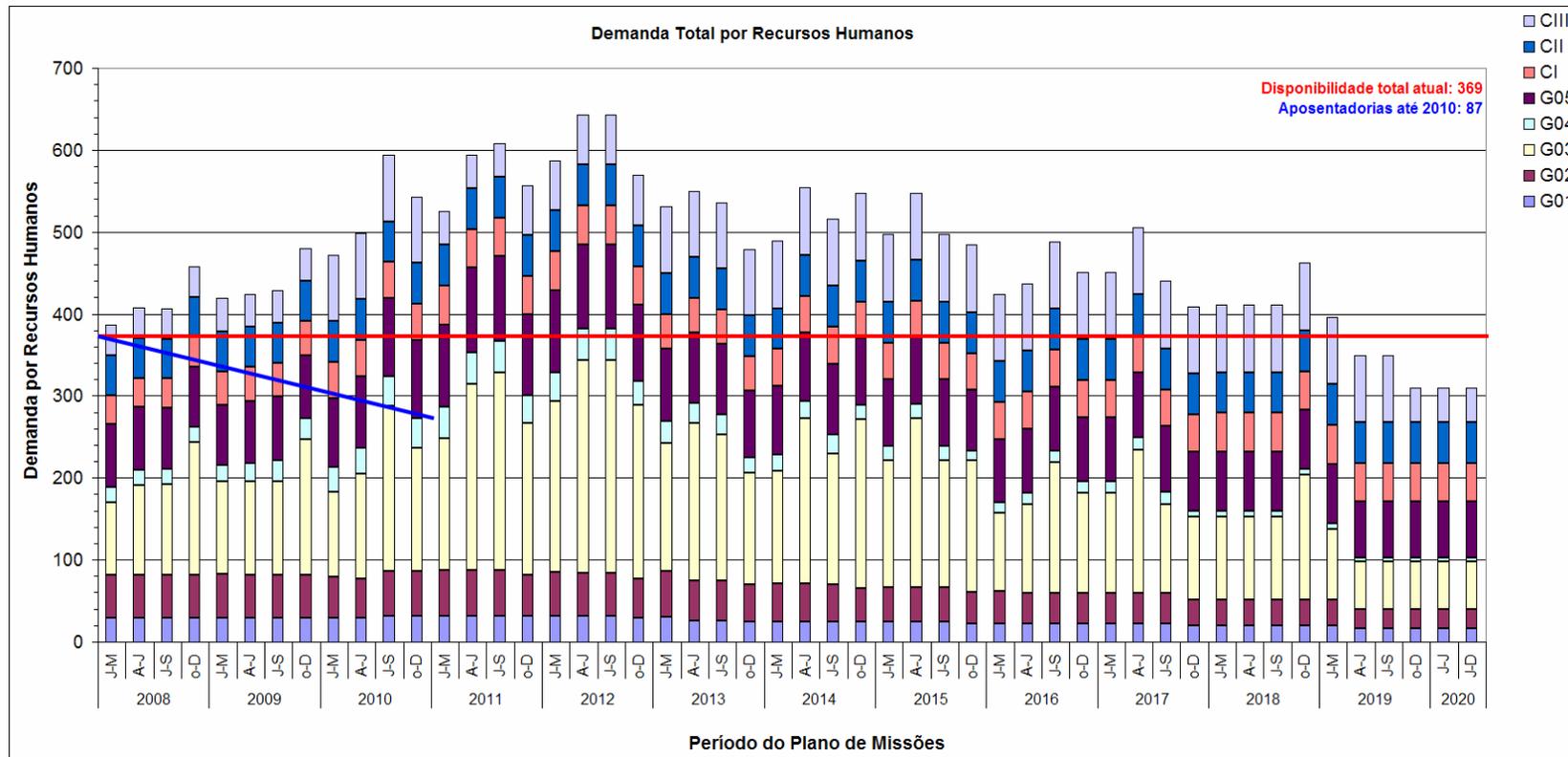


Gráfico 17: Demanda total por recursos humanos para o Plano de Missões

No Quadro 31 a seguir compara-se o pico da demanda com a oferta atual, indicando o déficit de mão-de-obra em cada um dos grupos de competência.

Quadro 31: Déficit total de competências a partir das demandas das missões

Grupos de Competência	Demanda máxima (meados de 2012)	Oferta ³⁶	Déficit
G01 – Administrativo	31	12	19
G02 – Engenharia de Sistemas	53	13	40
G03 – Especialistas	260	119	141
G04 – Gerenciamento e Garantia do Produto	38	25	13
G05 – Suporte técnico	103	45	58
CI	47	36	11
CII	50	49	1
CIII	61	70	-9
Totais	643	369	274

Observa-se, a partir dos Quadros e Gráficos apresentados, que:

- Há uma concentração de demanda por recursos humanos entre 2010 e 2014, que aponta para a adoção imediata de estratégias de captação de competências. A urgência é explicada pelo fato que dentre as competências em maior demanda (Engenharia de Sistemas – G02 e Especialistas – G03), o prazo necessário para a formação do profissional é de cinco ou mais anos. Grave também é a situação relativa ao grupo G04, Gerenciamento e Garantia do Produto, no qual o prazo para a formação profissional é ainda mais longo (em torno de 10 anos). Sob este ponto de vista, não seria exagero dizer que já há um atraso significativo acumulado na agregação da mão-de-obra requerida pelo Plano de Missões.
- Dentre as situações críticas em termos da disponibilidade de RH para atender ao Plano de Missões, destacam-se o LIT e o CRC. No caso do LIT o maior déficit refere-se a Especialistas (G03), enquanto no caso do CRC os maiores déficits são em Engenharia de Sistemas (G02) e Especialistas (G03).
- Nos casos da DSA e OBT, a situação em termos de disponibilidade de competências não é tão grave, embora caiba notar que há também déficit em relação às demandas do Plano de Missões nas categorias CI e CIII. No entanto, esta situação poderá se reverter caso as aposentadorias previstas para a OBT venham a se confirmar (Gráfico 11) antes que seja possível incorporar novos contingentes.
- A ETE talvez seja o caso mais crítico de todas as áreas analisadas, dada a variedade e o nível de qualificação da mão-de-obra por ela demandada. Embora, no biênio 2008-2009 a situação não esteja tão crítica, desde que desconsideradas as possíveis aposentadorias, a demanda sobe abruptamente no período 2010-2013. As demandas estão em **todas** as categorias, algumas com longo tempo de maturação para a formação profissional. A gravidade do problema fica mais clara quando se

³⁶ Como "oferta atual" no Quadro 31 entende-se a oferta total indicada no Quadro 25 (534) reduzida da oferta da CTE (130) e de 25% da ETE (35), totalizando uma oferta de RH de 369 profissionais.

nota que a ETE é a área que deve liderar as Fases preliminares das missões. Conseqüentemente, caso a ETE não seja capaz de se desincumbir em tempo hábil e de forma adequada dessas tarefas, as demais fases das missões ficam irremediavelmente comprometidas em prazo e qualidade, pondo o Plano de Missões em grave risco.

Cabe observar um aspecto interessante que emergiu do estudo realizado. O levantamento dos dados da oferta (visão vertical) e demanda das missões (visão horizontal) foi, na medida do possível, feito de forma independente. Aos gestores das áreas não foi pedido que correlacionassem seu quadro ideal ao Plano de Missões. Aos gerentes foi pedido que raciocinassem apenas em termos das missões em pauta.

O déficit máximo apurado sob o ponto de vista dos **gerentes das missões** foi de **274 profissionais**, como indicado no Quadro 31³⁷. Por outro lado, o déficit apurado sob o ponto de vista dos **gestores das áreas**, foi de **233 profissionais** quando excluídos a CTE e 25% da ETE no cômputo do RH ideal menos o atual³⁸. A diferença de 274 para 233 é de 41 profissionais. Se considerarmos que cada um dos déficits reflete uma visão diferente das instituição, e que não houve uma tentativa de aproximação dos valores por meio de uma análise em conjunto, a diferença entre eles pode ser considerada pequena, e que isto indica que há uma convergência natural das visões de um e outro quanto às demandas por competências para atender às áreas responsáveis pela condução das atividades do Plano de Missões. Para esta conclusão também corrobora o fato de que o déficit de 274 profissionais apurado junto aos gerentes é de pico, válido apenas para dois trimestres de 2012, e que pequenos ajustes no cronograma das missões podem reduzir esta diferença.

Os caminhos possíveis para viabilizar o Plano de Missões passam menos pela captação de recursos financeiros (como no caso da infra-estrutura) e mais pela identificação e implantação de estratégias de captação e manutenção de competências, em um cenário no qual há baixa autonomia e flexibilidade para a contratação de pessoal, assim como para buscar outros mecanismos de ampliação do quadro de forma sustentada.

Quatro estratégias destacam-se a partir das necessidades identificadas:

- A primeira e mais óbvia delas, é a de ampliar esforços para realização de concursos para a reposição de aposentados e obtenção de vagas adicionais – modelo em fase de esgotamento como demonstrado pela prática.
- A segunda refere-se à identificação das possibilidades de emprego de terceirizados para suprir os déficits nas categorias de atividade onde há facilidade legal.
- A terceira é a da busca de recursos financeiros e de modelos industriais para viabilizar a contratação de empresas para suprir as necessidades por meio da prestação de serviços técnicos.
- A quarta, e mais remota, é que o modelo institucional das Unidades de Pesquisa governamentais (como é o caso do INPE) venha a adquirir flexibilidade para realizar contratações de servidores para suas áreas finalísticas por meio do regime da CLT.

³⁷ Observar que não foram incluídas no cômputo as necessidades de mão-de-obra da OBT, CEA e CPTEC para complementar as equipes da ETE nas fases 0 a D, no papel de especialistas em aplicações de satélites. Estes dados foram fornecidos pelos gerentes das missões, mas referem-se em alguns casos a setores do INPE fora do universo considerado no Roteiro, daí sua não inclusão.

³⁸ Do lado do RH atual o cômputo indica o total de 369 detalhado na Nota 31. Do lado do RH ideal computam-se: 824 (total do Quadro 26) – 161 (CTE) – 62 (25% da ETE) = 602 profissionais.

As alternativas dois e três são as mais adequadas para as áreas cuja demanda apresenta forte flutuação ao longo do tempo, como são os casos da ETE e LIT.

Para a quarta alternativa, é fato que a contratação ainda dependeria de autorização por parte dos ministérios responsáveis para a abertura de novas vagas e a realização de processos públicos de seleção, mas ainda assim, a troca do regime de contratação atual por outro mais flexível poderia trazer benefícios para a recomposição dos quadros atuais de pessoal.

Em todos os casos, o mapeamento da situação atual e das necessidades para o Plano de Missões realizado no presente trabalho deve nortear a priorização para obtenção e alocação de recursos humanos.

3.4. Opções de lançadores

As informações organizadas no Quadro 32 contemplam as opções de lançadores para cada uma das missões do Plano 2008-2020, assim como o custo estimado (quando conhecido) e a disponibilidade associados a cada uma das opções.

As informações foram coletadas junto aos gerentes dos programas de satélites científicos, do CBERS e da PMM, e complementadas com dados adicionais do GCMTE e de colaborador externo. O Apêndice 7 complementa os dados do Quadro 32 e contribui com recomendações para o processo de contratação de lançadores.

Observa-se que há opções de lançadores para todas as missões contempladas no Plano. A decisão sobre a opção mais adequada passa, todavia, por uma análise conjugada do custo e da disponibilidade dos lançadores. No caso de lançadores estrangeiros, passa também pela questão das possíveis restrições impostas pelos países que oferecem as opções identificadas, e das relações entre o Brasil e estas nações.

Outros aspectos estratégicos a serem considerados são:

- A inclusão dos satélites SCDAv-1 e 2 para lançamento junto com os satélites científicos (Lattes-1 e Satélite Científico 2), além de uma solução tecnicamente atraente, poderá contribuir positivamente para a obtenção de recursos para a contratação dos lançamentos, pois eles serão também justificados para a continuidade das operações do Sistema Brasileiro de Coleta de Dados Ambientais.
- Para o caso das futuras negociações de lançamentos com a China, o INPE também deve averiguar a possibilidade de exercer opções de lançamento em carona.
- Além da parceria com a China, que viabiliza o lançamento dos satélites da série CBERS, outras parcerias do INPE poderão eventualmente contribuir para dar solução a lançamentos específicos. Dentre elas podem ser mencionadas:
 - a parceria com o DLR (Alemanha), para o desenvolvimento do MAPSAR;
 - o projeto do satélite GPM-Br, cujo modelo de desenvolvimento também vai na direção da busca de um parceiro externo;
 - o projeto do satélite SABIA/mar em parceria com a Argentina.

Neste sentido, a estratégia mais adequada para garantir o lançamento dos satélites contemplados no Plano de Missões exige, para o caso de lançamento no exterior, além da alocação de recursos específicos, também o estabelecimento de interfaces técnicas, comerciais e gerenciais entre o INPE e as organizações provedoras dos serviços de lançamento.

No entanto, o arranjo atual do Programa Espacial Brasileiro concentra seus esforços para o lançamento de satélites em apenas duas iniciativas: a do desenvolvimento do VLS-1A (Alfa) e 1B (Beta), e a do estabelecimento do Centro Espacial de Alcântara (CEA), com sítios de lançamento para atender às necessidades dos VLS e da Alcântara Cyclone Space.

Quanto aos cronogramas, não há ainda uma data definida para um primeiro lançamento do Cyclone 4, nem para sua entrada em operação comercial. Da parte do VLS o primeiro lançamento tecnológico da versão 1B está previsto para 2012³⁹ e sua real disponibilidade não deverá ocorrer antes de 2015.

Considerando que é desejável iniciar negociações para a contratação de lançamento com dois anos de antecedência em relação à data prevista, nota-se pelo Quadro 32 que os satélites que poderiam ser lançados pelo Cyclone 4 e/ou pelos VLS-1A e B (Amazônia-1 em 2011, Lattes-1 em 2012, MAPSAR em 2013 e GPM-Br em 2014) ficam com seu cronograma prejudicado desde já.

Pelo exposto, fica claro que a viabilização dos lançamentos iniciais do Plano de Missões aqui apresentado dependerá de uma estratégia distinta da atual. Hoje, o INPE não recebe recursos e não tem mandato para negociar um lançador (com a exceção dos lançamento dos satélites CBERS), e não há da parte da AEB uma linha de ação para a busca de lançadores estrangeiros em complemento aos desenvolvimentos dos VLS-1A e B e do CEA/Cyclone.

Requer urgência que as partes envolvidas no Programa Espacial Brasileiro concordem em uma terceira linha de ação que venha a se somar às iniciativas atuais de busca pela autonomia nacional em lançadores e bases de lançamento. Esta nova alternativa evitará a postergação de novas missões por prazos indefinidos.

³⁹ Plano de Ação 2007-2010 do MCT.

Quadro 32: Opções de lançadores para o Plano de Missões 2008-2020

Satélite	CBERS-3	Amazônia-1						
Ano do lançamento	2010	2011						
Lançador	CZ-4B	Vega	Rocket	CZ-4B	Cyclone 4 A/B	Taurus	Dnepr-1	Delta II
Custo (MR\$)	60 - 70	40	30	60 - 70	(1)	40	(1)	(1)
Disponibilidade	operacional	2009	operacional	operacional	(1)	operacional	operacional	(1)

Satélite	Lattes-1									
Ano do lançamento	2012									
Lançador	VLS Alfa	Falcon I	Taurus	Pegasus XL	Start 1	Vega	Dnepr-1	Cyclone 4 A/B	Delta II	Rocket
Custo (MR\$)	16	14 - 17	40	40	18	40	(1)	(1)	(1)	30
Disponibilidade	2012	2008	operacional	operacional	operacional	2009	operacional	(1)	(1)	operacional

Satélite	SCDAv-1	CBERS-4			MAPSAR					
Ano do lançamento	2012	2013			2013					
Lançador	carona Lattes-1	CZ-4B	Cyclone 4B	Vega	Rocket	CZ-4B	Cyclone 4 A/B	Taurus	Dnepr-1	Delta II
Custo (MR\$)	(1)	60 - 70	(1)	40	30	60 - 70	(1)	40	(1)	(1)
Disponibilidade	(1)	operacional	(1)	2009	operacional	operacional	(1)	operacional	operacional	(1)

Satélite	GPM-Br					CBERS-7	Amazônia-2	CBERS-5	Sat. Cient. 2	SCDAV-2	CBERS-6
Ano do lançamento	2014					2015	2015	2016	2017	2017	2019
Lançador	VLS Beta	Vega	Rocket	PSLV	Taurus	(2)	VLS Beta	(2)	(2)	carona SC2	(2)
Custo (MR\$)	(1)	40	30	(1)	40	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)
Disponibilidade	2015	2009	operacional	(1)	operacional	(1)	2015	(1)	(1)	(1)	(1)
(1) sem informação	(2) não definido										

4. Orçamento

Esta seção apresenta os custos estimados ao longo do Plano de Missões 2008-2020. Para isto, no Gráfico 18 e no Quadro 33 faz-se a consolidação dos montantes necessários para a execução das missões previstas, assim como dos demais custos associados ao funcionamento das áreas e infra-estrutura.

A base para a organização dos dados referentes às missões vem do Apêndice 3, no qual constam custos estimados para as missões do PPA atual. Para as missões seguintes foram admitidas as seguintes hipóteses:

- As baseadas na plataforma CBERS foram estimadas com base nos valores conhecidos para o CBERS-3 e 4.
- As derivadas da plataforma PMM utilizaram como base as missões Amazônia-1 e MAPSAR.
- Para as missões SCDAV foram arbitrados tetos relativamente reduzidos, tendo em vista os custos divulgados internacionalmente para plataformas com estas características.

Uma importante fonte de informações para estimar os valores apresentados foi a proposta elaborada pelo INPE para a LOA 2008 e PPA 2008-2011, embora as leis aprovadas não reflitam integralmente os montantes solicitados.

No Quadro 33 os recursos para o funcionamento das áreas, assim como os investimentos em infra-estrutura, são computados separadamente dos das missões. Também como é de praxe, os dispêndios com os salários dos servidores não são computados no orçamento das missões.

Quanto aos lançamentos, admite-se que os lançamentos dos satélites CBERS serão sempre compartilhados com a China, e que os lançamentos dos satélites derivados da PMM serão integralmente pagos pelo Brasil⁴⁰. Os SCDAV deverão necessariamente ser lançados como carga útil secundária de outras missões.

Nos números apresentados não há diferenciação entre os recursos do Tesouro a serem repassados a partir da LOA e os recursos que podem ser obtidos por meio de fontes alternativas, como o Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT), parcerias com empresas ou subvenções. Portanto, os valores devem ser interpretados como necessidades que podem ser supridas a partir de outras fontes, que não somente o Tesouro Nacional.

Para complementar as informações contidas no Gráfico 18, foram utilizados dados do PPA 2004-2007, do PPA 2008-2011 e da LOA 2008. O Quadro 34 traz os montantes constantes da LOA 2008 e do PPA 2008-2011 aprovados pelo Congresso Nacional.

A análise do Gráfico 18 indica que:

- De 2008 a 2010 há uma aceleração significativa na demanda por recursos: de 57% de 2008 para 2009 e de 24% de 2009 para 2010.
- No período 2010-2014 a demanda se mantém alta e próxima de MR\$ 300 por ano.

⁴⁰ Esta hipótese tem um caráter conservador no que se refere às missões MAPSAR e GPM-Br, já que, por serem elas desenvolvidas com parceria internacional, existe a possibilidade que venham a ter parte de seus lançamentos pagos pelos parceiros. No entanto, pelo fato de ainda ser incerta a real viabilidade dessas alternativas, preferiu-se manter a estimativa mais conservadora.

- De 2014 para 2015 a demanda decresce em virtude da ausência de novas missões em fase de desenvolvimento, dado o caráter finito do Plano. A subsequente redução no orçamento demandado, que com base somente neste Plano perduraria até 2020, deverá ser contornada durante a execução do mesmo, por meio da inclusão de novas missões em revisões futuras do Plano de Missões.
- As linhas horizontais do Gráfico 18 servem para que se possa avaliar a viabilidade da obtenção dos recursos demandados. Nota-se de imediato que:
- No período 2008-2014 a demanda é significativamente superior ao valor médio anual do PPA 2003-2007 (MR\$ 92,7) e ao orçamento de 2007 (MR\$ 124,6).
- O valor médio anual do PPA 2008-2011 (MR\$ 276,3) está próximo da demanda de pico do Plano de Missões (MR\$ 318,5). Embora, os valores que constam do PPA sejam apenas um indicativo do teto de recursos que podem ser alocados nas Leis de Orçamento Anuais, esta proximidade é bastante positiva.
- Já no primeiro ano de vigência deste PPA, a LOA 2008 alocou apenas MR\$ 88,3, que são apenas 32% do valor médio projetado para os quatro anos do PPA.

Em complemento às informações e análises dessa seção, o Apêndice 8 trata da correspondência que existe entre as Ações do PNAE do PPA 2008-2011 e o Plano de Missões. Ele apresenta as relações diretas e indiretas entre as Ações do orçamento e as missões do Plano.

Adicionalmente, o Apêndice 8 também propõe conjuntos de Ações para os futuros PPAs (2012-2015 e 2016-2019), com indicações de novas Ações e dos valores orçamentários mínimos a serem atribuídos ao longo de seus período de vigência. O Apêndice 10 complementa o 8 com uma discussão geral sobre aspectos macroeconômicos nacionais e seu impacto na capacidade de investimento do Estado Brasileiro. A conclusão é que permanecem grandes indefinições quanto aos recursos a serem alocados nesta fase inicial do Plano de Missões.

Um aspecto complementar da questão orçamentária tem relação na forma como o orçamento é alocado e executado no INPE. Fica claro pelo exame do Quadro 34 que nem todas as Ações existem de forma independente. A título de exemplo, as Ações 10ZL e 10ZK, referentes aos satélites CBERS-3 e 4, estão intimamente associadas, já que os satélites são desenvolvidos simultaneamente, e não é feita diferenciação contratual para a aquisição das partes de um e de outro. O mesmo vale para os satélites baseados na PMM – o primeiro deles, Amazônia-1, arca com a maior parcela dos custos não recorrentes de desenvolvimento da plataforma, transferindo esta vantagem para os satélites seguintes.

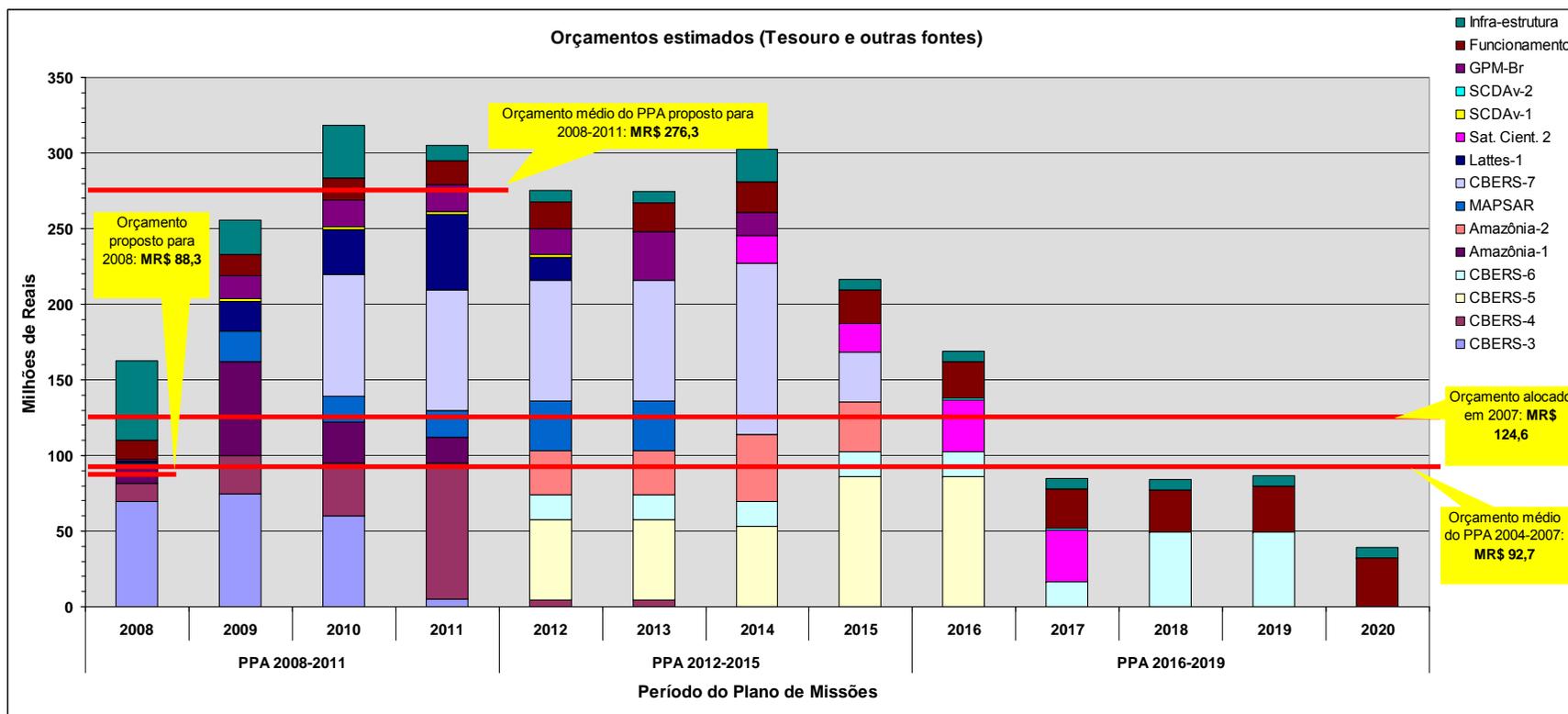


Gráfico 18: Custos estimados para o Plano de Missões 2008-2020

Quadro 33: Custos relacionados ao Plano de Missões⁴¹

	Orçamentos Estimados (Tesouro e outras fontes) (MR\$)													Total por Projeto ou Atividade
	PPA 2008-2011				PPA 2012-2015				PPA 2016-2019					
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
CBERS-3	69,70	75,00	60,00	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	209,70
CBERS-4	12,00	25,00	35,00	90,00	4,40	4,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	170,80
CBERS-5	0,00	0,00	0,00	0,00	53,20	53,20	53,20	86,20	86,20	0,00	0,00	0,00	0,00	332,00
CBERS-6	0,00	0,00	0,00	0,00	16,60	16,60	16,60	16,60	16,60	16,60	49,60	49,60	0,00	198,80
Amazônia-1	12,00	62,00	27,00	17,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	118,00
Amazônia-2	0,00	0,00	0,00	0,00	29,20	29,20	44,20	32,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	135,10
MAPSAR	1,00	20,00	17,50	17,50	32,50	32,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	121,00
CBERS-7	0,00	0,00	80,00	80,00	80,00	80,00	113,00	33,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	466,00
Lattes-1	1,50	20,00	30,00	50,00	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	116,50
Sat. Cient. 2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18,80	18,80	33,80	33,80	0,00	0,00	0,00	105,20
SCDAv-1	0,00	1,80	1,80	1,90	1,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,40
SCDAv-2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,60	1,60	0,00	0,00	0,00	3,20
GPM-Br	1,00	15,00	17,50	17,50	17,50	32,50	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	116,00
Funcionamento	12,90	13,93	15,05	16,25	17,55	18,95	20,47	22,11	23,88	25,79	27,85	30,08	32,48	277,29
Infra-estrutura	52,30	22,75	34,66	9,63	7,66	7,15	20,95	7,05	6,75	7,15	6,75	6,95	6,75	196,46
Totais por Ano	162,40	255,48	318,50	304,78	275,51	274,50	302,22	216,25	168,82	84,93	84,20	86,62	39,23	2573,44

⁴¹ Os valores apresentados são baseados nas estimativas do ano fiscal de 2007. As cifras futuras não incluem correções inflacionárias ou cambiais de qualquer natureza.

Quadro 34: Lei Orçamentária Anual 2008 e PPA 2008-2011 – Ações do PNAE (R\$)⁴²

Cód.	Ações do PNAE	2008	2009	2010	2011	Total
2253	Funcionamento e Atualização do LIT	2.500.000	2.459.000	2.538.918	2.671.703	10.169.621
4183	Pesquisa em Ciência Espacial	2.100.000	2.065.560	2.132.691	2.244.231	8.542.482
4195	Controle de Satélites, Recepção, Geração, Armazenamento e Distribuição de Dados	6.772.500	7.573.720	7.819.866	8.228.845	30.394.931
4958	Pesquisa e Aplicações de Dados de Satélites de Observação da Terra	2.695.000	2.650.802	2.736.953	2.880.095	10.962.850
4959	Desenvolvimento de Produtos e Processos Inovadores para o Setor Espacial	4.438.000	4.740.952	4.895.033	5.151.043	19.225.028
10ZG	Desenvolvimento do Satélite Lattes	1.500.000	15.000.000	25.000.000	25.000.000	66.500.000
10ZH	Desenvolvimento do Satélite do Programa Internacional de Medidas de Precipitação – GPM-Br	1.000.000	15.000.000	25.000.000	20.000.000	61.000.000
10ZI	Desenvolvimento do Satélite de Sensoriamento Remoto com Imageador Radar – MAPSAR	1.000.000	20.000.000	43.000.000	42.000.000	106.000.000
10ZJ	Desenvolvimento do Satélite Amazônia-1	10.800.000	46.442.616	68.818.130	72.739.254	198.800.000
10ZK	Desenvolvimento do Satélite Sino-Brasileiro – Projeto CBERS-3	48.280.786	75.000.000	194.360.000	160.906.570	478.547.356
10ZL	Desenvolvimento do Satélite Sino-Brasileiro – Projeto CBERS-4	7.200.000	38.000.000	40.000.000	30.000.000	115.200.000
0464	Programa Nacional de Atividades Espaciais – PNAE	88.286.286	228.932.650	416.301.591	371.821.741	1.105.342.268

⁴² A tabela não inclui a reposição de MR\$ 26,0 para o satélite CBERS em 2008 por meio de Projeto de Lei.

Fonte: <<http://www.inpe.br/twiki/bin/view/Acao/PlanoPlurianual>>.

Pelas razões expostas, nota-se a necessidade de um certo grau de flexibilidade para organizar de forma mais eficiente os recursos disponíveis. Esta flexibilidade é obtida por meio da figura de Programas Internos⁴³.

Os Programas Internos alinhados com as atividades voltadas para as Missões e Tecnologias Espaciais são os seguintes⁴⁴:

- Missão e Satélites Sino-Brasileiros de Recursos Terrestres – CBERS
- Desenvolvimento de Plataformas de Satélites e Missões Espaciais
- Desenvolvimento de Tecnologias Críticas

Gerenciamento dos custos das missões

Custa crer como o que deveria ser um número simples e indisputável (o custo das missões) é capaz de atormentar engenheiros, gerentes, gestores e políticos. Isto vale tanto para o passado, pela falta de uniformidade nos critérios contábeis ou pela ausência de ferramentas gerenciais que permitam um levantamento preciso do custo de atividades já executadas, quanto para o futuro, que acaba por ser pautado pelos erros do passado, somado às incertezas naturais do exercício de antecipação.

Passado, presente e futuro fecham um círculo vicioso quando a questão é estimar com precisão quanto custaram, custam e custarão nossas atividades, particularmente as que envolvem contratos industriais de programas e projetos de grande porte e de longa duração. Focando-se apenas à área espacial, outras agências viveram o mesmo problema. Sua experiência certamente nos poderá ser útil.

Tomando como exemplo a NASA, se retrocedêssemos em torno de quatro décadas, encontraríamos uma organização recém saída da bonança do programa Apolo, que começava a viver às turras com o Congresso Americano por não ser capaz de dizer exatamente quanto custariam seus novos projetos. Não cabe aqui discorrer em detalhes sobre o processo, mas o que importa dizer é que ao longo do tempo um meticuloso trabalho de estabelecimento de “boas práticas” na questão orçamentária reduziu substancialmente a arbitrariedade com que o tema era tratado no início. Este processo se deu por meio de ordens do Executivo e do Congresso americanos que fizeram com que a metodologia para tratar dos custos agregados aos projetos e programas fosse mudando com o tempo.

Para o caso de satélites, no início os custos eram tratados de forma separada no orçamento da NASA: segmento espacial, segmento solo, lançamento, mão-de-obra interna, operação, etc. Isto começou a mudar quando eles foram obrigados a orçar na forma de “*lyfe cycle cost*”. Com este expediente, embora o orçamento ainda fosse anual, a Agência era obrigada a agregar os custos de desenvolvimento (recorrente e não recorrente), lançamento, operação, arquivamento, processamento de dados e descarte do sistema para toda a vida da missão, ou ao menos até o cumprimento de sua missão primária. Esta situação perdurou por um longo período, mas começou a ser novamente

⁴³ O novo modelo de gestão do INPE define Programas Internos como “... estruturas temáticas, estabelecidas em função das demandas prioritárias e dos resultados esperados (geração de conhecimentos, produtos e serviços). Estabelecem a ligação entre os objetivos e ações estratégicas e as atividades de C&T do Instituto”.

⁴⁴ Informações adicionais quanto à correlação entre os Programas Internos, as Ações do PPA, os projetos e atividades de desenvolvimento de satélites, assim como investimentos em infra-estrutura e o custeio das atividades de gerenciamento e funcionamento do INPE estão disponíveis no endereço <<http://www.inpe.br/twiki/bin/view/Acao/WebHome>>.

questionada nos anos 90, pois havia a correta percepção de que nem todos os custos estavam sendo considerados.

De muito tempo é prática corrente em empresas estabelecer as chamadas “rates” industriais – uma espécie de número “mágico” apurado a partir de salários, *overhead* corporativo, depreciação, impostos, taxa de juros, etc., que mede quanto deve ser cobrado pela hora média de um funcionário alocado para trabalhar em um dado contrato. A NASA não incluía nada parecido para as tarefas executadas pelos seus próprios funcionários, nem para o uso de suas instalações, o que deflagrou uma segunda onda de mudanças, que começou a valer a partir de 2004, o “full cost budgeting” ou “full cost accounting”⁴⁵.

Com ele, passaram a ser computados na conta dos projetos e programas todos os custos diretos e indiretos, inclusive os de mão-de-obra de servidores necessários para sua execução⁴⁶. Sob este novo conceito, não se admite que gerentes disponham de qualquer serviço ou recurso “gratuito”. Tudo o que o projeto demanda é cobrado em sua conta, seja qual for a origem.

O INPE não foge à regra no que se refere às incertezas, já que:

- Não contamos ainda com competência para estimar custos de grandes projetos de engenharia de forma sistemática. Nossas estimativas são usualmente feitas com base na experiência de projetos anteriores, por técnicos sem a formação adequada para esta tarefa. Torna-se necessário incorporar competências com formação em economia, administração pública e privada e engenharia industrial para apoiar este processo.
- As contas do INPE tratam a remuneração de servidores de forma separada dos programas e projetos de satélites. Com isso tem-se a errônea impressão de que os custos reais das missões são apenas aqueles provenientes das dotações do PNAE/PPA.
- Tradicionalmente, os orçamentos das Ações do PPA precisam contribuir com o funcionamento da organização, na medida em ela não recebe recursos suficientes para fazer frente às demandas (tais como serviços de transmissão de dados, manutenção predial, combustíveis e transportes terrestres, energia elétrica, dentre muitos outros), na escala demandada pelas atividades finalísticas da organização. O ideal seria que as contribuições fossem sempre na proporção da demanda, ou do

⁴⁵ As linhas gerais da iniciativa da NASA para esta forma de contabilização de custos estão descritas no endereço: <http://www.ceh.nasa.gov/webhelpfiles/Full_Cost_Accounting.htm>.

⁴⁶ As categorias de custos determinadas pela NASA para os seus projetos e programas estão descritas a seguir, mantida a linguagem original:

“Costs may be categorized in different ways. NASA’s full cost approach separates costs into three general categories:

1. *Direct Costs – Direct costs are costs that are obviously and physically related to a project at the time they are incurred such as purchased goods and services, contracted support, and direct civil service salaries/benefits/travel.*
2. *Service Costs – Service pool costs are costs that cannot be specifically and immediately identified to a project, but can subsequently be traced or linked to a project and are assigned based on usage or consumption. Each pool carries all supporting costs for that function including: civil service salaries/benefits; contractor labor; travel; purchases; pool management; facility related costs.*
3. *General and Administrative (G&A) Costs – G&A costs are costs that cannot be related or traced to a specific project, but benefit all activities. Such costs are allocated to a project based on a reasonable, consistent basis.”*

consumo aferido, mas isto nem sempre ocorre, o que significa que alguns projetos podem pagar além de sua demanda, enquanto outros podem ficar aquém.

O aperfeiçoamento da gestão orçamentária do INPE nos últimos anos, assim como a maior transparência hoje existente nas alocações internas de recursos, já permite antever uma tendência no sentido de termos no futuro um sistema que permita mensurar com precisão o montante de recursos executados por cada missão, ao menos no que se refere aos recursos repassados para as Ações do PPA. Restará ainda atacar a questão associada ao processo de estimativa de custos para contratos futuros.

5. Análises e estratégia de implementação

Nesta Seção o Plano de Missões é analisado sob três pontos de vista. No primeiro (Subseção 5.1) ele é mantido em sua forma nominal, é feito um diagnóstico das dificuldades para sua implementação e são recomendadas estratégias para vencer seus maiores desafios.

Na Subseção 5.2 o Plano é tratado sob o ponto de vista de contingências (na forma de cancelamento de missões), com a verificação de seu impacto sobre a demanda por recursos orçamentários e humanos.

A última Subseção, (5.3), complementa a 5.2 ao analisar a viabilidade do Plano sob o ponto de vista dos riscos para os cronogramas das missões impostos pelas limitações da capacidade instalada presente. A análise permite identificar as épocas do Plano onde haverá, mantidas as condições atuais, uma maior possibilidade de atrasos.

5.1. Diagnóstico inicial e estratégia de implementação

O Plano de Missões 2008-2020, aqui apresentado, é um documento de apoio à decisão. Ele apresenta uma proposta que amplia o número e a diversidade das missões a serem conduzidas no período e demonstra as demandas associadas a essa proposta. A complexidade do tema exigiu um esforço prospectivo considerável para as necessidades que se avizinham para o INPE e para o Programa Espacial Brasileiro como um todo. Sem considerar as missões não incluídas no Plano (cf. Subseção 2.2), ele propõe 13 missões em 13 anos, o que significa uma mudança de patamar para as atividades espaciais no Brasil.

As demandas, como visto, não são poucas, e o desafio, em consequência, é elevado. Como o documento propõe e analisa uma situação desejável, cuja previsão orçamentária formal no âmbito do PPA é hoje apenas parcial (seja porque o Plano apresenta demanda por novos recursos já no PPA vigente, seja pelo fato de que o Plano alcançará quatro períodos de PPAs), a questão fundamental para a viabilização da presente proposta passa por uma estratégia de busca de recursos financeiros e humanos. Essa estratégia, por sua vez, depende de um esforço coletivo do próprio INPE, bem como do engajamento de outras instituições públicas e privadas.

São, portanto, necessários dois eixos permanentes para a viabilização do presente Plano: o do esforço interno e o do engajamento externo, particularmente dos órgãos de governo, mas também de instituições de pesquisa e desenvolvimento congêneres nacionais e estrangeiras, bem como da indústria relacionada a atividades espaciais.

A viabilização do Plano dificilmente ocorrerá em um único golpe. Ela se dará como resultado daquele esforço permanente de busca. Por isso mesmo, deve-se ter em mente que a presente proposta é uma peça de compromisso e de negociação e, como tal, exige permanente validação e flexibilidade. A análise por cancelamento de missões que se faz no item a seguir contribui exatamente para essa perspectiva de flexibilidade.

Revisando rapidamente cada um dos temas aqui abordados, tem-se a seguinte situação:

a) Infra-estrutura

- Há uma forte demanda por infra-estrutura, especialmente nos três primeiros anos do Plano. Essa demanda seria atendida por um aporte extra de recursos na ordem de R\$ 110 milhões, não totalmente financiáveis com recursos do Tesouro. Aqui se tem uma necessidade evidente de busca por

novos recursos financeiros, embora em montantes razoáveis quando comparados com o orçamento médio proposto para o atual PPA. Para as demandas que já não estiverem cobertas no PPA, trata-se, portanto, de um tema que poderia ser resolvido por meio de projetos específicos junto aos órgãos de financiamento de recursos competitivos, ou mesmo por encomendas propostas por esses órgãos.

- A atualização e a manutenção do investimento em infra-estrutura nos anos subseqüentes aos três primeiros demandariam recursos da ordem de R\$ 10 milhões ao ano. Da mesma forma, essa demanda apresenta montantes passíveis de obtenção nas mesmas fontes acima comentadas.

b) Pesquisa e Desenvolvimento

- O esforço de pesquisa e desenvolvimento proposto pelo Plano é expressivo e demandaria uma mudança na dinâmica de planejamento e execução das missões, uma vez que as atividades de P&D estariam muito mais integradas às próprias missões. Essa é uma demanda cujo arranjo institucional é essencialmente interno, dependente de uma decisão de se criar um programa integrado de desenvolvimento tecnológico dirigido às prioridades indicadas no presente documento. É claro que a viabilização desse programa exige recursos humanos e financeiros específicos. Fontes competitivas e a própria negociação com órgãos de governo (especialmente para a ampliação do quadro de recursos humanos) são fundamentais.
- Internamente, algumas mudanças devem ser empreendidas. Conforme já assinalado neste documento, duas ações são particularmente importantes: o entrosamento da P&D com o gerenciamento das missões de satélites; e a ampliação da participação da CTE na condução de atividades de P&D que atendam às necessidades das missões do INPE.
- Das 26 tecnologias entendidas como essenciais para a viabilização das missões, cerca de 60% delas não vêm sendo desenvolvidas no momento pelo INPE. A análise realizada no presente documento aponta para uma ampla possibilidade de negociação para a formação de parcerias e cooperação para o desenvolvimento de boa parte das tecnologias críticas. Esse esforço é também essencialmente interno, dependente de ações pró-ativas nessa direção, tanto para a cooperação nacional como para a cooperação internacional. Esse deve ser um dos pontos centrais da nova política de cooperação, ora em implementação no Instituto.
- Dentre as recomendações da ESA para seu programa de P&D associado às missões, encontram-se duas que são particularmente úteis para promover a integração entre a P&D e as missões: antecipar as demandas do programa espacial e assegurar coerência dos cronogramas das pesquisas tecnológicas para que os projetos delas se beneficiem ao máximo; apoiar a competitividade da indústria nos mercados locais e globais. Obviamente, um programa integrado de P&D precisa antecipar o que as missões vão utilizar e precisa igualmente ter uma base de apoio na indústria, seja com empresas estabelecidas, seja com *spin-offs* e *start-ups*.
- Deve-se assim registrar que parte desse desenvolvimento pode e deve ser feito sob encomenda junto a empresas de base tecnológica. Nesse sentido, os instrumentos de financiamento hoje existentes (juro zero, subvenção,

PIPE/Fapesp, PAPPE/Finep, dentre outros) são particularmente importantes para promover essa vertente, que passa igualmente pelo fomento, dentro do INPE, à criação de *spin-offs* que cumpririam, em parte, essa tarefa. Esses *spin-offs* encontram financiamento naquelas mesmas fontes (subvenção, juro zero, PIPE, PAPPE etc.)⁴⁷.

c) Recursos humanos e formação de competências

- O tema dos recursos humanos é particularmente sensível não apenas pelo fato óbvio de que sem quantidade e qualidade suficientes o Plano não se executa, mas principalmente por duas razões complementares: as formas de contratação são limitadas nas oportunidades e restringidas na quantidade; a formação de bons quadros exige tempo de aprendizado. É por essas duas razões que este é o tema de solução mais complexa. As soluções dividem-se em duas categorias: ingresso por concurso público e as outras. Nesta última categoria as opções básicas são: bolsas, terceirização internalizada (o terceirizado trabalha dentro do INPE) e terceirização externalizada (o trabalho é realizado por outras organizações). Sem entrar no mérito das implicações jurídicas e práticas dessas opções, não se pode descartar nenhuma delas, exatamente porque a primeira categoria, do concurso, é restringida porque depende de decisão de governo. Ambas categorias devem ser buscadas e ambas exigem planejamento.
- O presente Plano apurou um déficit total de 290 profissionais em período integral em todas as áreas analisadas (ETE, LIT, CRC, CTE, OBТ e DSA), o que indica a necessidade de um acréscimo de 54% ao contingente atual de servidores e terceirizados, sem considerar a utilização de bolsistas, dado o seu caráter transitório na instituição. Essa demanda inclui todos os cinco Grupos de Competências analisados (mais os três grupos indicados pela OBТ e DSA) e apresenta maior déficit nos Grupos de Engenharia de Sistemas e Especialistas. É, então, justamente nos grupos de engenheiros e pesquisadores que se localizam as maiores lacunas para o cumprimento do Plano. Complementarmente, todos os demais Grupos (Suporte Técnico, Administrativo e Gerenciamento e Garantia do Produto) exigem também atenção, porque sem eles o Plano tampouco será viável.
- A ampliação do quadro de competências do INPE para o cumprimento do Plano tem um certo *timing* e este indica que uma parte considerável dos recursos necessários deve ser integrada imediatamente. Para os Grupos de Competências mais especializados (Especialistas e Engenheiros) são necessários no mínimo cinco anos de experiência, sendo que para o de Gerenciamento e Garantia de Produto são necessários em torno de dez anos.
- A estratégia de busca de recursos humanos e competências deverá caminhar sobre duas rotas principais: a da negociação permanente e insistente junto ao governo para abertura de concursos e a da busca de projetos e atividades que permitam contar com bolsistas e terceirizados, sejam estes internos ou externos. Neste ponto, a estratégia se junta à da busca por recursos de infra-

⁴⁷ O documento "Proposta para a articulação de novas opções de financiamento para o INPE" (CPA-074-2008) elaborado pelo GCMIG, que aborda o tema financiamento e as estratégias para a busca de maior densidade e volume deste para a realização das atividades do INPE, traz elementos que corroboram esta proposta.

estrutura e de P&D, justamente porque há economias de escala e de escopo nessas atividades. Na medida em que projetos de maior porte trazem recursos para infra-estrutura e P&D, trazem simultaneamente recursos para pessoal. Além disto, a Pós-Graduação, conforme já explicitado em documento específico⁴⁸, é um elemento muito importante para a formação de competências. A formação em Pós-Graduação, se aliada às demandas das missões, coloca um vetor de formação de pessoal que depois facilitará a formação de cooperações com as instituições de origem dos pós-graduandos.

- Cinco caminhos simultâneos para a busca de pessoal especializado como bolsistas e terceirizados são recomendados (além da negociação com o governo para abertura de concursos):
 - i. projetos de P&D e infra-estrutura para serem executados internamente ou em cooperação com outras organizações públicas ou privadas de pesquisa (modelo Fundos Setoriais ou Uniespaço da AEB);
 - ii. projetos de P&D para serem executados em cooperação com grandes empresas (modelo PITE Convênio, da Fapesp);
 - iii. projetos de pesquisa para fixação de pessoal na Instituição (modelos Projeto Temático e/ou Jovem Pesquisador);
 - iv. projetos de P&D para serem executados em empresas de base tecnológica, sejam elas *spin-offs* ou não, construindo um tipo de *techno-belt* no entorno do INPE (modelo PIPE, PAPPE, subvenção);
 - v. encomenda pública para desenvolvimento tecnológico associado a missões (modelo *public procurement*, já existente na legislação, mas ainda não aplicado).
- Assim, prevalece a concepção de que a busca por recursos humanos passa pela existência de projetos e que esses recursos virão para executar projetos concretos. A diferença sobre o que já se faz hoje é a existência de um Plano de longo prazo, cujas atividades estão integradas desde a P&D até a operação e o uso dos dados que serão gerados pelas missões.

d) Lançadores

- A questão dos lançadores é das mais delicadas porque está fora do mandato atual do INPE e, portanto, dependente da política de desenvolvimento de lançadores do Programa Espacial Brasileiro.
- O presente documento apontou para a necessidade de se buscar soluções de lançamento que complementem as soluções internas. Isto implica negociação de dois tipos: com os países que podem oferecer lançamentos e com o governo para obtenção de recursos. O tema do lançamento não se resolve por meio de negociação junto à iniciativa privada, ainda que dela possa se esperar apoio, caso a política espacial para a indústria caminhe nesta direção.

⁴⁸ O documento "Proposta para a promoção de estratégias que aprimorem e ampliem a participação da Pós-Graduação nas atividades de P,D&I do INPE" (CPA-075-2008), elaborado pelo GCMIG, também apresenta propostas que vão ao encontro desta concepção.

- Os recursos financeiros para lançamentos devem, assim, estar previstos nas propostas orçamentárias do INPE junto ao Governo (recursos do Tesouro).

e) Validação

- Conforme apontado no início desta Subseção, este Plano se viabiliza com muita negociação, tanto interna quanto externa. Embora, ele tenha sido concebido com a participação direta das áreas do INPE interessadas no tema, o Plano precisa ainda de um movimento de absorção interna. Isto deve ocorrer, em um primeiro momento, por uma ação pró-ativa da Direção do Instituto em apresentar, discutir e negociar sua implementação em cada uma das áreas.
- Em um segundo momento, o Plano, pelas suas necessidades de busca por recursos financeiros e humanos, precisará estruturar um modelo gerencial que coordene, minimamente, as ações hoje dispersas no INPE, seja para captação de recursos financeiros, seja para recrutamento e capacitação de novas competências.
- Já no âmbito externo, há exigência de validação da proposta junto aos demais órgãos encarregados de formulação e execução da política espacial no Brasil. A promoção dessa ação é também função da Direção do Instituto.
- Ainda no âmbito externo, a negociação deve relacionar-se com as demais ações que estão sendo motivadas pelo INPE junto a outros órgãos de governo interessados nos serviços e produtos que se originam nas atividades espaciais e junto às empresas direta e indiretamente envolvidas com o desenvolvimento tecnológico e industrial relacionados ao setor espacial.
- Finalmente, no que tange ainda ao tema validação, esse esforço negocial deve ser permanente, na mesma medida em que o próprio Plano necessita de revisões periódicas, não apenas pelo fato de que não se pode hoje ter certeza dos recursos necessários, como também porque novas missões poderão ser incorporadas ao Plano ao longo do período 2008 a 2020.

f) Ações imediatas de busca de recursos

- Validação interna e externa do Plano de modo a que ele sirva de peça de informação e de tomada de decisão. Internamente isso se daria por meio de um conjunto de discussões com as áreas do INPE e externamente por uma programação de ações com as demais organizações de governo ligadas ao Programa Espacial (AEB, CTA, MCT). Em um segundo momento faria-se um trabalho de ação junto ao setor privado, o que deve ser feito com propostas concretas à mão, como as abaixo descritas.
- Formulação com a Fapesp de um PITE convênio estruturado com a indústria para desenvolvimento de tecnologias, equipamentos e serviços específicos e relacionados às missões previstas. Essa ação se coordenaria entre o INPE e a Fapesp nos moldes dos recentes convênios PITE que esta Agência tem promovido: projetos feitos em acordo com a indústria, mais densos em recursos humanos e financeiros.
- Formulação junto à Fapesp de projetos de apoio a grupos de pesquisadores nos Programas "Temático" e de "Apoio a Jovens Pesquisadores", visando ao

desenvolvimento interno de competências nos temas críticos de P&D identificados neste Plano. Essa atividade deverá ser coordenada por meio de um edital interno que induza inicialmente os temas que se quer desenvolver e deverá igualmente ser analisada de forma integrada antes de ser encaminhada à Fapesp.

- Formulação junto à FINEP de uma proposta de Encomenda Pública para o setor espacial. Esta modalidade, prevista na Lei de Inovação ainda não foi implementada por aquela Instituição. A Encomenda Pública é dirigida para desenvolvimentos tecnológicos estratégicos e é, em todos os países que têm programa espacial, um mecanismo essencial do desenvolvimento tecnológico e da formação de competências locais.
- Preparação de propostas para os próximos editais de subvenção econômica junto a pequenas, médias e grandes empresas relacionadas ao setor espacial. Isto implica revisar os procedimentos utilizados nos dois primeiros editais e programar propostas com maior chance de aprovação.
- Estímulo interno ao surgimento de *spin-offs* para desenvolvimento de tecnologias, equipamentos e serviços de interesse do Plano de Missões. Esses *spin-offs* seriam bancados com recursos PIPE e PAPPE, além de bolsas tecnológicas da Fapesp e de outros órgãos.
- Preparação de um plano de abertura de concurso público ancorado na produção de produtos e serviços de interesse da sociedade brasileira, seja no setor público, seja no setor privado. Em outras palavras (e como sugerido nos documentos do GCMIG), toda a negociação de novos concursos seria feita a partir do cumprimento de metas de produção de bens e serviços (além de novo conhecimento).
- Formulação de um plano de exploração de incentivos fiscais junto à indústria (para empresas de todo porte, mas prioritariamente para grandes empresas), associado aos mecanismos acima descritos e que envolvem a participação de empresas. Os incentivos atualmente existentes são expressivos em diversidade e em montantes envolvidos, podendo ser de elevado interesse das empresas maiores (que pagam tributos desoneráveis na legislação) com o envolvimento de empresas menores e de instituições de pesquisa.

A seguir serão discutidas brevemente algumas simulações dos impactos sobre o Plano, que ocorreriam caso algumas missões não sejam realizadas.

5.2. Análise por cancelamentos de Missões

Conforme destacado anteriormente, o Plano de Missões está sujeito a uma dinâmica de duplo sentido: a que ocorre de dentro para fora do INPE e é capaz de atestar ou não viabilidade para a realização de uma dada missão; e a que ocorre de fora para dentro, com a atribuição de estabelecer ou influenciar fortemente as prioridades a serem identificadas. É neste sentido que se pode afirmar que o Plano depende tanto da atuação interna do INPE quanto da atuação externa dele próprio e de outros atores do sistema, no qual o Instituto está inserido.

Como forma de considerar tal dinâmica e suas implicações, decidiu-se pela elaboração de uma análise por cancelamentos de missões – ou análise de contingência. Esta análise é

feita a partir da perspectiva de que o presente documento, cabe repetir, serve mais como um instrumento de auxílio para a tomada de decisão, do que como um *roadmap* no sentido clássico ou como um estudo de viabilidade convencional.

A análise de contingência deve levar em conta as três categorias de missões do Plano – as missões em andamento, as missões consideradas no período de vigência do PNAE (até 2014), e as demais missões – assim como os critérios para a priorização que decorrem do detalhamento das características das missões de cada categoria. Quatro critérios principais foram considerados para tal análise:

- Contribuição para a oferta de dados de interesse econômico, social, ambiental e estratégico
- Contribuição para a capacitação tecnológica nacional
- Grau de desenvolvimento da missão
- Nível de especificação da missão

Com base nestes quatro critérios, foi estabelecida uma priorização das missões do Plano, a fim de testar sua sensibilidade a partir do cancelamento de determinadas missões. A prioridade máxima do Plano indica as missões não passíveis de cancelamento – CBERS-3 e 4 e Amazônia-1 – uma vez que dentre todas as missões do Plano, estas representam a maior contribuição para a oferta de dados de interesse estratégico e para a capacitação tecnológica nacional, além de possuir um grau de desenvolvimento avançado e já estarem especificadas.

Em um segundo nível de prioridade estão as missões MAPSAR e Lattes-1, também especificadas e em processo de desenvolvimento, mas com menores contribuições para a oferta de dados de interesse estratégico e capacitação tecnológica nacional em relação ao CBERS-3 e 4 e Amazônia-1.

O terceiro nível compreende a continuidade das missões em andamento – CBERS-5 e 6, Amazônia-2 e Satélite Científico 2 – que tem forte contribuição para a capacitação e oferta de dados de interesse estratégico, mas que não estão ainda especificadas (com exceção dos CBERS-5 e 6 que já possuem algum grau de especificação) e nem em desenvolvimento.

Embora já especificado, o GPM-Br está no quarto nível de prioridade, uma vez que as parcerias para viabilizar o fornecimento do radiômetro por um parceiro internacional ainda não foram estabelecidas, indicando desafios em relação a sua carga útil. Além disso, a eventual entrada do SABIA/mar no escopo do Plano pode afetar o desenvolvimento desta missão.

Em um quinto nível de prioridade encontra-se o CBERS-7, não especificado e dependente do sucesso do MAPSAR, pois também envolve um satélite de observação da Terra do tipo radar. Por fim – em sexto e último nível de prioridade – estão os SCDAV-1 e 2.

A fim de testar a sensibilidade das demandas por recursos, no caso de cancelamentos de missões, foram gerados novos cenários, considerando os níveis de priorização acima descritos. Uma vez que os recursos orçamentários e os recursos humanos representam os maiores empecilhos para o cumprimento do Plano, decidiu-se por testar a sensibilidade considerando estes dois tipos de demandas.

Neste sentido, os doze gráficos ilustrados nas páginas seguintes foram gerados considerando o cancelamento cumulativo de missões nas cinco Etapas a seguir, também ilustradas na Figura 6:

- Caso Nominal⁴⁹
- Etapa 1: cancelamento do SCDAv-1 e 2
- Etapa 2: cancelamentos da Etapa 1 mais a do CBERS-7
- Etapa 3: cancelamentos da Etapa 2 mais a do GPM-Br
- Etapa 4: cancelamentos da Etapa 3 mais as do CBERS-5 e 6, Amazônia-2 e Satélite Científico 2
- Etapa 5: cancelamentos da Etapa 4 mais as do MAPSAR e Lattes-1

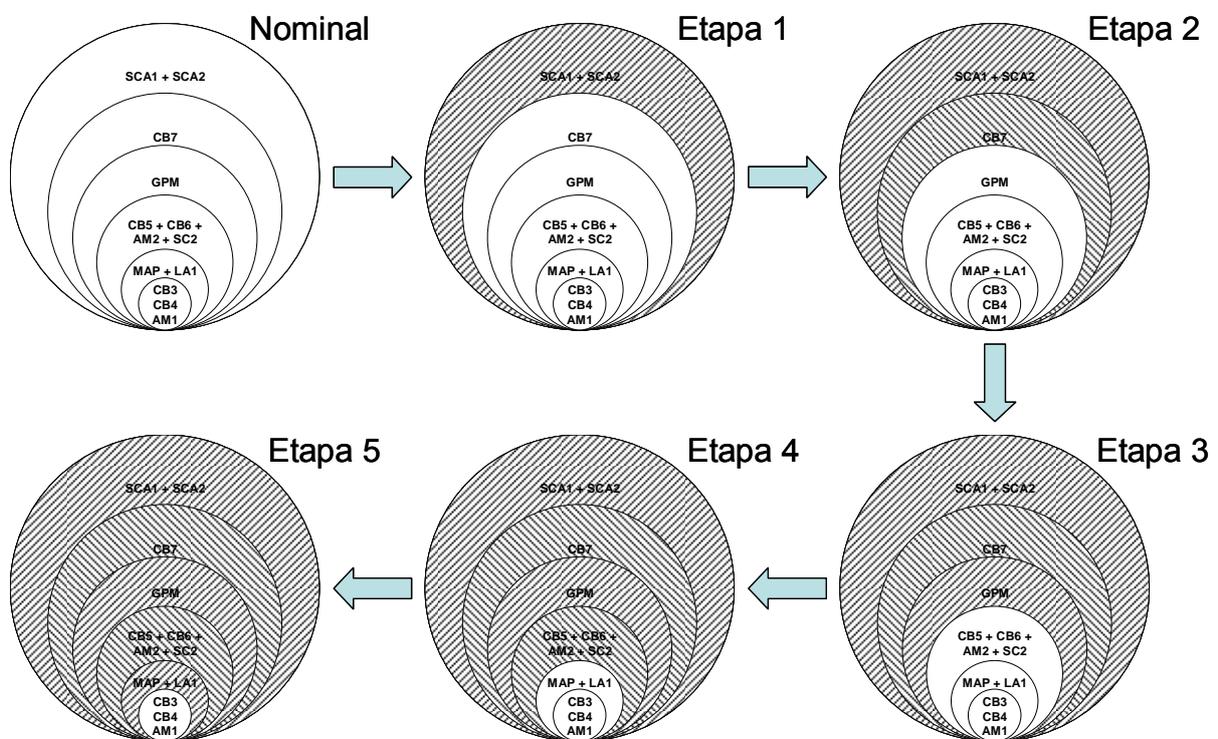


Figura 6: Etapas de cancelamento (missões hachuradas) das Missões

⁴⁹ Repetição dos Gráficos 17 e 18.

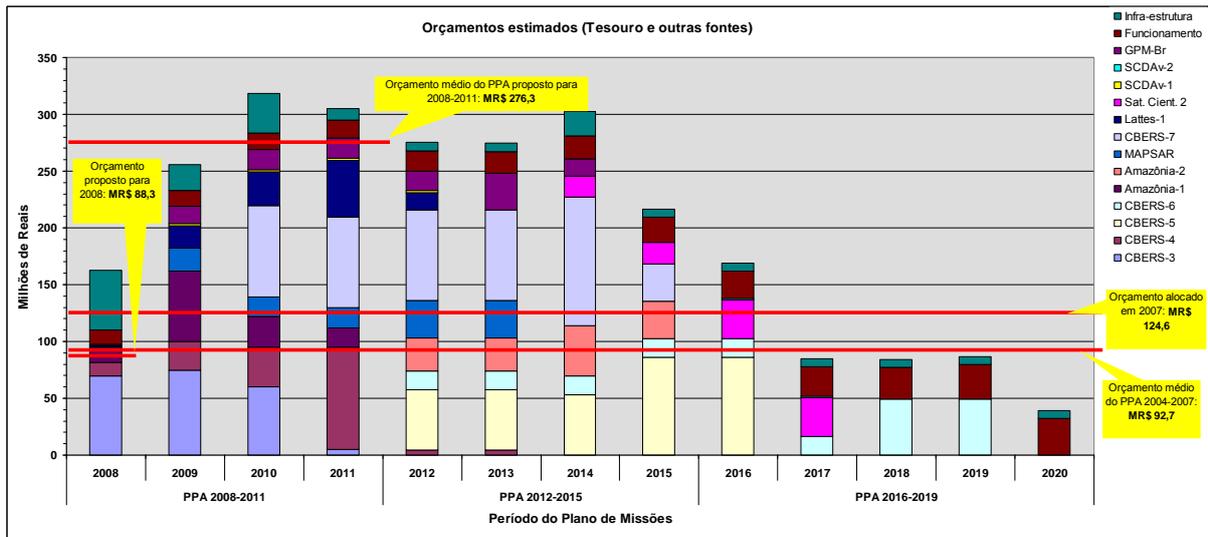


Gráfico 19: Custos estimados para o Plano de Missões 2008-2020 sem o cancelamento de missões (Caso Nominal)

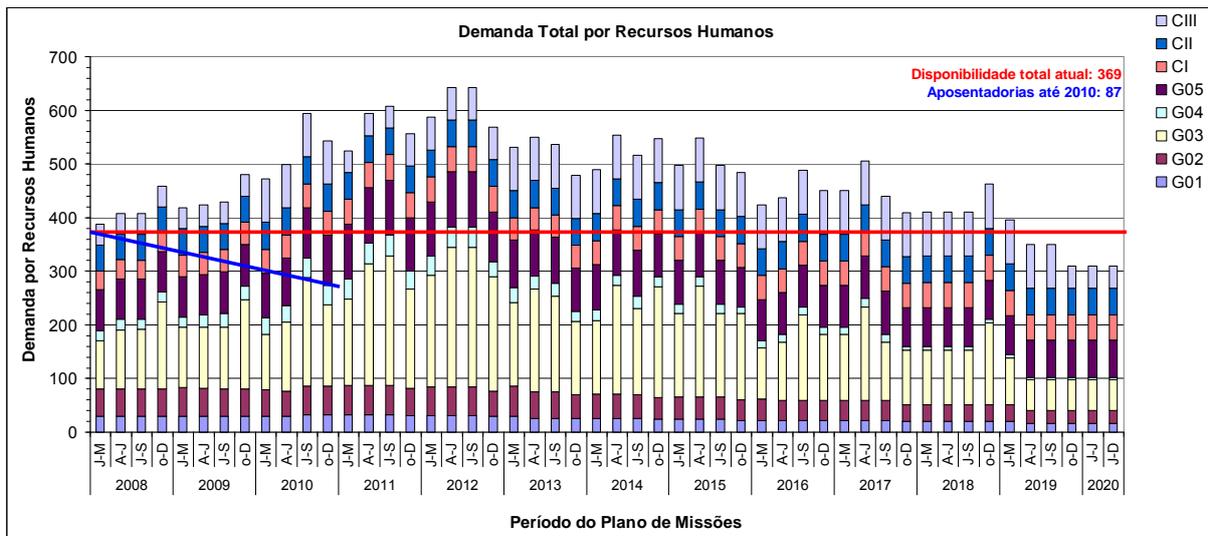


Gráfico 20: Demanda por recursos humanos para o Plano de Missões sem o cancelamento de missões (Caso Nominal)

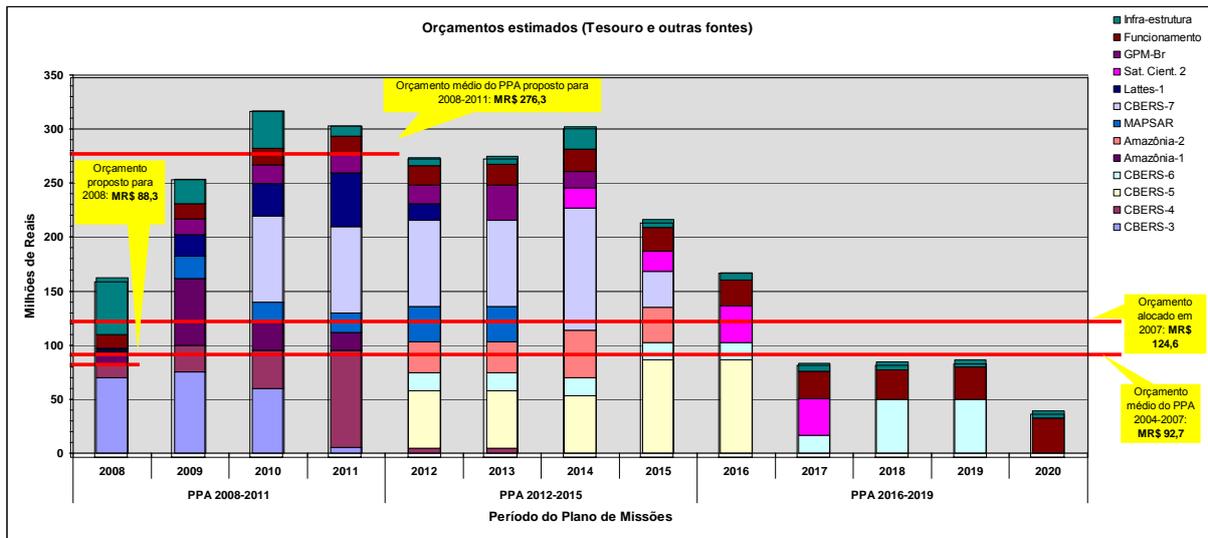


Gráfico 21: Custos estimados para o Plano de Missões na Etapa 1 – cancelamento das Missões SCDAv-1 e 2

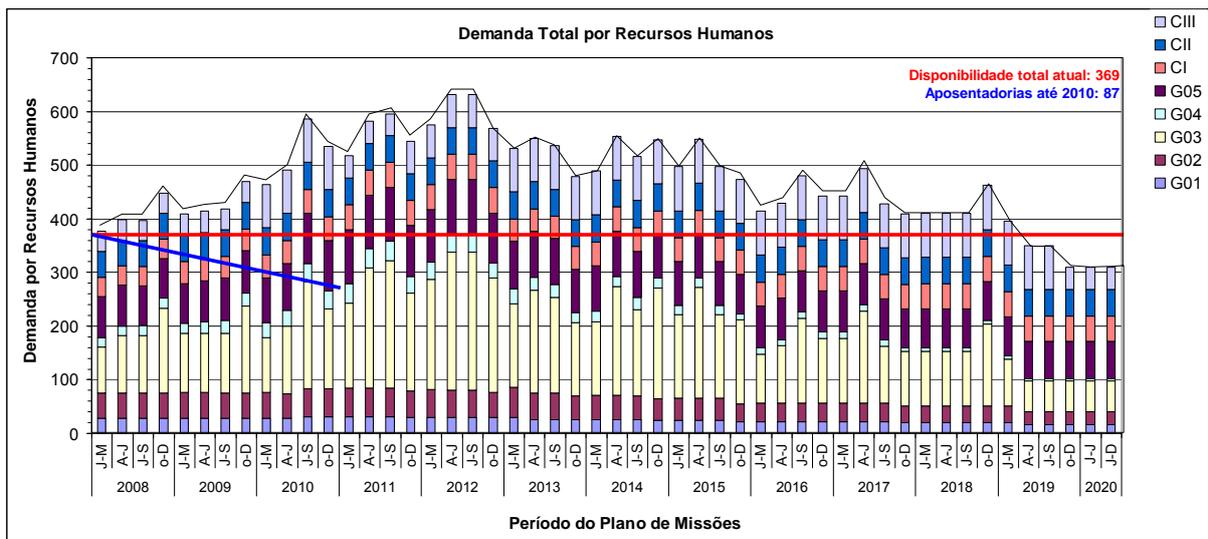


Gráfico 22: Demanda por recursos humanos para o Plano de Missões na Etapa 1 – cancelamento das Missões SCDAv-1 e 2

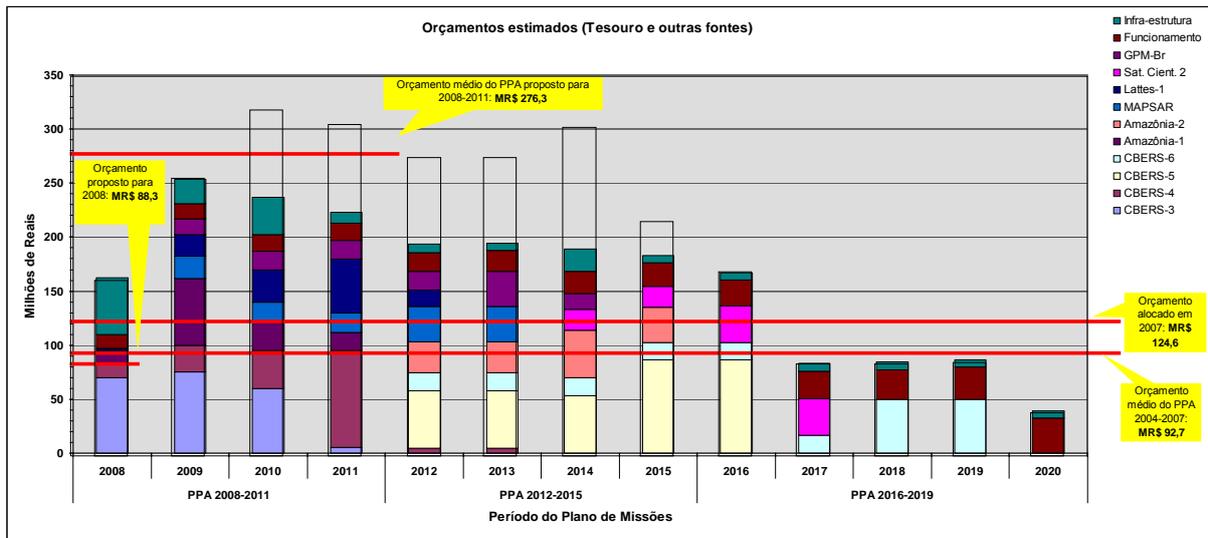


Gráfico 23: Custos estimados para o Plano de Missões na Etapa 2 – cancelamento das Missões SCDAv-1 e 2 e CBERS-7

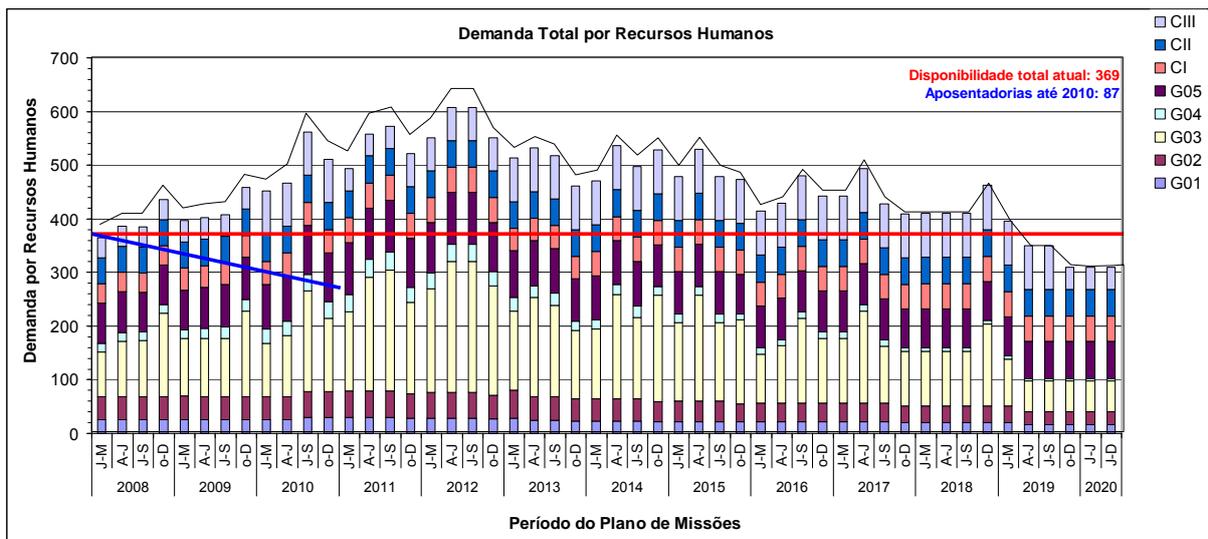


Gráfico 24: Demanda por recursos humanos para o Plano de Missões na Etapa 2 – cancelamento das Missões SCDAv-1 e 2 e CBERS-7

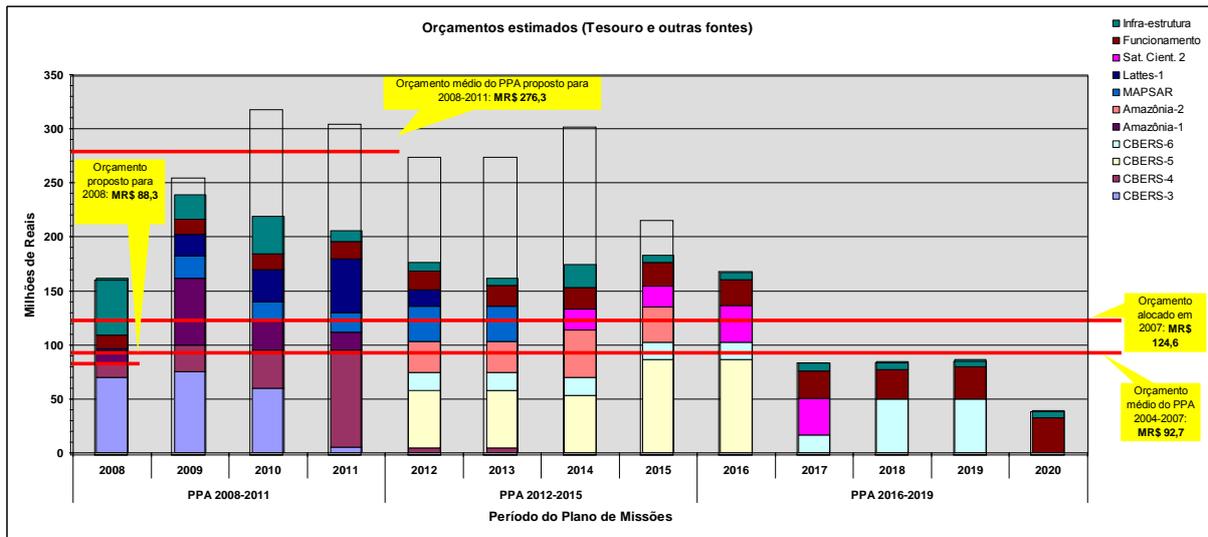


Gráfico 25: Custos estimados para o Plano de Missões na Etapa 3 – cancelamento das Missões SCDAv-1 e 2, CBERS-7 e GPM-Br

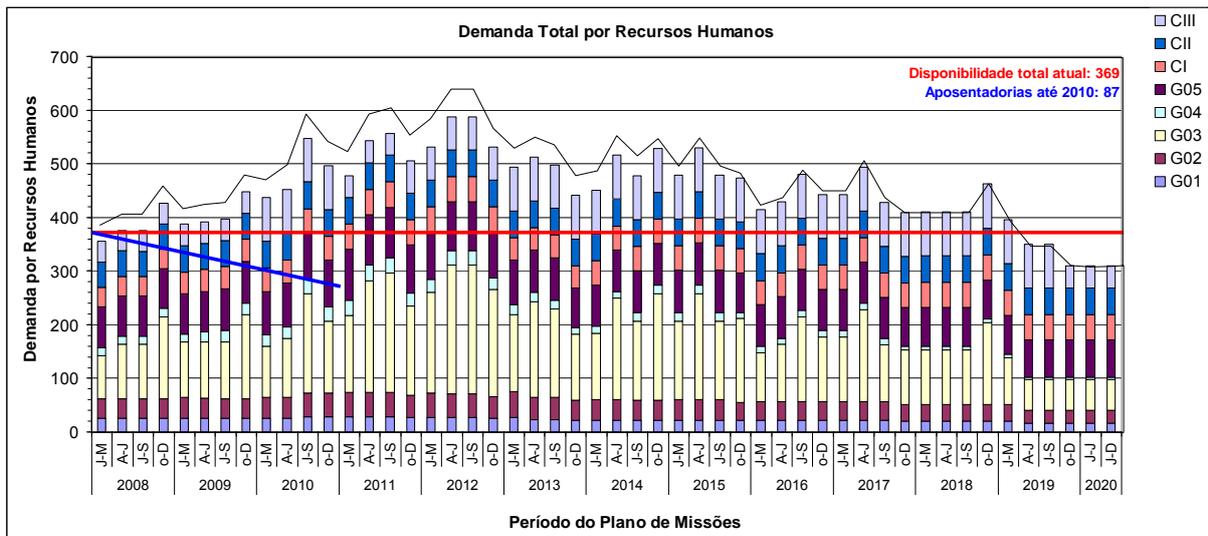


Gráfico 26: Demanda por recursos humanos para o Plano de Missões na Etapa 3 – cancelamento das Missões SCDAv-1 e 2, CBERS-7 e GPM-Br

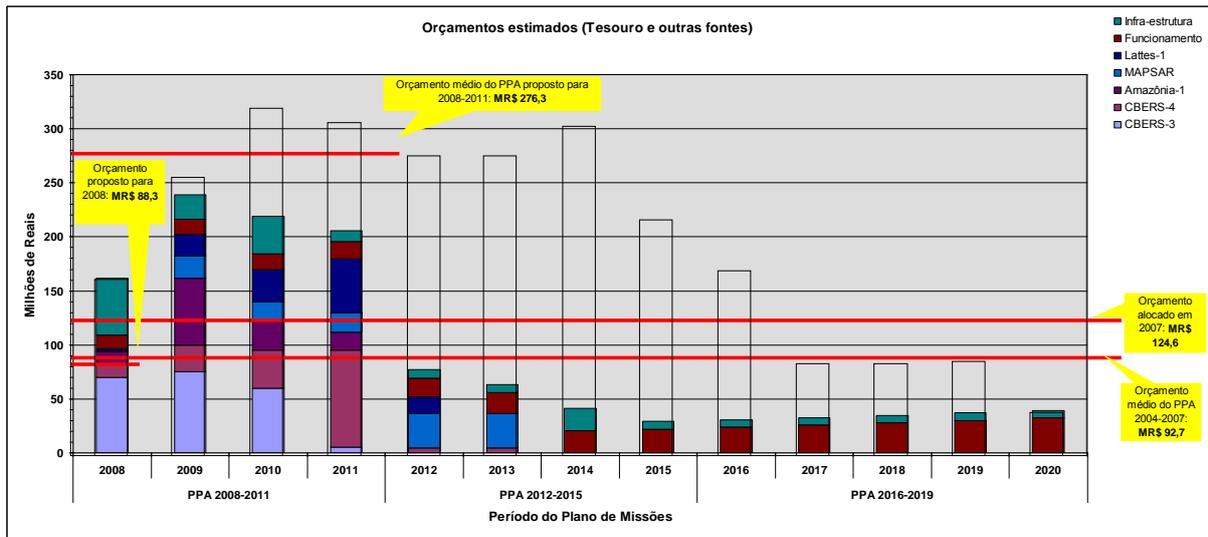


Gráfico 27: Custos estimados para o Plano de Missões na Etapa 4 – cancelamento das Missões SCDAv-1 e 2, CBERS-7, GPM-Br, CBERS-5 e 6, Amazônia-2 e Satélite Científico 2

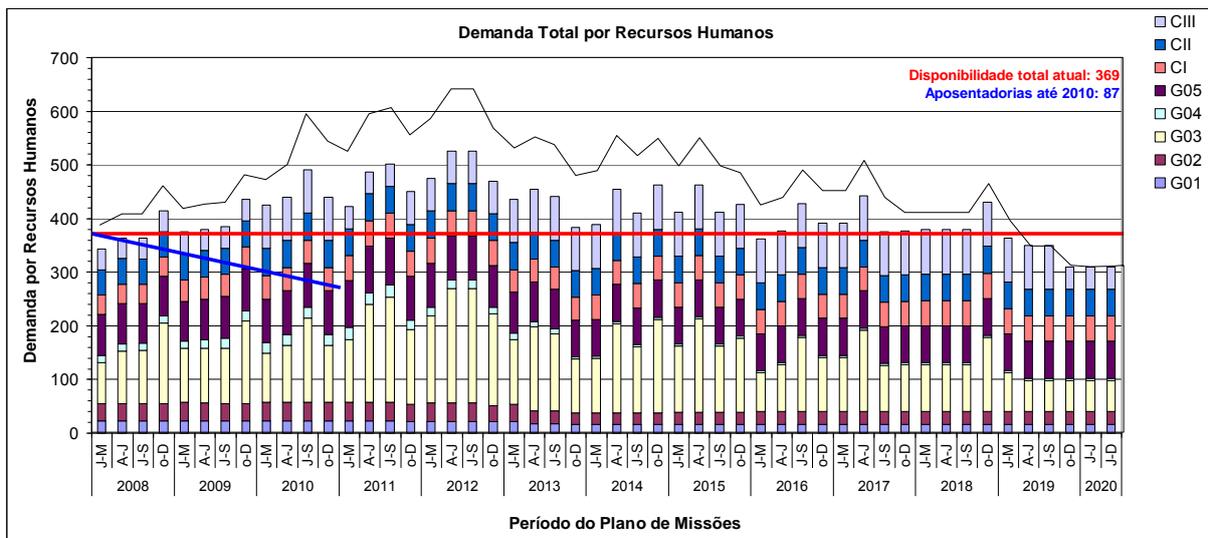


Gráfico 28: Demanda por recursos humanos para o Plano de Missões na Etapa 4 – cancelamento das Missões SCDAv-1 e 2, CBERS-7, GPM-Br, CBERS-5 e 6, Amazônia-2 e Satélite Científico 2

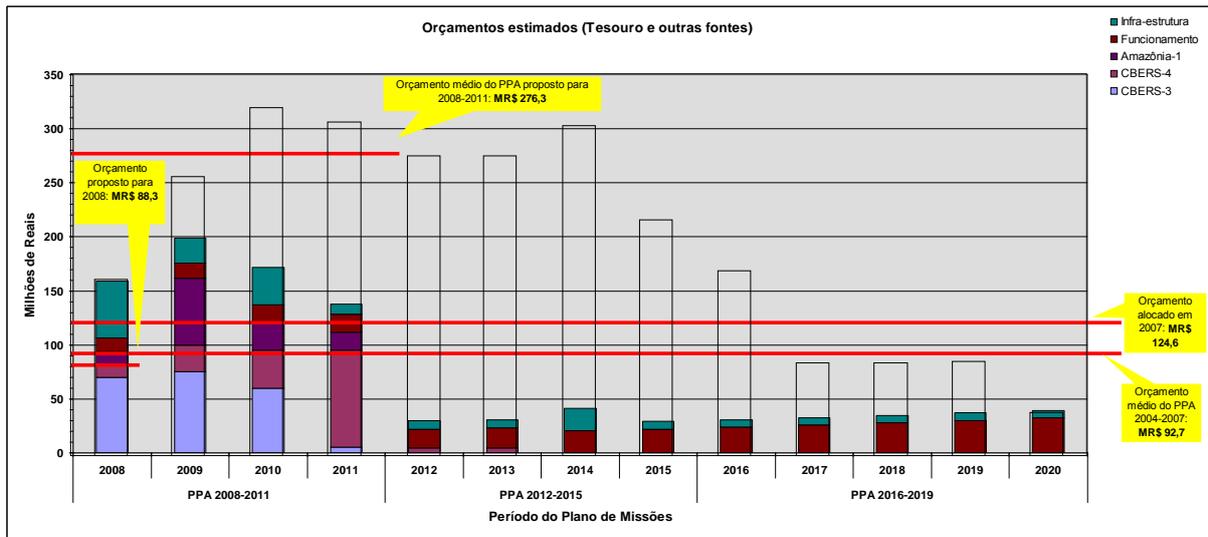


Gráfico 29: Custos estimados para o Plano de Missões na Etapa 5 – cancelamento das Missões SCDAv-1 e 2, CBERS-7, GPM-Br, CBERS-5 e 6, Amazônia-2, Satélite Científico 2, MAPSAR e Lattes-1

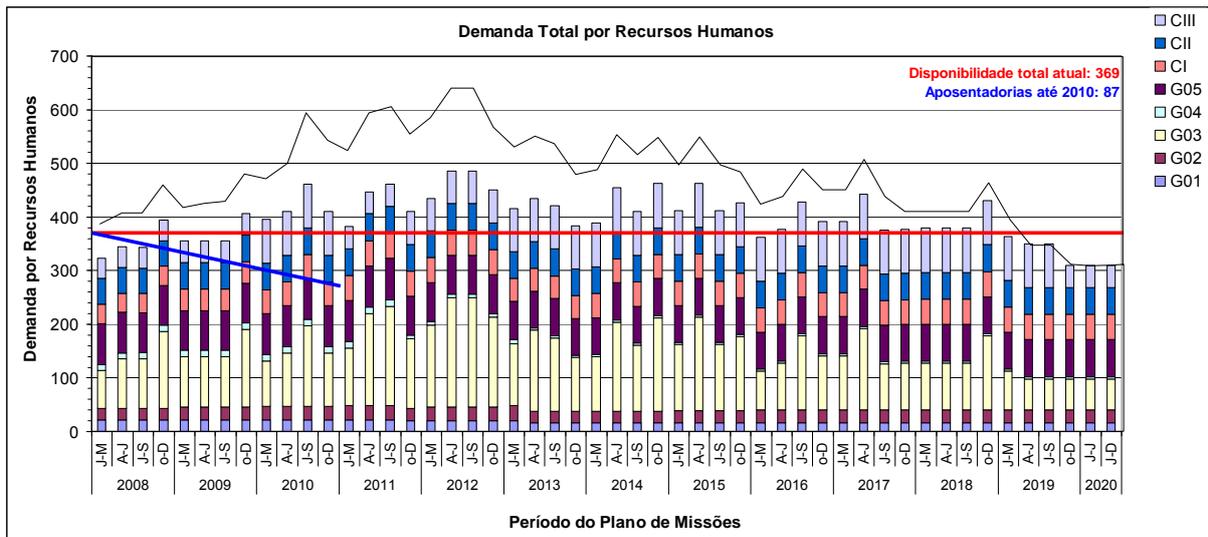


Gráfico 30: Demanda por recursos humanos para o Plano de Missões na Etapa 5 – cancelamento das Missões SCDAv-1 e 2, CBERS-7, GPM-Br, CBERS-5 e 6, Amazônia-2, Satélite Científico 2, MAPSAR e Lattes-1

Para tornar mais evidentes os impactos das missões canceladas em cada Etapa a partir da condição nominal, nos Gráficos 31 e 32 apresentam-se respectivamente as demandas totais por orçamento ao longo do Plano, e as demandas médias por Recursos Humanos, também ao longo da duração do Plano. Neles é possível então perceber a redução induzida por cada Etapa de cancelamento.

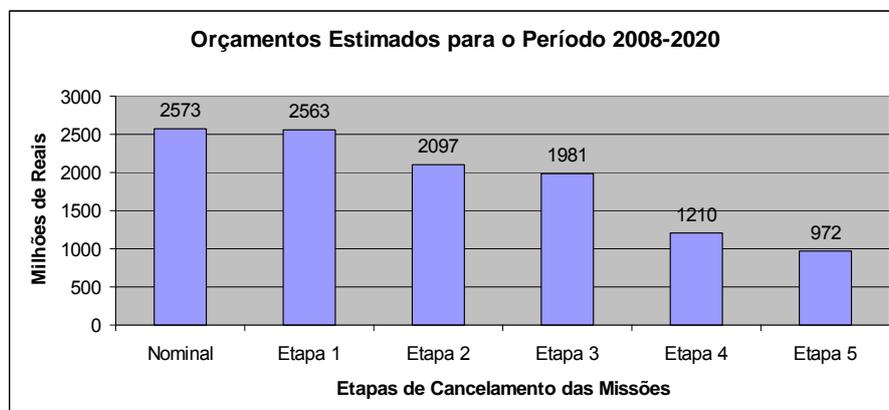


Gráfico 31: Orçamentos totais estimados para cada Etapa de cancelamento

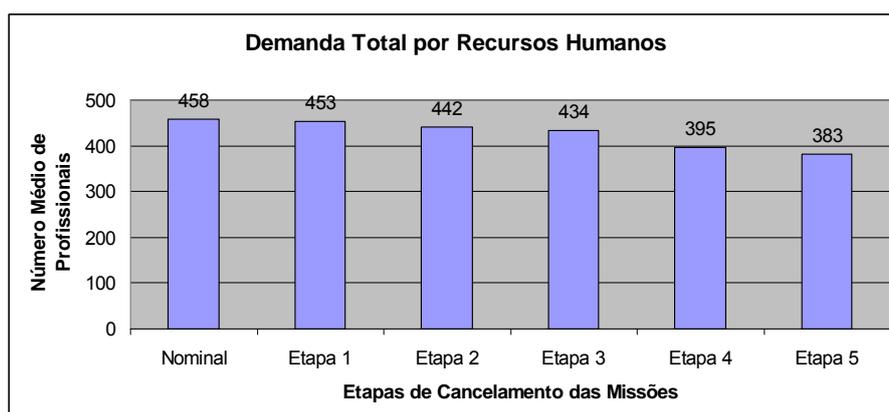


Gráfico 32: Demanda total média por Recursos Humanos para cada Etapa de cancelamento

Nos gráficos dos orçamentos estimados (Gráficos 21, 23, 25, 27 e 29) indica-se que este parâmetro é muito sensível ao CBERS-7, o que significa que o cancelamento desta missão implicaria significativa queda pela demanda por recursos orçamentários entre 2010 e 2015.

O cancelamento das missões CBERS-5 e 6, Amazônia-2 e Satélite Científico 2, também impacta fortemente o orçamento, ainda que em um período distinto do CBERS-7, já que a queda de demanda por recursos orçamentários fica evidente entre 2012 e 2019. Todavia, enquanto o cancelamento do CBERS-7 indica uma possibilidade de atuação com base nos limites orçamentários propostos para o próximo período, o cancelamento da continuidade das missões em andamento leva a uma situação extrema, a partir da qual a demanda real fica bastante abaixo dos limites orçamentários propostos.

Por outro lado, os gráficos indicam uma baixa sensibilidade da demanda por recursos orçamentários em relação ao cancelamento do SCDAv-1 e 2 e GPM-Br. Assim, apesar de apresentar uma prioridade baixa em relação aos critérios anteriormente apresentados, seu cancelamento tem um impacto reduzido em termos de recursos financeiros. Em uma

situação intermediária encontram-se o MAPSAR e o Lattes-1, uma vez que a demanda orçamentária sofre uma queda significativa, embora menor que a queda verificada para o CBERS-7 no período 2008-2013.

Por fim, independentemente dos cancelamentos feitos nas 5 Etapas de cancelamento propostas, as missões remanescentes ainda demandam, para o quadriênio 2008-2011, montantes superiores aos históricos.

Sob a perspectiva da demanda por recursos humanos (Gráficos 22, 24, 26, 28 e 30), a sensibilidade a partir do cancelamento de missões é relativamente menor que a sensibilidade verificada para a demanda por recursos orçamentários. Esta diferença está associada às possíveis economias de escala e escopo, advindas da utilização de mão de obra, que são mais difíceis de serem obtidas em um ambiente em que predomina a compra de equipamentos e componentes e a contratação industrial. Além disso, a baixa sensibilidade se explica pela consideração apenas da variação da mão-de-obra empregada na ETE, já que para as demais áreas foi considerada uma demanda agregada para o Plano ao longo do tempo e não a demanda específica de cada missão.

Embora, com uma sensibilidade menor, a mesma lógica discutida no caso de recursos orçamentários é válida para os recursos humanos. Os maiores impactos em termos de diminuição de demanda são sentidos para o cancelamento do CBERS-7 e das missões CBERS-5 e 6, Amazônia-2 e Satélite Científico 2. Em uma situação intermediária estão o MAPSAR e o Lattes-1, enquanto no extremo no qual se verificam baixos impactos, estão o SCDAv-1 e 2 e GPM-Br.

Observa-se, todavia, que mesmo considerando as 5 etapas de cancelamento cumulativo das missões, a situação para recursos humanos continua crítica, uma vez que não há alternativas para que a demanda esteja abaixo da situação apontada pela disponibilidade atual. Se esta situação reflete, por um lado, um déficit já existente no INPE, independentemente das missões planejadas para os próximos anos, por outro, **ela indica que a viabilidade do plano não se estabelece, no caso das competências, mediante a simples priorização de missões, mas somente mediante a uma estratégia mais agressiva para atenuar, ou mesmo reverter, a situação dos recursos humanos.**

5.3. Análise de riscos para os cronogramas das Missões

O processo de desenvolvimento das missões propostas neste Roteiro é antes de tudo evolucionário, não revolucionário. Com isso, seus riscos são mais previsíveis, embora sua quantificação continue a ser uma tarefa complexa.

Dentre as várias categorias de risco que poderiam ser analisadas⁵⁰, esta Subseção se restringe a delinear uma metodologia para avaliar de forma integrada os impactos sobre o cronograma do Plano de Missões, resultantes da competição por recursos escassos em suas várias fases.

Na Figura 3 (Seção 2), mostra-se que ao longo do Plano o número de missões que a cada momento estão simultaneamente nas grandes fases de concepção (Fases 0, A e B), desenvolvimento (Fases C e D), e operação (Fase E), flutua seguindo um padrão na forma dos três períodos, ou "momentos", descritos a seguir:

⁵⁰ A norma *Risk Management* (ECSS M-00-03B, August 2004) identifica as seguintes categorias de risco: perda de vida ou ferimentos; perda da missão; dano ambiental; degradação dos objetivos da missão ou do desempenho do sistema; aumento dos custos; atrasos nos cronogramas; insatisfação dos usuários.

- O primeiro estende-se de 2008 a 2010, quando até 8 missões estarão em concepção.
- O segundo período vai de 2010 a 2015, quando até 9 missões estarão em desenvolvimento.
- O terceiro e último estende-se de 2015 a 2020, no qual até 7 missões estarão em operação.

É sabido que a capacidade instalada hoje no INPE é limitada – seja pelos recursos humanos disponíveis, seja pela infra-estrutura – e que ela pode afetar qualquer uma das fases de uma missão.

É também sabido que as dificuldades causadas pela competição por recursos podem ser minimizadas se houver ganhos de eficiência em cada um dos três grandes "momentos" do Roteiro. A título de exemplo, pode-se considerar tanto o estabelecimento de ambientes de engenharia colaborativos (engenharia concorrente) para as atividades de concepção das missões (Fases 0, A e B) quanto em um envolvimento industrial mais amplo (no papel de "prime contractor") para as etapas de desenvolvimento (Fases C e D) e operação de satélites (Fase E).

É possível ampliar a percepção da flutuação da demanda em cada fase ao observar o seu comportamento no caso nominal do Plano de Missão e nas várias Etapas de cancelamento estabelecidas no item anterior. Nos Gráficos 33 a 38 a seguir, apresenta-se cada uma delas.

Prosseguindo na análise, com o objetivo de estabelecer uma base para avaliações dos riscos para os cronogramas, este Roteiro adota critérios para determinar quão crítica é a demanda simultânea nas grandes fases de concepção, desenvolvimento e operação, com o acréscimo de uma categoria específica para as atividades de montagem, integração e testes (AIT). Os critérios são arbitrados com base no nível da demanda e são os seguintes:

- Para as Fases 0, A e B (concepção), C e D (desenvolvimento) e E (operação):
 - Demanda Baixa: até 2 satélites
 - Demanda Normal: 3 satélites
 - Demanda Alta: acima de 3 satélites
- Para a fase de AIT (parte da Fase D):
 - Demanda Baixa: 1 satélite
 - Demanda Normal: 2 satélites
 - Demanda Alta: acima de 3 satélites

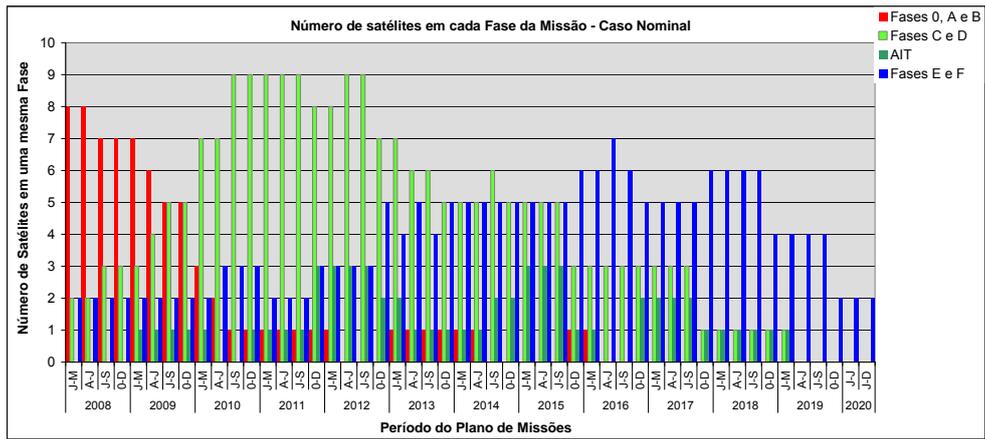


Gráfico 33: Número de satélites em cada Fase para o caso Nominal

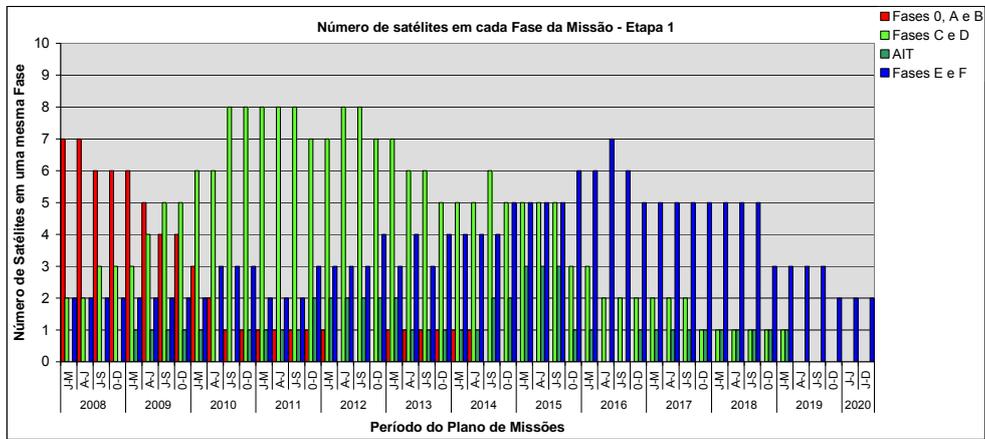


Gráfico 34: Número de satélites em cada Fase da Missão para a Etapa 1 – cancelamento das Missões SCDAV-1 e 2

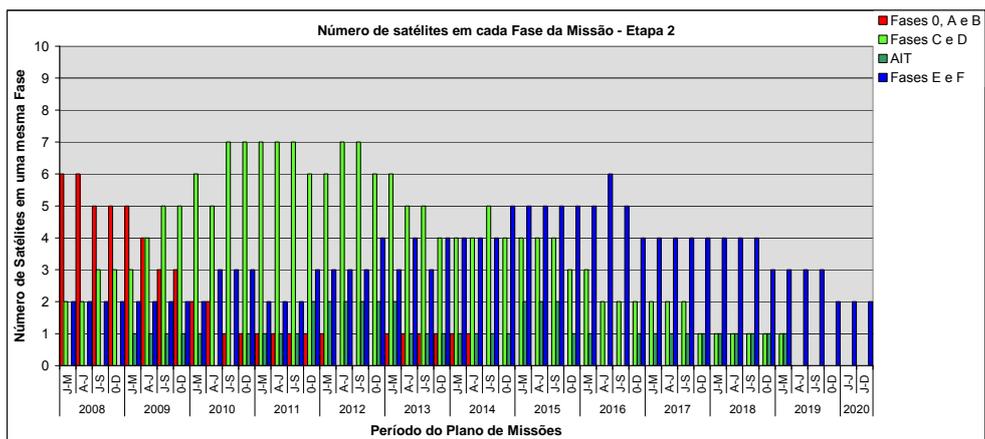


Gráfico 35: Número de satélites em cada Fase da Missão para a Etapa 2 – cancelamento das Missões SCDAV-1 e 2 e CBERS-7

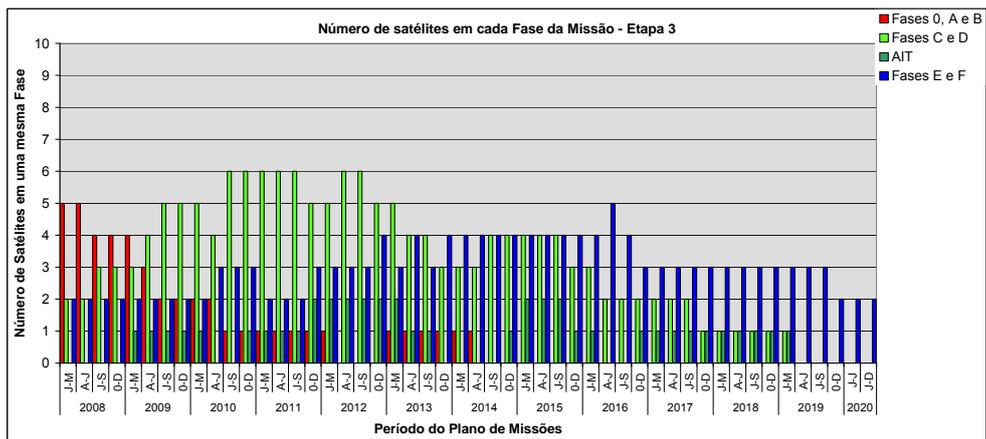


Gráfico 36: Número de satélites em cada Fase para a Etapa 3 – cancelamento das Missões SCDAv-1 e 2, CBERS-7 e GPM-Br

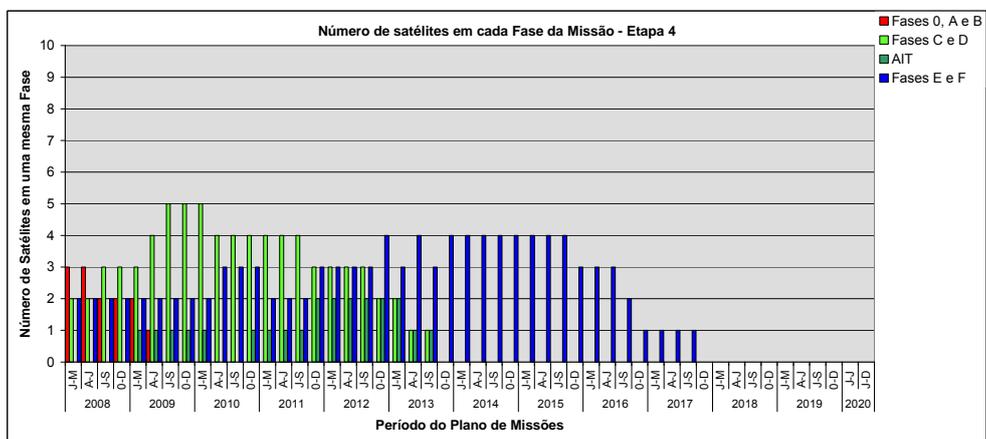


Gráfico 37: Número de satélites em cada Fase para a Etapa 4 – cancelamento das Missões SCDAv-1 e 2, CBERS-7, GPM-Br, CBERS-5 e 6, Amazônia-2 e Satélite Científico 2

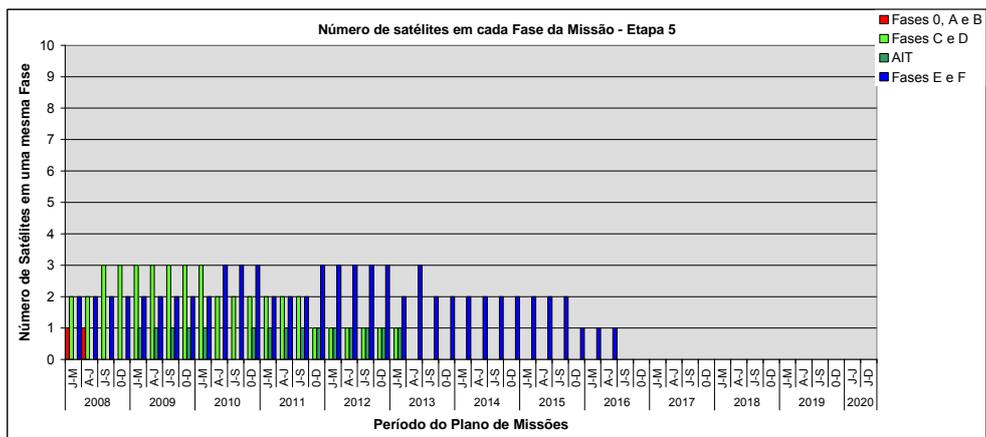


Gráfico 38: Número de satélites em cada Fase para a Etapa 5 – cancelamento das Missões SCDAv-1 e 2, CBERS-7, GPM-Br, CBERS-5 e 6, Amazônia-2, Satélite Científico 2, MAPSAR e Lattes-1

Assim, aos níveis de demanda (Baixa, Normal e Alta), é possível atribuir níveis de probabilidade (também Baixa, Média e Alta) da ocorrência de atrasos no cronograma. Os atrasos são, então, tratados como impactos em uma matriz de riscos. Neste Roteiro os impactos no cronograma variam de nulo, a até 6 e 12 meses de atraso sobre o cronograma de referência do Plano de Missões.

Na etapa de concepção, os atrasos podem ser compreendidos como a postergação de uma revisão de engenharia (PDR no caso). Na etapa de desenvolvimento os atrasos podem se manifestar em um adiamento da CDR, ou do próprio lançamento. Para a etapa de AIT, os atrasos devem impactar diretamente a data de lançamento. Para a fase de operação, os atrasos podem ser entendidos como adiamentos na transição entre o recebimento e distribuição de dados em regime experimental e operacional (rotina).

Embora a probabilidade de atraso seja a mesma em um dado momento para um conjunto de missões que competem pelos mesmos recursos, se houver uma escala de prioridades entre cada uma delas (missões), será possível diferenciar o nível de impacto entre umas e outras. A escala de prioridades adotada está baseada nas Etapas de cancelamento apresentadas na Subseção 5.2, que assume a seguinte forma (da mais alta – 1, à mais baixa – 13): (1) CBERS-3; (2) CBERS-4; (3) Amazônia-1; (4) MAPSAR; (5) Lattes-1; (6) CBERS-5; (7) CBERS-6; (8) Amazônia-2; (9) Satélite Científico 2; (10) GPM-Br; (11) CBERS-7; (12) SCDAv-1; (13) SCDAv-2.

Nos Quadros a seguir (35 a 40) apresentam-se matrizes de avaliação dos riscos de atraso para alguns momentos críticos do cronograma – aqueles quando a demanda é máxima em cada fase – tanto para o caso nominal do Roteiro quanto para as cinco Etapas de cancelamento já apresentadas.

Os Quadros estão organizados com as seguintes informações:

- O cronograma das missões, com o código de cores abaixo, estabelecido para as fases na Seção 2.

	Fases 0, A e B
	Fases C e D
	Fase E

- A tabulação do número de missões em cada fase, com o código de cores seguinte.

	Demanda Baixa	Demanda Normal	Demanda Alta ou Crítica
Criticalidade para a demanda por atividades das Fases 0, A e B	até 2 satélites	3 satélites	acima de 3 satélites
Criticalidade para a demanda por atividades das Fases C e D	até 2 satélites	3 satélites	acima de 3 satélites
Criticalidade para a demanda por atividades de AIT	1 satélite	2 satélites	acima de 2 satélites
Criticalidade para a demanda por atividades das Fases E e F	até 2 satélites	3 satélites	acima de 3 satélites

- A matriz com a atribuição de riscos de atraso para cada uma das missões. No interior da matriz vale o seguinte código de cores:

	Implementar um novo processo ou alterar o plano base
	Gerenciar agressivamente e considerar um plano alternativo
	Apenas acompanhar

Quadro 40: Avaliação dos riscos e impactos nos cronogramas – Caso dos cancelamentos da Etapa 5

		Plano de Missões e suas Fases - Etapa 5																																																															
		2008				2009				2010				2011				2012				2013				2014				2015				2016				2017				2018				2019		2020																	
		J-M	A-J	J-S	O-D	J-M	A-J	J-S	O-D	J-M	A-J	J-S	O-D	J-M	A-J	J-S	O-D	J-M	A-J	J-S	O-D	J-M	A-J	J-S	O-D	J-M	A-J	J-S	O-D	J-M	A-J	J-S	O-D	J-M	A-J	J-S	O-D	J-M	A-J	J-S	O-D	J-M	A-J	J-S	O-D	J-M	A-J	J-S	O-D	J-M	A-J	J-S	O-D	J-M	A-J	J-S	O-D	J-M	A-J	J-S	O-D	J-M	A-J	J-S	O-D
Etapa 5	SCD-1 & 2	[Grid with status indicators]																																																															
	CBERS-2 & 2B	[Grid with status indicators]																																																															
	CBERS-3	[Grid with status indicators]																																																															
	CBERS-4	[Grid with status indicators]																																																															
	Amazônia-1	[Grid with status indicators]																																																															
Etapa 5	Fases 0, A e B	[Grid with numerical values]																																																															
	Fases C e D	[Grid with numerical values]																																																															
	AIT	[Grid with numerical values]																																																															
	Fases E e F	[Grid with numerical values]																																																															

Riscos no Desenvolvimento – J-S/08

Atrasos no Cronograma	12 meses	[Green]	[Yellow]	[Red]
	6 meses	[Green]	[Yellow]	[Yellow]
	Nulo	[Green]	CB3/CB4 AM1	[Green]
		Baixo	Médio	Alto
Nível de Demanda				

Riscos na Operação – A-J/10

Atrasos no Cronograma	12 meses	[Green]	[Yellow]	[Red]
	6 meses	[Green]	CB3	[Yellow]
	Nulo	[Green]	SCD1/2 CB2/2B	[Green]
		Baixo	Médio	Alto
Nível de Demanda				

Dos resultados apresentados, é possível concluir que:

- Mantidas as condições de contorno atuais em matéria de recursos humanos e infraestrutura, a implementação do Plano de Missões em sua versão nominal está sujeita, em qualquer época, a permanentes riscos de atraso (Quadro 35). O número de satélites competindo pelos mesmos recursos é reconhecidamente elevado, sem que haja alternativas para alterar essa perspectiva no curto prazo, o que pode prejudicar em muito a fase já em andamento – a de concepção. Atrasos significativos nesta fase poderão, em um efeito dominó, propagar-se pelo cronograma do Plano como um todo.
- O cancelamento dos SCDAv-1 e 2 praticamente não altera o panorama de riscos do caso nominal (Quadro 36).
- O cancelamento adicional do CBERS-7 pode proporcionar uma melhoria nos níveis de risco para os satélites baseados na PMM na fase de AIT, mas pouco altera a criticalidade das demais fases (Quadro 37).
- Com a eliminação adicional do GPM-Br as perspectivas para os demais satélites baseados na PMM melhoram de forma geral, mantidas ainda as prioridades dos satélite CBERS. Por outro lado, é neste ponto que começam a aparecer os indícios de subutilização dos recursos do INPE no futuro (Quadro 38).
- A eliminação adicional dos CBERS-5 e 6, do Amazônia-2 e do Satélite Científico 2 reduz os riscos na segunda metade da década, mas às custas de um nível inaceitável de ociosidade (Quadro 39).
- Na etapa final das eliminações, quando também o MAPSAR e o Lattes-1 deixam o portfólio do Plano, se por um lado há uma melhora definitiva nos níveis de risco para os satélites restantes, por outro fica clara a ausência de uma visão de futuro para as atividades no INPE (Quadro 40).

Ironicamente, a situação apresentada no Quadro 40 é aproximadamente a realidade do INPE hoje. Nela os satélites CBERS-3 e 4 encontram-se em desenvolvimento, o Amazônia-1 caminha para uma aceleração de suas atividades, e para as demais missões contemplados no Plano as atividades vêm ocorrendo em nível muito reduzido, ou nulo.

Este é o ponto de partida de tudo o que foi discutido e proposto neste documento. É a partir dele que se pode ter uma visão mais clara do porte da obra e da escala do desafio que se coloca.

(página em branco)

6. Síntese do Roteiro MTE

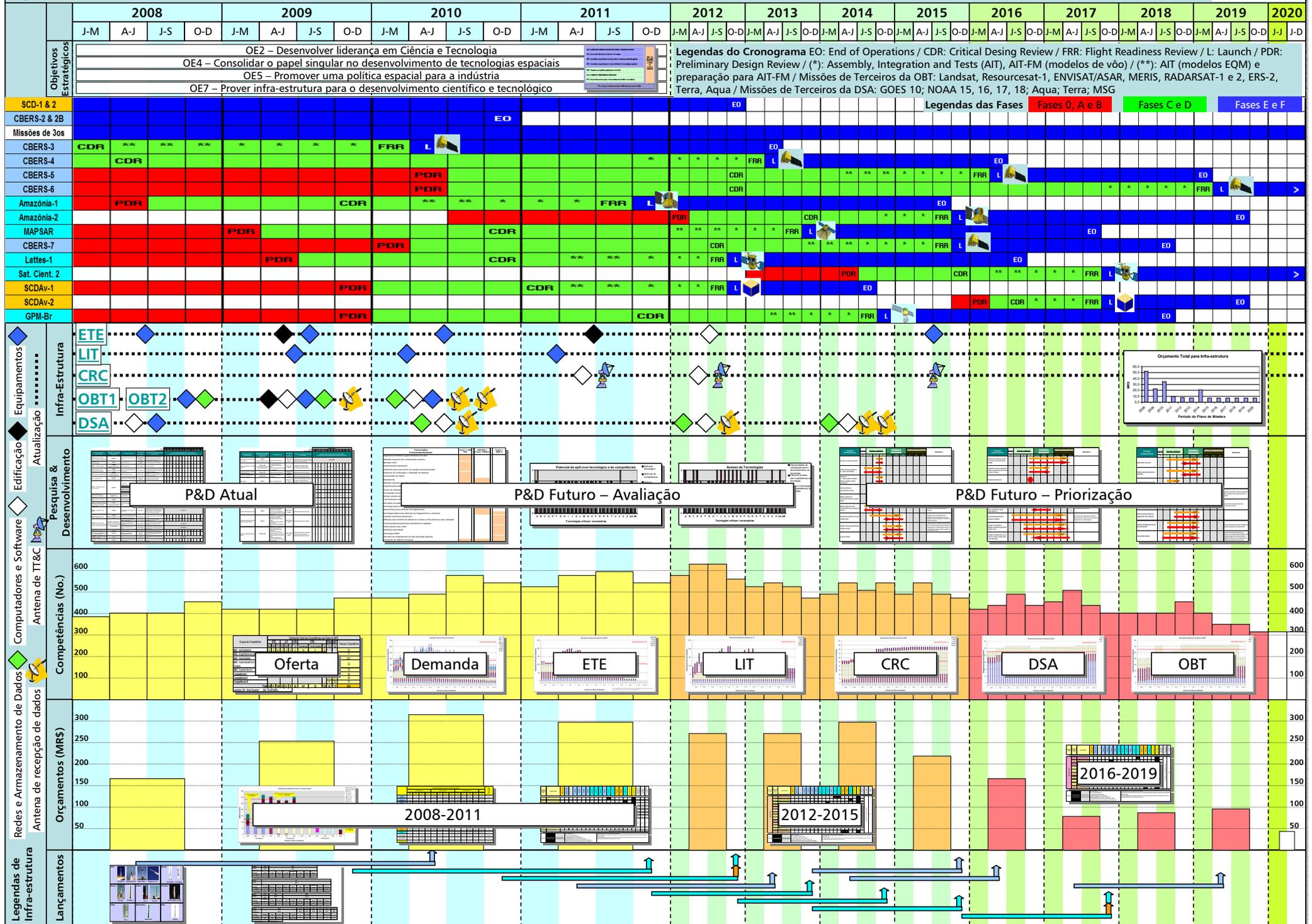
Esta seção conclui o Roteiro com a apresentação de sua Síntese (Figura 7), que lhe serve como um instrumento de comunicação. Ela apresenta as sete camadas que o compõem e chama a atenção para os aspectos mais relevantes de cada uma delas, a saber:

- 1) **Objetivos Estratégicos:** apresenta os OEs mais relevantes para o Roteiro.
- 2) **Missões:** apresenta o cronograma nominal do Plano de Missões, com as missões propostas e suas principais fases.
- 3) **Infra-estrutura:** apresenta uma linha do tempo para cada uma das áreas envolvidas (ETE, LIT, CRC, OBT e a divisão DSA do CPTEC), e indica as épocas quando devem estar operacionais os itens mais relevantes de infra-estrutura (edificações, computadores e software, redes e armazenamento de dados, antenas de recepção, antenas de TT&C). Também indica o custo anual total dos investimentos a serem realizados.
- 4) **Pesquisa & Desenvolvimento:** apresenta as etapas do levantamento das atividades de P&D atuais e futuras. Para as futuras atividades, a síntese também indica os resultados do processo de avaliação e priorização realizado pelo GCMTE.
- 5) **Competências:** apresenta o perfil quantitativo trimestral dos recursos humanos requeridos ao longo do período de 2008-2020. Também indica os resultados do trabalho de determinação da oferta e demanda total por grupos de competência, assim como das demandas específicas para cada área do INPE.
- 6) **Orçamentos:** apresenta o perfil quantitativo anual de recursos totais requeridos pelo Plano de Missões. Também indica os resultados do trabalho prospectivo de determinação das alocações de recursos por Ação dos PPAs futuros.
- 7) **Lançamentos:** apresenta as datas de lançamento do Plano e os períodos de negociação requeridos para a sua consecução. Também indica os resultados do trabalho de identificação dos lançadores nacionais e estrangeiros que poderiam atender às missões propostas.

Figura 7: Síntese do Roteiro MTE

(disponível na página 135)

(página em branco)



(página em branco)

Esclarecimentos e agradecimentos

O primeiro delineamento do Plano de Missões 2008-2020 foi proposto pela Direção do INPE durante a elaboração do Plano Diretor. Essa primeira versão passou por ajustes e aperfeiçoamentos durante a elaboração deste Roteiro.

O Roteiro MTE foi elaborado a partir de informações coletadas junto às diversas áreas do INPE envolvidas com as várias fases das missões espaciais desenvolvidas internamente, em parceria ou, das quais, apenas recebemos seus dados.

Dos coordenadores e chefes das áreas foram recebidas as informações sobre os investimentos necessários em infra-estrutura, sobre as atividades de P&D atuais, e sobre a oferta atual de recursos humanos.

Dos gerentes das missões vieram as informações sobre a demanda por recursos humanos, sobre os custos, as especificações da missões e seus cronogramas de desenvolvimento.

Dos debates no GCMTE vieram as sugestões para as atividades futuras de P&D e sua priorização, assim como várias outras sugestões para o aprimoramento geral do trabalho. O CGEE também contribuiu com sugestões neste sentido.

Os dados sobre lançadores vieram de consultoria externa e de sugestões dos gerentes das missões.

A consolidação dos dados foi realizada pelo GEOPI em conjunto com a CPA.

A Síntese do Roteiro foi proposta pela CPA em conjunto com o GEOPI.

Os Apêndices foram preparados pela CPA, por membros do GCMTE e pelo GEOPI.

A redação do Roteiro, atividade mais demorada e complexa do trabalho, foi iniciada pelo GEOPI para a realização do Workshop do GCMTE em novembro de 2007. O texto recebeu várias sugestões de membros do GCMTE, da Direção do INPE, da CPA, do GAO e de outros interessados no assunto. Uma segunda versão foi preparada pelo GEOPI em janeiro-fevereiro de 2008, que serviu de base para o documento final.

A versão final do texto foi revisada, complementada e consolidada em trabalho conjunto do GEOPI e do Coordenador do GCMTE. É deste último a responsabilidade pelo produto final aqui apresentado.

A CPA agradece aos membros do GCMTE e GAO pelas contribuições e recomendações, aos colegas do INPE que devotaram seu tempo na organização dos dados necessários para a preparação deste Roteiro e, particularmente, ao esforço do GEOPI na organização dos dados e elaboração dos textos descritivos e análises.

(página em branco)

Apêndice 1: Resenha histórica e contribuições do INPE no período 1961-2007

(página em branco)

1961-1970

1971-1980

1981-1990

1991-2000

2001-2010

01 02 03 04 05 06 07 08 09 00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 00

▲ 1961 – É criado o Grupo de Organização da Comissão Nacional de Atividades Espaciais (GOCNAE). O GOCNAE passou em seguida a ser designado de CNAE, nome pelo qual o INPE foi conhecido até 1971.

▲ 1961-1971 – Fase pioneira para o estabelecimento da infra-estrutura física, formação de recursos humanos, criação e desenvolvimento de programas e projetos nas áreas de ciências espaciais, meteorologia, mecânica orbital, sensoriamento remoto e análise de sistemas. Neste período foram criados e desenvolvidos projetos nas áreas de ciências espaciais e atmosféricas e geofísica (projetos MARE, MIRO, TELA, OBRA, LUME, SAFO, RADA/SOL, EXAME, RASA, SONDA e GEOS). Foram desenvolvidos projetos tecnológicos (ou de pesquisa aplicada) como o Satélite Avançado de Comunicações Interdisciplinares (SACI), explorando a transmissão e conteúdos educacionais por meio de satélites de comunicações; Sensoriamento Remoto (SERE), para o levantamento de recursos naturais utilizando técnicas de sensoriamento remoto, e; MESA, com vistas ao estabelecimento de competência em meteorologia por satélites. Em 1968, a partir do projeto PORVIR, o INPE dá início às suas atividades de pós-graduação. Nesta fase foram lançadas as bases das grandes áreas de atuação originais do INPE: Ciências Espaciais; Sensoriamento Remoto e Meteorologia.

▲ 1965 – A CNAE sedia o Segundo Simpósio Internacional de Aeronomia Equatorial (SISEA). Este evento resultou das atividades científicas empreendidas em cooperação com a NASA.

▲ 1971 – A CNAE é extinta e em seu lugar é criado o INPE (ainda como Instituto de Pesquisas Espaciais).

▲ 1973 – Tem início a recepção de imagens do satélite americano LANDSAT-1, anteriormente denominado ERTS. Esta foi a iniciativa precursora que abriu caminho para investimentos na recepção de dados dos satélites SPOT, GOES, NOAA, METEOSAT e ERS-1 ao longo dos anos 80 e início da década de 90. A recepção dos dados dos satélites SCD e CBERS teve início nos anos 90, seguida da obtenção regular de dados de outros satélites estrangeiros nos anos 00.

▲ 1974 – O Laboratório de Processamento de Imagens inicia suas atividades em Cachoeira Paulista. O INPE a realiza no Brasil a 17ª Reunião do Comitê de Pesquisa Espacial (COSPAR). O início das atividades de processamento de imagens em escala operacional permitiu que o INPE iniciasse sua distribuição em bases comerciais de forma continuada.

▲ 1978 – Tem início a elaboração da proposta para a Missão Espacial Completa Brasileira (MECB). A proposta para a MECB lançaria as bases para o desenvolvimento da área de Tecnologia Espacial no INPE. É realizada a primeira edição do Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), que firmou-se como o maior evento nacional na área, já estando em sua décima terceira edição. O INPE apresenta o primeiro trabalho sobre o desmatamento na região amazônica a partir de imagens de satélites.

▲ 1980 – O programa MECB é aprovado. Este evento seria um divisor de águas para o INPE, tendo em vista o aumento de seu orçamento, os recursos humanos contratados e a infra-estrutura que pôde ser montada.

▲ 1983 – As atividades do Programa Antártico Brasileiro (PROANTAR) são iniciadas. Elas contarão desde então com a ativa e permanente participação de cientistas e técnicos do INPE. Na Antártica o INPE desenvolve desde então pesquisas em geofísica, física da alta atmosfera, meteorologia, clima e oceanografia. O INPE lança o Sistema Interativo de Tratamento de Imagens (SITIM) e transfere os direitos de fabricação para a indústria.

▲ 1984 – O INPE participa de missão diplomática a China, na qual são estabelecidas as bases para a cooperação espacial entre as duas nações.

▲ 1985 – O INPE deixa o CNPq e passa a ser subordinado ao Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT). É criado o Laboratório de Ozônio para o estudo da distribuição deste gás na atmosfera terrestre e de gases associados ao efeito estufa. O INPE oferece o 1º Curso Internacional de Sensoriamento Remoto.

▲ 1985-1987 – É realizado o Experimento da Troposfera Global na Camada Limite sobre a Atmosfera da Amazônia (GTE/ABLE) em colaboração com a NASA e outras organizações nacionais e estrangeiras. Este experimento deu continuidade às colaborações científicas com a NASA na área de ciências espaciais iniciadas nos anos 60.

▲ 1987 – É inaugurado o Laboratório de Integração e Testes (LIT). Tem início a recepção de dados do sistema de salvamento COSPAS-SARSAT, que foi fundamental para a localização de avião da Varig que fez um pouso forçado em São José do Xingu em 1989.

▲ 1988 – É inaugurado o Centro de Rastreamento e Controle de Satélites (CRC). É assinado o protocolo que deu origem ao Programa Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres (China-Brazil Earth Resources Satellite - CBERS). É lançado o projeto Avaliação da Alteração da Cobertura Florestal na Amazônia Legal, mais tarde denominado Projeto Desflorestamento da Amazônia Legal (PRODES), e o Programa de Monitoramento da Amazônia (AMZ). O PRODES continua ativo e é a fonte primária de informações para as decisões do Governo Federal para as políticas de combate ao desmatamento na Amazônia.

Resenha histórica e contribuições do INPE no período 1961-2007*

(*) marcos referentes a missões de satélites indicados em vermelho

Elaborado por Petrônio Noronha de Souza/CPA
Fevereiro de 2008

▲ 1990 – O INPE passa a chamar-se Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. É publicado o Atlas de Alteração da Cobertura Florestal da Amazônia. O INPE firma-se definitivamente como a organização pública de referência no Brasil para a mensuração do desmatamento na região amazônica.

▲ 1992-1994 – Período em que ocorre a inauguração do Centro de Visitantes e o lançamento do projeto de Detecção de Queimadas a partir de imagens de satélites NOAA.

▲ 1993 – O Satélite de Coleta de Dados-1 (SCD-1) é lançado com um foguete americano Pegasus. O SCD-1 marcou o cumprimento de um dos três objetivos originais da MECB, o de ter em órbita um satélite desenvolvido no Brasil. Os outros dois objetivos – ter um lançador nacional lançado de uma base de lançamentos também nacional – não foram integralmente atingidos até o encerramento do programa. É lançado o Sistema de Informações Geográficas do INPE (SPRING), que passou a ser distribuído gratuitamente e receber atualizações sucessivas. O software SPRING construiu uma enorme base de usuários. Hoje ele continua sendo distribuído, com ênfase crescente na utilização de plataformas de software livre (LINUX).

▲ 1994 – É inaugurado o Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC) e é instalado no INPE o Instituto Interamericano de Pesquisa em Mudanças Globais (IAI). Com a oferta de serviços de detecção de queimadas em tempo real, juntamente com o incremento na distribuição de dados meteorológicos e climáticos pela Internet em base ininterrupta, o CPTEC torna-se em pouco tempo o maior provedor nacional de informações e serviços ambientais.

▲ 1995 – É realizado o experimento Smoke, Clouds, and Radiation-Brazil (SCAR-B) em colaboração com a NASA.

▲ 1996-1997 – A homepage do CPTEC é premiada em concurso nacional do Ministério da Administração e Reforma do Estado (MARE). Destaca-se a atuação do CPTEC na previsão e divulgação do fenômeno climático El Niño, alertando a sociedade para os seus impactos nas áreas econômica e social. Tem início o desenvolvimento do Experimento de Grande Escala da Biosfera-Atmosfera na Amazônia (LBA), em parceria com organizações de 12 países. Quando criado sob a liderança do INPE, o experimento LBA tinha como objetivo buscar respostas fundamentais sobre os ciclos da água, energia, carbono, gases e nutrientes na Amazônia e determinar como esses ciclos são alterados devido ao uso da terra pelo homem.

▲ 1997 – O satélite SCD2-A é perdido no lançamento do primeiro protótipo do Veículo Lançador de Satélites (VLS). O Brasil ingressa no Programa Estação Espacial Internacional (ISS), tendo o INPE como a organização responsável pela execução das atividades previstas para o Brasil.

▲ 1998 – Ocorre o lançamento do satélite SCD-2 por meio de um foguete Pegasus. Com este lançamento completou-se a tarefa inicial do INPE perante a MECB: a de lançar dois satélites para a transmissão de dados ambientais. A tarefa de lançar dois satélites com a missão de observação da Terra só viria a se materializar por meio dos satélites da série CBERS.

▲ 1999 – Ocorre o lançamento do satélite CBERS-1 e do SACI-1 por meio de um foguete chinês da classe Longa Marcha. Por meio da parceria que levou ao CBERS-1, China e Brasil passaram a dominar o ciclo de especificação, desenvolvimento, fabricação, integração, testes, lançamento e operação de satélites ópticos de observação da Terra de média resolução. Em virtude da falha em órbita, o satélite SACI-1 não chegou a entrar em operação. Em outubro deste ano o satélite SACI-2 é perdido no lançamento do segundo protótipo do VLS.

▲ 2000 – Sob a coordenação do INPE é realizado no Brasil o 51º Congresso Internacional de Astronáutica, promovido anualmente pela International Astronautical Federation (IAF). É introduzida a gestão do orçamento por meio do Plano Plurianual 2000-2003 (PPA).

▲ 2001 – O INPE passa a alternar com a China o controle do satélite CBERS-1.

▲ 2002 – O INPE comemora vinte anos de atividades na Antártica. Dá-se o lançamento do instrumento Sondador de Umidade Brasileiro (HSB) a bordo do satélite Aqua da NASA.

▲ 2003 – Dá-se o lançamento do satélite CBERS-2 com um foguete chinês Longa Marcha. O satélite SCD-1 completa 10 anos de operação em órbita. O acordo de cooperação com a China é renovado com o objetivo de desenvolver os satélites CBERS 2B, 3 e 4. Em agosto deste ano, em um acidente com o terceiro protótipo do VLS, é perdido o satélite tecnológico SATEC.

▲ 2004 – Tem início a distribuição gratuita das imagens CBERS pela Internet. Esta iniciativa marcou uma enorme mudança na política adotada para a disseminação destas informações. Com ela o INPE tornou-se o líder mundial na quantidade de imagens distribuídas, embora restritas ao território nacional. Dá-se o lançamento do sistema Detecção de Desmatamento em Tempo Real (DETER) e da Rede Integrada Nacional de Detecção de Descargas Atmosféricas (RINDAT).

▲ 2005 – O LIT atinge a marca de mil empresas clientes. Em junho o INPE atinge a marca de cem mil imagens CBERS distribuídas pela Internet. O INPE encerra suas atividades para o programa ISS.

▲ 2006 – O INPE lança o Programa Espaço e Sociedade e as bases para o desenvolvimento de uma nova área de competência em Ciência do Sistema Terrestre (CST). O INPE qualifica, de acordo com as normas exigidas para vôos tripulados, os equipamentos e experimentos brasileiros que foram operados na Estação Espacial Internacional (ISS) pelo astronauta Marcos Pontes. O INPE disponibiliza imagens do CBERS, de forma ainda experimental, para os Estados Unidos, dentro da iniciativa de comercialização do produto para países interessados. O INPE torna-se centro de distribuição dos dados e imagens do satélite meteorológico GOES 10, após manobra de reposicionamento orbital que passou a proporcionar melhor e mais freqüente cobertura do Brasil e da América do Sul. A rede de Plataformas de Coletas de Dados (PCD) já conta com aproximadamente setecentas plataformas distribuídas no território nacional e nações vizinhas.

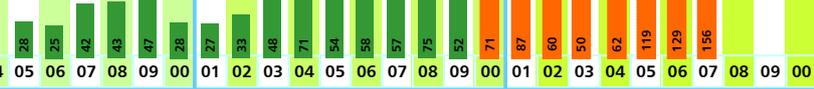
▲ 2007 – O INPE supera a marca de 300.000 imagens CBERS distribuídas. Em agosto é lançado o Plano Diretor para o período 2007-2011. Em setembro é lançado com sucesso o satélite CBERS-2B.

Orçamento do INPE [Custeio + Capital]

MUS\$ do ano

MR\$ do ano

01 02 03 04 05 06 07 08 09 00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 00



(página em branco)

Apêndice 2: Desenvolvimento de satélites no INPE no período 1961-2007

(página em branco)

1961-1970

1971-1980

1981-1990

1991-2000

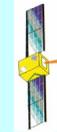
2001-2010

01 02 03 04 05 06 07 08 09 00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 00



1968 – É proposto o projeto **SACI (Satélite Avançado de Comunicações Interdisciplinares)**. O projeto previa a construção de um satélite de telecomunicações para aplicações educacionais. Embora a ideia da construção do satélite tenha se mostrado inviável na época, sua aplicabilidade foi demonstrada por meio de um programa de tele-educação a distância realizado no período de 1973 a 1975. O satélite americano ATS-6 foi utilizado neste programa, por 30 minutos diários, entre março e maio de 1975.

MECB



SSR



SCD



SCD-3



SCD-2A

1979 – É proposta a **Missão Espacial Completa Brasileira (MECB)**. Aprovada no início de 1980, o segmento espacial da MECB previa a construção de 4 satélites: 2 de coleta de dados (SCDs) e dois de sensoriamento remoto (SSRs). O lançamento do primeiro satélite da MECB (SCD-1) estava previsto para ocorrer em junho de 1986. O SCD-1 foi lançado em fevereiro de 1993 pelo foguete americano Pegasus e o SCD-2 em outubro de 1998, pelo mesmo foguete. O custo de construção e lançamento dos SCDs foram: SCD-1 (satélite: US\$ 20M; lançamento: US\$ 13,5M) ; SCD-2 (satélite: US\$ 11M; lançamento: US\$ 15M). Os SSRs não foram construídos.

1993 – No final de 1993 foi aprovado o projeto do **SCD-3**, que daria seqüência a missão dos SCDs, mas incorporando melhoramentos que teriam como principal objetivo capacitar o INPE em tecnologias de telecomunicações em órbita baixa. O satélite nunca foi construído.

1996 – É iniciada a construção do **SCD-2A**. Uma réplica do SCD-2, o SCD-2A foi construído para servir de carga útil para o primeiro voo do Veículo Lançador de Satélites (VLS). O SCD-2A foi perdido com a falha no lançamento do VLS-01 em novembro de 1997. O custo de construção do satélite foi de US\$ 3M.

1993 – Lançamento do SCD-1.



1998 – Lançamento do SCD-2.



1997 – Lançamento do SCD-2A no VLS-01.



CBERS



CBERS

1988 – O programa Sino-Brasileiro para a construção de dois satélites de sensoriamento remoto (China-Brasil Earth Resources Satellite – **CBERS**) é lançado. O programa previa um custo total para construção e lançamento dos dois satélites de US\$ 233,3M (satélites US\$ 155,6M; lançamentos US\$ 77,7M, em valores de 2003), sendo que o Brasil seria responsável por 30% deste valor. Era previsto que o CBERS-1 seria lançado em 1993. O CBERS-1 foi lançado em 1999 e o CBERS-2 em 2003, ambos pelo foguete chinês Longa Marcha 4. Os gastos totais realizados pela parte brasileira com os dois satélites foram de US\$ 90,1M (satélites US\$ 71,9M ; lançamentos US\$ 18,2M, em valores de 2003) .

1999 – Lançamento do CBERS-1.



2003 – Lançamento do CBERS-2.

2007 – Lançamento do CBERS-2B.



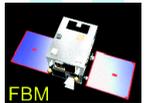
2002 – É acordado entre Brasil e China a construção de mais dois satélites de sensoriamento remoto. Os **CBERS 3 e 4** têm a mesma missão dos satélites 1 e 2, mas carregam um conjunto mais sofisticado de câmeras imageadoras. Na proposta original previa-se o lançamento do CBERS-3 em 2007 e do CBERS-4 em 2010. O custo total dos dois satélites, mais os lançamentos é estimado em US\$ 200M (satélites US\$ 150M; lançamentos US\$ 50M), sendo o Brasil responsável por 50% deste valor.

2004 – De forma a manter a disponibilidade de provimento de imagens entre o final da vida útil do CBERS-2 e início de operação do CBERS-3 é acordado entre Brasil e China a construção do **CBERS-2B**. O satélite é muito similar às versões 1 e 2, mas incorpora uma câmera de alta resolução em substituição a uma câmera imageadora no espectro infra-vermelho presente nos CBERS-1 e 2. O custo estimado para construção e lançamento do CBERS-2B foi de US\$ 75M (satélite US\$ 50M; lançamento US\$ 25M), sendo o Brasil responsável por 30 % deste valor. O valor total alocado pelo Brasil para a construção e lançamento do satélite foi de US\$ 15M. O lançamento era originalmente previsto para 2006, tendo sido realizado em setembro de 2007.

Satélites Científicos



SACI



MCE

1995 – Com o apoio da Finep, iniciou-se em 1995 o projeto da construção de um micro-satélite de aplicações científicas (**SACI-1**). O projeto previa o lançamento do SACI-1 como "carona" do CBERS-1 no foguete chinês Longa-Marcha 4. O custo estimado da construção do satélite era de US\$ 5M, sendo efetivamente gastos US\$ 4,6M. O satélite foi colocado em órbita mas não funcionou.

1997 – Em 1997 foi proposta a construção de um segundo satélite de aplicações científicas (**SACI-2**), semelhante ao SACI-1, com o objetivo de ser a carga útil do segundo lançamento do VLS. O SACI-2 teve um custo de US\$ 1M. O satélite foi perdido na falha do lançamento do VLS-02, em dezembro de 1999.

1995 – Em 1995 é feito um acordo entre Brasil e França (INPE e CNES) para a construção de um micro-satélite científico, o **Satélite Franco-Brasileiro (FBM)**. O custo estimado para a construção do satélite era de US\$ 11 M. Originalmente ele deveria ser lançado como carona em um foguete Ariane 5. Posteriormente comutado para um lançamento pelo VLS, previsto para acontecer em 2002. Em 2003 o CNES saiu do programa, sendo o mesmo posteriormente descontinuado.

2000 – Dentro da Ação de satélites científicos 2462 do PPA é proposto um micro-satélite para monitoramento da atmosfera e ionosfera na região equatorial (**Equars**). O custo de desenvolvimento do satélite foi estimado em US\$ 10M, com lançamento previsto para 2007 no VLS.

2000 – Dentro da ação de satélites científicos 2462 é proposto um micro-satélite para monitoramento do núcleo da via-láctea em raios X (**MIRAX**). Previa-se o lançamento em um foguete indiano em 2008, ou no VLS.

2000 – Dentro da ação de satélites científicos 2462 é proposto um satélite para monitoramento do clima espacial (**MCE**). O MCE faria parte de uma constelação de três satélites a ser desenvolvida em conjunto com a Rússia e Ucrânia, com lançamento previsto para depois de 2008. Este programa foi posteriormente cancelado.

1999 – Lançamento do SACI-1 como carona do CBERS-1.



1999 – Lançamento do SACI-2 no VLS-02.



Desenvolvimento de satélites e plataformas espaciais no INPE no período 1961-2007

Elaborado por Fabiano Luis de Sousa – Setembro de 2007 (1/3)

1961-1970

1971-1980

1981-1990

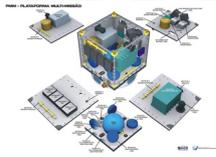
1991-2000

2001-2010

01 02 03 04 05 06 07 08 09 00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 00

Plataforma Multi-Missão

PMM

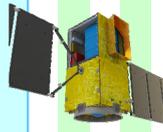


2001 – Concebida no final dos anos 90, em 2001 foi iniciado o desenvolvimento da Plataforma Multi-Missão (PMM). A PMM tem como objetivo prover uma plataforma "standard" que possa ser utilizada para diversos tipos de missões espaciais (cargas úteis) de médio porte, em órbita baixa. Seu custo de desenvolvimento é estimado em US\$ 45M. A primeira missão prevista utilizando a PMM seria um satélite de observação da Terra desenvolvido em conjunto com a Argentina, com data prevista para lançamento no final de 2004, posteriormente descontinuado.

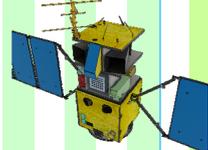
MAPSAR



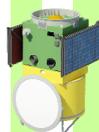
2001 – Neste ano foram também iniciados estudos para uma missão de observação da Terra com um imageador Radar, denominada MAPSAR. Desenvolvido em conjunto com a Alemanha (DLR), que proveria a carga útil, o projeto previa originalmente o lançamento do MAPSAR em 2008. Em 2007 foi iniciada a fase B do programa, com previsão de 5 anos para o desenvolvimento, a um custo estimado de 100M de Euros.



Amazônia



Lattes



GPM

2006/2007 – Neste período foram iniciados os estudos de três novas missões utilizando a PMM como plataforma de serviços para as cargas úteis. O satélite Amazônia-1 seria um satélite de sensoriamento remoto que complementaria a missão do CBERS 3, de forma a prover imageamento global com um intervalo de 2 dias. Já o Lattes-1 seria um satélite científico que congregaria em uma única plataforma as missões previstas originalmente para os satélites Equars e Mirax. Finalmente o GPM seria um satélite que faria parte de uma constelação internacional com o objetivo de medir o nível de precipitação global. O Amazônia-1, o Lattes-1 e o GPM têm previsão para estarem prontos em 2009, 2010 e 2014, respectivamente.

Outras Iniciativas

ECO-8

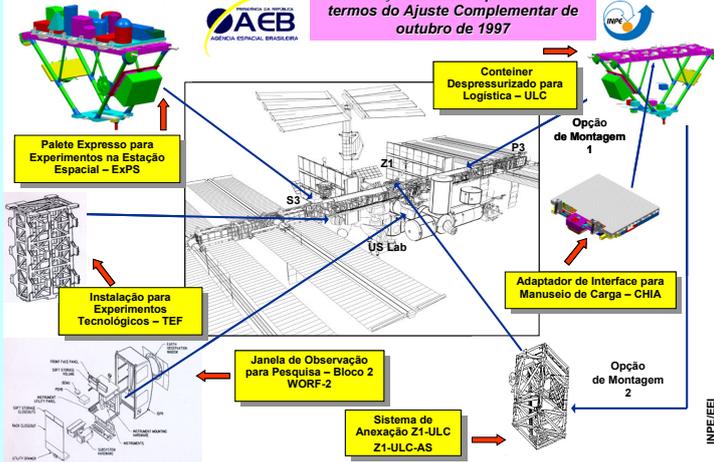
1994 – Neste ano foi aprovado o programa para o desenvolvimento de uma constelação de pequenos satélites em órbita equatorial para provimento de serviços de telecomunicações. Consistindo de oito satélites, o programa ECO-8 previa que a operação do sistema se iniciaria em 1997 e teria um custo total de US\$ 40M. Este programa foi posteriormente cancelado.



SABIA

1996 – Neste ano é firmado um acordo entre os governos do Brasil e da Argentina para o desenvolvimento de um satélite de sensoriamento remoto (SABIA). O projeto nunca foi desenvolvido.

Contribuição Brasileira para a ISS nos termos do Ajuste Complementar de outubro de 1997

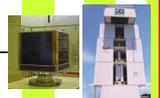


1997 – Neste ano é firmado um acordo entre os governos do Brasil e dos Estados Unidos que estabelecia as bases para a participação brasileira na Estação Espacial Internacional (ISS – International Space Station). Dentro do programa o Brasil se comprometia a entregar diversos itens a um custo estimado em US\$ 120M, em um período de 5 anos. No período de 1997 a 2002 foram gastos no programa US\$ 27,1M. Por uma decisão governamental a ação foi encerrada no INPE no final de 2004.

Estação Espacial Internacional

SATEC

2002 – De forma a ser utilizado como carga útil do terceiro lançamento do VLS, foi desenvolvido um micro-satélite tecnológico (SATEC), a um custo na ordem de US\$ 1,5M. O satélite foi destruído no acidente com o VLS-03, em 2003.



Desenvolvimento de satélites e plataformas espaciais no INPE no período 1961-2007

Elaborado por Fabiano Luis de Sousa – Setembro de 2007 (2/3)

Principais Características Técnicas de Satélites do INPE

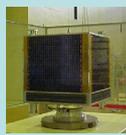


PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS

Forma do satélite: prisma octogonal.
 Diâmetro: 1 metro.
 Altura: 1,55 metros (com as antenas).
 Peso: 115 quilos.
 Potência mínima do painel solar: 70W.
 Estrutura: alumínio.
 Controle térmico passivo.
 Estabilização de atitude por rotação.
 Mínimo para estabilização: 25 RPM.
 Sensores de atitude: magnetômetro de 3 eixos e sensor solar.
 Telemetria e telecomando: 160 canais de telemetria e 64 telecomandos diretos.
 Inclinação da órbita: 25°.
 Altura da órbita: 750 km.

SCD-1/2/2A

Órbita Circular 750 km (equatorial)
 Massa 57 kg
 Gerador Solar 20 W
 Bateria 5Ah (NiCd)
 Transmissor S-band QPSK
 Estabilização Spin 120 rpm
 Vida Útil 6 meses



SATEC

FBM

MECHANICS:
 mass: 100 kg
 Passive thermal control
 dimensions: 600x700x800mm

POWER
 Solar Generator: 200 W
 Battery: 10 A.h NiCd



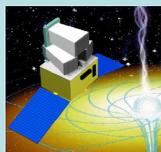
TMTC:
 S-band
 QPSK
 TM: 200kbps
 TC: 20kbps

ON_BOARD DATA HANDLING:

On board computer
 800 Mbits mass memory

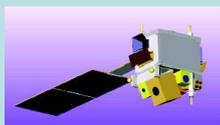
MIRAX

Órbita equatorial
 Potência: 250 W
 Massa: 250 kg
 Dimensões: 700x800x1300 (mm)
 Vida útil: 3 anos



Equars

Órbita equatorial
 Potência: 250 W
 Massa: 130 kg
 Dimensões: 700x800x1000 (mm)
 Vida útil: 3 anos



CBERS

Características	CBERS-1 e 2	CBERS 2B	CBERS-3 e 4
Massa total	1450 kg	1450 kg	2000 kg (máx.)
Potência gerada	1100 W	1100 W	1500 W (mín.)
Dimensões do corpo	1,8 X 2 X 2,2 m	1,8 X 2 X 2,2 m	1,8 X 2 X 2,5 m
Dimensões do painel	6,3 X 2,6 m	6,3 X 2,6 m	6,3 X 2,6 m
Altitude da órbita héliossíncrona	778 km	778 km	778 km
Propulsão	hidrazina	hidrazina	hidrazina
Tempo de vida (confiabilidade de 0,6)	2 anos	2 anos	3 anos
Estabilização	3 eixos	3 eixos	3 eixos
Telemetria e Telecomando	bandas UHF, VHF e S	bandas UHF, VHF e S	banda S

Imageadores

CBERS-1&2

	CCD	IR-MSS	WFI
BANDAS (µm)	0.51 - 0.73 (pan) 0.45 - 0.52 0.52 - 0.59 0.63 - 0.69 0.77 - 0.89	0.50 - 1.10 (pan) 1.55 - 1.75 2.08 - 2.35 10.40 - 12.50	0.63 - 0.69 0.76 - 0.90
RESOLUÇÃO ESPACIAL (m)	20	90 (pan e IV) 160 (thermal)	260
RESOLUÇÃO TEMPORAL	Nadir: 26 dias fora do nadir: 3 dias (± 32°)	26 dias	3-5 dias
LARGURA DA VISADA NO SOLO	120km	120km	900km

CBERS-2B

Câmeras	Resolução	Bandas	Faixa imageada
CCD	20 m	B, G, R, NIR, PAN	120 km, visada lateral (32°)
HRC	2,5 m	PAN	27 km, visada lateral (4°)
WFI	260 m	R, NIR	890 km

CBERS3&4

Câmeras	Resolução	Bandas	Faixa imageada
PAN	5 m 10m	PAN, G, R, NIR	60 km, visada lateral (32°)
MUX	20 m	B, G, R, NIR	120 km
IRS	40 m 80 m	NIR, MIR, TIR	120 km
WFI	73 m	B, G, R, NIR	890 km



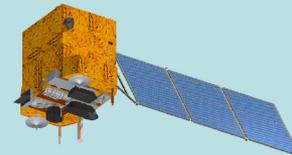
CBERS-1



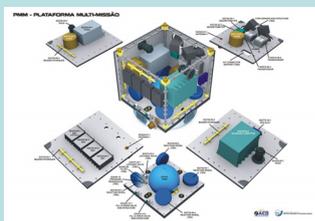
CBERS-2



CBERS-2B



CBERS-3 & 4



Massa	185 Kg
Consumo de Potência	150W
Potência disponível à Carga Útil	180W (80W durante eclipse)
Inclinações de órbita	0 a 90
Altitudes de órbita	400 Km a 1500 Km
Estabilização	3 eixos

Capacidade de carga útil: PMM

Massa: até 280 kg
 Volume: compatível com classe de lançadores
 Potência: 225 W média, 900 W pico
 Órbitas: quase-equatorial e polar, 600 a 1200 km de altura

SACI

Órbita polar
 Potência para experimentos: 30 W
 Massa: 60 kg
 Dimensões: 600x400x400 (mm)
 Vida útil: 1,5 anos



Desenvolvimento de satélites e plataformas espaciais no INPE
 no período 1961-2007

Elaborado por Fabiano Luis de Sousa – Setembro de 2007 (3/3)

(página em branco)

Apêndice 3: Dados sobre as missões de satélites do PPA 2008-2011⁵¹

⁵¹ Informações organizadas a partir de consultas junto aos gerentes dos projetos no INPE.

(página em branco)

CBERS-3&4: China Brazil Earth Resources Satellite

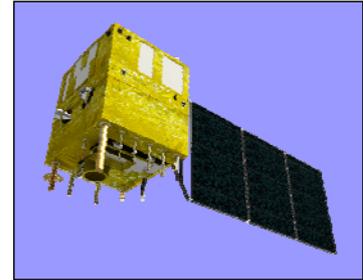


Ilustração artística do satélite CBERS

1 – Dados Gerais

Nome do satélite: CBERS-3 e CBERS-4

Início do projeto (ano): novembro de 2004

Vida nominal e confiabilidade associada (anos): 3 anos (confiabilidade 0,6)

Órbita (altitude, tipo e horário de passagem): Órbita heliosíncrona (778km)

Tipo de estabilização: 3 eixos

Precisão da atitude: 0,1 grau

Massa no lançamento: 2.000kg máx

Cargas úteis designadas (nome e finalidade de cada uma):

- Câmera PAN (5m – 10m resolução / 60km swath)
- Câmera MUX (20m res / 120km swath)
- Câmera IRS (40m – 80m res / 120km swath)
- Câmera WFI (73m res / 890km swath)
- Sistema DCS (Transponder de Coleta de Dados). Operação em *nadir viewing*.

Dimensões aproximadas dos satélites na configuração de lançamento: 1,8m x 2,0m x 2,5m

Potência elétrica média dos painéis (BOL): 1.500W min

Capacidade de armazenamento de dados da missão: 274 Gbits (EOL)

Taxa de transmissão dos dados da missão: 300 Mbit/s

Características da comunicação de serviço: Banda S

2 – Lançamento e Lançadores

Datas de Lançamentos:

- CBERS-3 – 2010
- CBERS-4 – 2013

Opções de Lançadores:

- CBERS-3 – Longa Marcha-4B (CZ-4B)
- CBERS-4 – Longa Marcha-4B (CZ-4B) ou Cyclone-4B

3 – Tecnologias Críticas para a Missão

Tecnologias críticas para o desenvolvimento da plataforma: -

Tecnologias críticas para o desenvolvimento das cargas úteis: -

Tecnologias críticas para o desenvolvimento de segmento solo (controle e aplicações): -

4 – Custos (em milhões de R\$ - MR\$)

Custos estimados dos contratos industriais (por ano):

- 2004 = MR\$ 5,091
- 2005 = MR\$ 38,535
- 2006 = MR\$ 51,966
- 2007 = MR\$ 49,250
- 2008 = MR\$ 60,113

- 2009 = MR\$ 41,575
- 2010 = MR\$ 7,513
- **Total** = MR\$ 254,043

Custos estimados da contribuição do INPE por ano (AIT, componentes, etc.):

- 2004 = MR\$ 3,895
- 2005 = MR\$ 33,852
- 2006 = MR\$ 18,930
- 2007 = MR\$ 36,914
- 2008 = MR\$ 25,926
- 2009 = MR\$ 21,162
- 2010 = MR\$ 4,900
- 2011 = MR\$ 6,676
- 2012 = MR\$ 4,400
- 2013 = MR\$ 4,400
- **Total** = MR\$ 161,055

Custo estimado do lançamento: de MR\$ 66 a MR\$ 70

5 – Recursos humanos necessários

Equipes do INPE necessárias para as fases C e D do projeto (mão de obra equivalente em número de servidores em dedicação integral)⁵²:

Categorias	Fase C	Fase D
• Sistema e apoio (ETE)	10	11
• Subsistemas da DEA (ETE)	18	15
• Subsistemas da DMC (ETE)	4	1
• Manufatura (ETE)	3	1
• Integração e Testes (LIT)	3	10
• Garantia do Produto (ETE)	6	3
• Solo (ETE)	5	1
• Centro de Controle (CRC)	3	1
• Aplicações (OBT)	4	4
Totais:	56	47

6 – Gestão

Perfil da participação industrial:

- Consórcio CFF (Cenic e Fibraforte): Estrutura
- Aeroeletrônica: Suprimento de Energia (PSS)
- Neuron: Antenas do DCS e TTCS
- Consórcio Omnisys, Neuron: Coleta de Dados (DCS)
- Consórcio Omnisys, Neuron: Antena do MWT

⁵² Para efeito de cômputo da demanda por recursos humanos da ETE, as quantidades serão mapeadas da seguinte forma para as categorias estabelecidas no Roteiro:

Categorias	Fase C	Fase D
• G01 – Administrativo	4	4
• G02 – Engenharia de Sistemas	6	7
• G03 – Especialistas	23	15
• G04 – Gerenciamento e Garantia do Produto	6	3
• G05 – Suporte técnico	7	3
Totais	46	32

- Consórcio Omnisys, Neuron: Subsistema MWT
- Opto Eletrônica: Câmera MUX
- Consórcio WFI: Equatorial e Opto Eletr. Câmera WFI
- Omnisys: Subsistemas OBDH e AOCS
- Consórcio TTCS: Mectron, Neuron e Beta Telecom: Subsistema TTCS
- Mectron: Gravador de Dados Digital (DDR)

Parcerias nacionais e sua contribuição: -

Parcerias internacionais e sua contribuição: CAST (Chinese Academy of Space Technology): 50% de parceria no Programa CBERS 3&4

Amazônia-1

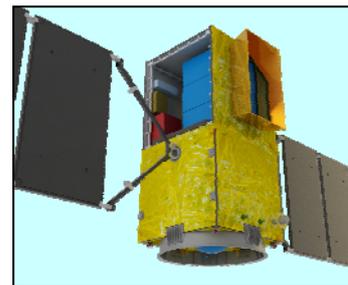


Ilustração artística do satélite Amazônia-1

1 – Dados Gerais

Nome do satélite: Amazônia 1

Início do projeto (ano): Meados de 2006 (com este nome)

Vida nominal e Confiabilidade associada (anos): 4 anos (confiabilidade EOL da PMM)

Órbita (altitude, tipo e horário de passagem): mesma do CBERS para complementaridade de missão (778km)

Tipo de estabilização: 3 eixos

Precisão da atitude⁵³:

- Precisão de apontamento: 0,05° (3 σ)
- Estabilidade (*Drift*): 0,001°/s
- Jitter: 0,0001°
- Determinação de Atitude: 0,005° (3 σ)
- Agilidade: 30° em 180 segundos

Massa no lançamento: 500kg

Cargas úteis designadas (nome e finalidade de cada uma):

- Imageador WFI 40m de resolução 700km de varredura
- Sistema DCS (Transponder de Coleta de Dados). Operação em *nadir viewing*.

Dimensões aproximadas do satélite na configuração de lançamento: 1,1m x 1,1m x 2m

Potência elétrica média dos painéis⁵⁴: 225W média e 900W pico

Capacidade de armazenamento de dados da missão: usada a de 220 Gbit para padronização

Taxa de transmissão dos dados da missão: 300 Mbit/s

Características da comunicação de serviço: TT&C da PMM – Banda S, CCSDS

2 – Lançamento e Lançadores

Datas de Lançamentos: Final de 2010

Opções de Lançadores: Taurus, Vega, Dnepr-1, Cyclone 4 A/B, Delta 2, Rocket

Outras opções: Longa Marcha-4B (CZ-4B)

3 – Tecnologias Críticas para a Missão

Tecnologias críticas para o desenvolvimento da plataforma: ACDH

Tecnologias críticas para o desenvolvimento das cargas úteis: Detectores no infravermelho / SWIR

Tecnologias críticas para o desenvolvimento de segmento solo (controle e aplicações): -

⁵³ Usada a especificação limite por ser a primeira missão.

⁵⁴ Disponível para as cargas úteis em EOL.

4 – Custos (em milhões de R\$ - MR\$)

Custos estimados dos contratos industriais (por ano):

- PMM – MR\$ 40 / 3 anos (sem desenvolvimento do ACDH)
- Carga útil – MR\$ 35 / 3 anos

Custos estimados da contribuição do INPE por ano (AIT, componentes, etc.): MR\$ 9 / 3 anos

Custo estimado do lançamento: de MR\$ 20 a MR\$ 70

5 – Recursos humanos necessários

Equipes da ETE necessárias para as fases C e D do projeto (mão de obra equivalente em número de servidores em dedicação integral):

Categorias	Fase C	Fase D
• G01 – Administrativo	1	1
• G02 – Engenharia de Sistemas	4	4
• G03 – Especialistas	4	5
• G04 – Gerenciamento e Garantia do Produto	4	5
• G05 – Suporte técnico	2	5
Totais	15	20

6 – Gestão

Perfil participação industrial: PMM e Carga Útil

Parcerias nacionais e sua contribuição: -

Parcerias internacionais e sua contribuição: -

Lattes-1

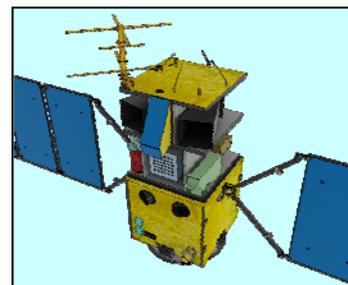


Ilustração artística do satélite Lattes-1

1 – Dados Gerais

Nome do satélite: Lattes-1

Início do projeto (ano): 2007

Vida nominal e Confiabilidade associada (anos): 4 anos (confiabilidade EOL da PMM)

Órbita (altitude, tipo e horário de passagem): LEO; 650km; 10 graus

Tipo de estabilização: 3 eixos

Precisão da atitude:

- Precisão de apontamento: $< 0,1^\circ (3\sigma)$
- Estabilidade: $< 0,01^\circ/\text{min}$
- Determinação de Atitude: $< 0,05^\circ (3\sigma)$

Massa no lançamento: 450kg

Cargas úteis designadas (nome e finalidade de cada uma):

- Integrated GPS Occultation Receive (GROM) – medidas do perfil de temperatura nas várias camadas da atmosfera, quantidade de vapor de água e concentração de elétrons
- Mesospheric Limb Temperature Mapper (MLTM) – medidas de temperatura na Mesosfera
- Tiny Ionospheric Photometer (TIP) – observar irregularidades do plasma na ionosfera
- Ionospheric Plasma Experiments (IONEX) – levantamento da densidade de plasma e temperatura de elétrons na ionosfera
- Alpha Proton Experiment (APEX) – contador de partículas
- Electrostatic Energy Analyzer (ELISA) – análise atmosférica por meio de sensor eletrostático
- Coherent Electromagnetic Radio Tomography (CERTO) – verificar cintilações na ionosfera
- Soft X-ray Imager – mapeamento de fontes de energia e fenômenos transientes
- Hard X-ray Imager (2 unidades) – mapeamento de fontes de energia e fenômenos transientes
- Sistema DCS (Transponder de Coleta de Dados). Operação em *nadir viewing*.

Dimensões aproximadas do satélite na configuração de lançamento: 1,1m x 1,1m x 2,3m (apêndices, antenas e painel solar não inclusos)

Potência elétrica média dos painéis (EOL para cargas úteis): 225W média e 900W pico

Capacidade de armazenamento de dados da missão: 3 Gbit

Taxa de transmissão dos dados da missão: 1,7 Mbit/s

Características da comunicação de serviço: TT&C da PMM – Banda S, CCSDS

2 – Lançamento e Lançadores

Datas de Lançamentos: Final de 2012

Opções de Lançadores: Falcon 1, Taurus, Vega, Dnepr-1, Cyclone 4 A/B, Delta 2, Rocket

Outras opções: VLS Alfa, Pegasus XL, Start 1

3 – Tecnologias Críticas para a Missão

Tecnologias críticas para o desenvolvimento da plataforma: ACDH

Tecnologias críticas para o desenvolvimento das cargas úteis: Detectores CdZnTe (cádmio, zinco, telúrio) para as câmeras de Raios X

Tecnologias críticas para o desenvolvimento de segmento solo (controle e aplicações): -

4 – Custos (em milhões de R\$ - MR\$)

Custos estimados dos contratos industriais (por ano):

- PMM: MR\$ 40 / 3 anos (sem desenvolvimento do ACDH)
- Carga útil: MR\$ 5 / 3 anos

Custos estimados da contribuição do INPE por ano (AIT, componentes, etc.): MR\$ 3 / 3 anos

Custo estimado do lançamento: de MR\$ 14 a MR\$ 60

5 – Recursos humanos necessários

Equipes da ETE necessárias para as fases C e D do projeto (mão de obra equivalente em número de servidores em dedicação integral)⁵⁵:

Categorias	Fase C	Fase D
• G01 – Administrativo	1	1
• G02 – Engenharia de Sistemas	4	4
• G03 – Especialistas	4	5
• G04 – Gerenciamento e Garantia do Produto	4	5
• G05 – Suporte técnico	2	5
Totais	15	20

Adicionalmente, também serão necessários 5 profissionais da CEA ao longo da Fase C e 4 ao longo da Fase D.

6 – Gestão

Perfil da participação industrial: PMM e desenvolvimento de parte do módulo de Carga Útil

Parcerias nacionais e sua contribuição: Parceria com a Universidade Estadual Paulista (UNESP/Presidente Prudente) permitirá maior rapidez no tratamento dos dados referente ao Experimento GROM

Parcerias internacionais e sua contribuição:

- Parceria com Space Research Organization Netherlands (SRON) permitirá abreviar o tempo necessário para o desenvolvimento do experimento Soft X-ray Imager
- Parceria prevista com o Naval Research Laboratory possibilitará o fornecimento dos experimentos Coherent Electromagnetic Radio Tomography (CERTO) e Tiny Ionospheric Photometer (TIP)
- Parceria prevista com a Utah State University possibilitará o fornecimento do experimento Mesospheric Limb Temperature Mapper (MLTM)

⁵⁵ Foi adotado o mesmo perfil de demanda para a ETE dos satélites Amazônia-1 e MAPSAR.

MAPSAR: Multi-Application Purpose SAR



Ilustração artística do satélite MAPSAR

1 – Dados Gerais

Nome do satélite: MAPSAR – Multi Application Purpose SAR

Início do projeto (ano): janeiro de 2002

Vida nominal e Confiabilidade associada (anos): 4 anos (confiabilidade EOL da PMM)

Órbita (altitude, tipo e horário de passagem): Sol-síncrona phased 610km circular 10h30

Tipo de estabilização: 3 eixos

Precisão da atitude:

- Precisão de apontamento: $< 0,05^\circ (3\sigma)$
- Estabilidade (Drift): $< 0,001^\circ/s$
- Jitter: $< 0,0001^\circ$
- Determinação de Atitude: $< 0,005^\circ (3\sigma)$
- Agilidade: 30° em 180 segundos

Massa no lançamento: 600kg

Cargas úteis designadas (nome e finalidade de cada uma):

- Payload SAR
- Sistema DCS (Transponder de Coleta de Dados). Operação em *nadir viewing*.

Dimensões aproximadas do satélite na configuração de lançamento: 1,1m x 1,1m x 3.5m (massa não uniforme, o que é um facilitador)

Potência elétrica média dos painéis (EOL para cargas úteis): 225W média e 900W pico

Capacidade de armazenamento de dados da missão: Necessidade de 220 Gbit

Taxa de transmissão dos dados da missão: Até 300 Mbit/s

Características da comunicação de serviço: TT&C da PMM – Banda S, CCSDS

2 – Lançamento e Lançadores

Datas de Lançamentos: Final de 2013

Opções de Lançadores: Taurus, Vega, Dnepr-1, Cyclone 4 A/B, Delta 2, Rockot

Outras opções: CZ-4B

3 – Tecnologias Críticas para a Missão

Tecnologias críticas para o desenvolvimento da plataforma: ACDH

Tecnologias críticas para o desenvolvimento das cargas úteis: SAR

Tecnologias críticas para o desenvolvimento de segmento solo (controle e aplicações): -

4 – Custos (em milhões de R\$ - MR\$)

Custos estimados dos contratos industriais (por ano): MR\$ 88,4 / 6 anos

Custos estimados da contribuição do INPE por ano (AIT, componentes, etc.): MR\$ 15,6 / 6 anos

Custo estimado do lançamento: de MR\$ 20 a MR\$ 70

5 – Recursos humanos necessários

Equipes da ETE necessárias para as fases C e D do projeto (mão de obra equivalente em número de servidores em dedicação integral):

Categorias	Fase C	Fase D
• G01 – Administrativo	1	1
• G02 – Engenharia de Sistemas	4	4
• G03 – Especialistas	4	5
• G04 – Gerenciamento e Garantia do Produto	4	5
• G05 – Suporte técnico	2	5
	Totais 15	20

6 – Gestão

Perfil da participação industrial: PMM e componentes da carga útil

Parcerias nacionais e sua contribuição: transferência de tecnologia em SAR, desenvolvimento conjunto da carga útil

Parcerias internacionais e sua contribuição: DLR – Payload SAR

GPM-Br: Global Precipitation Measurement

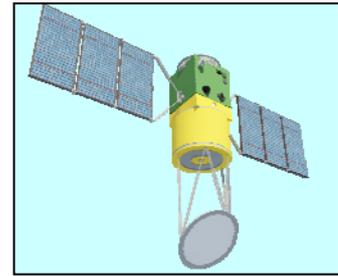


Ilustração artística do satélite GPM-Br

1 – Dados Gerais

Nome do satélite: GPM-Br

Início do projeto (ano): 2005

Vida nominal e Confiabilidade associada (anos): Ciclo de vida ótimo de 3 anos

Órbita (altitude, tipo e horário de passagem):

- Órbita quase equatorial: 30° inclinação, 600 a 700km
- Período da órbita: 96,69 min. swath: 1.365km
- Cobertura máxima (incluindo swath): latitude 36° S

Tipo de estabilização: Três eixos

Precisão da atitude: Conhecimento de apontamento de 0,12 graus (7,2 minutos de arco) sem dependência temporal. Precisão de 0,2 graus por eixo.

Massa no lançamento: 500kg

Massa no das cargas úteis no lançamento:

- Instrumento GMI: 135kg
- Instrumento LIS: 20kg

Cargas úteis designadas (nome e finalidade de cada uma):

- GPM Microwave Imager (GMI) – Radiômetro imageador (*conical scanning*) na faixa de microondas para estimativa de precipitação na superfície. Dotado de sete bandas entre 10, 65 e 183,31 GHz com resoluções de 26 a 6km. Swath de 904km.
- Lightning Imager Sensor (LIS) – Imageador (*cross-track scanning*) para detecção de descargas elétricas atmosféricas (raios). Banda de 0,9994 micrometro, resolução de 4km e swath de 600km.
- Sistema DCS (Transponder de Coleta de Dados). Operação em *nadir viewing*.

Dimensões aproximadas do satélite na configuração de lançamento: (não disponível)

- GMI: Ø 140cm x 140cm
- LIS: 15 x 20 x 25cm

Potência elétrica média dos painéis (EOL para cargas úteis): 225W média e 900W pico

- Consumo GMI: 135W
- Consumo LIS: 25W

Capacidade de armazenamento de dados da missão: (não disponível)

Taxa de transmissão dos dados da missão: (não disponível)

- Demanda do GMI: 35 kbit/s
- Demanda do LIS: 8 kbit/s

Características da comunicação de serviço:

- Banda S, CCSDS

2 – Lançamento e Lançadores

Datas de Lançamentos: 2014

Opções de Lançadores: Taurus ou PSLV

Outras opções: VLS Beta, Vega, Rockot

3 – Tecnologias Críticas para a Missão

Tecnologias críticas para o desenvolvimento da plataforma: Varredura cônica do GMI

Tecnologias críticas para o desenvolvimento das cargas úteis: GMI – Radiometria em canais de microondas embarcado em plataforma espacial; LIS – Imageador de alta taxa de amostragem (2 ms).

Tecnologias críticas para o desenvolvimento de segmento solo (controle e aplicações): -

4 – Custos (em milhões de R\$ - MR\$)

Custos estimados dos contratos industriais (por ano): LIS – MR\$ 6,7 para o primeiro Modelo de Vôo

Custos estimados da contribuição do INPE por ano (AIT, componentes, etc.): -

Custo estimado do lançamento: -

5 – Recursos humanos necessários

Equipes da ETE necessárias para as fases C e D do projeto (mão de obra equivalente em número de servidores em dedicação integral)⁵⁶

Categorias	Fase C	Fase D
• G01 – Administrativo	1	1
• G02 – Engenharia de Sistemas	4	4
• G03 – Especialistas	4	5
• G04 – Gerenciamento e Garantia do Produto	4	5
• G05 – Suporte técnico	2	5
Totais	15	20

6 – Gestão

Perfil da participação industrial:

- GMI: Sensor proposto para ser obtido por meio de cooperação internacional. Trata-se de instrumento similar a outro operacional a bordo do satélite TRMM.
- LIS: A ser desenvolvido pela indústria nacional em cooperação com a NASA.

Parcerias nacionais e sua contribuição: Desenvolvimento de um dos componentes da carga útil pela indústria nacional em parceria com instituição estrangeira. Integração e testes no Brasil.

Parcerias internacionais e sua contribuição: -

⁵⁶ Foi adotado o mesmo perfil de demanda para a ETE dos satélites Amazônia-1 e MAPSAR.

(página em branco)

Apêndice 4: Dados complementares sobre a infra-estrutura requerida⁵⁷

Laboratório de Integração e Testes – LIT

Infra-estrutura para Montagem, Integração e Testes para novas Missões.

Quadro 41: Infra-estrutura para montagem, integração e testes para o Plano de Missões

Satélite	CB3	AM1	LA1	SCA1	CB4	MAP	GPM	CB7	AM2	CB5	SC2	SCA2	CB6
Ano do Lançamento	2010	2011	2012	2012	2013	2013	2014	2015	2015	2016	2017	2017	2019
Atividade													
(a) – Suprimento de componentes	1 e 2	1	1	1	1 e 2	1	1	1 e 2	1	1 e 2	1	1	1 e 2
(b) – Qualificação e aceitação de equipamentos e subsistemas	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
(c) – Testes de modelo radioelétrico	4	4	4	4	-	4	4	4	-	4	-	-	-
(d) – Testes de modelo estrutural	5	5	5	5	-	5	5	5	-	5	-	-	-
(e) – Testes de modelo térmico	6	6	6	6	-	6	6	-	-	-	-	-	-
(f) – Modelo de voo	-	7	7	7	7	7	7	7	7	-	7	7	7
Legenda:	<ul style="list-style-type: none"> • Vibração • Medidas de massa • Testes acústicos de painel solar 												
(a) Suprimento de Componentes Eletrônicos:	<ul style="list-style-type: none"> 1 – Testes de componentes 2 – Testes adicionais: <ul style="list-style-type: none"> • Testes de radiação de componentes • Testes de componentes de RF • Testes de semicondutores 												
(b) Qualificação e aceitação de equipamentos e subsistemas:	<ul style="list-style-type: none"> 3 – Testes de equipamentos e subsistemas: <ul style="list-style-type: none"> • EMI/EMC • Antenas • Ciclagem térmica • Termo-vácuo • Medidas de fugas 												
(c) Testes de modelo radioelétrico:	<ul style="list-style-type: none"> 4 – Testes de antenas 												
(d) Testes de modelo estrutural:	<ul style="list-style-type: none"> 5 – Testes de vibração, acústicos, medidas de massa e de fugas e alinhamento 												
(e) Testes de modelo térmico:	<ul style="list-style-type: none"> 6 – Testes térmicos em vácuo 												
(f) Modelo de voo:	<ul style="list-style-type: none"> 7 – Testes de vibração, acústicos, medidas de massa e de fugas, alinhamento, EMI/EMC e térmicos em vácuo 												

⁵⁷ Apêndice elaborado a partir de consulta aos responsáveis pelas áreas, ou seus representantes.

Quadro 42: Mapa da infra-estrutura requerida para AIT, destinação, ano de entrada em operação e custos estimados

Os grandes itens de HW e SW necessários (descrição resumida)	A missão (ou missões) às quais a infra-estrutura estará associada	Quando deveriam estar operacionais (ano)	Custos estimados (números arredondados em US\$)
1. Metrologia de RF	MAPSAR, GPM-Br, CBERS-7	2010	1.000.000,00
2. Metrologia acústica	Todas as missões	2009	500.000,00
3. Metrologia óptica	CBERS-3/4/5/6, Amazônia-1/2	2010	500.000,00
4. Testes de semicondutores	CBERS-3/4/5/6/7	2011	1.500.000,00
5. Testes de componentes de RF	CBERS-3/4/5/6/7	2011	1.500.000,00
6. Testes de radiação para componentes eletrônicos	CBERS-3/4/5/6/7	2011	2.000.000,00
7. Laboratório termo-óptico	Todas as missões	2009	200.000,00
8. Sistema de filmagem de alta velocidade	Todas as missões	2010	200.000,00
9. Atualização da infra-estrutura	Todas as missões	Todos os anos	1.000.000,00/ano
10. Atualização da instrumentação	Todas as missões	Todos os anos	1.000.000,00/ano
11. Sistema de medidas de campo próximo	MAPSAR, GPM-Br, CBERS-7	2010	200.000,00
12. Sistema de aquisição de dados de vibração	Todas as missões	2009	1.000.000,00

Os processos de aquisição devem ter início com ao menos um ano de antecedência em todos os casos.

Infra-estrutura para Lançamento, Rastreo e Controle (TT&C).

CBERS-3

- Lançamento: 2010
- Vida nominal: 3 anos
- Cenário Operacional em Órbita: CBERS-2B
- Início do processo de aquisição em 2008 de uma Estação Terrena Transportável-1 (ETT-1) para a missão Amazônia-1 e sua aceitação operacional.
- Aceitação da ETT-1 durante o LEOP do CBERS-3.
- Localização da ETT-1 em Cruzeiro do Sul (AC) em 2010.
- A ETT-1 compreende uma antena de 7 m de diâmetro, RF, LNA, conversores ascendentes/descendentes, amplificador de potência (PA), equipamentos de banda-base, computador de supervisão, nó de comunicação de dados.
- Sendo lançado a partir de Taiyuan e com XSCC responsável pelo seu LEOP, o sistema atual de controle acrescido da ETT-1, estará capacitado para atender às necessidades de controle do CBERS-2B e CBERS-3 no mesmo esquema que o atual.
- Custo da ETT-1: US\$ 5.000.000,00

Amazônia-1

- Lançamento: 2011
- Vida nominal: 2 anos
- Cenário Operacional em Órbita: CBERS-3
- O controle do LEOP do Amazônia-1, o primeiro satélite de órbita polar a ser lançado de Alcântara e com a responsabilidade total do INPE, vai exigir uma preparação especial do sistema de controle e da equipe de controle.
- Há necessidade de se dispor de um simulador do Amazônia-1 pelo menos 6 meses antes de seu lançamento. O simulador está sendo desenvolvido no INPE. O sistema computacional, no CCS, deve ser reforçado. Em termos das ET's do INPE, não há necessidade de reforçá-las. Contudo, em termos de LEOP haverá necessidade de se ter suporte das ET's das organizações externas. Suporte da Estação Terrena de Kiruna, da Swedish Space Corp. deve ser considerado.
- Custo estimado deste suporte: US\$ 100.000,00
- Custo de computadores para o CCS: US\$ 30.000,00

Lattes-1 e SCDAv-1

- Lançamento: 2012
- Vida nominal: 1 ano/3 anos
- Cenário Operacional em Órbita: CBERS-3, Amazônia-1
- Lançamentos duplos (satélite principal e carona) exigem duplicação do sistema de controle de satélites, já que as operações de controle dos satélites recém-lançados ocorrem, praticamente, ao mesmo tempo.
- O sistema atual acrescido de ETT-1 não é suficiente para o controle do lançamento do Lattes-1 e SCDAv-1, já que há necessidade de controlar o Amazônia-1. Assume-

se que o CBERS-3 esteja já controlado, na época, pelo XSCC. Os satélites equatoriais (Lattes-1 e SCDAv-1) têm muito mais passagens sobre o Brasil do que os polares (Amazônia-1 e CBERS-3).

- Assim, há necessidade de uma segunda Estação Terrena Transportável (ETT-2) para o LEOP do lançamento duplo. A aquisição desta Estação deve ocorrer em 2010.
- Durante o LEOP do lançamento duplo haverá necessidade de suporte das Estações Terrenas externas. A Índia é uma boa candidata para este suporte.
- Durante a fase de rotina do Lattes-1, este seria controlado pela Estação de Satélites Científico (ESC) do INPE, existente e localizado em Alcântara.
- Custos Principais:
 - ETT2: US\$ 5.000.000,00
 - Custo do suporte externo: US\$ 100.000,00
 - Custo da adaptação da ESC: US\$ 150.000,00
 - Custo do sistema computacional no CCS: US\$ 200.000,00
 - Custo do software SLE: US\$ 50.000,00

CBERS-4

- Lançamento: 2013
- Vida nominal: 3 anos
- Cenário Operacional em Órbita: CBERS-3, Lattes-1, SCDAv-1, Amazônia-1, MAPSAR
- O LEOP do CBERS-4, a partir de Alcântara, vai precisar de suporte das Estações Terrenas no Hemisfério Norte Swedish Space Corp. por meio sua Estação de Kiruna, poderia fornecer este apoio. Provavelmente, a China por meio de suas Estações Terrenas possa competir por este serviço.
- Custo do serviço: US\$ 100.000,00

MAPSAR

- Lançamento: 2013
- Vida nominal: 3 anos
- Cenário Operacional em Órbita: CBERS-4, SCDAv-1, Amazônia-1, Lattes-1, CBERS-3
- O lançamento do MAPSAR, a partir de Alcântara, no mesmo ano do lançamento do CBERS-4, vai representar um desafio para a equipe do CRC em termos operacionais.
- Haverá necessidade de um bom treinamento operacional da equipe usando 2 simuladores diferentes, já que as plataformas dos 2 satélites são diferentes. Espera-se que o simulador desenvolvido pelo INPE para o Amazônia-1 possa ser adaptado para o MAPSAR, já que suas cargas úteis são diferentes: carga útil óptica no caso do Amazônia-1 e radar no caso do MAPSAR.
- De qualquer maneira haverá necessidade do suporte externo das Estações Terrenas. Kiruna continua sendo uma boa candidata para isto.
- Custo do serviço: US\$ 100.000,00

GPM-Br

- Lançamento: 2014
- Vida nominal em órbita: 2 anos
- Cenário Operacional em Órbita: CBERS-4, MAPSAR, SCDAv-1

- Por ser um satélite equatorial haverá necessidade de suporte externo, a Índia, novamente, sendo uma boa candidata.
- Haverá competição pelo uso da ESC em Alcântara, entre o GPM-Br e o SCDAv-1. Uma análise mais detalhada precisa ser feita.
- Custo do suporte: US\$ 100.000,00

CBERS-7

- Lançamento: 2015
- Vida nominal em órbita: 3 anos
- Cenário Operacional em Órbita: CBERS-4, MAPSAR, SCDAv-1, GPM-Br, Amazônia-2
- Sendo lançado de Taiyuan e operado pelo XSCC durante o LEOP, não apresentará problema operacional.

Amazônia-2

- Lançamento: 2015
- Vida nominal: 2 anos
- Cenário Operacional em Órbita: CBERS-4, MAPSAR, GPM-Br, CBERS-7, SCDAv-1
- Sendo lançado a partir de Alcântara em órbita polar, haverá necessidade de suporte externo. Além disso, haverá necessidade de reforçar o número de Estações Terrenas fixas já que haverá, simultaneamente, 3 satélites polares em órbita: CBERS-4, CBERS-7, MAPSAR, com horário de passagem próximos.
- Custo de uma ET fixa: US\$ 7.000.000,00 com compra em 2014.

CBERS-5

- Lançamento: 2016
- Vida nominal: 3 anos
- Cenário Operacional em Órbita: CBERS-7, GPM-Br, MAPSAR, Amazônia-2
- Com o lançamento de Taiyuan e o controle de Xian, não há necessidade de se reforçar o sistema de controle.

Satélite Científico 2 e SCDAv-2

- Lançamento: 2017
- Vida nominal: 1 ano / 3 anos respectivamente
- Cenário Operacional em Órbita: Amazônia-2, CBERS-5, CBERS-7
- Há necessidade de suporte externo, com a Índia sendo candidata.
- Custo suporte: US\$ 100.000,00

CBERS-6

- Lançamento: 2019
- Vida nominal: 3 anos
- Cenário Operacional em Órbita: SCDAv-2, CBERS-5
- Lançamento polar a partir de Alcântara e controle do INPE exige suporte externo no Hemisfério Norte.
- Custo: US\$ 100.000,00

Infra-estrutura de recepção, processamento, armazenamento e distribuição de dados de sensoriamento remoto.

Centro de Dados de Sensoriamento Remoto (Cachoeira Paulista) (Prioridade 1)

- A missão (ou missões) às quais a infra-estrutura estará associada
 - Todas as missões de satélites do INPE
- Os grandes itens de HW e SW que seriam necessários (uma pequena descrição)
 - Os itens abaixo têm por objetivo ampliar a capacidade de armazenamento hoje disponível no Centro de Dados de Cachoeira Paulista, para atender as missões previstas no PE.
 - Tape library do tipo SILO
 - Arrays de disco rígido
 - Cartuchos de fita magnética para o Silo
 - Expansão da SAN (Storage Area Network)
 - Novo servidor HSM
 - Ampliação da capacidade de no-break e geração de energia de emergência
- Quando deveriam estar operacionais (ano)
 - Início de 2009
- Quando o processo de aquisição deveria ter início (anos ou meses de antecedência)
 - Início de 2008 (ainda não temos fonte de recursos para isso)
- Custo estimado (números arredondados)
 - US\$ 1.500.000,00 (Silo e itens associados)
 - R\$ 100.000,00 (no-break e etc.)

Centro de Dados de São José dos Campos (Prioridade 1)

- A missão (ou missões) às quais a infra-estrutura estará associada
 - Todas as missões de satélites do INPE (desenvolvimento, comissionamento, calibração, etc.)
- Os grandes itens de HW e SW que seriam necessários (uma pequena descrição)
 - Servidores para bastidor de 19 polegadas com bastidor
 - Array de disco rígido
- Quando deveriam estar operacionais (ano)
 - 2008
- Quando o processo de aquisição deveria ter início (anos ou meses de antecedência)
 - Início de 2008
- Custo estimado (números arredondados)
 - R\$ 150.000,00

Estação de recepção de imagens de Cuiabá (Prioridade 1)

- A missão (ou missões) às quais a infra-estrutura estará associada

- Todas as missões de satélites do INPE
- Os grandes itens de HW e SW que seriam necessários (uma pequena descrição)
 - Atualização da eletrônica de RF e demodulação da estação atual para poder suportar todos os novos satélites previstos
 - Aquisição e instalação de nova antena rastreadora para garantir que teremos como resolver conflitos na aquisição de satélites de nosso interesse
- Quando deveriam estar operacionais (ano)
 - Atualização da eletrônica: meados de 2009
 - Nova antena: meados de 2010
- Quando o processo de aquisição deveria ter início (anos ou meses de antecedência)
 - Atualização da eletrônica: meados de 2008
 - Nova antena: meados de 2009
- Custo estimado (números arredondados)
 - Atualização da eletrônica: US\$ 1.000.000,00
 - Nova antena: US\$ 3.000.000,00

A seguir, novas instalações a serem criadas:

Estação de recepção de imagens de Cachoeira Paulista (em andamento) (Prioridade 1)

- A missão (ou missões) às quais a infra-estrutura estará associada
 - ENVISAT/ASAR e MERIS (e seus sucessores)
 - RADARSAT-1 e 2
 - ERS-2
 - Terra
 - Aqua
- Os grandes itens de HW e SW que seriam necessários (uma pequena descrição)
 - Estação de recepção de imagens completa para a rede de monitoramento oceânico e costeiro incluindo:
 - Antena rastreadora em Banda-X
 - Eletrônica de RF e demoduladores programáveis
 - Sistemas de ingestão e gravação para os satélites acima
 - Sistemas de processamento para os satélites acima
 - Sistema de no-break e gerador para atender à estação
 - Contrato de telemetria para os satélites ENVISAT e RADARSAT-2
- Quando deveriam estar operacionais (ano)
 - Primeira metade de 2008
- Quando o processo de aquisição deveria ter início (anos ou meses de antecedência)
 - Processo em andamento a partir de julho de 2007 (não incluído no orçamento estimado)
- Custo estimado (números arredondados)
 - Estação de recepção: US\$ 3.000.000,00
 - Contratos de telemetria: US\$ 500.000,00

- Estes custos estão sendo cobertos por convênio entre PETROBRAS, INPE e FUNCATE

Estação de recepção de imagens de Santa Maria (Prioridade 1)

- A missão (ou missões) às quais a infra-estrutura estará associada
 - Terra
 - Aqua
 - ENVISAT/MERIS
- Os grandes itens de HW e SW que seriam necessários (uma pequena descrição)
 - Estação de recepção de imagens completa de baixo custo
 - Sistema de no-break para a estação
- Sua localização geográfica
 - Santa Maria, RS
- Quando deveriam estar operacionais (ano)
 - Final de 2008
- Quando o processo de aquisição deveria ter início (anos ou meses de antecedência)
 - Já foi iniciado (não incluído no orçamento estimado)
- Custo estimado (números arredondados)
 - Estação de recepção de imagens completa de baixo custo: US\$ 330.000,00
 - Sistema de no-break para a estação: R\$ 50.000,00

Estação de recepção de imagens de Boa Vista (Prioridade 1)

- A missão (ou missões) às quais a infra-estrutura estará associada
 - Todas as missões de satélites do INPE
- Os grandes itens de HW e SW que seriam necessários (uma pequena descrição)
 - Estação de recepção de imagens completa
 - Obras civis para a implantação da estação
 - Sistema de energia de emergência
 - Sistema de armazenamento de dados
- Quando deveriam estar operacionais (ano)
 - Final de 2009
- Quando o processo de aquisição deveria ter início (anos ou meses de antecedência)
 - Meados de 2008
- Custo estimado (números arredondados)
 - Estação de recepção de imagens completa: US\$ 2.500.000,00
 - Obras civis para a implantação da estação: R\$ 400.000,00
 - Sistema de energia de emergência: R\$ 200.000,00
 - Sistema de armazenamento de dados: US\$ 300.000,00

Estação de recepção de imagens de Natal (Prioridade 2)

- A missão (ou missões) às quais a infra-estrutura estará associada
 - ENVISAT/ASAR e MERIS
 - RADARSAT-1 e 2

- ERS-2
- Terra
- Aqua
- Os grandes itens de HW e SW que seriam necessários (uma pequena descrição)
 - Estação de recepção de imagens completa para a rede de monitoramento oceânico e costeiro incluindo
 - Antena rastreadora em Banda-X
 - Eletrônica de RF e demoduladores programáveis
 - Sistemas de ingestão e gravação para os satélites acima
 - Sistema de no-break e gerador para atender à estação
- Quando deveriam estar operacionais (ano)
 - Meados de 2010
- Quando o processo de aquisição deveria ter início (anos ou meses de antecedência)
 - Meados de 2009
- Custo estimado (números arredondados)
 - US\$ 2.300.000,00
 - Este custo poderia provavelmente ser suportado por um novo convênio com a Petrobrás

Laboratório de recepção de imagens de São José dos Campos (Prioridade 2)

- A missão (ou missões) às quais a infra-estrutura estará associada
 - Todas as missões de satélites do INPE
- Os grandes itens de HW e SW que seriam necessários (uma pequena descrição)
 - Obras civis para a implantação do Laboratório
 - Estação de recepção completa em Banda-X
 - Equipamentos de medição eletrônica para o Laboratório
 - Infra-estrutura de rede para o Laboratório
- Quando deveriam estar operacionais (ano)
 - Final de 2009
- Quando o processo de aquisição deveria ter início (anos ou meses de antecedência)
 - Final de 2008
- Custo estimado (números arredondados)
 - Obras civis para a implantação do Laboratório: R\$ 700.000,00
 - Estação de recepção completa em Banda-X: US\$ 2.000.000,00
 - Sistema de armazenamento para a estação: US\$ 500.000,00
 - Equipamentos de medição eletrônica para o Laboratório: US\$ 500.000,00
 - Infra-estrutura de rede para o Laboratório: R\$ 150.000,00
 - Computadores para o laboratório (desktops e notebooks): R\$ 100.000,00

Centro de Dados do INPE em Belém (Prioridade 2)

- A missão (ou missões) às quais a infra-estrutura estará associada
 - Todas as missões de satélites do INPE
- Os grandes itens de HW e SW que seriam necessários (uma pequena descrição)

- Sistemas de processamento para os vários satélites previstos
- Tape Library
- Servidor HSM
- Infra-estrutura SAN
- Infra-estrutura de rede de computadores
- Quando deveriam estar operacionais (ano)
 - Final de 2010
- Quando o processo de aquisição deveria ter início (anos ou meses de antecedência)
 - Meados de 2009
- Custo estimado (números arredondados)
 - Tape Library: US\$ 500.000,00
 - Servidor HSM: US\$ 130.000,00
 - Infra-estrutura SAN: US\$ 300.000,00
 - Infra-estrutura de rede de computadores: R\$ 150.000,00

Infra-estrutura de recepção, processamento, armazenamento e distribuição de dados ambientais e meteorológicos.

1) Upgrade da Estação de Recepção NOAA para os dados dos Satélites METOp

a) Missão (ou missões) às quais a infra-estrutura estará associada:

Todas as missões do INPE e em especial do CPTEC associadas com a utilização de dados de satélites para previsão meteorológica, ambiental e oceânica e com monitoramento e vigilância ambiental.

b) Grandes itens de HW e SW que seriam necessários:

Os itens abaixo têm a função de capacitar as atuais estações de recepção de dados dos satélites NOAA a rastrear, processar e arquivar os dados dos satélites METOp, bem como continuar a receber e processar os dados dos Satélites NOAA em operação.

- 2 (dois) upgrades para os Satélites METOp consistindo de:
 - Rack de controle contendo receptor, bit sync e sincronizador de formato.
 - Processador Pentium, WINDOWS, contendo software para ingestão de dados de HRPT, AHRPT e CHRPT, software para processamento e geração de produtos.
- Expansão do sistema NAS de armazenamento do BDI em 5 terabytes.
- Modernização do sistema de energia da DSA (no-break, geração de energia de emergência, ar condicionado, rede elétrica e parte de obras civis).

c) Localização geográfica:

- 1(um) upgrade a ser realizado na Estação de Recepção NOAA no INPE-Cuiabá (MT), e 1(um) upgrade na Estação de Recepção NOAA em Cachoeira Paulista (SP).
- Sistema NAS de armazenamento do BDI e modernização do sistema de energia da DSA, ambos em Cachoeira Paulista.

d) Quando deveriam estar operacionais (ano):

Último trimestre de 2008

e) Quando o processo de aquisição deveria ter início:

Início de 2008

f) Custo Estimado:

Upgrades: R\$ 110.000,00 reais

Sistema NAS: R\$ 30.000,00 reais

Modernização do Sistema de Energia da DSA: R\$ 2.000.000,00 reais

2) Instalação de uma Estação para Recepção e Processamento de Dados do Satélite NPP

a) Missão (ou missões) às quais a infra-estrutura estará associada:

Todas as missões do INPE e em especial do CPTEC associadas com a utilização de dados de satélites para previsão meteorológica, ambiental e oceânica e com monitoramento e vigilância ambiental.

b) Grandes itens de HW e SW que seriam necessários:

Os itens abaixo têm a função de capacitar o CPTEC a rastrear, processar e arquivar os dados dos satélites NPP. (a estação já será compatível com os dados do futuro NPOESS).

- 1 (um) sistema recepção de dados do Satélite NPP consistindo de:
 - Sistema de antena parabólica (4m) para recepção dos dados do NPP.
 - Rack de controle contendo controlador da antena pra track programado, receptor, bit sync e sincronizador de formato.
 - 2 (dois) processadores Pentium, contendo software para ingestão, processamento e arquivo de dados brutos e geração de produtos.
- Expansão do sistema NAS de armazenamento do BDI em 5 terabytes.

c) Localização geográfica:

Cachoeira Paulista (SP)

d) Quando deveriam estar operacionais (ano):

2010

e) Quando o processo de aquisição deveria ter início:

Início de 2009

f) Custo estimado:

Estação de Recepção: R\$ 200.000,00 reais

Sistema NAS: R\$ 30.000,00 reais

3) Instalação de uma Estação para Recepção e Processamento de Dados do Satélite NPOESS

a) Missão (ou missões) às quais a infra-estrutura estará associada:

Todas as missões do INPE e em especial do CPTEC, associadas com a utilização de dados de satélites para previsão meteorológica, ambiental e oceânica e com monitoramento e vigilância ambiental.

b) Grandes itens de HW e SW que seriam necessários:

Os itens abaixo têm a função de capacitar o CPTEC a rastrear, processar e arquivar os dados dos satélites NPOESS. A ser instalada em Cuiabá (MT)

- 1 (um) sistema recepção de dados do Satélite NPOESS consistindo de:
 - Sistema de antena parabólica para recepção dos dados do NPOESS.
 - Rack de controle contendo controlador da antena para track programado, receptor, bit sync e sincronizador de formato.
 - 2 (dois) processadores Pentium, contendo software para ingestão, processamento e arquivo de dados brutos e geração de produtos.
- Expansão do sistema NAS de armazenamento do BDI em 7 terabytes.

c) Localização geográfica:

Cuiabá (MT)

d) Quando deveriam estar operacionais (ano):

2013

e) Quando o processo de aquisição deveria ter início:

Meados de 2011

f) Custo estimado:

Estação de Recepção: R\$ 250.000,00 reais

Sistema NAS: R\$ 30.000,00 reais

4) Instalação de uma Estação para Recepção e Processamento de Dados dos Satélites GOES-R

a) Missão (ou missões) às quais a infra-estrutura estará associada:

Todas as missões do INPE e em especial do CPTEC associadas com a utilização de dados de satélites para previsão meteorológica, ambiental e oceânica e com monitoramento e vigilância ambiental.

b) Grandes itens de HW e SW que seriam necessários:

Os itens abaixo têm a função de capacitar o CPTEC a receber, processar e arquivar os dados dos satélites geo-estacionários da Série GOES-R.

- 1 (um) sistema recepção de dados do Satélite GOES-R consistindo de:
 - Sistema de antena parabólica para recepção dos dados do GOES-R.
 - Rack de controle contendo controlador da antena, receptor, bit sync e sincronizador de formato.
 - 2 (dois) processadores Pentium, contendo software para ingestão, processamento e arquivo de dados brutos e geração de produtos.
- Expansão do sistema NAS de armazenamento do BDI em 15 terabytes.

c) Localização geográfica:

Cachoeira Paulista (SP)

d) Quando deveriam estar operacionais (ano):

2014

e) Quando o processo de aquisição deveria ter início:

Meados de 2012

f) Custo estimado:

Estação de Recepção: R\$ 310.000,00 reais

Sistema NAS: R\$ 40.000,00 reais

5) Instalação de uma Estação para Recepção e Processamento de Dados do Satélite GPM-Br

a) Missão (ou missões) às quais a infra-estrutura estará associada:

Todas as missões do INPE e em especial do CPTEC associadas com a utilização de dados de satélites para previsão meteorológica, ambiental e oceânica e com monitoramento e vigilância ambiental.

b) Grandes itens de HW e SW que seriam necessários:

Os itens abaixo têm a função de capacitar o CPTEC a receber, processar e arquivar os dados do satélite GPM-Br.

- 1 (um) sistema recepção de dados do Satélite GPM-Br consistindo de:
 - Sistema de antena parabólica para recepção dos dados do GPM-Br.
 - Rack de controle contendo controlador da antena prear track programado, receptor, bit sync e sincronizador de formato.
 - 2 (dois) processadores Pentium, contendo software para ingestão, processamento e arquivo de dados brutos e geração de produtos.
- Expansão do sistema NAS de armazenamento do BDI em 2 terabytes.

c) Localização geográfica:

Cachoeira Paulista (SP)

d) Quando deveriam estar operacionais (ano):
2014

e) Quando o processo de aquisição deveria ter início:
Meados de 2012

f) Custo estimado:
Estação de Recepção: R\$ 145.000,00 reais
Sistema NAS: R\$ 20.000,00 reais

Apêndice 5: Conceituação do Indicador TRL e atividades de Pesquisa e Desenvolvimento em Tecnologias Espaciais⁵⁸

Conceituação do indicador *Technology Readiness Level*⁵⁹ (TRL)

O indicador *Technology Readiness Level* (TRL), que tem sido utilizado pela NASA desde a década de 1990 e mais recentemente por outras agências espaciais, é um indicador para avaliar a maturidade de uma tecnologia específica, útil também para comparações consistentes de maturidade entre diferentes tecnologias.

Trata-se de uma ferramenta para auxiliar a tomada de decisões relacionada ao desenvolvimento e incorporação de tecnologias a sistemas e subsistemas. É composto dos nove níveis descritos no Quadro abaixo na linguagem original adotada pela NASA:

Quadro 43: Definições dos níveis do indicador TRL

<i>Technology Readiness Level</i>	<i>Description</i>
<i>1. Basic principles observed and reported</i>	<i>This is the lowest "level" of technology maturation. At this level, scientific research begins to be translated into applied research and development.</i>
<i>2. Technology concept and/or application formulated</i>	<i>Once basic physical principles are observed, then at the next level of maturation, practical applications of those characteristics can be "invented" or identified. At this level, the application is still speculative: there is not experimental proof or detailed analysis to support the conjecture.</i>
<i>3. Analytical and experimental critical function and/or characteristic proof of concept</i>	<i>At this step in the maturation process, active research and development (R&D) is initiated. This must include both analytical studies to set the technology into an appropriate context and laboratory-based studies to physically validate that the analytical predictions are correct. These studies and experiments should constitute "proof-of-concept" validation of the applications/concepts formulated at TRL 2.</i>
<i>4. Component and/or breadboard validation in laboratory environment</i>	<i>Following successful "proof-of-concept" work, basic technological elements must be integrated to establish that the "pieces" will work together to achieve concept-enabling levels of performance for a component and/or breadboard. This validation must be devised to support the concept that was formulated earlier, and should also be consistent with the requirements of potential system applications. The validation is relatively "low-fidelity" compared to the eventual system: it could be composed of ad hoc discrete components in a laboratory.</i>
<i>5. Component and/or breadboard validation in relevant environment</i>	<i>At this level, the fidelity of the component and/or breadboard being tested has to increase significantly. The basic technological elements must be integrated with reasonably realistic supporting elements so that the total applications (component-level, sub-system level, or system-level) can be tested in a "simulated" or somewhat realistic environment.</i>
<i>6. System/subsystem model or prototype demonstration in a relevant environment (ground or space)</i>	<i>A major step in the level of fidelity of the technology demonstration follows the completion of TRL 5. At TRL 6, a representative model or prototype system or system – which would go well beyond ad hoc, "patch-cord" or discrete component level breadboarding – would be tested in a relevant environment. At this level, if the only "relevant environment" is the environment of space, then the model/prototype must be demonstrated in space.</i>
<i>7. System prototype demonstration in a space environment</i>	<i>TRL 7 is a significant step beyond TRL 6, requiring an actual system prototype demonstration in a space environment. The prototype should be near or at the scale of the planned operational system and the demonstration must take place in space.</i>
<i>8. Actual system completed and "flight qualified" through test and demonstration (ground or space)</i>	<i>In almost all cases, this level is the end of true "system development" for most technology elements. This might include integration of new technology into an existing system.</i>

⁵⁸ Apêndice elaborado a partir de consulta aos responsáveis pelas atividades de P&D na ETE e CTE e/ou responsáveis pelas áreas.

⁵⁹ Fonte: Verbete *Technology Readiness Level* da Wikipedia, disponível em <http://en.wikipedia.org/wiki/Technology_Readiness_Level>.

9. Actual system "flight proven" through successful mission operations

In almost all cases, the end of last "bug fixing" aspects of true "system development". This might include integration of new technology into an existing system. This TRL does not include planned product improvement of ongoing or reusable systems.

A Figura 8 ilustra os diversos níveis do indicador TRL.

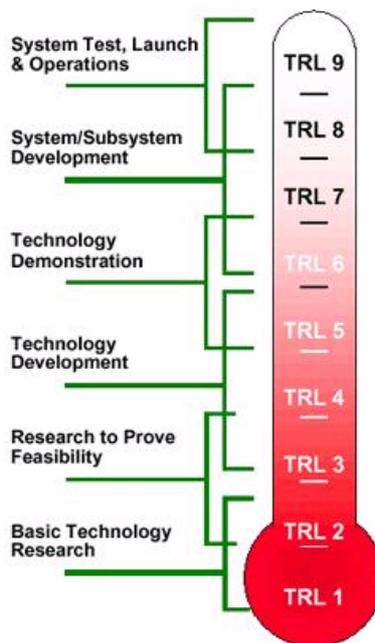


Figura 8: Esquema ilustrativo do indicador TRL

Atividades de Pesquisa e Desenvolvimento da área de Engenharia e Tecnologia Espacial (ETE)

Divisão de Eletrônica Aeroespacial – DEA

- **ANTPLAN:** Desenvolvimento de técnicas de projeto de antenas planares. Nesta atividade foi desenvolvida no passado uma antena para voar no satélite denominado SATEC. Atualmente não há uma missão definida para se "voar" uma antena planar, a não ser a hipotética missão CBERS (7) com antena radar plana.
- **CAMINFRA:** Câmara de infravermelho com microbolômetro para detecção de queimadas. Proposta feita para o PPA 2004-2007, mas nunca implementada. A idéia original era desenvolver um imageador no espectro infravermelho com sensor de "alta temperatura". Projeto previa desenvolvimento usando avião como plataforma e depois aplicação em satélites. Hoje está em TRL2. Se a atividade fosse retomada com recursos financeiros e humanos suficientes ela poderia atingir TRL5 em 3 anos.
- **COMAV:** Projeto para desenvolver um computador de bordo para satélites utilizando novas tecnologias. Existe desde 1997. Teve papel importante para definição de novos processadores a serem usados nas missões de satélites do INPE. Novos processadores foram sugeridos para uso no CBERS-3 e 4, mas uma decisão gerencial optou por manter os mesmos processadores do 1&2. Este estudo ajudou a capacitar equipe em novas tecnologias. A equipe que trabalha no COMAV é a mesma que faz acompanhamento das atividades relacionadas ao OBDH no programa CBERS.

- **RXGPS:** Receptor GPS para determinação de órbita e atitude. Chegou ao estágio de desenvolvimento de um protótipo que foi embarcado no SATEC (com a função apenas de determinação de órbita). Projeto ficou paralisado por um período e retomado em 2006, associado ao NAVGPS. No momento o objetivo é evoluir do protótipo desenvolvido para o SATEC para um que faça também a determinação de atitude do satélite. Encontra-se atualmente em TRL4, podendo chegar em TRL5 em 2 anos. O objetivo é chegar em TRL7.
- **SELOP:** Desenvolvimento de um sensor de estrelas autônomo. O desenvolvimento de sensores de estrelas na DEA se iniciou em 1994. Voou um protótipo como experimento no MASCO. O desenvolvimento do sensor de estrela autônomo se iniciou em 2004. O objetivo é desenvolver um protótipo de um sensor que faça o processamento da imagem adquirida e a determinação da atitude do satélite internamente, sem necessidade de processamento de dados externo ao sensor. O projeto compreende o desenvolvimento do bloco ótico na indústria privada (empresa OPTOVAC). A eletrônica do sensor é desenvolvida no INPE. Atualmente o projeto encontra-se em TRL3, e espera-se chegar em TRL4 até o final de 2008.
- **TMTC/DCS:** Este projeto previa originalmente a atualização dos transponderes para as PCDs que voam nos SCDs e CBERS. Com o contrato da PMM o desenvolvimento passou para a indústria, que fornecerá os produtos a serem embarcados nos CBERS e PMM. Esta atividade encontra-se atualmente contratada junto à indústria.

Divisão de Mecânica Espacial e Controle – DMC

- **CONTER:** O projeto CONTER é um programa de P&D que visa garantir a capacitação tecnológica do INPE na área de controle térmico de satélites. Vários dispositivos e técnicas para controle térmico de satélites foram desenvolvidos e aperfeiçoados ao longo dos últimos anos dentro do escopo do CONTER, em temas como resistência térmica de contato, mantas térmicas super-isolantes (MLIs), tubos de calor, venezianas térmicas, capacitores térmicos, programa para análise térmica, etc. Alguns dos dispositivos desenvolvidos neste projeto já foram utilizados em "modelos de vôo", tais como mantas super-isolantes nos satélites SACI-1 e 2, e o capacitor térmico na plataforma sub-orbital PSO-1. Atualmente existem três grandes atividades sendo desenvolvidas no âmbito do CONTER: i) instalações para qualificação espacial de dispositivos de controle térmico bi-fásicos para controle térmico de satélites; ii) novos dispositivos: chave térmica trifásica, radiador espacial de dois estágios, circuito de bombeamento capilar (LHP) e tubo de calor com acetona como fluido de trabalho; iii) técnicas de simulação e otimização de dispositivos e sistemas para controle térmico de satélites e otimização multidisciplinar. A atividade (i) encontra-se em TRL4 (em 2007), devendo chegar em TRL8 no prazo de até 1 ano e meio. Para a atividade (ii): chave trifásica – TRL2, b) radiador de dois estágios – TRL2, c) LHP: TRL6. Foi desenvolvido e qualificado para uso espacial um protótipo de um LHP que pode ser embarcado em um experimento de vôo; d) Heat pipe com acetona como fluido de trabalho – TRL2. Recursos para o CONTER têm vindo nos últimos 4 anos da Fapesp (bolsa centro emergente) e da ação de P&D (inovação) da ETE.
- **DMGC:** Dispositivos Micro-EletoMecânicos para Guiagem e Controle. O objetivo deste projeto é desenvolver micro-giroscópios para uso em aplicações que não exijam apontamento fino, embora este possa ser obtido com um conjunto DMGC e um receptor GPS. Desde a sua proposição (em 2004) pouco foi feito, estando o projeto em TRL2. Estima-se que seriam necessários recursos da ordem de R\$ 500.000,00 para chegar em TRL8, mas no momento, mesmo que estes fossem

disponibilizados, não há recursos humanos disponíveis no INPE para serem alocados no programa.

- **GCG:** Projeto de um giroscópio mecânico. Existem peças prontas para parte de um protótipo. É semelhante aos giros usados no CBERS. Encontra-se em TRL3, podendo chegar, havendo disponibilidade de recursos, em TRL6 (com testes no LIT) em 1 ano. Estima-se em R\$ 500.000,00 para chegar em TRL6 e R\$ 1.700.000,00 para chegar em TRL8.
- **LABSIM**⁶⁰: O objetivo do LABSIM é criar um ambiente de desenvolvimento computacional com "hardware in the loop" para sistemas de controle de atitude e órbita de satélites. Encontra-se em TRL3, com previsão para chegar em TRL8 em 2010, incluindo o desenvolvimento de um software para controle de atitude de satélites em três eixos. O projeto recebe recursos da Finep (até 2010) da ordem de R\$ 16.000.000,00. Recebeu até o momento R\$ 2.000.000,00.
- **LOCPCD:** Projeto visa ao desenvolvimento de software para localização de PCs móveis. Software pioneiro foi "copyrighted". Recebe recursos da ação "coleta de dados".
- **NAVGPS:** Este projeto tem como objetivo desenvolver um navegador GPS (hardware e software) para uso espacial. Encontra-se em TRL3. O projeto original previa chegar em TRL4 em 3 anos (2005-2007). Recursos provenientes de projeto Finep. Nunca recebeu recursos do INPE.
- **PROPLIQ:** Desenvolvimento de propulsores para controle de atitude de satélites. No passado foram desenvolvidos motores monopropelentes para controle de atitude e a tecnologia repassada para a indústria. Primeiro exemplo disso foram os propulsores usados na PSO-1. O sistema de propulsão da PMM utiliza também tecnologia de propulsores desenvolvida nesta atividade. O mesmo tipo de propulsor usado na PMM poderia ser utilizado no CBERS. Isso daria escala à produção de propulsores pela indústria nacional. Atualmente as atividades desta P&D concentram-se em desenvolver propulsores monopropelentes para controle de rolamento em veículos lançadores de satélites (trabalho feito em conjunto com IAE) e no desenvolvimento de propulsores bipropelentes para aplicação em motores de apogeu para satélites geoestacionários. Os motores monopropelentes para controle de atitude chegaram em TRL6. O desenvolvimento dos motores bipropelentes encontra-se em TRL4 e o objetivo seria chegar em TRL6 em 3 anos. Recursos para esta vieram de um programa PIPE até março/2007. Dispõe de recursos do IAE e busca recursos da Fapesp e AEB. O desenvolvimento do motor de apogeu para chegar em TRL6 em 3 anos demandaria recursos da ordem de R\$ 10.000.000,00.
- **PSO:** Este programa previa originalmente o desenvolvimento de uma plataforma de suporte a experimentos a ser embarcada em foguetes de sondagem desenvolvidos no IAE. Foi desenvolvida uma primeira plataforma que voou em um foguete Sonda III em dezembro de 2000. O custo de desenvolvimento foi da ordem de R\$ 1.000.000,00, sendo que 80% deste total foi gasto em contratos com a

⁶⁰ As atividades de P&D LABSIM e COMAV estão associadas a um projeto de quatro anos financiado pela FINEP a partir de Fundos Setoriais denominado Sistemas Inerciais para Aplicação Aeroespacial (SIA). As instituições executoras são o CTA e o INPE, associados a outras instituições colaboradoras formadas por institutos de pesquisa, universidades e empresas. Os objetivos do projeto SIA são: (1) desenvolver protótipos de unidades inerciais para aplicação aeroespacial em parceria com o setor produtivo; (2) desenvolver protótipo de computador de bordo (hardware e software embarcados) em conjunto com o setor industrial; (3) desenvolver modelos e algoritmos para simulação e controle de atitude e órbita implementáveis nos produtos desenvolvidos nos itens 1 e 2; (4) desenvolver interface, integração, validação e testes dos sistemas desenvolvidos; (5) capacitar e formar recursos humanos nas áreas envolvidas no projeto; (6) capacitar e qualificar a cadeia de fornecedores.

indústria. A PSO-1 utilizou para seu funcionamento, protótipos de dispositivos desenvolvidos em outras P&Ds da Divisão de Mecânica Espacial e Controle da ETE. Especificamente, propulsores desenvolvidos no âmbito do PROPLIQ e um capacitor térmico desenvolvido no âmbito do CONTER. Atualmente está sendo projetada um novo tipo de PSO, que utiliza um conceito diferente da PSO-1. Na nova concepção, o lançamento é feito com o uso de balões que alcancem altitudes de até 43km e pode ser feito sobre o território brasileiro, com recuperação em terra. A plataforma é lançada em queda livre e prevê-se a obtenção de um ambiente de gravidade da ordem de $10E-3$ g ou melhor, por um período de até 1 minuto.

Divisão de Desenvolvimento de Sistemas de Solo – DSS

- **ATIFS:** O objetivo desse projeto é a exploração de técnicas e métodos de teste de software em aplicações espaciais. Esta exploração é apoiada no desenvolvimento de ferramentas de testes que usam a técnica de injeção de falhas por software e conceitos de teste de conformidade de protocolos de comunicação. Hoje, esta P&D têm um caráter mais de atividade acadêmica em trabalhos de cooperação com instituições como a Unicamp. Um dos produtos desta P&D está associado à missão MIRAX (hoje parte do satélite Lattes-1), mas esta atividade poderia ser associada a qualquer missão onde houvesse desenvolvimento, no INPE, de software embarcado. Os recursos para esta atividade provêm de bolsas associadas a programas de pós-graduação.
- **CapRedes:** O objetivo do Projeto Capacitação em Gestão e Administração de Redes é prover modelos de gestão e administração de redes de computadores aplicáveis a múltiplos ambientes, criando uma metodologia para definição de ferramentas de gestão e administração de redes, incluindo programas de capacitação para os gestores e equipe de desenvolvimento de soluções nesta área. O projeto tem forte característica de uma atividade de apoio voltada para a manutenção e aprimoramento da rede de computadores particularmente da Divisão de Sistemas de Solo, mas também atende a outras áreas da ETE. Recebe recursos de um convênio de cooperação técnico-científica estabelecido entre INPE e Tribunal Superior Eleitoral (valor do convênio R\$ 380.000,00).
- **PROCOD III:** O projeto tem por objetivo desenvolver um equipamento de recepção e processamento de dados de plataformas de coleta de dados a ser utilizado no Sistema de Coleta de Dados do INPE/ARGOS. O projeto PROCOD III possibilitou que o grupo de hardware da DSS adquirisse tecnologia na área de processamento digital de sinais e na utilização de componentes eletrônicos denominados FPGA, que são muito importantes nos projetos de engenharia eletrônica modernos. Custo acumulado desde o início do projeto: R\$ 226.600,00. Os recursos vêm da ação "coleta de dados". O projeto iniciou-se em 2003 e está prevista sua conclusão, com a entrega de dois equipamentos, em 2007.

Atividades de Pesquisa e Desenvolvimento da Coordenação de Laboratórios Associados (CTE)

Laboratório Associado de Sensores e Materiais – LAS

- **Fabricação de células solares de Si de uso espacial:** Objetivos: a) Fabricação, em cooperação com a Empresa Orbital e com o LME-USP, de células solares de silício de uso espacial, com a tecnologia desenvolvida pelo grupo do LAS na USP. Será solicitado financiamento à diversas agências de fomento; b) Será também desenvolvido um simulador solar pulsado misto de baixo custo, complementando o

simulador contínuo fabricado pelo grupo, que foi utilizado para testar todas as células dos painéis solares do CBERS-2. Colaboração: USP e Orbital.

- **Diamante nanoestruturado e nanotubos de carbono:** a) Estudos de pesquisa, desenvolvimento e escalonamento industrial de filmes de materiais nano estruturados em DLC e Diamante-CVD como dispositivos de lubrificação sólida para interesses espaciais; b) Estudos para a obtenção de nano tubos de carbono para a pesquisa, desenvolvimento e escalonamento industrial de estruturas compósitas de alta relação resistência / peso; c) Estudos de dispositivos híbridos baterias / supercapacitores utilizando compósitos diamante / nanotubo de carbono para uso espacial.
- **Sensores infravermelhos para satélites de observação da Terra:** O objetivo é o de especificar e identificar alternativas para a obtenção, por compra direta e/ou desenvolvimento em centros de pesquisa nacionais, de arranjos (arrays) de detectores necessários ao desenvolvimento de câmaras para imageamento na região espectral de 1,5 a 1,7 μm (SWIR), considerados uma tecnologia de difícil acesso. Será também implementada a capacitação no LAS para a completa caracterização destes sensores. A razão para esta proposta é o interesse existente no INPE por um satélite de observação da Terra equipado com câmara para a faixa espectral de 1,5 a 1,7 μm , para imageamento de vegetação, a ser projetada pela DEA/ETE para uso em futuros satélites.
- **Sensores Micro-Eleto-Mecânicos Inerciais e de Infravermelho:** Objetivos: a) Fabricar micro-motores contendo rotores e osciladores levitados em várias versões e caracterizá-los como sensores de rotação (giroscópios) e acelerômetros; b) Instalar o processo de micro-fabricação por corrosão vertical profunda do silício, não disponível no Brasil, para aliá-la às soldas direta e anódica já disponíveis, para permitir a fabricação de dispositivos de alta razão de aspecto; c) Colaborar com a DEA no estudo de uso dos novos sensores termomecânicos (bolômetros) como alternativa para detectores de infravermelho com interrogação óptica no visível. Fabricar redes de micro sensores termomecânicos para o infravermelho.

Laboratório Associado de Plasma – LAP

- **Propulsor Iônico:** Objetivo: Produzir um propulsor iônico com qualificação espacial. Resultados obtidos: 3 modelos desenvolvidos; catodos ociosos; protótipo de balança de empuxo tipo alvo em pêndulo (BEAP). Fase atual: preparação de um modelo de engenharia – qualificação espacial.
- **IIIP para tratamento de materiais aeroespaciais:** Objetivos: a) desenvolver e patentear novos processos para proteção de superfícies; realizar experimentos para testes, simulando ambiente da região de baixa órbita. Tratar materiais expostos ao oxigênio atômico e radiação UV (p.ex. antenas e componentes expostos de satélites de baixa órbita); b) Tratar peças prontas: grades de propulsores iônicos; em pinturas usadas em satélites para controle de temperatura. c) Desenvolvimento de novas fontes de plasmas (como o de lítio, produzido pelo método inédito via plasma catódico em cadinho de molibdênio com vaporização de lítio sólido), para aplicações em gerações de feixe de lítio e tratamentos superficiais de materiais. Desenvolvimento de pulsadores de alta tensão (ultra-compactos – experimentos embarcados; de alta potência e altíssimas tensões para experimentos terrestres).
- **Experimentos e Modelagem de Plasmas Espaciais:** Objetivos: a) Desenvolver instrumentação para experimentos em satélites científicos e tecnológicos, tendo plasmas como fundamento; b) Desenvolver e utilizar modelos numéricos para plasmas espaciais (clima espacial e propriedades espectroscópicas de espécies

químicas de interesse atmosférico). Resultados obtidos: protótipo do detector eletrostático de energia (ELISA) – previsão de qualificação espacial na vigência do PPA 2008-2011).

Laboratório Associado de Combustão e Propulsão – LCP

- **Desenvolvimento de Propulsores Monopropelentes e Híbridos Empregando Propelentes Limpos:** Propelentes limpos são propelentes com baixo impacto ambiental, não tóxicos e de baixo custo. Aplicações: controle de atitude e correção de órbita de satélites, motores de apogeu, motores de rolamento de foguetes, foguetes de sondagem e lançadores. Recursos adicionais: Fapesp, AEB. Cooperação: UnB.
- **Catalisadores empregados na propulsão de satélites e motores de apogeu e rolamento:** Controle de órbita e atitude, motores de apogeu e de rolamento (VLS). Recursos: ETE, FAPESP.
- **Células a combustível e produção de hidrogênio para emprego espacial:** Objetivo: Desenvolvimento de células a combustível e equipamentos processadores de combustível. Células a combustível são fontes de energia compactas com emprego na área espacial. Estas utilizam hidrogênio e oxigênio como combustível e oxidante, respectivamente, sendo que o hidrogênio pode ser extraído de outros combustíveis tais como o etanol. Projetos atuais no LCP: i) célula a combustível com convecção eletrocátrica; ii) caracterização de sistemas integrados com células a combustível; iii) desenvolvimento de eletrodos binários ou terciários nanoestruturados. Recursos adicionais: FAPESP, CNPq, Petrobras.

Laboratório Associado de Computação e Matemática Aplicada – LAC

- **Infra-estrutura de observatórios virtuais:** Produtos esperados: Bancos de dados (compatíveis com arquitetura de VO). Aplicações científicas via Web Computação em grade para astronomia. Análise de dados astronômicos (software 2DPhot, análise de agrupamentos, mineração de dados, análise *wavelets*, análise de padrão gradiente e forma complexa da entropia). Orçamento: Capital: R\$ 250.000,00; Custeio: R\$ 150.000,00.
- **Computação de alto desempenho para ambiente maciçamente paralelo:** Migração de códigos de assimilação de dados e do modelo acoplado (oceano-atmosfera) para ambiente maciçamente paralelo. Projeto de eventos extremos (coordenação CPTEC). Computação em grade para ação do oceano sobre a costa. Produtos esperados: i) Execução com bom desempenho de escalonamento do código de assimilação de dados e do modelo acoplado; ii) Mineração de dados no projeto de eventos extremos; iii) Infra-estrutura de computação em grade. Orçamento: Capital: R\$ 250.000,00; Custeio: R\$ 150.000,00.
- **Otimização e automação de sistemas espaciais:** Foco: projeto ótimo (PMM: plataforma multi-missão, BDA: *Brazilian Decimetric Array*) e sistemas autônomos e confiáveis (alocação de facilidades, rastreamento e controle de satélites). Produtos: i) Análise térmica para PMM (cooperação LAC e ETE). ii) Arranjo de antenas para rádio-telescópio BDA (cooperação LAC e CEA). iii) Otimização combinatória para alocação de facilidades com sistemas de georeferenciamento: projeto Terra-Network (cooperação LAC e OBT). iv) Sistema para planejamento inteligente automático para controle e rastreamento de satélites (cooperação LAC e CRC). Orçamento: Capital: R\$ 250.000,00; Custeio: R\$ 100.000,00.

(página em branco)

Apêndice 6: Dados complementares sobre as competências disponíveis e requeridas

Quadro 44: Quantidade atual e desejada de recursos humanos nas áreas por grupos de competências⁶¹

⁶¹ O Quadro completo ocupa as nove páginas seguintes.

(página em branco)

Grupo de Competência	Código	Competência	Distribuição Atual e Ideal das Competências nas Áreas do INPE																				
			ETE						LIT						CRC		CTE				DSA	OBT	
			Atual			Ideal			Atual			Ideal			Atual	Ideal	Atual			Ideal	Atual	Atual	Ideal
			NS	NM	Tot	NS	NM	Tot	NS	NM	Tot	NS	NM	Tot			Servidores	Terceirizados	Tot				
G01 - Administrativo	1	Business Operations			0			0	1	1	2	2		2					0				
G01 - Administrativo	2	Financial Operations			0			0			0	1	1	2					0				
G01 - Administrativo	3	Institutional Operations and Support			0			0			0	3	1	4			2		2				
G01 - Administrativo	4	Workforce Operations			0			0		2	2	1	2	3					0				
G01 - Administrativo	5	Administrative Operations			0			0			0	1	1	2	2		11		11				
G01 - Administrativo	116	Apoio técnico a gerência			0	3		3			0			0					0				
G01 - Administrativo	118	Secretária	3	3	6	8	3	11			0			0					0				
G01 - Administrativo	155	Suporte à Gerência	2		2	3		3			0			0					0				
Sub-total	-	-	5	3	8	14	3	17	1	3	4	8	5	13	2	0	13	0	13	17	0	0	0
G02 - Engenharia de Sistemas	6	Engineering and Science Support			0			0			0			0		4			0				
G02 - Engenharia de Sistemas	7	Process Engineering			0			0			0			0					0				
G02 - Engenharia de Sistemas	8	Systems Engineering			0			0	1		1	2	1	3	2				0				
G02 - Engenharia de Sistemas	9	Test Engineering			0			0			0			0		5	1		1				
G02 - Engenharia de Sistemas	10	Advanced Missions/Systems Concepts			0			0			0			0					0				
G02 - Engenharia de Sistemas	11	Mission Analysis, Planning, and Design			0			0			0			0	1				0				
G02 - Engenharia de Sistemas	147	Arquitetura de Missão	1		1	2		2			0			0					0				
G02 - Engenharia de Sistemas	148	Arquitetura Elétrica	2		2	3		3			0			0					0				
G02 - Engenharia de Sistemas	149	Arquitetura de Verificação/AIT	1		1	2		2			0			0					0				
G02 - Engenharia de Sistemas	150	Arquitetura de Comunicações	1		1	2		2			0			0					0				
G02 - Engenharia de Sistemas	151	Arquitetura de Software	2		2	3		3			0			0					0				
G02 - Engenharia de Sistemas	152	Arquitetura Mecânica	1	1	2	2	2	4			0			0					0				
G02 - Engenharia de Sistemas	153	Arquitetura Térmica	1		1	2		2			0			0					0				
G02 - Engenharia de Sistemas	154	Arquitetura de Controle de Órbita e Atitude	1		1	2		2			0			0					0				
G02 - Engenharia de Sistemas	156	Arquitetura de Segmento solo	1		1	2		2			0			0					0				
Sub-total	-	-	11	1	12	20	2	22	1	0	1	2	1	3	3	9	1	0	1	4	0	0	0

Grupo de Competência	Código	Competência	Distribuição Atual e Ideal das Competências nas Áreas do INPE																						
			ETE						LIT						CRC		CTE				DSA	OBT			
			Atual			Ideal			Atual			Ideal			Atual	Ideal	Atual			Ideal	Atual	Ideal			
			NS	NM	Tot	NS	NM	Tot	NS	NM	Tot	NS	NM	Tot			Servidores	Terceirizados	Tot						
G03 - Especialistas	12	Acoustics			0			0			0	1		1		2			0						
G03 - Especialistas	13	Aerodynamics			0			0			0			0					0						
G03 - Especialistas	14	Aeroelasticity			0			0			0			0					0						
G03 - Especialistas	15	Aerothermodynamics			0			0			0			0		1		1							
G03 - Especialistas	16	Air Traffic Systems			0			0			0			0					0						
G03 - Especialistas	17	Flight Dynamics			0			0			0			0	3				0						
G03 - Especialistas	18	Simulation/Flight Research Systems			0			0			0			0		5			0						
G03 - Especialistas	19	Aerospace Medicine			0			0			0			0		1			0						
G03 - Especialistas	20	Bioengineering			0			0			0			0					0						
G03 - Especialistas	21	Crew Systems and Aviation Operations			0			0			0			0					0						
G03 - Especialistas	22	Extravehicular Activity Systems			0			0			0			0					0						
G03 - Especialistas	23	Environmental Control and Life Support Systems			0			0			0			0					0						
G03 - Especialistas	24	Habitability and Environmental Factors			0			0			0			0					0						
G03 - Especialistas	25	Human Factors Research and Engineering			0			0			0			0					0						
G03 - Especialistas	26	Chemistry/Chemical Engineering			0			0	3	2	5	2	4	6		3		3							
G03 - Especialistas	27	Pyrotechnics			0			0			0			0					0						
G03 - Especialistas	28	Computer Systems and Engineering			0			0	5	5	6	7	13	1		2	1	3							
G03 - Especialistas	29	Data Systems and Technology			0			0	2	2	9	2	11		2			0							
G03 - Especialistas	30	Intelligent/Adaptive Systems			0			0			0			0	1	2		2							
G03 - Especialistas	31	Network Systems and Technology			0			0	1	1	2	3	4	7	1			0							
G03 - Especialistas	32	Neural Networks and Systems			0			0			0			0		4		0							
G03 - Especialistas	33	Robotics			0			0			0			0				0							
G03 - Especialistas	34	Software Engineering			0			0			0	5		5	3		1	1							
G03 - Especialistas	35	Imaging Analysis			0			0			0			0		5	2	2							

Grupo de Competência	Código	Competência	Distribuição Atual e Ideal das Competências nas Áreas do INPE																					
			ETE						LIT						CRC		CTE				DSA		OBT	
			Atual			Ideal			Atual			Ideal			Atual	Ideal	Atual			Ideal	Atual	Ideal		
			NS	NM	Tot	NS	NM	Tot	NS	NM	Tot	NS	NM	Tot			Servidores	Terceirizados	Tot					
G03 - Especialistas	36	Avionics			0			0			0			0					0					
G03 - Especialistas	37	Electro-Mechanical Systems			0			0			0			0					0					
G03 - Especialistas	38	Electrical and Electronic Systems			0			0	1		1	2		2			1		1					
G03 - Especialistas	39	Flight and Ground Data Systems			0			0			0			0					0					
G03 - Especialistas	40	Control Systems, Guidance and Navigation			0			0			0	1		1					0					
G03 - Especialistas	41	Micro-Electromechanical Systems			0			0			0			0			2		2					
G03 - Especialistas	42	Metrology and Calibration Competency			0			0	1		1	2	2	4					0					
G03 - Especialistas	43	Advanced In-Space Propulsion			0			0			0			0			2		2					
G03 - Especialistas	44	Airbreathing Propulsion			0			0			0			0					0					
G03 - Especialistas	45	Combustion Science			0			0			0			0			3		3					
G03 - Especialistas	46	Hypergolic Systems			0			0			0			0					0					
G03 - Especialistas	47	Nuclear Engineering/Propulsion			0			0			0			0					0					
G03 - Especialistas	48	Propulsion Systems and Testing			0			0			0			0			3	13	16					
G03 - Especialistas	49	Power Systems			0			0	2	1	3	5	7	12			2	2	4					
G03 - Especialistas	50	Rocket Propulsion			0			0			0			0					0					
G03 - Especialistas	51	Sensors and Data Acquisition - Aeronautics			0			0	3		3	5	3	8					0					
G03 - Especialistas	52	Electron Device Technology			0			0			0			0			1		1					
G03 - Especialistas	53	Electromagnetics			0			0			0	5	4	9			1		1					
G03 - Especialistas	54	Laser Technology			0			0			0			0					0					
G03 - Especialistas	56	Microwave Systems			0			0	3	3	6	9	12	21					0					
G03 - Especialistas	57	Optical Systems			0			0			0	1		1			1		1					
G03 - Especialistas	58	Remote Sensing Technologies			0			0			0			0					0					

Grupo de Competência	Código	Competência	Distribuição Atual e Ideal das Competências nas Áreas do INPE																						
			ETE						LIT						CRC		CTE				DSA		OBT		
			Atual			Ideal			Atual			Ideal			Atual	Ideal	Atual			Ideal	Atual	Ideal			
			NS	NM	Tot	NS	NM	Tot	NS	NM	Tot	NS	NM	Tot			Servidores	Terceirizados	Tot						
G03 - Especialistas	59	Analytical and Computational Structural Methods			0			0			0	3	1	4					0						
G03 - Especialistas	60	Materials Science and Engineering			0			0			0	1		1			11		11						
G03 - Especialistas	61	Mechanics and Durability			0			0			0	1	1	2					0						
G03 - Especialistas	62	Mechanical Systems			0			0	2		2	2	3	5					0						
G03 - Especialistas	63	Non-destructive Evaluation Sciences			0			0			0			0					0						
G03 - Especialistas	64	Structural Dynamics			0			0	3	1	4	4	5	9					0						
G03 - Especialistas	65	Thermal Structures			0			0	1	1	2	1	2	3					0						
G03 - Especialistas	66	Cryogenics Engineering			0			0			0		1	1					0						
G03 - Especialistas	67	Fluid Physics Systems			0			0		1	1	1	1	2			2		2						
G03 - Especialistas	68	Thermal Systems			0			0	1	2	3	2	7	9					0						
G03 - Especialistas	69	Advanced Analysis and Design Method Development			0			0			0			0					0						
G03 - Especialistas	70	Advanced Measurement, Diagnostics, and Instrumentation			0			0			0			0			2		2						
G03 - Especialistas	71	Advanced Experimentation and Testing Technologies			0			0			0			0					0						
G03 - Especialistas	72	Mathematical Modeling and Analysis			0			0			0	1		1			10		10						
G03 - Especialistas	73	Nanoscience and Technology			0			0			0			0			7		7						
G03 - Especialistas	74	Space Environments Science and Engineering			0			0			0			0					0						
G03 - Especialistas	75	Advanced Technical Training Design			0			0			0			0					0						
G03 - Especialistas	79	Weather Observation and Forecasting			0			0			0			0					0						
G03 - Especialistas	90	Astromaterials, Collections, Curation, and Analysis			0			0			0			0					0						
G03 - Especialistas	91	Astrobiology			0			0			0			0					0						

Grupo de Competência	Código	Competência	Distribuição Atual e Ideal das Competências nas Áreas do INPE																					
			ETE						LIT						CRC		CTE				DSA		OBT	
			Atual			Ideal			Atual			Ideal			Atual	Ideal	Atual			Ideal	Atual	Ideal		
			NS	NM	Tot	NS	NM	Tot	NS	NM	Tot	NS	NM	Tot			Servidores	Terceirizados	Tot					
G03 - Especialistas	119	Sistemas Eletro-Ópticos Embarcados	10	3	13	13	3	16			0			0					0					
G03 - Especialistas	120	Sistemas de Potência Embarcados	4		4	7	2	9			0			0					0					
G03 - Especialistas	121	Sistemas Computacionais Embarcados	7		7	10	2	12			0			0					0					
G03 - Especialistas	122	Sistemas de Telecomunicações Embarcados	8	2	10	12	3	15			0			0					0					
G03 - Especialistas	123	Componentes eletrônicos	1	1	2	2	3	5			0			0					0					
G03 - Especialistas	127	Materiais e Processos	2		2	4		4			0			0					0					
G03 - Especialistas	130	Software de Rastreo e Controle	7	3	10	14	3	17			0			0					0					
G03 - Especialistas	131	Software de payload e aplicações	2		2	4		4			0			0					0					
G03 - Especialistas	132	Hardware de Solo	3	2	5	5	4	9			0			0					0					
G03 - Especialistas	133	Rede de comunicação de dados	2	1	3	2	3	5			0			0					0					
G03 - Especialistas	134	Dinâmica Orbital e navegação espacial	3		3	4		4			0			0					0					
G03 - Especialistas	135	Guiagem e controle de satélites	3	1	4	8	3	11			0			0					0					
G03 - Especialistas	136	Estrutura e projetos mecânicos espaciais	2	2	4	5	2	7			0			0					0					
G03 - Especialistas	137	Propulsão de satélites	2	1	3	6	2	8			0			0					0					
G03 - Especialistas	138	Controle térmico de satélites	1	1	2	4	2	6			0			0					0					
G03 - Especialistas	139	P&D em Mecânica Espacial e Controle e PG	7		7	7		7			0			0					0					
G03 - Especialistas	144	Químico	1		1	2		2			0			0					0					
G03 - Especialistas	145	Engenheiro Mecânico Aeronáutico	1		1			0			0			0					0					
G03 - Especialistas	146	Engenheiro Mecânico Pleno	1		1			0			0			0					0					
G03 - Especialistas	160	Microgravity			0			0			0			0			1		1					

Grupo de Competência	Código	Competência	Distribuição Atual e Ideal das Competências nas Áreas do INPE																					
			ETE						LIT						CRC		CTE				DSA		OBT	
			Atual			Ideal			Atual			Ideal			Atual	Ideal	Atual			Ideal	Atual	Ideal		
			NS	NM	Tot	NS	NM	Tot	NS	NM	Tot	NS	NM	Tot			Servidores	Terceirizados	Tot					
G03 - Especialistas	161	Ion Implantation Technology			0			0			0			0			2		2					
G03 - Especialistas	162	High Performance Computing			0			0			0			0			1		1					
G03 - Especialistas	163	Optimization Methods			0			0			0			0			2		2					
G03 - Especialistas	164	Scientific Computing			0			0			0			0			1		1					
G03 - Especialistas	165	Inverse Problems			0			0			0			0			1		1					
G03 - Especialistas	166	Operational Research			0			0			0			0			1		1					
Sub-total	-	-	67	17	84	109	32	141	28	12	40	72	66	138	16	26	71	16	87	103	0	0	0	
G04 - Gerenciamento e Garantia do Produto	55	Management			0			0			0	1		1					0					
G04 - Gerenciamento e Garantia do Produto	76	Mission Assurance			0			0			0			0		1			0					
G04 - Gerenciamento e Garantia do Produto	77	Mission Execution			0			0			0			0					0					
G04 - Gerenciamento e Garantia do Produto	78	Payload Integration			0			0			0	1		1					0					
G04 - Gerenciamento e Garantia do Produto	80	Integrated Logistics Support			0			0	1	4	5	4	9	13					0					
G04 - Gerenciamento e Garantia do Produto	81	Program/Project Analysis			0			0			0			0					0					
G04 - Gerenciamento e Garantia do Produto	82	Technical Management			0			0	1		1	1		1					0					
G04 - Gerenciamento e Garantia do Produto	83	Quality Engineering and Assurance			0			0	1	1	2	3	1	4					0					

Grupo de Competência	Código	Competência	Distribuição Atual e Ideal das Competências nas Áreas do INPE																							
			ETE						LIT						CRC		CTE					DSA		OBT		
			Atual			Ideal			Atual			Ideal			Atual	Ideal	Atual			Ideal	Atual	Atual	Ideal			
			NS	NM	Tot	NS	NM	Tot	NS	NM	Tot	NS	NM	Tot			Servidores	Terceirizados	Tot							
G05 - Suporte técnico	112	Oper&Maintenance						0			0			0	24	1			0							
G05 - Suporte técnico	113	Maintenance						0			0			0	6	26			0							
G05 - Suporte técnico	124	Administração de área limpa		1	1		1	1			0			0					0							
G05 - Suporte técnico	140	Técnico Mecânico		8	8		16	16			0			0					0							
G05 - Suporte técnico	141	Técnico Projetista Mecânico		2	2		5	5			0			0					0							
G05 - Suporte técnico	142	Desenhista		5	5		0	0			0			0					0							
G05 - Suporte técnico	143	Técnico em Processos Químicos		3	3		7	7			0			0					0							
Sub-total	-	-	0	19	19	0	29	29	0	0	0	0	0	0	31	27	18	7	25	31	0	0	0			
Competência I	157	Coordenar a operação das estações de recepção e geração de imagens de satélite e o Centro de Dados de Sensoriamento do INPE, para receber e distribuir as imagens de programas de interesse do INPE																						29	7	15
Competência II	158	Estabelecer competência nas tecnologias de recepção e geração de imagens de satélite, bancos de dados de imagens e dados geo-espaciais, correção geométrica e radiométrica de imagens, política de dados e distribuição.																						8	41	35
Competência III	159	Acompanhar a realização de pesquisa de excelência na especificação, avaliação e uso de sistemas imageadores de sensoriamento remoto, em apoio ao programa espacial brasileiro																						8	62	65
Sub-total					0			0			0			0					0					45	110	115
Totais			99	41	140	178	68	246	36	21	57	96	87	183	52	74	107	23	130	161	45	110	115			

(página em branco)

Apêndice 7: Missões espaciais brasileiras e veículos lançadores⁶²

Introdução

Trata o presente trabalho de analisar aspectos relacionados a veículos lançadores em atendimento a requisitos de missões espaciais, em geral o transporte de satélites a órbitas pré-estabelecidas, e considerando ainda as necessidades programáticas, de planejamento de recursos e de cronogramas, com o objetivo de conciliar a realização das missões, aqui especificamente do ponto de vista das missões estabelecidas pelo INPE, com os veículos lançadores em desenvolvimento e/ou operacionais, e conseqüentemente da vinculação programática entre ambos.

Metodologia de Trabalho

Para a escolha dos veículos lançadores a serem utilizados para as missões previstas serão considerados três cenários:

- Veículos lançadores nacionais,
- Veículos lançadores configurados em cooperação, e
- Veículos lançadores a serem adquiridos e/ou lançamentos contratados junto a fornecedores no exterior.

O levantamento das informações necessárias às análises foi feito na forma apresentada a seguir:

- Missões: Informações obtidas de documentos fornecidos pelo INPE e de outras fontes de natureza ostensiva⁶³.
- Veículos Lançadores: Informações obtidas de documentos disponíveis em portais eletrônicos dos provedores dos veículos (empresas, agências espaciais e instituições governamentais), pesquisa na *Internet* e consulta de documentos disponíveis com o relator ou informações do seu conhecimento.
- Outras Informações: Quaisquer outras informações apresentadas no presente documento foram compiladas pelo relator e portanto destinadas ao uso pelo destinatário do documento. Nem sempre as fontes de obtenção das informações são explicitamente declaradas, visto não serem suas origens claramente identificadas, seja pela inexistência de documentos formais ou mesmo pela dificuldade em reconhecê-las. Dessa forma recomenda o relator do presente documento considerar as informações aqui contidas, especialmente quando se

⁶² Apêndice preparado a partir de notas e recomendações do Dr. Paulo Moraes Jr. (IAE/CTA), complementadas com informações obtidas pela CPA/INPE.

⁶³ Fontes consultadas:

- Documentos contidos no Portal eletrônico do INPE.
- Isakowitz, Steven J.; Hopkins, Joshua B.; and Hopkins, Joseph P. *International Reference to Space Launch Systems*, AIAA, Washington DC, 2004. ISBN: 156347591X.
- Enciclopédia Astronáutica: <www.astronautix.com>.
- Documentos informativos de diversos provedores de veículos lançadores.
- 2008 *Aerospace Source Book*, Aviation Week & Space Technology, January 28, 2008.

tratam de valores físicos e/ou financeiros, como estimativas para análises preliminares.

Veículos Lançadores

Entende-se no contexto do presente trabalho o conceito Veículo Lançador como sendo exclusivamente o veículo lançador, sem consideração da infra-estrutura necessária ao seu lançamento e sua operação em voo.

O veículo lançador necessário para cumprimento de uma determinada missão, i.e. o transporte de uma carga-útil, no caso específico um satélite a uma determinada órbita, é escolhido, tendo por base em uma primeira instância, aspectos relacionados aos requisitos da missão. Assim, tem-se de uma forma geral requisitos relacionados a massa, dimensões, e características da órbita (altitude, plano orbital, inclinação) do satélite.

Posteriormente, são observadas outras características operacionais do veículo lançador, tais como nível de vibração mecânica e acústica, conforto ambiental no compartimento do satélite, etc.

Visando não reproduzir o conteúdo encontrado em compêndios, catálogos ou enciclopédias relacionadas a Veículos Lançadores de Satélites, o trabalho aqui realizado contemplará a prospecção de utilização de veículos lançadores para cumprimento das missões consideradas, classificando-os e identificando-os na forma que se segue abaixo:

- Veículos lançadores nacionais: VLS-1 e veículos lançadores constantes do Programa Cruzeiro do Sul (VLS Alfa, VLS Beta, VLS Gama, VLS Delta, VLS Epsilon).
- Veículos lançadores configurados em cooperação: Cyclone-4.
- Veículos lançadores a serem adquiridos e/ou lançamentos contratados junto a fornecedores no exterior: Veículos operacionais ou em fase de desenvolvimento no exterior, que possam ser considerados na visão do relator, em seus mais diversos aspectos (políticos, gerenciais, mercadológicos, etc), como candidatos ao uso para cumprimento das missões aqui estabelecidas.

Identificação e Descrição dos Veículos

Nesta seção são apresentadas fichas com dados gerais para os seguintes lançadores⁶⁴:

- (1) VLS Alfa (Brasil)⁶⁵
- (2) VLS Beta (Brasil)
- (3) CYCLONE 4 (Ucrânia)

⁶⁴ O lançador americano Delta II também consta no Apêndice 3 da lista de possíveis alternativas. No entanto, sua produção deverá ser descontinuada em breve. Por esta razão, seus dados não são apresentados nas fichas elaboradas. Informações técnicas podem ser obtidas no endereço:

<<http://www.boeing.com/defense-space/space/delta/delta2/delta2.htm>>.

⁶⁵ O Plano de Ação 2007-2010 do MCT adota como nomenclatura apenas VLS-1 e VLS-1B. O PNAE 2005-2014, por sua vez, adota a nomenclatura VLS-1, VLS-1B como um *upgrade* do 1 dotado de propulsão líquida no terceiro estágio, VLS-2, e VLS-3. Embora as designações Alfa e Beta não constem destes documentos oficiais, em virtude da falta de uma especificação clara da capacidade do lançador VLS-1B, este trabalho emprestou as notações originalmente propostas para o Programa Cruzeiro do Sul – Alfa para designar o VLS dotado de um último estágio a combustível líquido, e Beta para um novo lançador, dotado de um único estágio inicial a combustível sólido, e os demais a combustível líquido. Embora se saiba que este lançador não se encontra em desenvolvimento, ele foi incluído a título de referência. Na medida em que a capacidade do VLS-1B for melhor conhecida, assim como a sua trajetória evolutiva, será possível então reconsiderar o mapeamento apresentado no Quadro 32.

- (4) Dnepr-1 (Ucrânia e Rússia)
- (5) CZ-2 (China)
- (6) CZ-4B (China)
- (7) FALCON I (EUA)
- (8) MINOTAUR⁶⁶ (EUA)
- (9) TAURUS (EUA)
- (10) Pegasus XL (EUA)
- (11) START-1 (Rússia)
- (12) ROCKOT (Rússia e Alemanha)
- (13) VEGA (ESA)
- (14) PSLV (Índia)

(1) VLS Alfa [CTA/IAE, Brasil]

- Veículo com dois estágios a propelente sólido e um estágio a propelente líquido [LOX/Querosene]
- Capacidade: 400kg/400km – 540kg/750km, 2.3° [LEO]⁶⁷; 120-290kg/750km [SSO]⁶⁸
- Empuxo na decolagem: 1.100kN; Massa total: 50.000kg
- Diâmetro central: 1,0m
- Comprimento total: 21,0m
- Compartimento de carga-útil: Ø1,2 x 3,0m
- Situação: em desenvolvimento
- Histórico: nenhum lançamento
- Custo: MUS\$ 8 [valor estimado em 2005]
- Disponibilidade: 2012



(2) VLS Beta [CTA/IAE, Brasil]

- Veículo com um estágio a propelente sólido [P40] e dois estágios a propelente líquido [LOX/Querosene]
- Capacidade: 800kg/800km, 2.3° [LEO]
- Empuxo na decolagem: 1.500kN
- Massa total: 73.000kg
- Diâmetro central: 1,5m
- Comprimento total: 32,0m
- Compartimento de carga-útil: Ø1,5 x 4,0m
- Situação: em desenvolvimento
- Histórico: nenhum lançamento
- Custo: MUS\$ (desconhecido)
- Disponibilidade: 2015



⁶⁶ Não é citado como possível lançador, mas a ficha foi colocada a título de referência.

⁶⁷ Dependendo do propulsor do terceiro estágio a ser utilizado.

⁶⁸ Dependendo do propulsor do terceiro estágio a ser utilizado.

(3) CYCLONE 4 [Yuzhnoye, Ucrânia⁶⁹]

- Veículo com três estágios a propelente líquido [N₂O₄/UDMH]
- Capacidade: 4.900kg/400km; 51,6° [LEO]; 500kg GTO
- Empuxo na decolagem: 2.980kN
- Massa total: 198.250kg
- Diâmetro central: 3,0m
- Comprimento total: 39,95m
- Compartimento de carga-útil: Ø4,0 x 7,2m
- Situação: em desenvolvimento
- Histórico: nenhum lançamento
- Custo: MUS\$ (desconhecido)
- Disponibilidade: (desconhecido)



(4) Dnepr-1 [Yuzhnoye, Ucrânia⁷⁰]

- Veículo com três estágios a propelente líquido (N₂O₄/UDMH)
- Capacidade: de 2.000 a 4.000kg/~300km; 65° [LEO]
- Empuxo na decolagem: 4.522,7kN
- Massa total: 262.546kg
- Diâmetro central: 3,0m
- Comprimento total: 34,3m
- Compartimento de carga-útil: -
- Histórico: -
- Custo: MUS\$ (desconhecido)
- Disponibilidade: operacional



(5) CZ-2 "Chang Zheng-2C / Long March LM-2C" [Shanghai Academy of Spaceflight Technology, China⁷¹]

- Veículo com dois estágios a propelente líquido (N₂O₄/UDMH)
- Capacidade: 2.500kg/200km, 52,0° [LEO]; 2.200kg/200-500km, 90,0°
- Empuxo na decolagem: 2.960kN
- Massa total: 192.000kg
- Diâmetro central: 3,35m
- Comprimento total: 35,15m
- Compartimento de carga-útil: Ø1,40 x 1,20m; Ø1,55 x 1,75m
- Situação: 22 lançamentos com sucesso (100%) entre 1975 e 2007
- Custo: MUS\$ 30 [2008]
- Disponibilidade: operacional



⁶⁹ Informações adicionais disponíveis em: <www.nkau.gov.ua/nsau/nkau.nsf/indexE>.

⁷⁰ Informações adicionais disponíveis em: <<http://www.russianspaceweb.com/dnepr.html>>.

⁷¹ Informações adicionais disponíveis em: <www.astronautix.com/lvs/cz2c.htm>.

(6) CZ-4B "Chang Zheng-4B/Long March LM-4B" [Shanghai Academy of Spaceflight Technology, China⁷²]

- Veículo com três estágios a propelente líquido (N₂O₄/UDMH)
- Capacidade: 2.800kg/200km, 52,0° [LEO]; 2.800kg/900km, 98,5° [SSO]
- Empuxo na decolagem: 2.960kN
- Massa total: 249.200kg
- Diâmetro central: 3,35m
- Comprimento total: 45,80m
- Compartimento de carga-útil: Ø1,40 x 1,20m; Ø1,55 x 1,75m
- Situação: 11 lançamentos com sucesso (100%) entre 1999 e 2007
- Custo: MUS\$ 30 [2008]
- Disponibilidade: operacional



(7) FALCON I [SpaceX⁷³]

- Veículo com dois estágios a propelente líquido (oxigênio líquido e querosene RP-1)
- Capacidade: 670kg/200km, 28,0° [LEO]; 430kg/700km, 98,0° [SSO]
- Empuxo na decolagem: 454kN
- Massa total: 38,555kg
- Diâmetro central: 1,7m
- Comprimento total: 21,3m
- Compartimento de carga-útil: Ø1,40 x 1,20m; Ø1,55 x 1,75m
- Situação: em desenvolvimento com duas tentativas de lançamento com falha
- Custo: MUS\$ 6,7 [2008]
- Disponibilidade: 2008



(8) MINOTAUR 4 [Orbital Sciences Corporation, EUA⁷⁴]

- Veículo com quatro estágios a propelente sólido
- Capacidade: 640kg/185km, 28,5° [LEO]; 335kg/740km, 98,6° [SSO]
- Empuxo na decolagem: 720,0kN
- Massa total: 36.200kg
- Diâmetro central: 1,67m
- Comprimento total: 19,21m
- Compartimento de carga-útil: Ø1,19 x 1,20m; Ø1,39 x 2,03m
- Situação: operacional
- Histórico: 8 lançamentos entre 2000 e 2007
- Custo: MUS\$ 12,5 [1999]



⁷² Informações adicionais disponíveis em: <www.astronautix.com/lvs/cz4b.htm>.

⁷³ Informações adicionais disponíveis em: <www.spacex.com>.

⁷⁴ Informações adicionais disponíveis em: <www.orbital.com/NewsInfo/Publications/Minotaur_I_Fact.pdf>.

- Disponibilidade: operacional

(9) **TAURUS [Orbital Sciences Corporation, EUA⁷⁵]**

- Veículo com quatro estágios a propelente sólido
- Capacidade: 1,363kg/185km; 28,5° [LEO]; 431kg GTO
- Empuxo na decolagem: 1.286,4kN
- Massa total: 73.030kg
- Diâmetro central: 2,36m
- Comprimento total: 27,9m
- Compartimento de carga-útil: Ø1,33 x 3,93m; Ø1,98 x 5,71m
- Situação: operacional
- Histórico: 9 lançamentos com 1 falha (87,5%) entre 1989 e 2004
- Custo: MUS\$ 20 [1999]
- Disponibilidade: operacional



(10) **Pegasus-XL [Orbital Sciences Corporation, EUA⁷⁶]**

- Veículo com três estágios a propelente sólido
- Capacidade: 440kg/555km; 28° [LEO]
- Empuxo na decolagem: 726,2kN
- Massa total: 23.133kg
- Diâmetro central: -
- Comprimento total: -
- Compartimento de carga-útil: -
- Situação: operacional
- Histórico: 9 lançamentos com 1 falha (87,5%) entre 1989 e 2004
- Custo: MUS\$ 20 [1999]
- Disponibilidade: operacional



(11) **START-1 [STC Complex-MIHT – Moscow Teplotechnics Institute, Rússia⁷⁷]**

- Veículo com quatro estágios a propelente sólido
- Capacidade: 632kg/200km; 52,0° [LEO]; 320-550kg/700-300km Polar
- Empuxo na decolagem: 887,4kN
- Massa total: 47.200kg
- Diâmetro central: 1,61m
- Comprimento total: 22,7m
- Compartimento de carga-útil: (não disponível)
- Situação: operacional
- Histórico: 6 lançamentos sem falha (100%) entre 1993 e 2006
- Custo: MUS\$ 9 [1999]
- Disponibilidade: operacional



⁷⁵ Informações adicionais disponíveis em: <www.orbital.com/NewsInfo/Publications/Taurus_fact.pdf>.

⁷⁶ Informações adicionais disponíveis em: <<http://www.orbital.com/SpaceLaunch/>>.

⁷⁷ Informações adicionais disponíveis em: <www.russianspaceweb.com/start.html>.

(12) **ROCKOT [EUROCKOT Launch Services GmbH, Bremen, Alemanha⁷⁸]**

- Veículo com três estágios a propelente líquido (N2O4/UDMH)
- Capacidade: 1.800kg/200km, 53,0° [LEO]; 1.000kg/800km 98,6° [SSO]
- Empuxo na decolagem: 1.850kN
- Massa total: 107.000kg
- Diâmetro central: 2,50m
- Comprimento total: 29,0m
- Compartimento de carga-útil: Ø2,6 x 6,7m
- Situação: operacional
- Histórico: 16 lançamentos com 1 falha entre 2000 e 2006
- Custo: MUS\$ 15 [1999]
- Disponibilidade: operacional



(13) **VEGA [ESA⁷⁹]**

- Veículo com três estágios a propelente sólido (P80; Z23; Z9) e um estágio líquido (AVUM) de inserção em órbita (N2O4/UDMH)
- Capacidade: 1.500kg/700km, 98,0° [SSO]
- Empuxo na decolagem: 3.040kN
- Massa total: 137.000kg
- Diâmetro central: 3,0m
- Comprimento total: 30,0m
- Situação: Propulsores sólidos já testados; AVUM ainda em desenvolvimento
- Custo: MUS\$ 20 (estimativa)
- Disponibilidade: 2009



(14) **PSLV [Indian Space Research Organization – ISRO, Índia⁸⁰]**

- Veículo com quatro estágios (sólido, líquido, sólido, líquido) e seis boosters (sólido)
- Capacidade: 1,360kg/826km; 28,5° [LEO]; 1052kg GTO, 18°
- Empuxo na decolagem: 8.600kN
- Massa total: 294.000kg
- Diâmetro central: 2,8m
- Comprimento total: 44,43m
- Compartimento de carga-útil: -
- Situação: operacional
- Histórico: -
- Custo: (desconhecido)
- Disponibilidade: operacional



⁷⁸ Informações adicionais disponíveis em: <www.eurockot.com>.

⁷⁹ Informações adicionais disponíveis em: <www.esa.int/SPECIALS/Launchers_Access_to_Space/ASEKMU0TCNC_0.html>.

⁸⁰ Informações adicionais disponíveis em: <<http://www.isro.org/pslv.htm>>.

Missões Espaciais Brasileiras

São consideradas no presente trabalho as missões constantes no PNAE 2005-14 e suas reformulações apresentadas em documentos apresentados no Portal Eletrônico do INPE, desde que estejam disponíveis informações que permitam suas análises.

- CBERS-3

Satélite de sensoriamento remoto desenvolvido e operado em conjunto com a China para dar continuidade à missão do CBERS-2B.

- *Massa satelizável: 2.000kg*
- *Órbita: hélio-síncrona (98,5°) a 778km de altitude*
- *Previsão de lançamento: 2010*
- *Lançador(es): CZ-4B [Longa Marcha 4B]*
- *Custo: MUS\$ 35*

- Amazônia-1

Satélite que tem por aplicação a otimização do monitoramento da região amazônica e equatorial do Brasil por meio de imagens de sensoriamento remoto. Será o primeiro satélite a utilizar a PMM [Plataforma Multi-Missão]. Suas características orbitais, ainda não bem definidas nesta configuração, podem, no entanto, ser previstas como sendo:

- *Massa satelizável: 500kg [estimativa atual]*
- *Órbita: hélio-síncrona (98°) a 778km de altitude*
- *Previsão de lançamento: segundo semestre de 2011*
- *Lançador(es): Vega; Rockot; CZ-4B; Cyclone 4; Taurus; Dnepr-1; Delta II*
- *Custo: MUS\$ 12 a 35*

- Lattes-1

A missão Lattes-1 compreende o transporte dos satélites de aplicação científica EQUARS e MIRAX instalados em uma PMM [Plataforma Multi-Missão] /INPE/. Essa proposta passa ainda por uma análise de viabilidade, considerando que embora os satélites tenham posicionamento orbital igual (orbital equatorial com a menor inclinação possível /INPE/), os apontamentos de suas órbitas são distintos. No EQUARS, para a Terra, no MIRAX para o centro da Via Láctea.

Suas características orbitais, podem, no entanto, ser consideradas como sendo:

- *Massa satelizável: estimada entre 450 e 500kg [EQUARS (135kg) + MIRAX (100kg) + PMM (280kg) ≤ 515kg]*
- *Órbita: equatorial entre 600 e 750km de altitude*
- *Previsão de lançamento: não antes do segundo semestre de 2012*
- *Lançador(es): VLS Alfa⁸¹; Falcon I; Taurus; Pegasus XL; Start 1; Vega; Dnepr-1; Cyclone-4; Delta II; Rockot*
- *Custo: MUS\$ 8 a 15 para o caso do VLS Alfa*

⁸¹ Veículo em desenvolvimento; pode não estar disponível na época prevista para lançamento do Lattes-1.

O plano também prevê o lançamento do SCDAV-1 como carona. Por tratar-se de satélite de dimensões e massa muito reduzidas, seu "budget" de massa não foi incluído nas características acima.

- CBERS-4

Satélite de sensoriamento remoto desenvolvido e operado em conjunto com a China para dar continuidade à missão do CBERS-3.

- *Massa satelizável: 2.000kg*
- *Órbita: hélio-síncrona (98,5°) a 780km de altitude*
- *Previsão de Lançamento: 2013*
- *Lançador(es): Cyclone 4; CZ-4B [Longa Marcha 4B]*
- *Custo: MUS\$ 25 a 35*

- MAPSAR

Satélite de sensoriamento remoto com radar de abertura sintética, desenvolvido em cooperação com a Alemanha (DLR). Suas características orbitais, ainda não bem definidas nesta configuração, podem, no entanto, ser previstas como sendo:

- *Massa satelizável: 600kg [estimativa atual]*
- *Órbita: hélio-síncrona (98°) a 610km de altitude*
- *Previsão de lançamento: 2013*
- *Lançador(es): Vega; Rockot; CZ-4B; Cyclone 4; Taurus; Dnepr-1; Delta II*
- *Custo: MUS\$ 12 a 35*

- GPM-Br [Global Precipitation Measurement]

Satélite que tem por finalidade medir índices pluviométricos na zona equatorial. Fará uso da PMM.

- *Massa satelizável: 500kg [estimativa atual]*
- *Órbita: equatorial (30°) a 600km de altitude*
- *Previsão de lançamento: 2014*
- *Lançador(es): VLS Beta; Vega; Rockot; PSLV; Taurus*
- *Custo: MUS\$ 10 a 15*

- CBERS-7

Satélites de sensoriamento remoto do tipo radar cuja definição dependerá do desenvolvimento do MAPSAR. Seu lançamento está previsto para 2015.

- Amazônia-2

Semelhante ao Amazônia-1, com previsão de lançamento 4 anos após este [2015]. Caso não ocorram alterações substanciais nas suas características físicas e orbitais, o VLS Beta seria o candidato mais adequado ao seu lançamento, desde que este já tenha completado sua qualificação, o que se estima ser provável.

- CBERS-5

Satélites de sensoriamento remoto que dará continuidade à missão do CBERS-4. Seu lançamento está previsto para 2016.

- Satélite Científico 2

Satélite semelhante ao Lattes-1, com previsão de lançamento 5 anos após este [2017]. Caso não ocorram alterações substanciais nas suas características físicas e orbitais, o VLS Alfa seria o candidato mais adequado ao seu lançamento, desde que este já tenha completado sua qualificação, o que se estima ser provável. Nessa mesma época estima-se que o VLS Beta, veículo com maior capacidade de transporte, já esteja também disponível para uso. O plano também prevê o lançamento do SCDAv-2 como carona.

- CBERS-6

Satélite de sensoriamento remoto que dará continuidade à missão do CBERS-5. Seu lançamento está previsto para 2019.

Missão versus Veículo Lançador

De importância faz-se agora compatibilizar a Missão com o Veículo Lançador mais adequado, em qualquer e todo aspecto, ao seu cumprimento. Esta é uma tarefa extremamente difícil e deve ser iniciada tão logo os requisitos de missão estejam congelados.

As informações resumidas em “Veículos Lançadores” são por vezes bastante particularizadas para cada Veículo Lançador pois consideram suas operações a partir de centros de lançamentos localizados em latitudes de interesse ou de utilização do provedor. Da mesma forma a capacidade de transporte de cada um refere-se a missões específicas, não permitindo uma melhor comparação entre eles ou mesmo se um determinado veículo estaria apto a atender aos requisitos de uma determinada missão. Dessa forma faz-se necessário que o cliente (provedor do satélite) submeta ao fornecedor (provedor do veículo lançador) os requisitos da missão para que este último verifique sua capacidade em atendê-lo.

Recomenda-se aqui que a escolha do Veículo Lançador seja iniciada, como já dito anteriormente, logo que os requisitos de missão estejam estabelecidos, primeiramente, em uma forma prospectiva, ou seja, “qual veículo poderia ser considerado como possível candidato ao transporte de um certo satélite”.

De posse de uma relação de veículos candidatos faz-se necessário a montagem de uma “matriz de valores” para que seja feita uma primeira e grossa “filtragem”. Essa matriz deve considerar aspectos relativos à:

- Capacidade do veículo lançador,
- Disponibilidade,
- Custo,
- Facilidade de obtenção/aquisição,
- Local de lançamento,
- Meios facilitadores de integração,
- Logística de transporte até o centro de integração,
- Apoio pós-lançamento e injeção em órbita,
- etc.,

além de aspectos políticos, de segurança, de interesses governamentais, de tratados de cooperação pré-existent, e de uma certa forma, de impacto sócio-econômico do acordo firmado.

Obviamente que aspectos relacionados à taxa de sucesso do Veículo Lançador devam ser, também, considerados, pois se reduz com isso o risco de perda de missão e do satélite, bem como, em caso em que se aplique, barateamento dos custos de seguro. Com isso, pode-se desmistificar que “o mais adequado Veículo Lançador seja o mais avançado do ponto de vista tecnológico”, pois é o veículo que transportará com segurança o Satélite e não a tecnologia nele contida. Esta o auxiliará, no entanto, em ser mais eficiente, barateando seu uso, ser mais preciso, o que se exige para determinadas missões, etc.

Isto posto, recomenda-se então que a escolha do Veículo Lançador ocorra com uma antecedência mínima de 18 meses da data prevista para lançamento do Satélite.

Conclusões

O trabalho aqui apresentado restringiu-se a uma análise sistêmica preliminar de compatibilização de Missões Espaciais previamente definidas no escopo do planejamento estratégico e tático do INPE e da identificação sumária de alguns possíveis candidatos a meio de transporte para cumprimento das mesmas.

É importante salientar o caráter preliminar e sumário do trabalho, dadas as informações existentes sobre as missões previstas e o tempo disponível para obtenção de informações sobre os Veículos Lançadores.

Mesmo não sendo propósito do trabalho advogar em defesa da importância de ter os veículos “made in Brazil” para cumprimento das missões, não deixa de ser relevante tentar fazer uso de veículos que se encontram em desenvolvimento no país, sem que haja no entanto comprometimentos das missões já estabelecidas.

(página em branco)

Apêndice 8: Dados complementares sobre os orçamentos estimados

Este Apêndice tem os seguintes objetivos:

- discutir o Projeto de Lei para o Programa Nacional de Atividades Espaciais (PNAE) do PPA 2008-2011;
- confrontar os valores previstos para o PNAE no PPA 2008-2011 com as necessidades identificadas pelo Plano de Missões do INPE para o mesmo período;
- sugerir novas Ações e valores mínimos a serem atribuídos para as propostas dos PPAs 2012-2015 e 2016-2019⁸².

O PPA 2008-2011

Ao longo de 2007 foi elaborada uma proposta para o PPA 2008-2011, que resultou em Projeto de Lei que contém as ações do PNAE apresentadas na Seção 4. O orçamento médio anual então proposto era de aproximadamente MR\$ 284.

Embora, elaboradas no final de 2006 e início de 2007, as Ações propostas já refletiam os Objetivos Estratégicos do Plano Diretor do INPE. Adicionalmente, os satélites aos quais as Ações estão vinculadas fazem toda parte do Plano de Missões.

Com frequência, a proposta para o PPA costuma ser excessivamente otimista quanto aos níveis orçamentários de seus anos finais. Este fato fica claro ao examinar a última linha do Quadro 34, onde estão computados os agregados anuais do PNAE para este PPA. Estas expectativas podem, eventualmente, se dissipar na medida em que propostas orçamentárias anuais mais modestas possam ser elaboradas pelo Executivo. De fato, isto já ocorreu com a aprovação da LOA 2008 pelo Congresso Nacional, a primeira coluna do mesmo Quadro.

A título de informação, no Quadro abaixo apresentam-se os limites de empenho e a execução orçamentária do INPE para o PNAE ao longo dos anos do PPA 2004-2007. O substancial crescimento do orçamento de 2004 para 2005 deu-se graças à aceleração das contratações do Programa CBERS, aliada a uma forte ação política do INPE na esfera federal. O orçamento médio anual foi então de aproximadamente MR\$ 93, tendo estabilizado em um patamar entre MR\$ 100 e 120 no período 2005-2007.

Quadro 45: Limites de Empenho para o PNAE ao longo do PPA 2004-2007 em [R\$]⁸³

	2004	2005	2006	2007	Média Anual
Programa Nacional de Atividades Espaciais (PNAE)	41.840.576	104.362.500	100.250.743	124.620.000	92.768.454

O PPA 2008-2011 e as demandas orçamentárias do Plano de Missões

A quantidade de Ações, seu conteúdo e alocação orçamentária não são decisões unilaterais do INPE, pois dependem de diretrizes dos Ministérios do Planejamento, da Ciência e Tecnologia e de negociações junto a Agência Espacial Brasileira. Dessa forma, o PPA reflete várias visões da questão, não apenas a do INPE. Com isso, é improvável que exista uma

⁸² Os valores apresentados são baseados nas estimativas do ano fiscal de 2007. As cifras futuras não incluem correções inflacionárias ou cambiais de qualquer natureza.

⁸³ Fonte: Coordenação de Planejamento Estratégico e Avaliação (CPA) do INPE.

correspondência perfeita entre as responsabilidades e demandas orçamentárias do Plano de Missões e aquelas presentes no PPA.

Com o objetivo de avaliar a situação atual, o Quadro a seguir traz em suas linhas as onze Ações do PNAE do PPA 2008-2011 e, em suas colunas, os vários satélites que integram o Plano de Missões.

No Quadro estabelece-se uma correlação entre as Ações e as Missões de forma a identificar qual Ação é responsável por qual aspecto da Missão, particularmente no tocante: ao desenvolvimento do satélite; a sua operação; ao apoio ao funcionamento das áreas envolvidas; à aquisição da infra-estrutura.

No mesmo Quadro também atribuem-se responsabilidades *primária* e *secundária* a cada Ação. Como responsabilidade *primária* entende-se a responsabilidade pela qual a execução da Ação será avaliada. Por *secundária* entende-se uma contribuição que permitirá uma aplicação mais eficaz dos recursos em uma etapa posterior, seja por reduzir riscos tecnológicos de uma missão futura, seja por adiantar as etapas preliminares de futuras missões. Ela seria uma forma de compensar, em parte, a inexistência de Ações para satélites, cujo desenvolvimento ainda está por ser iniciado.

Em complemento à discussão qualitativa, no Quadro também comparam-se as demandas orçamentárias identificadas para o Plano de Missões (apresentadas na Seção 4 do corpo principal deste documento) às dotações das Ações do PPA, indicando déficits e superávits.

O resultado desta análise indica que de forma agregada os recursos atribuídos pelo PPA e pela Lei de Orçamento 2008, desde que integralmente executados, são suficientes para implementar o Plano de Missões. No entanto, a distribuição dos recursos precisaria ser revista, particularmente para equilibrar o excesso de orçamento da Ação 10ZK (satélite CBERS-3), e as necessidades de infra-estrutura para as fases de utilização dos vários satélites (última linha do Quadro)⁸⁴.

Por outro lado, a admissão de que os recursos são suficientes para o quadriênio em questão apóia-se na expectativa de que as liberações anuais crescerão na proporção da Lei aprovada. Como exposto anteriormente, mesmo tendo sido aprovado pelo Congresso, o PPA não é capaz de pautar a elaboração dos projetos para a Lei de Orçamento dos anos subseqüentes, servindo meramente como um indicativo para as Ações a serem contempladas e seus respectivos tetos.

Com isso, caso o PPA não venha a ser cumprido, haverá um déficit crescente para a implementação do Plano de Missões, o que certamente exigirá uma reconsideração do conjunto de missões proposto, ou a articulação de fontes alternativas.

O PPA 2012-2015 e o Plano de Missões

No Quadro referente ao PPA 2012-2015 dá-se prosseguimento à análise iniciada no anterior (2008-2011). A diferença é que neste não há uma análise quantitativa, já que este PPA ainda não existe como projeto de lei.

Por outro lado, algumas Ações do PPA anterior são encerradas e outras propostas, totalizando sete Ações novas ou modificadas para atender de forma mais adequada aos vários projetos de satélite que serão desenvolvidos naquela época.

Pelo exposto, percebe-se que a filosofia adotada para o PPA 2008-2011 pode ser em boa medida mantida no futuro, desde que sejam endereçadas às necessidades de infra-estrutura de uso comum.

⁸⁴ É necessário reforçar que esta avaliação só vale para o caso do orçamento agregado, pois, como já discutido na Seção 4, a LOA 2008 reduziu o orçamento do INPE quando comparado ao ano de 2007, sendo que as Ações correspondentes aos satélites CBERS-3 e 4 foram, no caso, as mais prejudicadas.

É importante notar também que os orçamentos atribuídos às Ações têm como hipótese que as liberações no período 2008-2011 tenham sido suficientes, sem a formação do déficit aludido ao final do item anterior.

O PPA 2016-2019 e o Plano de Missões

No Quadro referente ao PPA 2016-2019 reproduz-se o seu antecessor, com pequenas modificações por conta de missões encerradas e as por iniciar. No entanto, nota-se um decréscimo no número de Ações, em razão do horizonte finito do Plano de Missões. Isto indica que ainda no período de vigência do PPA anterior a este (2012-2015), o Plano de Missões deverá ser revisto com o objetivo de incluir novas Ações neste PPA. Também neste caso, admite-se que não houve a formação de um déficit durante a vigência dos PPAs anteriores.

Quadro 46: Correspondência entre as Ações do PNAE do PPA 2008-2011 e o Plano de Missões

Período do PPA	Código da Ação do PPA	Ações do PPA	SCD-1 & 2	CBERS-2 & 2B	Missões de 3os	CBERS-3	CBERS-4	CBERS-5	CBERS-6	Amazônia-1	Amazônia-2	MAPSAR	CBERS-7	Lattes-1	Sat. Client. 2	SCDAV-1	SCDAV-2	GPM-Br	Funcionamento	Infra-estrutura	(a) = Demanda do Roteiro de Desenvolvimento (MRS)	(b) = Orçamento Real (MRS)	(b) - (a) = Diferença (MRS)		
PPA 2008-2011	10ZG	Desenvolvimento do Satélite Lattes												[1] (2012)		[4]	[4]			[7]	101,50	66,50	-35,00		
	10ZH	Desenvolvimento do Satélite do Programa Internacional de Medidas de Precipitação - GPM-Br															[4]	[4]	[1] (2014)		[7]	51,00	61,00	10,00	
	10ZI	Desenvolvimento do Satélite de Sensoriamento Remoto com Imageador Radar - MAPSAR											[1] (2013)				[4]	[4]			[7]	56,00	106,00	50,00	
	10ZJ	Desenvolvimento do Satélite Amazônia-1									[1] (2011)						[4]	[4]			[7]	118,00	198,80	80,80	
	10ZK	Desenvolvimento do Satélite Sino-Brasileiro Projeto CBERS-3					[1] (2010)										[4]	[4]			[7]	209,70	478,55	268,85	
	10ZL	Desenvolvimento do Satélite Sino-Brasileiro Projeto CBERS-4						[1] (2013)									[4]	[4]			[7]	162,00	115,20	-46,80	
	4183	Pesquisa em Ciência Espacial															[4]	[4]				0,00	8,54	8,54	
	2253	Funcionamento e Atualização do Laboratório de Integração e Testes															[4]	[4]							
	4195	Controle de Satélites, Recepção, Geração, Armazenamento e Distribuição de Dados	[3]		[6]												[4]	[4]			[8]	58,13	51,53	-6,60	
	4958	Pesquisa e Aplicações de Dados de Satélites de Observação da Terra		[3]		[2]					[2]						[4]	[4]			[8]				
	4959	Desenvolvimento de Produtos e Processos Inovadores para o Setor Espacial															[4]	[4]				0,00	19,23	19,23	
Outras demandas orçamentárias: CBERS-7, SCDAv-1 e Infra-estrutura:																					286,62	0,00	-286,62		
Legendas:	Responsabilidade primária da Ação	Responsabilidade secundária da Ação	n/a = não aplicável (20XX) = ano do lançamento X = operação da missão encerrada [1] Responsabilidade vai até o lançamento. [2] Responsabilidade tem início após o lançamento. [3] Responsabilidade somente até o encerramento da missão. [4] Missão sem fonte de recursos indentificada no PPA 2008-2011.										[5] Ação específica, caso o projeto tenha continuidade. [6] Atribuição indicada na falta de Ação específica no Programa Meteorologia e Mudanças Climáticas para a recepção de dados ambientais. [7] Responsabilidade pela infra-estrutura específica da missão, podendo contribuir para a infra-estrutura de uso comum. [8] Responsabilidade pela infra-estrutura de uso comum.												

Quadro 47: Proposta para as Ações do PNAE do PPA 2012-2015 e o Plano de Missões

Período do PPA	Código da Ação do PPA	Ações do PPA	SCD-1 & 2	CBERS-2 & 2B	Missões de 3os	CBERS-3	CBERS-4	CBERS-5	CBERS-6	Amazônia-1	Amazônia-2	MAPSAR	CBERS-7	Lattes-1	Sat. Cient. 2	SCDAV-1	SCDAV-2	GPM-Br	Funcionamento	Infra-estrutura	(a) = Demanda do Roteiro de Desenvolvimento (MRS)	(b) = Orçamento Real (MRS)	(b) - (a) = Diferença (MRS)	
PPA 2012-2015	Ação nova 2012 1	Desenvolvimento dos Satélites Lattes e Científico 2		X										[1] (2012)	[1] (2017)					[7]	52,60	Orçamento a ser proposto em 2011	n/a	
	10ZH	Desenvolvimento do Satélite do Programa Internacional de Medidas de Precipitação - GPM-Br		X															[1] (2014)	[7]	65,00			
	10ZI	Desenvolvimento do Satélite de Sensoriamento Remoto com Imageador Radar - MAPSAR		X									[1] (2013)								[7]			65,00
	Ação nova 2012 2	Desenvolvimento do Satélite Amazônia-2		X								[1] (2015)									[7]			135,10
	Ação nova 2012 3	Desenvolvimento do Satélite Sino-Brasileiro Projeto CBERS-5		X					[1] (2016)	[1] (2019)											[7]			312,20
	10ZL	Desenvolvimento do Satélite Sino-Brasileiro Projeto CBERS-4		X				[1] (2013)													[7]			8,80
	Ação nova 2012 4	Desenvolvimento do Satélite Sino-Brasileiro Projeto CBERS-7		X										[1], [5] (2015)							[7]			306,00
	4183	Pesquisa em Ciência Espacial		X											[2]									0,00
	2253	Funcionamento e Atualização do Laboratório de Integração e Testes		X																				
	Ação nova 2012 5	Controle de Satélites e Manutenção da Rede de Solo de Recepção de Dados		X																	[8]			
	Ação nova 2012 6	Pesquisa e Aplicações de Dados de Satélites de Meteorologia, Clima e Meio Ambiente	[3]	X													[2], [3]		[2], [6]		[8]			120,68
	4958	Pesquisa e Aplicações de Dados de Satélites de Observação da Terra		X			[2]	[2]			[3]	[2]	[2]								[8]			
	4959	Desenvolvimento de Produtos e Processos Inovadores para o Setor Espacial		X																				0,00
Ação nova 2012 7	Desenvolvimento dos Satélites do Sistema de Coleta de Dados Avançado - SCDAV-1&2		X													[1] (2012)	[1] (2017)			[7]	1,90			
Legendas:	Responsabilidade primária da Ação	Responsabilidade secundária da Ação	n/a = não aplicável (20XX) = ano do lançamento X = operação da missão encerrada [1] Responsabilidade vai até o lançamento. [2] Responsabilidade tem início após o lançamento. [3] Responsabilidade somente até o encerramento da missão. [4] Missão sem fonte de recursos indentificada no PPA 2008-2011.									[5] Ação específica, caso o projeto tenha continuidade. [6] Atribuição indicada na falta de Ação específica no Programa Meteorologia e Mudanças Climáticas para a recepção de dados ambientais. [7] Responsabilidade pela infra-estrutura específica da missão, podendo contribuir para a infra-estrutura de uso comum. [8] Responsabilidade pela infra-estrutura de uso comum.												

Quadro 48: Proposta para as Ações do PNAE do PPA 2016-2019 e o Plano de Missões

Período do PPA	Código da Ação do PPA	Ações do PPA	SCD-1 & 2	CBERS-2 & 2B	Missões de Joo	CBERS-3	CBERS-4	CBERS-5	CBERS-6	Amazônia-1	Amazônia-2	MAPSAR	CBERS-7	Lattes-1	Sat. Cient. 2	SCDAV-1	SCDAV-2	GPM-Br	Funcionamento	Infra-estrutura	(a) = Demanda do Roteiro de Desenvolvimento (MRS)	(b) = Orçamento Real (MRS)	(b) - (a) = Diferença (MRS)	
PPA 2016-2019	Ação nova 2016-1	Desenvolvimento do Satélite Científico 2	X	X		X				X					[1] (2017)	X				[7]	67,60	Orçamento a ser proposto em 2015	n/a	
	Ação 2012-3	Desenvolvimento do Satélite Sino-Brasileiro Projeto CBERS-5	X	X		X		[1] (2016)	n/a	X						X				[7]	86,20			
	Ação nova 2016-2	Desenvolvimento do Satélite Sino-Brasileiro Projeto CBERS-6	X	X		X			[1] (2019)	X						X				[7]	132,40			
	4183	Pesquisa em Ciência Espacial	X	X		X				X					[3]	[2]	X							0,00
	2253	Funcionamento e Atualização do Laboratório de Integração e Testes	X	X		X				X							X							134,58
	Ação 2012-5	Controle de Satélites e Manutenção da Rede de Solo de Recepção de Dados	X	X		X				X						X				[8]				
	Ação 2012-6	Pesquisa e Aplicações de Dados de Satélites de Meteorologia, Clima e Meio Ambiente	X	X		X				X						X	[2], [3]	[3]		[8]				
	4958	Pesquisa e Aplicações de Dados de Satélites de Observação da Terra	X	X		X		[3]	[2]	[2]	X	[3]	[3]	[2]		X				[8]				
	4959	Desenvolvimento de Produtos e Processos Inovadores para o Setor Espacial	X	X		X				X						X								0,00
Ação 2012-7	Desenvolvimento dos Satélites do Sistema de Coleta de Dados Avançado - SCDAV-1&2	X	X		X				X						X		[1] (2017)			[7]	3,20			
Legendas:	Responsabilidade primária da Ação	Responsabilidade secundária da Ação	n/a = não aplicável (20XX) = ano do lançamento X = operação da missão encerrada [1] Responsabilidade vai até o lançamento. [2] Responsabilidade tem início após o lançamento. [3] Responsabilidade somente até o encerramento da missão. [4] Missão sem fonte de recursos indentificada no PPA 2008-2011.										[5] Ação específica, caso o projeto tenha continuidade. [6] Atribuição indicada na falta de Ação específica no Programa Meteorologia e Mudanças Climáticas para a recepção de dados ambientais. [7] Responsabilidade pela infra-estrutura específica da missão, podendo contribuir para a infra-estrutura de uso comum. [8] Responsabilidade pela infra-estrutura de uso comum.											

Apêndice 9: Demandas para o setor espacial⁸⁵

A partir do Painel de Demandas realizado em São José dos Campos foram levantadas as seguintes demandas para o Setor Espacial, classificadas por tipo de missão:

Observação da Terra

- **Monitoramento da Vegetação (Agricultura e Florestas)**

Geração de informação a respeito da agricultura e vegetação, utilizando uma ampla gama de características espaciais, espectrais, temporais e radiométricas de sensores e satélites e um esforço contínuo de desenvolvimento dos sistemas de análise e processamento de dados. Além disso, considera-se a necessidade de monitoramento da cobertura vegetal em outros biomas brasileiros além da Amazônia e Mata Atlântica.

- **Entendimento dos sistemas aquáticos continentais, zonas costeiras e oceânicas**

Conhecimento do funcionamento e evolução de sistemas aquáticos continentais / zonas costeiras e oceânicas utilizando dados de satélites em conjunto com técnicas de modelagem meteorológica e oceanográfica, para planejar as atividades de exploração, produção e transporte nos rios e mares, além da segurança marítima.

- **Tecnologias de geoprocessamento**

Desenvolvimento de técnicas de processamento de informações obtidas de diversos sistemas de coleta e aquisição de dados (satélites, plataforma de coleta de dados, bóias oceânicas, sondas, censos econômicos e demográficos, dados de evolução climática) e georeferenciamento que permitem gerar produtos como, por exemplo, indicadores de saúde ambiental, taxa de desmatamento, focos de incêndios, para toda a comunidade de usuários. Seria desejável que estas técnicas pudessem ser disponibilizadas por meio de interfaces com boa usabilidade aliadas a um material de treinamento adequado.

- **Monitoramento da ocupação dos espaços territoriais municipais (urbano e rural)**

Estudo e modelamento do ambiente municipal incluindo espaços urbano e rural para subsidiar uma gestão adequada e eficiente destes ambientes e de seus recursos, utilizando dados de satélites, em particular aqueles de alta resolução espacial.

- **Aplicações geológicas e geomorfológicas (incluindo aplicações para indústria e mapeamentos temáticos)**

Estudos e desenvolvimentos de metodologias baseados em sensoriamento remoto, úteis para empresas de mineração, petróleo e gás e para acompanhamento de questões ambientais sob a perspectiva geológica.

- **Aplicações para Defesa e Segurança do Estado**

Imagens de altíssima resolução (< que 1 metro) para solução de problemas inteligência (no sentido amplo): serviços de apoio a sistemas de vigilância, segurança pública,

⁸⁵ Apêndice elaborado pelo GEOPI a partir das seguintes fontes:

- CPA-027-2006. Painel "Demandas da Sociedade Brasileira na área espacial e suas prioridades".
- CPA-031-2006. Versão Final do Estudo do GT1 – DEMANDAS – Potencial de demanda para atividades espaciais no Brasil.
- CPA-045-2006. Estudo sobre o panorama atual de utilização e serviços da área espacial no Brasil: empresa, estado e academia.
- CPA-064-2007. Exercício de Cenários: Ciência, Tecnologia e Inovação na Área Espacial no Brasil.

defesa civil em gerenciamento de desastres e emergências e da área militar, segurança da navegação, controle das atividades em áreas com restrições (indígenas, de conservação ambiental, etc).

- **Aplicações Cartográficas**

Imagens de alta resolução (com estereoscopia ou interferometria) que permitam modelagem de elevação do terreno.

- **Continuidade e reposição de satélites de observação da terra**

Novos satélites e sensores para atender às demandas levantadas anteriormente incluindo a atualização e completa cobertura cartográfica brasileira. Sugere-se a participação da sociedade nas especificações iniciais e durante o projeto, além da atuação do INPE para manter a qualidade dos produtos.

Coleta de Dados

- **Serviços de coleta, processamento e disseminação de dados**

A coleta de dados ambientais atende a um conjunto diversificado e crescente de usuários, com aplicações como preservação do meio ambiente, estimação de potencial de energia elétrica, calibração de modelos meteorológicos, entre outros exemplos, sendo disponibilizados pelo INPE.

- **Ampliação da região de cobertura do sistema (adição de mais estações de recepção em solo)**

Ampliação da região de cobertura do Sistema Brasileiro de Coleta de Dados Ambientais por meio da instalação de novas estações de recepção. Existe uma forte demanda para a instalação de uma estação receptora de dados para melhorar a cobertura no sul do país e na região oceânica.

- **Apoio ao usuário do Sistema Brasileiro de Coleta de Dados Ambientais**

Apoio ao usuário em atividades como o desenvolvimento e testes de novas aplicações, especificação e aquisição de plataformas, realização de testes de homologação de transmissores, realização de calibração de sensores de plataformas, e treinamento em configuração, operação e manutenção de plataformas.

- **Continuidade e reposição de satélites do sistema de coleta de dados**

Necessidade de assegurar a continuidade do Sistema Brasileiro de Coleta de Dados Ambientais (eventualmente via reposição / substituição dos satélites SCD-1 e SCD-2). Os novos satélites deverão fornecer serviços de recepção, interrogação de plataformas terrestres e localização.

- **Redução dos tempos de revisita dos satélites do sistema**

Redução dos tempos de revisita para permitir a expansão do número de aplicações atendidas pelo sistema, a ser obtida, por exemplo, por meio de uma pequena constelação de quatro satélites de coleta de dados e de novas funcionalidades que aumentariam o desempenho do sistema como, por exemplo, armazenamento a bordo e interrogação de plataformas.

- **Transição dos serviços de PCDs ambientais do Estado para a iniciativa privada**

Viabilizar a transferência de produtos (maduros e com mercado identificado) para a iniciativa privada.

- **Ampliação da rede de Plataformas de Coleta de Dados**

A rede ainda não é suficiente para suprir demandas atuais e futuras.

Meteorológicas

- **Previsão Meteorológica, Ambiental e Oceânica**

Previsões englobando todas as escalas de tempo, desde curtíssimo prazo (horas) até previsão estendida (15 dias), incluindo: alertas meteorológicos, previsão imediata ("nowcasting"), acompanhamento de sistemas convectivos / tempestades, previsão do risco de fogo e da dispersão dos poluentes. As previsões oceânicas e do estado do mar se estendem até 15 dias (ventos, ondas e marés). Destacar aplicações para agricultura.

- **Monitoramento e Vigilância Ambiental**

Monitoramento de desastres naturais, da poluição do ar, descargas elétricas, focos de queimadas, hidrometeorológico, precipitação, monitoramento ambiental de grandes centros urbanos. Destacar buraco na camada de ozônio.

- **Previsão e Monitoramento do Clima para o Brasil, América do Sul e Global, e Estudos e Previsões de Mudanças Climáticas**

Previsões climáticas entre 1 e 6 meses, e estudos e previsões de mudanças climáticas com foco principal na análise dos impactos sócio-econômicos associados a experiências globais e simulações de modelos de clima e a estudos relativos à concentração atmosférica do dióxido de carbono e ao nível do mar global.

- **Geração e Disseminação de Imagens e Produtos de Satélites Ambientais**

Imagens e produtos gerados a partir de satélites ambientais para suporte aos serviços de previsão meteorológica, monitoramento ambiental e acompanhamento e previsão de mudanças climáticas.

- **Instalação, manutenção e calibração de Instrumentação Meteorológica / Ambiental**

Implantação e operação de Rede de Estações ou Plataformas de Coleta de Dados Ambientais (PCDs), dos tipos: meteorológica, hidrológica, agrometeorológica e bóias oceanográficas, instaladas em diversos locais do País e da costa brasileira; provisão de serviços de manutenção e calibração de instrumentação meteorológica e ambiental para assegurar a confiabilidade das medições realizadas.

- **Desenvolvimento e calibração de Instrumentação Meteorológica / Ambiental para Pesquisa**

Provisão de serviços de calibração de instrumentação meteorológica e ambiental para assegurar a confiabilidade das medições realizadas e desenvolvimento de pesquisas.

- **Desenvolvimento de Satélites Meteorológicos Geo-Estacionários**

Fornecimento de informações confiáveis, sob controle nacional, com conseqüente redução da dependência em um tema estratégico.

- **Melhorias dos modelos meteorológicos de tempo e clima e de monitoramento ambiental**

A melhoria dos modelos deveria atender a demandas específicas, tais como queima de resíduos ou outros tipos de biomassa além de florestas.

- **Continuidade e reposição de satélites ambientais**

Científicas e/ou Tecnológicas

- **Experimentos em satélites científicos**

Geração de informações para o estudo de fenômenos naturais envolvendo tanto nosso planeta quanto o universo em geral, com o objetivo de ampliar o conhecimento e o entendimento humano sobre a natureza.

- **Experimentos em satélites tecnológicos**
Experimentos tecnológicos nos quais se deseja testar a tecnologia envolvida. Depois, essas tecnologias poderão ser empregadas em outras aplicações específicas, mas já com alguma qualificação.
- **Experimentos científicos e/ou tecnológicos em plataformas sub-orbitais (foguetes de sondagem)**
Experimentos que não exigem a entrada da carga útil em órbita, sendo úteis, por exemplo, para a identificação de química da alta atmosfera e para estudos do conteúdo elétrico da ionosfera (formação de bolhas ionosféricas).
- **Experimentos científicos e/ou tecnológicos em plataformas recuperáveis (balões estratosféricos, aviões e foguetes de sondagem)**
Experimentos que utilizam plataformas recuperáveis servem para testar os instrumentos que venham a ser implantados em satélites antes da sua utilização final, e para experimentos específicos como, por exemplo, relâmpagos e potenciais elétricos na atmosfera e utilização de telescópios espaciais de observação de Raios-X.
- **Experimentos científicos e/ou tecnológicos na estação espacial internacional**
Experimentos em ambiente de microgravidade e, ainda, experimentos que dependam de controle humano direto.
- **Experimentos científicos e/ou tecnológicos de media duração em ambiente de microgravidade**
Experimentos em ambiente de microgravidade.
- **Identificação, desenvolvimento e qualificação de componentes de sistemas espaciais, em que o Brasil possa desenvolver capacidade de competição internacional**
Aproveitar oportunidades como Galileu, Globalstar, Iridium, e outros programas espaciais. Incluir neste ciclo a transferência para a iniciativa privada brasileira.

Comunicações

- **Serviços de Telecomunicações para Segurança do Estado**
Serviços de apoio a sistemas de vigilância, segurança pública, defesa civil em gerenciamento de desastres e emergências, e da área militar, com redução da dependência de tecnologias externas.
- **Serviços de telecomunicações para integração nacional**
Apoio à comunicação de dados entre órgãos públicos dos níveis municipal, estadual e federal, à universalização de acesso a serviços de telecomunicações, e à execução de políticas públicas.
- **Serviços de telecomunicações da área de educação à distância**
Serviços de telecomunicações para a área de educação à distância, com transmissões de TV analógica e digital, acesso banda larga para Internet em escolas e instituições públicas.
- **Geração de tecnologias avançadas em telecomunicações via satélite**
Desenvolvimento de tecnologia de transponders, subsistemas de controle de atitude (spin e orientação nos três eixos) e de órbita, software de processamento de sinais (filtragem, compactação de dados e verificação de erros), e sistemas de solo, incluindo subsistemas para segmento terrestre de comunicações com satélite Geoestacionário.
- **Serviços de telecomunicações para apoio à navegação**
Controle de tráfego aéreo, marítimo e terrestre.

- **Serviços via satélite para terminais móveis**
Rádio digital, TV digital, Internet de alta velocidade, GPS, etc.
- **Serviços de telecomunicações públicos estratégicos (TVs educativas, por exemplo, emissoras do grupo ABEPEC)**
Outros serviços públicos que não somente educação.

Serviços de ensaios e testes de equipamentos

- **Caracterização, Qualificação e Testes de Propulsores de Satélites**
Certificação de que os dispositivos propulsores e o subsistema atendem às especificações de capacidade e intensidade de propulsão exigida para a execução manobras de controle de órbita.
- **Montagem, integração e verificação funcional de satélites e seus subsistemas**
Serviços de montagem, integração e testes funcionais de satélites artificiais e seus subsistemas.
- **Testes ambientais, climáticos, vibração e compatibilidade eletromagnética**
Qualificação tanto de satélites como de equipamentos em geral quanto às suas características mecânicas, resistência a variações térmicas e de pressão, e de compatibilidade eletromagnética.
- **Calibração elétrica, mecânica e de sensores**
Para a realização dos testes funcionais, ambientais e medições adequadas é importante a capacitação laboratorial, meios de teste e instrumentação que possibilitem a realização de medidas e simulações corretas: equipamentos, sensores e transdutores devidamente calibrados.
- **Medidas de alinhamento, propriedades de massa, propriedades magnéticas e contaminação**
Medidas de propriedades de massa que indicam o centro de gravidade, momentos e produtos de inércia e caracterizam o comportamento do satélite durante as manobras e correções de órbita; medidas magnéticas informam o momento magnético residual e como o satélite é influenciado pelo campo magnético da Terra; o alinhamento indica a orientação de sensores ópticos e a orientação das forças originadas pelos propulsores; medidas de contaminação são realizadas para demonstrar que as condições de limpeza estão sendo preservadas, de acordo com as necessidades das atividades.
- **Caracterização, qualificação e testes de componentes eletrônicos**
Criar e manter listas de partes, materiais e processos preferenciais.
- **Ensaio e testes de equipamentos de estações terrenas para telecomunicações**
Para a realização dos testes funcionais, ambientais e medições adequadas é importante a capacitação laboratorial, meios de teste e instrumentação que possibilitem a realização de medidas e simulações corretas.

Quadro 49: Demandas Priorizadas pelos Grupos (G1 a G4) no Painel de Demandas

Com base nas discussões realizadas e no conjunto de subdemandas utilizadas nas atividades 1 e 2, destaque 5 (cinco) subdemandas que, na opinião do Grupo, contribuem mais fortemente para o desenvolvimento do país e sobre as quais o INPE deve se mobilizar.				
BLOCO 1: Demanda por imagens/dados de satélites (e aeroportadas) de observação da Terra	G1	G2	G3	G4
Monitoramento da Vegetação (Agricultura e Florestas).	x	x	x	x
Entendimento dos sistemas aquáticos continentais / zonas costeiras e oceânicas.				x
Tecnologias de geoprocessamento.		x		x
Monitoramento da ocupação dos espaços territoriais municipais (urbano e rural).				x
Novos satélites e sensores.				x
BLOCO 2: Demanda por informações fornecidas por plataformas de coleta de dados ambientais	G1	G2	G3	G4
Serviços de coleta, processamento e disseminação de dados.		x		
Continuidade do sistema de coleta de dados.			x	
BLOCO 3: Demanda por previsão de tempo e clima e produtos e serviços de satélites ambientais	G1	G2	G3	G4
Previsão Meteorológica, Ambiental e Oceânica.	x	x	x	x
Monitoramento e Vigilância Ambiental.			x	
Previsão e Monitoramento do Clima para o Brasil, América do Sul e Global, e Estudos e Previsões de Mudanças Climáticas.	x			x
BLOCO 4: Demanda por telecomunicações (para atender as necessidades estratégicas do Estado)	G1	G2	G3	G4
Serviços de Telecomunicações para Segurança do Estado.			x	
Serviços de telecomunicações para integração nacional.				x
Serviços de telecomunicações da área de educação à distância.	x			
BLOCO 5: Demanda por satélites / plataformas para adquirir competência tecnológica e conhecimentos científicos	G1	G2	G3	G4
Identificação, desenvolvimento e qualificação de componentes de sistemas espaciais, em que o Brasil possa desenvolver capacidade de competição internacional.			x	
BLOCO 7: Demanda por formação de recursos humanos na área espacial (Difusão do Conhecimento, estágio e Pós-graduação)	G1	G2	G3	G4
Cursos de pós-graduação do INPE.		x		
BLOCO 8: Temas Transversais	G1	G2	G3	G4
Desastres Naturais e Eventos Extremos.	x			

Apêndice 10: Capacidade de investimento do Estado Brasileiro e implicações para C,T&I⁸⁶

A economia brasileira vem apresentando nos últimos anos indicadores favoráveis no que diz respeito à evolução do PIB, das contas externas e mesmo internas, como as de cunho fiscal. Entretanto, qualificar esse cenário é necessário. Isso porque, em primeiro lugar, nestes mesmos últimos anos, o cenário internacional foi bastante favorável ao crescimento econômico e o Brasil cresceu em patamares inferiores ao da média mundial e frente aos outros componentes dos BRICs (Brasil, Rússia, Índia e China) desde o início dos anos 2000; e as projeções indicam o mesmo desfecho para 2007 e 2008, como mostram os números do Quadro abaixo⁸⁷.

Quadro 50: Crescimento do PIB (%)

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007*	2008*
Mundo	2,5	3,1	4,0	5,3	4,9	5,4	4,9	4,9
Brasil	1,3	2,7	1,1	5,7	2,9	3,7	4,4	4,2
Rússia	5,1	4,7	7,3	7,2	6,4	6,7	6,4	5,9
Índia	4,1	4,3	7,3	7,8	9,2*	9,2*	8,4	7,8
China	8,3	9,1	10,0	10,1	10,4	10,7	10,0	9,5

Fonte: FMI (estimativas do FMI)

Outros indicadores, como de conta corrente, da dívida externa e de reservas cambiais em relação ao PIB e às exportações vêm apresentando desfecho favorável nestes anos da década de 2000, também como mostra o trabalho do IPT (2007), no Quadro seguinte. As reservas cambiais, aliás, devem atingir patamar histórico no ano de 2007, e alcançar US\$ 160 bilhões.

Quadro 51: Indicadores do setor externo

	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Conta Corrente/PIB	-4,2	-1,5	0,8	1,8	1,6	1,3
Dív Externa/Exportações	3,9	3,8	3,2	2,3	1,6	1,4
Dív Externa/PIB	37,9	41,7	38,9	30,3	19,2	15,8
Reservas Cambiais/PIB	6,5	7,5	8,9	8,0	6,1	8,0

Fonte: BCB.

Já quanto às contas fiscais, os resultados confirmam a política de forte elevação da arrecadação impetrada pelo governo federal – via aumento da carga tributária de forma bastante rígida desde o início da década, assim como de elevação do superávit primário.

⁸⁶ Apêndice elaborado pelo GEOPI e CPA/INPE.

⁸⁷ Fonte: IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas (2007). Agenda de Competitividade para a Economia Paulista. IPT, Governo do Estado de São Paulo, SP, 127 p.

Quanto à dívida líquida do setor público em relação ao PIB, os analistas acreditam que esta poderia ter diminuído mais fortemente frente aos resultados alcançados pelo superávit primário. No Quadro a seguir, também a partir dos dados do IPT (2007), apresentam-se esses números. No geral, a crítica que se faz é que a política fiscal é frágil, dado que “combina expansão dos gastos correntes, elevação da carga tributária e contenção dos gastos em investimento”.

Quadro 52: Indicadores fiscais

	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Superávit Primário (Setor Público Consolidado)	3,35	3,55	3,89	4,18	4,35	3,88
Carga Tributária/PIB	31,9	32,3	31,9	32,8	33,7	34,7
Div. Liq. Setor Público/PIB (após revisão do PIB)	48,6	51,1	52,5	47,1	46,5	45,0

Fonte: BCB, Receita Federal, IBPT e MB Associados.

Na verdade, tal política restritiva vem sendo fomentada desde a década de 90. A justificativa era o combate à inflação. No que se refere à política fiscal, por exemplo, o ajuste das contas públicas passou a ganhar crescente importância no debate. A opção governamental frente a esse desafio, desde o início do Plano Real, centrou-se principalmente no ajuste fiscal pelo lado da receita (aumento da arrecadação e da carga tributária). Mesmo assim, gastos foram cortados em complementação às outras políticas restritivas. O maior viés, entretanto, de tal política, juntamente à elevação da arrecadação, tem sido, desde então, a redução das despesas públicas, via corte nos investimentos, pois se colocou como inviável reduzir significativamente algumas despesas (as vinculadas, como as previdenciárias) e menos provável reduzir outras (juros da dívida, por exemplo). No próximo Quadro apresentam-se tais números entre os anos 95 e 03⁸⁸.

Quadro 53: Evolução dos Resultados Fiscais e das Despesas com juros e investimentos fixos do setor público – 1995-2003 (em % do PIB)

Variáveis Fiscais	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Resultados:									
Primário	0,33%	-0,09%	-0,90%	0,01%	2,92%	3,24%	3,34%	3,54%	3,89%
Nominal (ou global)	-6,63%	-5,45%	-5,63%	-6,06%	-5,29%	-3,37%	-3,30%	-4,18%	-4,65%
Despesas Selecionadas:									
Juros Nominais	6,96%	5,35%	4,73%	6,97%	8,20%	6,61%	6,64%	7,72%	8,54%
Investimentos Fixos,	4,35%	4,25%	4,16%	4,09%	2,76%	2,71%	3,21%	3,47%	2,71%
dos quais: em infra-estrutura	2,45%	2,63%	2,52%	2,03%	1,29%	1,12%	1,27%	1,29%	1,02%

Pode-se observar um forte ajuste via superávit fiscal e corte nos investimentos fixos de todos os perfis. “Essa trajetória do investimento do setor público apresenta um quadro ainda mais negativo quando consideradas apenas as aplicações realizadas em infra-estrutura (o conjunto formado por ações de transportes, energia, comunicações e saneamento). O investimento fixo do setor (ou seja, mesmo computadas grandes empresas estatais) em infra-estrutura, que já era baixo em 1995 (apenas 2,4% do PIB), diminuiu em

⁸⁸ Fonte: Afonso, J.R. & Biasoto, G. (2007) Investimento público no Brasil: diagnóstico e proposições. Revista do BNDES, Rio de Janeiro, v. 14, n. 27, p. 71-122, jun. 2007.

quase 60% até 2003, quando mal superou a casa de 1% do PIB. Radicalmente outra foi a trajetória observada pelo superávit primário do setor público, que subiu de 0,3% para 3,9% do PIB entre 1995 e 2003, bem como pelas despesas com juros, que subiram ainda mais, de 6,9% para 8,5% do PIB, no mesmo período. Fica claro que o sucesso do ajuste fiscal brasileiro teve como contrapartida uma depressão dos investimentos fixos, ainda mais daqueles aplicados em infra-estrutura” (Afonso e Biasoto, 2007:22).

Ou seja, numa economia que está crescendo – mesmo a taxas inferiores a da média mundial –, cortes em investimento fixo, notadamente em infra-estrutura, revelam uma opção cujos resultados (negativos) aparecem já no curto prazo – nas áreas de telecomunicações, energia, transporte e várias outras. No Quadro abaixo apresentam-se as taxas de investimentos fixos em infra-estrutura do setor público entre os anos de 1995 e 2003, tanto em relação ao PIB quanto em relação à Formação Bruta de Capital Fixo (FBKF) total⁸⁹. Pode-se perceber a forte queda dos investimentos fixos no período indicado (queda sobre patamares já baixos) por parte da administração pública (federal, estadual e municipal) e das empresas estatais.

Quadro 54: Taxas de Investimentos Fixos em Infra-Estrutura do Setor Público – 1995-2003 (em % do PIB e do total da FBKF)⁹⁰

COMPONENTES	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Em Porcentagem do PIB									
Setor Público	2,45	2,63	2,52	2,03	1,29	1,12	1,27	1,29	1,02
Administração Pública	0,85	1,00	0,78	1,02	0,48	0,57	0,63	0,47	0,39
União	0,14	0,18	0,20	0,22	0,10	0,18	0,12	0,08	0,06
Estados	0,25	0,27	0,32	0,59	0,22	0,25	0,28	0,25	0,19
Municípios	0,47	0,56	0,26	0,21	0,16	0,14	0,23	0,15	0,14
Empresas Estatais	1,60	1,63	1,74	1,01	0,81	0,55	0,64	0,82	0,62
Em Porcentagem da FBKF Total									
Setor Público	13,39	15,59	14,52	11,94	8,23	6,67	7,46	7,89	6,65
Administração Pública	4,65	5,91	4,48	6,00	3,04	3,39	3,68	2,89	2,58
União	0,75	1,04	1,17	1,32	0,64	1,06	0,70	0,50	0,42
Estados	1,35	1,59	1,87	3,47	1,40	1,50	1,62	1,50	1,26
Municípios	2,55	3,34	1,49	1,21	0,99	0,83	1,35	0,89	0,90
Empresas Estatais	8,75	9,68	10,03	5,94	5,20	3,28	3,78	5,00	4,07

A evolução da taxa de investimento fixo em infra-estrutura do setor público, tanto em relação ao PIB, como em relação à FBKF, pelos dados apresentados acima – os quais mostram uma taxa relativamente baixa desde os primeiros anos da série (meados dos anos 90) e uma queda acentuada nos últimos anos da mesma (2002, 2003) –, demonstra, como dito acima, a opção do governo brasileiro em cortar gastos, especialmente no que respeita os investimentos em capital fixo, e não os correntes.

⁸⁹ Formação Bruta de Capital Fixo (FBKF) é o valor dos investimentos brutos (sem deduzir o uso devido à depreciação e obsolescência) em capital fixo (máquinas e equipamentos, estruturas e edificações, por exemplo) realizados pelas empresas públicas e privadas; equivale ao aumento bruto da capacidade produtiva ou capital fixo do País. Toda FBKF é decorrente de investimento; entretanto, o investimento não corresponde somente à FBKF, pois parte daquele pode ser usada para formação de estoques, manutenção e reposição de peças e equipamentos, entre outros.

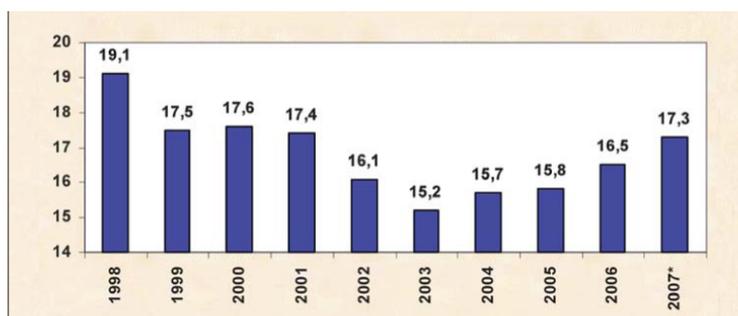
⁹⁰ Fonte: Afonso e Biasoto (2007).

Analisando mais detalhadamente a composição da FBKF, ou seja, a participação dos setores público e privado no investimento em capital, os números reforçam tal análise, como é mostrado no próximo Quadro. Também o setor privado apresentou uma diminuição entre os anos de 1995 e 2003 no que se refere à FBKF frente ao PIB, mas sua participação cresceu quando se considera a porcentagem da FBKF total – devido, em grande parte, à queda da participação do setor público.

Quadro 55: Composição da Formação Bruta de Capital Fixo – 1995-2003 (em % do PIB e do total da FBKF)⁹¹

COMPONENTES	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Em Porcentagem do PIB									
Total (Contas Nacionais)	18,3	16,9	17,4	17,0	15,7	16,8	17,0	16,4	15,3
Setor Público	4,3	4,2	4,2	4,1	2,7	2,7	3,2	3,5	2,7
Administração Pública	2,3	2,1	1,9	2,6	1,6	1,8	2,0	2,1	1,5
Empresas Estatais	2,0	2,1	2,3	1,5	1,2	0,9	1,2	1,5	1,2
Setor Privado (Resíduo)	14,0	12,6	13,2	12,9	12,9	14,1	13,8	12,9	12,6
Em Porcentagem da FBKF Total									
Total (Contas Nacionais)	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Setor Público	23,5	25,2	24,0	24,2	17,5	16,3	18,7	21,5	17,6
Administração Pública	12,5	12,6	10,7	15,4	9,9	10,7	11,7	12,6	9,9
Empresas Estatais	11,0	12,6	13,3	8,8	7,6	5,6	7,0	8,9	7,8
Setor Privado (Resíduo)	76,5	74,8	76,0	75,8	82,5	83,7	81,3	78,5	82,4

De toda forma, olhando os indicadores relativos à taxa de investimento do país nos últimos anos, percebe-se que há quase uma década o volume de investimento se mantém em níveis baixos, com queda significativa do final dos anos 90 até 2003, procurando uma elevação a partir de então, não atingindo, entretanto, os níveis do final da década de 90, situando-se numa posição não confortável frente a outras economias mundiais, notadamente as ditas emergentes. Esses dados podem ser vistos no Gráfico abaixo, a partir do trabalho do IPT (2007).



Fonte: IBGE. Dados a preços constantes de 1995.
* Projeção para 2007 elaborada por MB Associados.

Gráfico 39: Taxa de investimento (nova metodologia IBGE) (%)

⁹¹ Fonte: Afonso e Biasoto (2007).

Para especialistas do IEDI⁹², o país está perdendo a corrida do crescimento sustentado para outros países emergentes, que nos últimos anos conseguiram criar um ambiente favorável para aumentar a capacidade instalada e aumentar a taxa real de investimento fixo no país, representada pela compra de novas máquinas e equipamentos, pela ampliação física do parque industrial, entre outros elementos. *“Isso afeta fortemente o potencial de crescimento do país e uma das explicações para isso está no preço do investimento produtivo, que vem crescendo desde 1998. O IEDI classifica esse preço como o custo do empresário para a compra de bens de capital e com construção civil, setores que em graus diferentes ainda são duramente afetados pela excessiva carga tributária, por um baixo índice de produtividade e elevada informalidade. Um outro componente que entra nessa conta é o peso dos juros nos financiamentos. A pergunta que se faz é por que investir em bens de capital, ativos de baixa liquidez e com preços crescendo mais do que o de outros bens, se o empreendedor em potencial pode aplicar recursos em títulos públicos, correndo menos riscos?”*⁹³.

Já o BNDES projeta uma taxa de investimento de 21% do PIB até 2009. A expectativa é que essa expansão ocorrerá em um ritmo muito superior ao do crescimento da economia – cerca de 14% ao ano, segundo o presidente da Instituição⁹⁴. Entretanto, o estudo do IEDI (2007), o qual apresenta uma série história da taxa de investimento fixo desde 1947 e a projeta até 2012, não aponta o mesmo “otimismo”, devido aos aspectos colocados acima. O Gráfico abaixo, extraído do mesmo estudo, apresenta a evolução da taxa de investimento entre os anos 1996 e 2012, como porcentagem do PIB em valores nominais e em valores com base no ano de 2000.



Fonte: Elaboração própria a partir de dados de IBGE/SCN, referência 2000 (exceto 2006: IBGE/CNT, referência 2000), apud Ipeadata e das projeções para 2007-2012 do Project LINK e L. Carvalho e Marco Cavalcanti. Outlook for the Brazilian Economy – 2007-2008 (texto apresentado no encontro de maio/2007 do Project LINK).

Gráfico 40: Taxa de Investimento Fixo – Calculada: 1947-2006 e Projetada: 2007-2012 (% PIB – por valores nominais e por valores reais na base 2000)

⁹² Fonte: IEDI – Instituto de Estudos para o Desenvolvimento Industrial (2007). O problema do preço relativo do investimento fixo no Brasil. 27 p.

⁹³ Fonte: O Globo, 23/07/2006, “Taxa de Investimento é uma das piores da história”.

⁹⁴ Fonte: Folha de São Paulo on line, 22/08/07, “BNDES espera taxa de investimento de 21% do PIB até 2009”.

Como descrito no estudo, “somente em 2006 com inversões de R\$ 21 bilhões, é que o Brasil logrou superar o patamar alcançado em 1980 (R\$ 209 bilhões) e no miniciclo de investimentos 1997-98 (R\$ 206 bilhões). Ou seja, quase uma década depois. O dado favorável é que tanto a magnitude da FBKF quanto a taxa de investimento fixo aumentaram pelo terceiro ano consecutivo. Em relação a 2003, a FBKF cresceu 22,8%. A taxa de FBKF teve ampliação de 1,5 ponto percentual entre 2003-2006. ... As séries aqui apresentadas também agregam as magnitudes e taxas de investimento fixo projetadas para o período 2007-2012 ... As maiores taxas de expansão econômicas projetadas para o país a partir do presente ano estão associadas a um forte crescimento real da FBKF, seja da magnitude, seja como proporção do PIB. Assim, uma variação anual do PIB da ordem de 5% – projetada para os anos de 2010, 2011 e 2012 – atrela-se a um dinamismo maior do investimento vis-à-vis o consumo das famílias e os gastos do governo. Mesmo para 2007, cuja projeção é de acréscimo de 4,2% no PIB, é esperado um aumento substantivo da FBKF, de 8,1%. Na hipótese de tais projeções se confirmarem, em 2012 o país teria investimento fixo de R\$ 328 bilhões e finalmente (e só em 2012!) suplantamos o pico de FBKF per capita de 1980: R\$ 1,8 mil por habitante em 2012 a preços de 2000. Para esse ano, ... a taxa de inversão fixa seria de 17,7%, quase 2 pontos percentuais acima da de 2006” (IEDI, 2007:7-8).

Já o ambiente na China – país que, no momento, passou a ser referência para análises micro e, principalmente, macroeconômicas – é bem diferente. O aquecimento da economia chinesa tem sido motivo de preocupação para o governo daquele país. Crescendo cerca de 10% ao ano há décadas, o perigo que se avanta é de inflação acelerada, que neste ano deve fechar em 6,5%, e a entrada do país em um ciclo recessivo. Mas um dos números que mais impressionam é justamente o dos investimentos produtivos – mais de 40% do PIB: em 2004 atingiu o pico de 43,2%, caindo para 42,6% em 2005⁹⁵. Quando se correlaciona isso aos números dos empréstimos bancários, que avançam 18% ao ano, o cenário fica ainda mais preocupante⁹⁶

No nosso caso, a ampliação do crédito – de 25% para um pouco mais de 30% do PIB entre 2001 e 2007 – vem ocorrendo especialmente devido ao crédito para pessoas físicas e não jurídicas, o que não estimula diretamente o crescimento do investimento produtivo. A esperança é que se o país alcançar a classificação internacional de *investment grade* já em 2008, recursos internacionais (oriundos de fundos de pensão, por exemplo), que por questões legais não podem ser aplicados em países sem esse status, entrem no Brasil. “A entrada desse tipo de investimento deverá contribuir para fortalecer o mercado de capitais brasileiro e financiar os novos investimentos da economia. A novidade esperada no ciclo de crédito – ligeiramente antecipada em 2006 – seria a ampliação do crédito à pessoa jurídica, notadamente pequena e médias empresas, bem como o aumento das operações em bolsa, como forma de capitalização das médias e grandes empresas” (IPT, 2007:12).

Esse movimento pode também reduzir a taxa de juros e baratear o crédito, forçando o aumento da taxa de investimento frente ao PIB, não somente do setor privado, mas também do setor público, que tem que suprir as demandas latentes de infra-estrutura – seja de meios de transporte, geração de energia, telecomunicações, saneamento básico, entre outros – e de outros tipos de investimentos: em saúde, habitação, educação, em pesquisa e desenvolvimento, entre outros.

⁹⁵ Fonte: China Statistical Yearbook, 2005, apud FSP, 2007.

⁹⁶ Fonte: Folha de São Paulo, 20/11/07.

Implicações da política macroeconômica para os investimento em C,T&I no Brasil

A existência de mecanismos adequados de financiamento e a possibilidade de acesso democrático a esses instrumentos são fundamentais para o sucesso de uma política nacional de C&T. Podemos dividir as fontes de recursos do Estado para financiar seus investimentos em C&T em dois grupos: as receitas não-vinculadas e as receitas vinculadas. No que se refere a essas últimas, os Fundos de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico são os principais instrumentos de fomento ao sistema de C&T brasileiro, na forma de Fundos Setoriais ou Transversais. No que se refere às receitas não-vinculadas, é tarefa complexa quantificar precisamente o montante de recursos que o Estado tem flexibilidade de alocação, e exigiria uma análise detalhada do orçamento federal. Mesmo assim, o histórico recente da política econômica brasileira torna difícil crer que esses recursos sejam significativamente utilizados para o investimento em detrimento do pagamento de juros.

A título de ilustração, no Gráfico a seguir indica-se como o Projeto de Lei Orçamentária 2008 (PLOA) enviado ao Congresso Nacional dividia as despesas totais do Governo Federal⁹⁷.

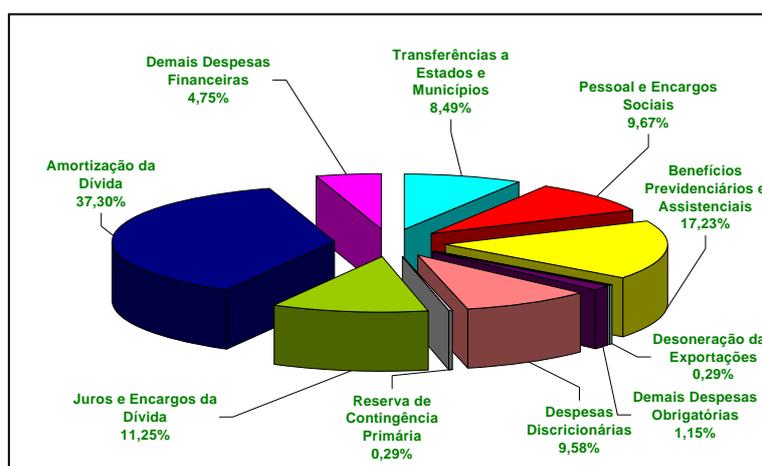


Gráfico 41: Divisão em percentagem das despesas do Orçamento Fiscal e de Seguridade Social da PLOA 2008

De um orçamento total estimado em 1.353,5 bilhões de Reais, as Despesas Discricionárias, fonte do orçamento do MCT e do Programa Espacial, totalizam apenas 9,58% desse total, ou 129,6 bilhões de Reais. Por outro lado, as despesas ditas Financeiras, totalizam, pela proposta, 721 bilhões de Reais, ou 53,3% do total de recursos do orçamento.

Por sua vez, as Despesas Discricionárias são divididas como indicado no próximo Gráfico, também do Ministério do Planejamento, donde se conclui que as despesas totais em C&T constituem apenas 3,2% dos 9,58% aos quais o gráfico se refere.

Em valores absolutos, este orçamento da C&T embute um aumento de aproximadamente 19% em relação a 2007, o que é bastante positivo. No entanto, fica claro das cifras oficiais, que o peso e a pressão dos dispêndios financeiros da dívida pública federal não permitirão uma alteração substancial nem a curto nem a médio prazos da divisão de recursos presente na PLOA 2008.

No que se refere às receitas vinculadas, os Fundos Setoriais surgiram no bojo do processo de privatização, como forma de garantir a ampliação e a estabilidade do financiamento

⁹⁷ Fonte: Dados do Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão (agosto/2007).

para a área de C&T. Além disso, instituem novos modelos de gestão que contam com a participação de diversos segmentos da sociedade. Foram criados e implementados a partir de 1999, tendo como fontes iniciais de recursos contribuições incidentes sobre o faturamento das empresas e/ou sobre a exploração de recursos naturais pertencentes à União.

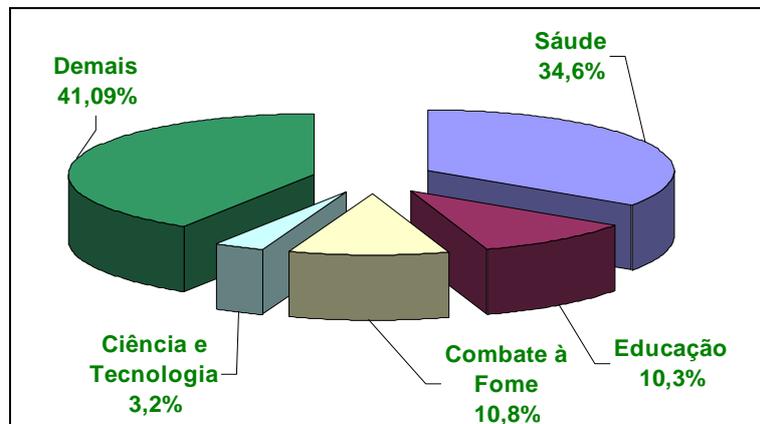


Gráfico 42: Divisão em percentagem das Despesas Discricionárias previstas pela PLOA 2008

Porém, tendo sido criados em um cenário de grande importância das metas de superávit primário, os Fundos Setoriais vêm sofrendo com o contingenciamento de recursos desde 2003. Assim, a economia para o pagamento de juros da dívida pública interna se mostra a principal causa da não utilização de todo o potencial dos Fundos para aplicação em investimentos em C&T. A relação entre os recursos totais e os contingenciados pode ser vista no Gráfico abaixo⁹⁸.

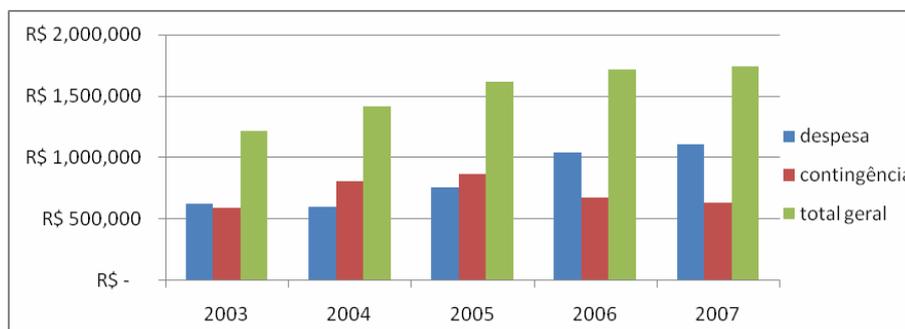


Gráfico 43: Fundos Setoriais – orçamento e reserva de contingência, 2003-2007, em R\$ milhares

Além do problema de contingenciamento, há ainda uma substantiva diferença entre os recursos empenhados e os efetivamente pagos ou executados, como é mostrado no Gráfico a seguir, também do MCT, o que reforça a percepção das dificuldades encontradas para a realização dos projetos e contratos relacionados aos Fundos Setoriais.

No caso do Fundo Setorial Espacial, este visa estimular a pesquisa científica e o desenvolvimento tecnológico ligados à aplicação de tecnologia espacial na geração de produtos e serviços nas áreas de comunicação, sensoriamento remoto, meteorologia, agricultura, oceanografia e navegação, entre os mais importantes.

⁹⁸ Fontes: MCT, Assessoria de Captação de Recursos (Fonte primária: SIAFI).

Os recursos do CT-Espacial se originam de: 25% das receitas de utilização de posições orbitais; 25% das receitas auferidas pela União relativas a lançamentos; 25% das receitas auferidas pela União relativas à comercialização dos dados e imagens obtidos por meio de rastreamento, telemidas e controle de foguetes e satélites; e o total da receita auferida pela Agência Espacial Brasileira (AEB) decorrente da concessão de licenças e autorizações.

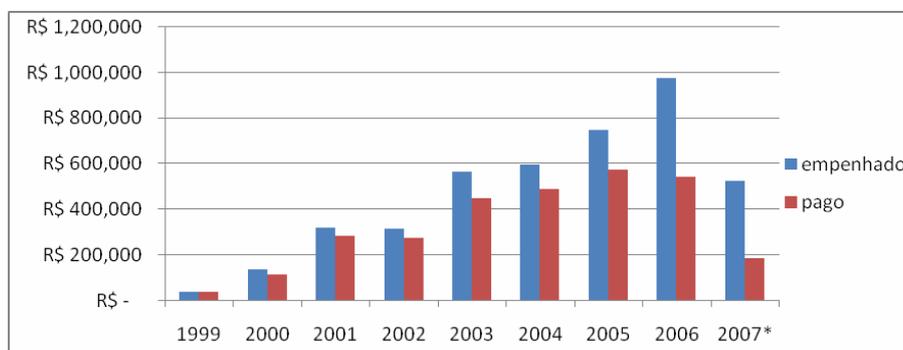


Gráfico 44: Fundos Setoriais – orçamento empenhado e executado, 1999-2007, em R\$ milhares

Por se tratar de um Fundo que conta com poucas receitas frente a outros Fundos Setoriais, o CT-Espacial não sofre tanto com o contingenciamento dos recursos promovido pelo governo federal (Quadro abaixo com dados do MCT). Em compensação, a relação entre recursos empenhados e os efetivamente pagos é negativamente alta (Gráfico a seguir do MCT).

Quadro 56: CT-Espacial – orçamento e reserva de contingência, 2003-2007, em R\$ milhares

	2003	2004	2005	2006	2007
despesa	R\$ -	R\$ 1.050	R\$ 1.880	R\$ 1.509	R\$ -
contingência	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
<i>total geral</i>	<i>R\$ -</i>	<i>R\$ 1.050</i>	<i>R\$ 1.880</i>	<i>R\$ 1.509</i>	<i>R\$ -</i>

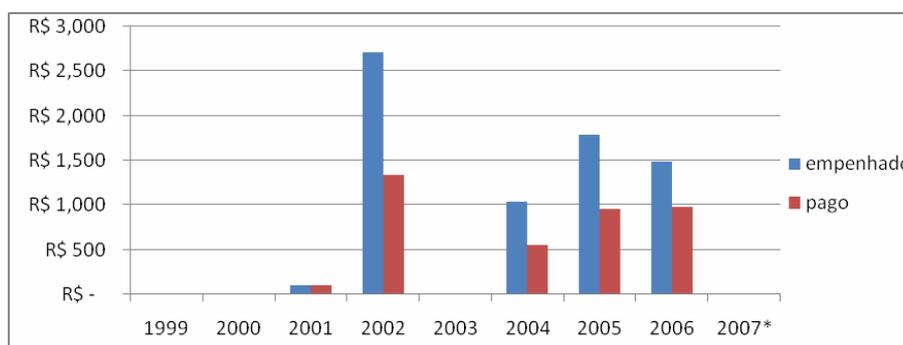


Gráfico 45: CT-Espacial – orçamento empenhado e executado, 1999-2007, em R\$ milhares

Expectativas de orçamento e gastos no curto, médio e longo prazos

A tramitação da PLOA 2008 foi fortemente afetada pela suspensão da cobrança da CPMF (Contribuição Provisória sobre Movimentações Financeiras) no final de 2007. A Seção 4 traz

os valores aprovados pelo Congresso Nacional para a LOA 2008. Os valores propostos indicam uma substancial redução em comparação com o ano anterior, sendo que as Ações dos satélites CBERS-3 e 4 foram as mais afetadas.

Quanto às perspectivas de médio e longo prazos, nota-se a existência de muito espaço para o aumento da alocação de recursos no setor. De toda forma, há um aceno no momento atual que o governo descontingencie os recursos da C&T até 2010 e que com o Programa de Aceleração do Crescimento – o Plano de Ação 2008-2010 do MCT, a área receba nos próximos anos cerca de R\$ 40 bilhões.

Quatro prioridades estratégicas foram definidas pelo PAC da Ciência: expansão e consolidação do Sistema Nacional de C,T&I; promoção da inovação tecnológica nas empresas; P&D em áreas estratégicas; e C&T para o desenvolvimento social. Além disso, oito áreas receberão apoio específico no Plano: programa espacial; programa nuclear; segurança e defesa nacional; biodiversidade e recursos naturais; mar e antártica; desenvolvimento sustentável da Amazônia; desenvolvimento sustentável do Semi-Árido; meteorologia e mudanças climáticas. Pode-se perceber que há espaço para a área espacial, em geral, e para o INPE, em particular, aumentar a captação de recursos e seus investimentos.

O Plano do MCT prevê ainda R\$ 1 bilhão para apoio às instituições científicas e tecnológicas (ICTs) e aos institutos de pesquisa tecnológica (IPTs) nos próximos 3 anos. Os investimentos em infra-estrutura em pesquisa vão de R\$ 150 milhões em 2007 para R\$ 300 milhões em 2010. Já a modernização dos IPTs deverá contar R\$ 30 milhões por ano. De acordo com divulgação do CNPq, o eixo de P&D nas Áreas Estratégicas ficará com a maior fatia, correspondente a 39% do valor total previsto. Aí estão incluídos os biocombustíveis, a Amazônia e o Semi-Árido, os programas Nuclear, Espacial e de Defesa Nacional, e projetos em meteorologia e mudanças climáticas.

Assim, apesar do otimismo de uns frente ao aparente aumento do orçamento para o MCT em 2008, a possível queda no descontingenciamento dos recursos para a área e a entrada em operação do PAC da C&T, não há como afirmar que os investimentos em C&T sejam significativamente ampliados nos próximos anos. O histórico do comportamento da política fiscal e dos desequilíbrios entre as despesas para pagamento de juros e as despesas para investimento e criação de infra-estrutura no país, como visto na primeira parte deste documento, reduz as esperanças de uma retomada significativa e contínua (e necessária) da capacidade de investimento do Estado brasileiro, mesmo num momento de expansão dos créditos e de estrangulamento da infra-estrutura do país.