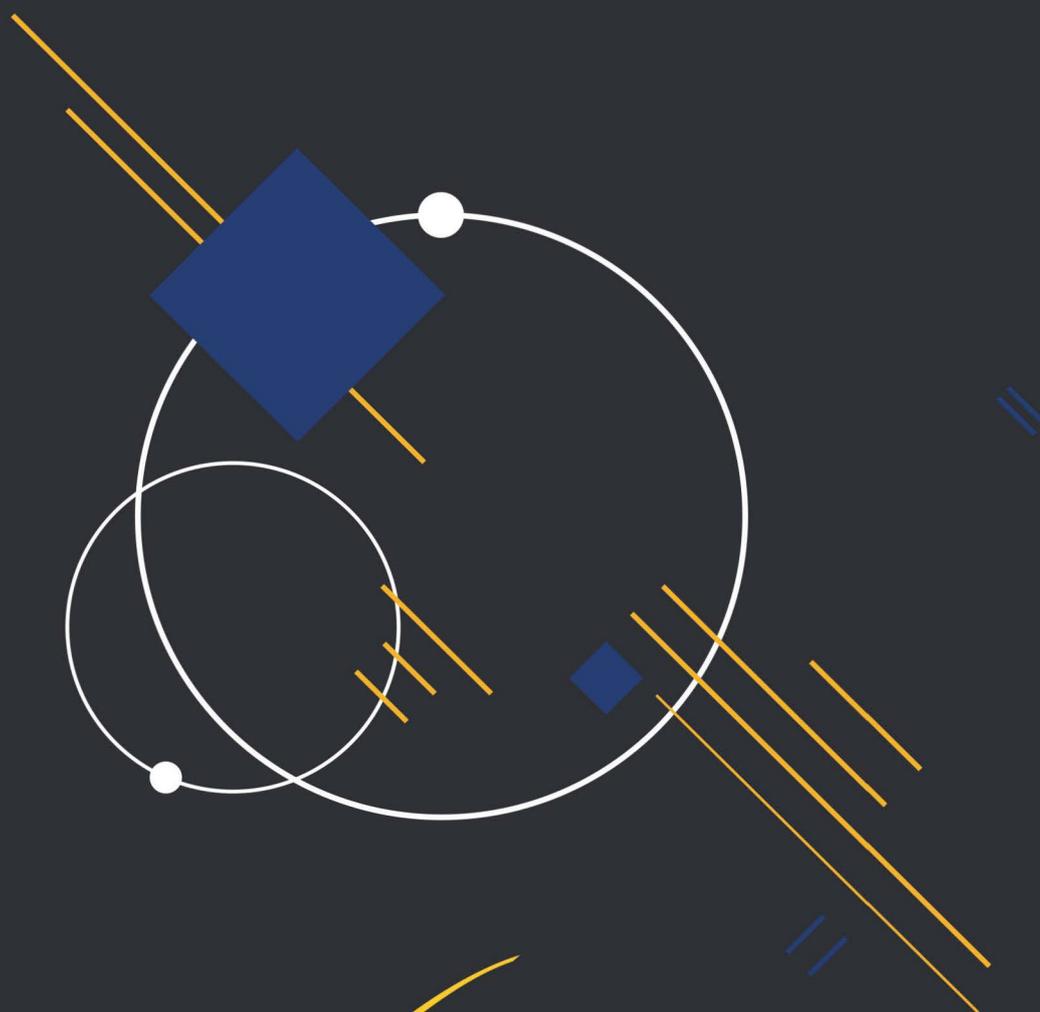


# DEMANDAS NACIONAIS AO SETOR ESPACIAL

RELATÓRIO FINAL - AEB | MAI 2019





## **EDITORA**

Fernanda Lins Leal Uchôa de Lima – fernanda.lima@aeb.gov.br

## **DIAGRAMADORAS**

Maria Emília Mello Gomes – emiliamgomes@aeb.gov.br

Sueli Ferreira Prates - sueli.prates@funcate.org.br

## **REVISORES**

Petrônio Noronha de Souza – petronio.souza@inpe.br

Michele Cristina Silva Melo – michele.melo@aeb.gov.br

## **AUTORES**

Amelia Naomi Onohara – amelia.onohara@aeb.gov.br

Fernanda Lins Leal Uchoa de Lima – fernanda.lima@aeb.gov.br

Gabriel Figueiró de Oliveira – gabriel.figueiro@aeb.gov.br

Gabriel Salles Maria de Macedo Rego – gabriel.rego@aeb.gov.br

Isaac Teles de Souza – isaac.souza@aeb.gov.br

Marcio Akira Harada – marcio.akira@aeb.gov.br

Ronne Toledo – ronne.toledo@aeb.gov.br



# SUMÁRIO

11	INTRODUÇÃO	
13	METODOLOGIA	
17	OBSERVAÇÃO DA TERRA	
	1. Resultados Gerais	17
	2. Atividades institucionais que utilizam produtos e serviços espaciais de observação da Terra	21
	3. Benefícios da utilização de produtos e serviços de satélites de Observação da Terra	33
	4. Atendimento a programas e projetos nacionais em andamento	35
	5. Demandas não atendidas	37
	6. Demandas futuras na área de Observação da Terra	41
	7. Sensores estratégicos para o Brasil	48
	8. Satélite Radar Nacional	52
	9. Sensor Nacional de Alta Resolução Espectral	55
	10. Modelos Digitais de Elevação	56
	11. Processamento e distribuição de dados	60
	12. Avaliação do Programa CBERS	65
	13. Novas missões do Programa CBERS	77
	14. Satélites de referência para missões nacionais	78
	15. Miniaturização: satélites de pequeno porte	83
	16. Apoio ao Programa Espacial Brasileiro	85
	17. Satélite Nacional para o atendimento a demandas prioritárias	87
	18. Impacto negativo da dependência de satélites estrangeiros	88
	19. Programas cancelados por ausência de dados	90
	20. Parcerias estratégicas	91
	21. Principais tendências no setor espacial	92
	22. Sugestões ao Programa Espacial Brasileiro	93
	Anexo I – Possíveis aplicações para sensores estratégicos	96

**103****COLETA DE DADOS**

1. Resultados Gerais	103
2. Atividades institucionais que utilizam serviços satelitais de Coleta de Dados	107
3. Benefícios da utilização de serviços satelitais de Coleta de Dados	111
4. Atendimento a programas e projetos nacionais em andamento	111
5. Demandas futuras na área de coleta de dados	116
6. Sistema Brasileiro de Coleta de Dados Ambientais	119
7. Parcerias estratégicas	124
8. Apoio ao PEB	124
9. Sugestões ao Programa Espacial Brasileiro	126

**1273****METEOROLOGIA**

1. Resultados Gerais	127
2. Atividades institucionais que utilizam produtos e serviços de satélites meteorológicos	131
3. Benefícios da utilização de produtos e serviços de satélites de meteorológicos	137
4. Atendimento a programas e projetos nacionais em andamento	140
5. Demandas não atendidas	142
6. Demandas futuras na área de Meteorologia	144
7. Processamento e distribuição de dados	152
8. Tecnologia espacial nacional para o fornecimento de produtos e serviços meteorológicos	156
9. Sistema de comunicação para dados meteorológicos	170
10. Apoio ao Programa Espacial Brasileiro	172
11. Impacto negativo da dependência de satélites estrangeiros	174
12. Parcerias estratégicas	175
13. Clima Espacial	176
14. Sugestões ao Programa Espacial Brasileiro	177

**179****COMUNICAÇÕES**

1. Resultados Gerais	179
2. Atividades institucionais que utilizam produtos e serviços de satélites meteorológicos	183
3. Demandas não atendidas	189
4. Demandas futuras na área de Comunicações	191
5. Satélite Geoestacionário de Defesa e Comunicações Estratégicas	201
6. Internet das coisas e o Programa Espacial	209
7. Tecnologia espacial nacional para o fornecimento de serviços de comunicação	220
8. Regulação do setor de comunicações	223
9. Contribuição ao desenvolvimento do país	226
10. Apoio ao Programa Espacial Brasileiro	228
11. Parcerias estratégicas	231
12. Impacto negativo da dependência de satélites estrangeiros	233
13. Sugestões ao Programa Espacial Brasileiro	235

<b>237</b>	<b>POSICIONAMENTO E NAVEGAÇÃO POR SATÉLITES</b>	
	1. Resultados Gerais	237
	2. Atividades institucionais que utilizam serviços de Posicionamento e Navegação por satélites	241
	3. Benefícios da utilização de serviços de satélites de Posicionamento e Navegação	247
	4. Atendimento a programas e projetos nacionais em andamento	250
	5. Sistema Nacional de Posicionamento e Navegação por satélites	252
	6. Demandas futuras na área de Posicionamento e Navegação por satélites	253
	7. Sistemas de Aumento da Precisão dos GNSS	258
	8. Internet das Coisas	262
	9. Parcerias estratégicas	264
	10. Dependência de tecnologias estrangeiras	264
	11. Apoio ao PEB	266
	12. Sugestões ao Programa Espacial Brasileiro	267

<b>268</b>	<b>MISSÕES CIENTÍFICAS</b>	
	1. Resultados Gerais	268
	2. Atividades institucionais que utilizam produtos e serviços de missões espaciais científicas	271
	3. Prioridades, nível de apoio governamental e utilidade dos dados obtidos	275
	4. Demandas não atendidas	277
	5. Viabilidade de utilização de dados científicos	278
	6. Importância das missões científicas ao país	280
	7. Demandas futuras	282
	8. Importância de iniciativas de inovação no setor espacial para satélites científicos	288
	9. Necessidade de satélites nacionais	289
	10. Benefícios gerados pelas aplicações dos produtos espaciais	291
	11. Apoio ao Programa Espacial Brasileiro	292
	12. Impacto negativo da dependência de satélites estrangeiros	296
	13. Alternativas para o Programa Nacional de Atividades Espaciais	297
	14. Sugestões ao Programa Espacial Brasileiro	303

<b>304</b>	<b>VALIDAÇÃO DOS RESULTADOS DA CONSULTA FORMAL ÀS INSTITUIÇÕES NACIONAIS</b>	
	Painel 1 – Observação da Terra, coleta de dados e meteorologia	304
	Painel 2 – Comunicações; Posicionamento & Navegação por Satélites e Missões Científicas	311
	Demais contribuições	318
	Considerações dos participantes a respeito da metodologia	318
	Contribuições das instituições públicas nacionais	319
	Contribuições da indústria espacial nacional	321

<b>323</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	
------------	-----------------------------	--

<b>325</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	
------------	-----------------------------------	--



# AGRADECIMENTOS

A AGÊNCIA ESPACIAL BRASILEIRA agradece a ampla participação das instituições nacionais ao longo de todas as fases do Processo de Identificação e Análise de Demandas Nacionais ao Setor Espacial.

Destaca-se a importante contribuição da Dra. Carla Madureira (UFRJ), da Dra. Raquel Oliveira (IME), do Dr. Wagner Barreto (IME), da Dra. Leila Fonseca (INPE), do Dr. Luiz Machado (INPE), do Sr. Marcelo Maranhão (IBGE), da Sra. Luciana Rabelo (ANATEL), do Sr. Rafael Prata (ANATEL) e demais especialistas que apoiaram a elaboração e a revisão dos questionários da etapa de consulta formal às instituições nacionais.

Ressalta-se também o relevante papel dos representantes da Academia e das instituições nacionais, que dedicaram tempo e conhecimento à elaboração de respostas e sugestões que muito contribuíram para o sucesso do 1º ciclo desse processo, na consolidação de importantes informações voltadas ao adequado planejamento das atividades espaciais no país.

Por fim, agradecemos aos senhores Marcelo Maranhão (IBGE), Sônia Alves (IBGE), Luiz Machado (INPE), Oswaldo Miranda (INPE), João Paulo Campos (Visiona Tecnologia Espacial), Mário Stefani (Opto Eletrônica), Leandro Cordeiro (Thales Alenia Space) e Sebastião Nascimento (Telebrás) por brilhantemente debaterem os resultados do processo ao longo do 2º Fórum da Indústria Espacial Brasileira: Demandas Nacionais e Oportunidades.

Para a AEB, é uma honra e um privilégio contar com a participação de todos e consolidar um canal de comunicação direto com as instituições nacionais, a Academia, a indústria espacial e os institutos de pesquisa, fortalecendo assim a construção participativa de um Programa Espacial Brasileiro cada vez mais próximo à sociedade.



# INTRODUÇÃO

**Autora: Fernanda Lins**

As atividades espaciais no Brasil são organizadas de forma sistêmica através do Sistema Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais (SINDAE). A Agência Espacial Brasileira (AEB), autarquia federal vinculada ao Ministério de Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC), é o órgão central desse sistema e, portanto, responsável pela sua governança e por coordenar as ações e o planejamento das políticas públicas do setor espacial. Tal coordenação se dá a partir da Política Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais (PNDAE), que apresenta os objetivos e as diretrizes que contextualizam e orientam o planejamento e o desenvolvimento das atividades espaciais, priorizando a busca de soluções para problemas nacionais de forma a gerar benefícios à sociedade (LIMA, 2018). Compete à Agência Espacial Brasileira (AEB), como órgão central do Sistema, a implementação da PNDAE por meio do instrumento chamado Programa Nacional de Atividades Espaciais (PNAE), que indica as missões espaciais planejadas no país para um período de dez anos.

A AEB, sendo responsável pela governança do SINDAE, tem o compromisso de integrar coordenadamente os diferentes agentes indutores das atividades espaciais na construção participativa de um Programa Espacial Brasileiro (PEB) que promova transversalmente e de forma progressiva o desenvolvimento do País em suas múltiplas vertentes, como a social, a econômica, a de C&T e a ambiental.

Em janeiro de 2018, a AEB iniciou um processo contínuo de identificação e análise de demandas nacionais ao setor espacial, com vistas a promover um maior alinhamento entre o Programa Espacial Brasileiro e as necessidades prioritárias da sociedade, e também a orientar as ações da indústria espacial e dos institutos de pesquisa à obtenção de soluções para os problemas nacionais, regionais e locais.

Assim, o processo de identificação e análise de demandas nacionais ao setor espacial tem como objetivos específicos o entendimento de como as missões espaciais atuais (nacionais e estrangeiras) tem colaborado no suprimento das demandas existentes; o reconhecimento dos benefícios

gerados pelos satélites nacionais e das possíveis limitações de tecnologias espaciais disponíveis no Brasil; a identificação de demandas futuras, a médio e a longo prazos; e a compreensão do cenário atual de investimentos estratégicos do governo e, nesse contexto, uma melhor caracterização da transversalidade das aplicações dos produtos espaciais e de sua importância para o desenvolvimento do país.

# METODOLOGIA

**Autora: Fernanda Lins**

Para o contínuo aprimoramento do Programa Espacial Brasileiro (PEB), considera-se estratégico o conhecimento dos programas e ações das instituições nacionais que demandem ou possam vir a demandar produtos e serviços do setor espacial, bem como a identificação dos requisitos mínimos de atendimento a essas demandas. Dessa forma, diante da inexistência desse tipo de informação em formato organizado e sistematizado, tornou-se essencial a participação das instituições nacionais na identificação e na qualificação dessas necessidades, em um processo metodologicamente estruturado.

Adotou-se uma abordagem de pesquisa qualitativa, por meio de questionários, combinada à utilização do método Delphi, que é geralmente aplicado em estudos de previsão tecnológica (*forecasting*) e consiste em questionários iterativos que circulam por um grupo de especialistas, podendo ter suas perguntas modificadas, se necessário, e cujas respostas são apoiadas por justificativas dos participantes. Com um número reduzido de rodadas, é factível alcançar um consenso total ou parcial em relação ao conjunto de assuntos estudados. Trata-se de um método flexível que pode ser adaptado aos objetivos da pesquisa e às especificidades do tema. A metodologia utilizada encontra-se detalhada em Lima (2018).

Resumidamente, é composta por três etapas, descritas a seguir:

- i) A primeira etapa do processo de identificação e análise de demandas nacionais ao setor espacial é composta pelas rodadas de consulta formal às instituições nacionais pertencentes aos setores público, privado e à academia, previamente identificadas como demandantes de produtos e serviços derivados de tecnologias espaciais. Cada instituição convidada deve apontar um ou mais especialistas para cada uma das áreas de abrangência das atividades espaciais (Observação da Terra; Coleta de Dados; Meteorologia; Comunicações; Posicionamento & Navegação; e Missões Científicas) que estejam direta ou indiretamente relacionadas às atividades institucionais. A primeira rodada é realizada por meio de questionários dedicados a cada uma das seis áreas,

compostos por perguntas abertas que possibilitem à AEB o conhecimento detalhado da realidade vivida pelas instituições demandantes no que diz respeito às necessidades atuais e futuras por produtos e serviços do setor espacial. Os resultados dessa primeira rodada – e também das demais – são analisados, consolidados e parcialmente apresentados aos especialistas ao longo das rodadas seguintes, de modo a solucionar incertezas e a refinar os resultados obtidos, com o objetivo de se chegar a um consenso total ou parcial sobre as prioridades para o país. Assim, as rodadas seguintes são realizadas a partir de novos questionários, construídos com bases nos resultados da rodada anterior e compostos por perguntas fechadas, de forma a facilitar o seu preenchimento.

- ii) A segunda etapa do processo de identificação e análise de demandas nacionais ao setor espacial compreende a validação das demandas identificadas durante a primeira etapa, e é realizada junto à indústria espacial nacional e aos institutos de pesquisa, com a participação das instituições consultadas anteriormente. As demandas são então amplamente divulgadas e debatidas com os diversos atores em fóruns específicos, que apresentam soluções a serem viabilizadas nos curto, médio e longo prazos.
- iii) A terceira etapa do processo de identificação e análise de demandas nacionais ao setor espacial consiste no estabelecimento de uma rede interinstitucional colaborativa que integre as instituições demandantes, os institutos de pesquisa e a indústria espacial nacional, e se reúna semestralmente no período compreendido entre dois ciclos subsequentes de consulta formal às instituições demandantes (quatro anos), garantindo o fluxo de informações necessário ao acompanhamento da evolução das demandas, das tecnologias espaciais e de suas aplicações através de diálogos permanentes e contínuos entre demandantes e demandados.

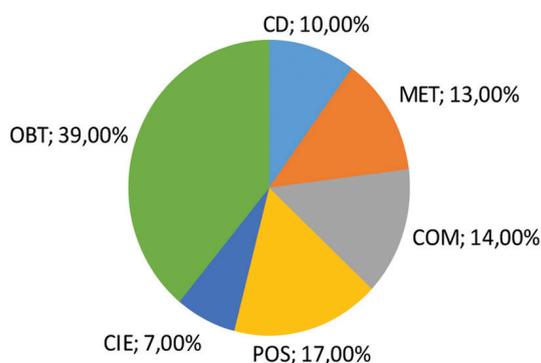
O objetivo principal das segunda e terceira etapas do processo acima detalhado é identificar, dentre as demandas levantadas, aquelas que se apresentem como tendências tecnológicas prioritárias ao país, através da utilização de parâmetros coerentes e imparciais de análise, que representem a vontade soberana do Estado Brasileiro e das capacidades produtiva, tecnológica e de desenvolvimento do País, sem perder de vista o objetivo maior da PNDAE de gerar benefícios concretos à sociedade brasileira.

O presente relatório apresenta os resultados das primeira e segunda etapas do processo de identificação e análise de demandas nacionais ao setor espacial (1ª e 2ª rodadas de consulta formal às instituições demandantes e validação dos resultados), que foram compartilhados com a Indústria Espacial Nacional e Institutos de Pesquisa ao longo do II Fórum da Indústria Espacial Brasileira, realizado nos dias 27 e 28 de novembro de 2018, no Parque Tecnológico São José dos Campos, em São José dos Campos, SP.

Participaram da 1ª rodada 205 especialistas, sendo 130 do setor público civil, 64 da academia e 11 do setor privado. Foram respondidos 234 questionários, visto que cada especialista contribuiu no âmbito de uma ou mais áreas de abrangência das atividades espaciais. Participaram da 2ª

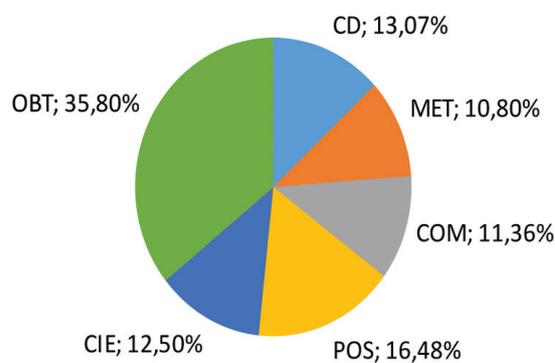
rodada 131 especialistas, sendo 78 do setor público civil, 49 da academia e 4 do setor privado, e foram respondidos 177 questionários.

Os gráficos a seguir apresentam o percentual de questionários respondidos em cada área de abrangência das atividades espaciais ao longo das 1ª e 2ª rodadas.



1ª rodada: 234 questionários respondidos

OBT – Observação da Terra  
CIE – Missões Científicas  
CD - Coleta de Dados

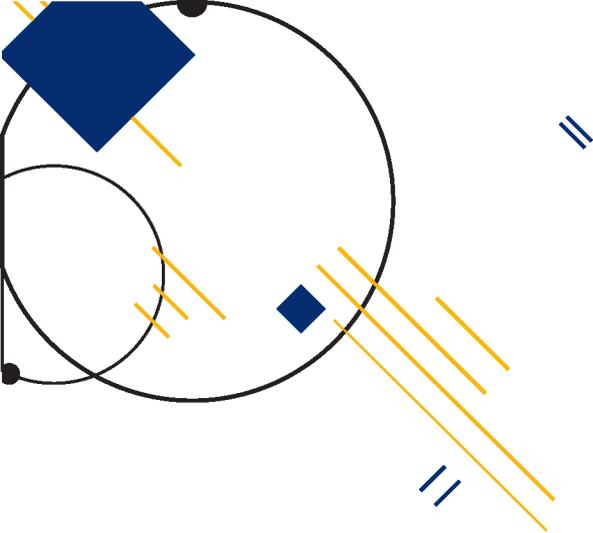


2ª rodada: 177 questionários respondidos

POS – Posicionamento & Navegação  
MET – Meteorologia  
COM – Comunicações

Ressalte-se que as demandas de Defesa não se encontram mapeadas nesse processo, uma vez que, segundo orientações da Comissão de Coordenação e Implantação de Sistemas Espaciais (CCISE), o Programa Estratégico de Sistemas Espaciais (PESE) deve ser considerado como um documento oficial que agrega as necessidades de sistemas espaciais das Forças Armadas e das operações de Defesa Nacional.





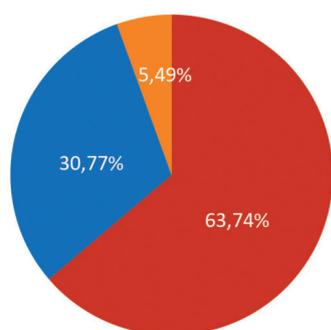
# OBSERVAÇÃO DA TERRA

Autora: **Fernanda Lins**

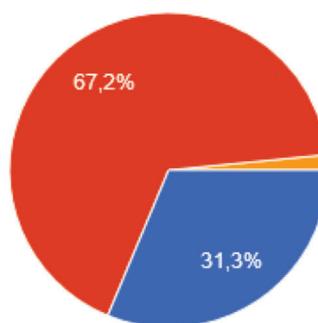
A área de Observação da Terra caracteriza-se por missões espaciais voltadas ao monitoramento contínuo da superfície terrestre e de suas alterações ao longo do tempo, compreendendo análises de seus sistemas físicos, químicos e biológicos por meio de tecnologias espaciais de sensoriamento remoto. Seus principais produtos são oriundos de sensores óticos e radar e são utilizados para a extração de geoinformações e modelagens digitais de fenômenos naturais. As instituições que participaram da primeira etapa de consulta formal (1ª e 2ª rodadas) foram as que se identificaram como usuárias de dados de sensoriamento remoto orbital para a implementação de suas atividades, ou que apresentam demanda potencial de utilização de produtos e serviços de satélites de Observação da Terra em atividades atuais e futuras.

## 1. RESULTADOS GERAIS

Os gráficos a seguir apresentam a distribuição dos 91 e dos 64 especialistas das instituições participantes na área de Observação da Terra, durante as 1ª e 2ª rodadas, respectivamente, no âmbito dos setores público e privado e da Academia.



1ª rodada (91 respondentes)



2ª rodada (64 respondentes)

Percentual de especialistas em observação da Terra por setor

● Academia  
● Setor Público  
● Setor Privado

Dentre as instituições contempladas nos resultados da 1ª etapa de consulta formal às instituições (1ª e 2ª rodadas), encontram-se:

a) Setor Público (44 instituições):

PR - Casa Civil da Presidência da República;  
GSI - Gabinete de Segurança Institucional;  
MMA - Ministério do Meio Ambiente e secretarias;  
MME - Ministério de Minas e Energia e secretarias;  
MPDG - Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão e secretarias;  
MI - Ministério da Integração Nacional e secretarias;  
MT - Ministério dos Transportes e secretarias;  
MSP - Ministério de Segurança Pública e secretarias;  
MCid - Ministério das Cidades e secretarias;  
MDS - Ministério do Desenvolvimento Social e secretarias;  
CONCAR - Comissão Nacional de Cartografia (representantes);  
SPU - Secretaria do Patrimônio da União;  
SAC - Secretaria Nacional de Aviação Civil;  
SENASP - Secretaria Nacional de Segurança Pública;  
SFB - Serviço Florestal Brasileiro;  
CPRM - Serviço Geológico do Brasil;  
CMADEN - Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais;  
DNPM - Departamento Nacional de Produção Mineral;  
INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais;  
IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis;  
INSA - Instituto Nacional do Semiárido;  
IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada;  
INPA - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia;  
IBGE - Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística;  
FioCruz - Fundação Oswaldo Cruz;  
EPE - Empresa de Pesquisa Energética;  
EPL - Empresa de Planejamento e Logística;  
EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária;  
PETROBRAS - Petróleo Brasileiro S.A.;  
ELETROBRAS - Centrais Elétricas Brasileiras S.A.;  
VALEC Engenharia, Construções e Ferrovias S.A.;  
CHESF - Companhia Hidroelétrica do São Francisco;  
ANP - Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis;  
ABIN - Agência Brasileira de Inteligência;  
BC - Banco Central do Brasil;

BNDES - Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social;  
FNDE - Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação;  
Museu Paraense Emílio Goeldi;  
IPHAN - Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional;  
SUDENE - Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste;  
SUDAM - Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia;  
CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento;  
CPEL - Centro de Pesquisas de Energia Elétrica;  
JBRJ - Jardim Botânico do Rio de Janeiro.

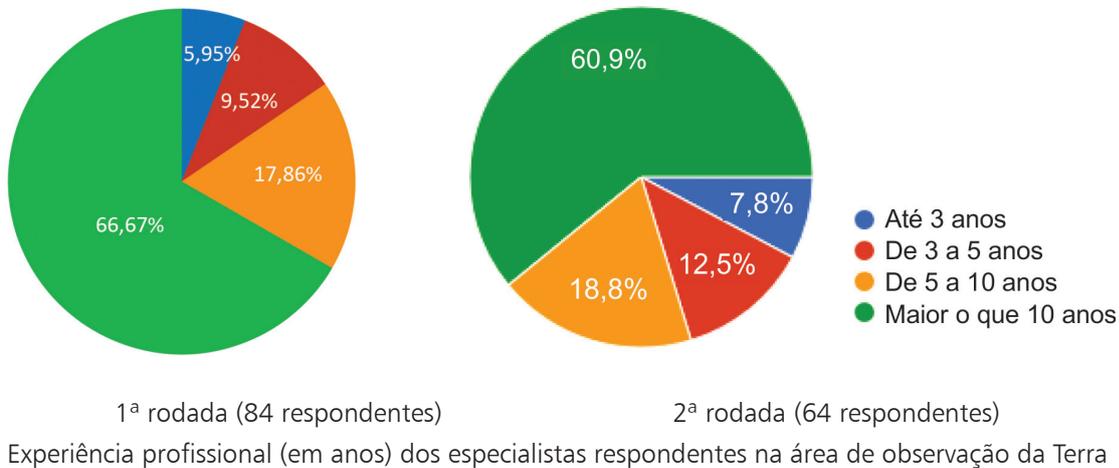
b) Academia (23 instituições):

UTFPR - Universidade Tecnológica Federal do Paraná;  
UFBA - Universidade Federal da Bahia;  
UFSM - Universidade Federal de Santa Maria;  
UFLA - Universidade Federal de Lavras;  
UFOB - Universidade Federal do Oeste da Bahia;  
UnB - Universidade de Brasília;  
UFGD - Universidade Federal da Grande Dourados;  
UFMG - Universidade Federal de Minas Gerais;  
UFSCar - Universidade Federal de São Carlos;  
UFAM - Universidade Federal do AMAZONas;  
UFCA - Universidade Federal do Cariri;  
UFRN - Universidade Federal do Rio Grande do Norte;  
UFABC - Universidade Federal do ABC;  
UFC - Universidade Federal do Ceará;  
UFF - Universidade Federal Fluminense;  
UFFel - Universidade Federal de Pelotas;  
UFU - Universidade Federal de Uberlândia;  
UNIFESSPA - Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará;  
UFVJM - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri;  
UERJ - Universidade do Estado do Rio de Janeiro;  
UEMA - Universidade Estadual do Maranhão;  
IFC - Instituto Federal Catarinense;  
IFTO - Instituto Federal do Tocantins.

c) Setor Privado (3 instituições):

HEX Tecnologias Geoespaciais;  
Esteio Engenharia;  
FotoTerra.

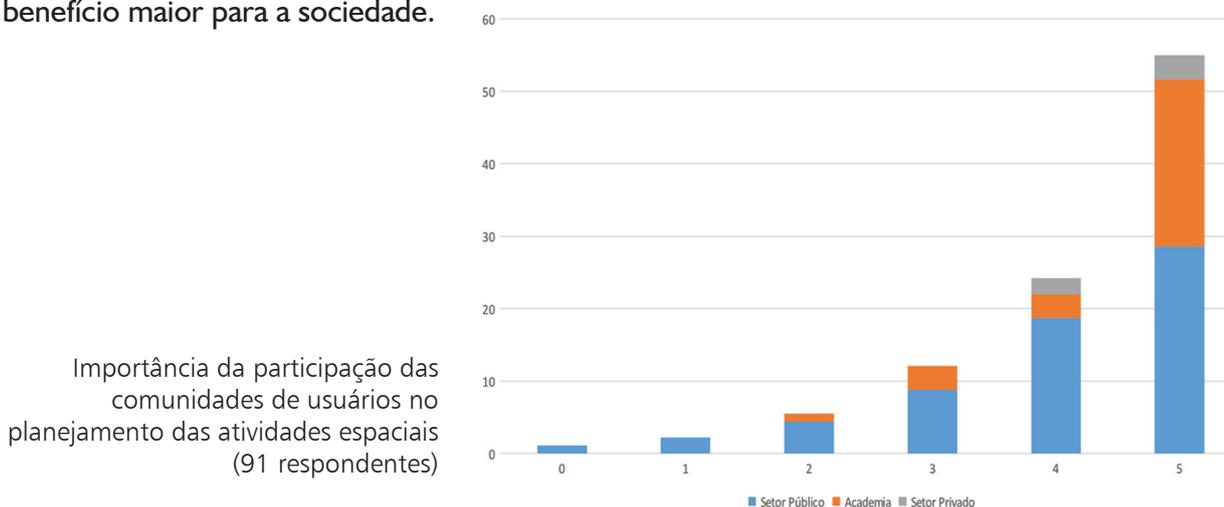
A experiência profissional dos especialistas respondentes, em anos, na área de Observação da Terra, encontra-se representada nos gráficos a seguir, conforme declaração voluntária dos mesmos ao longo das 1ª e 2ª rodadas.



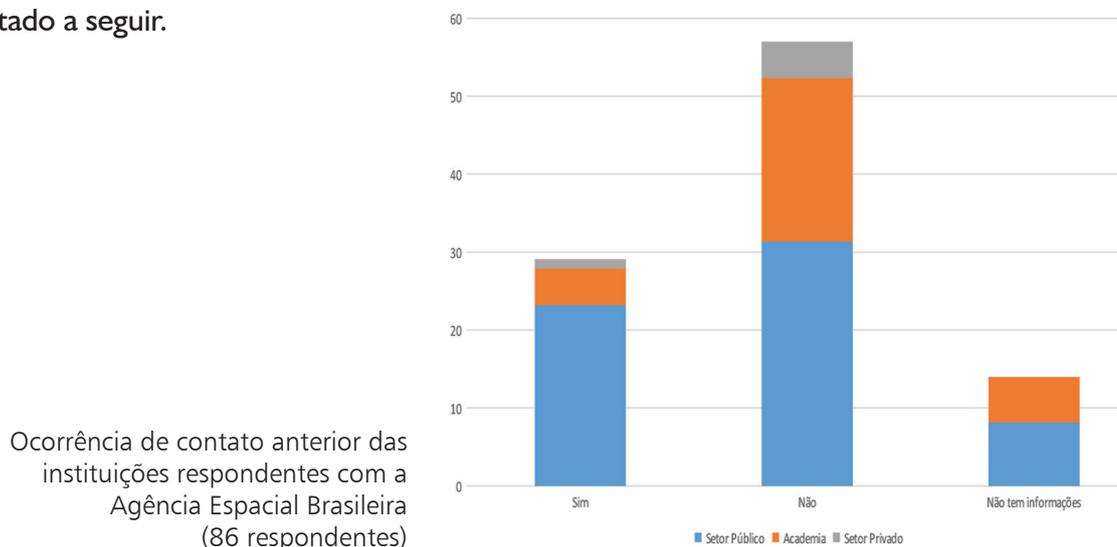
Dentre os 64 especialistas que participaram da 2ª rodada de consulta formal às instituições, 87,5% participaram também da 1ª rodada, conforme gráfico a seguir. Os outros 12,5% haviam sido indicados por suas instituições, porém não chegaram a preencher os questionários durante a 1ª rodada, mas decidiram contribuir ao longo da 2ª rodada.



O gráfico a seguir apresenta, segundo opinião de 91 especialistas, a importância de sua participação no planejamento das atividades espaciais nacionais, em uma escala de 0 a 5, onde 0 significa “não importante” e 5 significa “extremamente importante”. O resultado obtido é justificado principalmente pelo entendimento das instituições de que é necessário um maior alinhamento entre as diversas políticas públicas implementadas no país, de modo a fortalecer as ações em andamento, evitar redundâncias e tornar coerente a ação do Estado no estabelecimento de políticas concatenadas e articuladas entre si, visando um benefício maior para a sociedade.



Um importante indicador para a AEB no planejamento estratégico das atividades espaciais refere-se a contatos anteriores entre esta Agência e as instituições usuárias de produtos e serviços derivados de tecnologias espaciais. Na área de Observação da Terra, constatou-se um alto percentual (57%) de instituições nacionais que, até o início do processo de identificação e análise de demandas nacionais ao setor espacial, não tiveram a oportunidade de se reunir com representantes da AEB para um diálogo a respeito de demandas existentes, conforme gráfico apresentado a seguir.

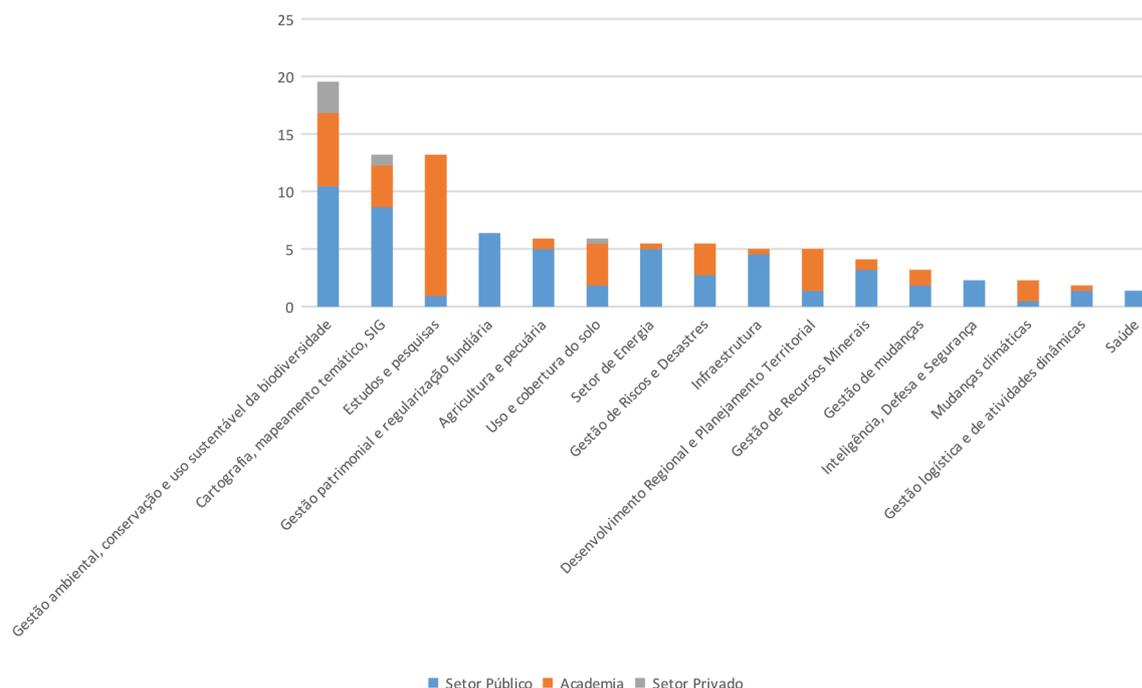


Ressalta-se que a maior parte dos contatos estabelecidos se deu em razão da 1ª reunião com potenciais usuários da Constelação BRICS de Satélites de Sensoriamento Remoto, organizada pela Agência Espacial Brasileira, no âmbito do Grupo de Trabalho da Constelação BRICS, sendo esta uma oportunidade de aproximação entre a agência e as instituições demandantes de produtos e serviços satelitais de Observação da Terra, ocorrida em setembro de 2017.

Os resultados apresentados reiteram a necessidade de um processo contínuo de articulação da AEB com as instituições demandantes e comunidades de usuários, de forma a permitir a construção participativa de um Programa Espacial Brasileiro alinhado às demais políticas públicas em andamento e futuras. Espera-se assim que, a partir da criação de uma rede interinstitucional colaborativa, conforme prevê a metodologia adotada, a interação entre a AEB e as demais instituições nacionais seja prioritária no processo de planejamento das atividades espaciais, visando diálogos permanentes entre as instituições e possibilitando o desenvolvimento de um Programa Espacial Brasileiro mais próximo à sociedade.

## 2. ATIVIDADES INSTITUCIONAIS QUE UTILIZAM PRODUTOS E SERVIÇOS ESPACIAIS DE OBSERVAÇÃO DA TERRA

Os especialistas indicaram e detalharam, ao longo da 1ª rodada de consulta formal às instituições nacionais, 220 atividades que demandam a utilização de produtos e serviços espaciais da área de Observação da Terra. As respostas apresentadas foram classificadas em 16 categorias, cuja taxa de ocorrência encontra-se ilustrada no gráfico a seguir, por setor (público, privado e Academia).



Taxa de ocorrência de atividades institucionais em cada categoria, por setor (220 atividades indicadas)

A seguir encontra-se um resumo das atividades institucionais indicadas por 81 especialistas no âmbito de cada categoria.

### Categoria 1: Gestão de Risco e Desastres

- Identificação de feições urbanas e tipos de uso do solo no levantamento de cenários de risco de ocorrência de desastres naturais;
- Realização de estudos, monitoramento e alerta de desastres naturais na Amazônia;
- Reconhecimento de áreas de alto e muito alto risco a movimentos de massa e inundações;
- Mapeamento de suscetibilidade a deslizamentos e enchentes;
- Validação de bases cartográficas para o Plano Nacional de Gestão de Riscos e Respostas a desastres;
- Monitoramento de reservatórios de água;
- Gestão de desastres naturais e antrópicos;
- Monitoramento de eventos extremos e desastres naturais;
- Elaboração de carta geotécnica de aptidão à urbanização: instrumento de planejamento para prevenção de desastres naturais;
- Avaliação de produtos de sensoriamento remoto e técnicas de detecção de mudanças para o monitoramento de riscos antrópicos em faixas de dutos;
- Elaboração de Planos Municipais de Redução de Riscos (PMRRs).

## **Categoria 2: Gestão de Recursos Minerais**

- Análise temporal para fiscalização dos limites da extração mineral;
- Validação do posicionamento das áreas de extração mineral;
- Identificação de atividades irregulares de extração mineral;
- Estudos Geológicos e Geofísicos;
- Estudos metalogenéticos de áreas de relevante interesse mineral (permitem conhecer melhor a gênese dos depósitos minerais, investigar o papel dos processos magmáticos e hidrotermais, e elaborar modelos de prospecção mineral);
- Levantamento geoespeleológico (identificação de áreas de potencial ocorrência de cavernas para fiscalização/prospecção mineral);
- Planejamento dos Setores de Geologia, Mineração e Transformação Mineral;
- Mineralogia e Petrologia.

## **Categoria 3: Gestão ambiental, Conservação e Uso Sustentável da Biodiversidade**

- Avaliação e monitoramento da flora do Brasil, com ênfase nas espécies ameaçadas de extinção;
- Preservação de coleções científicas depositadas em herbários e redes laboratoriais de Instituições de Pesquisas Botânicas;
- Programa de Estudos Costeiros (PEC) da Amazônia;
- Monitoramento do avanço da atividade de manejo florestal sustentável;
- Programa de Monitoramento da Interação Biosfera-Atmosfera na Amazônia;
- Quantificação de área arbórea para análise de impacto ambiental de projetos rodoviários e ferroviários;
- Acompanhamento do desmatamento de unidades de conservação incluídas no Plano Anual de Outorga Florestal (PAOF);
- Monitoramento Ambiental dos Biomas Brasileiros (cobertura e uso da terra, desmatamento, extração seletiva de madeira, recuperação da vegetação e queimadas);
- Atividade de mapeamento de Áreas de Preservação Permanente (APPs);
- Atividade de mapeamento de Ocorrências Ambientais;
- Atividade de mapeamento dos pontos de monitoramento ambiental constantes dos Planos Básicos Ambientais (PBAs) das ferrovias;
- Plano Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa;
- Acompanhamento de Projetos de Restauração Ecológica com Imagens de Satélite;

- PRODES – monitoramento por satélites do desmatamento por corte raso na Amazônia Legal;
- DETER – levantamento rápido de alertas de evidências de alteração da cobertura florestal na Amazônia;
- DEGRAD – mapeamento de áreas em processo de desmatamento onde a cobertura florestal ainda não foi totalmente removida;
- Monitoramento dos biomas brasileiros;
- TerraClass CERRADO – promoção do aumento da conservação da biodiversidade e aprimoramento do manejo dos recursos naturais do Cerrado;
- Trajetórias de padrões e processos na caracterização de dinâmicas de desmatamento;
- Implantação do Projeto de Integração do Rio São Francisco (gestão, mitigação, compensação e monitoramento de impactos ambientais decorrentes da implantação das obras do Projeto);
- Ampliação da produção florestal sustentável e conhecimento sobre as florestas brasileiras (mapeamento de todas as intervenções antrópicas e descrição dos limites das Unidades de Manejo Florestal);
- Monitoramento remoto das Terras Indígenas na Amazônia Legal Brasileira;
- Detecção de alterações antrópicas na Amazônia Legal;
- Detecção e monitoramento de manchas de óleo em áreas marinhas;
- Monitoramento de incêndios e áreas queimadas;
- CAR – Cadastro Ambiental Rural;
- Monitoramento de Geoformações de Murundus;
- Desenvolvimento de sistemas de prevenção de incêndios florestais e monitoramento da cobertura vegetal no cerrado brasileiro;
- Geoprocessamento como subsídio à análise ambiental territorial;
- Geoecologia das paisagens e sistemas geoinformativos;
- Tecnologias e inovações ambientais;
- Monitoramento do uso da terra para mitigação da degradação ambiental;
- Classificação da cobertura vegetal;
- Vulnerabilidade natural e ambiental de áreas;
- Qualidade ambiental de áreas;
- Morfopedologia como subsídio ao planejamento ambiental;
- Avaliação de áreas ambientalmente protegidas: mapeamento, diagnóstico e diretrizes para gestão ambiental local.

#### **Categoria 4: Setor de Energia**

- Atlas do potencial eólico brasileiro;
- Localização de falhas em linhas de transmissão (com interesse em dados de queimadas e descargas atmosféricas);
- Verificação de disponibilidade de combustível nos leilões de energia;
- Análises relacionadas aos leilões de sistemas isolados;
- Utilização de dados altimétricos para o Estudo de Pré-Inventário de Usinas Hidrelétricas Reversíveis (UHR);
- Utilização de dados altimétricos para o planejamento de Estudos de Inventário Hidrelétrico de Bacia Hidrográfica e Estudos de Viabilidade de Usinas Hidrelétricas;
- Verificação da existência de tecnologias específicas em empreendimentos de geração de energia;
- Apoio a análises ambientais nos estudos de bacias hidrográficas ou projetos de geração e transmissão de energia elétrica;
- Inventário do potencial hidrelétrico brasileiro (usinas convencionais e reversíveis);
- Planejamento da expansão da malha de transmissão elétrica;
- Monitoramento e mapeamento dos ambientes eólicos de regiões;
- Avaliação de biomassa em áreas reflorestadas e de manguezais.

#### **Categoria 5: Agricultura / Pecuária**

- Agricultura familiar (monitoramento das lavouras seguradas e supervisão da comprovação de perdas);
- Monitoramento / fiscalização de riscos do crédito rural e do Programa de Garantia da Atividade Agropecuária;
- Entendimento das relações de causa e efeito entre as atividades agropecuárias e os processos de emissões de gases de efeito estufa, gerando subsídios para decisões de manejos que sejam sustentáveis agrônomicamente e ambientalmente;
- Desenvolvimento de instrumentos baseados em tecnologias geoespaciais que permitam identificar as áreas com pastagens degradadas (com potencial para o aumento de produção);
- Estimativa de safras;
- Análise da evolução da produção agrícola para fins de planejamento;
- Modelagem de uso do solo agrícola em cenários de mudanças climáticas;
- Acompanhamento de Projetos Agrícolas e de Silvicultura com imagens de satélite;
- Programa Agropecuária Sustentável;

- Mapeamento de áreas cultivadas;
- Monitoramento de índices de vegetação;
- Monitoramento da fronteira brasileira, verificando os possíveis deslocamentos clandestinos de rebanho bovino dos países vizinhos para o Brasil;
- Mapas de evapotranspiração para agricultura irrigada e uso racional de água nas culturas.

### **Categoria 6: Uso e Cobertura do Solo**

- Programa Nacional de Solos do Brasil;
- Projeto *e-sensing: Big Data Earth Observation analytics for land use and land cover change information*;
- Monitoramento da dinâmica espacial e temporal do uso e cobertura das terras, áreas degradadas e intensificação agropecuária;
- Detecção de mudanças antrópicas na cobertura vegetal em regiões de interesse;
- Análise temporal do uso e cobertura da terra;
- Dinâmicas territoriais de ocupação e gestão dos recursos naturais;
- Monitoramento de biomas quanto ao uso e ocupação do solo;
- Implicações das alterações do uso e ocupação do solo na produção de sedimentos em bacias hidrográficas;
- Análise socioambiental de bacias hidrográficas a partir das dinâmicas do uso e da ocupação do espaço;
- Mapeamento de cobertura da terra.

### **Categoria 7: Infraestrutura**

- Análise do andamento da construção de empreendimentos de geração de energia;
- Estruturação de projetos rodoviários e ferroviários;
- Monitoramento da infraestrutura de transporte;
- Acompanhamento da evolução das obras do Programa de Aceleração do Crescimento;
- Estudos de Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental para a construção de novos segmentos ferroviários;
- Monitoramento e controle de ocorrências de obras inacabadas ou sem manutenção;
- Acompanhamento do avanço físico de obras públicas;
- Projeto de monitoramento de execução de obras de infraestrutura;
- Acompanhamento de Projetos de Infraestrutura;
- Gestão de resíduos sólidos de construção civil.

## **Categoria 8: Cartografia / Mapeamento Temático / SIG**

- Classificação de aglomerados subnormais no Brasil;
- Atlas do Espaço Rural Brasileiro;
- Atlas das Representações Literárias das Regiões Brasileiras;
- Atlas Nacional Milton Santos 2020;
- Áreas Urbanizadas do Brasil;
- Projeto Base Territorial Contínua;
- Levantamento geológico e de potencial de Novas Fronteiras e Integrações geológicas regionais;
- Mapas para reconhecimento de áreas;
- Mapeamento cartográfico de bacias hidrográficas;
- Elaboração de mapas da malha viária;
- Produção e atualização de bases cartográficas de sítios arqueológicos;
- Atividade de geração de mapas de declividade;
- Identificação de interferências em empreendimentos ferroviários;
- Mapeamento Terrestre de Referência;
- Aprimoramento do mapeamento temático e de referência;
- Levantamento de recursos naturais (atualização cartográfica) ;
- Mapeamento do uso e da cobertura do solo;
- Elaboração de base cartográfica digital vetorial de áreas de interesse;
- Atualização de bases cartográficas (1:20.000 ou menores);
- Mapeamentos de áreas de interesse;
- Mapeamento cadastral das áreas irrigadas por pivôs centrais em estados brasileiros;
- Atualização cartográfica de Bacias Hidrográficas;
- Atividades do Núcleo de Cartografia Social do Sul e Sudeste do Pará;
- Mapeamento geomorfológico: fragilidade ambiental da Ilha do Maranhão.

## **Categoria 9: Saúde**

- Observatório de clima e saúde;
- Centro de Informação em Saúde Silvestre;
- Modelagem de demandas por atendimento de saúde a partir de dados de poluição e climáticos.

### **Categoria 10: Inteligência / Defesa / Segurança**

- Identificação de alvos em operações de inteligência;
- Integração das Agências de Inteligência de Segurança Pública Brasileira e otimização das atividades de inteligência de Segurança Pública na região de fronteira;
- Mapeamento das rotas de tráfico de drogas e armas de todo território brasileiro;
- Construção de mapas impressos ou digitais para suporte às atividades operacionais e de análise;
- Atualização de bases cartográficas para disponibilização às áreas operacionais e de análise como suporte a atividades de inteligência.

### **Categoria 11: Gestão de Mudanças de Fenômenos e Objetos**

- Atualização planimétrica, topográfica e de mudanças na linha de costa e materiais constituintes do terreno;
- Acompanhamento de mudanças no terreno e danos em edificações, pré e pós desastres;
- Análise da expansão urbana;
- Análise das dinâmicas territoriais e transformações nas paisagens;
- Identificação da variação da linha de costa e suas implicações ambientais;
- Detecção de mudanças ao longo de faixas de dutos.

### **Categoria 12: Gestão Logística e de Atividades Dinâmicas**

- Monitoramento de seguimentos críticos nas infraestruturas de transporte e logística para fins de planejamento;
- Logística da agropecuária;
- Comercialização de produtos da agropecuária;
- Desenvolvimento de modelos de apoio à decisão em transporte.

### **Categoria 13: Gestão Patrimonial / Regularização Fundiária**

- Identificação e Caracterização do Patrimônio Imobiliário da União, Terrenos Marginais de rios, Terrenos de Marinha, Territórios tradicionais e grandes áreas rurais;
- Termo de Adesão à Gestão das Praias Marítimas Urbanas;
- Modernização da Gestão do Patrimônio Imobiliário da União (monitoramento e fiscalização);
- Monitoramento de ocupações irregulares de áreas urbanas;
- Análise de imóveis rurais de todos os municípios brasileiros;
- Monitoramento das faixas de domínio das rodovias e ferrovias (ocupações e acessos irregulares);
- Desapropriações em área de domínio de rodovias e ferrovias existentes e a construir.

## **Categoria 14: Desenvolvimento Regional / Planejamento Territorial**

- Elaboração de análises espaciais para o desenvolvimento regional;
- Elaboração de estudos e Planos de Desenvolvimento Regional e Territorial;
- Elaboração do Macrozoneamento Ecológico-Econômico da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco;
- Os Sistemas de Informação Geográfica no planejamento e na gestão urbana;
- Popularização de Ciência e Tecnologia;
- Utilização de geotecnologias na gestão de recursos naturais e no desenvolvimento regional da Amazônia;
- Modelagem do relevo e mapeamento de unidades de paisagem para planejamento e ordenamento do território;
- Desenvolvimento e aplicação de metodologia para a identificação, caracterização e dimensionamento de assentamentos precários – Mappa;
- Observatório de remoções;
- Ordenamento territorial;
- Produção e disseminação do conhecimento através da extensão florestal (apresentação à comunidade dos aspectos legais relacionados aos recursos naturais, esclarecendo dúvidas, indicando ferramentas e soluções úteis aos pequenos produtores);
- Projeto RisO (Rede de informações Solidárias para o Rio de Janeiro).

## **Categoria 15: Mudanças Climáticas**

- Plano de Agricultura de Baixo Carbono (ABC);
- Gestão da água e do território;
- Governança ambiental de áreas frente a variabilidade climática;
- Estudo do clima urbano;
- Caracterização de cânions urbanos e seus efeitos climáticos em área com intenso processo de verticalização.

## **Categoria 16: Estudos / pesquisas diversas**

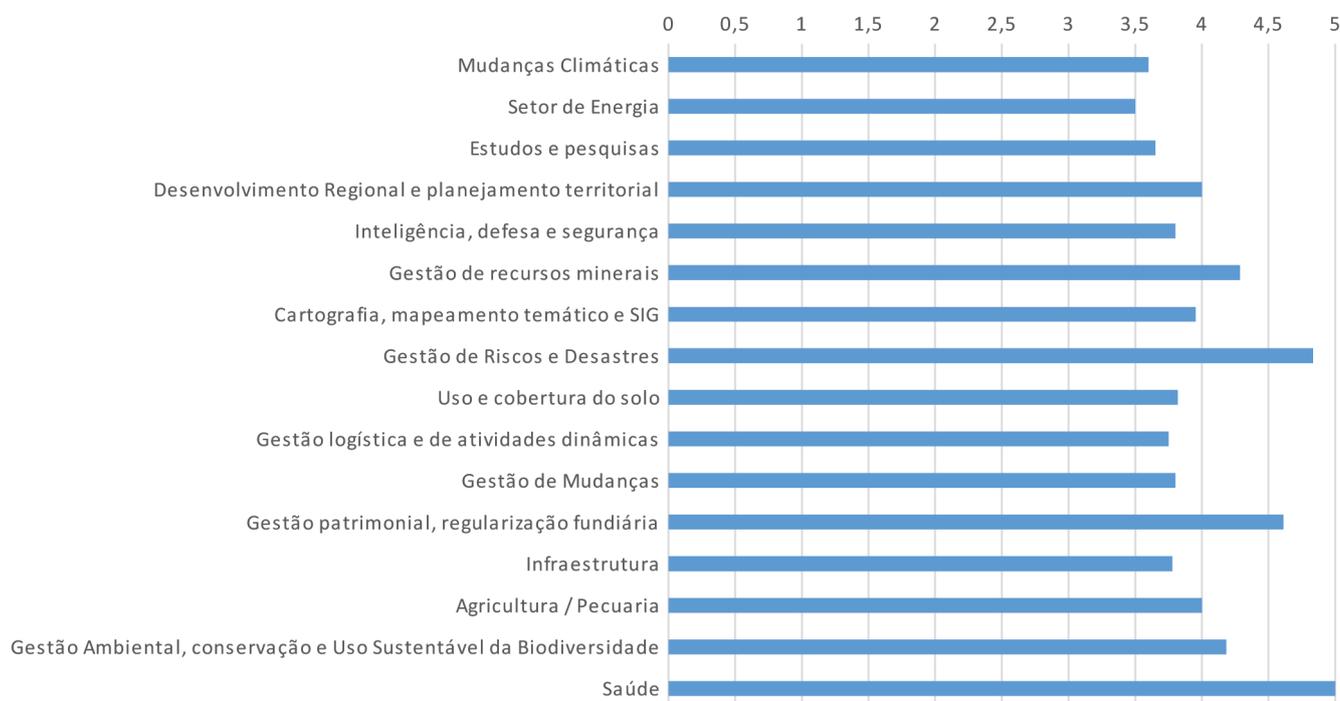
- Projeto do Programa Permanecer: Índice orbital de sensibilidade fotossintética aplicado a identificação de algas em recifes de corais;
- Projeto do Programa PIBIC: Sensores remotos orbitais aplicados a avaliação da qualidade ambiental do ecossistema manguezal por meio do índice espectral de sensibilidade fotossintética;
- Estimativa das evapotranspirações em diferentes regiões do Estado de Minas Gerais;

- Disciplinas práticas de sensoriamento remoto, Sistemas de Informações Geográficas e Geoprocessamento - Cursos de Geografia, Geofísica, Oceanografia, Ciências Biológicas e Ambientais, Ciências Agrárias e Engenharias;
- Estimativa de variáveis biofísicas via dados orbitais na mesorregião sul cearense: uma perspectiva interdisciplinar;
- Desenvolvimento de uma plataforma de observação terrestre e espacial multi-missão, reproveitável, em colaboração com o *Institut d'Astrophysique Spatiale* (IAS - Paris);
- Produção e disseminação do conhecimento através do ensino em nível de graduação e pós-graduação (Manejo de Bacias Hidrográficas, Geoprocessamento, Geotecnologias Aplicadas à Engenharia Florestal, Manejo de Florestas Nativas e Manejo de Unidades de Conservação);
- Desenvolvimento de *softwares* em diversas áreas do conhecimento, incluindo processamento digital de imagens de satélite e drones;
- Pesquisa científica voltada à gestão ambiental, conservação e uso sustentável da biodiversidade;
- Produção e disseminação do conhecimento através de pesquisa na área florestal;
- Uso de dados de sensoriamento remoto para mapear o comportamento geotécnico dos solos;
- Influência da arborização e da edificação no conforto térmico nos espaços públicos da cidade de Fortaleza;
- Estudo do processo erosivo laminar dos solos da Bacia do Rio Marrecas no Sudoeste do Paraná;
- Diagnóstico fisiográfico e ambiental da Bacia do Rio Marrecas no Sudoeste do Paraná;
- Testes de algoritmos de reconhecimento de padrões usando dados orbitais;
- Monitoramento de geleira e áreas livres de gelo na Antártica;
- Utilização de dados de relevo em modelos numéricos meteorológicos e hidrológicos;
- Projeto educativo do portal GEODEN ([www.geoden.uff.br](http://www.geoden.uff.br)): GEODEM (Geotecnologias Digitais no Ensino Médio); GEODEF (Geotecnologias Digitais no Ensino Fundamental); GEOIDEA (Geotecnologias como instrumento da inclusão digital e educação ambiental).

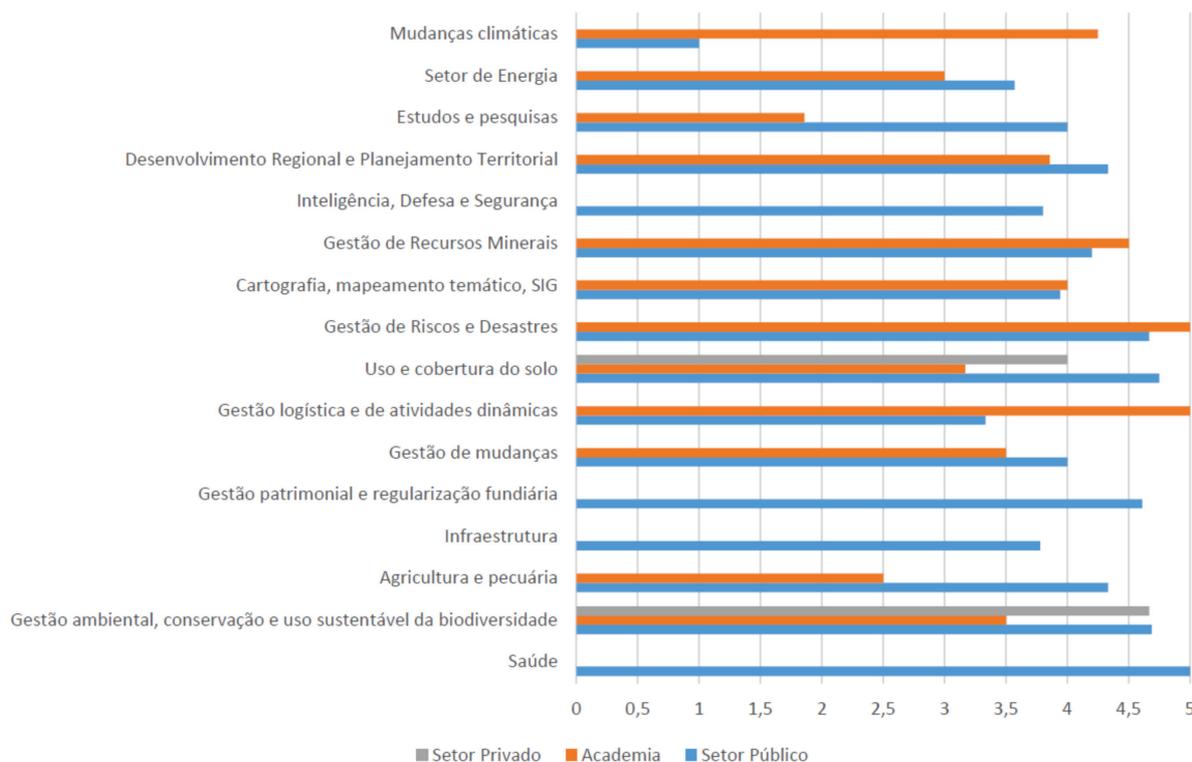
As atividades listadas não esgotam o potencial de aplicação de produtos e serviços de satélites de Observação da Terra no âmbito das instituições nacionais, mas resumem de forma esclarecedora a maneira através da qual as tecnologias espaciais tem apoiado as atividades nacionais em benefício do país e da sociedade, e o impacto que essas tecnologias podem ter no âmbito de políticas públicas.

Os gráficos a seguir apresentam a média do apoio institucional e do apoio de governo às atividades de cada categoria, segundo opinião dos especialistas, em uma escala de 0 a 5, onde 0 significa “nenhum apoio” e 5 significa “amplo apoio”. O apoio institucional diz respeito ao nível

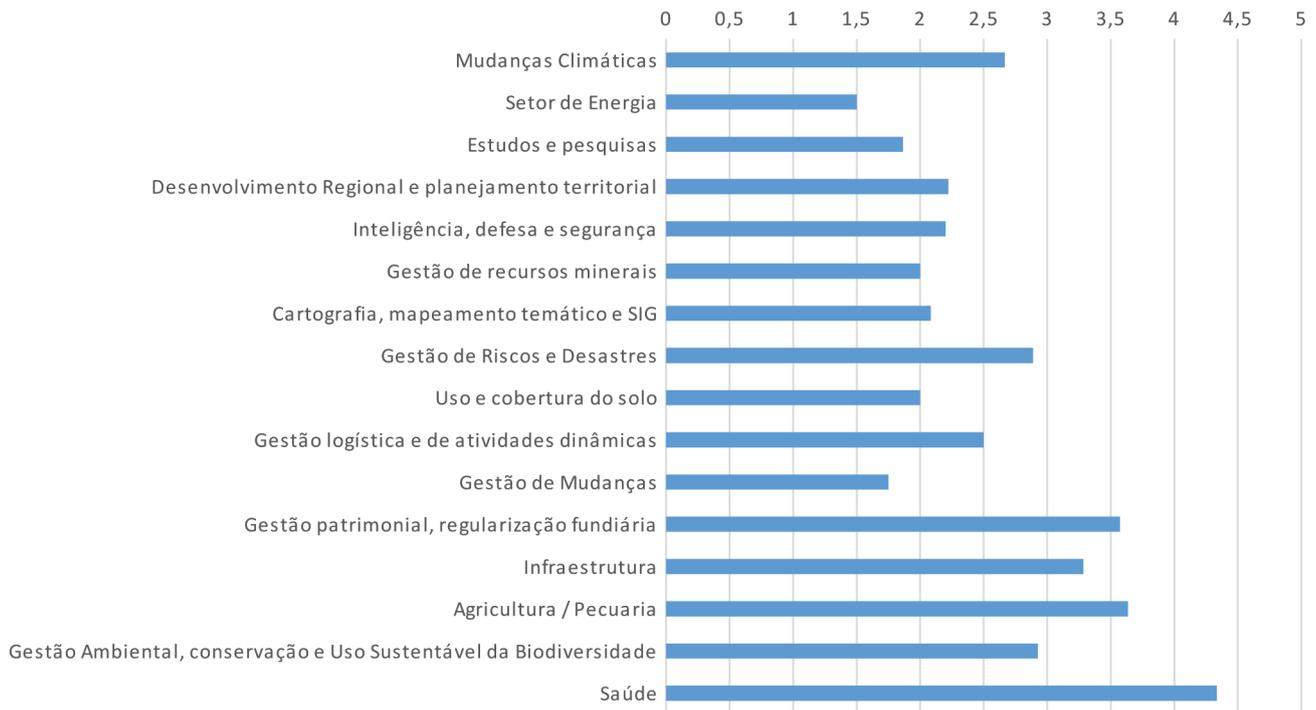
de prioridade dada a uma determinada atividade no âmbito da(s) instituição(ões) na(s) qual(is) ela é implementada. Já o apoio de governo corresponde ao nível de prioridade dada pelo governo à atividade desenvolvida pela instituição, na opinião de 71 especialistas.



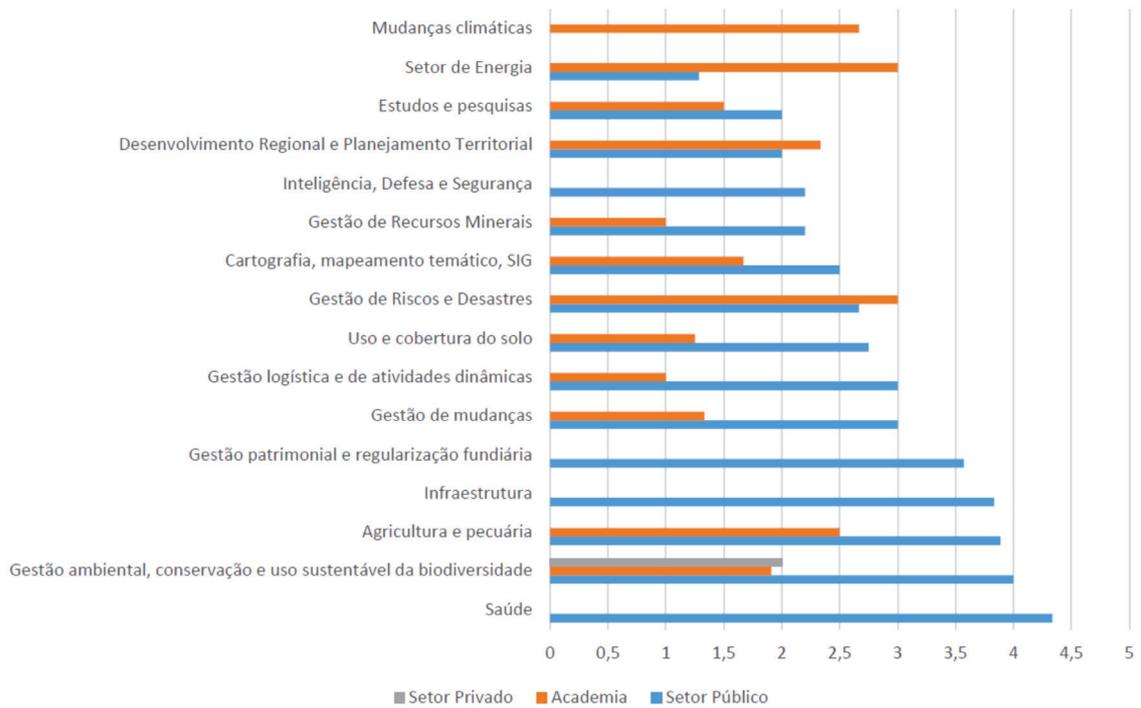
Média do apoio institucional, por categoria



Média do apoio institucional às atividades de cada categoria, por setor



Média do apoio de governo, por categoria

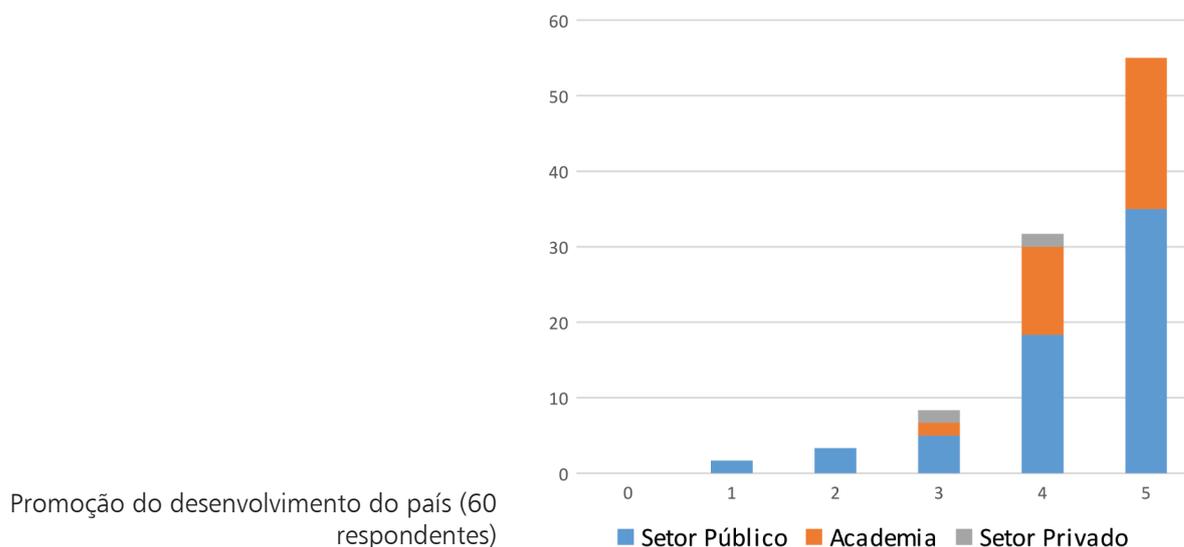


Média do apoio de governo às atividades de cada categoria, por setor

### 3. BENEFÍCIOS DA UTILIZAÇÃO DE PRODUTOS E SERVIÇOS DE SATÉLITES DE OBSERVAÇÃO DA TERRA

As atividades espaciais geram uma série de benefícios que podem ser sentidos de forma direta ou indireta pela sociedade. A partir das atividades descritas no item 2 do presente relatório, é possível reconhecer a transversalidade das aplicações espaciais, especificamente dos produtos e serviços de satélites de Observação da Terra. Seus impactos se fazem sentir em diferentes setores de atuação do Estado brasileiro e a sua utilização no âmbito de diversas políticas públicas torna-se evidente.

Com base nas atividades institucionais apresentadas, 60 especialistas indicaram em que nível os benefícios gerados pelas aplicações dos produtos e serviços espaciais de Observação da Terra em suas instituições podem ser associados ao desenvolvimento do país, em uma escala de 0 a 5, onde 0 significa “nenhuma influência no desenvolvimento do país” e 5 significa “muita influência no desenvolvimento do país”. Os resultados são apresentados no gráfico a seguir.



Os especialistas listaram alguns dos benefícios trazidos, direta ou indiretamente, pela utilização de produtos e serviços de satélites de Observação da Terra no âmbito das atividades implementadas pelas instituições nacionais, conforme apresentado a seguir:

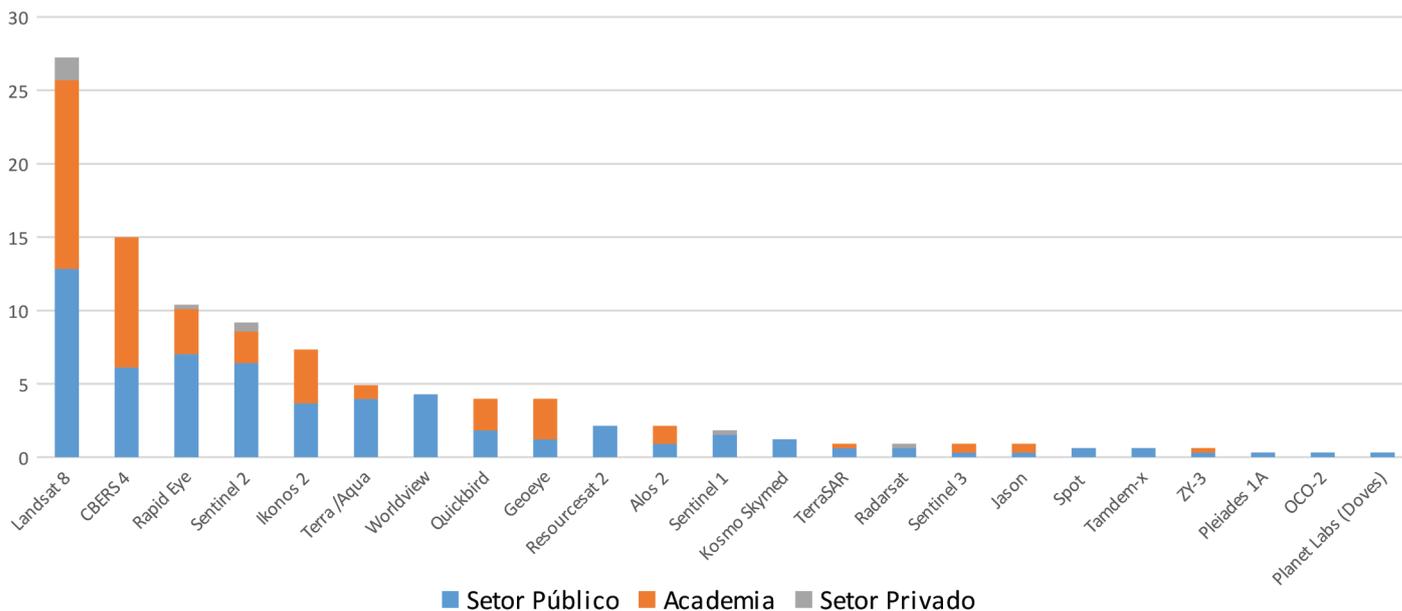
- Melhor gestão de recursos minerais e regularização da atividade mineral;
- Proteção ao meio ambiente;
- Aumento da arrecadação de royalties;
- Diminuição da sonegação de impostos;
- Melhoria da qualidade de vida da sociedade;
- Reconhecimento da distribuição e da conservação da flora brasileira;
- Conhecimento do território sob diversas temáticas;

- Aprimoramento da gestão territorial;
- Capacitação de recursos humanos;
- Fortalecimento institucional e de parcerias entre setores público e privado;
- Promoção da produção de alimentos, da geração de trabalho e renda no campo e melhoria das condições de vida dos pequenos agricultores;
- Planejamento habitacional;
- Contribuição nacional aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável;
- Aprimoramento do processo decisório;
- Ampliação das bases energéticas brasileiras;
- Correta utilização de recursos controlados de crédito rural;
- Compreensão da geodinâmica dos ambientes continentais e costeiros;
- Combate à ocupação irregular do solo;
- Conservação da biodiversidade e estabelecimento de indicadores de sustentabilidade para as populações;
- Aprimoramento da eficiência das diversas cadeias produtivas do agronegócio;
- Aprimoramento da gestão espacial dos sítios arqueológicos;
- Diagnósticos, planejamento e estruturação de projetos de transporte do país;
- Atualização de mapeamentos em todas as regiões biogeográficas brasileiras, fornecendo informações oficiais com métodos padronizados e comparáveis, de forma a orientar e otimizar as ações do Poder Público em cada uma dessas regiões e otimizar a aplicação de recursos financeiros e humanos;
- Regularização fundiária de imóveis, solução de conflitos fundiários e garantia de direitos básicos, como o acesso à terra por indígenas, quilombolas e comunidades ribeirinhas;
- Ampliação da capacidade do Estado de prover entregas à sociedade com agilidade, qualidade e sustentabilidade a partir do aprimoramento da gestão de recursos e processos;
- Produção e difusão de conhecimento sobre a bio e sociodiversidade das regiões nacionais;
- Gestão de recursos naturais e ecossistemas;
- Estratégias de uso e ocupação do solo;
- Mapeamento de mudanças de cobertura e uso da terra;
- Diagnóstico geoambiental e avaliação de impactos e riscos ambientais;
- Recuperação da vegetação nativa em larga escala;
- Aprimoramento de políticas públicas, com benefícios para a sociedade;

- Mitigação das emissões de Gases do Efeito Estufa;
- Mitigação das mudanças climáticas;
- Controle do desmatamento desordenado, principalmente nas Áreas de Preservação Ambiental segundo o código florestal vigente;
- Segurança hídrica;
- Segurança alimentar;
- Modernização dos marcos legais minero-ambientais;
- Fomento a políticas de levantamentos de geologia - geofísica, geoquímica, geodiversidade, hidrogeologia, geotecnologia, mineração;
- Conhecimento geológico no Mar Territorial e na Amazônia;
- Aproveitamento de água subterrânea no semiárido;
- Desenvolvimento de tecnologias e inovação nas cadeias produtivas;
- Aprimoramento da segurança logística;
- Fortalecimento da Segurança Pública Brasileira;
- Maior efetividade na repressão ao tráfico de drogas, armas e organizações criminosas;
- Geração de rendas a partir da concessão de florestas públicas, aliada à manutenção da floresta em pé e ao benefício social e econômico para as populações tradicionais que vivem em lugares remotos;
- Aprimoramento da gestão dos imóveis públicos federais;
- Avanço do conhecimento do espaço rural e Urbano e as suas interações;
- Diminuição dos impactos ocasionados pelo mau uso dos recursos naturais;
- Produção de conhecimentos por meio de projetos científicos;
- Monitoramento de eventos extremos e de desastres naturais, trazendo economia de recursos financeiros nas atividades durante e após catástrofes, bem como salvando vidas em decorrência de atendimentos mais ágeis e precisos.

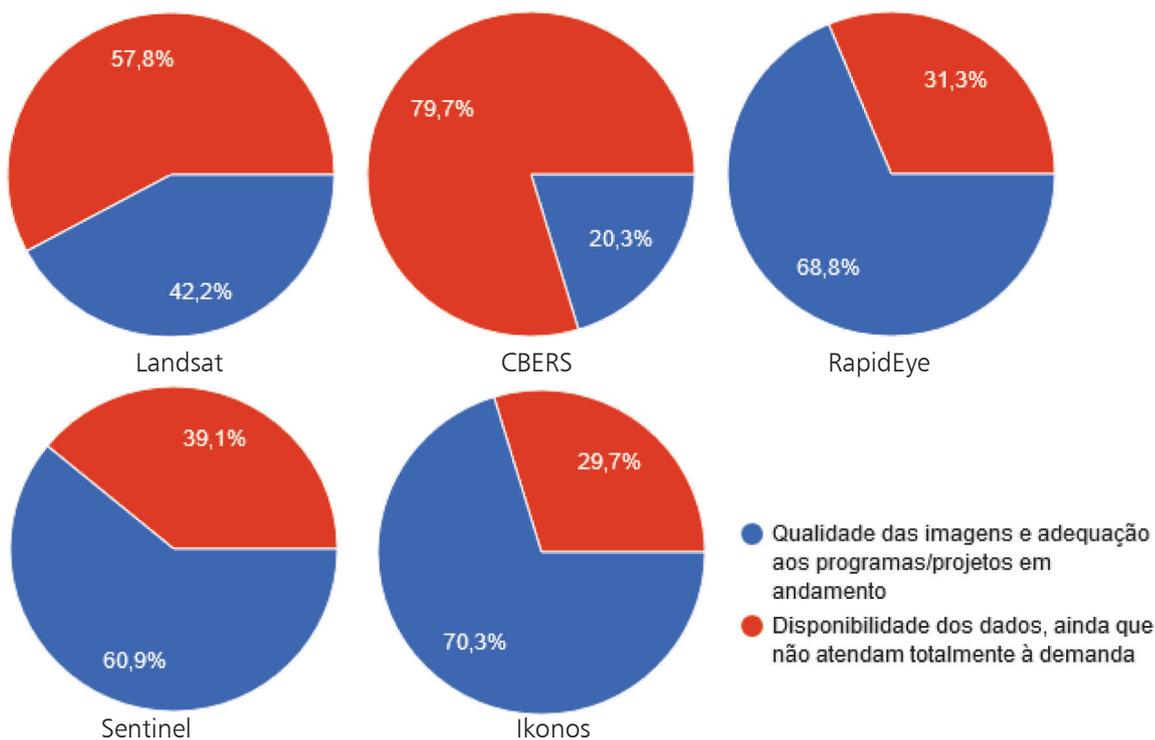
#### **4. ATENDIMENTO A PROGRAMAS E PROJETOS NACIONAIS EM ANDAMENTO**

Os programas e projetos nacionais em andamento nas instituições partícipes têm sido atendidos por uma série de produtos disponibilizados por satélites nacionais e estrangeiros de Observação da Terra, de acesso amplo ou limitado. O gráfico a seguir apresenta a lista de satélites indicados pelos especialistas e o percentual de atividades nas quais os seus produtos e serviços têm sido aplicados.



Satélites utilizados na execução de atividades de programas nacionais, por setor (66 respondentes)

Os resultados indicam uma ampla utilização de produtos e serviços dos satélites das séries Landsat, CBERS, RapidEye, Sentinel e Ikonos. Adicionalmente à probabilidade de real atendimento aos programas e projetos, a ampla utilização dos referidos satélites também deve ser analisada considerando-se, em parte, a distribuição gratuita dos dados, em alguns casos, bem como a compra governamental ocorrida há alguns anos, coordenada pelo MMA, de imagens RapidEye em cobertura nacional e a sua disponibilização à Administração Pública Federal, sem custos. Tal incerteza foi resolvida durante a 2ª rodada da etapa de consulta formal às instituições nacionais, conforme detalhado nos gráficos a seguir, que apontam se a utilização das imagens dos satélites indicados se dá mais em razão de sua qualidade, ou em razão do fácil acesso aos dados por eles produzidos, segundo opinião de 64 especialistas.



Em relação aos produtos da série de satélites **Landsat**, os especialistas fizeram as seguintes considerações: a gratuidade, a facilidade de obtenção dos dados, a série histórica e a qualidade são fatores que facilitam a utilização dessas imagens em cursos universitários e instituições públicas nacionais, incluindo o fato de serem entregues à comunidade com calibração frequente e correção atmosférica; as resoluções espacial, radiométrica, espectral e temporal são adequadas a vários produtos derivados; suas imagens são amplamente utilizadas para fins acadêmicos e apresentam bom grau de confiabilidade. Alguns especialistas indicaram, no entanto, que os produtos possuem limitação quanto à resolução espacial, relativamente baixa para aplicações locais.

Em relação aos produtos da série de satélites **CBERS**, os especialistas fizeram as seguintes considerações: o fácil acesso contribui para a sua utilização no estudo inicial de áreas de interesse e também para fins acadêmicos; a descontinuidade ao longo do programa dificulta a utilização de seus produtos; há dificuldade no *download* das imagens; e dificuldade no processamento dos dados devido à ausência de metadados; baixas resoluções espacial, espectral e temporal; cobertura limitada devido à abundante presença de nuvens nas imagens disponibilizadas. De fato, a maior parte dos obstáculos apontados pelos especialistas para a utilização dos produtos da série de satélites indica a necessidade de aprimoramento das soluções de pré-processamento e disponibilização dos dados aos usuários finais, o que possivelmente tornaria maior a sua influência no âmbito de programas e projetos, e consequentemente ampliaria os benefícios gerados.

Em relação aos produtos **RapidEye**, os especialistas fizeram as seguintes considerações: a resolução espacial das imagens permite estudos de uso e cobertura do solo com boa discriminação da superfície, o desenvolvimento de projetos ambientais e o levantamento de áreas degradadas; e a alta capacidade de revisita permite que os dados sejam utilizados na análise de eventos dinâmicos. Afirmaram, porém, que o custo dos produtos restringe uma maior utilização por parte das instituições nacionais.

Em relação aos produtos **Sentinel**, os especialistas fizeram as seguintes considerações: seus produtos apresentam boas resoluções espacial, espectral e temporal; a gratuidade e a facilidade de acesso contribuem para a sua utilização; e a combinação de imagens do Sentinel 2 com dados radar do Sentinel 1 apresenta grande potencial de aplicação, principalmente em áreas com ampla cobertura de nuvens.

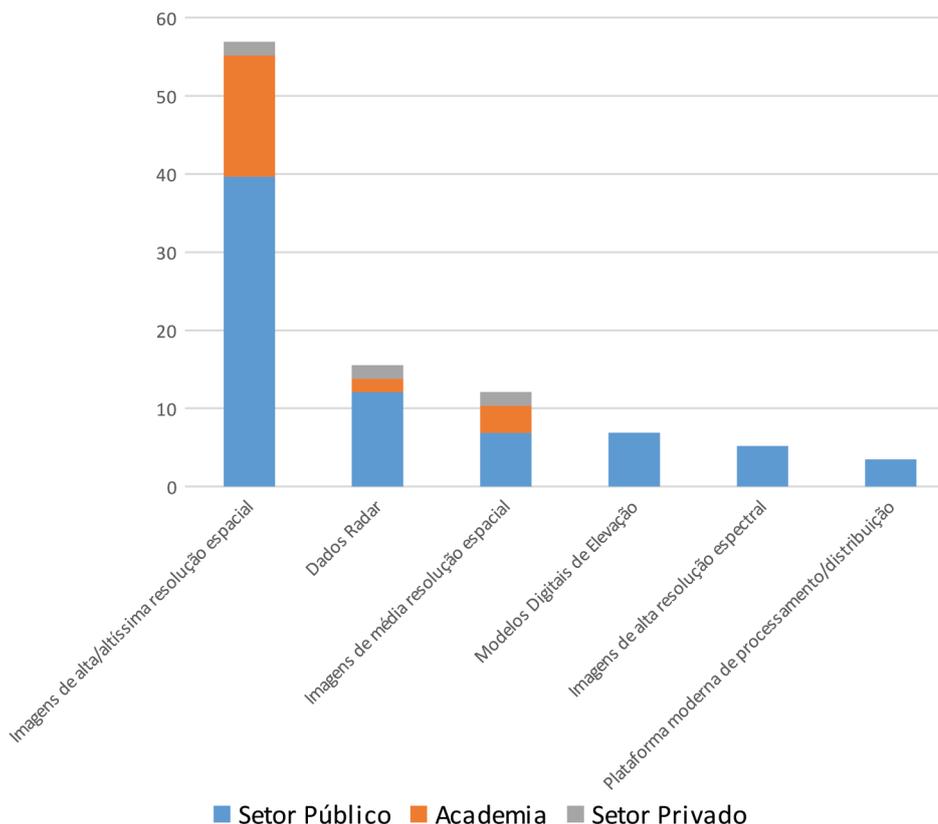
Em relação aos produtos **Ikonos**, os especialistas fizeram as seguintes considerações: o alto custo restringe a ampla utilização; as resoluções espacial, espectral e temporal permitem aplicações em níveis nacional, regional e local; apresenta um catálogo histórico que facilita análises temporais; e permitem a geração de Modelos Digitais de Elevação (MDE) a partir de pares estereoscópicos.

## 5. DEMANDAS NÃO ATENDIDAS

A busca por produtos e serviços de satélites de Observação da Terra que sejam úteis às atividades em andamento ou a serem implementadas em âmbito nacional tem sido objeto de ampla

discussão em fóruns que reúnem especialistas de diferentes setores de atuação do Estado brasileiro. Apesar da alta disponibilidade de dados, nem sempre é fácil o acesso àqueles que melhor atendem às demandas nacionais.

Ao longo da 1ª rodada, 40 especialistas respondentes indicaram algumas atividades existentes em suas instituições cujas demandas por produtos e serviços de satélites de Observação da Terra ainda não são plenamente atendidas. Foram citadas 57 atividades, pertencentes a diferentes categorias. O gráfico a seguir apresenta o percentual de atividades por possíveis soluções e/ou produtos necessários ao seu pleno atendimento, segundo a opinião dos especialistas.



Percentual de atividades não plenamente atendidas, por categoria de solução/produto necessário (57 atividades indicadas)

Conforme pode ser verificado no gráfico acima, as imagens de alta/altíssima resolução espacial são apontadas pelos especialistas como demanda prioritária ao atendimento de atividades em andamento, seguida por dados de sensores do tipo radar de imageamento e, depois, por imagens de média resolução espacial.

Os resultados obtidos correspondem à realidade existente no Brasil, qual seja, a de difícil acesso a imagens de alta/altíssima resolução espacial e a inexistência de tecnologia nacional que forneça dados radar. O fácil acesso a imagens de média resolução espacial faz com que a demanda por esse tipo de imagens seja relativamente menor, ressaltando-se a importância da resolução espectral, nesses casos. Além disso, apontam-se demandas por Modelos Digitais de Elevação (MDE), imagens de alta resolução espectral e plataformas modernas de processamento e distribuição de dados, de fácil acesso e manuseio por parte do usuário final.

A seguir, é apresentado um resumo das principais atividades a serem atendidas com base na disponibilização das principais soluções/produtos indicados pelos especialistas, bem como o impacto negativo médio para o país do seu não atendimento (em uma escala de 0 a 5, onde 0 significa “nenhum impacto negativo” e 5 significa “grave impacto negativo”).

## **a) Imagens alta/altíssima resolução espacial**

### **Impacto negativo médio por atividades não atendidas: 4**

- . Identificação de feições urbanas e caracterização do uso do solo no levantamento de cenários de risco de ocorrência de desastres naturais;
- . Monitoramento local de extração mineral;
- . Conservação e uso sustentável da biodiversidade;
- . Monitoramento de lavouras agrícolas da agricultura familiar;
- . Estudos de inventário hidrelétrico de Bacias Hidrográficas e estudos de viabilidade de usinas hidrelétricas;
- . Classificação e monitoramento da dinâmica de ocupação dos aglomerados subnormais;
- . Produção de base cadastral de aglomerados urbanos e vilarejos fora das cidades sedes dos municípios;
- . Atualização da malha censitária e refinamento da divisão político administrativa;
- . Identificação de alvos operacionais em ações de inteligência;
- . Acompanhamento de estruturas críticas e/ou obras de infraestrutura;
- . Gestão espacial de sítios arqueológicos;
- . Produção de base cadastral e fundiária;
- . Identificação de ilícitos e otimização das operações de campo;
- . Produção de base cadastral para estudos de viabilidade técnica, econômica e ambiental;
- . Monitoramento de ocupações irregulares de áreas urbanas;
- . Monitoramento de projetos atuais e futuros de recuperação da vegetação, em escala adequada;
- . Mapeamentos de áreas de culturas anuais, semi-permanentes e permanentes;
- . Identificação de feições locais ao longo da faixa de obras;
- . Geolocalização de comunidades ribeirinhas com maior frequência de atualização;
- . Monitoramento de áreas de risco;
- . Realização de atividades voltadas à desapropriação de áreas em faixa de domínio de ferrovias e rodovias existentes ou a construir;

- . Detalhamento cadastral de instalações portuárias e aeroportuárias para uma melhor gestão;
- . Identificação de biomas, fitofisionomias, tipos de vegetação, tipos de cultivos;
- . Produção de base cadastral e projetos de análise da expansão urbana;
- . Planejamento e gestão territorial;
- . Atualização cartográfica;
- . Atendimento a emergências e catástrofes;
- . Detalhamento geomorfológico;
- . Identificação de padrões de assentamentos precários;
- . Atualização de cobertura do solo em grande escala;
- . Identificação de áreas de intervenções para a política de risco;
- . Classificação de áreas urbanas; e
- . Delineamento de sistemas de drenagem.

## **b) Dados Radar**

### **Impacto negativo médio por atividades não atendidas: 4,1**

- . Produção de base cadastral e fundiária;
- . Geração das declividades em áreas de perigo e risco de movimentos de massa e inundações;
- . Discriminação dos corpos d'água;
- . Atendimento a emergências e catástrofes;
- . Mapeamento estrutural;
- . Levantamento altimétrico dos estudos de inventários hidrelétrico de bacias hidrográficas e estudos de viabilidade de usinas hidrelétricas.

## **c) Imagens de média resolução espacial**

### **Impacto negativo médio por atividades não atendidas: 3,6**

- . Monitoramento de extração mineral em escala regional;
- . Estudo para ampliação da malha de transmissão de energia;
- . Identificação de ilícitos e otimização de operações de campo;
- . Monitoramento do índice de vegetação;
- . Monitoramento de safras e estimativa de produtividade;
- . Melhor definição de fronteiras entre dois tipos de cobertura da superfície.

#### **d) Modelos Digitais de Elevação**

##### **Impacto negativo médio por atividades não atendidas: 4**

- . Identificação precisa de locação e correlação com dados sísmicos / nivelamento com a mesa de perfuração;
- . Monitoramento da vegetação baseado não só na resposta espectral, mas também na estrutura vertical.

#### **e) Imagens de alta resolução espectral**

##### **Impacto negativo médio por atividades não atendidas: 3,5**

- . Conservação e uso sustentável da biodiversidade;
- . Identificação mineral;
- . Mapeamento de características físico-químicas de alvos agrícolas para a criação de bibliotecas espectrais.

#### **f) Plataforma moderna de processamento e distribuição de dados**

##### **Impacto negativo médio por atividades não atendidas: 3,6**

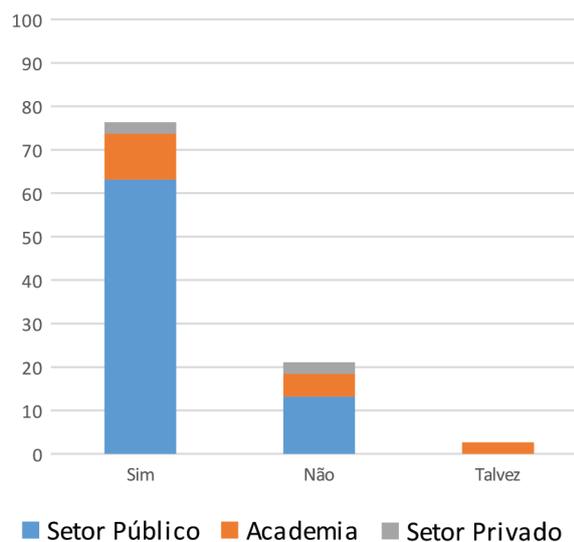
- . Integração de acervos de imagens e disponibilização em ambiente de nuvem ou via geoserviços;
- . Detecção automática de mudanças;
- . Extração automática de informações;
- . Fácil acesso para a utilização em programas e projetos nacionais.

## **6. DEMANDAS FUTURAS NA ÁREA DE OBSERVAÇÃO DA TERRA**

Uma missão espacial geralmente apresenta um longo prazo de maturação, ou seja, desde a sua concepção até a sua consolidação como fornecedora de produtos e serviços à sociedade leva-se em torno de 5 a 7 anos, dependendo dos desafios tecnológicos associados. Segundo Lima (2018), o processo de identificação e análise de demandas nacionais ao setor espacial tenta estimular o pensamento voltado ao futuro, de forma a considerar, dentre as necessidades nacionais existentes, as que permanecerão no longo prazo, bem como as possíveis demandas futuras e as tendências tecnológicas da área espacial e suas aplicações.

Nesse sentido, os especialistas foram questionados sobre a existência de demandas potenciais em suas instituições (programas/processos em andamento que ainda não utilizam produtos de sensoriamento remoto orbital, mas que podem vir a utilizá-los para o seu aprimoramento) e também sobre possíveis atividades que suas respectivas instituições tenham interesse em implementar futuramente e venham a demandar produtos e serviços de tecnologias espaciais de Observação da Terra. Os resultados são apresentados nos gráficos a seguir.

Existência de demandas potenciais para a área de observação da Terra (38 respondentes)

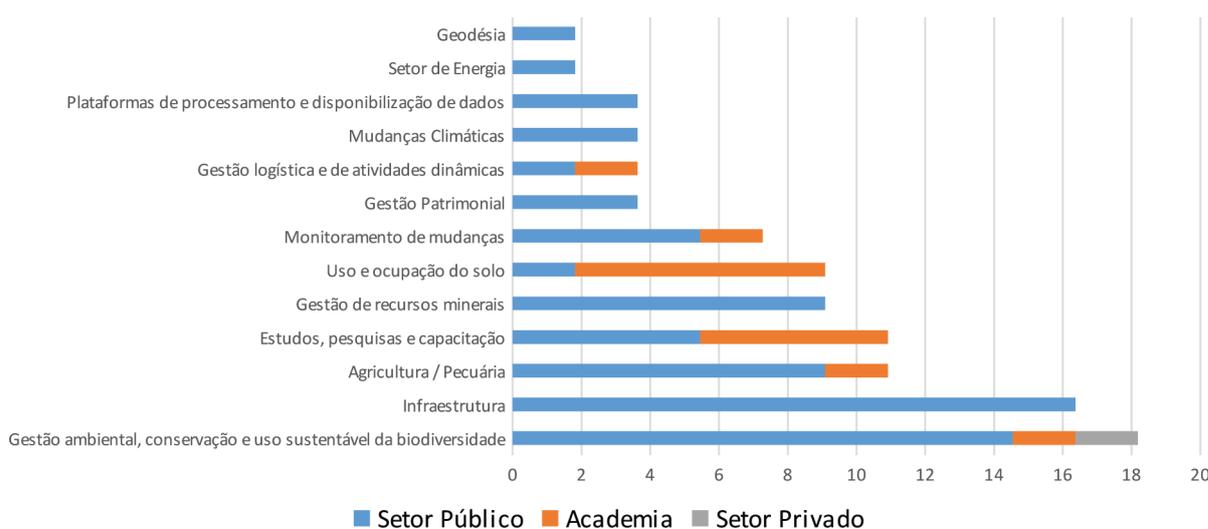


Dentre as demandas potenciais, destacam-se:

- Monitoramento contínuo de atividades minerárias;
- Planejamento de rotas de vistorias;
- Estudo de distritos mineiros, avanço das cavas na área de extração mineral e cálculo de volume extraído;
- Monitoramento de barragens;
- Avaliação do impacto ambiental na mineração;
- Gestão territorial e resposta as denúncias de atividades não autorizadas;
- Utilização de imagens de sensoriamento remoto orbital em programas de financiamento e seguro;
- Análise espacial nos leilões de energia;
- Pesquisas Nacional de Amostra de Domicílios;
- Censo 2020;
- Pesquisa Nacional Agropecuária;
- Estudos para o potencial de implantação de termelétricas (especialmente no que diz respeito à biomassa);
- Fiscalização do patrimônio material imóvel, que pode ser auxiliada com a utilização de imagens de alta resolução espacial na identificação de possíveis impactos naturais e antrópicos na área do bem e seu entorno;
- Inserção de inteligência geográfica aos processos institucionais;
- Processos de monitoramento urbano, agrícola, ambiental, de saúde e de ocupação do território;

- Acompanhamento e monitoramento da execução de projetos e obras de infraestrutura;
- Construção de banco de dados com a geolocalização de áreas financiadas/incentivadas na Amazônia Legal;
- Estimativa da produtividade por meio de modelagem agrícola;
- Gestão da logística na agropecuária;
- Políticas públicas voltadas ao setor aéreo;
- Estimativa de desapropriações/desocupações de áreas dentro das faixas de domínios das infraestruturas rodoviárias e ferroviárias;
- Incorporação, destinação, avaliação, fiscalização e arrecadação de receitas patrimoniais de imóveis públicos federais;
- Estudos e pesquisas acadêmicas.

Sobre as possíveis atividades a serem implementadas futuramente pelas instituições nacionais, um total de 55 atividades foram citadas por 38 especialistas. O gráfico a seguir apresenta a distribuição percentual dessas atividades por categorias.



Percentual de atividades futuras das instituições demandantes, por categoria (55 atividades indicadas)

As atividades futuras encontram-se resumidas a seguir:

- **Gestão ambiental, conservação e uso sustentável da biodiversidade:**
  - inventário e monitoramento de recursos naturais;
  - mapeamento de áreas verdes urbanas;
  - mapeamento de áreas de risco de queimada/incêndios/raios;
  - construção de banco de dados geográficos sobre a Amazônia Legal;
  - monitoramento de florestas plantadas no território nacional;

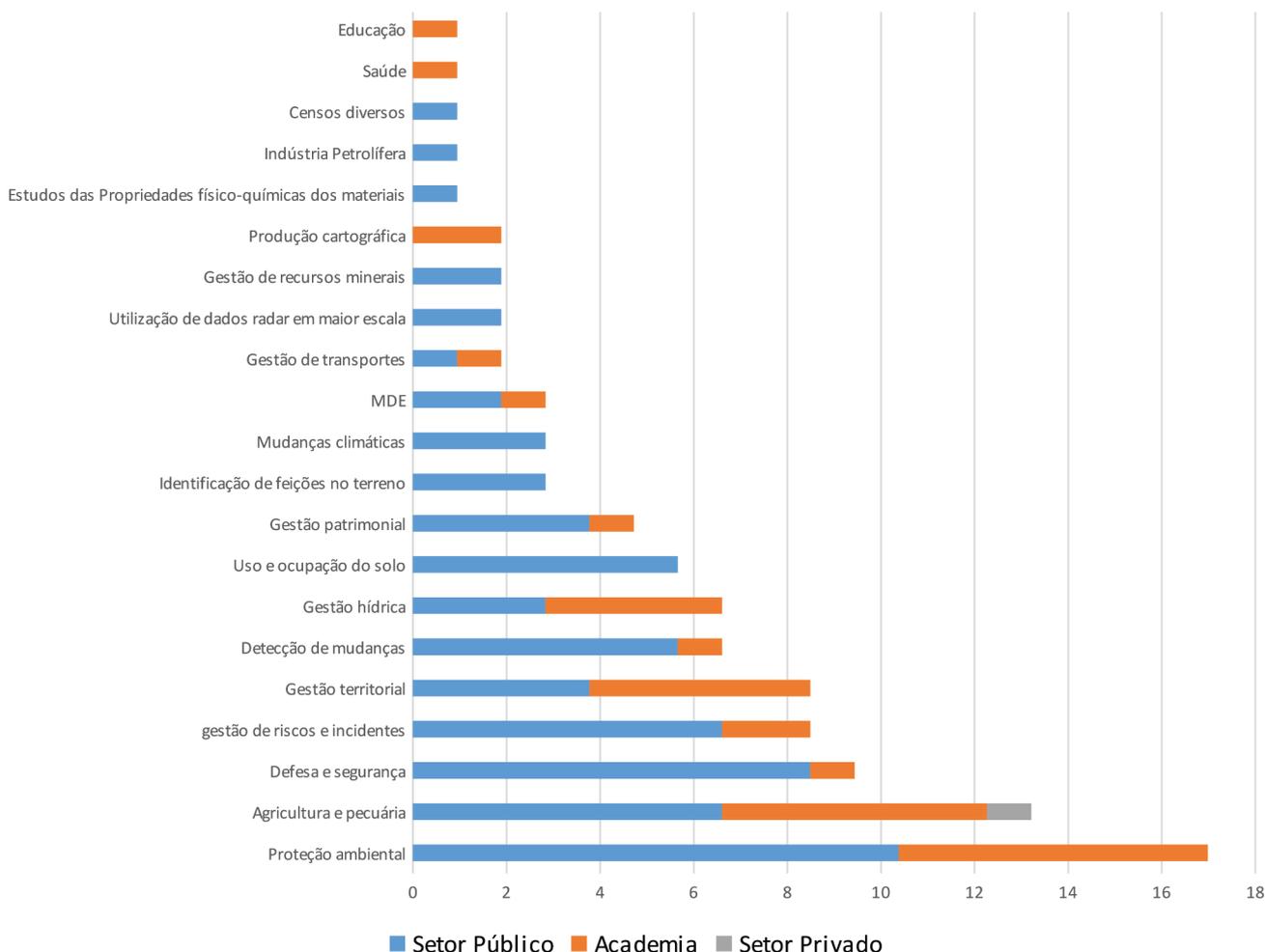
- . monitoramento de dejetos animais no território nacional;
- . modelagem e distribuição de espécies;
- . monitoramento da biomassa das florestas sob concessão;
- . monitoramento remoto das terras indígenas fora da Amazônia Legal brasileira;
- . monitoramento ambiental em regiões de garimpos.
- **Infraestrutura:**
  - . elaboração de estudos preliminares de obras (estudos de viabilidade, anteprojetos);
  - . implantação e acompanhamento de projetos de desenvolvimento sustentável;
  - . monitoramento de obras de infraestrutura de médio e grande portes;
  - . monitoramento de instalações (faixas de dutos, terminais, refinarias);
  - . cadastro e zoneamento de portos e aeroportos.
- **Agricultura / Pecuária:**
  - . supervisão da comprovação de perdas agrícolas;
  - . estimativa da produtividade por meio de modelo de crescimento da cultura;
  - . monitoramento de sistema de plantio direto no território nacional;
  - . monitoramento de pastagens degradadas no território nacional;
  - . monitoramento de fixação de nitrogênio em cultivos no território nacional;
  - . monitoramento de áreas de agricultura de precisão com imagens de alta resolução espacial.
- **Gestão de recursos minerais:**
  - . planejamento e aprimoramento dos programas de fiscalização;
  - . acompanhamento do desenvolvimento das minas, verificação do posicionamento das áreas, verificação de conflitos em áreas protegidas;
  - . avaliação e controle dos impactos ambientais da extração mineral;
  - . monitoramento de barragens e identificação de áreas com extração ilegal;
  - . monitoramento da estabilidade de barragens de rejeito da mineração;
  - . mapeamento de áreas aptas para a atividade de exploração de petróleo e gás natural (especialmente na Amazônia);
  - . análise de risco hidrológico de atividades minerais;
  - . análise de movimentos de massa com base em interferometria radar.
- **Uso e ocupação do solo**
  - . uso e cobertura das terras dos biomas brasileiros (além do cerrado e da Amazônia Legal);

- . pesquisas sobre uso e ocupação do solo no Brasil;
- . mapeamento de uso e cobertura da terra do Estado do Maranhão nas décadas de 70, 80, 90, 2000, 2010, 2018;
- . análise de mudanças de uso do solo;
- . mapeamento do uso e ocupação do solo de áreas urbanas.
- **Monitoramento de mudanças:**
  - . caracterização de fenômenos de movimentação da superfície do solo decorrentes de desastres naturais ou de ação humana;
  - . monitoramento e fiscalização de mudanças em sítios arqueológicos;
  - . análise de mudanças de cenário;
  - . monitoramento das cheias do Rio Tocantins.
- **Gestão Patrimonial:**
  - . desapropriação;
  - . fiscalização de imóveis públicos federais.
- **Gestão logística e de atividades dinâmicas:**
  - . gestão da logística agropecuária;
  - . monitoramento da dinâmica do tráfego.
- **Mudanças Climáticas:**
  - . monitoramento semi-quantitativo contínuo de carbono no solo em território nacional;
  - . monitoramento de emissões de gases de efeito estufa.
- **Disponibilização / Processamento de dados:**
  - . utilização de inteligência artificial para extração de feições em imagens;
  - . utilização de inteligência artificial para detecção de mudanças em áreas urbanas.
- **Setor de energia:**
  - . mapeamento de áreas potenciais para usinas reversíveis.
- **Geodésia:**
  - . aplicação de informações de sensores altimétricos e gravitacionais e modelos numéricos de circulação costeira para o refinamento iterativo do modelo do campo da gravidade terrestre (“modelo de ondulação geoidal”, MAPGEO) na zona costeira brasileira.
- **Estudos diversos / Pesquisa:**
  - . caracterização, definição de limites e monitoramento dos geoglifos;
  - . estudos para análises temáticas do Semiárido;

- sistema de calibração e correção atmosférica multissensor;
- cursos de extensão ao gestores públicos para a utilização de dados e *softwares* gratuitos na gestão municipal;
- aulas práticas com imagens orbitais.

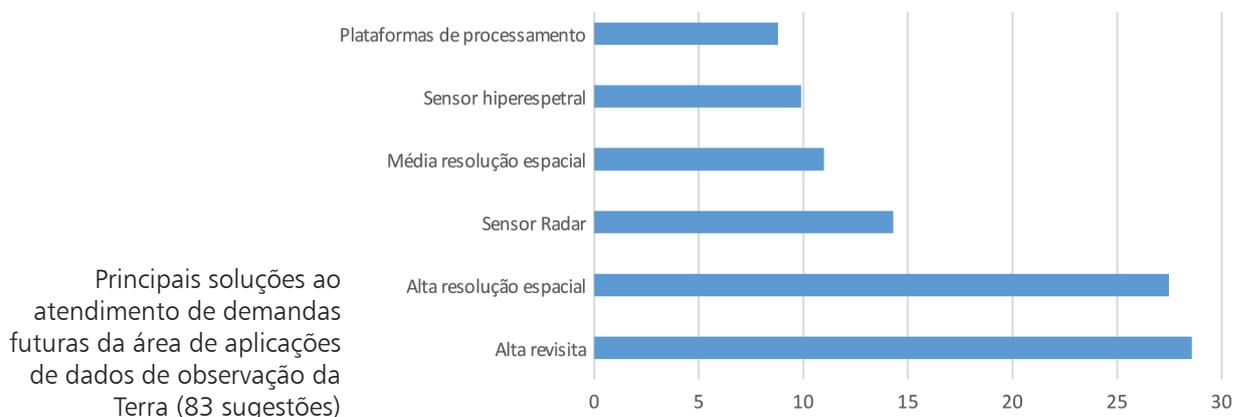
As atividades apresentadas anteriormente já estão em processo de planejamento no âmbito das instituições nacionais consultadas e representam demandas concretas ao setor espacial. É possível verificar uma concentração de atividades em áreas como gestão ambiental, infraestrutura (instalação e acompanhamento de grandes empreendimentos), agropecuária, gestão de recursos minerais e uso e cobertura do solo. Além disso, há uma crescente utilização de imagens de sensores orbitais em estudos e pesquisas acadêmicas, contribuindo assim para a capacitação de profissionais e transferência de conhecimentos para as instituições.

A respeito de demandas ainda não planejadas, mas que representam tendências para um período de 10 a 20 anos, 41 especialistas indicaram, ao longo da 1ª rodada, uma lista de 106 atividades possíveis que demandarão produtos e serviços satelitais de Observação da Terra no país, conforme gráfico a seguir, que apresenta a taxa de ocorrência de citações de atividades em cada categoria.

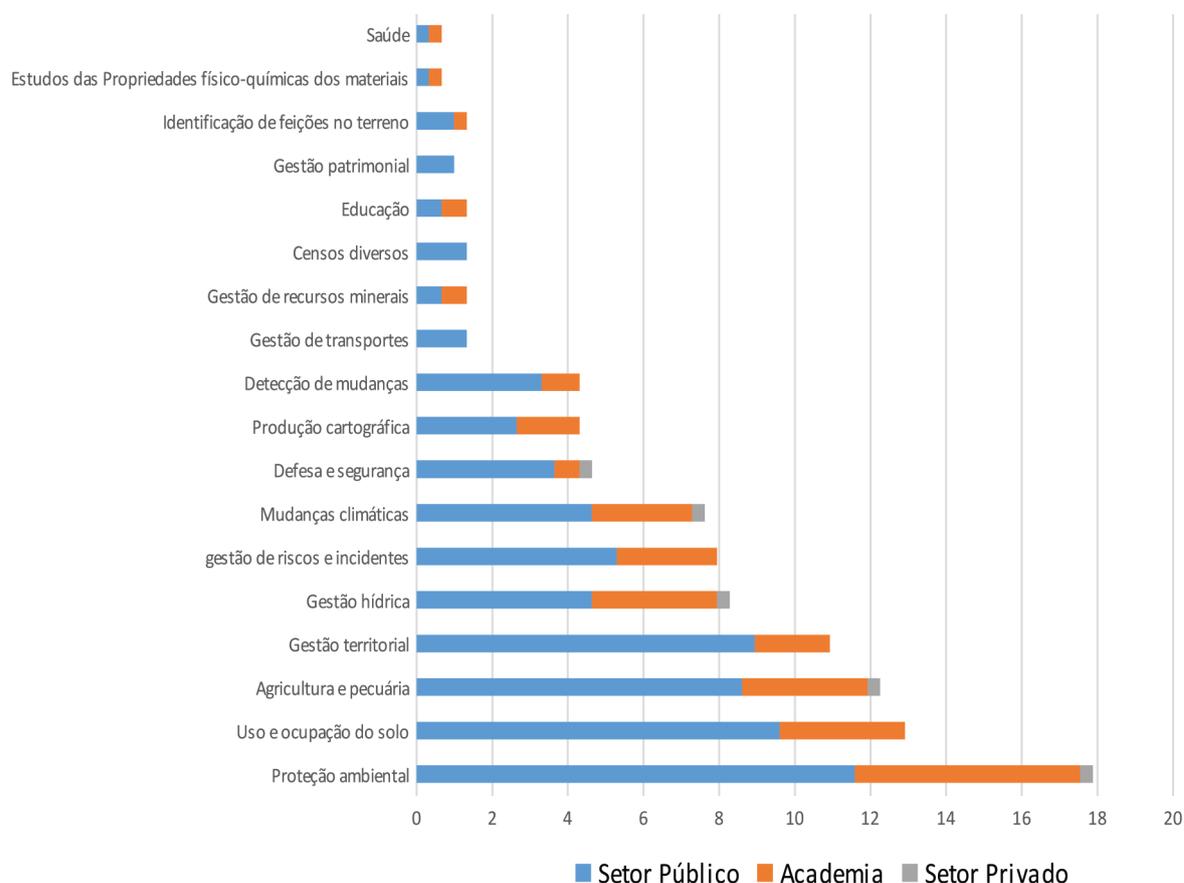


Percentual de citação das principais tendências nacionais na área de aplicações de dados de observação da Terra (1ª rodada – 106 atividades citadas)

As principais tendências, segundo os 41 especialistas que responderam, estão relacionadas às áreas de proteção ambiental; agropecuária; defesa e segurança; gestão de riscos e incidentes; gestão territorial; detecção de mudanças; e gestão hídrica. Para o atendimento às demandas futuras, os especialistas apontaram 83 sugestões de soluções tecnológicas necessárias, conforme gráfico a seguir, com destaque para os aspectos de alta revisita e alta resolução espacial.



Com base nas atividades citadas e categorizadas durante a 1ª rodada, perguntou-se aos 64 especialistas respondentes da 2ª rodada quais seriam as principais áreas de aplicações de tecnologias espaciais (até 5 escolhas) nos próximos 10 a 20 anos. As 302 seleções distribuíram-se percentualmente conforme apresentado no gráfico a seguir.



Percentual de seleção das principais tendências nacionais na área de aplicações de dados de observação da Terra (2ª rodada – 302 seleções)

As principais tendências, segundo opinião dos 64 especialistas, durante a 2ª rodada, estão relacionadas às áreas de proteção ambiental; uso e cobertura do solo; agropecuária; gestão territorial; gestão hídrica; gestão de riscos e incidentes; e mudanças climáticas.

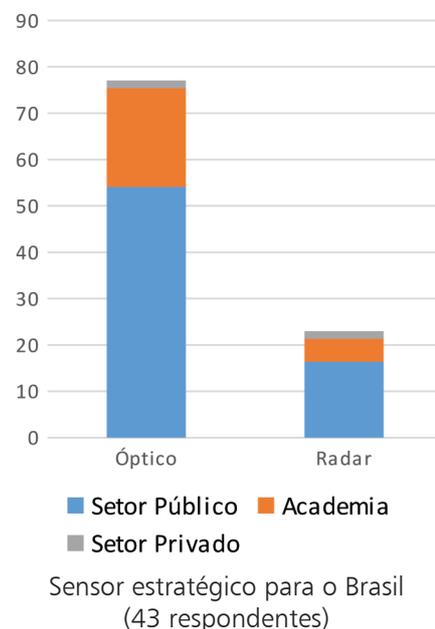
Da análise das 1ª e 2ª rodadas, chega-se ao consenso de que as tendências se concentram principalmente nas áreas de proteção ambiental; agropecuária; gestão de riscos e incidentes; gestão territorial; e gestão hídrica.

## 7. SENSORES ESTRATÉGICOS PARA O BRASIL

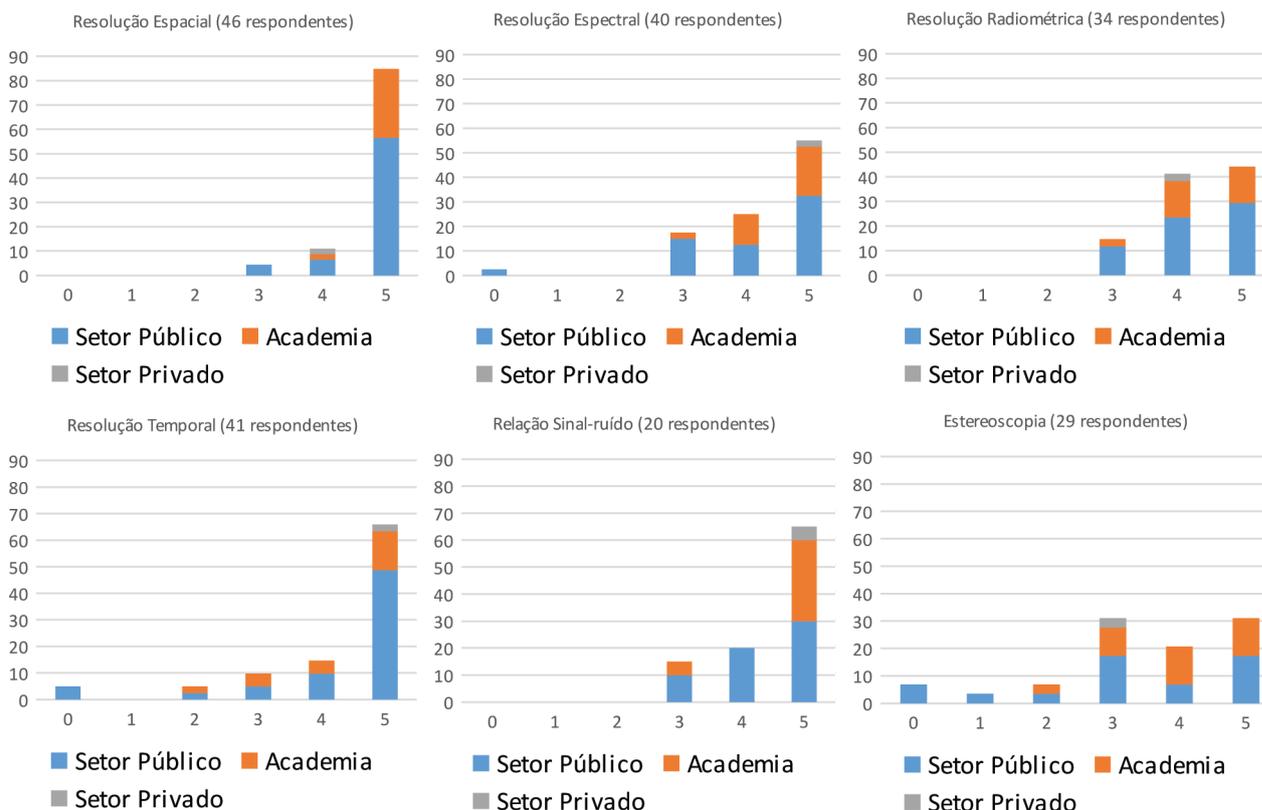
O processo de identificação e análise de demandas nacionais ao setor espacial visa, dentre outras coisas, o reconhecimento das lacunas existentes no Programa Espacial Brasileiro e dos impactos gerados ao país, visando assim o aprimoramento do planejamento das atividades espaciais e o seu alinhamento a demandas atuais e futuras. Todavia, ressalta-se não estar ao alcance da AEB, diante das limitações orçamentárias, tecnológicas e de recursos humanos do setor espacial nacional, o atendimento a todas as demandas identificadas. O propósito da existência desse processo é o reconhecimento das necessidades do País, a identificação de demandas comuns e prioritárias às instituições nacionais e a alocação correta de recursos escassos em tecnologias que possam trazer uma parcela considerável de benefícios à sociedade brasileira.

Durante a 1ª rodada de consulta formal às instituições, 43 especialistas apontaram o tipo de sensor mais estratégico para o Brasil, diante das demandas existentes. Os resultados indicam que sensores óticos (altíssima/alta e média resoluções espaciais) continuam sendo os mais demandados pelas atividades em execução ou planejadas, conforme apresentado no gráfico a seguir. Porém, há uma procura crescente por dados oriundos de tecnologia radar, que deve ser considerada junto a uma necessidade ainda maior de capacitação voltada à sua aquisição, tratamento, processamento e disseminação de dados, temas esses abordados no item 8 do presente relatório.

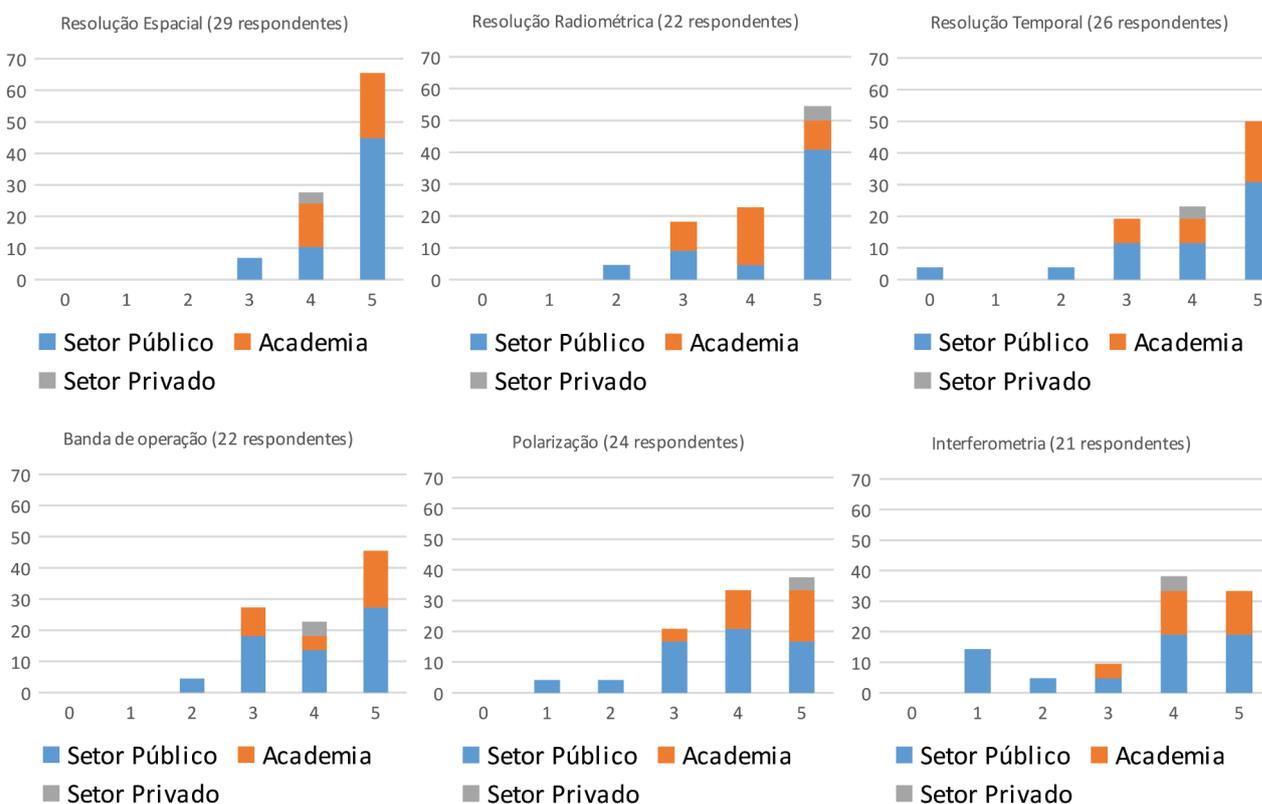
Os especialistas também apontaram o nível de importância de diferentes parâmetros na especificação técnica de sensores voltados ao atendimento de demandas nacionais, em uma escala de 0 a 5, onde 0 significa “não importante” e 5 significa “muito importante”, conforme pode ser visto nos gráficos a seguir.

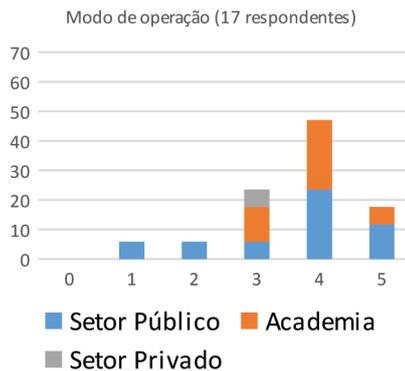


## Sensores óticos:



## Sensor Radar:

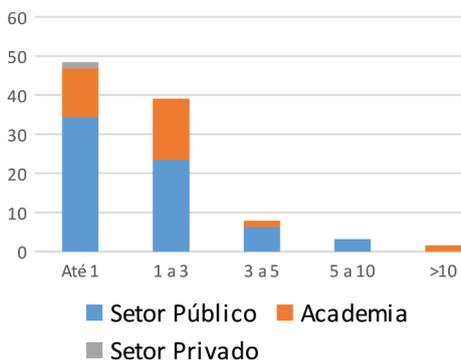




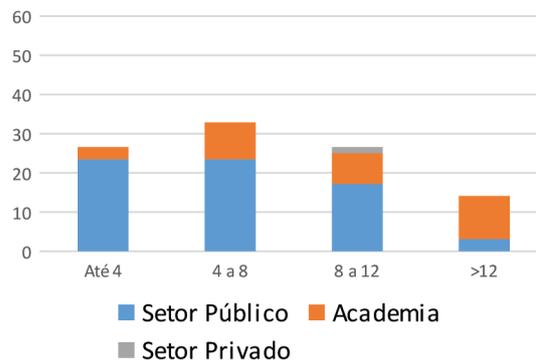
Ao longo da 2ª rodada da etapa de consulta formal às instituições nacionais, perguntou-se aos especialistas a respeito das possíveis especificações técnicas para os sensores indicados como prioritários ao longo da 1ª rodada (óticos de alta/altíssima resolução espacial; ótico de média resolução espacial e sensores do tipo radar). Os gráficos a seguir detalham as possíveis especificações para cada um dos tipos de sensor, segundo opinião de 64 especialistas, que melhor atenderiam a demandas nacionais existentes e futuras.

a) Sensor ótico de alta/altíssima resolução espacial

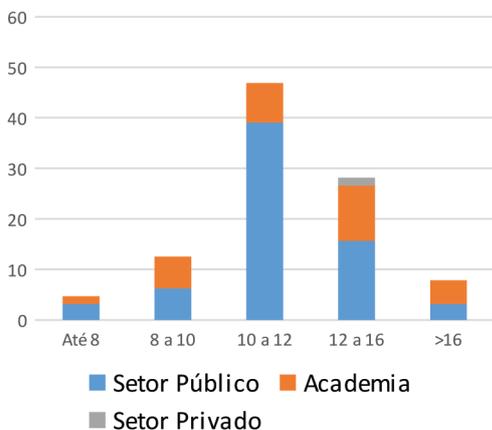
Resolução Espacial (m)



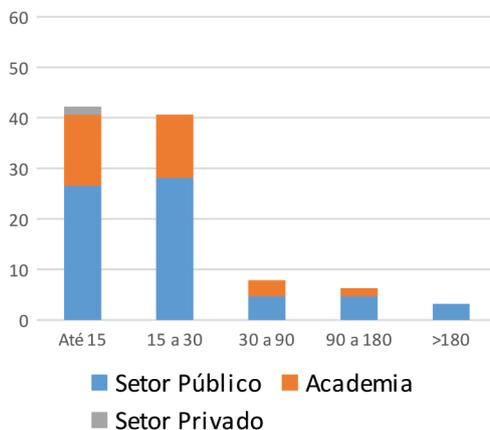
Resolução Espectral (nº de bandas espectrais)



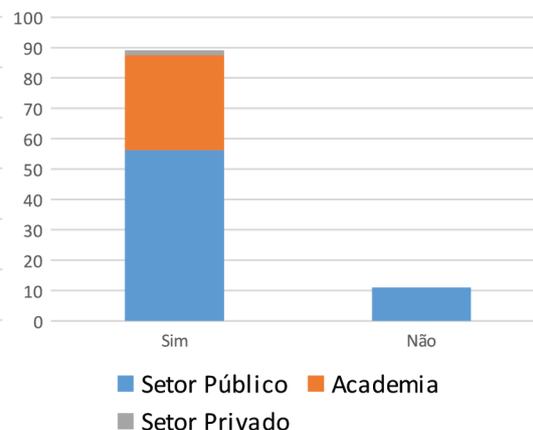
Resolução Radiométrica (bits)



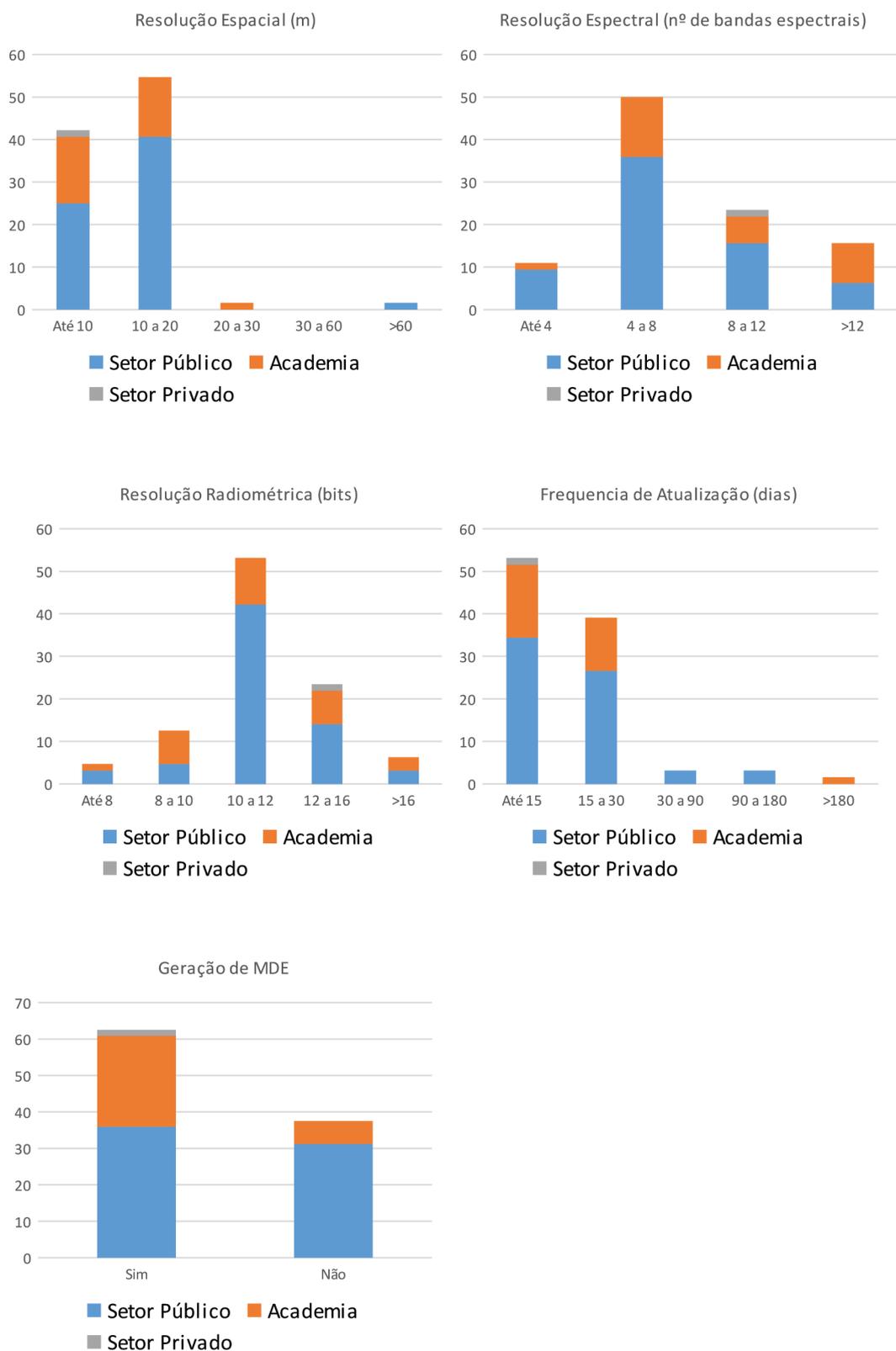
Frequencia de Atualização (dias)



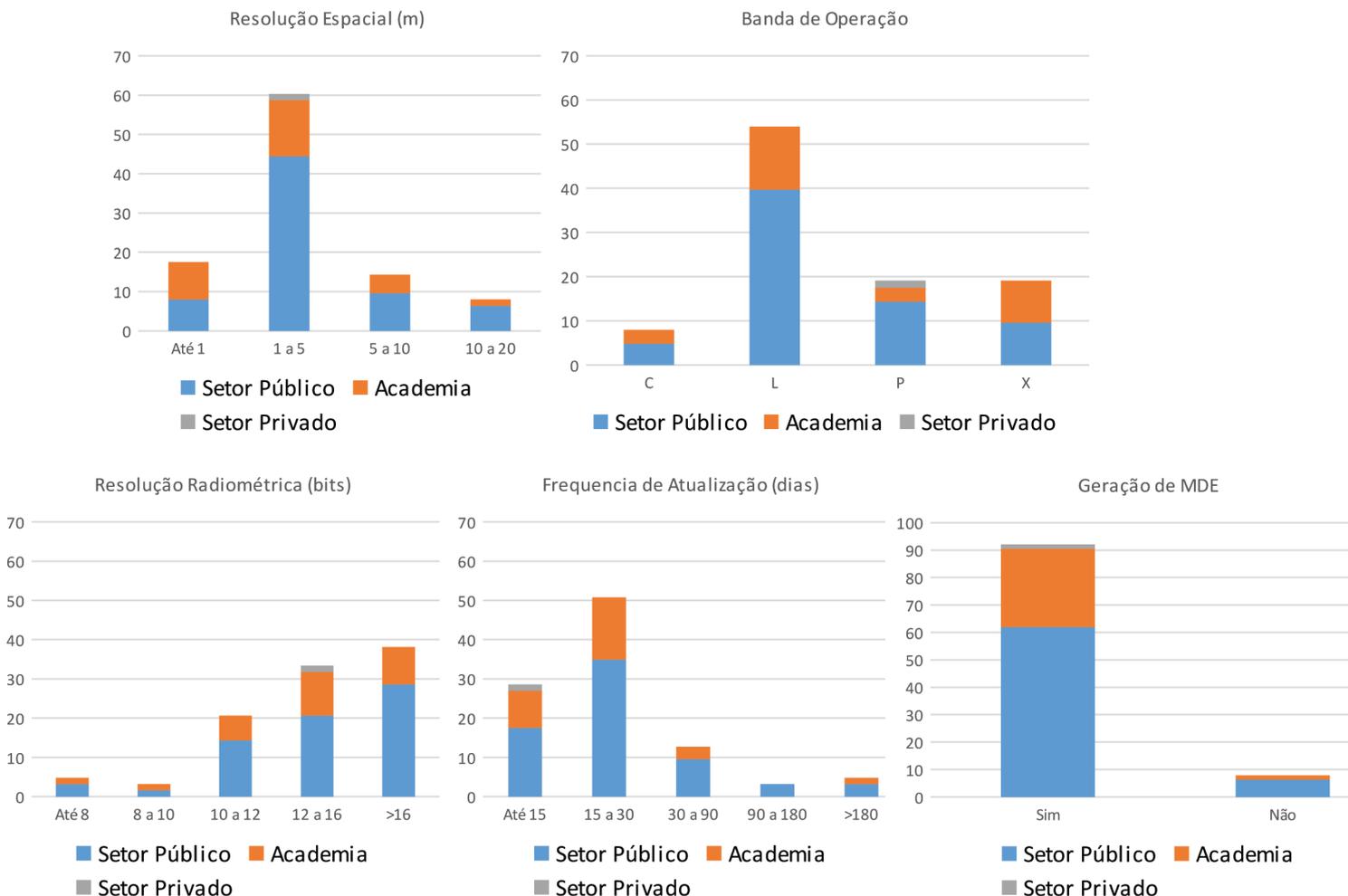
Geração de Modelo Digital de Elevação



## b) Sensor óptico de média resolução espacial



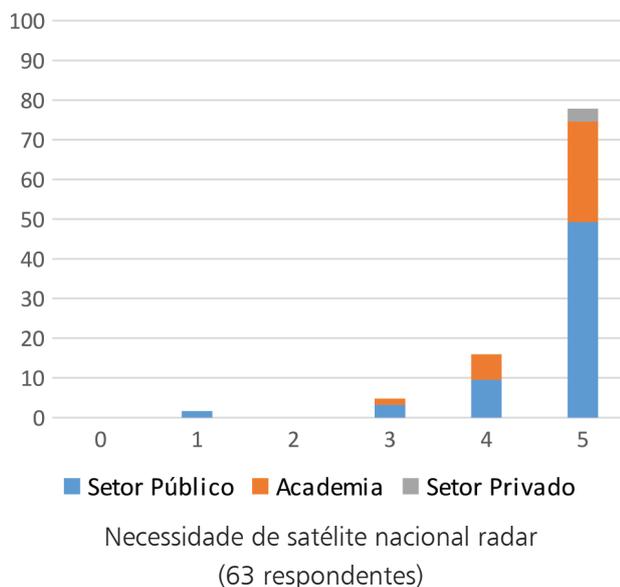
### c) Sensor Radar de Abertura Sintética (SAR)



## 8. SATÉLITE RADAR NACIONAL

A 1ª rodada de consulta formal às instituições nacionais apresentou como um de seus resultados uma crescente demanda por dados de sensores imageadores ativos. Tal fato confirma-se no gráfico apresentado a seguir, que consolida a opinião de 63 especialistas sobre a necessidade de disponibilização, pelo Programa Espacial Brasileiro, de um sensor do tipo SAR orbital de Observação da Terra (Radar de Abertura Sintética), em uma escala de 0 a 5, onde 0 significa “não necessário” e 5 significa “muito necessário”.

Para valores de 0 a 2, não houve justificativas.



Para valores de 3 a 5, os especialistas afirmam que os dados de sensores radar de imageamento são muito importantes em áreas onde historicamente há dificuldades de aquisição de imagens multiespectrais, por conta de restrições meteorológicas e de cobertura vegetal, sendo assim a principal fonte de informação para a gestão de recursos terrestres. Entendem que a tecnologia RADAR tem potencial de aplicação na agricultura brasileira, um dos mais importantes setores da economia nacional. A tecnologia apresenta, ainda, aplicações específicas em hidrologia; em áreas oceânicas; no monitoramento de manchas de óleo no mar; estudo de estruturas geológicas e no monitoramento de áreas desmatadas, dentre outras.

A obtenção de imagens em diferentes condições climáticas e a geração de MDE de alta precisão, que são fundamentais para o monitoramento da Floresta Amazônica e regiões próximas à Linha do Equador, são razões pelas quais os dados provenientes de sensores SAR são importantes no âmbito de programas e projetos nacionais. Suas características de penetração em nuvens, vegetação e sub-superfície representam um excelente ganho informacional ao país, e quando seus dados são combinados a dados de sensores óticos, permitem uma maior compreensão dos alvos por inferirem diferentes propriedades dos mesmos. A independência da iluminação solar é outro fator relevante. A existência de um sensor RADAR brasileiro de boa qualidade evitaria os custos com levantamentos altimétricos do território nacional e contribuiria sobremaneira para o mapeamento de vazios cartográficos, além de garantir a independência do país em relação a sistemas de Observação da Terra SAR de outros países, e representar um incentivo ao aprimoramento tecnológico nacional no setor espacial e de aplicações.

Algumas aplicações foram delineadas pelos especialistas, sendo elas: o monitoramento de biomas; a gestão de desastres naturais e emergências ambientais; o monitoramento de atividades relacionadas à defesa e à soberania nacional; o monitoramento de grandes obras; estudos para o melhor aproveitamento dos recursos naturais; estudo da Amazônia e de áreas oceânicas; a geração de MDE em cobertura nacional; o monitoramento de desastres em tempo real; produção cartográfica nacional; controle do desmatamento e da poluição; monitoramento da vazão de óleos e derivados; monitoramento costeiro e oceânico, incluindo navegação e poluição; detecção de movimentos de terra na superfície, através de técnicas de interferometria SAR; detecção de deformação de estruturas; e monitoramento dos recursos naturais e do clima.

Ressaltam que a agilidade na resposta a desastres pode minimizar os prejuízos materiais e humanos e que o controle das emissões de carbono através de uma adequada quantificação da biomassa florestal apoia o país no cumprimento de compromissos internacionais. Os dados ajudariam, ainda, o planejamento urbano e regional; estudos de evolução da paisagem e gerenciamento de áreas de risco; e o acompanhamento de dinâmicas complexas, tais como a degradação de substratos inferiores ao dossel de floresta.

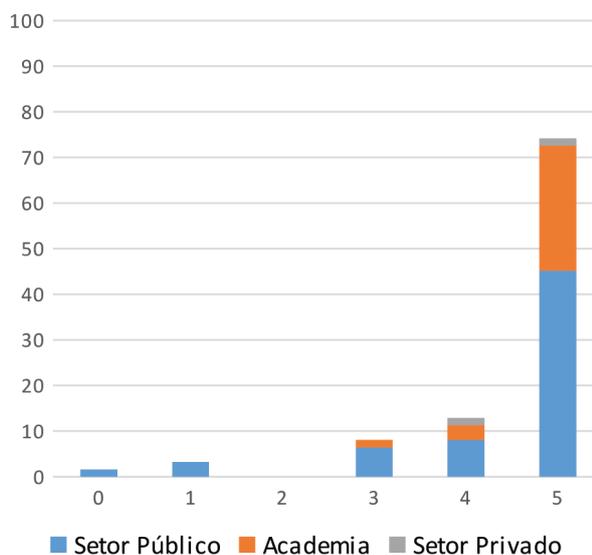
Segundo os especialistas, o alto custo dos dados de sensores imageadores ativos distribuídos comercialmente dificulta a sua utilização pelas instituições nacionais, além da ausência total ou parcial de profissionais capacitados para processamento e interpretação. Alertam também para a necessidade de tornar mais amigável o acesso, o processamento e a análise de produtos RADAR,

bem como de investir na capacitação de recursos humanos, e na ampla oferta de dados com custos reduzidos.

Destacam que o radar deve ser uma tecnologia complementar e não substitutiva e que, dados o custo e a complexidade de operação de um sensor desse tipo, é preciso garantir o acesso a produtos já existentes, através de acordos e convênios, sem prejuízo de se desenvolver oportunamente um sensor próprio.

A respeito da necessidade de capacitação nacional para a aquisição, o tratamento, o processamento e a disseminação de dados radar, em uma escala de 0 a 5, onde 0 significa “não necessário” e 5 significa “muito necessário”, 62 especialistas emitiram suas opiniões, consolidadas no gráfico a seguir.

Necessidade de capacitação em processamento de dados RADAR (62 respondentes)



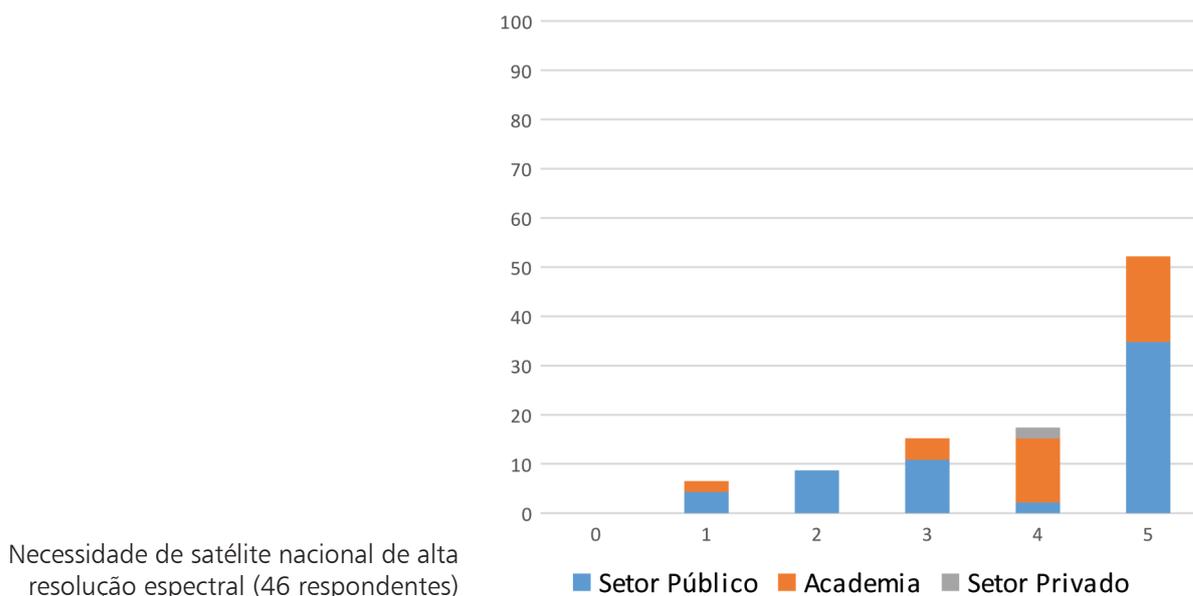
Para valores de 0 a 2, os especialistas afirmaram que a ausência de novas vagas para servidores, no âmbito das instituições nacionais, impede a ampliação da equipe com profissionais já capacitados nesse tipo de tecnologia, e limita a demanda por esse tipo de produto. Além disso, uma solução viável, segundo eles, seria a utilização de informações já processadas.

Para valores de 3 a 5, os especialistas entendem que a capacitação em processamento de dados radar é incipiente no país, representando uma perda de oportunidade, uma vez que a aplicação combinada de sensores imageadores ativos e passivos aprimora em muito a capacidade nacional de caracterizar objetos na superfície terrestre. Indicam que a complexidade do uso de dados de RADAR, aliada ao menor número de usuários e sensores disponíveis, levanta questões sobre a necessidade de uma popularização no uso de serviços e de programas de computador amigáveis para o processamento desse tipo de dado, sobretudo focados em aplicações/demandas específicas brasileiras. Entendem que a capacitação é necessária para evitar a subutilização e garantir trabalhos qualificados; e é fundamental para garantir agilidade à análise remota de locais de difícil acesso, bem como o entendimento e o real aproveitamento dos dados e de seu potencial. A sua utilização na formação profissional de especialistas em monitoramento ambiental é fundamental para o país. Ressaltam que o uso de dados radar integrados aos dados de sensores óticos apoiará

o monitoramento do uso e cobertura das terras de grandes áreas e diversas outras aplicações em âmbito nacional. Afirmam que a capacitação promoverá autonomia quanto a este tipo de tecnologia e que quanto maior o conhecimento acerca dos dados e do seu adequado processamento, maior o número de programas a serem desenvolvidos em benefício da sociedade. A construção e a manutenção de capacidades são fatores críticos para o desenvolvimento do país. Por fim, sugerem a priorização de aplicações de dados radar já em desenvolvimento ou com demanda potencial; ressaltam que técnicos de instituições com capacidades já estabelecidas poderiam aprimorar seus conhecimentos e disseminá-los, bem como disponibilizar produtos derivados de imagens radar à comunidade de usuários. Apontam que a curva de aprendizagem é longa e requer conhecimento teórico prévio, e que a capacitação é a etapa mais importante do processo de desenvolvimento de tecnologia radar nacional. Indicam a possibilidade de treinamentos à distância e ressaltam a importância da disseminação do conhecimento, capacitando professores em um primeiro momento para que estes então ministrem cursos pelo país.

## 9. SENSOR NACIONAL DE ALTA RESOLUÇÃO ESPECTRAL

Durante a etapa de consulta formal às instituições nacionais, tornou-se evidente a demanda por produtos de sensores óticos de altíssima, alta e média resoluções espaciais. Aliada a essa demanda, apresentou-se a necessidade crescente de imagens de sensores de alta resolução espectral. O gráfico a seguir consolida a opinião de 46 especialistas a respeito da necessidade de desenvolvimento de satélite nacional com sensor ótico de alta resolução espectral ou hiperespectral, em uma escala de 0 a 5, onde 0 significa “não necessário” e 5 significa “muito necessário”.



Para respostas de 0 a 2, os especialistas informaram que em boa parte das aplicações as bandas no visível (RGB), a pancromática e a banda no infravermelho próximo são suficientes.

Além disso, ressaltaram o fato de haver sensores prioritários ao país, tais como sensores imageadores do tipo radar e sensores óticos de alta resolução espacial. Afirmaram que a alta resolução espectral apoia atividades de gestão mineral e gestão do solo e da agricultura, mas não é essencial no âmbito de outras atividades. Entendem que o custo de desenvolvimento seria alto e o tempo de maturação longo demais, além de exigirem calibração contínua para que seus dados preservem significado físico. Alertam que a elevada taxa de dados exigiria um novo segmento solo, com estações capazes de receber e processar grandes volumes de dados. Finalizam dizendo que o uso de sensores hiperespectrais é geralmente feito por amostragem e que boa parte das aplicações necessárias ao Brasil são endereçadas a satélites óticos multiespectrais tais como o Landsat, o CBERS, o Sentinel-2 e o Resourcesat.

Para respostas de 3 a 5, os especialistas apresentam preocupações quanto a necessidade de altos investimentos e considerável tempo dedicado a pesquisa e desenvolvimento. Porém, destacam a importância desses tipos de sensores nas áreas de mineração e da agricultura. Afirmam, ainda, que sua utilização traria aprimoramentos à cartografia temática nacional (pedologia, geologia, hidrologia) e aos estudos de mudanças na vegetação e no uso e cobertura do solo; facilitaria o acesso gratuito a esse tipo de imagens, ampliando assim a sua utilização em diversos setores, bem como o desenvolvimento de novas aplicações. Entendem que todas as ações relacionadas à inovação tecnológica, segurança nacional e produção de conhecimento são muito necessárias ao Brasil e que o desenvolvimento de tecnologia nacional hiperespectral garantiria a autonomia do país nesse setor e atenderia a demandas do território nacional. Ressaltam que as principais aplicações seriam em estudos agrícolas e de ecossistemas; no conhecimento detalhado do solo e da constituição físico-química das rochas; na redução da incerteza e de riscos na agropecuária; no controle de pragas; no controle da qualidade da água em rios e reservatórios; e no monitoramento de contaminação provocada por lixões.

Ressaltam que os sensores hiperespectrais são estratégicos, mas ainda dependem de alto investimento público, que hoje ainda se encontra voltado ao tradicional uso de sensores com alta/altíssima resolução espacial. Reforçam a necessidade de inserção do Brasil nessa área do sensoriamento remoto, a fim de concretizar o seu protagonismo em um setor estratégico e capaz de gerar produtos de mapeamento/monitoramento de altíssimo impacto no atendimento a demandas brasileiras em Observação da Terra. Tal ação possibilitaria a concorrência com satélites de outros países e atenderia de uma melhor forma às demandas nacionais. Destacam que um desenvolvimento tecnológico desse porte representa investimento em formação acadêmica, em criatividade e em inovação, bem como caracteriza o fortalecimento da indústria nacional, assim como agrega valor a cooperações internacionais.

## 10. MODELOS DIGITAIS DE ELEVAÇÃO

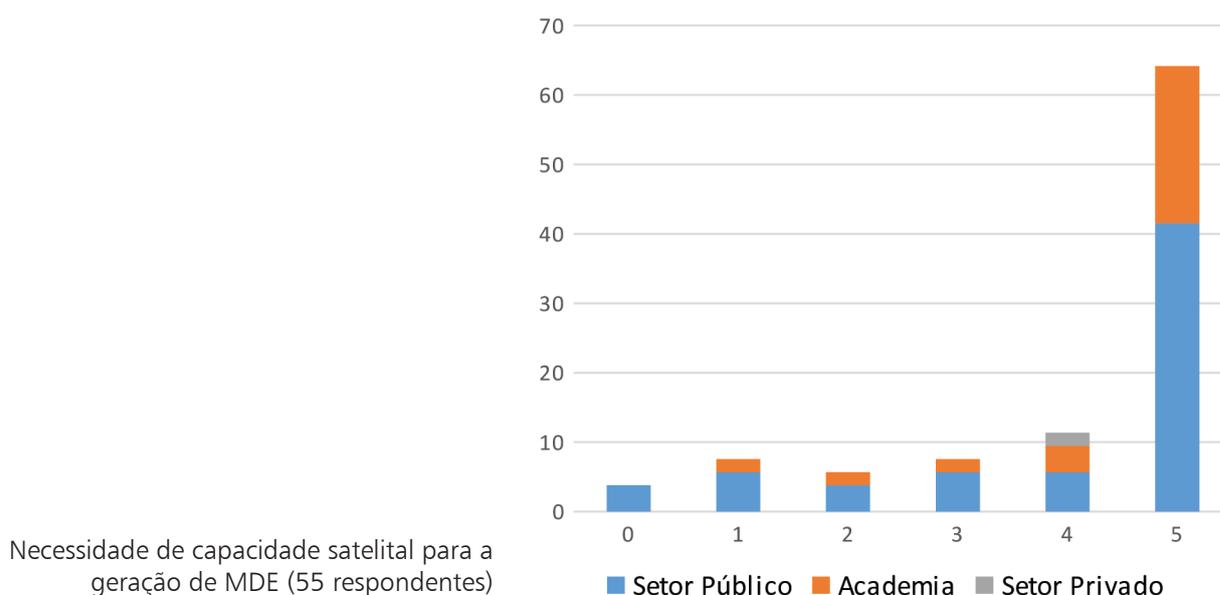
Os Modelos Digitais de Elevação (MDE) são uma representação matemática da distribuição espacial de determinada característica de um fenômeno contínuo e quantitativo que ocorre ao

longo de uma superfície real. Tais modelos podem ser uma representação altimétrica do terreno, desconsiderando objetos que estejam sobre ele, e então são chamados de Modelos Digitais de Terreno (MDT); ou podem representar também os objetos existentes sobre o terreno, sendo chamados de Modelos Digitais de Superfície (MDS). Podem ser obtidos a partir de pares estereoscópicos de imagens de sensoriamento remoto orbital ou de fotografias aéreas, bem como de técnicas de interferometria RADAR, ou dados altimétricos pré-existentes, podendo ser utilizados para diversos fins, tais como produção de cartas topográficas; análises de corte-aterro para projetos de vias e barragens; elaboração de mapas de declividade; análise geomorfológica e de erodibilidade; apresentação tridimensional da superfície em combinação com outras variáveis; modelagem e mapeamento espaço-temporal do ciclo hidrológico; dentre outras.

Atualmente, os dados mais utilizados para a elaboração de MDT de forma gratuita, no Brasil, são os da missão SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*), alcançando uma resolução espacial de 30m. Segundo os especialistas, um satélite nacional deve fornecer possibilidade de geração de MDEs com melhor resolução espacial que os disponíveis gratuitamente.

A respeito dessa demanda, os especialistas emitiram, ao longo das 1ª e 2ª rodadas de consulta formal às instituições, opiniões sobre a necessidade ou não de tecnologia nacional que permita a geração e a atualização de MDEs para todo o território brasileiro, as especificações técnicas mais adequadas a MDEs nacionais e suas respectivas aplicações.

Em uma escala de 0 a 5, onde 0 significa “não necessário” e 5 significa “muito necessário”, os resultados apresentados no gráfico a seguir demonstram que a maior parte dos 55 especialistas respondentes entende ser estratégico para o Brasil a capacidade de gerar Modelos Digitais de Elevação de qualidade, com frequência de atualização adequada às diferentes aplicações.



Para valores de 0 a 2, os especialistas afirmaram que já há levantamentos altimétricos em cobertura global disponíveis gratuitamente, tais como o da missão SRTM, com resolução de 30 metros

para o Brasil. Além disso, entendem que as características geométricas da superfície mudam em ciclos geralmente muito longos, não necessitando assim de atualização frequente e não justificando, portanto, os custos de desenvolvimento de tecnologia própria.

Afirmam que a necessidade primária do país é monitorar de forma mais eficaz os recursos terrestres e as atividades humanas no território, o que faz com que o desenvolvimento de um satélite nacional para geração de MDEs não se configure como essencial ao Programa Espacial Brasileiro. Acreditam que seja possível investir em parcerias internacionais para a obtenção de MDEs atualizados e que, caso o Estado brasileiro entenda ser necessário o desenvolvimento de tecnologia nacional para a geração de MDEs, esta deverá fornecer MDEs com resolução vertical de 12,5 metros ou melhor, uma vez que o satélite Alos já fornece dados com esse nível de detalhe.

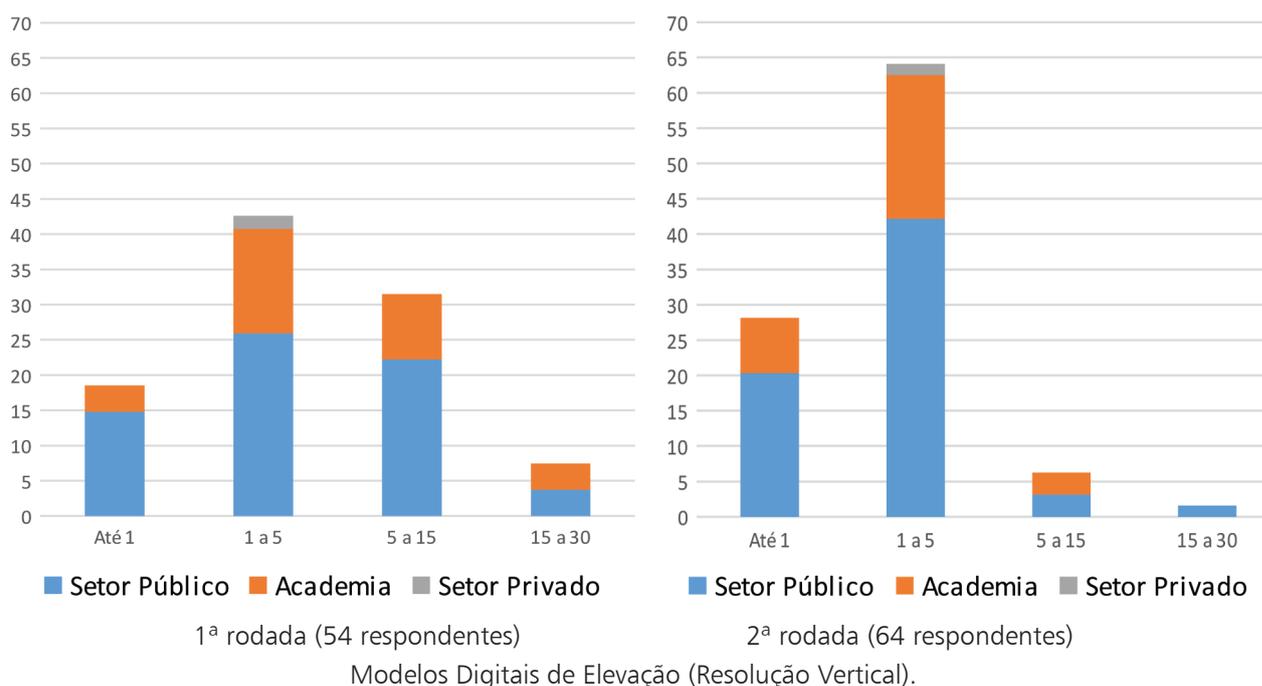
Para valores de 3 a 5, alguns especialistas afirmaram que o pleno acesso a MDEs é mais importante do que a geração com tecnologia nacional e que o desenvolvimento em parceria com outros países é uma alternativa a ser considerada. Informaram que seria relevante o fornecimento de dados mais precisos do que os do SRTM (30 m) e do Alos (12,5 m), em escala nacional. Entendem que a geração de MDEs possibilita o atendimento a demandas nacionais e gera novas possibilidades de aplicação. Alguns ressaltam a importância da cobertura de toda a área cultivável do país.

Consideram ser importante analisar a possibilidade de geração de MDEs a partir de dados radar, uma vez que as áreas com menos informações cartográficas no Brasil são as regiões de floresta, sendo necessária a utilização de sistemas ativos para mapeá-las com precisão. Afirmam que o acesso a MDEs de alta resolução é muito limitado devido ao seu alto custo e que a autonomia nacional na produção de MDEs garantiria acesso aos dados em momentos oportunos.

Algumas possíveis aplicações são a elaboração e o acompanhamento de projetos de engenharia; a delimitação mais precisa de Áreas de Preservação Permanente; cálculo de erosão; redução de incerteza e riscos na agropecuária; conhecimento detalhado do relevo e da declividade; monitoramento de áreas sujeitas a deslizamentos, tais como áreas de risco em encostas; análise de perda de solos; interpretação geológica; extração de curvas de nível; delimitação de bacias hidrográficas; mapas hipsométricos; e estudos de processos hidrometeorológicos.

Segundo os especialistas, o desenvolvimento de tecnologias para a geração de MDE impulsionaria o fortalecimento da indústria nacional e a agregação de valor no âmbito de cooperações internacionais, com produtos diferenciados. Entendem que um país como o Brasil, de características tropicais e com elevado nível de biomassa vegetal e pouco solo exposto demanda o domínio de tecnologias orbitais para a geração de MDEs, somado ao fato de haver demandas nacionais não atendidas.

Em relação às possíveis resoluções verticais, foram obtidos os resultados apresentados nos gráficos a seguir, conforme opinião dos especialistas, ao longo das 1ª e 2ª rodadas.



A 2ª rodada, elaborada com base nos resultados obtidos durante a 1ª rodada, aponta que uma resolução vertical de até 5 metros atenderia a maior parte das demandas nacionais. A seguir, é possível conferir a lista de aplicações por faixa de resolução vertical desejada.

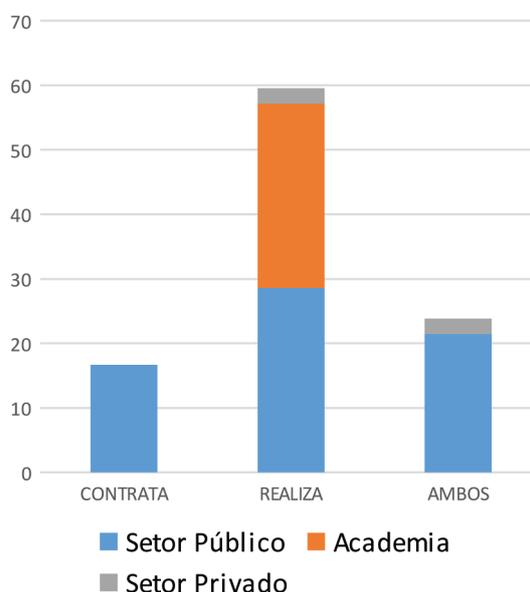
Possíveis aplicações, segundo especialistas, para MDEs de resolução vertical de até 1 m: atendimento a modernas tecnologias no campo e ao monitoramento de pequenas lavouras; demarcação de áreas da União; estimativa de custos de terraplanagem em obras; respostas a problemas de inundação; agricultura familiar; estudo de inventário e viabilidade em áreas de interesse; estudos de ecossistemas costeiros amazônicos; elaboração de carta de declividade para projetos de perigo, risco e suscetibilidade a deslizamentos e inundação; elaboração de mapas de geodiversidade; e manejo de precisão.

Possíveis aplicações, segundo especialistas, para MDEs de resolução vertical de 1 a 5 m: detalhamento de relevo; georeferenciamento de fotos aéreas; estudos geológicos-geofísicos-geoquímicos; monitoramento da integridade de facilidades de exploração e produção em ambiente continental; estudos de ecossistemas costeiros amazônicos; elaboração de estudos iniciais de obras de infraestrutura hídrica (canais, barragens e adutoras), tais como anteprojetos, estudos de viabilidade e de impactos ambientais; identificação de movimentos de massa; delimitação de áreas de perigo e risco a movimentos de massa; mapeamento de áreas para obras de engenharia; mapeamento de estruturas vegetais; mapeamento sistemático; mapeamento de áreas urbanas; monitoramento de áreas sujeitas a deslizamentos; análise de edificações em risco; trabalhos de apoio a levantamentos topográficos; planejamento urbano e ambiental; monitoramento de desastres; planejamento de ocupação urbana; estudos preliminares de obras de infraestrutura hídrica; agricultura; construção civil; caracterização de pequenas bacias hidrográficas; e geração de dados morfométricos do relevo em grande escala.

Possíveis aplicações, segundo especialistas, para MDEs de resolução vertical de 5 a 15 m: geração de mapas de declividade; elaboração de estudos de viabilidade técnica, econômica e ambiental; estudos de análise de risco; monitoramento de processos erosivos; inventário florestal; planejamento de áreas a serem licitadas na política de concessões florestais; planejamento da infraestrutura de exploração, alocação de estradas e pátios, reduzindo o dano a floresta; detalhamento de curvas de nível e extração de drenagem em bacias hidrográficas; geração de dados cartográficos em escalas mais detalhadas (1:10.000 – 1:30.000); delimitação de microbacias hidrográficas; modelagem das perdas de solo e produção de sedimentos; estudos hidrológicos; projetos de engenharia; detalhamento dos atributos do relevo; diferenciação de regiões com terreno irregular; cálculo de volume extraídos das lavras; análise topográfica de áreas; conservação da biodiversidade; geração de relevos sombreados para planejamento de etapas de campo e interpretação geológico-estrutural e extração de bacias de drenagem para estudos de geoquímica de superfície e estudos de neotectônica; e planejamento de obras de infraestrutura.

## 11. PROCESSAMENTO E DISTRIBUIÇÃO DE DADOS

Os resultados da etapa de consulta formal às instituições nacionais apontam que a maior parte das instituições realiza internamente algum tipo de processamento de dados/desenvolvimento de aplicações para a extração/geração das informações necessárias a programas e projetos em andamento, conforme apresentado no gráfico a seguir. Para tal, são utilizadas ferramentas de código aberto e/ou livres, em muitos casos, e *softwares* proprietários, em outros.



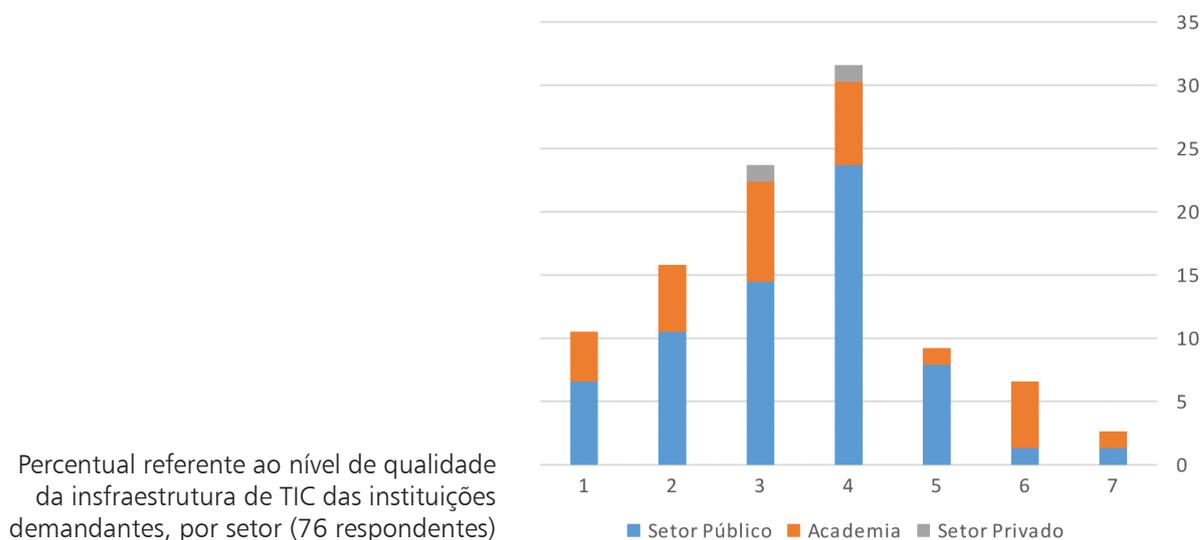
Percentual de ocorrência, por setor, da modalidade de processamento de dados e desenvolvimento de aplicações (42 respondentes)

Os especialistas ressaltaram que a ausência de recursos para o desenvolvimento de programas e para a aquisição de imagens, bem como a necessidade de capacitação dos profissionais contribuem sobremaneira para o não aproveitamento do potencial apresentado por dados de Observação da Terra no âmbito das instituições nacionais. Informam que algumas aplicações são promovidas por meio de contratos de consultoria técnica específica ou pela aquisição/contratação de

produtos e serviços técnicos derivados. São utilizados também para o processamento de dados e desenvolvimento de aplicações, modelos de convênios e parcerias entre instituições.

Alguns especialistas afirmaram que parte das empresas brasileiras do setor de geotecnologias repassa produtos e soluções de suas matrizes aos clientes, e que todo o investimento em desenvolvimento tecnológico e experimentação encontra-se em suas sedes internacionais, dificultando respostas a demandas e problemas locais. Afirmam que parte dos dados comercializados no Brasil não recebem tratamento adequado de calibração e correção atmosférica e que alguns dos procedimentos demandados pelo país não são atendidos pelas equipes internacionais.

Uma das grandes dificuldades relatadas pelos especialistas quanto ao melhor aproveitamento de produtos e serviços de satélites de Observação da Terra diz respeito à infraestrutura de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) das próprias instituições. Em relação a isso, 76 especialistas apresentaram suas opiniões, classificando a qualidade da infraestrutura de TIC existente em suas instituições, em uma escala de 0 a 5, onde 0 significa “muito ruim” e 5 significa “muito boa”. O gráfico a seguir apresenta os resultados obtidos.

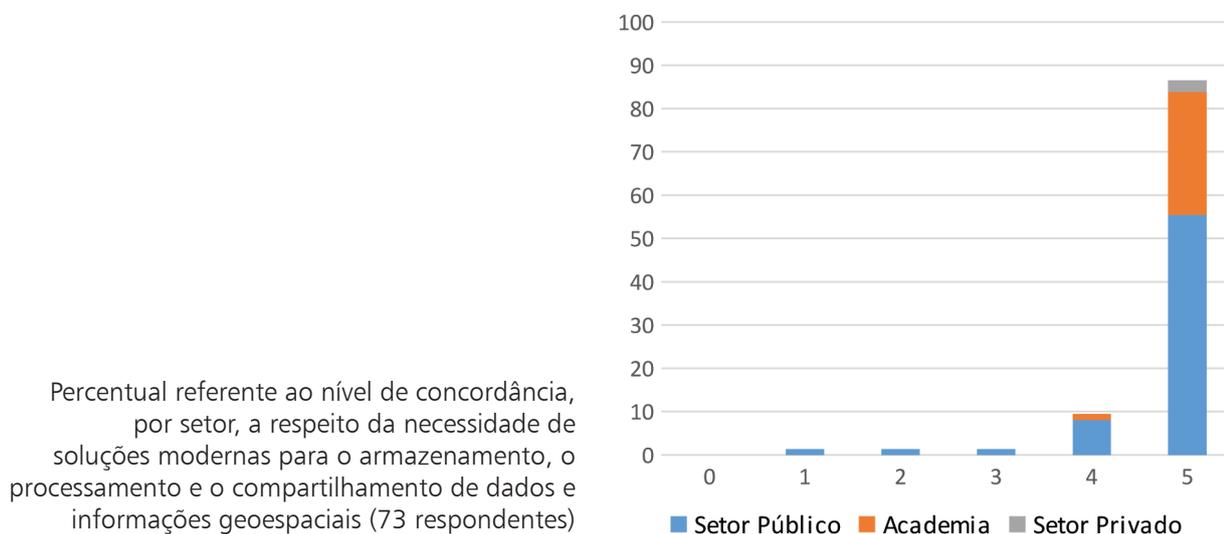


Para classificações de 0 a 2, as principais justificativas foram: desconhecimento de técnicas de geoprocessamento e ausência de geotecnologias adequadas na área de TIC; equipamentos inadequados ao armazenamento e ao processamento de grandes volumes de dados; dificuldade de disponibilização de dados para usuários finais; ausência de soluções corporativas para dados espaciais; ausência de capacidade operacional para atender às demandas; falta de recursos financeiros para soluções em nuvem e *softwares* proprietários; fraco apoio institucional; iniciativas muito isoladas de geoprocessamento; contratação externa que limita a capacitação interna; equipamentos obsoletos; atraso tecnológico em relação às modernas técnicas de processamento e distribuição de dados geoespaciais; e baixa qualidade da internet para consumo de geoserviços.

Para classificações de 3 a 5, os especialistas afirmaram que apesar de investimentos descontinuados, ausência de planejamento e dificuldades no armazenamento, no processamento, no compartilhamento, no consumo e na organização de dados e informações geoespaciais,

a infraestrutura de TIC atende aos requisitos mínimos e permite a extração de dados e informações necessários. Informam que esforços estão sendo realizados para o aprimoramento da infraestrutura existente, porém há dificuldade no acompanhamento da rápida evolução tecnológica. Indicam que há limitações com relação à rede de internet; distribuição desigual de capacidades entre os setores das instituições; ausência de visão de longo prazo para a reestruturação da área de TIC; e necessidade de capacitação de pessoal.

Quando questionados sobre a existência da necessidade do planejamento, do desenvolvimento e da implantação de plataformas de processamento de grandes volumes de dados, combinando variáveis como tempo e espaço, para a extração de informações úteis e necessárias às diferentes aplicações, bem como para a sua efetiva distribuição junto às comunidades de usuários, 73 especialistas indicaram o nível de concordância com tal necessidade, em uma escala de 0 a 5, onde 0 significa “discordo consideravelmente” e 5 significa “concordo plenamente”. O resultado pode ser visto no gráfico a seguir.



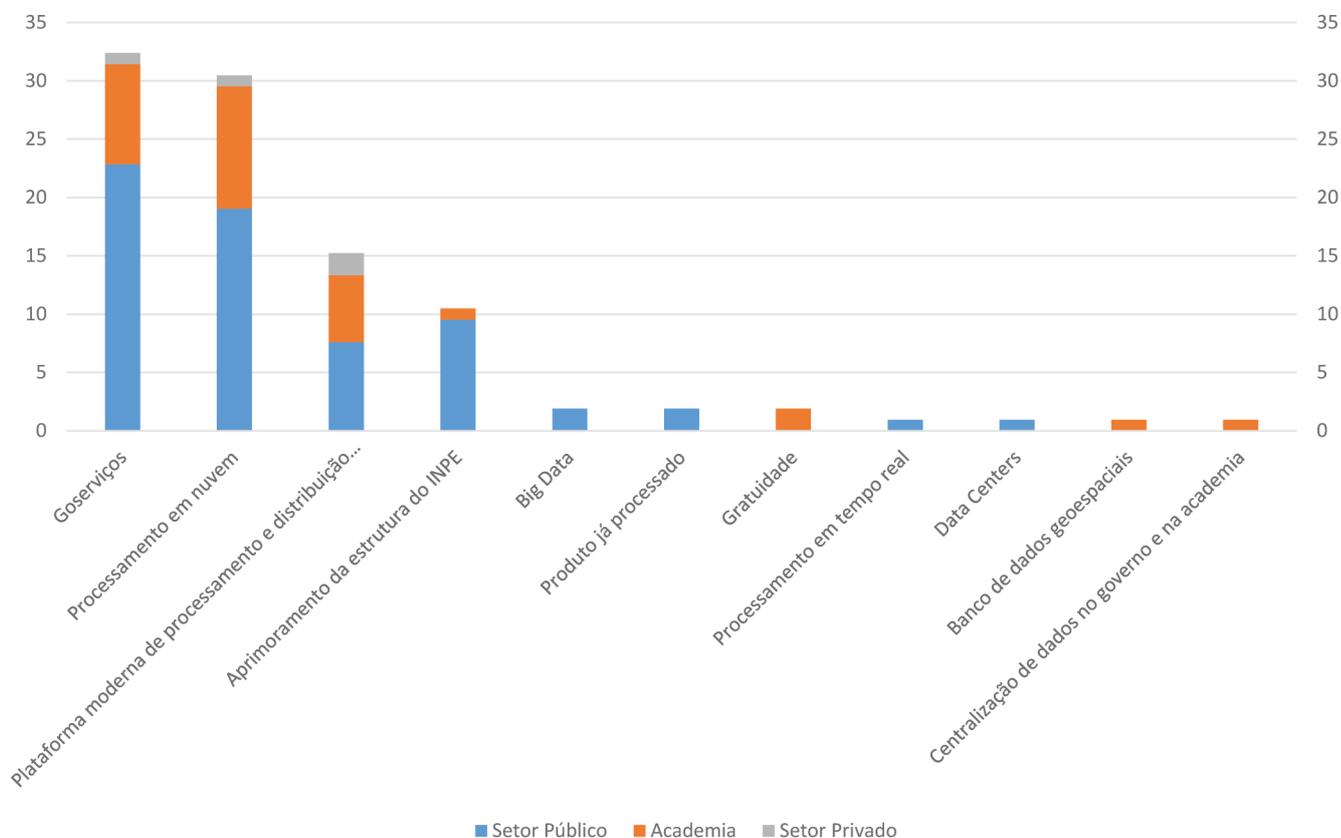
Para respostas de 0 a 2, a principal justificativa foi a existência de plataformas da Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE), do Banco de Dados Geográficos do Exército (BDGEx), e do repositório de imagens do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), iniciativas essas que devem ser integradas e aprimoradas.

Para respostas de 3 a 5, os especialistas afirmaram que há uma tendência atual à adoção de soluções de processamento em nuvem, que exigem uma menor capacidade institucional de TIC, porém enfatizaram a necessidade de treinamento de pessoal para a utilização dessa nova tecnologia. Entendem que o aproveitamento do potencial de dados de satélites de Observação da Terra encontra-se limitado pelas capacidades institucionais, dificultando assim a sua adoção como ferramenta de apoio à tomada de decisão de forma mais assertiva. Indicam a tendência cada vez maior de processamento e de armazenamento de grandes volumes de dados e a existência de soluções modernas como cubo de dados para análise e armazenamento de séries temporais. Ressaltam que soluções modernas de armazenamento e de processamento garantem o aprimoramento de atividades que necessitam de dados em tempo real/quase real, tais como mobilidade

urbana, logística de transporte, inteligência policial, gestão de riscos e desastres, busca e resgate, previsão do tempo, dentre outras.

Também afirmam haver a necessidade de uma melhor gestão dos recursos aplicados na área de TIC e geoinformação, com soluções integradas que diminuam os gastos e evitem a duplicidade de produtos e serviços. Apontam o aumento significativo da demanda por dados geoespaciais de rápidos acesso e processamento como indutor de soluções integradas para os diferentes setores de atuação do Estado brasileiro, com necessidade contínua de padronização e governança da geoinformação, bem como sua frequente atualização. Destacam a ampla utilização da geoinformação no âmbito do planejamento e da implementação de políticas públicas e a necessidade de otimização do tempo de análise e de reposta, a partir da necessidade de combinação de dados de diferentes fontes. Apontam que o aumento das resoluções espacial, espectral, radiométrica e temporal das imagens exige alta capacidade de armazenamento, e isso se soma a atual expansão das análises espaciais em nível global para diferentes fins no âmbito de compromissos internacionais. Ressaltaram, ainda, a importância da democratização da informação e o papel estratégico da informação geográfica para o desenvolvimento regional.

Durante a 1ª rodada, 72 especialistas apontaram quais seriam as melhores formas de processamento e distribuição de dados de satélites nacionais de Observação da Terra, ou de dados compartilhados entre agências espaciais através de parcerias internacionais, considerando a existência ou a possível produção de séries históricas. Os resultados podem ser visualizados no gráfico a seguir.



Possíveis soluções para o processamento e a distribuição de dados de observação da Terra, por setor (72 respondentes)

Alguns especialistas afirmaram que a precariedade da comunicação de banda larga no Brasil ainda dificulta a adoção de soluções mais modernas e que o uso de processamento em nuvens deve ser investigado com atenção, pois a concentração dessa responsabilidade em um órgão federal é arriscada, caso não haja contratação de pessoal e manutenção da infraestrutura do centro de dados.

Outros, no entanto, acreditam que uma plataforma governamental com base em modernas técnicas de processamento em nuvem, nos moldes do *Google Earth Engine* ou do servidor da *AMAZON*, poderia concentrar os dados espaciais disponíveis em um ambiente que permita a construção de algoritmos de análises customizados a demandas específicas de cada usuário e isso facilitaria o acesso, o uso e a disseminação de informações. A maior parte dos especialistas apoia a disponibilização de dados por meio de geoserviços, com ferramentas de análise pertinentes.

Alguns exemplos foram citados como modelos a serem estudados para possíveis soluções nacionais, enfatizando-se a simplicidade e a facilidade de navegação e acesso, sendo o *Earth Explorer* o mais indicado pelos especialistas, entre os listados a seguir:

- . Earth Explorer (NASA - <https://earthexplorer.usgs.gov/>);
- . OpenTopography (<https://www.opentopography.org/>);
- . Ledaps (<https://daac.ornl.gov/MODELS/guides/LEDAPS.html>);
- . Catálogo de imagens do INPE (<http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>);
- . Visualizador da Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (VINDE – <http://www.visualizador.inde.gov.br>);
- . SatVeg (<https://www.satveg.cnptia.embrapa.br/satveg/login.html>); e
- . Carbscan (<http://mapas.cnpma.embrapa.br/carbscan/app.html> - ainda em produção).

Ressaltaram a necessidade do acesso aos dados brutos multibandas e apontaram a possibilidade de incorporação de serviços on-line, voltados à geração de produtos derivados, de maneira rápida e intuitiva. O novo sistema poderia, segundo opinião de alguns especialistas, possuir diferentes níveis de acesso e conectar o maior acervo possível de dados geoespaciais de observação da Terra, incluindo editais e portarias sobre o tema, de forma que a comunidade de usuários o tivesse como referência do que há disponível para programas e projetos em andamento ou futuros.

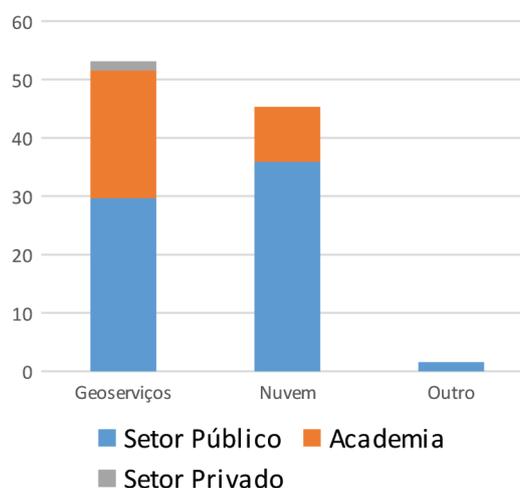
Parte dos especialistas acredita que a tendência não é se ter uma forma única de distribuição de dados, mas sim uma forma replicada que garanta a integridade e a disponibilidade do serviço, combinando assim soluções de geoserviços e dados em nuvem.

Acreditam que instituições como a AEB e o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) poderiam dispor de uma interface na qual os produtos de sensoriamento remoto de domínio público (nacionais e internacionais) fossem compartilhados em diferentes níveis de processamento, de modo a atingir um grande número de usuários, com propósitos técnicos e científicos, fazendo uso das tecnologias mais modernas para isso. Citam, ainda, a possibilidade de parceria entre agências espaciais, no intuito de compartilhamento de soluções e utilização de plataforma única como o *Earth Explorer*.

Durante a 2ª rodada, com base nos resultados obtidos na 1ª rodada, 64 especialistas escolheram entre duas opções de soluções concatenadas:

- i) disponibilização de múltiplos dados de observação da Terra via geoserviços para visualização em plataforma web e possibilidade de *download* para processamento local em Sistemas de Informações Geográficas; e
- ii) plataforma que permita análises espaço-temporais de múltiplos dados de observação da Terra, a partir de soluções combinadas de *Big Data* e *Cloud Computing*, permitindo a inserção de algoritmos customizados às necessidades do usuário final, bem como o *download* de dados brutos e produtos derivados.

Os resultados apontaram novamente um equilíbrio entre soluções baseadas em geoserviços e soluções de processamento em nuvem, conforme gráfico a seguir.



Soluções para o processamento e a disseminação de dados de satélites de observação da Terra (64 respondentes)

A respeito do processamento e da disseminação de dados de observação da Terra, os especialistas ressaltaram a importância de se considerar as atuais limitações de tráfego de dados na rede das instituições nacionais. Indicaram ser necessário que os esforços se concentrem no aprimoramento e na modernização de infraestruturas e de capacitação de recursos humanos em instituições que já apresentam expertise na área de processamento e na disseminação de informações.

## 12. AVALIAÇÃO DO PROGRAMA CBERS

O Programa CBERS foi avaliado pelos especialistas, ao longo da etapa de consulta formal às instituições, por meio de seis parâmetros distintos:

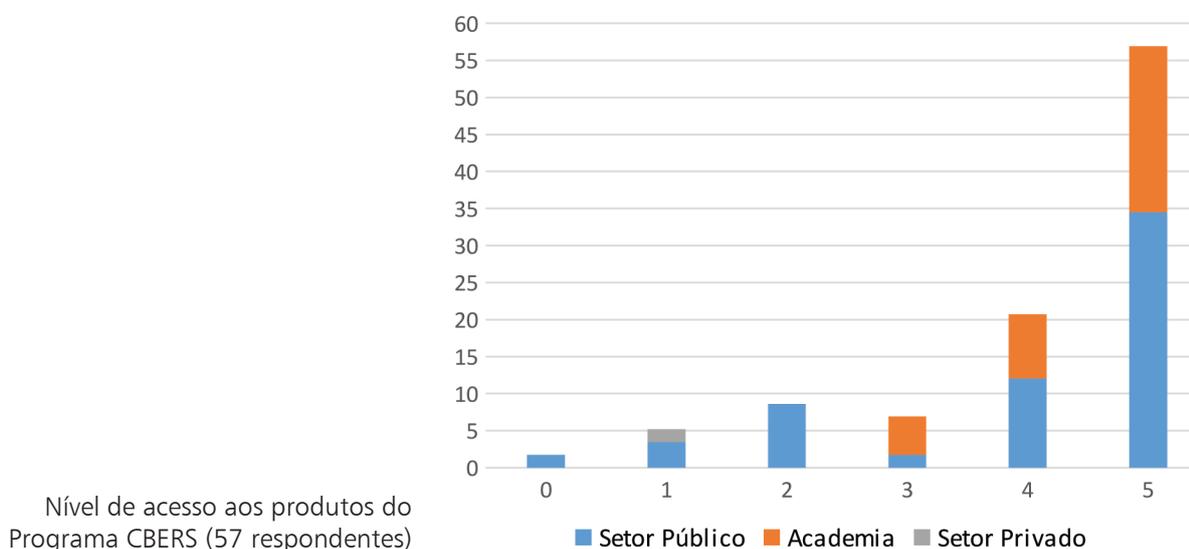
- (i) acesso aos produtos ofertados;
- (ii) forma de distribuição das imagens;
- (iii) qualidade das imagens;
- (iv) vantagens do Programa;
- (v) limitações do Programa; e
- (vi) possíveis aplicações para os produtos do satélite CBERS-4A.

Os resultados da avaliação são encontrados a seguir.

### (i) Acesso aos produtos dos satélites do Programa CBERS

Os produtos dos satélites do Programa CBERS são disponibilizados ao usuário final por meio do Catálogo de imagens do INPE (<http://www.dgi.inpe.br/catalogo/>). Para o *download* das imagens, é necessário o preenchimento de um formulário de cadastro no site, que visa, em última instância, um maior conhecimento sobre o perfil dos usuários dos produtos disponibilizados.

Os especialistas foram questionados em relação às suas experiências no acesso aos produtos dos satélites do Programa CBERS – escala de 0 a 5, onde 0 significa “dificuldade de acesso” e 5 significa “facilidade de acesso”. O resultado obtido encontra-se no gráfico a seguir, a partir das respostas de 57 especialistas.



Para as respostas de 0 a 2, as justificativas foram a morosidade no processo de *download*, a ausência de evolução do aplicativo de distribuição de imagens (exemplificada pela manutenção do *download* por cenas – através de *links* individuais – para a construção das combinações de bandas espectrais), a carência de subprodutos e de ferramentas de tratamento e análise, bem como a ausência de metadados.

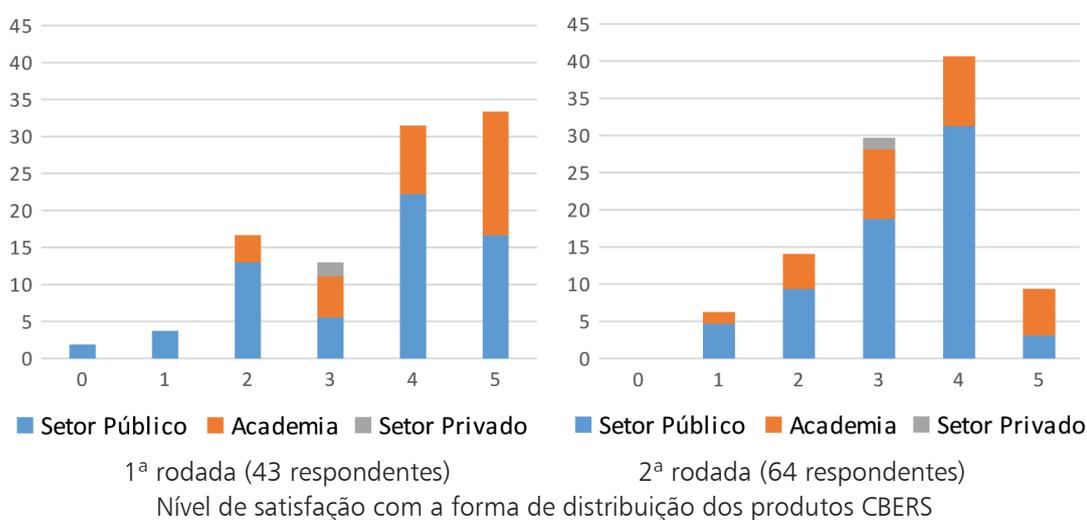
Para os resultados de 3 a 5, os especialistas afirmaram que o acesso ao acervo é simples, o aplicativo apresenta uma interface amigável e não há complicações burocráticas. Ressaltam a importância e a necessidade de aprimoramento da disponibilização de imagens mais atuais e de forma rápida, bem como do preenchimento de lacunas (áreas não imageadas ou com ampla cobertura de nuvens) e citam a dificuldade de acesso a dados que possibilitem uma melhor ortorretificação e geração de modelos.

Como sugestões, apontam que a localização das cenas pelo usuário pode ser facilitada com a visualização de várias cenas no navegador disponibilizado. Indicaram como possível modelo a ser seguido o utilizado para a distribuição das imagens do satélite Landsat.

## (ii) Forma de distribuição dos produtos do Programa CBERS

Atualmente, os produtos do Programa CBERS armazenados no catálogo de imagens do INPE são disponibilizados por meio de FTP. A pesquisa de imagens de interesse é feita de vários modos: por satélite e sensor, por data, por município, por órbita/ponto, por região ou por meio de navegação gráfica. A consulta ao catálogo é livre, mas para fazer *download* de imagens completas é necessário fazer cadastro, conforme indicado anteriormente.

Os especialistas foram questionados a respeito da atual forma de distribuição dos produtos do Programa CBERS – escala de 0 a 5, onde 0 significa “insatisfatória” e 5 significa “muito satisfatória”. Os resultados encontram-se no gráfico a seguir, a partir das respostas de 43 especialistas, durante a 1ª rodada, e 64 especialistas, durante a 2ª rodada.



Para as respostas de 0 a 2, as justificativas foram a ausência de metadados e de geoserviços; a morosidade no *download* de cenas; o formato de *download* baseado em *links* individuais; a necessidade de uma interface mais amigável e intuitiva, que permita algum nível de processamento de dados; a complexidade para a localização de imagens disponíveis para as áreas de estudo; e a lenta evolução do aplicativo ao longo do tempo. Sugere-se a adoção de tecnologias modernas tais como geoserviços e processamento em nuvem, com a disponibilização de interfaces para tratamento e geração de produtos.

Para os resultados de 3 a 5, os especialistas afirmaram que o acesso ao acervo é simples e o aplicativo apresenta uma interface amigável, porém concordam que a forma de distribuição deve seguir as tendências tecnológicas de geoserviços e de processamento em nuvem, de forma a facilitar a utilização dos produtos pela comunidade de usuários.

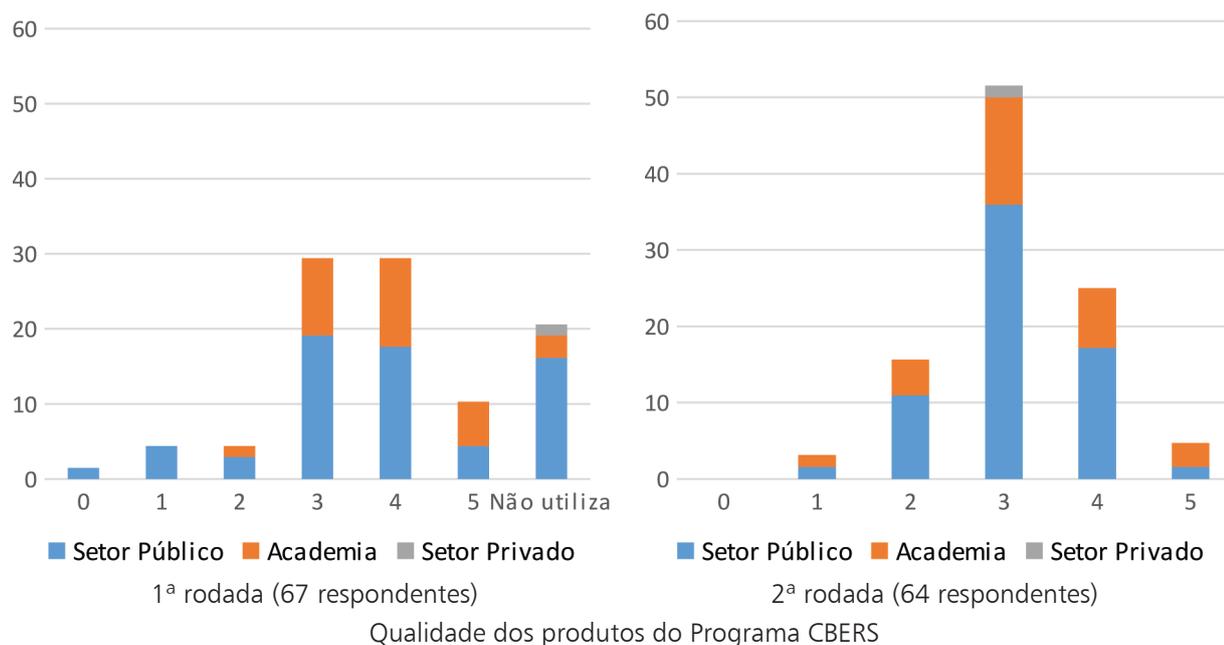
Como sugestões, apontaram o desenvolvimento de uma plataforma na qual o usuário possa visualizar as imagens e criar pequenos projetos (capacidade de processamento em nuvem), sem a necessidade prévia de *download* de cenas, de forma similar ao proposto na plataforma *Google Earth/Google Engine*. Uma plataforma de distribuição bastante elogiada foi o *Earth Explorer*. Indicaram, também, os meios de distribuição dos dados do sensor MODIS e do satélite Sentinel 2 como modelos a serem seguidos.

Afirmaram que soluções devem ser adotadas para tornar mais interativa a pesquisa e customizável o *download* dos dados (ex.: *download* de grupo de imagens, já com as bandas compostas; *download* de mosaicos de imagens, etc.). Indicaram que a lógica de busca de imagem por órbita ponto e o *download* uma a uma funciona, mas consome muito tempo do usuário e dificulta o acesso. Sugeriram, ainda, a visualização direta em Sistemas de Informações Geográficas como QGIS e ArcGIS, através da disponibilização das imagens por meio de geoserviços.

Reafirmaram a importância da disponibilização de produtos pré-processados (ortorretificados, com correções atmosféricas) para operações como mosaicos, classificações e segmentações, além da necessidade de melhoria da forma de visualização das cenas disponíveis. Sugeriram, ainda, a inclusão de operações de interseções com poligonais de áreas de interesse na busca de cenas e o armazenamento em nuvem para dados brutos.

### (iii) Qualidade dos produtos do Programa CBERS

Os especialistas foram questionados quanto à qualidade dos produtos disponibilizados pelo Programa CBERS, em uma escala de 0 a 5, onde 0 significa “insatisfatória” e 5 significa “muito satisfatória”. Os resultados obtidos encontram-se nos gráficos a seguir.



Para as respostas de 0 a 2, as justificativas apontam que os produtos não possuem as especificações de resoluções espacial (principalmente), espectral e temporal necessárias ao atendimento da maior parte das demandas existentes; há problemas quanto ao registro das imagens e à calibração intertemporal e entre cenas; há erros posicionais; e as imagens não apoiam a execução de atividades em nível local.

Destacam que, atualmente, há acesso a um conjunto considerável de imagens de média resolução espacial, como é o caso do Sentinel e do Landsat, com elevada qualidade espacial e radiométrica e de distribuição ampla e irrestrita; e que, no tocante a imagens de alta resolução espacial, o acesso é caro ou restrito. Indicam que o Brasil deveria buscar o preenchimento dessa lacuna

de imagens de alta/altíssima resolução espacial, de preferência submétrica, com qualidade e consistência que permitam acompanhar a dinâmica de uso e ocupação do território brasileiro com o nível de detalhe que tal atividade exige.

Para as respostas de 3 a 5, os usuários apontaram erros posicionais dos dados ofertados; baixa cobertura de faixas espectrais na região do SWIR (Infravermelho de ondas curtas) e ausência do MWIR (Infravermelho médio); afirmaram que apesar do aprimoramento da qualidade radiométrica das imagens do CBERS-4, esta é ainda inferior à do Landsat-8 (OLI); resolução espacial não suficiente a maior parte das demandas; resolução temporal (relacionada a imagens de média e alta resoluções espaciais) insuficiente para o monitoramento de atividades dinâmicas, inclusive nas áreas de florestas; precisão e melhor acuidade visual podem ser obtidas em outros produtos disponíveis, diminuindo a utilização dos produtos do Programa CBERS; georreferenciamento impreciso quando comparado às imagens Landsat; dificuldades no *download* de cenas; cobertura de nuvens muito elevada (solicitaram uma escolha mais rigorosa das imagens a serem disponibilizadas); a exigência de muito esforço do usuário para o processamento dos dados brutos; a ausência de procedimentos essenciais de pré-lançamento, denegrindo os valores de radiância e limitando consideravelmente o uso do CBERS ao corpo técnico do INPE, conhecedor dos problemas, ou ao uso restrito a interpretações visuais, solução essa aquém das avançadas demandas atuais; dificuldades nos processos de ortorretificação e correção radiométrica; inexistência da programação de imageamento de pequenas áreas; dificuldade na calibração de bandas (estas não são coincidentes); deslocamento espacial da banda PAN de 5 m em relação às bandas de 10 m; erros radiométricos.

Apontaram, ainda, dificuldades no *download* da banda na faixa do espectro 0,45-0,52  $\mu\text{m}$  e ausência de imagens em algumas regiões nacionais, principalmente no que diz respeito à banda pancromática.

Uma considerável parte dos usuários (aproximadamente 21% do universo alcançado nessa questão ao longo da primeira rodada – 67 especialistas respondentes) não utiliza as imagens CBERS, uma vez que não atendem às demandas de suas instituições. Afirmam que pelo menos uma resolução espacial de 1 metro na banda PAN poderia ser almejada em novos projetos.

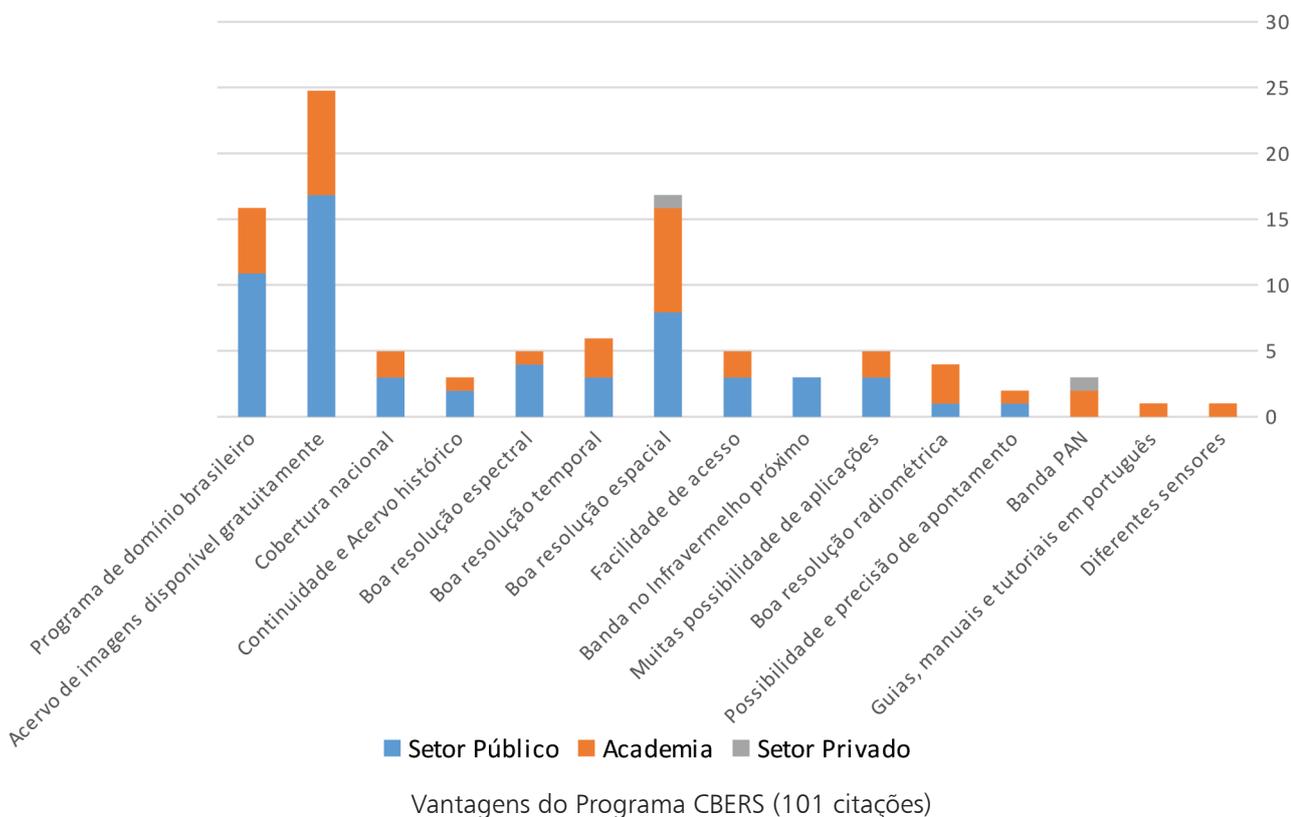
Como sugestões, indicam a importância da manutenção da política de distribuição gratuita de dados e apontam que o programa será de fato adotado e naturalmente disseminado pela comunidade de usuários à medida em que houver o aumento da robustez de seus produtos e a oferta de diferenciais; e investimento em atividades de pré e pós lançamento, tais como: manutenção, calibração e desenvolvimento de produtos derivados. Também consideram importante a possibilidade de obtenção de imagens programáveis.

Sugerem o estabelecimento de uma rotina de calibração absoluta de campo para garantir a qualidade radiométrica das imagens CBERS ao longo do tempo a partir do CBERS-4A. Indicam que a melhoria nas resoluções radiométrica e espectral (número e largura) são necessárias para o aumento da competitividade dos produtos CBERS. Ressaltam a importância estratégica do programa CBERS, sendo o primeiro sensor orbital a ter suas imagens disponibilizadas gratuitamente, iniciativa esta seguida por outras instituições como a NASA e a ESA. Entretanto, indicam que

o programa CBERS compete com uma realidade atual de disponibilidade sem precedentes de sensores e dados orbitais, necessitando assim apresentar diferenciais. Afirmam que a adoção das imagens CBERS como produtos sistemáticos de monitoramento do Brasil exige níveis de confiabilidade e facilidade de uso elevados, que hoje não são ofertados. Sugerem, ainda, a adoção de uma política efetiva de abertura para parcerias na área de aplicações espaciais.

#### (iv) Vantagens do Programa CBERS

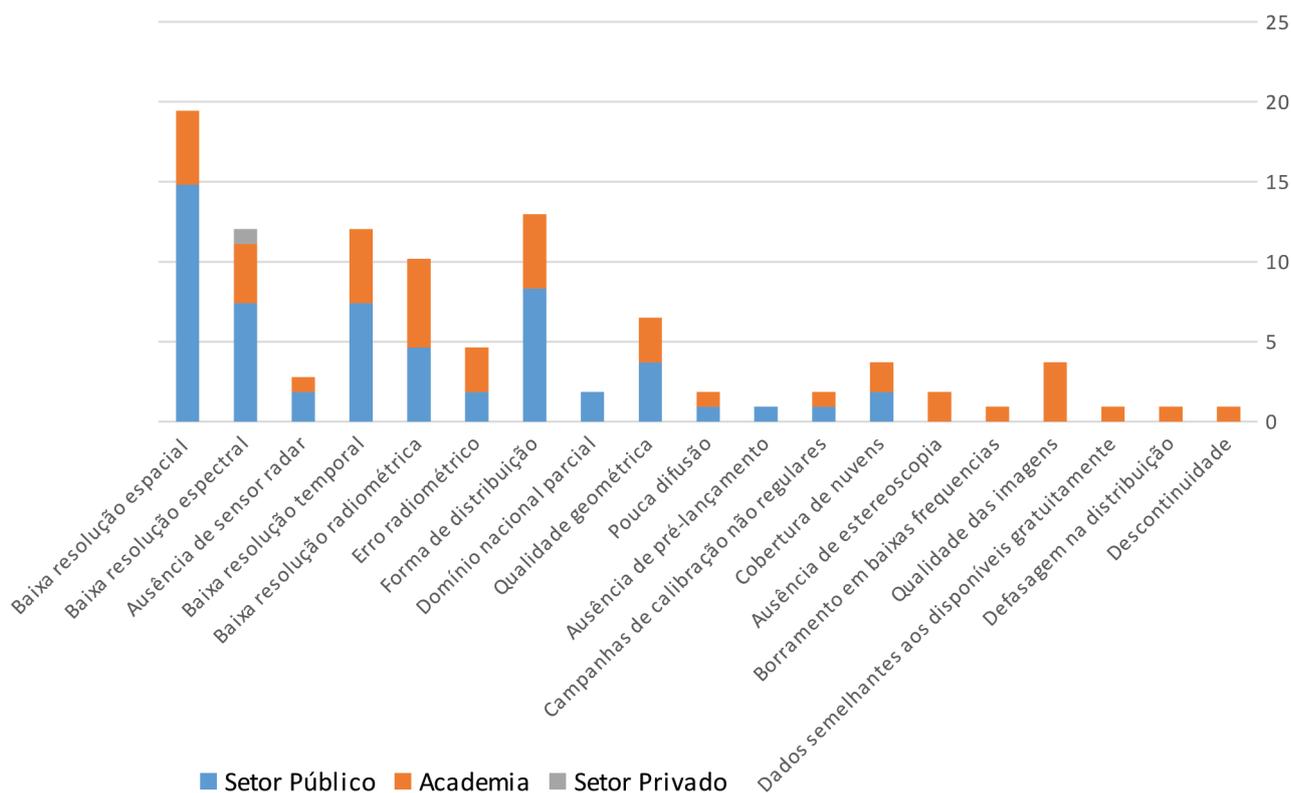
As principais vantagens do Programa CBERS, na opinião de 59 especialistas, são apresentadas no gráfico a seguir.



A principal vantagem apontada pelos especialistas diz respeito à disponibilização de imagens do Programa CBERS em cobertura nacional para a utilização de forma gratuita pelas instituições demandantes, garantindo assim o início e a continuidade de diversos projetos nacionais em benefício da sociedade. Outras duas vantagens indicadas foram a boa resolução espacial das imagens para aplicações ambientais e o fato do CBERS ser um programa de domínio brasileiro, trazendo benefícios para a indústria nacional e também para a Academia e o setor de aplicações.

#### (v) Limitações do Programa CBERS

As principais limitações do Programa CBERS, na opinião de 59 especialistas, são apresentadas no gráfico a seguir.



Limitações do Programa CBERS (108 citações)

As limitações mais citadas pelos especialistas foram as baixas resoluções espacial, espectral, temporal e radiométrica para diferentes aplicações, bem como a forma de processamento e distribuição dos produtos gerados pelo programa CBERS.

Os especialistas fizeram, ainda, os seguintes apontamentos: ausência de bandas na faixa espectral do infravermelho médio; baixa resolução na faixa espectral do infravermelho de ondas curtas (SWIR) e cobertura insatisfatória dessa faixa; ausência de bandas nas faixas espectrais do SWIR, do MWIR e do TIR no CBERS-4A (dificultando trabalhos no semiárido); a existência de satélites de média resolução espacial com disponibilidade gratuita de imagens orbitais com melhores resoluções espacial, espectral e/ou temporal do que as do CBERS (Sentinel 2 e LandSat 8); a baixa qualidade geométrica das imagens; a ausência de bandas espectrais na faixa dos aerossóis marinhos (tal como no LANDSAT 8), de extrema importância para trabalhos na faixa costeira; ausência de satélite RADAR na parceria com a China; ausência de banda específica no RedEdge (vermelho limítrofe, situada entre o Red e o NIR), para a detecção de clorofila e aumento de precisão considerável nos mapeamentos de vegetação; ausência de alinhamento entre o projeto do sensor e as demandas e tendências atuais, principalmente considerando uma estratégia de mapeamento do território brasileiro.

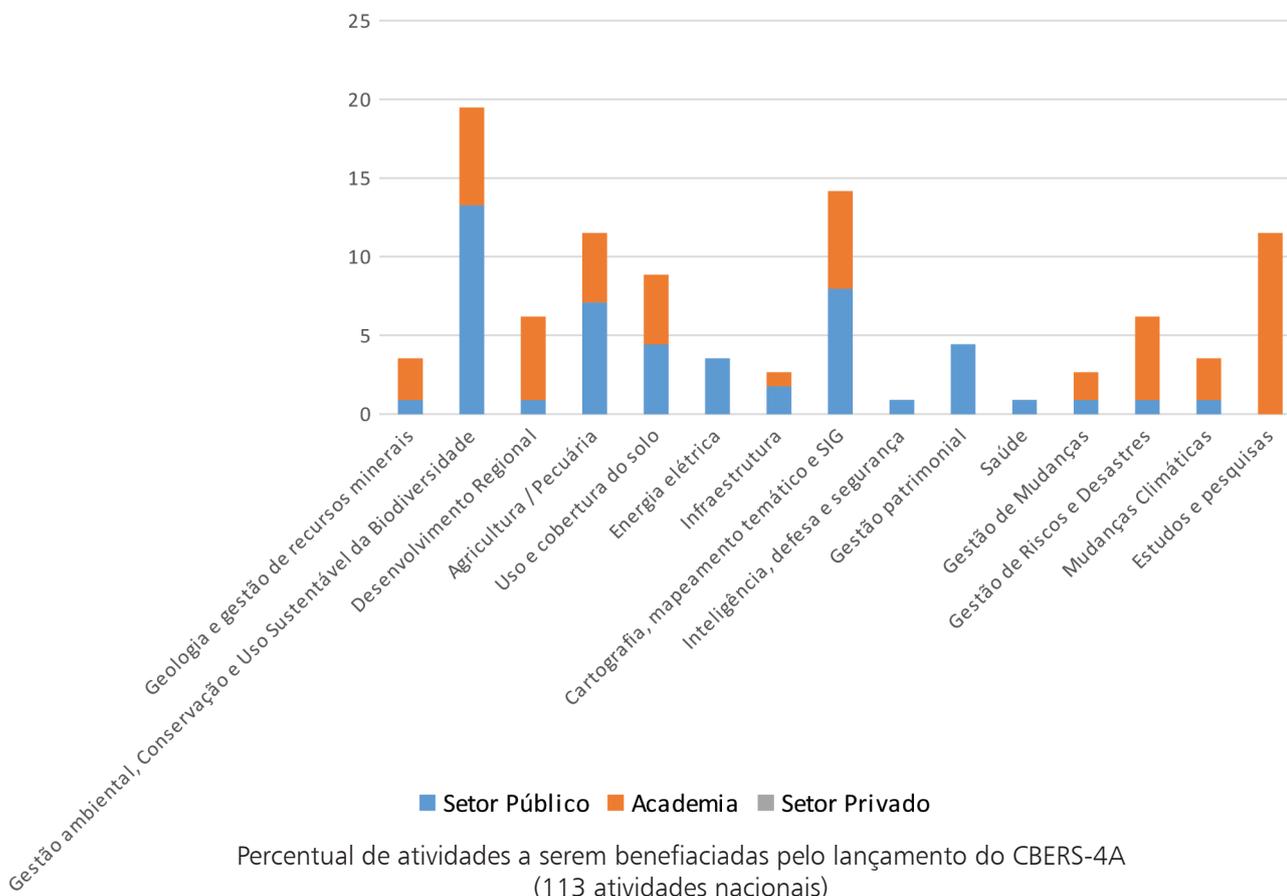
Afirmaram que um país tropical com extensa área de vegetação, pouco solo exposto e praticamente ausência de rochas, deve desenhar sensores para esse ambiente e não apenas seguir protocolos do sensoriamento remoto orbital de climas temperados. Citaram, ainda, a impossibilidade da contraposição de bandas do NIR e do SWIR para o mapeamento de características de solo e vegetação; ruídos e valores de radiância inconsistentes na série histórica do CBERS; bem como dificuldades na ortorretificação de imagens.

### (vi) Possíveis aplicações para os produtos do satélite CBERS-4A

O satélite CBERS-4A é o sexto satélite do Programa CBERS e apresenta as características a seguir em relação a sua carga útil:

Características das câmeras do CBERS-4A			
Característica	WPM	MUX	WFI
Bandas Espectrais	0,45 - 0,90 $\mu\text{m}$ (PAN) 0,45-0,52 $\mu\text{m}$ (B) 0,52-0,59 $\mu\text{m}$ (G) 0,63-0,69 $\mu\text{m}$ (R) 0,77-0,89 $\mu\text{m}$ (NIR)	0,45-0,52 $\mu\text{m}$ (B) 0,52-0,59 $\mu\text{m}$ (G) 0,63-0,69 $\mu\text{m}$ (R) 0,77-0,89 $\mu\text{m}$ (NIR)	0,45-0,52 $\mu\text{m}$ (B) 0,52-0,59 $\mu\text{m}$ (G) 0,63-0,69 $\mu\text{m}$ (R) 0,77-0,89 $\mu\text{m}$ (NIR)
Resolução	2 m 8 m	16 m	55 m
Largura da Faixa Imageada	92 km	95 km	680 km
Visada Lateral de Espelho	não	não	não
Revisita	31 dias	31 dias	5 dias
Quantização	10 bits	8 bits	10 bits
Taxa de Dados Bruta	1800,8 Mbps 450,2 Mbps	65 Mbps	50 Mbps

Segundo opinião de 59 especialistas, os produtos a serem ofertados por esse satélite poderão ser utilizados em pelo menos 113 atividades em andamento, apresentadas por categoria no gráfico a seguir.



As atividades citadas pelos especialistas encontram-se resumidas, por categoria:

a) Geologia e gestão de recursos minerais:

- . Monitoramento de extração mineral;
- . Mapeamento geológico;
- . Mineralogia e Petrologia;
- . Levantamento geoespeleológico de cavidades naturais.

b) Gestão ambiental, conservação e uso sustentável da biodiversidade:

- . Pesquisas científicas na área ambiental;
- . Monitoramento da recuperação da vegetação;
- . Gestão de biomas;
- . Mapeamento de uso e cobertura do solo;
- . Programa de Estudos Costeiros da Amazônia;
- . Monitoramento do avanço da atividade de manejo florestal sustentável;
- . Programa de Monitoramento da Interação Biosfera-Atmosfera na Amazônia (monitoramento e estimativas de estoque de biomassa florestal, desmatamento, uso da terra, dinâmica de corpos hídricos, sazonalidade da cobertura florestal, etc.);
- . Estudos sobre desmatamentos, desastres naturais, expansão da agricultura e das cidades;
- . Caracterização das dinâmicas de desmatamento;
- . Gestão, mitigação, compensação e monitoramento dos impactos ambientais de projetos de infraestrutura;
- . Cadastro Ambiental Rural;
- . Monitoramento de risco de incêndios;
- . Geoecologia das paisagens e sistemas geoinformativos.

c) Desenvolvimento Regional

- . Elaboração do Macrozoneamento Ecológico-Econômico da Bacia Hidrográfica do São Francisco;
- . Planejamento e gestão urbana;
- . Popularização de Ciência e Tecnologia;
- . Recursos Naturais e Desenvolvimento Regional – Tecnologias para aquisição e tratamento computacional de dados relacionados a recursos naturais na Amazônia;
- . Desenvolvimento e Aplicação de Metodologia para a Identificação, Caracterização e Dimensionamento de Assentamentos Precários – Mappa;

- . Observatório de Remoções;
- . Projeto RISO (Rede de informações Solidárias para o Rio de Janeiro).

#### d) Agricultura / Pecuária

- . Agricultura familiar;
- . Entendimento das relações de causa e efeito entre as atividades agropecuárias e os processos de emissões de gases de efeito estufa, gerando subsídios para decisões de manejos que sejam sustentáveis agrônômica e ambientalmente;
- . Desenvolvimento de métodos baseados em tecnologias geoespaciais que permitam identificar as áreas com pastagens degradadas e, portanto, áreas com potencial para o aumento de produção;
- . Monitoramento da dinâmica espacial e temporal do uso e cobertura das terras, áreas degradadas e intensificação agropecuária;
- . Modelagem de uso do solo agrícola através do *Global Biosphere Management Model* (GLOBIOM) em cenários de mudanças climáticas;
- . Mapeamento das áreas cultivadas;
- . Monitoramento da fronteira brasileira, verificando os possíveis deslocamentos clandestinos de rebanho bovino dos países vizinhos para o Brasil;
- . Mapeamento da cobertura vegetal;
- . Acompanhamento da desertificação;
- . Mapas de evapotranspiração utilizando o modelo **Surface Energy Balance System** (SEBS) para agricultura irrigada e uso racional de água nas culturas;
- . Cálculo de índices de vegetação, com uma boa resolução espacial;
- . Monitoramento agrícola;
- . Monitoramento e classificação de grandes áreas;
- . Estimativa de safras.

#### e) Uso e cobertura do solo

- . Monitoramento do Bioma Cerrado quanto ao uso e ocupação do solo;
- . Monitoramento ambiental e mapeamento de uso e cobertura;
- . *E-sensing: Big Data Earth Observation analytics for land use and land cover change information*;
- . Dinâmicas territoriais de ocupação e gestão dos recursos naturais;
- . Dinâmicas Territoriais de Ocupação e Gestão dos Recursos Naturais na Amazônia;
- . Uso e cobertura da terra na da Ilha do Maranhão e Estado do Maranhão;
- . Análise do uso e ocupação do solo.

f) Energia elétrica

- . Análises relacionadas aos leilões de sistemas isolados;
- . Verificação da existência de tecnologias específicas em empreendimentos de geração de energia;
- . Inventário do potencial hidrelétrico brasileiro (usinas convencionais e reversíveis);
- . Planejamento da expansão da malha de transmissão elétrica.

g) Infraestrutura

- . Monitoramento de obras de infraestrutura;
- . Gestão de resíduos sólidos da construção civil.

h) Cartografia e mapeamento temático

- . Atualizações da Cartografia Sistemática de 1:25.000 a 1:250.000;
- . Análises de mudanças, localização, distribuição da população e mobilidade nas áreas rurais para pesquisas e censos;
- . Mapeamento de feições em áreas de estudos de ecossistemas costeiros amazônicos;
- . Produção e atualização de bases cartográficas de sítios arqueológicos;
- . Levantamento cadastral de áreas;
- . Levantamento de recursos naturais;
- . Mapeamento geomorfológico.

i) Produtos de inteligência

- . Análises espaciais voltadas a atividades de inteligência.

j) Gestão patrimonial

- . Identificação e caracterização do Patrimônio Imobiliário da União;
- . Monitoramento e fiscalização de imóveis da União;
- . Monitoramento de ocupações irregulares de áreas urbanas;
- . Análise de imóveis rurais de todos os municípios brasileiros.

l) Saúde

- . Modelagem de demandas por atendimento de saúde a partir de dados de poluição e climáticos.

m) Gestão de mudanças

- . Análise de áreas de risco e obras existentes e sua evolução;
- . Análise da expansão urbana (Projeto de Pesquisa);
- . Análise das dinâmicas territoriais e transformações na paisagem nas cabeceiras da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê (SP).

## n) Gestão de riscos e desastres naturais

- . Avaliação de situações de perigo e risco de movimentos de massa;
- . Monitoramento de reservatórios de água no DF;
- . Gestão de desastres naturais e antrópicos por meio de satélites;
- . Monitoramento de eventos extremos e desastres naturais;
- . Carta geotécnica de aptidão à urbanização: instrumento de planejamento para prevenção de desastres naturais;
- . Avaliação de produtos de sensoriamento remoto e técnicas de detecção de mudanças para o monitoramento de riscos antrópicos em faixas de dutos;
- . Elaboração de Planos Municipais de Redução de Riscos (PMRRs).

## o) Mudanças climáticas

- . Plataforma Agricultura de Baixo Carbono;
- . Inovação e conflitos na governança da água e do território: os casos notáveis das regiões metropolitanas de São Paulo e Blumenau;
- . Governança ambiental da macro metrópole paulista face à variabilidade climática;
- . Estudo do clima urbano na região do ABC Paulista.

## p) Estudos diversos

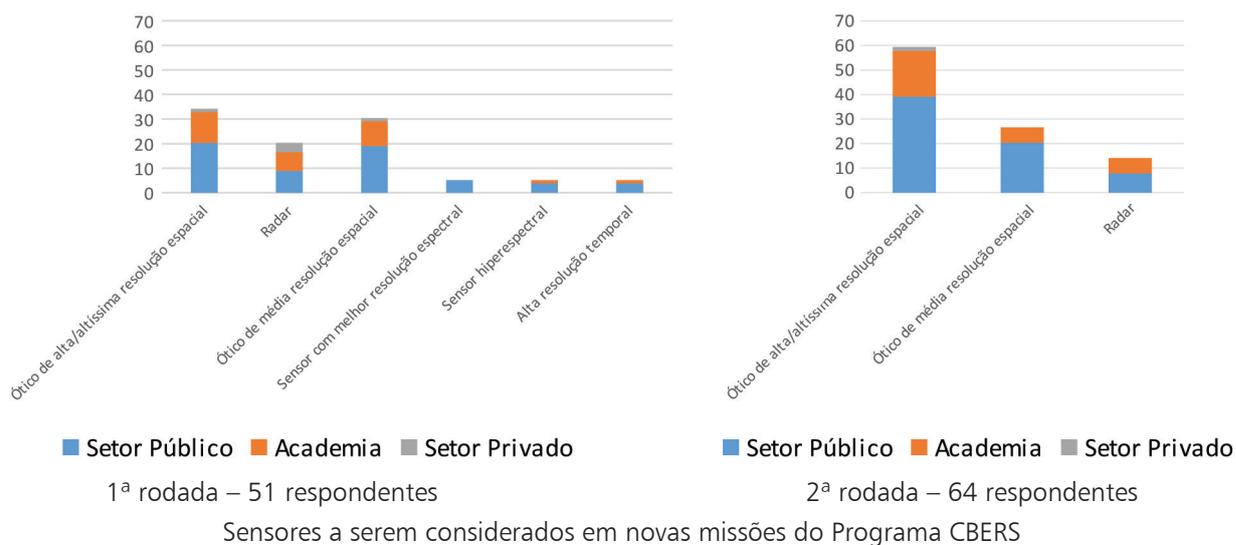
- . Aulas práticas em institutos tecnológicos e universidades;
- . Estimativa das evapotranspirações em diferentes regiões do Estado de Minas Gerais;
- . Disciplinas práticas de sensoriamento remoto, SIG e Geoprocessamento – Cursos de Geografia, Ciências Biológicas e Ambientais, Agrárias e Engenharias;
- . Produção e disseminação de conhecimento através do ensino em nível de graduação e pós-graduação (Manejo de Bacias Hidrográficas, Geoprocessamento, Geotecnologias Aplicadas à Engenharia Florestal, Manejo de Florestas Nativas e Manejo de Unidades de Conservação);
- . Produção e disseminação de conhecimento através da extensão florestal (apresenta à comunidade os aspectos legais relacionados aos recursos naturais, esclarecendo dúvidas, apresentando ferramentas e soluções úteis aos pequenos produtores);
- . Estudo da dinâmica urbana;
- . Núcleo de Inovação Tecnológica;
- . Projeto Educativo do Portal GEODEN ([www.geoden.uff.br](http://www.geoden.uff.br)): GEODEM (Geotecnologias Digitais no Ensino Médio); GEODEF (Geotecnologias Digitais no Ensino Fundamental); e GEOIDEA (Geotecnologias como instrumento da inclusão digital e educação ambiental);
- . OBRAC - Olimpíada Brasileira de Cartografia.

### 13. NOVAS MISSÕES DO PROGRAMA CBERS

O Programa CBERS promoveu avanços científicos e tecnológicos no país. Seus produtos são utilizados no âmbito de diversas atividades implementadas por instituições nacionais, conforme confirmado ao longo da 1ª etapa do processo de identificação e análise de demandas nacionais ao setor espacial. Somado a isso, o Programa CBERS, além de atender a usuários brasileiros e chineses, também beneficia um conjunto de países africanos que não possuem programa espacial próprio. A democratização do acesso à informação é uma característica crescente do Programa e reforça a importância de sua continuidade.

Nesse sentido, torna-se essencial o alinhamento de novas missões do Programa CBERS às demandas existentes nos países parceiros e apoiados, de forma a garantir que ele traga cada vez mais benefícios às sociedades por ele impactadas.

Ao longo das 1ª e 2ª rodadas de consulta formal às instituições nacionais, os especialistas foram questionados quanto a possíveis sensores que deveriam ser considerados no planejamento de novas missões no âmbito do Programa CBERS. Os gráficos a seguir apresentam os resultados obtidos junto a 51 especialistas, durante a 1ª rodada, e 64 especialistas durante a 2ª rodada.



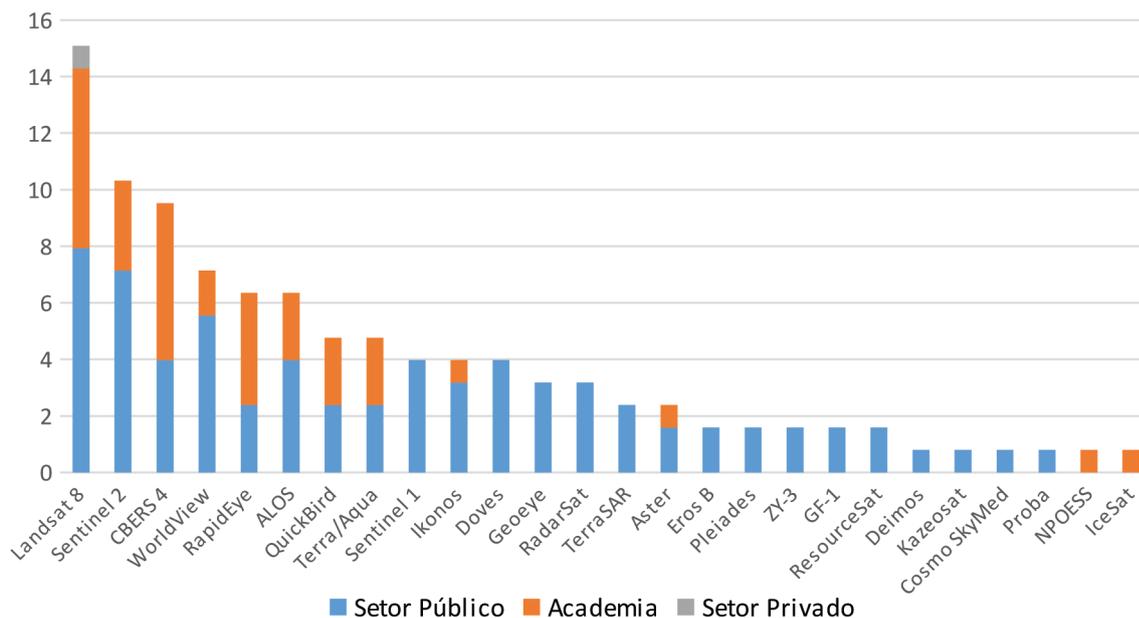
É notável que a maior parte dos especialistas indicaram o caráter estratégico de sensores óticos de alta ou altíssima resolução espacial, em detrimento da capacidade de revisita, uma vez que as resoluções espacial e temporal, em muitos casos, não conseguem simultaneamente alcançar um nível satisfatório de atendimento às demandas dos usuários, a não ser que se estabeleça uma constelação de satélites que operem em conjunto. Ao mesmo tempo, o monitoramento de sistemas dinâmicos, tais como safras agrícolas e gestão de desastres naturais, exige um alta revisita, mas nem sempre uma alta resolução espacial, surgindo então a demanda por imagens de média resolução espacial com alta frequência de atualização.

As especificações técnicas dos tipos de sensores aqui discutidos já foram apresentadas no item 6 do presente relatório. O anexo I apresenta maiores detalhes sobre as possíveis aplicações e

respectivos requisitos para os sensores mencionados durante a 1ª rodada da etapa de consulta formal às instituições nacionais, que serviram de base para as perguntas da 2ª rodada.

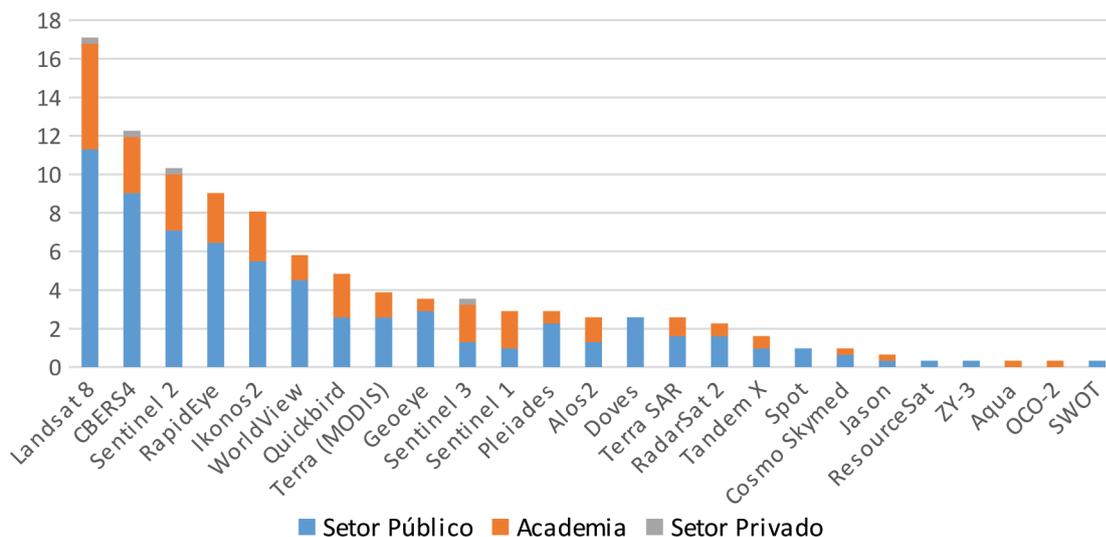
### 14. SATÉLITES DE REFERÊNCIA PARA MISSÕES NACIONAIS

Ao longo da 1ª rodada do processo de identificação e análise de demandas nacionais ao setor espacial, os especialistas identificaram uma lista de satélites de referência para o planejamento de possíveis missões nacionais. Os resultados podem ser visualizados no gráfico a seguir, que consolida a opinião de 49 especialistas.



Satélites de referência para o atendimento a demandas prioritárias (1ª rodada – 126 citações)

Com base nos resultados apresentados, 64 especialistas, ao longo da 2ª rodada, selecionaram até 5 satélites com especificações adequadas ao atendimento de demandas nacionais. Os resultados podem ser visualizados no gráfico a seguir.



Satélites de referência para o atendimento a demandas prioritárias (2ª rodada – 310 citações)

Os resultados apresentados representam a visão de especialistas que utilizam em suas atividades profissionais os produtos e serviços dos referidos satélites. Para os primeiros cinco satélites apresentados em cada rodada, cujas especificações técnicas são apresentadas a seguir, encontram-se detalhadas as justificativas apresentadas pelos especialistas e as respectivas aplicações de seus produtos.

#### a) Landsat 8:

Características do Landsat 8	
Bandas Espectrais	0,50-0,68 $\mu\text{m}$ (PAN) 0,43-0,45 $\mu\text{m}$ (New Deep Blue) 0,45-0,52 $\mu\text{m}$ (B) 0,52-0,60 $\mu\text{m}$ (G) 0,63-0,68 $\mu\text{m}$ (R) 0,85-0,89 $\mu\text{m}$ (NIR) 1,56-1,66 $\mu\text{m}$ (SWIR2) 2,10-2,30 $\mu\text{m}$ (SWIR3) 1,36-1,39 $\mu\text{m}$ (Cirrus) 10,60-11,19 $\mu\text{m}$ (TIR1) 11,50-12,51 $\mu\text{m}$ (TIR2)
Resolução	15 m (PAN) 30 m 100 m (TIR)
Largura da Faixa Imageada	185 km
Visada Lateral de Espelho	não
Revisita	16 dias
Quantização	16 bits

**Justificativas:** presença do sensor OLI (*Operational Land Imager*) de alta qualidade multiespectral e pancromática; presença de sensor termal; boas resoluções espacial, espectral, radiométrica e temporal; série multitemporal alinhada a novos imageamentos; disponibilização gratuita dos dados; tamanho adequado das cenas; e facilidade de processamento para extração de informações.

**Aplicações:** a série histórica Landsat é de fundamental importância em novos processamentos do tipo “*time series approach*” e em modelos ambientais de larga escala; os produtos são úteis ao planejamento territorial; monitoramento de atividades de extração mineral em escala regional (apoio à fiscalização); mapeamento geológico e investigação de recursos minerais com enfoque para reconhecimento litológico e mineral; monitoramento do uso e da cobertura das terras; monitoramento da vegetação; mapeamento em média e pequena escalas; logística e comercialização; mapeamento de estágios vegetacionais de biomas; identificação de degradação de pastagens; planejamento e acompanhamento de florestas plantadas; monitoramento de sistema de plantio direto; produção agrícola; mapeamento de reservatórios; gestão ambiental; monitoramento de recursos naturais; monitoramento de incêndios; eventos climáticos; estudos sobre clima urbano (banda termal); monitoramento ambiental; e monitoramento de desmatamento.

**b) Sentinel 2:**

Características do Sentinel 2	
Bandas Espectrais (comprimento de onda central)	0,49 (B) 0,56 $\mu\text{m}$ (G) 0,66 $\mu\text{m}$ (R) 0,84 $\mu\text{m}$ (NIR) 0,71 $\mu\text{m}$ (Red Edge 1) 0,74 $\mu\text{m}$ (Red Edge 2) 0,78 $\mu\text{m}$ (Red Edge 3) 0,87 $\mu\text{m}$ (Red Edge 4) 1,61 $\mu\text{m}$ (SWIR1) 2,19 $\mu\text{m}$ (SWIR2) 4,43 $\mu\text{m}$ (Aerossol) 9,40 $\mu\text{m}$ (Water Vapor) 1,38 $\mu\text{m}$ (Cirrus)
Resolução	10 m (VNIR) 20 m (Red Edge e SWIR) 60 m (Aerossol, Water Vapor e Cirrus)
Largura da Faixa Imageada	290 km
Visada Lateral de Espelho	não
Revisita	5 dias
Quantização	12 bits

**Justificativas:** boas resoluções espacial, espectral e temporal; imagens gratuitas; existência da banda RedEdge; cobertura no SWIR; sistema próprio de correção e calibração; e tamanho das cenas.

**Aplicações:** acompanhamento da sensibilidade fotossintética da cobertura vegetal; excelente resposta de organismos/sedimentos presentes em corpos hídricos; identificação e classificação de alvos; mapeamento geológico e investigação de recursos minerais; estudos de ecossistemas costeiros amazônicos; monitoramento do uso e da cobertura do solo; produção cartográfica; logística e comercialização; monitoramento de focos de atenção fitossanitária em cultivos agrícolas; monitoramento de carbono orgânico e minerais no solo; monitoramento de pastagens degradadas; discriminação de áreas de treinamento para classificação de imagens de resolução mais grosseira; gestão ambiental; agricultura; gestão de florestas; e gestão de recursos naturais.

**c) CBERS-4:**

Características das câmaras do CBERS 3 e 4				
Característica	Dado			
	MUX	PAN	IRS	WFI
Bandas Espectrais	0,45-0,52 $\mu\text{m}$ (B) 0,52-0,59 $\mu\text{m}$ (G) 0,63-0,69 $\mu\text{m}$ (R) 0,77-0,89 $\mu\text{m}$ (NIR)	0,51-0,85 $\mu\text{m}$ (Pan) 0,52-0,59 $\mu\text{m}$ (G) 0,63-0,69 $\mu\text{m}$ (R) 0,77-0,89 $\mu\text{m}$ (NIR)	0,50-0,90 $\mu\text{m}$ (Pan) 1,55-1,75 $\mu\text{m}$ (SWIR) 2,08-2,35 $\mu\text{m}$ (SWIR) 10,40-12,50 $\mu\text{m}$ (TH)	0,45-0,52 $\mu\text{m}$ (B) 0,52-0,59 $\mu\text{m}$ (G) 0,63-0,69 $\mu\text{m}$ (R) 0,77-0,89 $\mu\text{m}$ (NIR)
Resolução	20 m	5 m / 10 m	40 m / 80 m (TIR)	64 m

Características das câmaras do CBERS 3 e 4				
Característica	Dado			
	MUX	PAN	IRS	WFI
Largura da Faixa Imageada	120 km	60 km	120 km	866 km
Apontamento	não	±32°	não	não
Revisita	26 dias	5 dias		
Revisita real	26 dias	não	26 dias	5 dias
Quantização	8 bits	8 bits	8 bits	10 bits
Taxa de Dados Bruta	68 Mbit/s	140 Mbit/s 100 Mbit/s	16 Mbit/s	50 Mbit/s

**Justificativas:** disponibilidade gratuita; resoluções espacial e temporal adequadas a diferentes aplicações.

**Aplicações:** identificação e classificação de alvos; monitoramento de atividades de extração mineral em escala regional (apoio à fiscalização); monitoramento da vegetação; produção cartográfica; gestão logística e comercialização; produção agrícola; mapeamento de reservatórios; gestão de mudanças de uso e cobertura da terra; gestão ambiental; monitoramento de recursos naturais; análise de áreas urbanas; e monitoramento de florestas.

#### d) World View 3:

Características do World View 3	
Bandas Espectrais	0,45-0,80 $\mu\text{m}$ (PAN) 0,40-0,45 $\mu\text{m}$ (Coastal) 0,45-0,51 $\mu\text{m}$ (B) 0,51-0,58 $\mu\text{m}$ (G) 0,58-0,62 $\mu\text{m}$ (Amarelo) 0,63-0,69 $\mu\text{m}$ (R) 0,70-0,74 $\mu\text{m}$ (Redge Edge) 0,77-0,89 $\mu\text{m}$ (NIR1) 0,86-1,04 $\mu\text{m}$ (NIR2) 1,19-1,22 $\mu\text{m}$ (SWIR1) 1,55-1,59 $\mu\text{m}$ (SWIR2) 1,64-1,68 $\mu\text{m}$ (SWIR3) 1,71-1,75 $\mu\text{m}$ (SWIR4) 2,14-2,18 $\mu\text{m}$ (SWIR5) 2,18-2,22 $\mu\text{m}$ (SWIR6) 2,23-2,28 $\mu\text{m}$ (SWIR7) 2,29-2,36 $\mu\text{m}$ (SWIR8) 0,40-0,42 $\mu\text{m}$ (CAVIS Desert Clouds) 0,45-0,51 $\mu\text{m}$ (CAVIS Aerosol1) 0,63-0,68 $\mu\text{m}$ (CAVIS Aerosol2) 2,10-2,24 $\mu\text{m}$ (CAVIS Aerosol3) 2,10-2,24 $\mu\text{m}$ (CAVIS Aerosol3 - visada oposta) 0,84-0,88 $\mu\text{m}$ (CAVIS Água1)

Características do World View 3	
Bandas Espectrais	0,89-0,93 $\mu\text{m}$ (CAVIS Água2) 0,93-0,96 $\mu\text{m}$ (CAVIS Água3) 1,22-1,25 $\mu\text{m}$ (CAVIS NDVI-SWIR) 1,36-1,40 $\mu\text{m}$ (CAVIS Cirrus) 1,62-1,68 $\mu\text{m}$ (CAVIS Neve)
Resolução	0,31 m (PAN) 1,24 m (Multi) 3,70 m (SWIR) 30 m (Cavis)
Largura da Faixa Imageada	13,1 km
Visada Lateral de Espelho	Sim
Revisita	5 dias (diária com visada off-nadir)
Quantização	11 bits

**Justificativas:** cobertura de bandas em regiões espectrais altamente correlacionadas com compostos físico-químicos fundamentais, trazendo benefícios tanto para o mapeamento de solos, quanto para a agricultura, aliado a uma boa relação sinal-ruído. Custo elevado como limitador.

**Aplicações:** monitoramento localizado de atividades de extração mineral (apoio à fiscalização e à tomada de decisão); identificação de processos de ocupação do território ou de impactos de eventos naturais que exijam elevado grau de detalhamento; cartografia urbana (cadastro); monitoramento ambiental; agricultura de precisão; acompanhamento de obras; respostas a desastres naturais; identificação de alvos operacionais e atualização cartográfica; monitoramento e fiscalização de sítios arqueológicos; produção cartográfica em grandes escalas; monitoramento de áreas de interesse; mapeamento de focos de atenção fitossanitária em cultivos agrícolas; monitoramento amostral de carbono orgânico e minerais no solo; monitoramento amostral de pastagens degradadas; sistemas de plantio direto, integração lavoura – pecuária – floresta e fixação de nitrogênio em cultivos; melhor discriminação de objetos da superfície terrestre; análise multitemporal da vegetação e do uso do solo; e obtenção de pares estereoscópicos para geração de Modelos Digitais de Elevação.

### e) Rapideye:

Características do Rapid Eye	
Bandas Espectrais	0,44-0,51 $\mu\text{m}$ (B) 0,52-0,59 $\mu\text{m}$ (G) 0,63-0,69 $\mu\text{m}$ (R) 0,69-0,73 $\mu\text{m}$ (Red Edge) 0,76-0,88 $\mu\text{m}$ (NIR)
Resolução	6,5 m
Largura da Faixa Imageada	-
Visada Lateral de Espelho	Sim
Revisita	5 dias (diária com visada off-nadir)
Quantização	12 bits

**Justificativas:** Alta revisita, boas resoluções espacial e espectral, com uma banda na região do RedEdge (detecção de clorofila), fácil acesso às imagens, uma vez que esse sensor foi utilizado como base para a implementação do Cadastro Ambiental Rural, tendo sido adquirido durante 5 anos pelo MMA, em cobertura nacional, desde 2011.

**Aplicações:** monitoramento de safras nacionais; monitoramento de atividades de extração mineral em escala local (apoio à fiscalização); aplicações urbanas e agrícolas; gestão de mudanças no uso e na cobertura da terra (e.g. florestas plantadas); regularização fundiária; monitoramento de sistemas de plantio direto; integração Lavoura-Pecuária-Floresta; degradação de pastagens; aplicações em áreas urbanas para identificação de padrões; e mapeamento de áreas urbanas e rurais.

#### f) Ikonos 2:

Características do Ikonos 2	
Bandas Espectrais	0,45-0,90 $\mu$ m (PAN) 0,45-0,52 $\mu$ m (B) 0,52-0,60 $\mu$ m (G) 0,63-0,69 $\mu$ m (R) 0,76-0,90 $\mu$ m (NIR)
Resolução	1 m (PAN) 4,0 m
Largura da Faixa Imageada	11,3 km
Visada Lateral de Espelho	Sim
Revisita	3 dias
Quantização	11 bits

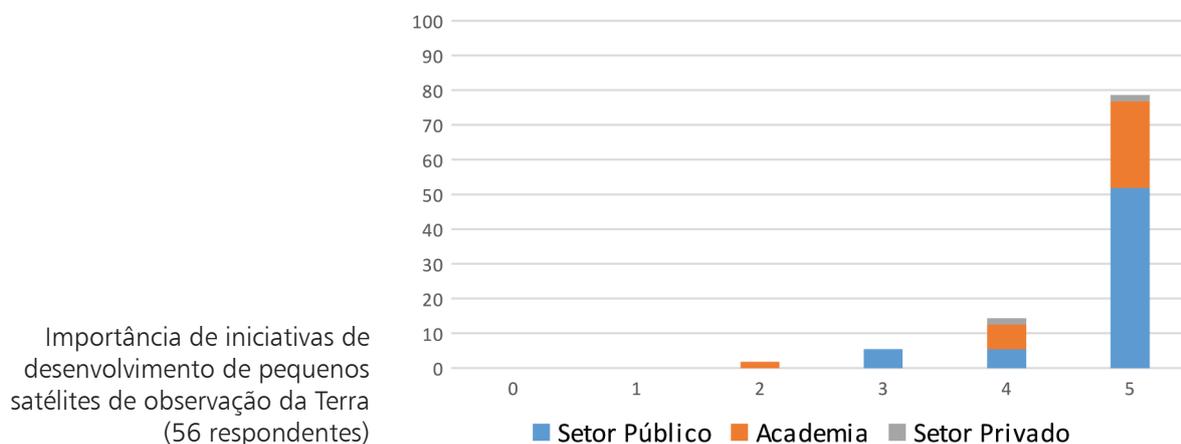
**Justificativas:** altas resoluções espacial e temporal.

**Aplicações:** identificação e classificação de alvos; monitoramento localizado de atividades de extração mineral (apoio à fiscalização e à tomada de decisão); monitoramento e fiscalização de sítios arqueológicos; mapeamentos urbanos e rurais; análise de uso e cobertura da Terra; demarcação de propriedades rurais; produção cartográfica; logística e comercialização; e monitoramento agrícola.

## 15. MINIATURIZAÇÃO: SATÉLITES DE PEQUENO PORTE

Os satélites de pequeno porte têm se tornado uma tendência mundial, trazendo implicações diretas ao setor espacial, que no passado era dominado por satélites de grande porte (tradicionais), altos custos e enormes equipes de trabalho. A miniaturização das tecnologias espaciais e a convergência entre essas e as tecnologias da informação e comunicação permitiu a entrada de novos atores no mercado global e estabeleceu rápidos ciclos de desenvolvimento de constelações satelitais com base em tecnologias de prateleira e impactante diminuição dos custos de desenvolvimento e lançamento, na modalidade carona. A capacidade de operação em constelações aumenta também a confiabilidade, amplia a cobertura e aprimora a revisita.

Com base nas atuais transformações do setor espacial para o que se conhece por New Space, 56 especialistas classificaram a importância de iniciativas de inovação no Programa Espacial Brasileiro voltadas ao desenvolvimento de pequenos satélites de Observação da Terra, complementarmente aos projetos existentes, em uma escala de 0 a 5, onde 0 significa “não importante” e 5 significa “muito importante”. Os resultados são apresentados no gráfico a seguir.



Para valores de 0 a 2, a justificativa apresentada foi a de que o desenvolvimento espacial deve se dar através de alianças estratégicas, buscando a expertise já existente em outros países e avaliando o custo-benefício do desenvolvimento de pequenos satélites, levando-se em conta a atual disponibilidade de dados.

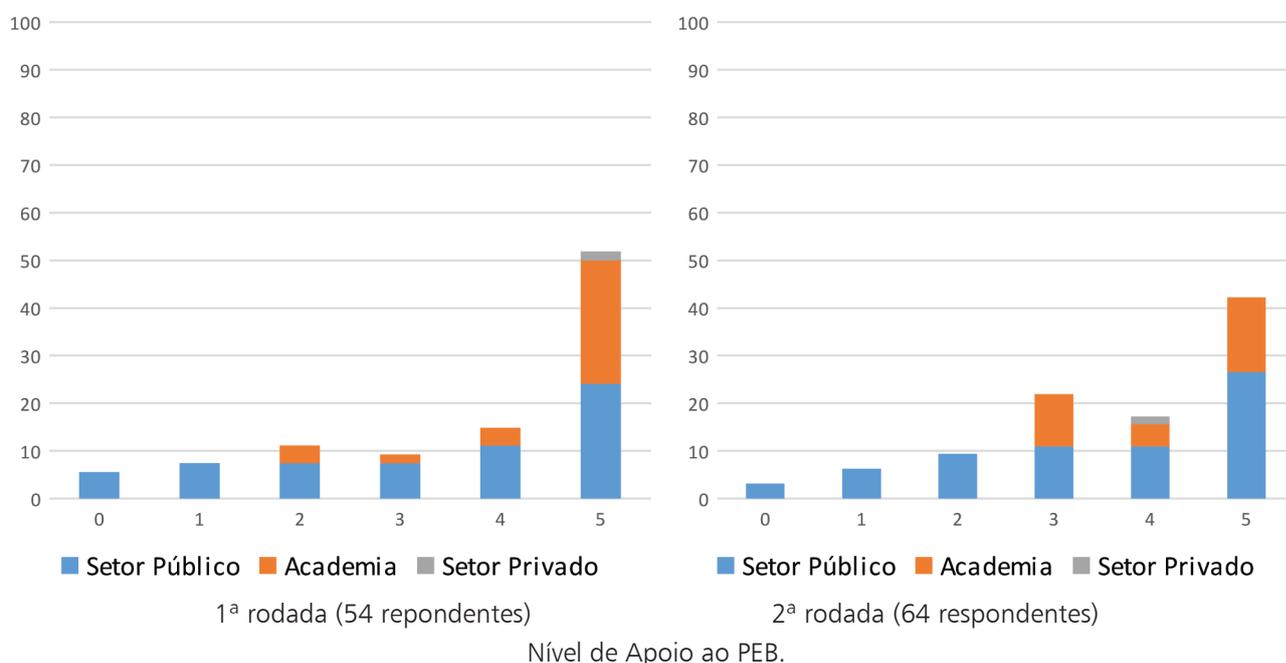
Para valores de 3 a 5, dentre as principais justificativas apresentadas, encontram-se a ampliação do leque de possibilidades de análises espaço-temporais; a redução nos custos em relação a um satélite convencional; a continuidade do imageamento; a limitação de recursos financeiros; o aprimoramento do tempo de revisita (tanto por causa da cobertura de nuvens quanto para monitoramento de fenômenos isolados, como cheias, incêndios, desmatamentos, e outros); a ampliação das competências tecnológicas do país frente à necessidade de gestão territorial; a necessidade de monitoramento de processos antrópicos ou naturais de caráter altamente dinâmicos; a tendência tecnológica mundial; o fortalecimento do Estado Brasileiro na gestão de seu território e recursos naturais; a geração de novos produtos e o aprimoramento da aplicação do sensoriamento remoto nos diversos processos; a possibilidade de alavancar vários projetos de monitoramento de safras agrícolas no território brasileiro; a customização das aplicações; independência tecnológica; atendimento às diferentes demandas do extenso território brasileiro; a possibilidade do aprimoramento da resolução temporal para respostas rápidas e assertivas; e o atendimento a diversas políticas públicas de forma complementar aos produtos de satélites de grande porte.

Alguns ressaltam que apesar de ser uma iniciativa importante, deve ser acompanhada por um planejamento de distribuição de verbas adequado. Acrescentam que sob o ponto de vista do usuário, o tamanho do satélite não é fator decisivo, mas sim a qualidade do sensor a bordo. Preocupam-se com o tempo de vida do satélite e com a possibilidade ou não de incorporação de um maior número de bandas espectrais estratégicas às demandas nacionais.

## 16. APOIO AO PROGRAMA ESPACIAL BRASILEIRO

O novo ciclo de planejamento estratégico das atividades espaciais compreenderá o período de 2022 a 2031 e, de acordo com Lima (2018), é especialmente necessária uma reflexão mais profunda acerca do seu alinhamento com as demandas prioritárias dos diversos setores que necessitam de tais atividades, levando-se em conta o potencial e a transversalidade dos produtos e serviços que elas geram. Ainda segundo a autora, o Brasil deve integrar o PEB às demais políticas públicas - em andamento e futuras - de modo que as definições do PNAE estejam pautadas em diálogos coordenados entre as várias instituições demandantes, a indústria, os institutos de pesquisa e as instituições de fomento.

Para que isso aconteça, torna-se necessário um real envolvimento das diferentes instituições nacionais no âmbito do planejamento das atividades espaciais. Nesse contexto, ao longo das 1ª e 2ª rodadas, os especialistas indicaram em que nível a instituição na qual trabalham deseja ou pretende apoiar direta ou indiretamente o Programa Espacial Brasileiro para o desenvolvimento de soluções satelitais nacionais na área de Observação da Terra que atendam às demandas existentes, em uma escala de 0 a 5, onde 0 significa “nenhum interesse” e 5 significa “grande interesse”. Os resultados são apresentados no gráfico a seguir.

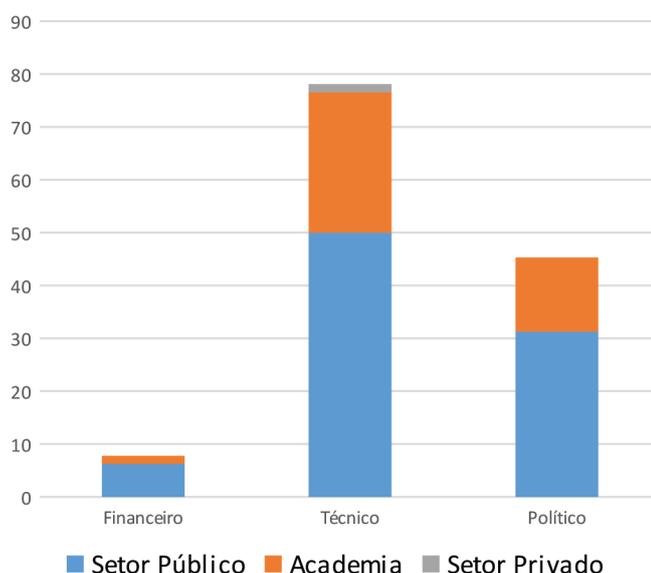


Para valores de 0 a 2, os especialistas informaram que algumas instituições apenas utilizam dados derivados produzidos por outras instituições e não há interesse direto em apoiar, embora entendam a importância. Ressaltam que não há equipe técnica especializada, e em alguns casos os produtos de satélites de Observação da Terra não são o foco da instituição, servindo apenas como apoio a atividades específicas. Afirmam que a possível contribuição se limita à indicação de demandas futuras e alguns colocam-se à disposição da AEB para apoio técnico especializado quanto ao planejamento de novas missões. Dizem que há restrições orçamentárias para suporte

financeiro, porém há a possibilidade de apoio por meio de pesquisa científica que ressalte a importância e a aplicação dos produtos satelitais, em alguns casos, e em outros por meio da avaliação de produtos do Programa Espacial Brasileiro em projetos acadêmicos.

Para valores de 3 a 5, os especialistas afirmaram que há interesse em fornecer apoio técnico em grupos de trabalhos específicos; apoio na validação dos dados; na identificação e na qualificação das demandas; e em iniciativas da área de Geotecnologias. Alegam que há grandes expectativas de uso de dados de sensores orbitais para avançar em diferentes análises sobre o território nacional. Apontam a possibilidade de avaliações de geoposicionamento com base em banco de posições GNSS disponíveis e medições em campo e possíveis avaliações de desempenho de acesso a geoserviços. Alguns indicam a possibilidade de apoio específico no financiamento de segmentos espaciais voltados a missões científicas e segmentos de solo. Ressaltam que a tecnologia gerada traz mais benefícios ao país do que a comprada. Em alguns casos, há interesse em contribuir com o desenvolvimento e a aplicação de sensores e soluções satelitais para o fortalecimento da agricultura nacional; e interesse em participar ativamente de missões/projetos de desenvolvimento de novos sensores. Entendem que o sucesso de um novo sensor se encontra intimamente relacionado ao atendimento a demandas estratégicas do setor de aplicações e de pesquisa e desenvolvimento. Alguns afirmam que há possibilidade de disponibilização de Infraestrutura de Dados Espaciais (IDE) corporativa para compartilhamento de catálogos de dados matriciais originários de sensoriamento remoto; e apoio ao debate e ao planejamento de IDEs no âmbito federal, estadual e municipal. Ressaltam que ações em parceria entre a comunidade técnico-científica que visem atender às necessidades atuais e futuras para o desenvolvimento da sociedade devem ser apoiadas.

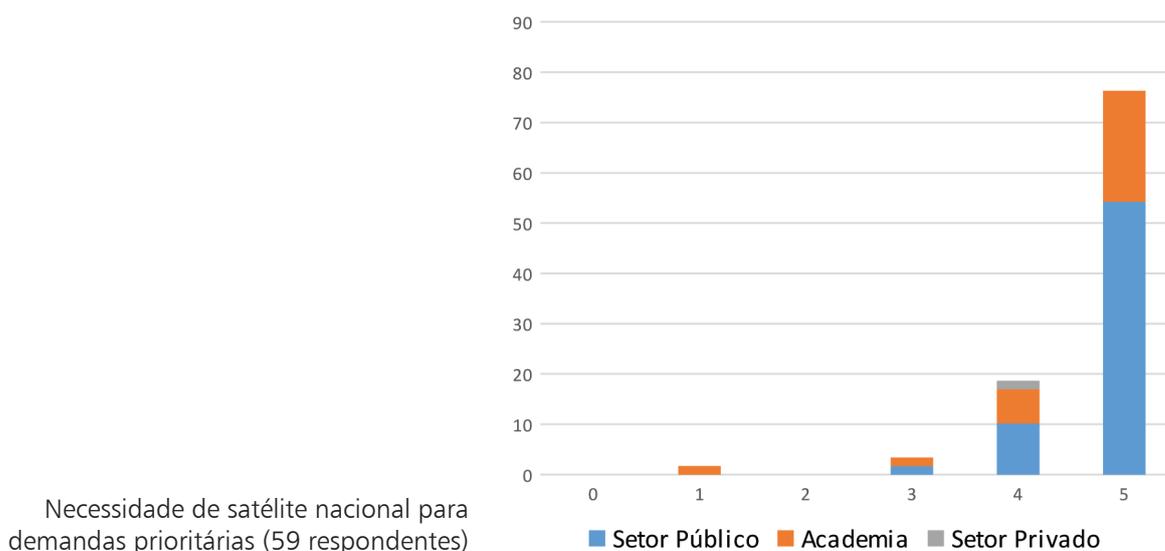
O gráfico a seguir apresenta os tipos de apoio que as instituições nacionais, segundo opinião dos especialistas, podem ofertar ao Programa Espacial Brasileiro.



Tipo de apoio ao PEB (64 respondentes)

## 17. SATÉLITE NACIONAL PARA O ATENDIMENTO A DEMANDAS PRIORITÁRIAS

Tendo em vista os custos envolvidos para o acesso continuado a dados de satélites de Observação da Terra e a dependência de satélites estrangeiros no âmbito de algumas aplicações nacionais, 59 especialistas classificaram a necessidade de desenvolvimento de satélites nacionais que atendam a demandas prioritárias ao país, considerando os benefícios diretos e indiretos por eles gerados, tais como desenvolvimento da indústria nacional e domínio de tecnologias críticas, em uma escala de 0-5, onde 0 significa “não necessário” e 5 significa “muito necessário”, conforme apresentado no gráfico a seguir.



Para valores de 0 a 2, os especialistas acreditam que o desenvolvimento em parceria com outros países é a estratégia mais adequada.

Para valores de 3 a 5, os especialistas afirmaram que o desenvolvimento da indústria nacional, o domínio de novas tecnologias e a autonomia no setor espacial são fatores importantes ao desenvolvimento do país. Entendem que o Brasil ainda se encontra vulnerável no que diz respeito a seus bens sensíveis, uma vez que é dependente de tecnologias estrangeiras em diversos setores, e que a existência de satélites nacionais que permitam o acesso a imagens de alta resolução espacial e temporal é benéfica para o desenvolvimento da indústria e para as empresas, muitas delas públicas, que necessitam desse tipo de dados e os obtêm a custos elevados. Além disso, as tecnologias nacionais podem oferecer maior segurança e garantia de continuidade de acesso.

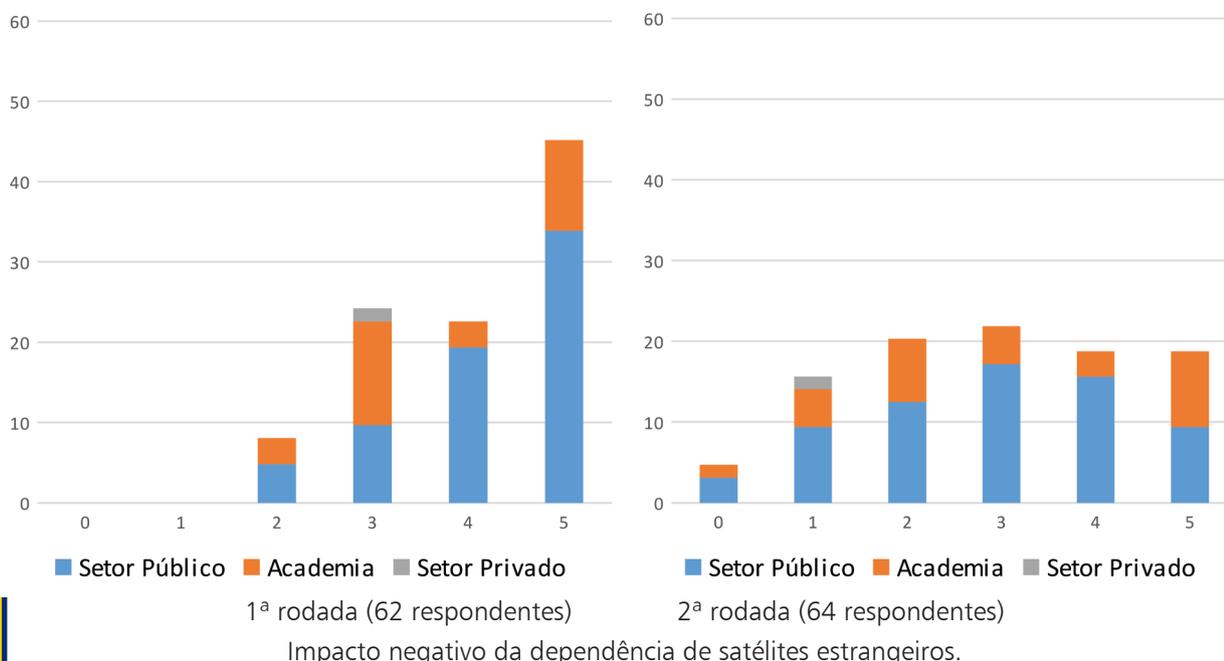
Um especialista ressaltou que o aprimoramento de um satélite de sensor ótico como o CBERS deve ser prioridade do PEB e que o país deve possuir satélites complementares, com sensores óticos multiespectrais e radar. Na opinião de parte dos especialistas, o Brasil deveria desenvolver satélites voltados a uma operação integrada com outras grandes agências espaciais do mundo para a troca de dados e a maximização de benefícios. Alguns afirmam que é preciso que sejam despendidos recursos humanos e materiais na busca pelo desenvolvimento de produtos que contemplem o atendimento a demandas prioritárias e de amplo interesse.

Apontam a importância, para um país com dimensões continentais como o Brasil, do desenvolvimento de tecnologia espacial nacional, garantindo acesso continuado a dados e independência tecnológica. Ressaltam que o desenvolvimento e o domínio de todos os processos que envolvem o setor espacial tornariam os interesses nacionais menos vulneráveis; que o uso crescente de dados de sensoriamento remoto orbital é uma tendência mundial; e que é necessário que o país disponha de tecnologia espacial competitiva. Entendem que o desenvolvimento tecnológico promove o investimento na formação acadêmica, na criatividade, na inovação; no fortalecimento da indústria nacional e na agregação de valor no âmbito da cooperação internacional.

Sugerem que a divulgação e a aplicação de produtos nacionais em programas e projetos institucionais apoiariam o estabelecimento da tecnologia nacional como prioritária ao país. Dizem que é fundamental para o Brasil continuar investindo no desenvolvimento da indústria espacial e no atendimento de demandas nacionais, pois além do alto custo de produtos de satélites estrangeiros, a dependência pode colocar em risco programas importantes para a gestão de políticas públicas. Entendem que demandas prioritárias requerem periodicidade mínima de aquisição de dados orbitais e o custo do desenvolvimento de satélite nacional dilui-se ao longo do tempo de operação do satélite, mantendo-se a infraestrutura de dados para uso do país.

## 18. IMPACTO NEGATIVO DA DEPENDÊNCIA DE SATÉLITES ESTRANGEIROS

De acordo com a Política Nacional de Desenvolvimento da Atividades Espaciais (PNDAE), os recursos do setor espacial deverão concentrar-se em iniciativas voltadas à busca de soluções para problemas de âmbito nacional ou de interesse para o País. Geralmente, muito se pensa sobre o custo do desenvolvimento de satélites nacionais que atendam a demandas identificadas, e pouco se fala a respeito do custo indireto de não os ter. Nesse sentido, 62 especialistas, ao longo da 1ª rodada, e 64 especialistas, ao longo da 2ª rodada, classificaram o impacto negativo ao país da dependência de satélites estrangeiros no atendimento às demandas nacionais na área de Observação da Terra, em uma escala de 0 a 5, onde 0 significa “nenhum impacto negativo” e 5 significa “impacto negativo muito alto”.



Para valores de 0 a 2, os especialistas explicaram que os escassos recursos financeiros devem ser adequadamente aplicados em ações que beneficiem o maior número de setores. Indicam que atualmente existem alternativas de obtenção de imagens gratuitas de satélites óticos e de RADAR, como as disponibilizadas pela NASA e pela ESA, de modo que o PEB deveria investir em tecnologias complementares. Alguns informam que o fato do satélite ser brasileiro ou estrangeiro tem relevância média para os usuários, pois a utilização dos dados em programas e processos é o que de fato importa.

Ressaltam que o Brasil sempre será um parceiro estratégico para qualquer outro país, seja pelas dimensões continentais, seja pelas riquezas dos recursos naturais, seja pelo tamanho populacional e que, assim, as parcerias estratégicas reduzem os custos e os riscos associados aos programas espaciais. Destacam a importância do aprimoramento e da integração da infraestrutura espacial e das atividades de capacitação voltadas ao processamento e ao uso das ferramentas e dados.

Para valores de 3 a 5, alguns especialistas afirmam que a utilização de satélites estrangeiros não diminui a capacidade do país em investir em tecnologia nacional, nem é excludente, e que o ideal seria o compartilhamento de tecnologias e o desenvolvimento em conjunto com outros países. Outros indicam que, apesar da grande disponibilidade de dados de sensoriamento remoto, aqueles destinados a aplicações mais específicas tem alto custo, podendo inviabilizar projetos nacionais e que o PEB deveria voltar o olhar para essas demandas. Afirmam que satélites estrangeiros refletem os interesses daquelas nações, e assim devem ser os brasileiros; e que o impacto negativo existe e deve ser considerado, mas não deve constituir óbice ao uso da melhor tecnologia disponível no mercado global.

Ressaltam que a questão da recepção de sinais de satélite é tão importante quanto a construção do satélite em si e que os maiores provedores de dados orbitais para ações de análise e monitoramento do território são plataformas desenvolvidas e controladas por outros países, cuja disponibilidade de informações a nível global é benéfica, porém a dependência irrestrita não o é. Apontam que o controle do satélite garante a possibilidade de ajustes e programações voltadas a priorização de demandas nacionais. Dizem que o impacto negativo se dá tanto pelo alto custo de obtenção de imagens satelitais de boa qualidade quanto na não realização de projetos que poderiam beneficiar a sociedade e que a dependência tecnológica se configura historicamente como fator limitante ao desenvolvimento nacional.

Alguns especialistas pensam ser válido o uso de tecnologias estrangeiras visando desenvolver e aprimorar as existentes no país, mas que a questão da dependência de dados de satélite de outras nações é sempre um fator de risco, ampliado com as condições econômicas que o Brasil vem enfrentando nos últimos anos. Alguns afirmam que há insegurança quanto a continuidade das políticas de distribuição de dados das agências espaciais e que a dependência tecnológica e a descontinuidade de programas podem afetar seriamente o país.

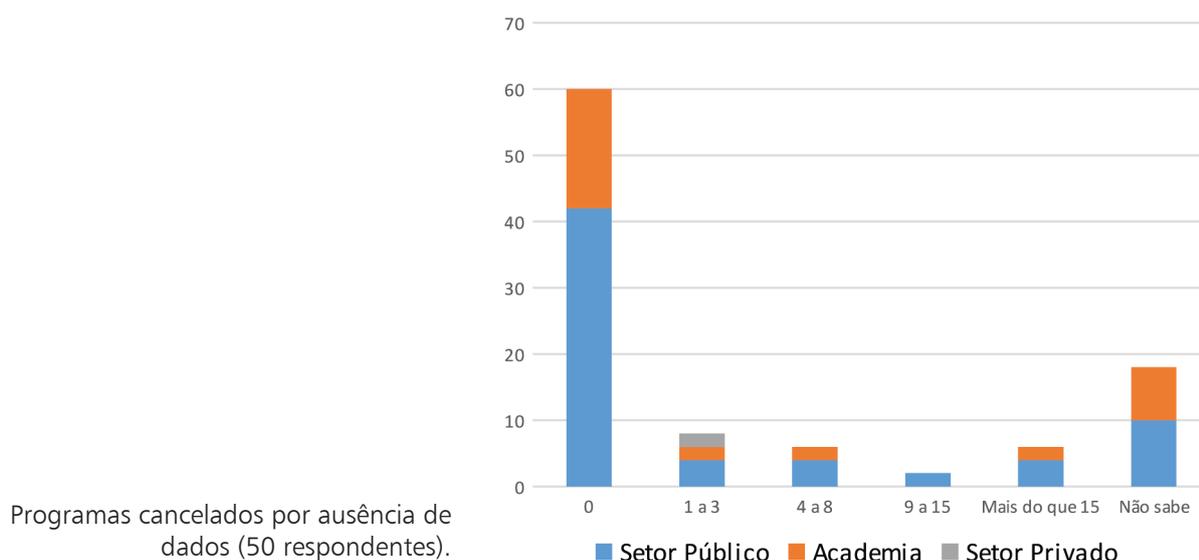
Apontam que a inexistência de satélites menores de baixa órbita dotados de sistemas SAR caracteriza o atraso nacional de um país com dimensões continentais e alta necessidade de monitoramento. Ressaltam que demandas específicas de planejamento e defesa não deveriam ser

atreladas a interesses externos, porém a dependência nos torna reféns dessa realidade, impede novas oportunidades de estudo, formação de pessoal e atendimento a demandas da sociedade, e causa defasagem tecnológica e científica frente às demandas por informações atualizadas e estratégicas que contribuam com a geração de conhecimento e o planejamento de políticas públicas. Segundo alguns, um país sem autonomia na geração de informações relevantes sobre o seu próprio território estará sempre refém de ações de outros países e corporações estrangeiras.

Afirmam não se tratar apenas de garantia de dados básicos, mas também de manter-se à frente tecnologicamente e apto a oferecer produtos inéditos e críticos sobre o território nacional, através de uma nova geração de sensores orbitais, como sensores SAR, hiperespectrais e LIDAR, por exemplo. A amortização de investimentos a longo prazo é compensadora, seja pelo aumento de competitividade indireta no setor privado, ou pelo atendimento a demandas latentes que dizem respeito também a aumento de produtividade.

## 19. PROGRAMAS CANCELADOS POR AUSÊNCIA DE DADOS

Os especialistas indicaram a quantidade aproximada de programas/processos cancelados em sua instituição nos últimos 10 anos, por dificuldade de acesso a dados de sensoriamento remoto orbital compatíveis às necessidades institucionais. Os resultados são apresentados no gráfico a seguir.



Apesar de poucos projetos terem sido efetivamente cancelados, os especialistas explicaram que os cortes de recursos e a carência de pessoal, somados às restrições de capacitação e a priorização de outras atividades muitas vezes resultam em utilização de dados de Observação da Terra por demandas, de forma descontinuada. Além disso, os programas e processos geralmente fazem uso do que está disponível no momento, ainda que não atenda totalmente às necessidades existentes. Assim, muitos projetos não são cancelados, mas não tem os melhores dados disponíveis e acabam sendo atendidos de forma limitada. Citaram que a maioria dos projetos

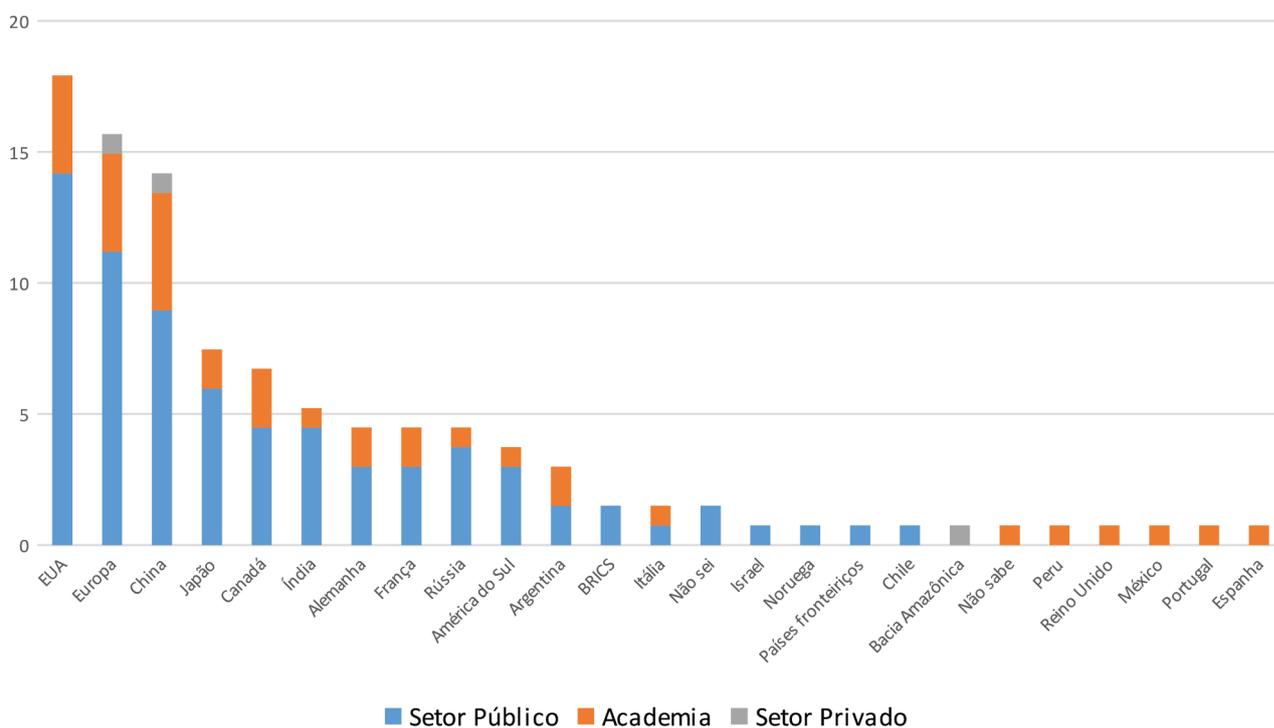
concebidos pelas instituições já tem como prerrogativa a utilização de produtos de satélites de Observação da Terra cuja política de distribuição de dados é gratuita. Acrescentaram que, muitas vezes, já prevendo a dificuldade de acesso aos dados, os projetos nem chegam a ser propostos.

Alguns especialistas apontaram um número razoável de atividades canceladas, principalmente quando a demanda envolvia custos (aquisição de produtos / contratação de serviços) para ser minimamente atendida. Outros citaram graves consequências no âmbito de políticas públicas em execução que precisaram ter parte de suas ações canceladas por ausência de dados, incluindo ações de planejamento territorial e de tomada de decisão.

Especialistas da Academia citaram dificuldades no desenvolvimento de estudos e pesquisas por obstáculos ao acesso a dados compatíveis às necessidades, ao longo das áreas de interesse.

## 20. PARCERIAS ESTRATÉGICAS

Ao longo da 1ª rodada da etapa de consulta formal às instituições nacionais, 53 especialistas identificaram os países com os quais consideram estratégico o estabelecimento de parcerias na área de Observação da Terra, conforme gráfico a seguir.



Parcerias estratégicas para o Brasil no Setor Espacial (134 citações)

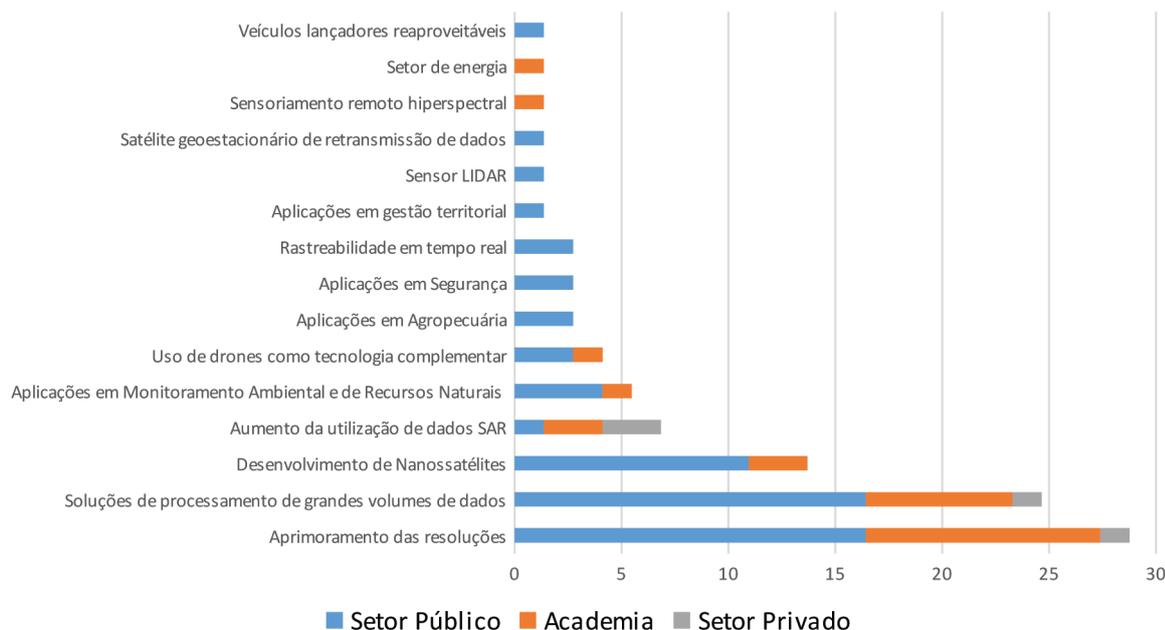
Os especialistas ressaltaram que os países da União Europeia e os Estados Unidos estão na vanguarda do desenvolvimento tecnológico e muito tem a contribuir com o Brasil no setor espacial; que as parcerias internacionais propiciam a redução de custos com infraestrutura e podem estimular o compartilhamento de dados entre países e o desenvolvimento conjunto de aplicações.

Destacam a importância de parcerias com países de dimensões geográficas similares às do Brasil e a possibilidade de transferência de tecnologia radar e de sensores hiperespectrais com países que dominem tais tecnologias. Citam a importância de parcerias com países da América do Sul, induzindo a liderança brasileira no imageamento continental; e também a importância do desenvolvimento conjunto de aplicações com países de áreas fronteiriças e transversais, tais como a floresta Amazônica.

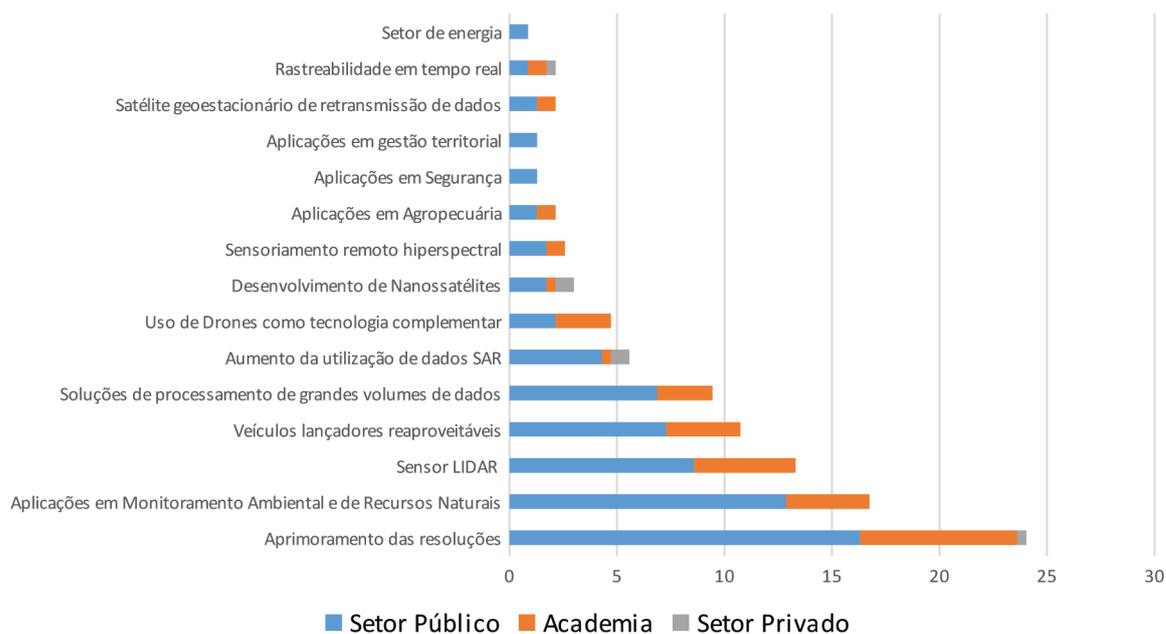
Afirmam que o Brasil sempre será um parceiro estratégico para qualquer outro país, seja pelas dimensões continentais, seja pelas riquezas dos recursos naturais, ou pelo tamanho populacional; que o desenvolvimento de parcerias estratégicas reduz os custos e os riscos associados ao programa espacial e pode trazer benefícios ao país. Mais uma vez, destacam a importância do aprimoramento e da integração da infraestrutura de solo brasileira com a de países vizinhos, bem como a relevância da capacitação voltada ao processamento e ao uso de tecnologias, dados e ferramentas. Sugerem a busca por parcerias com países que enfrentam questões climáticas, ambientais, produtivas e de defesa similares às que o Brasil enfrenta, tais como desertificação, desmatamento, tráfico de drogas e armas, e agricultura.

## 21. PRINCIPAIS TENDÊNCIAS NO SETOR ESPACIAL

A respeito das principais tendências tecnológicas na área de Observação da Terra que devam ser consideradas no planejamento das atividades espaciais, 53 especialistas, ao longo da 1ª rodada, e 64 especialistas, ao longo da 2ª rodada, indicaram suas opiniões, conforme gráficos a seguir.



Principais tendências para o setor espacial – 1ª rodada (73 citações).



Principais tendências para o setor espacial – 2ª rodada (233 citações).

O aprimoramento das resoluções dos sensores imageadores ativos e passivos é apontado, pelos especialistas, como a principal tendência do setor espacial. A área de aplicações também é citada, principalmente no que diz respeito ao monitoramento ambiental e de recursos naturais. Há também a tendência de desenvolvimento de soluções modernas de processamento e distribuição de grandes volumes de dados, o desenvolvimento de pequenos satélites, o aumento da utilização de sensores ativos, e desenvolvimento de sensores do tipo LIDAR (*Light Detection And Ranging*) orbital. Apesar de não estar diretamente ligado ao tema Observação da Terra, o desenvolvimento de veículos lançadores reaproveitáveis também foi citado como tendência.

## 22. SUGESTÕES AO PROGRAMA ESPACIAL BRASILEIRO

A Agência Espacial Brasileira entende que a construção do Programa Espacial Brasileiro deve se dar de maneira colaborativa, a partir de uma maior integração entre os diversos atores envolvidos e diretamente impactados pelas atividades espaciais. Nesse sentido, ao longo da etapa de consulta formal às instituições nacionais, cada especialista respondente teve a oportunidade apresentar sugestões pertinentes às seis áreas de abrangência das atividades espaciais. Para a área de Observação da Terra, as seguintes sugestões foram encaminhadas:

- O PEB deve garantir ao Brasil uma variedade de sensores complementares, de ampla cobertura e contínua disponibilidade, e propiciar uma ampla distribuição dos acervos de dados através de geoserviços, soluções de processamento em nuvem e opção de *download* de imagens;
- O desenvolvimento de tecnologias de compartilhamento por meio de geoserviços é uma melhoria que beneficia diversos órgãos de governo que fazem uso das imagens do Programa CBERS;

- A ampliação das competências tecnológicas do país frente às necessidades de gestão territorial impõe o estabelecimento de parcerias com empresas e/ou países que já detenham tecnologias críticas;
- Torna-se necessário o investimento em capacitação para que não haja subutilização dos produtos e serviços ofertados;
- A principal tendência na área de Observação da Terra é o aprimoramento da resolução espacial e da acurácia posicional, sendo de fundamental importância considerá-la no planejamento de atividades espaciais, evitando o lançamento de satélites que forneçam imagens muito inferiores em relação ao que é fornecido por satélites de ponta;
- Trabalhos acadêmicos apontaram que a relação sinal-ruído dos sensores do CBERS-2B se mostrou pior do que a do Landsat 7, principalmente nas faixas do infravermelho próximo, o que deve ser melhorado nas próximas versões dos sensores;
- A estereoscopia é fundamental para a geração de Modelos Digitais de Superfície. Considerando as dimensões territoriais do país, a compra de MDS para toda a extensão do país é suficiente para custear parte considerável de um satélite de Observação da Terra com sistema sensor óptico de alta resolução espacial e com capacidade estereoscópica;
- A aproximação entre governo e empresas privadas nacionais é de fundamental importância para o aprimoramento tecnológico dos sensores imageadores;
- A faixa espectral do infravermelho médio é fundamental para estudos de solos e de mudanças de uso e cobertura da terra e deve ser contemplada em satélites nacionais;
- Com a crise econômica que atinge o Brasil, os escassos recursos financeiros devem ser adequadamente utilizados. Atualmente, com a disponibilização gratuita de imagens de sensores orbitais óticos e radar, o Programa Espacial Brasileiro deveria investir, principalmente, no desenvolvimento de uma constelação de microssatélites de alta resolução espacial, e radar voltado principalmente à geração de MDEs;
- É preciso considerar uma possível proposição de projeto multinacional no âmbito dos BRICS de desenvolvimento de uma constelação de satélites óticos e radares, com a finalidade de gerar imagens compostas com resolução espacial de 10 metros, presença das principais bandas espectrais (Blue, Red, NIR, SWIR) e resolução temporal de 10 dias em composição (livre de nuvens), com 3 a 5 plataformas para cada um dos componentes (a calcular a partir das especificações técnicas), operando em tandem, com estações de recebimento em todos os continentes, gerando protagonismo dos BRICS neste campo (Rússia e China são capazes de lançar satélites, a Índia tem condições de produzir a baixo custo sensores de alta qualidade e o Brasil poderia servir de plataforma de lançamento, com os possíveis ganhos de aprendizado tecnológico);
- A inclusão de sensores do tipo radar no Programa CBERS, o aumento das resoluções espacial e radiométrica dos sensores nacionais e o desenvolvimento de veículos lançadores reaproveitáveis;

- Sensores hiperespectrais possuem centenas de bandas contíguas, representando a fronteira do conhecimento em sensoriamento remoto, através da capacidade de melhor reprodução do comportamento espectral de alvos e, por conseguinte, a discriminação mais precisa e acurada de elementos químicos, antes apenas identificáveis em laboratório. Trata-se não apenas de qualificar melhor o alvo, mas também quantificá-lo através de imageamentos em larga escala. Dessa forma, num futuro próximo, o monitoramento sistemático de características biofísicas de alvos será pautado não apenas pela geometria do mesmo (resolução espacial), como vem ocorrendo nos últimos anos, mas também pela determinação de quanto do material sob investigação ocorre em determinada área de interesse. Estudos como esse já são conduzidos por meio de sensores aerotransportados no exterior. A sua migração para sensores orbitais através de programas de agências espaciais e governos, como a NASA (Hispiri), JAXA (HISUI), Alemanha (Enmap) e Canadá (HERO) já se encontra em fase final de implementação. No Brasil, existem demandas estratégicas no que se refere ao uso de sensores hiperespectrais para a agricultura, considerando-se principalmente carbono e minerais no solo, degradação de terras, fitossanidade e produtividade de cultivos, tais como pastagens degradadas e doenças em cultivos de larga escala, os quais afetam diretamente políticas públicas de médio longo prazo e sua relação com o mercado internacional. Um país tropical como o Brasil, com extensa área de vegetação, pouco solo exposto e praticamente ausência de rochas, deve desenhar sensores para esse ambiente e não apenas seguir protocolos do sensoriamento remoto orbital de climas temperados. Torna-se imperativo que o Brasil invista no desenvolvimento de sensores de alta resolução espectral. A possibilidade de se ter um satélite de dados hiperespectrais abriria diversas aplicações no campo ambiental, agrícola e na geologia;
- As missões espaciais brasileiras devem privilegiar as aplicações e o retorno econômico para a sociedade. O programa Copernicus é uma excelente referência, sendo voltado para o desenvolvimento de serviços de alto valor agregado;
- Ao definir as órbitas dos satélites, é preciso levar em conta os satélites que já se encontram em operação, garantindo uma melhor resolução temporal quando utilizados em conjunto pelos usuários;
- Seria de extrema importância que o programa CBERS passasse por dois aprimoramentos: inserção de uma banda do SWIR na MUX; e aprimoramento da resolução espacial para atender aos trabalhos em melhor escala;
- A exemplo das imagens Landsat (que podem ser obtidas em formato geotiff - ESDI/GLCF), poderia haver disponibilização de imagens CBERS georeferenciadas para o público em geral. O *download* de imagens prontas para uso em Sistemas de Informação Geográfica facilitaria e incrementaria muito o uso das imagens para análise espacial, principalmente para o público escolar (professores e alunos);
- A Agência Espacial Brasileira deveria apoiar a Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais – INDE.

# ANEXO I – POSSÍVEIS APLICAÇÕES PARA SENSORES ESTRATÉGICOS

SENSORES	APLICAÇÕES	REQUISITOS
1) Ótico de alta/altíssima resolução espacial	Monitoramento das atividades de lavra.	Resolução espacial menor do que 1 metro, resolução espectral incluindo a faixa do SWIR (Short-Wave Infrared), resolução temporal de até 30 dias. Possibilidade de imageamento programável de áreas.
	Monitoramento de biomas.	
	Estudos de Inventário Hidrelétrico de Bacias Hidrográficas, Estudos de Viabilidade de UHE, Análises de empreendimentos de geração de energia e Análise de leilões de energia.	
	Acompanhamento da ocupação do território pelo processo de urbanização e pela reestruturação das áreas urbanas já consolidadas pelo processo de densificação das estruturas edificadas.	Resolução espacial de 0,5 metros, resolução radiométrica mínima de 8 bits, resolução temporal que permita construir um acervo de imagens livre de nuvens com atualização do conjunto do acervo a cada seis meses.
	Monitoramento e Manejo da agropecuária em diversos níveis de detalhe e escala (municipal, microbacias ou fazendas).	Resolução espacial de até 1 m, resolução radiométrica mínima de 8 bits.
	Monitoramento e Fiscalização de Sítios Arqueológicos.	Resolução espacial de 1 metro, resolução radiométrica de 11 bits.
	Regularização fundiária e cadastramento imobiliário na Amazônia.	Resolução espacial inferior à 5 metros em imagem multiespectral e/ou sob condições que permitam a distinção dos alvos de interesse, tais como edificações, cobertura vegetal e corpos d'água.
	Monitoramento e fiscalização do imóveis da União.	Resolução espacial inferior à 5 metros em imagem multiespectral e/ou sob condições que permitam a distinção dos alvos de interesse, tais como edificações, cobertura vegetal e corpos d'água.
	Monitoramento de supressão vegetal, erosões.	Resolução espacial de 0,3 metros com resolução temporal máxima de 30 dias.
	Visualização, diagnóstico e monitoramento da situação primitiva para implantação de linhas férreas, fiscalização e monitoramento.	Resolução espacial de até 30 centímetros, resolução temporal preferencialmente de até 30 dias.
	Monitoramento do avanço de obras, controle de invasões, identificação de erosões, análise de mudança de cenário.	Resolução espacial de 0,3 metros com resolução temporal máxima de 30 dias.
	Monitoramento da região Amazônica.	Resolução espacial de 5 metros, resolução radiométrica mínima de 8 bits, resolução temporal preferencialmente de até 30 dias.
Monitoramento de usos urbanos, de cartografia e monitoramento agrícola.	Resolução espacial de 5 metros, bandas em pancromática, Blue, Red, Nir, Swir 1 (1650nm) com resolução temporal mínima de 15 dias, estereoscopia.	

SENSORES	APLICAÇÕES	REQUISITOS
1) Ótico de alta/altíssima resolução espacial	Mapeamento de áreas urbanizadas e monitoramento da dinâmica de aglomerados subnormais no Brasil.	Resolução espacial de até 1 metro.
	Gestão de impactos ambientais de obras de infraestrutura hídrica (canais, barragens, adutoras)	Resolução espacial de 1 metro, resolução radiométrica mínima de 8 bits, resolução temporal preferencialmente de até 30 dias.
	Monitoramento de barragens e linhas elétricas	Resolução espacial abaixo de 3 metros. resolução temporal preferencialmente de até 30 dias.
	estudos de ecossistemas restritos com melhor definição espacial	Resolução espacial de 2 metros, profundidade radiométrica de 12 bits, e tempo de revisita de 16 dias
	Análise de zonas urbanas, para subsídio às ações de planejamento e gestão em municípios	Resolução espacial mínima de 5 metros, resolução radiométrica mínima de 11 bits, resolução espectral não inferior a quatro bandas nos espectros visível e infravermelho, alta resolução temporal.
	Cadastro urbano multifinalitário	Resolução espacial de 50 centímetros, resolução radiométrica mínima de 8 bits, resolução temporal por demanda
	Monitoramento agrícola	Resolução entre 2 a 5 metros, 8 bits, temporal 15 dias.
	Identificação de processos e fenômenos em escala grande (áreas de risco, assentamentos precários).	Resolução espacial submétrica, resolução radiométrica mínima de 8 (desejável de 11 ou mais), resolução espectral com bandas no swir, resolução temporal de até 30 dias.
	Monitoramento do tráfego em grandes regiões metropolitanas	Resolução espacial inferior a 5 m e resolução radiométrica de 12 bits
	Modelagem ambiental de fenômenos	Resolução de 0,5 cm espacial e temporal de até 1 semana
2) Radar	Monitoramento de áreas com cobertura de nuvens, vegetação, estudo de geologia e feições estruturais.	Resolução espacial menor que 10 m, resolução temporal de 30 dias. Possibilidade de ter imagens programáveis.
	Estudos de Inventário Hidrelétrico de Bacias Hidrográficas, Estudos de Viabilidade de UHE.	Banda P; Resolução espacial de até 2 metros.
	Monitoramento da ZEE.	Constelação, Resolução espacial de até 3 metros, resolução radiométrica 16 bits, resolução temporal diária, bandas X, C.
	Mapeamento de lavouras irrigadas; Monitoramento de índice de umidade do solo.	Resolução espacial de 15-20 metros, resolução radiométrica de 7-8 bits, resolução temporal preferencialmente de 07-30 dias.
	Avaliação de perigo e Risco Geológico.	

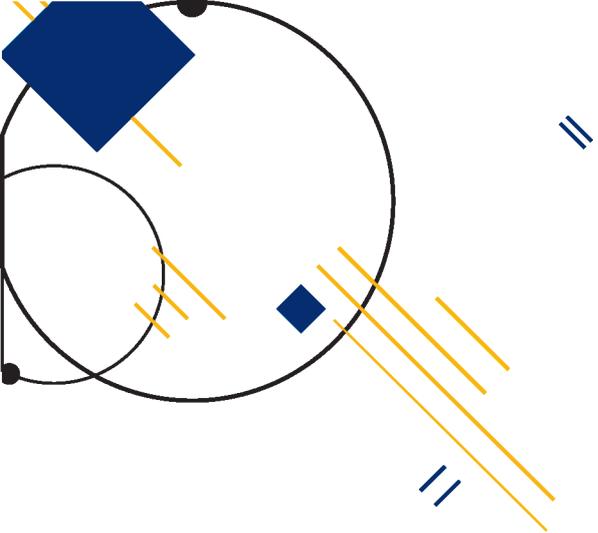
SENSORES	APLICAÇÕES	REQUISITOS
2) Radar	Monitoramento da região Amazônica.	Resolução espacial de 3 metros, resolução radiométrica 16 bits, resolução temporal diária, banda L. Resolução espacial de 30 metros, resolução radiométrica mínima de 8 bits, resolução temporal preferencialmente de até 120 dias. Banda C, resolução espacial de 5m, polarimétrico. Resolução espacial de 50 metros, resolução radiométrica mínima de 8 bits, resolução temporal preferencialmente de até 30 dias. SAR banda L
	Geração de Modelos Digitais de Elevação	
	Monitoramento de desastres naturais	
	Monitoramento da vegetação	Bandas C, L. Varredura.
	Monitoramento de áreas pontuais e extração de detalhes da região Amazônica e da Antártica	Resolução espacial de 5 metros, resolução temporal de até 15 dias
3) Ótico de média resolução espacial	Monitoramento de crédito rural.	Resolução espacial de até 10 m, resolução radiométrica a partir de 10 bits, resolução temporal de até 3 dias.
	Monitoramento de biomas.	Resolução espacial menor do que 10 metros, resolução radiométrica mínima de 8 bits, resolução temporal mensal.
	Estudos de ecossistemas costeiros amazônicos.	Uma banda na faixa espectral do Infravermelho Termal (9 - 10 $\mu\text{m}$ ); Resolução espacial de 60 metros ou melhor. Resolução radiométrica mínima de 12 bits. Resolução temporal de no máximo 30 dias.
	Estudos de ecossistemas costeiros amazônicos.	Uma banda na faixa espectral do Infravermelho médio (1,5 – 1,7 $\mu\text{m}$ ); Resolução espacial de 20 metros ou melhor. Resolução radiométrica mínima de 12 bits. Resolução temporal de no máximo 30 dias.
	Monitoramento de uso das terras do Brasil.	Resolução espacial [10;250]; resolução radiométrica mínima de 8 bits, resolução temporal preferencialmente de até 15 dias.
	Monitoramento da região Amazônica.	Resolução espacial de 30 metros, resolução radiométrica mínima de 8 bits, resolução temporal preferencialmente de até 120 dias. Resolução espacial de 60 metros, resolução radiométrica mínima de 8 bits, resolução temporal preferencialmente de até 30 dias. Resolução espacial de 5 a 60 metros, resolução radiométrica mínima de 8 bits, resolução temporal preferencialmente de até 30 dias. Resolução espacial de 60 metros, resolução radiométrica mínima de 8 bits, resolução temporal preferencialmente de até 30 dias.
	Acompanhamento de desmatamento de Unidade de Conservação.	Resolução espacial de 10 metros, resolução radiométrica mínima de 8 bits, resolução temporal preferencialmente de até 30 dias.

SENSORES	APLICAÇÕES	REQUISITOS
	Monitoramento agrícola nacional.	Resolução espacial de 20 metros, swath de 400 km, bandas em Blue, Red, Nir, Swir 1 (1650nm) e Swir 2.
	Avaliação do meio físico terrestre (semiárido).	Resolução em torno de 60 metros incluindo Banda IR termal.
	Avaliação do meio físico terrestre e costeiro.	Resolução em torno de 20 metros incluindo Banda B (aerossóis marinhos).
	Classificação do uso das terras agrícolas.	Sensores de aproximadamente 10 a 30 m de resolução espacial, resolução radiométrica de 16 bits e temporal de 16 dias.
	Monitoramento agrícola e detecção em tempo real de mudanças na cobertura para diversas finalidades.	resolução de 20m, resolução radiométrica mínima de 8 bits, revisita de 5 dias
	Mapeamento espectral para identificação mineral.	Resolução espacial de no mínimo 10 metros, resolução radiométrica mínima de 8 bits, resolução espectral VNIR (4 bandas + RedEdge), SWIR (no mínimo 6 bandas).
	Monitoramento dos biomas Brasileiros	Resolução espacial de 10 metros, resolução radiométrica mínima de 8 bits, resolução temporal preferencialmente de até 30 dias. Procurar órbitas compatíveis com Landsat e Sentinel (ou outros) para melhorar entre todos a resolução temporal.
	Mapeamento de cobertura vegetal, estudos de estresse hídrico	Melhoria da MUX com alcance na região do infravermelho-médio. Resolução espacial de 20 metros, profundidade radiométrica de 12 bits, e tempo de revisita de 16 dias.
	Monitoramento do uso e cobertura da terra	Resolução espacial de 60 metros, resolução radiométrica mínima de 8 bits, resolução temporal preferencialmente de até 30 dias.
	Monitoramento de áreas irrigadas por pivôs centrais	Resolução espacial mínima de 10 metros, resolução espectral incluindo a faixa do SWIR, resolução temporal preferencialmente de até 30 dias. Resolução espacial de 60 metros, resolução espectral na faixa do Termal, resolução temporal preferencialmente de até 30 dias.
	Monitoramento do Cerrado, mapa de usos da terra	Monitoramento do Cerrado, mapa de usos da terra
	Resolução espacial de 10 metros, resolução radiométrica mínima de 8 bits, resolução temporal preferencialmente de até 30 dias.	Análise e monitoramento do uso e cobertura da terra em municípios, regiões geopolíticas e biomas Resolução espacial mínima de 30 metros, resolução radiométrica mínima de 11 bits, resolução espectral superior a cinco bandas nos espectros visível e infravermelho.
	Elaboração de mapas de cobertura e uso da terra para áreas urbanas e rurais	Resolução espacial de 15 a 30, resolução radiométrica mínima de 8 bits (desejável 12 ou mais), resolução espectral com bandas no SWIR e mais subdivisões na faixa do visível, e resolução temporal de até 30 dias.
	Monitoramento de regiões	Resolução espacial de 10 metros, resolução radiométrica mínima de 8 bits, resolução temporal preferencialmente de até 30 dias.

SENSORES	APLICAÇÕES	REQUISITOS
4) Sensor com boa resolução espectral	Monitoramento da supressão da vegetação para uso alternativo do solo no território nacional.	Resolução espacial de 30 metros (banda 1-7 e 9) e 15 metros (pancromática), resolução radiométrica mínima de 8 bits, resolução temporal preferencialmente de até 16 dias (semelhante ao OLI do Landsat 8).
	Monitoramento de queimadas/desmatamentos na Amazônia.	Resolução espacial de 20 metros ou melhor. Resolução radiométrica mínima de 12 bits. Resolução temporal de no máximo 30 dias. Resolução espacial de 60 metros ou melhor. Resolução radiométrica mínima de 12 bits. Resolução temporal de no máximo 30 dias.
	Mapeamento de lavouras; Monitoramento do índice de vegetação; Detecção de doenças e pragas; Identificação de rotas de escoamento e armazenamento na agropecuária; Análise e acompanhamento produtos da agropecuária.	Resolução espacial de 1-20 metros, resolução radiométrica de 7-8 bits, resolução temporal preferencialmente de 07-30 dias.
	Estimativa de safras	Resolução espacial de 15 metros, resolução temporal de até 15 dias
5) Sensor ótico hiperespectral	Monitoramento da vegetação, associado a aspectos fisiológicos	Resolução espacial < 15 metros.
	Mapeamento geológico de detalhe, de exploração mineral, Mapeamento da vegetação, Avaliação de áreas degradadas, Mapeamento pedológico	Intervalos do visível ao SWIR e infravermelho termal, estreitas (larguras entre 10nm e 20nm) e contíguas
	Monitoramento de lavouras e a supervisão de comprovação de perdas agrícolas	faixas espectrais do azul, verde e vermelho visível, do infravermelho próximo, do infravermelho médio e do infravermelho termal, além de imagens ópticas pancromáticas
	Uso agrícola	resolução espectral cobrindo as regiões do VNIR-SWIR (400-2500 nm), incluindo bandas de absorção de gases atmosféricos para correção atmosférica "on board" e TIR (8-11nm) resolução espacial mínima de 15 m e máxima de 60 m; resolução radiométrica entre 8 e 12 bits, resolução temporal de 5 dias em tandem com outro sensor/ programa do gênero, sendo que para esse seria o tempo de revisita ideal, entretanto, um resolução espacial nativa mínima seria de 10 dias, banda de retrovisada para geração de estereoscopia/MDEs.
	Definição de áreas de interesse na prospecção mineral	Aproximadamente 350 bandas espectrais entre 400 nm e 2500 nm, resolução espectral da ordem de 5 nm, resolução radiométrica mínima de 12 bits, resolução espacial de 20 m ou melhor
	Mapeamentos pedológicos e análises geoquímicas, e coberturas florestais.	Sensor a partir da Faixa do infravermelho 400 a 2400 nm

SENSORES	APLICAÇÕES	REQUISITOS
	Obtenção de índices de vegetação e acompanhamento de culturas.	Equivalente ao sensor MODIS/TERRA (32 bandas). Considerar também o pacote de dados brutos denominado MOD021km que inclui, além das imagens Modis, os MDE e ângulos zenital e azimutal para aplicação na agricultura.
	Monitoramento agrometeorológico; Supervisão de comprovação de perdas; Levantamento e apuração das perdas.	Sistema sensores contendo minimamente as bandas espectrais relativas aos trechos das regiões do Azul, do Verde e do Vermelho visíveis, das regiões do infravermelho próximo, médio e termal, além de uma banda pancromática.
	Mapeamento de lavouras; Monitoramento do índice de vegetação; Detecção de doenças e pragas; Identificação de rotas de escoamento e armazenamento na agropecuária; Análise e acompanhamento produtos da agropecuária.	Resolução espacial de 1-20 metros, resolução radiométrica de 7-8 bits, resolução temporal preferencialmente de 07-30 dias.
	Monitoramento sistemático de características biofísicas de alvos estratégicos para a agricultura brasileira.	Resolução espacial de 15 metros, resolução radiométrica entre 8 e 12 bits, resolução temporal de 5 dias em sincronia com outro sensor/programa do gênero. (JAXA, sensores HISUI e CBERS). A resolução espectral deve possuir 5 bandas no VNIR, incluindo a banda RedEdge e uma de retrovisada para geração de estereoscopia, 6 no SWIR – considerando regiões estratégicas como as responsáveis pela detecção de minerais e uma de absorção de gases atmosféricos para correção atmosférica, e de 3 a 5 bandas no TIR, priorizando a região de 8-11 nm.
6) Alta resolução temporal	Monitoramento de enchentes.	Resolução temporal que permita o imageamento das inundações dos rios federais amazônicos (limites das terras da União), considerando a janela atmosférica da região e as variações sazonais do leito fluvial. Alta resolução espacial.
	Monitoramento e fiscalização do imóveis da União.	Resolução temporal que permita o acompanhamento do uso e ocupação do solo nas áreas adjacentes, áreas pertencentes e imóveis da União.
	Monitoramento da região Amazônica. Especialmente para detecção de Queimadas, Monitoramento de Cerrado e das fronteiras agrícolas	Resolução espacial de pelo menos 20 metros, resolução espectral de pelo menos 4 bandas, resolução temporal de 16 dias.





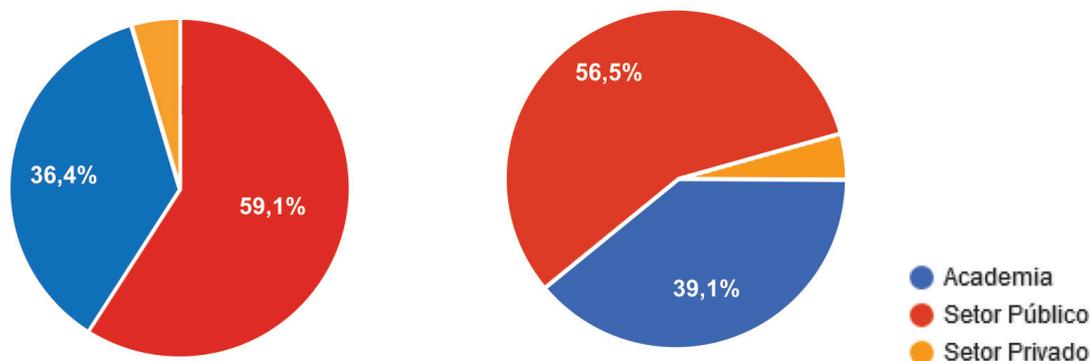
# COLETA DE DADOS

Autora: Fernanda Lins

A área de Coleta de Dados caracteriza-se por atividades de recepção e transmissão de dados, via satélite, oriundos de diversos sensores instalados em estações/plataformas de solo ao longo do território nacional, e que se destinam a diferentes aplicações, tais como meteorologia; defesa civil e gestão de riscos e desastres naturais; agronegócio; transportes; energia; gestão de recursos hídricos; redução de impactos ambientais; dentre outras. As instituições que participaram da primeira etapa de consulta formal (1ª e 2ª rodadas) foram as que se identificaram como usuárias de dados ambientais ou qualquer outro tipo de dados coletados por sensores ao longo do território nacional, ou que apresentam demanda potencial de utilização de serviços de satélites de coleta de dados em atividades atuais e futuras.

## 1. RESULTADOS GERAIS

Os gráficos a seguir apresentam a distribuição dos especialistas das instituições partícipes na área de Coleta de Dados por satélites, durante as 1ª e 2ª rodadas, no âmbito dos setores público e privado e da Academia.



1ª rodada (22 respondentes)

2ª rodada (23 respondentes)

Percentual de especialistas em Coleta de Dados, por setor

Dentre as instituições contempladas nos resultados da 1ª etapa de consulta formal às instituições (1ª e 2ª rodadas), encontram-se:

a) Setor Público (15 instituições):

JBRJ – Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro;

CPEL – Centro de Pesquisas de Energia Elétrica;

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária;

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais;

SUDENE – Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste;

ELETOBRÁS – Centrais Elétricas Brasileiras S.A.;

EPL – Empresa de Planejamento Logístico;

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística;

FUNDACENTRO – Fundação Jorge Duprat Figueiredo, de Segurança e Medicina do Trabalho;

VALEC Engenharia, Construções e Ferrovias S.A.;

CPRM – Serviço Geológico do Brasil;

MCid – Ministério das Cidades;

INFRAERO – Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária;

TRENSURB – Empresa de Trens Urbanos de Porto Alegre;

CHESF – Companhia Hidrelétrica do São Francisco.

b) Academia (16 instituições):

UFLA – Universidade Federal de Lavras;

UFOB – Universidade Federal do Oeste da Bahia;

UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais;

UFAL – Universidade Federal de Alagoas;

UNIFESSPA – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará;

UFBA – Universidade Federal da Bahia;

UFI – Universidade Federal de Itajubá;

UFRN – Universidade Federal do Rio Grande do Norte;

UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina;

UFSCAR – Universidade Federal de São Carlos;

UNIFESP – Universidade Federal de São Paulo;

UFVJM – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri;

UTFPR – Universidade Tecnológica Federal do Paraná - campus Cornélio Procópio

UFC – Universidade Federal do Ceará;

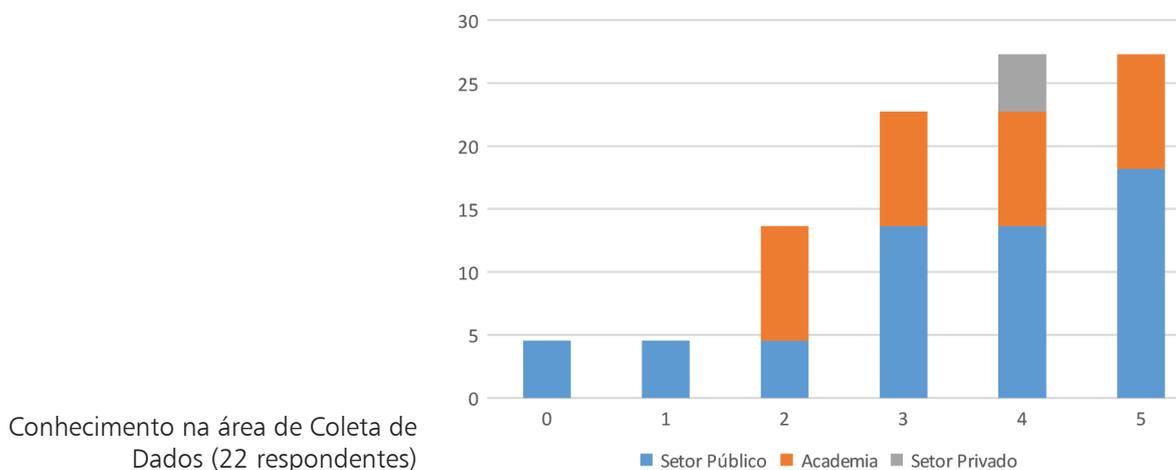
UNIFEI – Universidade Federal de Itajubá;

IFC – Instituto Federal do Ceará.

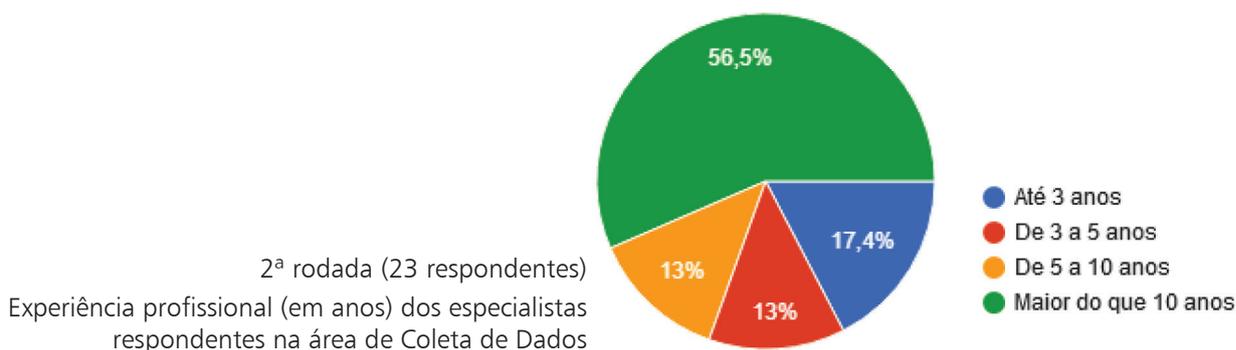
c) Setor Privado (1 instituição):

HEX Tecnologias Geoespaciais.

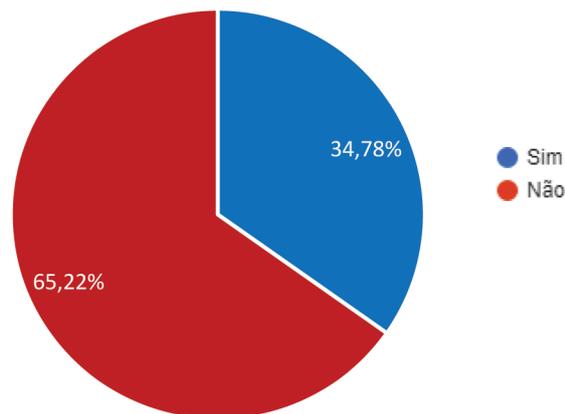
Durante a 1ª rodada da etapa de consulta formal às instituições nacionais, 22 especialistas classificaram o seu conhecimento na área de Coleta de Dados, conforme gráfico a seguir, em uma escala de 0 a 5, onde 0 significa “nenhum conhecimento” e 5 significa “alto conhecimento”.



Ao longo da 2ª rodada, os 23 especialistas respondentes indicaram sua experiência profissional, em anos, na área de Coleta de Dados, conforme gráfico a seguir.

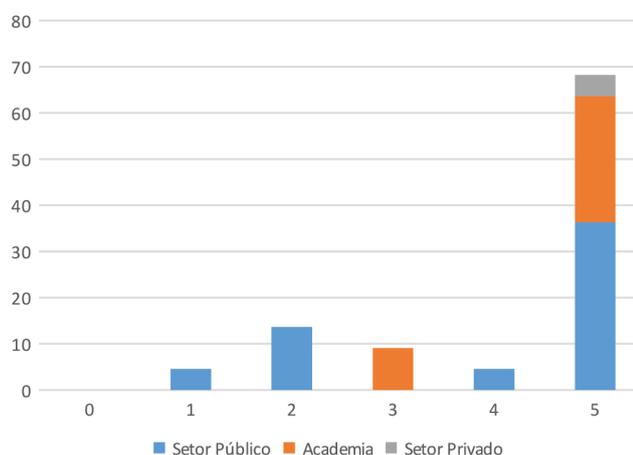


Dentre os especialistas que participaram da 2ª rodada de consulta formal às instituições, 34,8% participaram também da 1ª rodada, conforme gráfico a seguir. Os outros 65,2% haviam sido indicados por suas instituições, porém não chegaram a preencher os questionários durante a 1ª rodada, ou o fizeram em outra área do conhecimento, contribuindo com a área de Coleta de Dados apenas ao longo da 2ª rodada.



Participação dos especialistas respondentes da 2ª rodada na rodada anterior (23 respondentes).

O gráfico a seguir apresenta, segundo opinião de 22 especialistas, a importância de sua participação no planejamento das atividades espaciais nacionais, em uma escala de 0 a 5, onde 0 significa “não importante” e 5 significa “extremamente importante”.



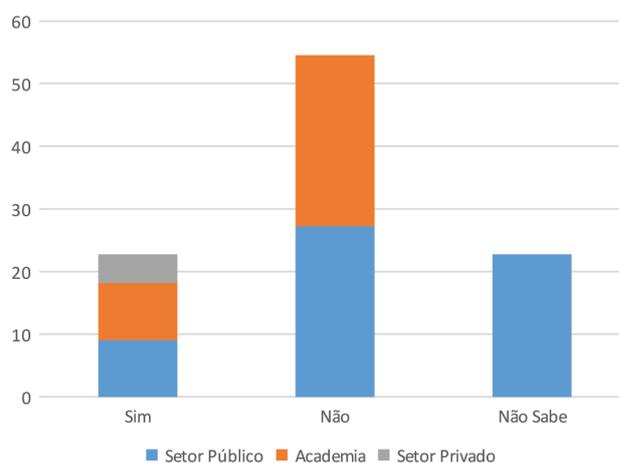
Importância da participação da comunidade de usuários no planejamento das atividades espaciais (22 respondentes)

Para valores de 0 a 2, alguns especialistas afirmaram que utilizam apenas dados secundários provenientes do serviço, diminuindo a importância de sua participação; outros comentam que sua contribuição se limita a indicação de demandas institucionais.

Para valores de 3 a 5, alguns especialistas afirmaram que atividades de gerenciamento de emergências em saúde pública requerem a coleta em tempo real de dados meteorológicos e ambientais, com vistas a prevenir a interrupção do acesso aos serviços e aos produtos de saúde, bem como reduzir os riscos associados à saúde da população brasileira, tornando a sua participação relevante no âmbito do planejamento de atividades espaciais no longo prazo. Outros ressaltam sua responsabilidade na operação do Sistema Brasileiro de Coleta de Dados Ambientais, sendo a evolução deste serviço prestado à sociedade objeto de análise continuada no contexto do planejamento institucional. Uns destacam que algumas atividades institucionais estão relacionadas à manutenção e ao aprimoramento do Sistema Geodésico Brasileiro (SGB), com base também em técnicas espaciais, e que as estações do SGB contribuem para o monitoramento, a calibração e a manutenção de diversas missões espaciais. Finalizam dizendo que as atividades do PEB produzem subsídios (dados e tecnologias) para a realização de atividades institucionais e devem ser planejadas de forma alinhada às necessidades existentes.

Um importante indicador para a AEB no planejamento estratégico das atividades espaciais refere-se a contatos anteriores entre esta agência e as instituições usuárias de produtos e serviços derivados de tecnologias espaciais. Na área de Coleta de Dados, constatou-se um alto percentual (54,5%) de especialistas cujas instituições, até o início do processo de identificação e análise de demandas nacionais ao setor espacial, não tiveram a oportunidade de se reunir com representantes da AEB para um diálogo a respeito de demandas existentes, conforme gráfico apresentado a seguir.

Ocorrência de contato anterior das instituições respondentes com a Agência Espacial Brasileira (22 respondentes)



Os resultados apresentados reiteram a necessidade de um processo contínuo de articulação da AEB com as instituições demandantes e comunidades de usuários, de forma a permitir a construção participativa de Programa Espacial Brasileiro alinhado às demais políticas públicas em andamento e futuras. Espera-se assim que, a partir da criação de uma rede interinstitucional colaborativa, conforme prevê a metodologia adotada, a interação entre a AEB e as demais instituições nacionais seja prioritária ao processo de planejamento das atividades espaciais, visando diálogos permanentes entre as instituições e possibilitando o desenvolvimento de um Programa Espacial Brasileiro mais próximo à sociedade.

## 2. ATIVIDADES INSTITUCIONAIS QUE UTILIZAM SERVIÇOS SATELITAIS DE COLETA DE DADOS

O Sistema Brasileiro de Coleta de Dados (SBCD) entrou em operação em 1993, com o lançamento do primeiro Satélite de Coleta de Dados (SCD-1). Em 1998, foi lançado o SCD-2 e, na sequência, os satélites da série CBERS passaram a integrar o segmento espacial do SBCD, apesar de serem prioritariamente dedicados à Observação da Terra. Os satélites de coleta de dados são responsáveis por coletar e disponibilizar às estações de recepção e processamento os dados oriundos de medições locais realizadas por instrumentos e sensores que equipam as Plataformas de Coleta de Dados (PCDs). O segmento solo do SBCD é composto por mais de 600 PCDs distribuídas pelo território nacional, pelas estações de recepção de Alcântara (MA) e Cuiabá (MT), pelo Centro de Missão de Coleta de Dados, em Natal (RN), e pelo Centro de Controle de Satélites (CCS), em São José dos Campos (SP). Além dos satélites nacionais,

há serviços de redes de telefonia móvel capazes de transmitir os dados obtidos pelas PCDs por meio da tecnologia *General Packet Radio Service* (GPRS) ou pela tecnologia *Global System for Mobile Communications* (GSM). Em locais nos quais não há redes disponíveis, os usuários ainda podem contar com serviços de coleta de dados por satélites estrangeiros: a) em tempo real - através de satélites Geoestacionários (meteorológicos ou de redes privadas) e b) em intervalos de algumas horas - através de satélites de órbita baixa como os do sistema ARGOS.

No Brasil, de acordo com a Política Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais (PNDAE), o planejamento das atividades espaciais deve contemplar as aplicações da tecnologia espacial na solução de problemas nacionais, em benefício da sociedade. Essa diretriz representa e justifica a necessidade do presente estudo no processo de planejamento da política espacial. Ao longo da 1ª rodada de consulta formal às instituições nacionais, 17 especialistas indicaram e detalharam 29 atividades implementadas por suas respectivas instituições que demandam a utilização de serviços satelitais de Coleta de Dados, conforme resumido a seguir:

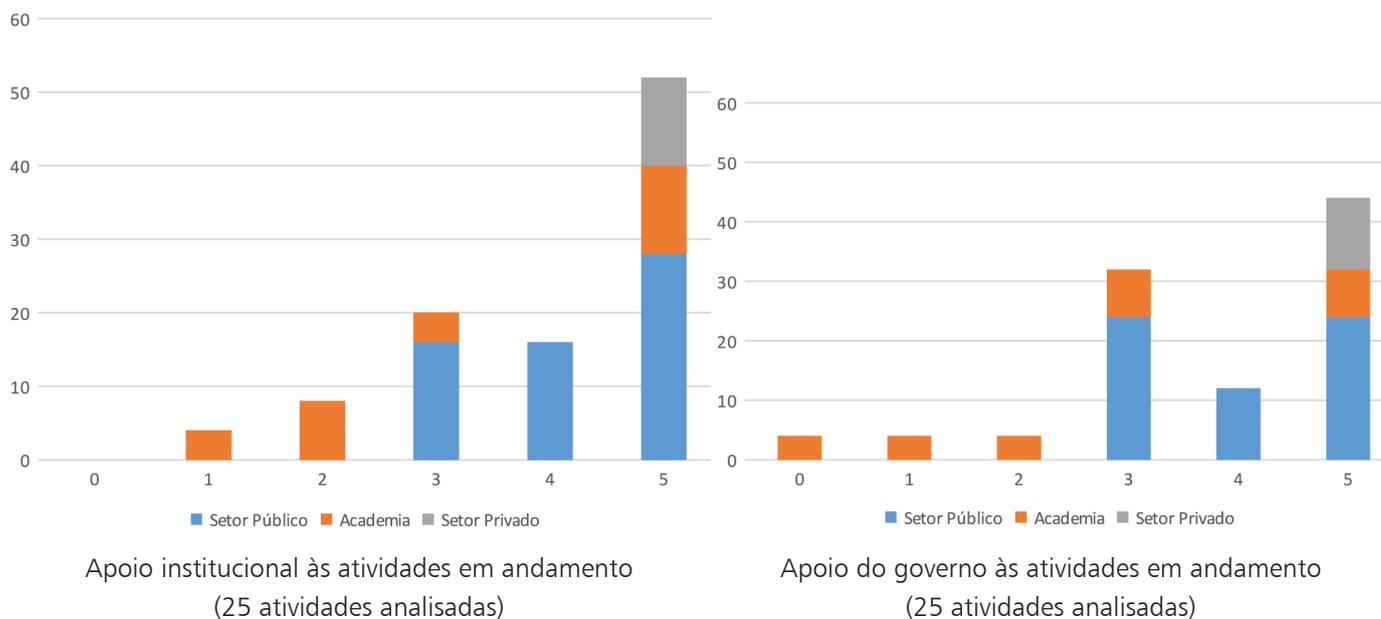
- Projeto de desenvolvimento de sistemas de prevenção de incêndios florestais e monitoramento da cobertura vegetal no cerrado brasileiro, que utiliza imagens e dados ambientais para a prevenção e monitoramento de fogo no cerrado brasileiro;
- Utilização de dados ambientais em aulas práticas;
- Projeto EOxposure - *Tools for Mapping Human Exposure to Risky Environmental conditions by means of Ground and Earth Observation Data* (Ferramentas para o mapeamento das condições de exposição humana ao risco ambiental por meio de dados terrestres e de Observação da Terra), em parceria com instituições europeias e da América Latina para o desenvolvimento de aplicações de monitoramento de epidemias, mapeamento das condições de habitações e controle de desastres naturais;
- Projeto Recursos Naturais e Desenvolvimento Regional - Tecnologias para aquisição e tratamento computacional de dados relacionados a recursos naturais na Amazônia, que organiza e problematiza fontes de dados sociais, econômicos e ambientais; desenvolve e utiliza múltiplos sensores para o monitoramento e avaliação do uso e cobertura da superfície da terra, da atmosfera, da evapotranspiração; realiza modelagem computacional de alterações do uso da terra, da cobertura vegetal, da circulação da atmosfera, dos ciclos hidrológicos, de modelos terrestres e climáticos, de modelos econômicos de equilíbrio geral computável ou de combinação de múltiplos módulos;
- Projeto Geoecologia das paisagens e sistemas geoinformativos, que efetua a gestão de bacias hidrográficas, unidades de conservação e áreas protegidas; desenvolve análise geoambiental em patrimônio natural da Amazônia; e estabelece estudos geoecológicos no espaço urbano;
- Projeto Medidas de parâmetros meteorológicos remotos por torres anemométricas e flutuantes, que realizam medidas de intensidade e direção do vento, radiação solar, temperatura e umidade e as utilizam, dentre outras coisas, para a emissão de alertas quando da ocorrência de ventos com potencial para causar acidentes aeronáuticos e náuticos;

- Projeto derivadores rastreados por satélite, que utiliza instrumentos tanto no oceano como em reservatórios, para estudos da dinâmica das correntes e seus impactos para a dispersão de poluentes e elementos à deriva;
- Estudo da variação de temperatura na baixa estratosfera terrestre, cujos dados são obtidos por meio de balões de sondagem lançados no INPE-CRN pela equipe do LAVAT - Laboratório de Variáveis Ambientais Tropicais;
- Projeto PHiLO - Plataforma Hipersônica de Lançamento Orbital, que trata do desenvolvimento de um lançador de cargas, a partir do CLBI - Centro de Lançamento da Barreira do Inferno, cuja tecnologia baseia-se em um *Light Gas Gun*, semelhante ao Zarabatana (do IEAv - Instituto de Estudos Avançados), onde o sistema de propulsão permanece em solo e, portanto, não é acoplado ao veículo a ser lançado na atmosfera;
- Pesquisa científica, avaliação e monitoramento da flora do Brasil com ênfase nas espécies ameaçadas de extinção e preservação de coleções científicas depositadas em herbários e redes laboratoriais de Institutos de Pesquisas Botânicas;
- Desenvolvimento do Novo Atlas do Potencial Eólico Brasileiro, envolvendo Sensoriamento Remoto aplicado à análise de dados de ventos e outras variáveis para determinar o potencial eólico no território brasileiro (interesse em dados de topografia, comprimento de rugosidade, temperatura, pressão e dados climatológicos);
- Localização de Falhas em Linhas de Transmissão (SINAPE), com sistemas de apoio à análise de perturbações em Redes Elétricas (interesse em dados de queimadas e descargas atmosféricas);
- Programas de Levantamento Rodoviário, Ferroviário e Hidroviário, visando a caracterização dos trechos e suas obras, para fins de estruturação de diagnóstico das vias e estruturação de projetos;
- Processos de previsão do tempo, que utilizam dados ambientais coletados *in situ* por sensores em PCDs meteorológicas e realimentam os modelos de previsão de tempo;
- Estudos de Mudanças Climáticas, que utilizam dados ambientais coletados *in situ* por sensores em PCDs meteorológicas e realimentam os modelos hidrológicos e de desastres naturais realizados pelo grupo de pesquisa em mudanças ambientais globais e desenvolvimento regional: observação do Sistema Terrestre;
- Estudos técnicos sobre a delimitação do Semiárido;
- Atividades relacionadas à formulação de políticas públicas voltadas ao planejamento regional, nas quais dados relativos às questões ambientais e hidrometeorológicas são utilizados como fonte de informação para identificação de políticas que possam contribuir para a solução de problemas territoriais;
- Atividades relativas à articulação com outros agentes públicos voltadas ao diagnóstico territorial, nas quais os dados fornecidos pelo SBCD possibilitam a realização de análises para a proposição de soluções próprias para problemas específicos do território (ex: Planos de desenvolvimento econômico elaborados em parceria com os municípios);

- Rede Maregráfica Permanente para Geodésia (RMPG), cujas estações são equipadas com PCDs responsáveis pela observação das variações do nível do mar e de outros parâmetros ambientais, transmitidas para o Centro de Controle da RMPG na sede do IBGE (RJ) via GPRS e para instituições internacionais via GOES. As informações são utilizadas para o monitoramento temporal e espacial do Datum Vertical Brasileiro (DVB, origem das altitudes do SGB), mas também são disponibilizadas diariamente à Sociedade, beneficiando atividades como gestão portuária, hidroviária e hídrica (controle de dragagem dos portos, hidrovias, e corpos d’água) e estudos climáticos (monitoramento dos impactos das mudanças globais);
- Preparação e resposta aos desastres por inundações;
- Batimetria dos reservatórios das usinas hidrelétricas, com informações de volumes em razão das cotas dos reservatórios.

As atividades listadas não esgotam o potencial de aplicação de serviços satelitais de Coleta de Dados no âmbito das instituições nacionais, mas resumem de forma esclarecedora a maneira através da qual as tecnologias espaciais têm apoiado as atividades nacionais em benefício do país e da sociedade, bem como explicitam os canais por meio dos quais a apropriação dos dados é realizada.

Os gráficos a seguir apresentam o apoio institucional e o apoio de governo às atividades em andamento, segundo opinião de 17 especialistas, em uma escala de 0 a 5, onde 0 significa “nenhum apoio” e 5 significa “amplo apoio”. O apoio institucional diz respeito ao nível de prioridade dada a uma determinada atividade no âmbito da(s) instituição(ões) na(s) qual(is) ela é implementada. Já o apoio de governo corresponde ao nível de prioridade dada pelo governo à atividade desenvolvida pela instituição.



O alto apoio institucional e de governo, segundo opinião dos especialistas, concentra-se em atividades de gestão ambiental; desenvolvimento regional; e gestão de riscos e desastres naturais.

### 3. BENEFÍCIOS DA UTILIZAÇÃO DE SERVIÇOS SATELITAIS DE COLETA DE DADOS

As atividades espaciais geram uma série de benefícios que podem ser sentidos de forma direta ou indireta pela sociedade. A partir das atividades descritas no item 2 do presente relatório, é possível reconhecer a transversalidade das aplicações espaciais, especificamente dos serviços de Coleta de Dados por satélites. Seus impactos se fazem sentir em diferentes setores de atuação do Estado brasileiro e a sua utilização no âmbito de diversas políticas públicas torna-se evidente.

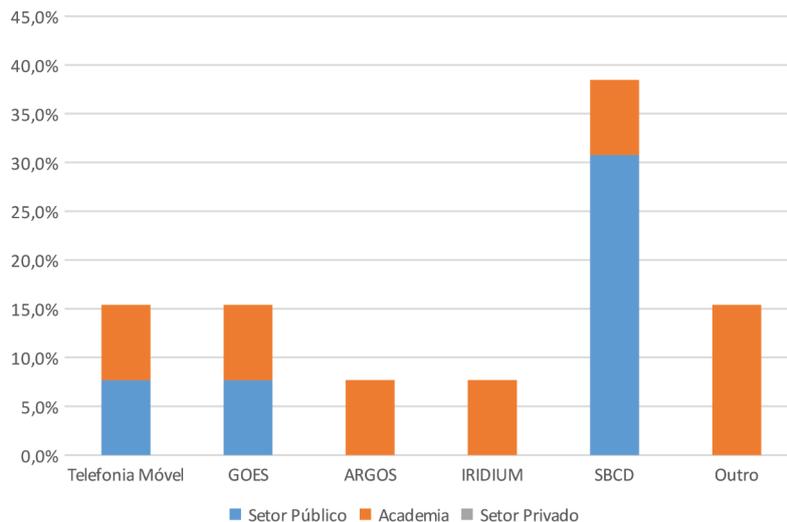
Alguns especialistas listaram os benefícios que os programas/processos/atividades em andamento e que fazem uso de produtos e serviços de satélites de coleta de dados em suas instituições trazem para o país e para a sociedade brasileira, conforme apresentado a seguir:

- Conhecimento da distribuição e conservação da flora brasileira;
- Prevenção da indisponibilidade do acesso da população, local e nacional, aos produtos estratégicos sujeitos ao controle sanitário, incluindo medicamentos essenciais, alimentos, água, equipamentos médico-hospitalares e de serviços de saúde;
- Implementação de políticas públicas para a promoção do desenvolvimento econômico;
- Aprimoramento da gestão portuária, hidroviária e hídrica (controle de dragagem dos portos, hidrovias, e corpos d'água) e estudos climáticos (monitoramento dos impactos das mudanças globais e da elevação do nível do mar);
- Diminuição do número de acidentes de trabalho e preservação da saúde individual e coletiva do trabalhador, a partir do desenvolvimento tecnológico e da ampla divulgação de produtos meteorológicos aplicados ao trabalho, saúde e ambiente;
- Criação de normas e programas mais efetivos na prevenção dos danos à saúde relativos ao calor intenso;
- Avaliação do potencial eólico em sistemas aquáticos, e geração de informações sobre a ocorrência de ventos muito intensos voltados à prevenção de acidentes náuticos e aeronáuticos;
- Aprimoramento de atividades de contenção de manchas de poluentes;
- Auxílio em etapas de salvamento de pessoas ou bens à deriva;
- Acompanhamento do desmatamento na Amazônia e monitoramento de áreas embargadas;
- Capacitação de recursos humanos.

### 4. ATENDIMENTO A PROGRAMAS E PROJETOS NACIONAIS EM ANDAMENTO

Os programas e projetos nacionais em andamento nas instituições partícipes tem sido atendidos por sistemas nacionais e estrangeiros de coleta de dados. Além dos satélites que compõem o SBCD, há serviços de redes de telefonia móvel e serviços de coleta de dados por satélites estrangeiros, tais como os do programa ARGOS e GOES. O gráfico a seguir apresenta o percentual de atividades nas quais esses serviços têm sido aplicados.

Sistemas de coleta de dados utilizados na execução de atividades de programas nacionais, por setor (13 atividades analisadas)



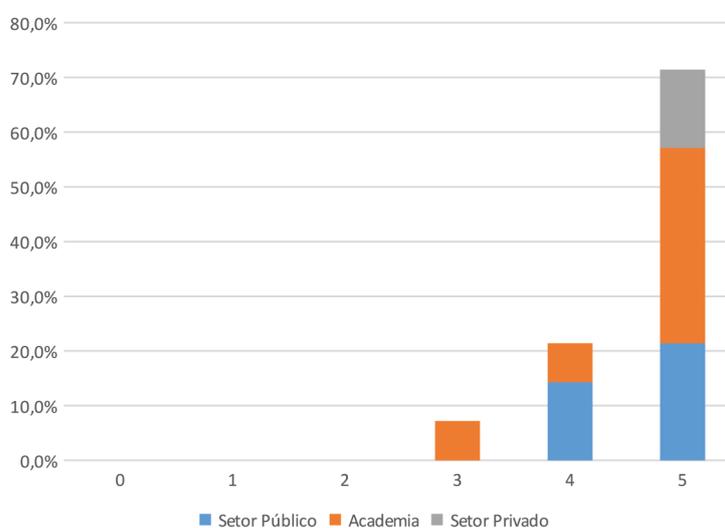
Os resultados indicam a utilização do SBCD em boa parte das atividades analisadas, seguida pelo sistema GOES e por soluções de telefonia móvel. Ressalta-se que a amostra composta por 13 atividades não esgota o potencial de utilização desses sistemas em âmbito nacional.

Os especialistas indicaram as principais deficiências de alguns dos sistemas de coleta de dados utilizados no âmbito de atividades nacionais e contribuíram com algumas melhorias almejadas, conforme mostra a tabela abaixo.

SISTEMA	DEFICIÊNCIA	MELHORIAS
GOES	1) Baixa resolução espacial das imagens multiespectrais, com a observação de que atende bem quanto a periodicidade de transmissão de dados ambientais.	Aprimoramento da resolução espacial de imagens multiespectrais.
ARGOS	1) Baixa e irregular resolução temporal para dados que necessitam de incrementos amostrais mais apurados; 2) Para aplicações que demandam maior refinamento dos dados de posicionamento, o sistema é inadequado.	
SBCD	1) Cobertura; 2) Periodicidade.	Aumento da resolução temporal; Densificação das PCDs, com maior homogeneidade na distribuição geográfica.

Os especialistas indicaram o prejuízo de uma possível interrupção dos serviços de coleta de dados no âmbito das atividades apresentadas, em uma escala de 0 a 5, onde 0 significa “nenhum prejuízo” e 5 significa “grave prejuízo”. Os resultados encontram-se no gráfico ao lado.

Alguns especialistas apontam que a interrupção no recebimento dos dados em tempo real inviabiliza a aplicação operacional dos mesmos. Outros afirmam que a interrupção



Prejuízo da interrupção dos serviços de coleta de dados no âmbito das atividades de programas nacionais, por setor (14 atividades analisadas)

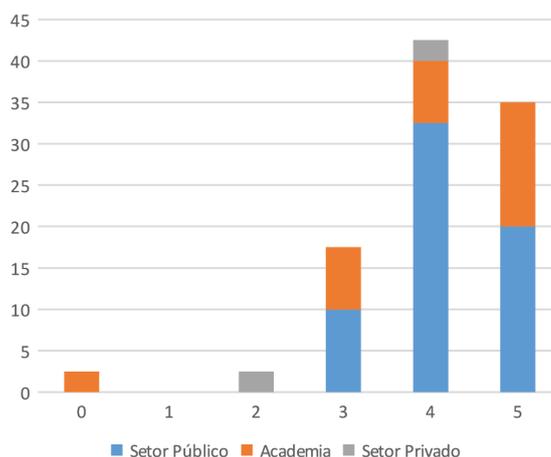
dos serviços impede a atualização de dados no âmbito de programas e projetos e prejudica a implementação adequada de políticas públicas diferenciadas.

A análise dos resultados indica a importância dos serviços satelitais de coleta de dados no âmbito das atividades nacionais em andamento, e o impacto negativo de sua interrupção, podendo causar prejuízos aos programas e, conseqüentemente, à sociedade brasileira.

Um total de 40 instrumentos/sensores foram citados no detalhamento das atividades institucionais elencadas ao longo da 1ª rodada. Dentre eles, encontram-se câmeras multiespectrais e pancromáticas, anemômetros sônicos, radiômetros, sensores de umidade e temperatura, estações contínuas de sistemas globais de navegação por satélites, sondas de coleta de dados por meio de balão, acelerômetros, sensores de nível d'água via radar e encoder, câmeras Geotags (que atribuem coordenadas geográficas às fotos), sensores de batimetria em navios, dentre outros.

Os especialistas indicaram a suficiência dos dados fornecidos por esses instrumentos e sensores, em uma escala de 0 a 5, onde 0 significa “não atende à demanda” e 5 significa “atende totalmente à demanda”. Os resultados encontram-se no gráfico a seguir.

Suficiência dos dados fornecidos pelos instrumentos/sensores utilizados no âmbito das atividades de programas nacionais, por setor (40 instrumentos analisados).

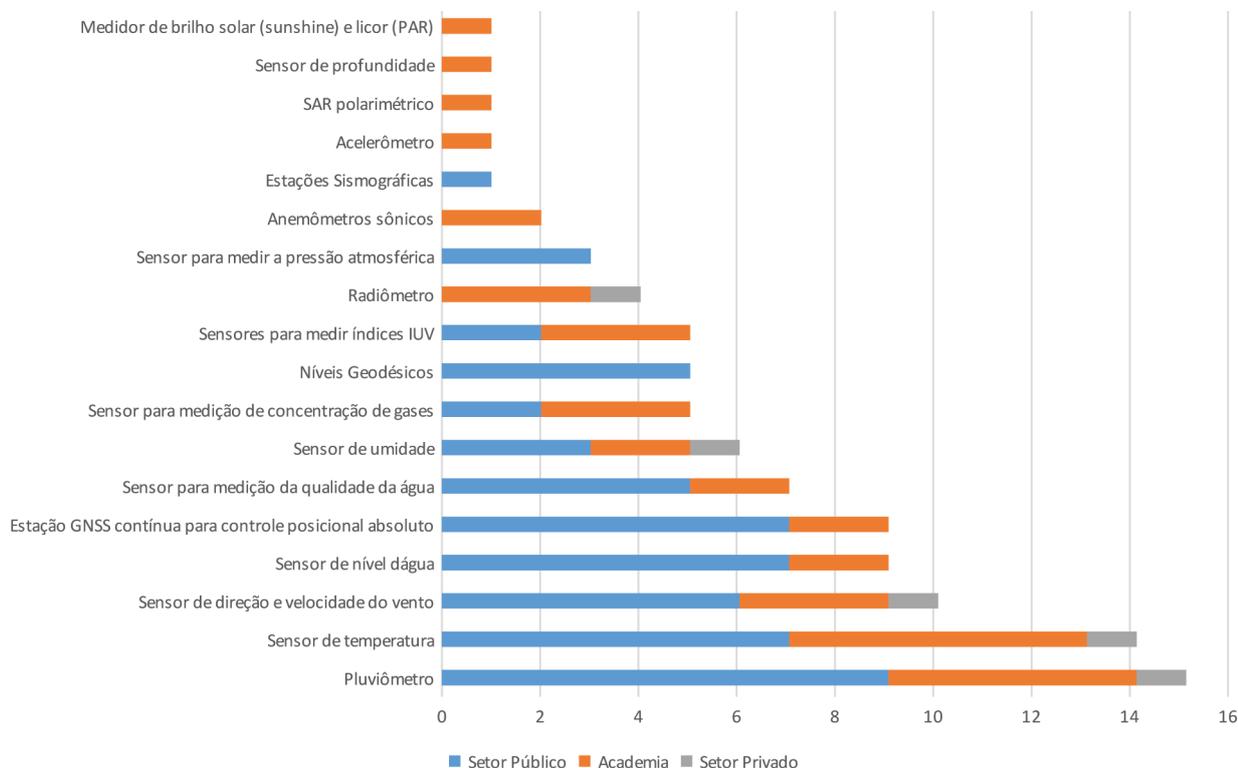


Especialistas destacaram, em alguns casos, a importância da cobertura de dados sobre todo o território nacional; a necessidade de medições em maiores altitudes; e a relevância da continuidade do fornecimento e do acesso aos dados. Sugeriram uma maior homogeneidade na distribuição geográfica das PCDs e a integração de diferentes fontes de dados. Um especialista ressaltou que a densidade de estações maregráficas operando permanentemente ao longo do litoral brasileiro, por exemplo, é insuficiente para os programas em andamento.

A maior parte dos especialistas entende que uma maior periodicidade dos dados em cobertura nacional traria benefícios aos programas e projetos implementados.

Com base nessas considerações, é possível verificar que, em geral, os instrumentos e sensores utilizados no âmbito dos projetos citados fornecem dados suficientes para as análises que se fazem necessárias, mas, no entanto, a cobertura dos dados fornecidos e a dependência de sistemas de coleta de dados torna-se fator limitante, quando estes não são capazes de atender aos requisitos mínimos de operação.

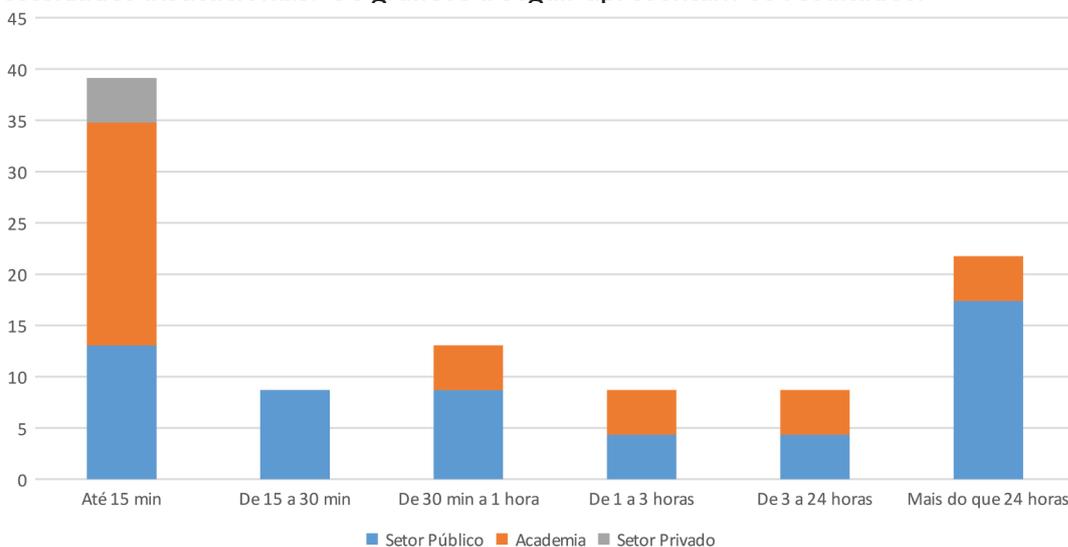
Durante a 2ª rodada da etapa de consulta formal às instituições nacionais, 23 especialistas selecionaram até 5 sensores prioritários que devam equipar uma Plataforma de Coleta de Dados no atendimento às principais demandas nacionais, conforme gráfico a seguir.



Sensores prioritários para compor as PCDs (99 seleções).

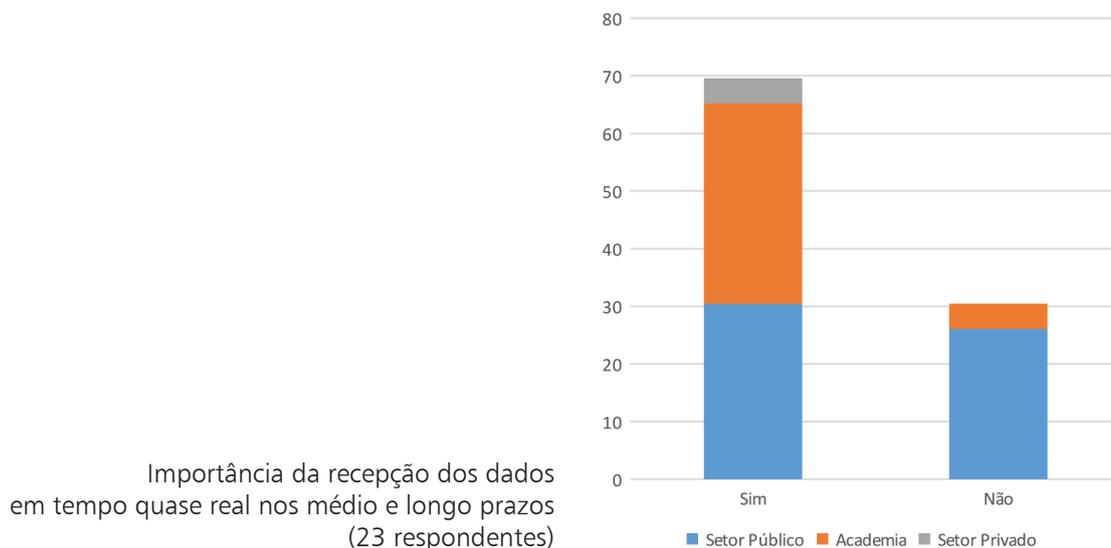
Como pode ser verificado, os seis tipos de sensores mais utilizados no âmbito das instituições partícipes são pluviômetros, sensores de temperatura, direção e velocidade do vento, nível d'água, receptores GNSS, e sensores para a medição da qualidade da água.

Os especialistas contribuíram, ainda, indicando a periodicidade mínima de recepção dos dados e informando se a transmissão/recepção de dados em tempo quase real é importante para a instituição nos médio e longo prazos. Apontaram, ainda, a cobertura de serviço desejada, com base nas necessidades institucionais. Os gráficos a seguir apresentam os resultados.



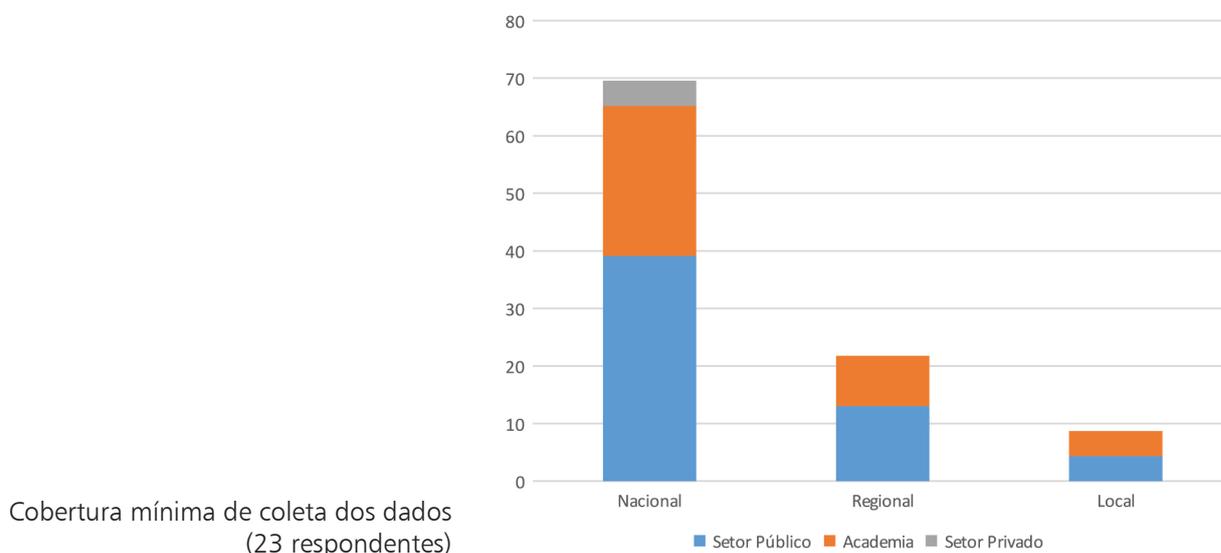
Periodicidade mínima de recepção dos dados (23 respondentes)

Alguns especialistas ressaltaram que quanto menor a partição (média de 5 minutos de medidas realizadas a cada 5 segundos), maiores são as possibilidades de análise mais eficiente de constituintes atmosféricos ao longo do dia. Um especialista comentou da importância de se compatibilizar o tempo de observação meteorológica aeronáutica METAR em aeroportos; outro informou que uma maior periodicidade é importante para caracterizar adequadamente o nível de variabilidade da energia gerada por fontes renováveis.



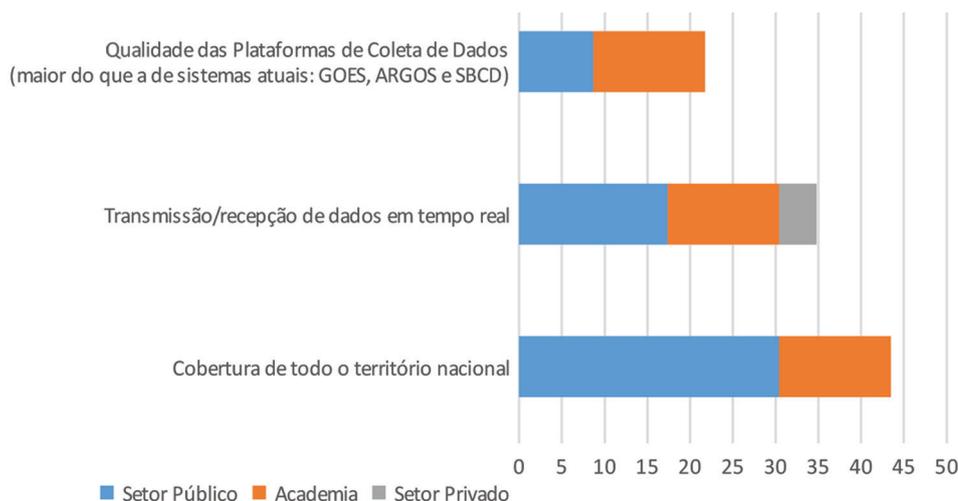
Exemplos da necessidade de recepção de dados em tempo quase real são os de atendimento a operações aéreas, que precisam de segurança, regularidade e confiabilidade de informações meteorológicas voltadas a clientes da aviação nacional e internacional; e de monitoramento de parâmetros em processos de gestão de riscos, desastres e condições climáticas severas.

Um especialista sugeriu que técnicas de estimativa e previsão dinâmica como as de aprendizado de máquinas pode prever a curto prazo a demanda de determinada informação relevante a várias áreas e disponibilizar localmente uma série de informações climatológicas, como temperatura, precipitação, umidade e radiação, com seus níveis energéticos.



No âmbito da cobertura regional, destacam-se as operações aéreas, enquanto que em cobertura nacional, prioritária a maior parte das instituições, as aplicações indicadas pelos especialistas referem-se a operações de gestão de risco e desastres, previsão do tempo, monitoramento climático e saúde.

Os especialistas selecionaram, ao longo da 2ª rodada, uma característica a ser considerada de forma prioritária na modernização de um sistema nacional de coleta de dados voltado ao atendimento de demandas nacionais. Os resultados podem ser vistos no gráfico a seguir.



Característica prioritária de um sistema nacional de coleta dos dados (23 respondentes)

De uma maneira em geral, os especialistas afirmam que a qualidade da informação disponibilizada aos usuários se encontra diretamente relacionada ao atendimento adequado desses três parâmetros.

## 5. DEMANDAS FUTURAS NA ÁREA DE COLETA DE DADOS

De acordo com a PNDAE, as ações governamentais na área espacial devem ser organizadas através de programas, de forma a garantir que os resultados almejados se materializem em benefícios concretos para a sociedade brasileira. Como consequência, os programas e os projetos futuros deverão considerar todos os segmentos necessários para garantir o efetivo acesso do usuário final aos produtos e serviços gerados, bem como deverão considerar a disponibilidade de meios para a plena utilização das novas informações disponíveis.

Durante a 1ª rodada da etapa de consulta formal às instituições nacionais, 7 especialistas indicaram 8 possíveis atividades futuras, no âmbito de sua instituição, que dependerão de dados coletados *in situ*. São elas:

- Coleta e análise de informações meteorológicas (temperatura, direção de vento, chuva, pressão, umidade) para modelagem de mudanças climáticas;
- Mapeamento de materiais a partir da abordagem hiperespectral;

- Desenvolvimento de PCDs para projeto PHiLO (um dos interesses no desenvolvimento do projeto é a obtenção de dados sobre parâmetros de voo do veículo a ser lançado pelo *Light Gas Gun*, a ser montado no CLBI);
- Estudos no âmbito do desenvolvimento regional, com foco no potencial eólico da área de interesse (séries históricas relacionadas à questão eólica: direção dos ventos, velocidade, etc.);
- Articulação/proposição de políticas específicas que levem em consideração o potencial eólico da Região Nordeste;
- Articulação/participação em comitês que tratem de questões relativas ao meio ambiente;
- Estudos de inventário e viabilidade de usinas hidrelétricas (edições de níveis d'água de rios e da quantidade de precipitação - os níveis dos rios são medidos por réguas ou por linígrafos, com precisão centimétrica, e os dados de chuva são medidos por pluviômetros ou pluviógrafos);
- Estudos de Inventário e Viabilidade de Usinas Eólicas (dados de ventos);
- Estudos de Inventário e Viabilidade de Usinas Fotovoltaicas (dados de radiação solar).

Sobre tendências na área de aplicações de serviços de coleta de dados, 14 especialistas contribuíram com suas opiniões, conforme resumido a seguir:

- Modelagem de dinâmica de paisagem (simulação de mudanças do uso e cobertura do solo e suas aplicações para a avaliação ambiental e o planejamento regional);
- Agricultura de alta precisão (mapeamento de áreas específicas de lavouras a serem feitas as colheitas; precisão na aplicação de pesticidas, diminuindo custo e impacto ambiental; e controle ambiental de áreas de reserva);
- Monitoramento de centros urbanos (monitoramento de ameaças naturais, tais como terremoto, enchentes, deslizamento de encostas e demais ameaças; monitoramento de área construída para fins de aplicação de taxas e impostos e para fins de elaboração de Plano Diretor Estratégico para cidades);
- Monitoramento e controle de epidemias (doenças transmitidas pelo *Aedes Aegypti*, tais como febre amarela, zika, dengue, chikungunya);
- Auditoria em obras de médio e grande porte (área construída, terraplanagem, previsão de atrasos, utilização excessiva de materiais);
- Mapeamento de materiais, prospecção mineral, estudos mais avançados da cobertura vegetal;
- Vigilância;
- Estudos temáticos para o semiárido (análises espaciais relativas aos recursos hídricos; desertificação, potencial eólico e infraestrutura urbana);
- Monitoramento das Ondas de Calor (OC) e cálculo do Índice de Bulbo Úmido - Termômetro de Globo (para o caso das PCDs neste tipo de aplicação, é necessária a existência de sensores

para observação da temperatura do ar, umidade relativa do ar, velocidade e direção do vento e radiação solar);

- Rastreamento de embarcações pesqueiras;
- Rastreamento de cargas sensíveis e perigosas;
- Monitoramento de áreas com risco de desastres naturais (parâmetros ambientais que são indicativos de risco de deslizamentos em costas, inundações, enchentes e alagamentos);
- Monitoramento de sinalizadores náuticos (funcionamento do sistema de sinalização náutica espalhado em águas interiores e na costa brasileira).

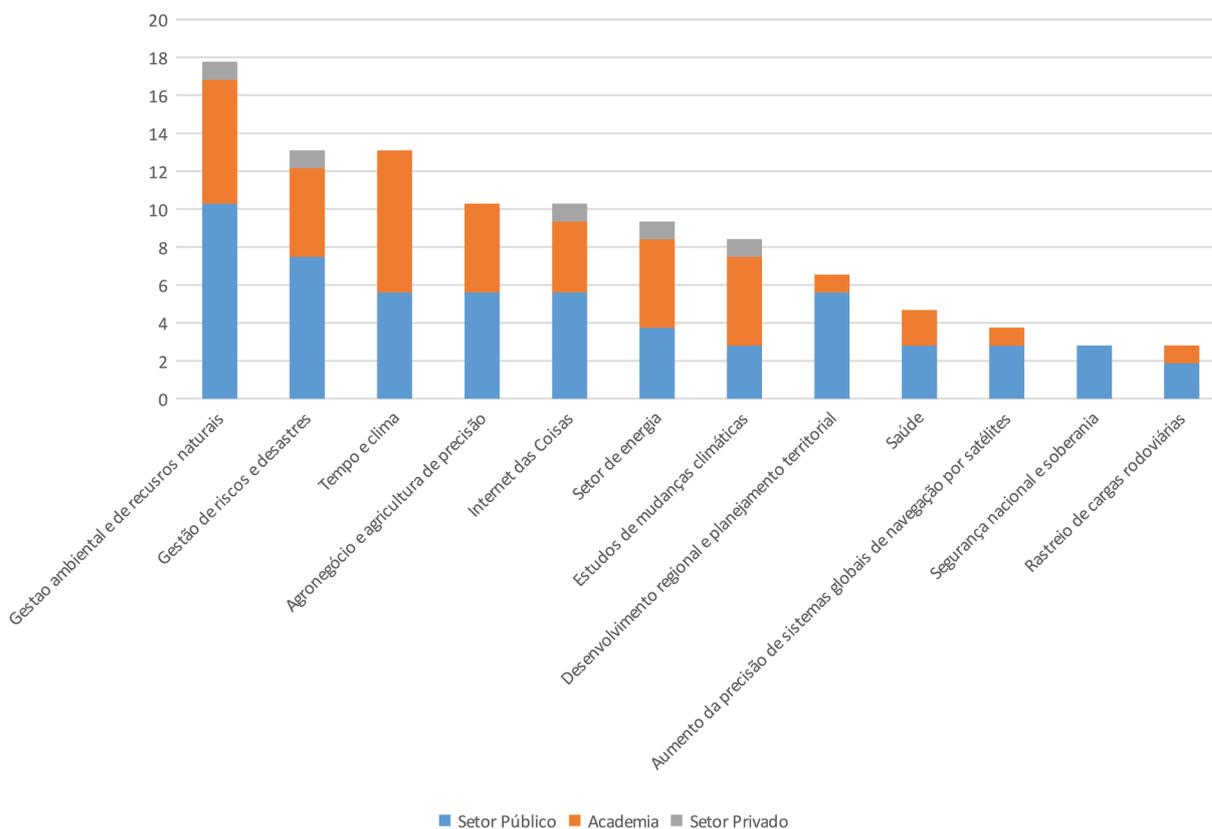
Alguns especialistas apontaram demandas potenciais de suas instituições, isto é, processos que ainda não utilizam serviços satelitais de coleta de dados, mas podem vir a utilizar, conforme detalhado a seguir:

- Estações de coleta de dados meteorológicos e hidrológicos, cujos dados são resgatados periodicamente de forma manual por operadores (a inserção operacional dos dados passa necessariamente pelo seu recebimento em tempo real);
- Estações climatológicas em Natal e Caicó, fundamentais para estudo da Caatinga e cuja automatização beneficiaria projetos e pesquisas;
- Registro de ocorrência e coleta de espécimes botânicos, provenientes de todos os Biomas do Brasil;
- Dados coletados para estudos específicos de segurança e saúde do trabalhador, tais como temperatura, umidade, vento, radiação, etc.;
- Medições de níveis d'água de rios, realizadas em estudos de inventário ou viabilidade de empreendimentos hidrelétricos.

Dentre os especialistas consultados ao longo da 1ª rodada, 9 indicaram a possibilidade de ampliação da utilização de PCDs nos próximos 10 anos, conforme resumido a seguir:

- Ampliação do número de plataformas para aplicações em agricultura de alta precisão, monitoramento de centros urbanos (riscos e desastres naturais), monitoramento e controle de epidemias oriundas de transmissores como o *Aedes Aegypti* e auditoria em obras de médio e grande porte;
- Densificação das PCDs para a continuidade dos projetos de pesquisa aplicada e ampliação do uso das informações a partir de dados secundários pelas instituições nacionais;
- Possível utilização de PCDs para o monitoramento do Índice de Bulbo Úmido-Termômetro de Globo (IBUTG).

Ao longo da 2ª rodada, 23 especialistas selecionaram as principais tendências na área de aplicações de serviços satelitais de coleta de dados para os próximos 20 anos. Os resultados encontram-se no gráfico a seguir.



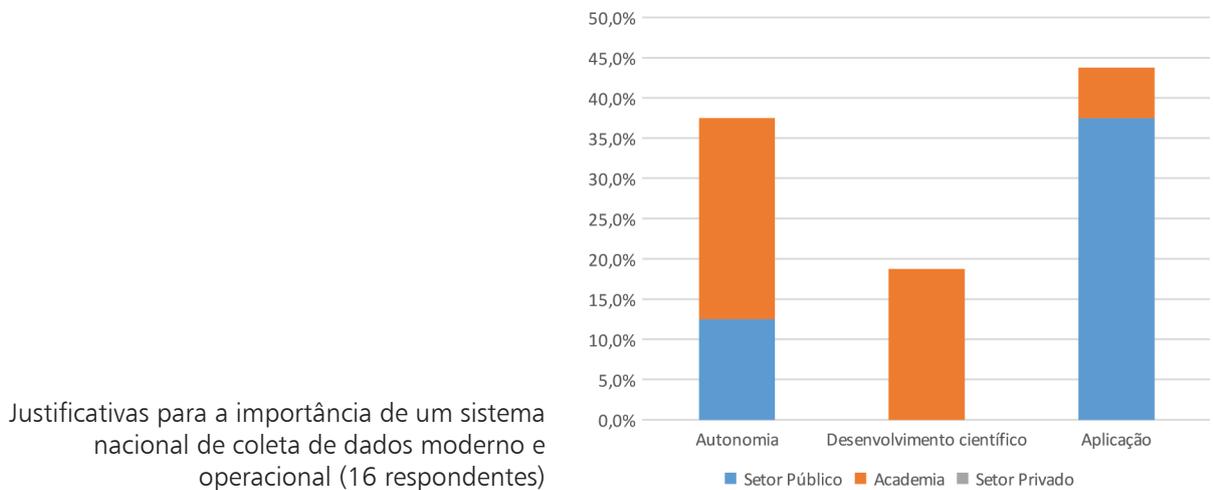
Principais tendências na área de aplicações de serviços satelitais de coleta de dados para os próximos 20 anos (110 seleções)

Alguns especialistas indicaram também sua opinião a respeito de tendências tecnológicas ao setor espacial, sendo as principais a utilização de nanossatélites para sistemas de coleta de dados, com transponder inteligente para o armazenamento e o processamento de mensagens a bordo, utilizando mineração de dados e *machine learning*; o aumento da periodicidade de transmissão de dados (tempo real ou quase real); cobertura do mar territorial brasileiro; autonomia de acesso ao espaço; e tecnologias de realidade virtual que apresentem e contextualizem as atividades espaciais para os profissionais das instituições nacionais, fortalecendo a AEB.

## 6. SISTEMA BRASILEIRO DE COLETA DE DADOS AMBIENTAIS

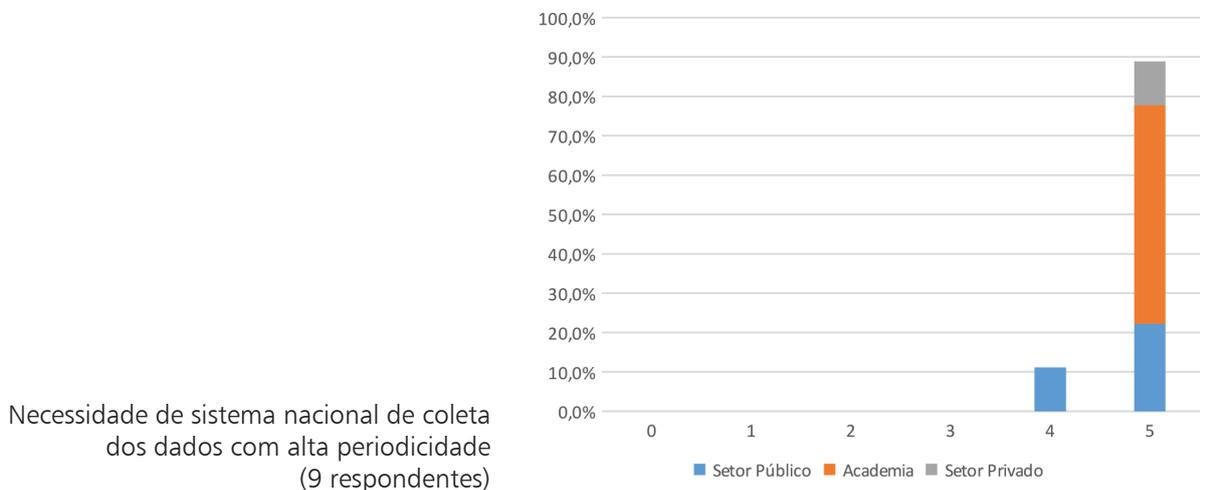
A necessidade cada vez maior de dados ambientais e hidrometeorológicos demanda melhorias e ampliação da capacidade de geração e retransmissão de dados do SBCD. Atualmente, alguns dados chegam a ser retransmitidos a cada 100 minutos durante o dia. A performance dos satélites de órbita baixa depende da localização das estações de recepção e das plataformas de coleta de dados, comprometendo o desempenho do sistema em regiões distantes. Ao mesmo tempo, a utilização de outros sistemas, tais como redes de telefonia móvel, para garantir dados com maior frequência e de forma complementar, nem sempre atende às necessidades do usuário. A utilização de satélites geoestacionários ou constelações de nanossatélites tem se mostrado uma boa opção para usuários que precisam de dados em tempo quase real.

Ao longo da 1ª rodada, 16 especialistas consideraram ser muito relevante o desenvolvimento de um sistema nacional de coleta de dados moderno e operacional. As justificativas apresentadas por eles apresentam-se distribuídas conforme gráfico a seguir.



Conforme pode ser verificado, a maior parte dos especialistas acredita que um sistema nacional traz a ampliação dos serviços necessários ao desenvolvimento do país; aumenta a capacidade de gestão, de fiscalização e de resposta ao longo do território nacional; permite o acompanhamento da evolução tecnológica na área de aplicações; favorece a padronização de procedimentos e a eficiência operacional; e enriquece o desenvolvimento científico, principalmente voltado ao monitoramento ambiental. Outros reforçam que um sistema nacional propicia independência tecnológica na área; garante a continuidade do fornecimento do serviço; e aumenta a capacidade do país na utilização de tecnologias espaciais na solução de problemas nacionais.

A respeito do desenvolvimento de solução nacional que permita a transmissão de dados de campo em tempo quase real e com alta disponibilidade do serviço, 9 especialistas classificaram a necessidade nacional em uma escala de 0 a 5, onde 0 significa “desnecessário” e 5 significa “muito necessário”.



Segundo os 9 respondentes, a obtenção de dados meteorológicos e ambientais em tempo real facilitaria a implementação e o aprimoramento de aplicações críticas como a gestão de riscos e desastres naturais; e representaria um avanço tecnológico estratégico para o país, diminuindo a dependência de soluções externas. Ressaltam a importância da recomposição do sistema de satélites de coleta de dados, que já ultrapassaram a sua vida útil, e a relevância de uma densificação das PCDs.

Ao longo da 1ª rodada, 7 especialistas apontaram sugestões para a complementação ou reestruturação do SBCD, conforme resumido a seguir:

- Planejamento antecipado de um regime de órbitas ou combinações de satélites que assegurem alta resolução temporal na recepção e transmissão dos dados (tempo quase real);
- Transformação do SBCD em uma constelação de nanosatélites, tecnologia relativamente barata, de domínio nacional; e que pode ser embarcada em um futuro veículo lançador nacional;
- Criação de sinergia entre os órgãos responsáveis pelo SBCD e as universidades federais, para que estas participem do processo de desenvolvimento de tecnologias, visando a capacitação de recursos humanos que futuramente trabalhem no sistema;
- Unificação das plataformas de distribuição.

Somente 4 especialistas manifestaram-se quanto ao acesso aos dados coletados por PCDs nacionais e disponibilizados através do SBCD. Afirmaram que a plataforma online consegue distribuir os produtos solicitados pelos usuários e que a resposta é consideravelmente rápida. Sugerem um maior investimento em PTTs (Plataformas Terminais Transmissoras) homologadas para o SBCD, de modo a ampliar a sua utilização.

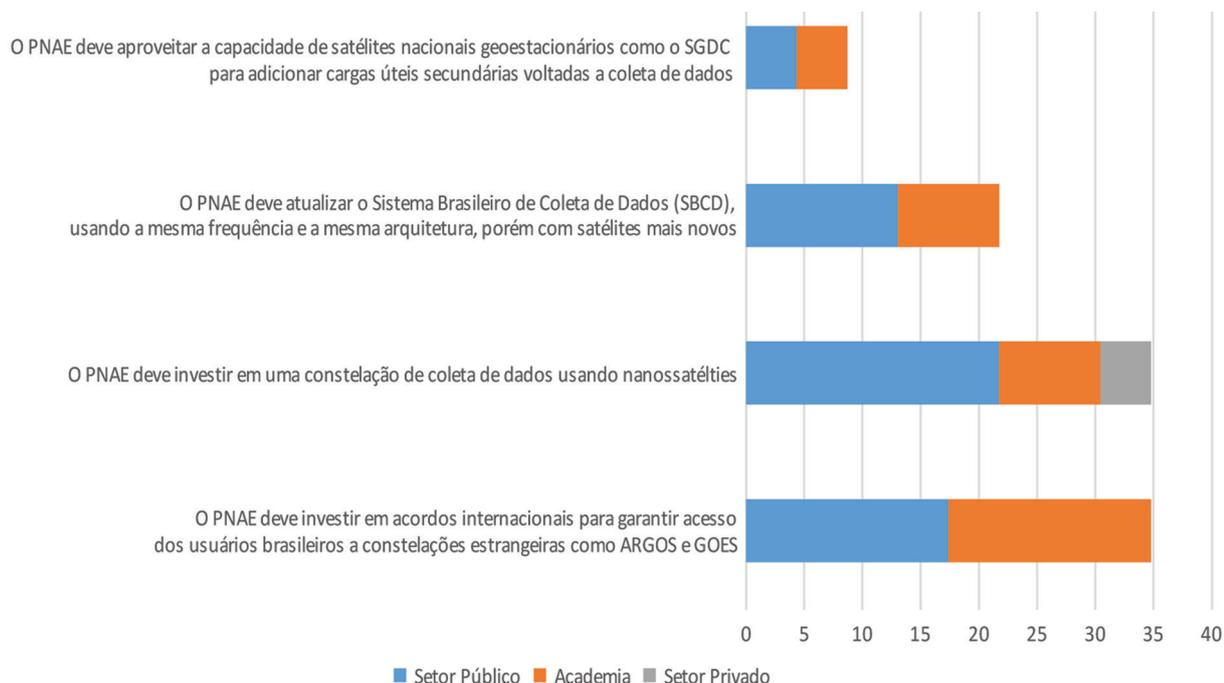
Algumas relevantes considerações dos especialistas encontram-se a seguir:

- A dependência de satélites estrangeiros dificulta a obtenção de dados e, muitas vezes, tem como consequência a generalização de informações regionais, uma vez que satélites estrangeiros são projetados para atender, prioritariamente, suas próprias necessidades;
- Importante considerar o legado científico e tecnológico que o desenvolvimento de um sistema satelital próprio, moderno e operacional, propicia;
- É necessário investir na consolidação de uma cultura de utilização de sistemas nacionais;
- Devem ser concebidas políticas públicas que definam estratégias de parcerias público-privadas e cooperações internacionais para o setor espacial;
- A gestão da vasta extensão territorial do país e da diversidade de recursos naturais demanda o uso integrado de tecnologias, em um sistema caracterizado pela complementariedade, composto por diferentes satélites e sensores em solo;
- A dependência de satélites estrangeiros é um risco à segurança e autonomia do país;
- Caso o Brasil não apresente solução nacional para coleta de dados via satélite, terá que comprar esse serviço de outros países, em razão da sua dimensão continental e da grande zona

econômica exclusiva, deixando assim de criar empregos e renda, e, conseqüentemente, exportando empregos de qualidade para outros países;

- É urgente o planejamento das atividades espaciais de acordo com as necessidades do país.

Os 23 especialistas consultados durante a 2ª rodada indicaram as alternativas a serem perseguidas pelo Programa Nacional de Atividades Espaciais (PNAE) no âmbito de missões de Coleta de Dados. O gráfico a seguir apresenta os resultados obtidos.

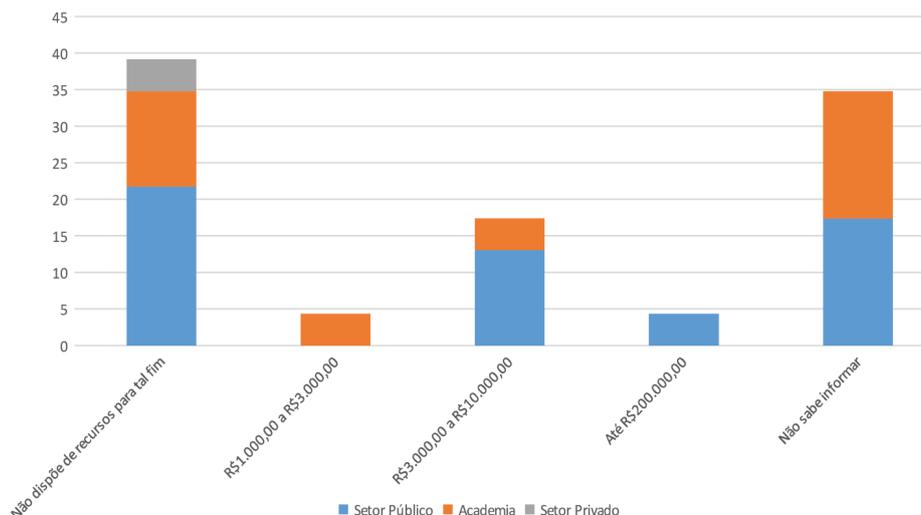


Alternativas a serem perseguidas pelo PNAE (23 respondentes)

Da análise dos resultados, conclui-se que as alternativas mais coerentes, segundo opinião dos especialistas consultados, a serem perseguidas pelo PNAE na área de Coleta de Dados, são o desenvolvimento de uma constelação de nanossatélites nacionais para a coleta de dados ambientais; e/ou o estabelecimento de acordos internacionais que garantam acesso aos serviços de coleta de dados ambientais ofertados por satélites estrangeiros. Um especialista destacou que o uso de uma constelação de nanossatélites (CubeSat) tem potencial para melhorar e ampliar o serviço de coleta de dados e, adicionalmente, gerar uma oportunidade para a indústria nacional atuar nessa área emergente. Outro sugeriu que o Brasil deveria possuir uma política de desenvolvimento espacial com envolvimento direto do governo, da iniciativa privada, das universidades, dos institutos de pesquisa, e das empresas e órgãos operacionais, de forma a alavancar o desenvolvimento do país.

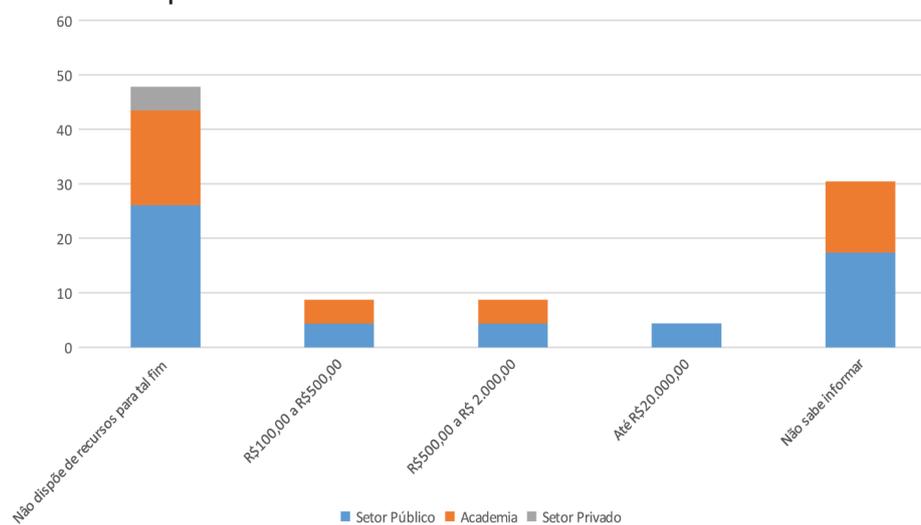
Ao longo da 2ª rodada da etapa de consulta formal às instituições nacionais, os especialistas indicaram o valor com o qual, na sua opinião, as instituições das quais fazem parte possivelmente contribuiriam para a aquisição de PCDs (valor unitário); a sua operação mensal (valor unitário); e indicaram quantas PCDs a instituição gostaria de operar. Os gráficos a seguir consolidam as respostas obtidas.

Valor unitário para a aquisição de PCD (23 respondentes)



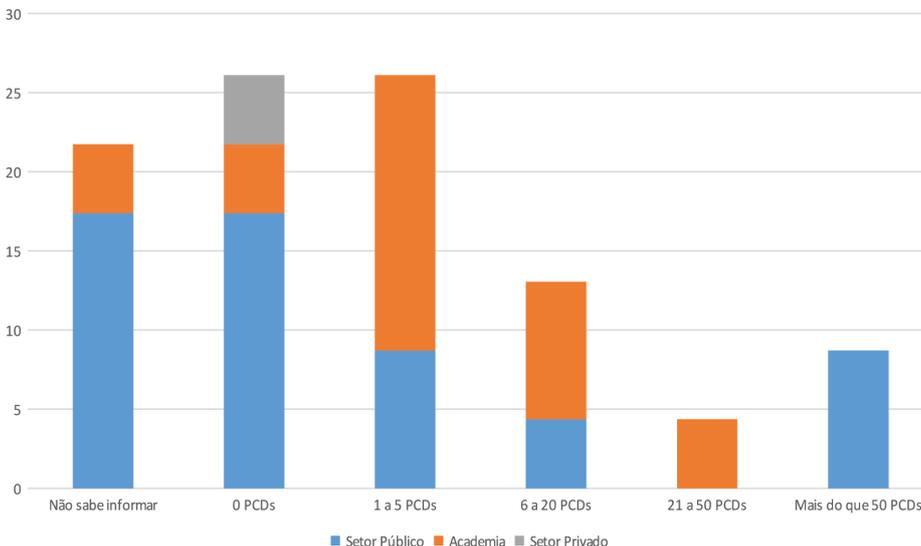
Um dos especialistas informou que sua instituição pagou um valor de R\$2.800,00 (dois mil e oitocentos reais) por uma PCD compatível ao sistema ARGOS no ano de 2015.

Valor unitário mensal para a operação de PCD (23 respondentes)



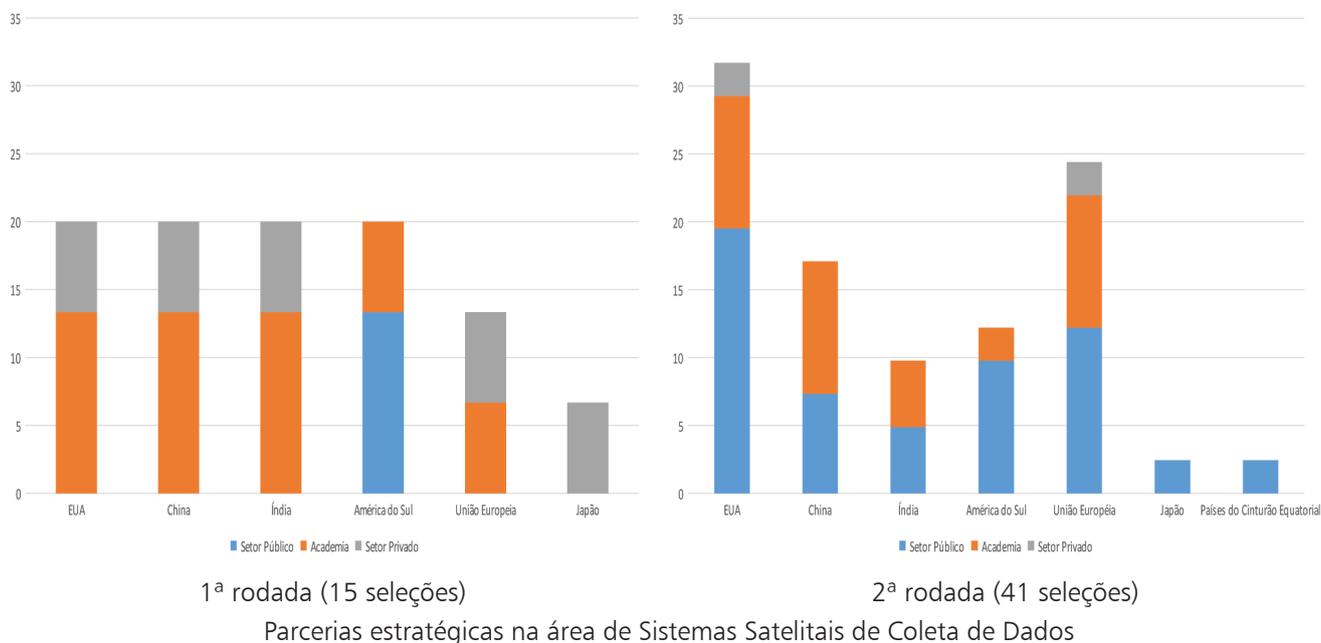
Um especialista comentou que um valor de R\$150,00, considerando o número de PCDs que os satélites conseguiriam acomodar, resultaria, segundo sua opinião, em um montante razoável para o sistema nacional.

Quantidade de PCDs que as instituições consultadas pretendem operar (23 respondentes)



## 7. PARCERIAS ESTRATÉGICAS

Ao longo das 1ª e 2ª rodadas da etapa de consulta formal às instituições nacionais, os especialistas identificaram os países com os quais consideram estratégico o estabelecimento de parcerias na área de Sistemas Satelitais de Coleta de Dados, conforme gráfico a seguir.



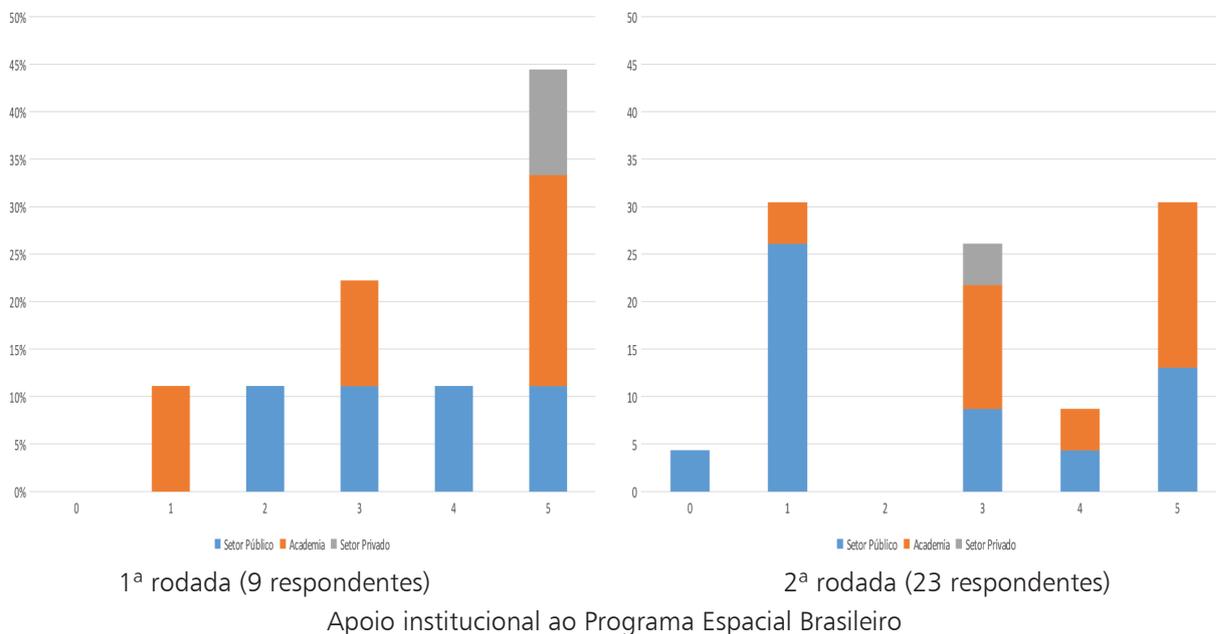
Dentre as considerações dos especialistas, destacam-se os fatos a seguir: EUA e União Europeia possuem domínio tecnológico na área; a China já é um tradicional parceiro em outras áreas e faz parte dos BRICS; países da América do Sul são estratégicos, pela posição geográfica e similaridade em aplicações; e a Índia, pelo seu grande potencial e pela capacidade brasileira de negociação com esse país em condições igualitárias sob o ponto de vista de transferência de tecnologia.

## 8. APOIO AO PEB

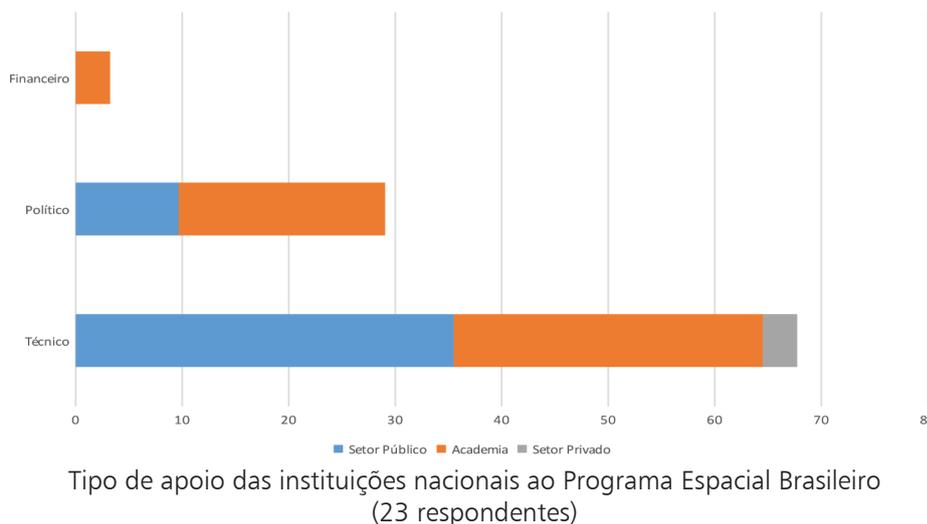
O novo ciclo de planejamento estratégico das atividades espaciais compreenderá o período de 2022 a 2031 e, de acordo com Lima (2018), é notadamente necessária uma reflexão mais profunda acerca do seu alinhamento com as demandas prioritárias dos diversos setores que de tais atividades necessitam, levando-se em conta o potencial e a transversalidade dos produtos e serviços que elas geram. Ainda segundo a autora, o Brasil deve integrar o PEB às demais políticas públicas - em andamento e futuras - de modo que as definições do PNAE estejam pautadas em diálogos coordenados entre as várias instituições demandantes, a indústria, os institutos de pesquisa e as instituições de fomento, e não sejam apenas decisões de uma pequena parcela dos atores envolvidos.

Para que isso aconteça, torna-se necessário um real envolvimento das diferentes instituições nacionais no âmbito do planejamento das atividades espaciais. Nesse contexto, ao longo das 1ª e 2ª rodadas, os especialistas indicaram em que nível a instituição na qual trabalham deseja ou

pretende apoiar direta ou indiretamente o Programa Espacial Brasileiro para o desenvolvimento de soluções satelitais nacionais na área de Coleta de Dados, que atendam às demandas existentes, em uma escala de 0 a 5, onde 0 significa “nenhum interesse” e 5 significa “grande interesse”. Os resultados são apresentados no gráfico a seguir.



O gráfico a seguir apresenta os tipos de apoio que as instituições nacionais podem ofertar ao Programa Espacial Brasileiro, segundo a opinião dos 23 especialistas respondentes à 2ª rodada da etapa de consulta formal.



Os especialistas apresentaram as seguintes considerações:

- Apoio através de cooperação técnica para o desenvolvimento de aplicações;
- Trabalhos científicos que justifiquem a importância das atividades espaciais;
- Criação de disciplinas específicas em cursos de ciência e tecnologia aeroespacial;

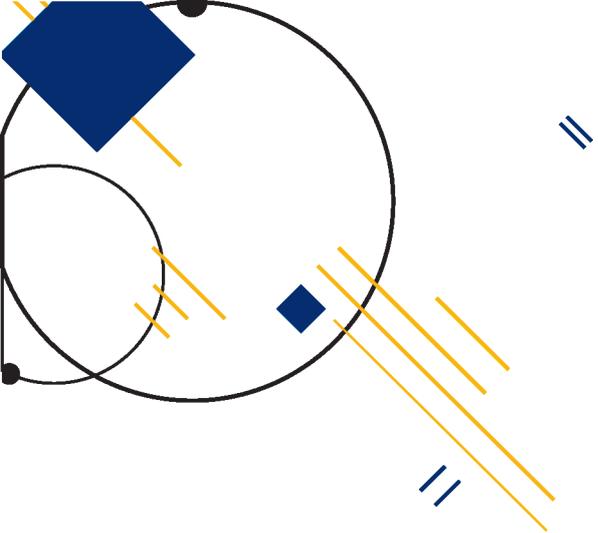
- Apoio através de participação em grupos de trabalho técnicos;
- Contribuição direta e indireta a partir do desenvolvimento e da operação de plataformas satelitais nacionais voltadas à Coleta de Dados;
- Contribuição a partir do desenvolvimento, operação e utilização de sistemas espaciais para o avanço da ciência, da tecnologia e das aplicações nas áreas do espaço exterior e do ambiente terrestre, e oferecimento de produtos e serviços inovadores em benefício do Brasil;
- Apoio técnico na tomada de decisão operacional de plataformas satelitais nacionais;
- Apoio na capacitação de pessoal.

## 9. SUGESTÕES AO PROGRAMA ESPACIAL BRASILEIRO

A Agência Espacial Brasileira entende que a construção do Programa Espacial Brasileiro deve se dar de maneira colaborativa, a partir de uma maior integração entre os diversos atores envolvidos e diretamente impactados pelas atividades espaciais.

Nesse sentido, ao longo da etapa de consulta formal às instituições nacionais, cada especialista respondente teve a oportunidade de apresentar sugestões pertinentes às seis áreas de abrangência das atividades espaciais. Para a área de Coleta de Dados, as seguintes sugestões foram encaminhadas:

- A importação de plataformas de transmissão homologadas para o serviço ARGOS é economicamente mais viável do que para o SBCD (SCDs e CBERS), fato este que precisa ser revisto e solucionado;
- Algumas universidades possuem recursos humanos com capacidade e disposição para contribuir com o PEB e a conquista de autonomia no acesso ao espaço. A parceria com a AEB é indispensável para a ampliação da participação das universidades nesse processo;
- Seria interessante a realização de debates com as comunidades de usuários dos setores público e privado e da Academia, em fóruns específicos, sobre o setor espacial e suas tendências;
- Desenvolvimento de plataformas satelitais de baixo custo com carga útil secundária de coleta de dados e enlace de comunicação através de relay com um satélite de telecomunicações em posição orbital similar a do SGDC;
- O governo deve incluir em seu orçamento recursos para desenvolver uma constelação de nanossatélites com o objetivo de garantir a continuidade e, também, possibilitar a ampliação do Sistema Brasileiro de Coleta de Dados.



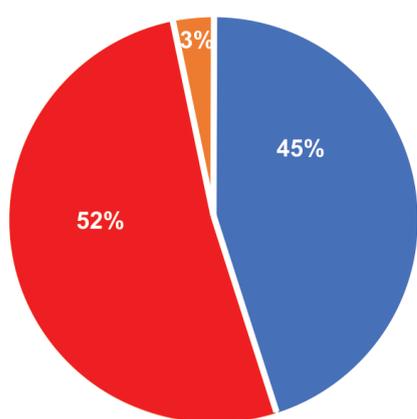
# METEOROLOGIA

**Autores: Gabriel Salles e Fernanda Lins**

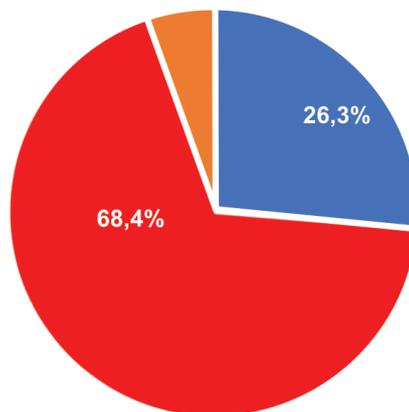
A área de Meteorologia abarca os aspectos climáticos passados, as flutuações climáticas de hoje e as perspectivas do clima para o futuro. Ela documenta a evolução do clima do planeta Terra e, para isso, faz uso de sensores que extraem registros de precipitação, de cobertura de nuvens, vapor de água, temperaturas, ventos e demais parâmetros e fenômenos atmosféricos, e gera modelos numéricos meteorológicos voltados à previsão do tempo e à mitigação dos efeitos de eventos extremos. Tem como objetivos um melhor conhecimento dos processos atmosféricos; as previsões meteorológicas; e o acompanhamento das mudanças climáticas. As instituições que participaram da primeira etapa de consulta formal (1ª e 2ª rodadas) foram as que se identificaram como usuárias de dados meteorológicos para a implementação de suas atividades, ou que apresentam demanda potencial de utilização de produtos e serviços de satélites meteorológicos em atividades atuais e futuras.

## 1. RESULTADOS GERAIS

Os gráficos a seguir apresentam a distribuição dos 31 e dos 19 especialistas das instituições partícipes na área de Meteorologia, durante as 1ª e 2ª rodadas, respectivamente, no âmbito dos setores público, privado e da Academia.



1ª rodada (31 respondentes)  
Percentual de especialistas respondentes ao questionário de Meteorologia, por setor



2ª rodada (19 respondentes)  
Percentual de especialistas respondentes ao questionário de Meteorologia, por setor

● Academia  
● Setor Público  
● Setor Privado

Dentre as instituições contempladas nos resultados da 1ª etapa de consulta formal às instituições nacionais (1ª e 2ª rodadas), encontram-se:

a) Setor Público (17 instituições):

MME – Ministério de Minas e Energia e secretarias;

MDA – Ministério do Desenvolvimento Agrário e secretarias;

MCid – Ministério das Cidades e secretarias;

MS – Ministério da Saúde e secretarias;

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária;

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária;

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais;

ANAC – Agência Nacional de Aviação Civil;

PETROBRAS – Petróleo Brasileiro S.A.;

BC – Banco Central do Brasil;

CEMADEN – Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais;

EPL – Empresa de Planejamento e Logística;

SUDAM – Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia;

FUNDACENTRO – Fundação Jorge Duprat Figueiredo, de Segurança e Medicina do Trabalho;

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento;

INFRAERO – Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária;

CPRM – Serviço Geológico do Brasil.

b) Academia (15 instituições):

UFCA – Universidade Federal do Cariri;

UFGD – Universidade Federal da Grande Dourados;

UFLA – Universidade Federal de Lavras;

UFOB – Universidade Federal do Oeste da Bahia;

UFAL – Universidade Federal de Alagoas;

UFPEL – Universidade Federal de Pelotas;

UFVJM – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri;

UFABC – Universidade Federal do ABC;

UFERSA – Universidade Federal Rural do Semiárido;

UTFPR – Universidade Tecnológica Federal do Paraná;

UFBA – Universidade Federal da Bahia;

UNIFEI – Universidade Federal de Itajubá;

UEMA – Universidade Estadual do Maranhão;

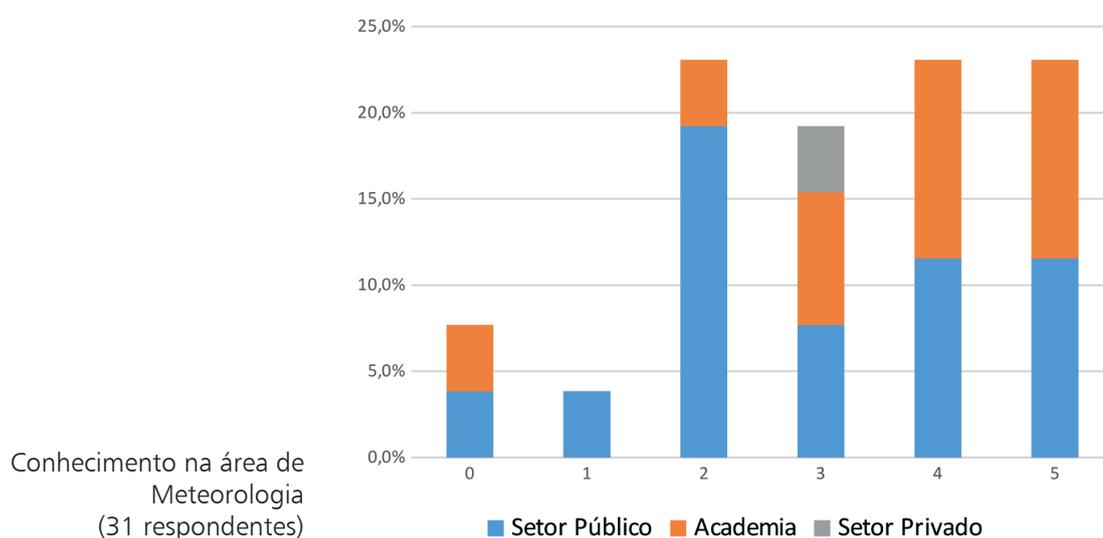
IFRO – Instituto Federal de Rondônia;

IFC – Instituto Federal Catarinense.

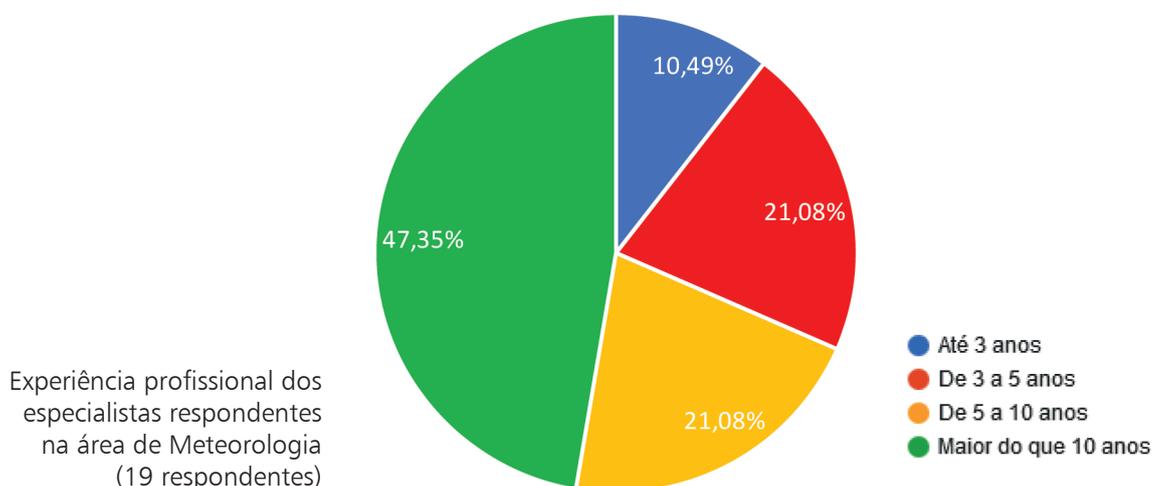
c) Setor Privado (1 instituição):

HEX Tecnologias Geoespaciais.

Durante a 1ª rodada, 31 especialistas classificaram o seu conhecimento na área de Meteorologia, conforme gráfico a seguir, em uma escala de 0 a 5, onde 0 significa “nenhum conhecimento” e 5 significa “alto conhecimento”.



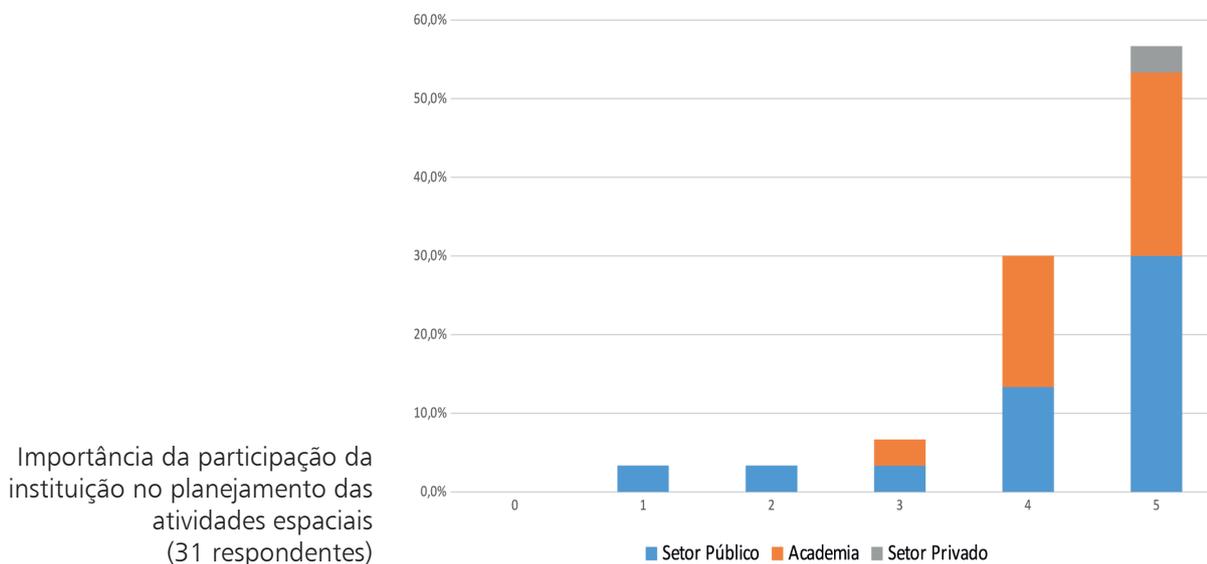
Ao longo da 2ª rodada, os 29 especialistas respondentes indicaram sua experiência profissional, em anos, na área de Meteorologia por satélites, conforme gráfico a seguir.



Dentre os 19 especialistas que participaram da 2ª rodada de consulta formal às instituições, 78,9% participaram também da 1ª rodada, conforme gráfico a seguir. Os outros 21,1% haviam sido indicados por suas instituições, porém não chegaram a preencher os questionários durante a 1ª rodada, contribuindo somente ao longo da 2ª rodada.

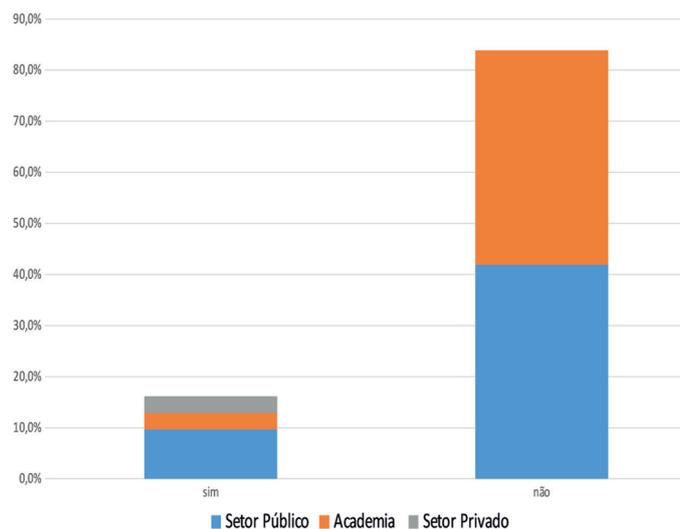


O gráfico a seguir apresenta, segundo opinião de 31 especialistas, a importância de sua participação no planejamento das atividades espaciais nacionais, em uma escala de 0 a 5, onde 0 significa “não importante” e 5 significa “extremamente importante”. O resultado obtido é justificado principalmente pelo entendimento das instituições de que é necessário um maior alinhamento entre as diversas políticas públicas implementadas no país, de modo a fortalecer as ações em andamento, evitar redundâncias e tornar coerente a ação do Estado no estabelecimento de políticas públicas concatenadas e articuladas entre si, visando um benefício maior para a sociedade.



Um importante indicador para a AEB no planejamento estratégico das atividades espaciais refere-se a contatos anteriores entre esta Agência e as instituições usuárias de produtos e serviços derivados de tecnologias espaciais. Na área de Meteorologia, constatou-se um alto percentual (83,9%) de especialistas cuja instituição, até o início do processo de identificação e análise de demandas nacionais ao setor espacial, não teve a oportunidade de se reunir com representantes da AEB para um diálogo a respeito de demandas existentes, conforme gráfico apresentado a seguir.

Ocorrência de contato anterior das instituições respondentes com a Agência Espacial Brasileira (31 respondentes)



De acordo com o gráfico, apenas 16,1% dos especialistas responderam que sua instituição, em algum momento, participou de reunião com a AEB. As principais pautas citadas foram um plano de investimento conjunto em satélites; tecnologias espaciais voltadas ao uso do solo e ao desenvolvimento sustentável; e articulação para atuação no projeto do satélite geoestacionário.

Os resultados apresentados reiteram a necessidade de um processo contínuo de articulação da AEB com as instituições demandantes e comunidades de usuários, de forma a permitir a construção participativa de um Programa Espacial Brasileiro alinhado às demais políticas públicas em andamento e futuras. Espera-se assim que, a partir da criação de uma rede interinstitucional colaborativa, conforme prevê a metodologia adotada, a interação entre a AEB e as demais instituições nacionais seja prioritária ao processo de planejamento das atividades espaciais, visando diálogos permanentes entre as instituições e possibilitando o desenvolvimento de um Programa Espacial Brasileiro mais próximo à sociedade.

## 2. ATIVIDADES INSTITUCIONAIS QUE UTILIZAM PRODUTOS E SERVIÇOS DE SATÉLITES METEOROLÓGICOS

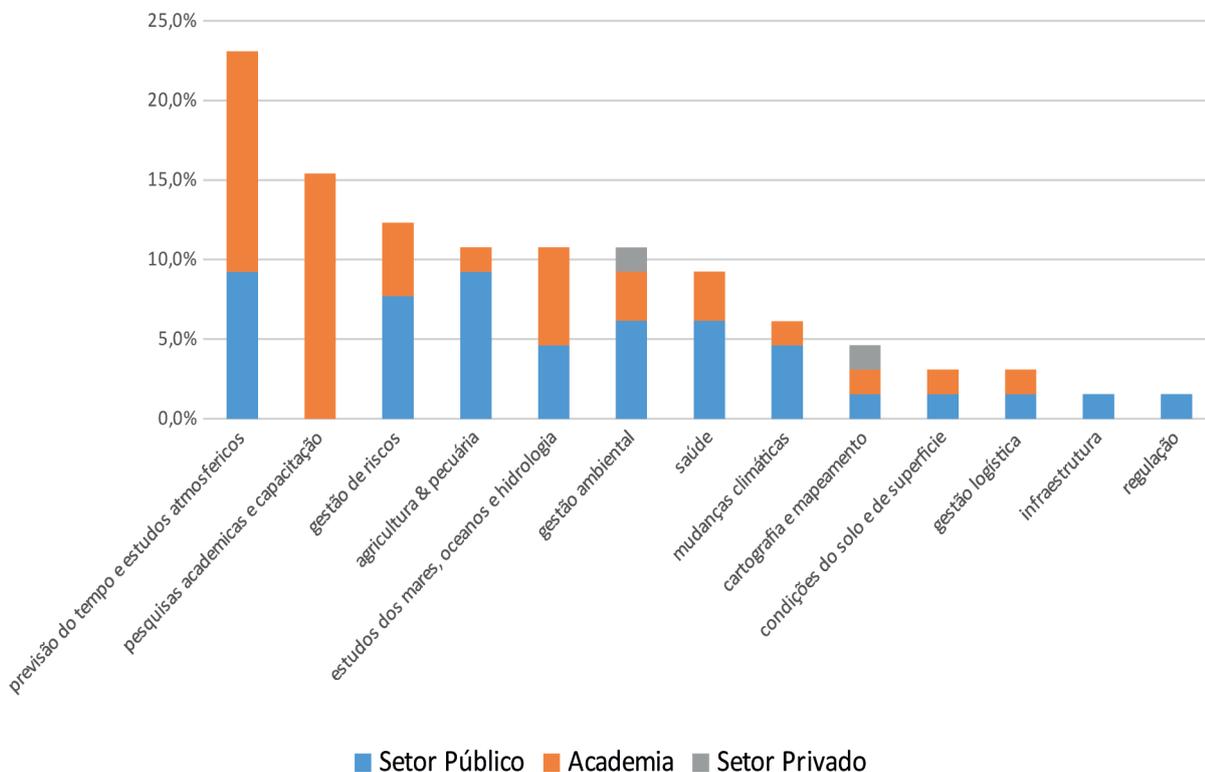
As modificações naturais que ocorrem na atmosfera, nos oceanos e nos continentes geram consequências diretas às atividades e ao modo de vida do ser humano. Por outro lado, as ações antrópicas modificam o ambiente de diferentes formas, causando danos irreversíveis ao planeta. É imperativo o monitoramento, o entendimento e a previsão dessas mudanças através de observações regulares, de qualidade e em quantidade suficiente.

Os serviços meteorológicos, estudos climáticos e monitoramento ambiental são prioritários e fundamentais à nossa segurança e à nossa economia. Ajudam a salvar vidas e a reduzir os danos causados à propriedade e à infraestrutura por tempestades, precipitações, ondas de calor e ciclones tropicais, inundações ou dispersão da poluição atmosférica ou marinha. São necessários à manutenção da saúde da população e ao estudo e à mitigação das mudanças climáticas, em um período no qual os sistemas naturais já sentem os grandes impactos delas advindos. As missões

espaciais atuais das áreas de meteorologia e clima são voltadas à compreensão do sistema climático global e de suas alterações, através da quantificação de processos e dos estados espaço-temporais da atmosfera, da biosfera, da terra e dos oceanos, bem como dos desastres naturais.

No Brasil, de acordo com a Política Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais (PNDAE), o planejamento das atividades espaciais deve contemplar as aplicações da tecnologia espacial na solução de problemas nacionais, em benefício da sociedade (consultar PNDAE no link [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/1990-1994/D1332.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1990-1994/D1332.htm)).

Com base nas diretrizes da PNDAE, e tendo em vista o potencial de utilização de dados meteorológicos na solução de problemas nacionais, os especialistas indicaram e detalharam, ao longo da 1ª rodada de consulta formal às instituições nacionais, 72 atividades que demandam a utilização de produtos e serviços espaciais da área de Meteorologia. As respostas apresentadas foram classificadas em 13 categorias, cuja taxa de ocorrência encontra-se ilustrada no gráfico a seguir, por setor (público, privado e Academia).



Taxa de ocorrência de atividades institucionais em cada categoria, por setor (72 atividades indicadas)

A seguir, encontra-se um resumo das atividades institucionais indicadas por 26 especialistas no âmbito de cada categoria.

**Categoria 1: Previsão do tempo e estudos atmosféricos**

- Assimilação de dados para previsão de tempo;
- Ciclo de vida de sistemas convectivos;

- Precipitação por satélite e estimativa de vento em altitude (desenvolvimento de metodologias para estimar a precipitação a partir de plataformas satelitais);
- Regional ATOVS/WMO (sondagens de temperatura que são recuperadas das radiâncias medidas pelos satélites de órbita polar);
- Estimativa de vento – rastreamento de nuvens presentes em sequência de imagens de satélites geoestacionários;
- Desenvolvimento de modelos numéricos de previsão de tempo;
- Identificação e rastreamento de nuvens;
- Estimativa de precipitação por satélite;
- Atividades que utilizam o sistema *EumetCast*;
- Sistema mundial de localização de descargas elétricas;
- Avaliação do aporte atmosférico através da deposição úmida em área de interesse;
- Estimativa da evapotranspiração de referência;
- Monitoramento do tempo (tempestades em áreas de interesse).

## **Categoria 2: Pesquisas acadêmicas e capacitação**

- Atividades didáticas em sala de aula;
- Projetos de pesquisa;
- Atividades de pesquisa de pós-graduação em climatologia e agrometeorologia;
- Uso em projetos de pesquisa, na graduação e pós-graduação, para estimativa de chuva;
- Capacitação e treinamentos em parceria com EUMETSAT;
- Laboratório de análise e processamento de imagens de satélite;
- Tutoriais para leitura de dados de satélite;
- Treinamentos diversos;
- Atividades acadêmicas – disciplina de Ciências atmosféricas e climatologia;
- Atividades de orientação de iniciação científica, trabalhos de graduação e mestrado e projetos de extensão e pesquisa;
- Atividades acadêmicas de identificação e caracterização de sistemas meteorológicos de escala global;
- Identificação e monitoramento de sistemas atmosféricos.

## **Categoria 3: Gestão de riscos**

- Condições meteorológicas para identificação de extremos de chuva;

- Monitoramento de obras de infraestrutura e de desastres naturais na infraestrutura de transporte;
- Monitoramento e alerta de desastres naturais na Amazônia;
- Monitoramento de meteorologia para segurança, regularidade e conforto dos clientes da aviação;
- Projeto pró alertas – estudo de fenômenos hidrometeorológicos na Costa Leste do Nordeste Brasileiro, utilizando dados de radar, satélite e modelos numéricos;
- Dados de previsão do tempo de curto e longo prazo para estudos relacionados às secas e inundações;
- Monitoramento Preventivo (SISNÓLEO – Programa Nacional de Contingência).

#### **Categoria 4: Gestão ambiental**

- Projeto DevCoCast (ampliação e disseminação de produtos do *Geonetcast* em países em desenvolvimento para aplicações ambientais);
- Recebimento e pré-processamento de imagens de satélite;
- Monitoramento de queimadas;
- Projeto de caracterização regional de áreas marinhas de E&P para gestão ambiental;
- Projeto SIMA Caatinga (Sistema de Monitoramento e Alerta para a Cobertura Vegetal da Caatinga);
- Utilização de drones para monitoramento de áreas degradadas no semiárido brasileiro;
- Monitoramento Preventivo (SISNÓLEO – Monitoramento de manchas de óleo no mar).

#### **Categoria 5: Agricultura / Pecuária**

- Seguro da Agricultura Familiar – monitoramento de lavouras seguradas e supervisão da comprovação de perdas;
- Indicadores hidrometeorológicos e fitossanitários em áreas de algodão;
- Programa SOMABRASIL (Sistema de Observação e Monitoramento da Agricultura no Brasil);
- Monitoramento da vegetação e do clima para comprovar a correta utilização de crédito rural;
- Programa Garantia-Safra (ação do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar);
- Monitoramento agrometeorológico e prognóstico agroclimático;
- Avaliação dos níveis de amônia e dióxido de nitrogênio liberados em local próximo a cultura de cana-de-açúcar fertilizada com ureia.

#### **Categoria 6: Estudo dos mares, oceanos e hidrologia**

- Oceanografia por satélite;
- Monitoramento orbital marinho - dados meteoceanográficos;

- Estudos hidrológicos associados ao balanço hídrico;
- Uso de modelos digitais de elevação em modelos hidrológicos de simulação;
- Monitoramento da temperatura da superfície do mar do atlântico sul para previsão climática;
- Modelagem de fluxo de água e carbono em turfeiras das cabeceiras do rio Araçuaí (MG) – foco no estudo dos sistemas hídricos subterrâneos e superficiais.

### **Categoria 7: Saúde**

- Sistema Nacional de Vigilância Sanitária aos Desastres por Inundações – prevenir e identificar riscos potenciais à saúde pública local e nacional; ocorrências que afetem o acesso da população a produtos e serviços;
- Programa de Vigilância em Saúde dos Riscos Associados ao Desastres de Origem Natural;
- Monitoramento da exposição à sobrecarga térmica;
- Análise de risco por influência da atmosfera para a saúde e segurança dos trabalhadores;
- Identificação de tendências no conforto térmico humano;
- Análise e prognóstico da qualidade do ar - diagnóstico e prognóstico da qualidade do ar no estado, com ênfase nos poluentes urbanos.

### **Categoria 8: Mudanças climáticas**

- Áreas de seca: avaliação de comportamento do Índice de Vegetação Padronizado;
- Monitoramento de radiação solar e terrestre no território nacional e oceanos adjacentes.

### **Categoria 9: Cartografia e mapeamento**

- Análise de dados de ventos – determinação do potencial eólico no território brasileiro – Desenvolvimento Novo Atlas do Potencial Eólico Brasileiro;
- Orografia;
- Mapeamento geomorfológico / fragilidade ambiental da Ilha do Maranhão – coleta dos índices pluviométricos e correlação com outros dados ambientais.

### **Categoria 10: Condições do solo e de superfície**

- Geotecnologias para quantificação de variáveis hídricas com mudanças de uso da terra.

### **Categoria 11: Gestão logística**

- Plano Nacional de Logística;
- Detecção de nevoeiros para navegação e logística.

### **Categoria 12: Infraestrutura**

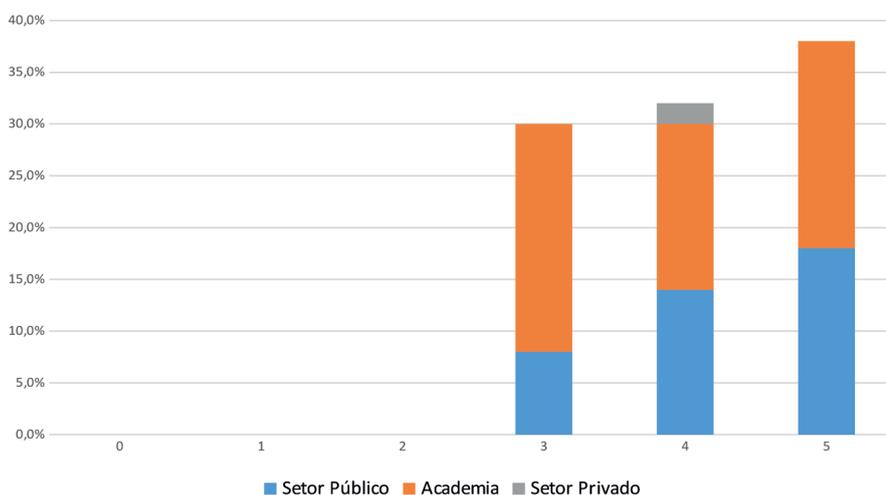
- Monitoramento de obras de infraestrutura e de desastres naturais na infraestrutura de transporte.

### Categoria 13: Regulação

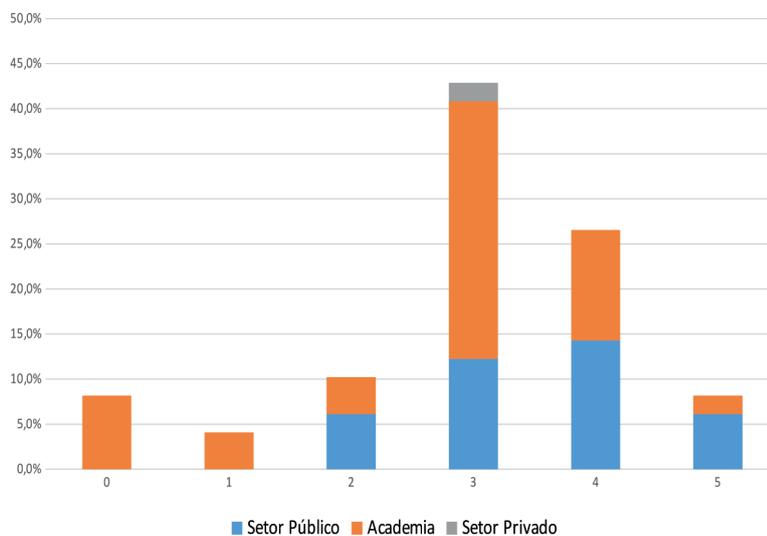
- Certificação de produto aeronáutico para operação em condições atmosféricas severas.

As atividades listadas não esgotam o potencial de aplicação de produtos e serviços de satélites meteorológicos no âmbito das instituições nacionais, mas resumem de forma esclarecedora a maneira através da qual as tecnologias espaciais tem apoiado as atividades nacionais em benefício do país e da sociedade.

Os gráficos a seguir apresentam o apoio institucional e o apoio de governo às atividades em andamento, segundo opinião dos especialistas, em uma escala de 0 a 5, onde 0 significa “nenhum apoio” e 5 significa “amplo apoio”. O apoio institucional diz respeito ao nível de prioridade dada a uma determinada atividade no âmbito da(s) instituição(ões) na(s) qual(is) ela é implementada. Já o apoio de governo corresponde ao nível de prioridade dada pelo governo à atividade desenvolvida pela instituição, na opinião de 22 especialistas.



Apoio institucional às atividades em andamento (50 atividades analisadas)



Apoio de governo às atividades em andamento (49 atividades analisadas)

### 3. BENEFÍCIOS DA UTILIZAÇÃO DE PRODUTOS E SERVIÇOS DE SATÉLITES DE METEOROLÓGICOS

As atividades espaciais geram uma série de benefícios que podem ser sentidos de forma direta ou indireta pela sociedade. A partir das atividades descritas no item 2 do presente relatório, é possível reconhecer a transversalidade das aplicações espaciais, especificamente dos produtos e serviços de satélites meteorológicos. Seus impactos se fazem sentir em diferentes setores de atuação do Estado brasileiro e a sua utilização no âmbito de diversas políticas públicas torna-se evidente.

Os especialistas consultados listaram alguns dos benefícios trazidos, direta ou indiretamente, pela utilização de produtos e serviços de satélites meteorológicos no âmbito das atividades implementadas pelas instituições nacionais, conforme apresentado a seguir:

- Melhoria na qualidade de vida da população a partir do desenvolvimento de ações que procurem trabalhar a educação ambiental nos diferentes espaços formativos de aprendizagem;
- As pesquisas fornecem informações técnicas, na área de climatologia e Geografia Física, para regiões do Brasil que ainda se encontram carentes informações, fortalecendo instituições regionais e nacionais, que necessitam de estudos para melhor aprofundamento dos seus procedimentos de gerenciamento territorial;
- Estudos meteorológicos contribuem com a segurança nacional, apresentando potencial para melhoria de ações de setores estratégicos, como, por exemplo, a prevenção de desastres naturais e o fortalecimento das ações de aumento de resiliência territorial e mitigação de impactos ambientais e climáticos negativos;
- Aprimoramento do entendimento das relações entre fenômenos meteorológicos e ambientais e seus impactos diretos na sociedade, criando ferramentas para mitigar seus efeitos sobre a população, as indústrias e o setor do agronegócio;
- Formação de recursos humanos na área de usuários de imagens de satélites geoestacionários;
- Desenvolvimento de novos produtos, como um índice diário de cobertura vegetal para monitoramento de seca e de áreas degradadas no Semiárido brasileiro;
- Utilização dos dados de descargas elétricas para detecção de eventos meteorológicos extremos, juntamente com imagens de satélites;
- Oferta de dados e produtos para desenvolvimento de pesquisas científicas em diversas áreas e instituições públicas e privadas;
- Levantamentos e relatórios globais de avaliação da mudança do clima, na área de degradação ambiental, subsidiando ações mitigadoras e adaptativas;
- Análise de disponibilidade hídrica de bacias hidrográficas visando a geração de energia hidrelétrica, com contribuição fundamental no tocante ao risco hidrológico na geração de energia elétrica;
- Entendimento da dinâmica hidrológica em bacias de cabeceira, compreendendo sua capacidade natural de regulação do escoamento e conseqüentemente dos fluxos hidrológicos;

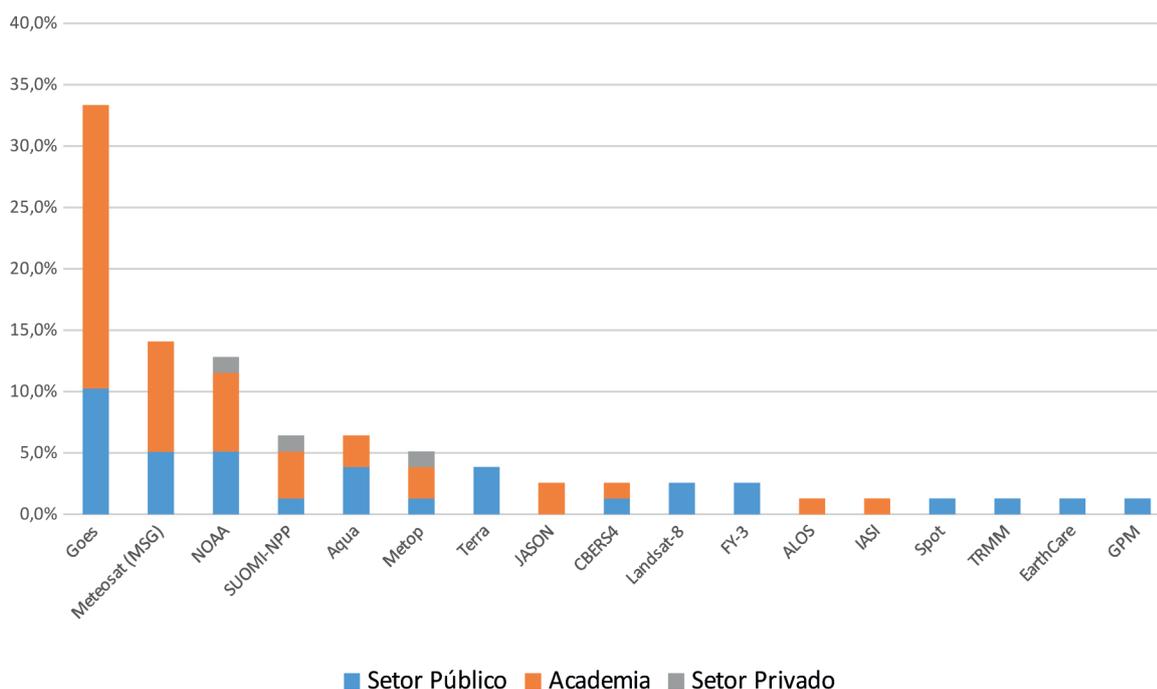
- Entendimento da dinâmica de ecossistemas da Mata Atlântica brasileira, em especial as florestas de altitudes e semi-decíduas e sua relação com o ciclo da água e os benefícios dessas sobre a qualidade do meio ambiente, criando-se potencial para seleção de espécies apropriadas para recuperação de áreas degradadas;
- Previsão e proteção de ocorrência de eventos extremos, que possam causar danos à sociedade, como cheias ou enchentes e inundações;
- Desde o ponto de vista acadêmico de formação dos alunos, os quais serão futuros profissionais nas áreas de engenharia, principalmente os alunos da Engenharia Ambiental e Urbana, os benefícios se sintetizam em estarem capacitados para a realização de estudos climáticos aplicados a diferentes sistemas ambientais e urbanos;
- Em relação as pesquisas de Iniciação Científica, mestrados e projetos de extensão, o maior benefício é o conhecimento adquirido e os resultados obtidos que podem ser disseminados e divulgados para o público externo;
- Em projetos de extensão, capacitação de público diretamente envolvido com os impactos das chuvas, como é o caso dos técnicos da Defesa Civil que, além de se limitarem a assistência após um evento de chuva intensa que pode causar inundações ou deslizamento, podem passar a se interessar pelo monitoramento, tendo como uma ferramenta a mais a visualização de imagens de satélites meteorológicos disponíveis online através da atuação de centros meteorológicos;
- Benefícios ao setor agrícola, energético, de navegação (tanto aérea como marítima), e a atividades sociais em geral, através da previsão e monitoramento de tempo e clima;
- Entendimento da dinâmica dos sistemas hídricos;
- Conhecimento acerca da vulnerabilidade dos ecossistemas de turfeiras;
- Desenvolvimento de metodologias que contribuam para o gerenciamento integrado dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos;
- Disseminação de conhecimentos técnicos e científicos sobre o gerenciamento integrado de turfeiras e suas águas superficiais e subterrâneas nos níveis nacional, estadual, regional e municipal;
- Consolidação de Instituições de Ensino e Pesquisa capazes de responder às demandas regionais e nacionais por conhecimento científico e tecnológico;
- Subsidiar ações com informações científicas;
- Promoção da produção de alimentos, geração de trabalho e renda no campo e melhoria das condições de vida dos pequenos agricultores;
- Resultados de pesquisa para a otimização e o uso racional dos recursos hídricos, auxiliando nas políticas públicas e de seguro agrícola, assim como no monitoramento de eventos agrometeorológicos extremos;

- Desenvolvimento de produtos e ferramentas de utilidade na prevenção de desastres naturais, defesa, energia, agricultura, tempo e clima, monitoramento ambiental, continental e marítimo;
- Melhor conhecimento das condições atmosféricas no que diz respeito às suas características e frequência de ocorrência, auxiliando no aumento do nível de segurança da aviação civil e, portanto, sendo de interesse da sociedade brasileira;
- A utilização de dados de vegetação obtidos por sensoriamento remoto orbital, combinados com dados de clima, dentre outros, podem fornecer importantes informações que indiquem a correta utilização de recursos controlados de crédito rural nas atividades previstas no projeto de crédito rural, bem como evitar fraudes, tanto no crédito rural como no Proagro; e adicionalmente permite uma série de informações relevantes para mitigação de riscos no Sistema Financeiro Nacional (SFN), em especial no Sistema Nacional de Crédito Rural (SNCR), representando elevada economia de recursos públicos, bem como maior eficiência das atividades de fiscalização;
- Evitam perdas de vida e perdas materiais causadas por excesso de chuva em áreas de risco de municípios brasileiros;
- Estabelecimento de programas voltados aos agricultores familiares de baixa renda, que vivem no semiárido brasileiro cujo clima é irregular no tempo e no espaço, com anos seguidos de seca (Programas como o Garantia-Safra, que apoia os agricultores quando ocorre perda de pelo menos 50% da produção das culturas feijão, arroz, mandioca, milho e algodão);
- Disponibilização de subsídios à defesa civil e à sociedade em geral, como ferramentas para ações preventivas de redução e minimização dos eventos naturais extremos na Amazônia Legal;
- Geração de inteligência na agropecuária;
- Qualificação da informação e do conhecimento agrícola;
- Manutenção da segurança e da regularidade na aviação e no controle de tráfego aéreo;
- Confiança no serviço de meteorologia aeronáutica, pela credibilidade e qualidade das informações meteorológicas *on time*;
- Economicidade por evitar/minimizar voos em condições meteorológicas adversas;
- Organização da Vigilância em Saúde Ambiental no âmbito do Sistema Único de Saúde para o risco associado a desastres de origem natural, o que possibilita a ação oportuna do setor saúde em situação de desastres de origem natural e na análise da influência do comportamento temporal dos sistemas de tempo no processo de saúde e doença de populações de territórios específicos;
- Diminuição do número de acidentes de trabalho e preservação da saúde individual e coletiva do trabalhador, a partir do desenvolvimento tecnológico e ampla divulgação de produtos meteorológicos aplicados ao trabalho, saúde e ambiente;
- Desenvolvimento ou aprimoramento de políticas públicas e normas regulamentadoras do trabalho;

- Proteção do ecossistema marinho brasileiro;
- Combate à poluição por óleo no oceano, que ocasiona a morte de animais e plantas e tem impacto negativo em diversas áreas como a pesca e o turismo, e afeta as comunidades que tem na pesca o principal meio de subsistência;
- O monitoramento preventivo tem um papel fundamental no apoio à fiscalização e à punição de agentes poluidores.

#### 4. ATENDIMENTO A PROGRAMAS E PROJETOS NACIONAIS EM ANDAMENTO

Os programas e projetos nacionais em andamento nas instituições partícipes têm sido atendidos por uma série de produtos disponibilizados por satélites meteorológicos estrangeiros, de acesso amplo ou limitado, bem como por sistemas nacionais e estrangeiros de observação da Terra e de coleta de dados ambientais. O gráfico a seguir apresenta a lista de satélites indicados pelos especialistas e o percentual de atividades nas quais os seus produtos e serviços têm sido aplicados.

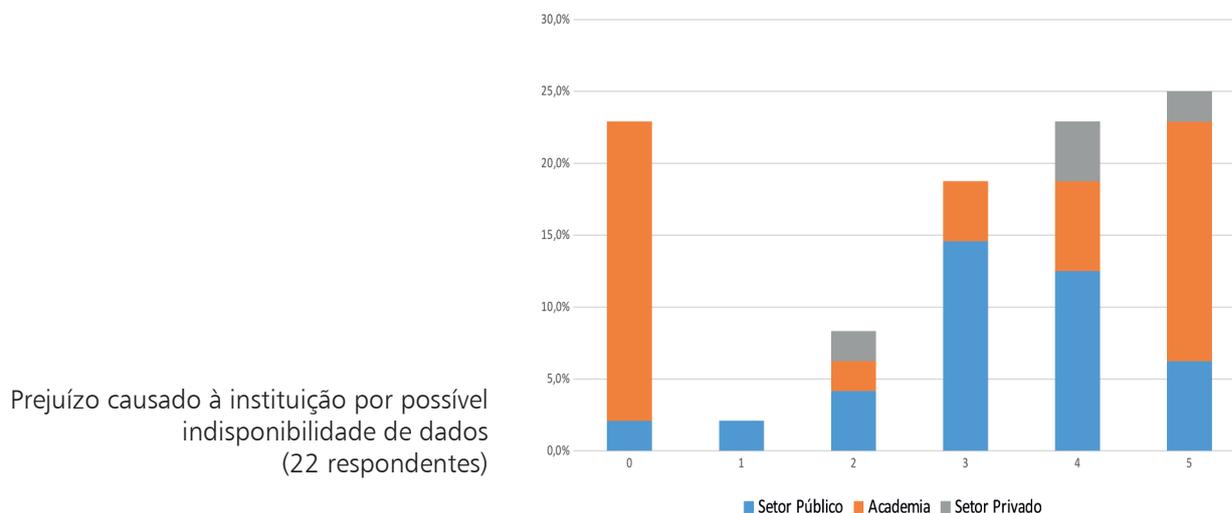


Satélites utilizados na implementação de atividades de programas nacionais, por setor (78 atividades analisadas)

O satélite GOES-R com o sensor ABI (*Advanced Baseline Imager*), foi citado em 33,3% das atividades. Operado pela NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*), o satélite GOES-R faz parte da rede internacional de observação meteorológica da Terra. O sensor ABI é um radiômetro de imagens passivas multicanal, com 16 bandas e resolução espacial de 2km, que fornece imagens de área variável e informações radiométricas da superfície, da atmosfera e da cobertura de nuvens da Terra.

Em sequência, os satélites mais citados foram os da série MeteoSAT (14,1%), especificamente os satélites MeteoSAT 8 e 9, que operam com o sensor SEVIRI (*Spinning Enhanced Visible and Infrared Imager*), apresentando 12 canais espectrais e resolução espacial de 1km a 3km; e os da série NOAA (12,8%) com o sensor AVHRR/3 (*Advanced Very High Resolution Radiometer*), que apresentam 6 canais e resolução espacial de 1km. Os satélites da série MeteoSAT e NOAA, assim como os da série GOES, também fazem parte da rede internacional de observação meteorológica da Terra. Foram citados, ainda, os satélites Aqua, com o sensor MODIS (*Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer* - 6,4%); SUOMI-NPP, com o sensor ATMS (*Advanced Technology Microwave Sounder* - 6,4%); e Metop, com o sensor ASCAT (*Advanced Scatterometer* - 5,2%).

O gráfico a seguir apresenta o nível de prejuízos causados às instituições nacionais, caso os dados que hoje são utilizados fiquem indisponíveis, em uma escala de 0 a 5, onde 0 significa “nenhum prejuízo” e 5 significa “grave prejuízo”. Sobre isso, 66,7% dos especialistas responderam ter de razoável a grave prejuízo. Por sua vez, 33,3% dos especialistas responderam que os programas de suas instituições não serão muito prejudicados com a ausência desses dados.



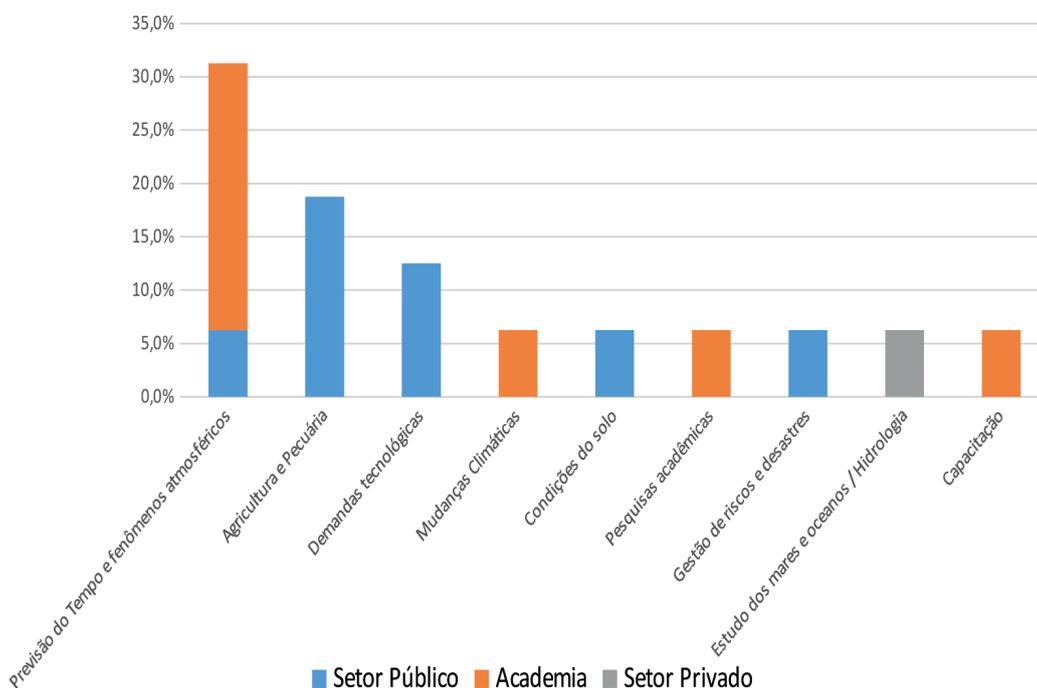
É possível verificar que são grandes os prejuízos no âmbito do setor público. Como possíveis alternativas aos dados utilizados, em caso de sua indisponibilidade, os especialistas indicaram a coleta de dados meteorológicos de maneira automática, por estações meteorológicas convencionais, prejudicando a espacialidade e a temporalidade das informações. Ressaltaram que os dados da NOAA são gratuitos e estão disponíveis, porém não se sabe até quando, então sugeriram uma possível cooperação com a NOAA, tendo em vista a importância desses dados para a meteorologia no Brasil; indicaram que os produtos da EUMETSAT não são disponibilizados gratuitamente (é necessário um contrato a um custo que pode ser da ordem de 36.000 euros por ano), porém afirmam que sem os satélites Americanos (GOES) e o Europeu (Meteosat) não há alternativas atuais para o Brasil. Informaram, ainda, que a indisponibilidade dos dados geraria a necessidade de alteração da legislação em vigor que trata do Programa Garantia-Safra; haveria comprometimento na geração de produtos técnicos elaborados a partir dos mesmos e interrupção do monitoramento e emissão de alertas de focos de calor para a Amazônia.

Relatam que as pesquisas em climatologia ficariam diretamente impactadas. Sugerem investimento em iniciativas de aquisição de sistemas meteorológicos nacionais e a criação de banco de dados para a segurança e a disseminação da informação.

## 5. DEMANDAS NÃO ATENDIDAS

O Programa Nacional de Atividades Espaciais (PNAE) aponta para a importância de um maior e melhor acompanhamento das mudanças ambientais e climáticas, de uma maior rapidez e competência para enfrentar os desastres naturais; fala de como as tecnologias de meteorologia e climatologia são hoje essenciais ao Estado para que cumpra seu dever de monitorar e realizar a previsão de tempo e as pesquisas sobre mudanças climáticas; da necessidade de alertar a população e a Defesa Civil sobre a probabilidade de desastres naturais e de realizar ações voltadas à mitigação de seus efeitos. No caso do Brasil, o atendimento às demandas nacionais de previsão de tempo e estudos climáticos ocorre em grande parte por utilização de dados, produtos e serviços de satélites estrangeiros.

Ao longo da 1ª rodada, 8 especialistas respondentes indicaram algumas atividades existentes em suas instituições cujas demandas por produtos e serviços de satélites meteorológicos ainda não são plenamente atendidas. Foram citadas 16 atividades, pertencentes a diferentes categorias. O gráfico a seguir apresenta o percentual de atividades, por categoria.



Percentual de atividades não plenamente atendidas, por categoria de solução/produto necessário (16 atividades indicadas)

Conforme pode ser verificado no gráfico acima, enquanto as demandas da Academia concentram-se na área de previsão do tempo e fenômenos atmosféricos, as demandas do setor público

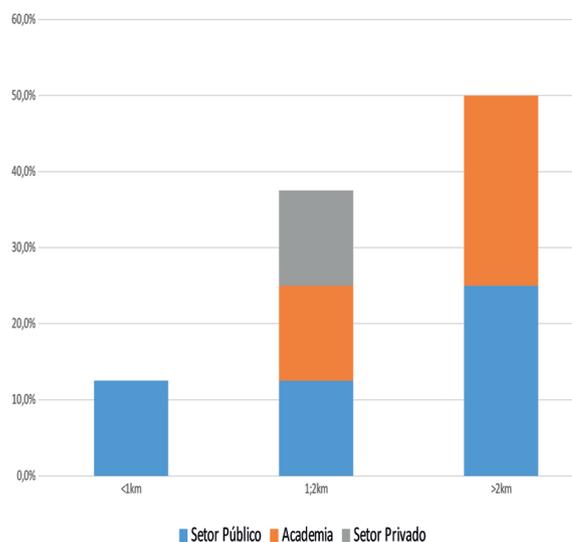
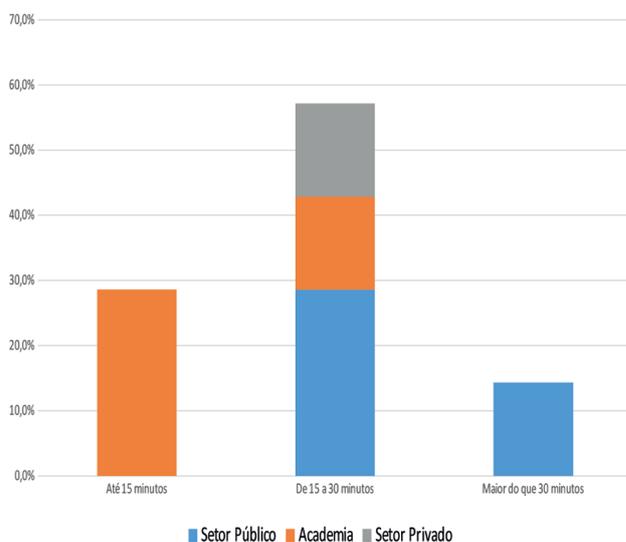
civil ganham ênfase nas áreas de agricultura e pecuária. O representante do setor privado indicou demanda na área de estudos de mares e oceanos. Ressalta-se, porém, que tal amostra não esgota o total de atividades nacionais cujas demandas não são plenamente atendidas.

Dentre as demandas citadas, destacam-se a necessidade de dados para modelos numéricos precisos de previsão do tempo; emissão de alertas de riscos e desastres naturais com antecedência adequada; o acesso a dados de precipitação, temperatura, insolação e outros para aplicação direta na área de agricultura e pecuária; e a necessidade de tecnologia nacional (satélite geoestacionário) para a área de meteorologia, cujos dados apoiariam diversas aplicações nacionais.

O gráfico a seguir apresenta o impacto negativo do não atendimento às demandas levantadas, em uma escala de 0 a 5, onde 0 significa “nenhum impacto negativo” e 5 significa “grave impacto negativo”.



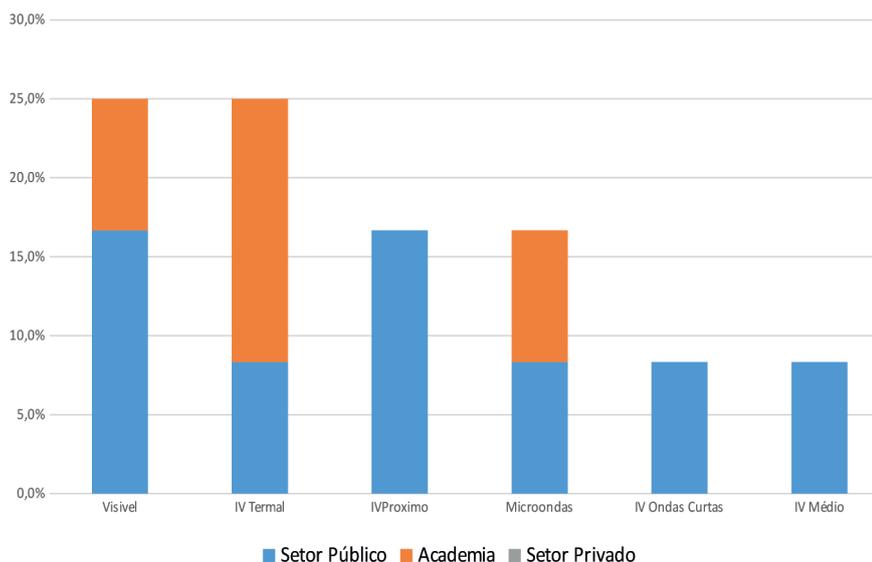
Os 8 especialistas indicaram, ainda, os requisitos mínimos para o atendimento às atividades apresentadas, cujas demandas não são plenamente atendidas, conforme ilustrado nos gráficos a seguir.



Frequência temporal (7 atividades analisadas)

Resolução espacial (8 atividades analisadas)

Faixas espectrais prioritárias (12 atividades analisadas)

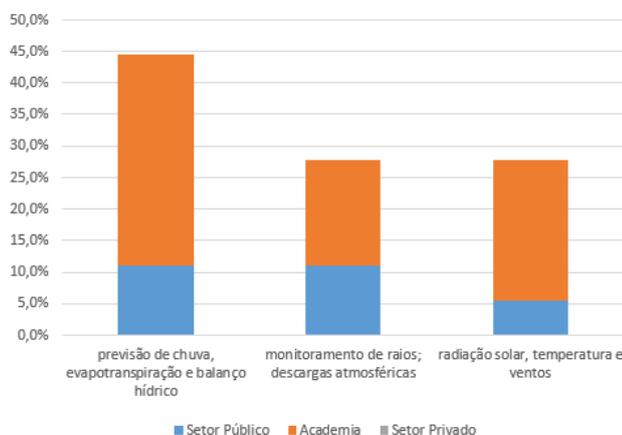


## 6. DEMANDAS FUTURAS NA ÁREA DE METEOROLOGIA

Uma missão espacial geralmente apresenta um longo prazo de maturação, ou seja, desde a sua concepção até a sua consolidação como fornecedora de produtos e serviços à sociedade leva-se em torno de 5 a 7 anos, dependendo dos desafios tecnológicos associados. Segundo Lima (2018), o processo de identificação e análise de demandas nacionais ao setor espacial tenta estimular o pensamento voltado ao futuro, de forma a considerar, dentre as necessidades nacionais existentes, as que permanecerão no longo prazo, bem como as possíveis demandas futuras e as tendências tecnológicas da área espacial e suas aplicações.

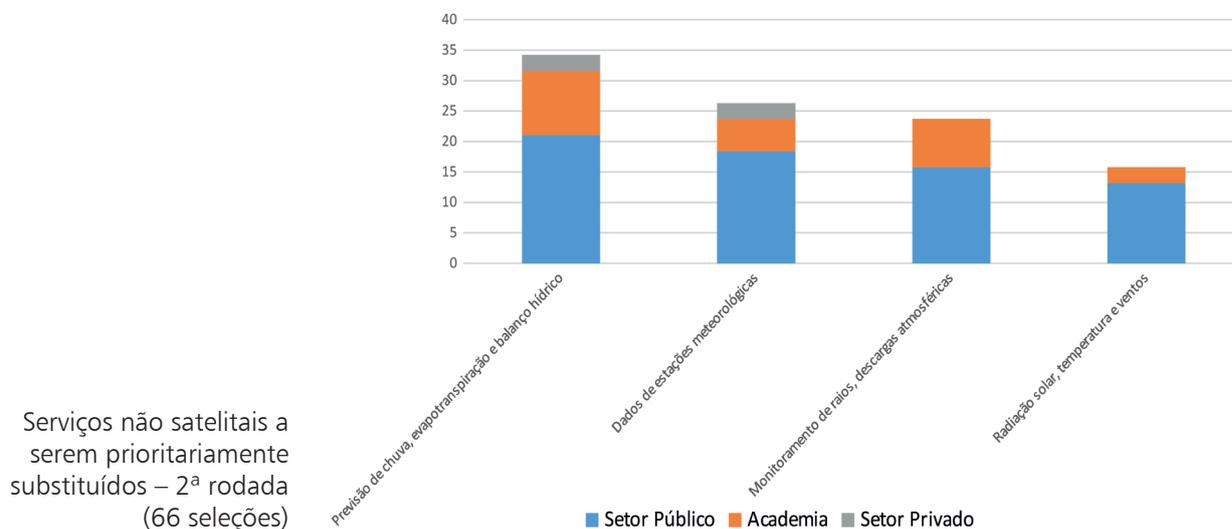
O setor de aplicações é um dos mais importantes segmentos das atividades espaciais no país. A utilização de produtos e serviços espaciais no desenvolvimento de soluções para os problemas nacionais é o que melhor justifica o investimento do Estado no Programa Espacial Brasileiro e gera impactos positivos perceptíveis à sociedade. Os diferentes tipos de aplicações apoiam e aprimoram a implementação de políticas públicas e agregam valor a uma série de atividades socioeconômicas nacionais. São também os interesses comuns em aplicações espaciais que fortalecem parcerias estratégicas e estimulam o desenvolvimento da indústria espacial.

Nesse sentido, os especialistas foram questionados sobre a existência de demandas potenciais em suas instituições (programas/processos em andamento que ainda não utilizam produtos e serviços de satélites meteorológicos, mas que podem vir a utilizá-los para o seu aprimoramento). As principais demandas potenciais apontadas por 11 especialistas são apresentadas no gráfico ao lado.

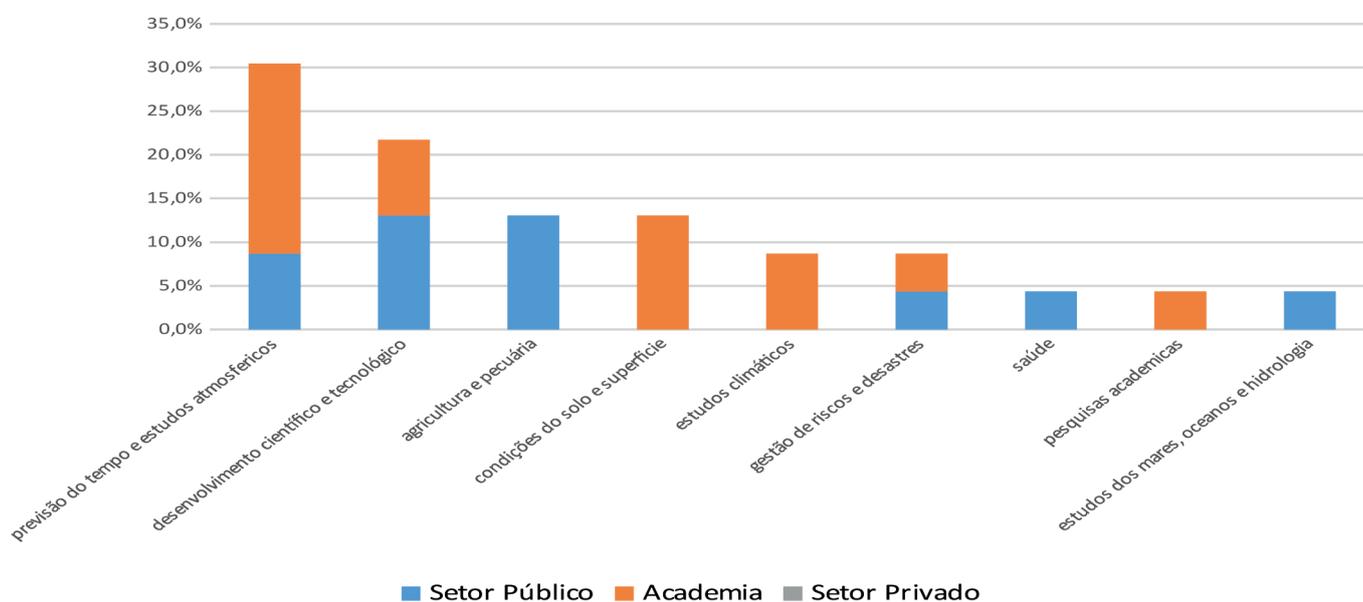


Demandas potenciais na área de Meteorologia – 1ª rodada (18 demandas apresentadas)

Com base nos resultados apresentados ao longo da 1ª rodada, 19 especialistas apontaram, na 2ª rodada da etapa de consulta formal às instituições nacionais, até 2 categorias de dados coletados por serviços não satelitais que devam ser prioritariamente substituídos por serviços de satélites meteorológicos.



Sobre possíveis atividades que as instituições nacionais tenham interesse em implementar futuramente e venham a demandar produtos e serviços de tecnologias espaciais da área de Meteorologia, 18 especialistas indicaram um total de 23 atividades. Os resultados são apresentados nos gráficos a seguir, por categoria.



Atividades a serem implementadas futuramente por instituições nacionais (25 atividades citadas)

As atividades futuras indicadas pelos especialistas consultados encontram-se resumidas, por categoria, na lista a seguir.

## Previsão do tempo e estudos de fenômenos atmosféricos

- Transmissão de dados meteorológicos (chuva, nível de rio, umidade de solo, temperatura) a partir de plataformas de coleta de dados;
- Monitoramento das camadas da atmosfera favoráveis à formação de gelo, tempestades e complexos convectivos, nevoeiros e nebulosidade tipo baixa (dados de variáveis de direção e velocidade do vento, temperatura; composição de imagens de satélite em diferentes canais, com maior resolução possível);
- Desenvolvimento conjunto de produtos meteorológicos e implantação de uma central de monitoramento atmosférico envolvendo governo e Academia;
- Estimativa de precipitação e análise de temperatura de interesse;
- Modelagem atmosférica (assimilação de radiancias de satélites de órbita polar e geoestacionária);
- Monitoramento de dados meteorológicos da região do ABC, recepção de imagens de satélites e de radar;
- Previsão de chuvas (aplicativo acessível com as informações sobre as previsões de chuva para a região).

## Desenvolvimento científico e tecnológico

- Implantação de sistema de transmissão de dados meteorológicos usando banda de comunicação (*transponder* de comunicação meteorológico, com transmissão de dados de banda de pelo menos 15 megabits por segundo; cobertura espacial de toda a América do Sul);
- Participação em um projeto de satélite científico de órbita equatorial;
- Cooperação com a NOAA em um programa operacional de satélites ambientais;
- Convênio com o governo para desenvolvimento de produtos meteorológicos em conjunto com a academia;
- Implantação de uma central de monitoramento atmosférico;
- Obtenção de dados de maneira operacional;
- Desenvolvimento de soluções a partir de dados satelitais de alta resolução temporal, espacial e de diversos sensores.

## Agricultura e pecuária

- Sensoriamento remoto conjuntamente com dados agrometeorológicos para melhorar o manejo de água em larga escala, tanto para agricultura dependente de chuva, como para culturas irrigadas;
- Validação e disseminação da aplicabilidade do conjunto de dados climáticos e imagens de satélites no monitoramento e planejamento dos recursos hídricos em diferentes agroecossistemas;

- Estimativa da produtividade por meio de modelo de crescimento da cultura (disponibilidade de dados meteorológicos, do solo, da cultura e climatológicos).

## condições do solo e superfície

- Estimativa da temperatura de superfície (banda termal com alta resolução espacial);
- Monitoramento da umidade do solo e de secas e da temperatura da superfície terrestre;
- Implementação de modelos que descrevem a dinâmica da água e do carbono em turfeiras (integrar em um modelo de dados de chuva, dados de precipitação e interpolação de dados de estações automáticas com cálculo de evapotranspiração).

## Estudos climáticos

- Análise meteorológica de sistemas atuantes no semiárido cearense;
- Monitoramento da umidade do solo e de secas e da temperatura da superfície terrestre.

## Gestão de riscos e desastres

- Transmissão de dados meteorológicos (chuva, nível de rio, umidade de solo, temperatura) das plataformas de coleta de dados voltados à gestão de riscos e desastres naturais;
- Identificação de risco de enchentes, inundações e deslizamentos;
- Desenvolvimento de sistemas de alerta (parceria com a Defesa Civil para elaboração de um sistema de emissão de alertas de chuvas torrenciais).

## Saúde

- Estudos de ondas de calor e frentes frias e seus impactos a saúde.

## Estudos dos mares, oceanos e hidrologia

- Utilização de dados climáticos e imagens de satélites no monitoramento e planejamento dos recursos hídricos.

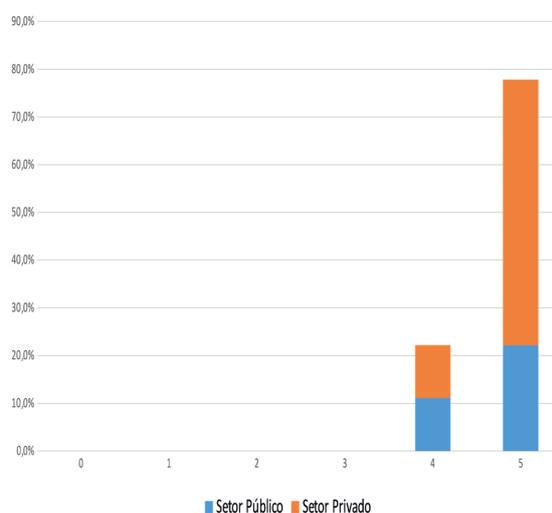
## Pesquisas acadêmicas

- Terminal público para acesso e controle de dados satelitais para desenvolvimento de pesquisa institucional.

As atividades apresentadas anteriormente já estão em processo de planejamento no âmbito das instituições nacionais consultadas e representam demandas concretas ao setor espacial. É possível verificar uma concentração de atividades em áreas como previsão do tempo e estudos atmosféricos; desenvolvimento científico e tecnológico; agricultura e pecuária; e estudos das condições do solo e superfície.

Os 18 especialistas apontaram o nível de importância das atividades futuras de sua instituição, conforme gráfico a seguir, em uma escala de 0 a 5, onde 0 significa “não importante” e 5 significa “muito importante”. É possível verificar, no gráfico a seguir, que as atividades apresentam grande importância para o cumprimento da missão institucional, visando, em última instância, o benefício da sociedade.

Importância das atividades a serem futuramente implementadas pelas instituições nacionais (18 respondentes)

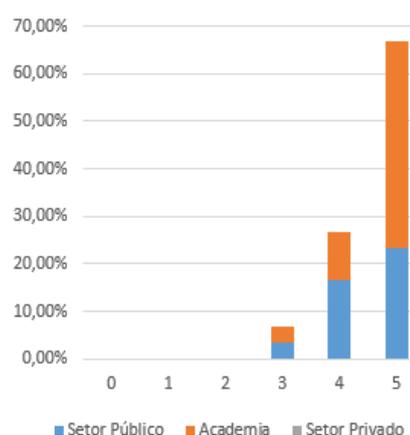


A respeito de atividades ainda não planejadas, mas que representam tendências na área de aplicações para um período de 10 a 20 anos, 17 especialistas indicaram, ao longo da 1ª rodada, uma lista de possíveis aplicações para produtos e serviços satelitais de Meteorologia no país, conforme resumido a seguir.

- Sistemas de irrigação com monitoramento constante das condições hídricas e conexão com saídas de modelos de previsão de tempo e controle fitossanitário (maior resolução espacial das variáveis meteorológicas e implantação de sistemas de alerta para condições de ocorrência de doenças em plantas e sensores de umidade de solo e antenas de recepção em áreas agrícolas);
- Detecção de mudanças climáticas, de aerossóis e outros gases; e dados mais precisos da altura média do mar;
- Orientação prévia para decisões de plantio na agricultura;
- Avaliação da mudança no padrão espacial dos sistemas de tempo;
- Estimativa da produtividade agrícola por meio de modelos de crescimento das culturas (simular cenários com base nos dados, de forma a aumentar a produtividade agrícola);
- Acompanhamento dos efeitos e do processo de mitigação das mudanças climáticas (soluções para acompanhar, monitorar e contribuir com a tomada de decisão para produção de alimentos);

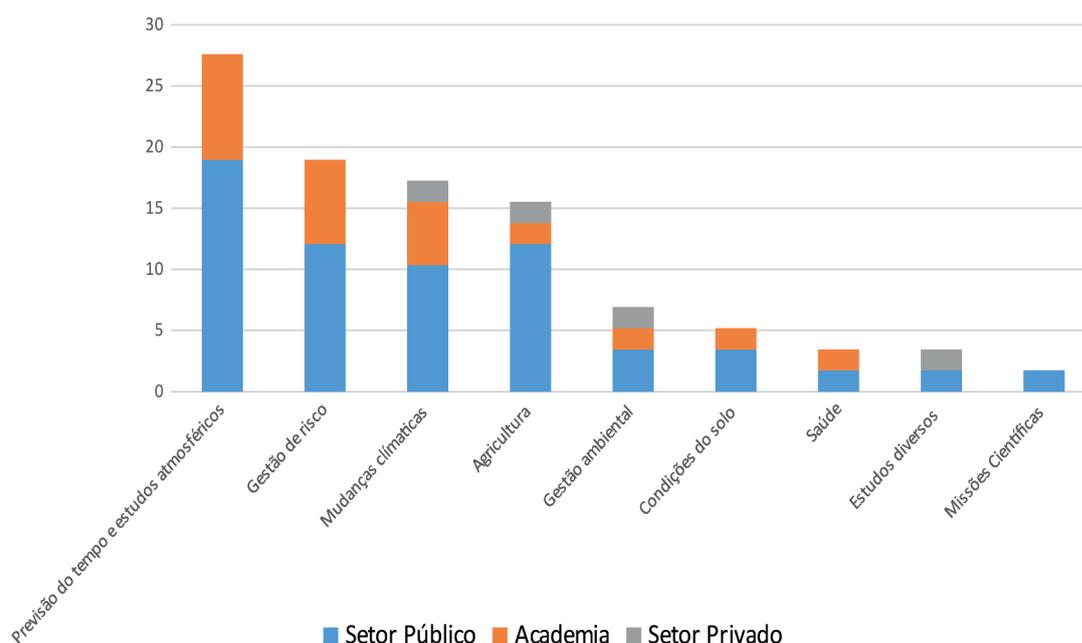
- Utilização de perfilador de vento tipo LIDAR invertido (identificar condição meteorológica adversa para prover informação voltada à segurança e à economia em rota de voos);
- Identificação de áreas de turbulência, gelo ou convecção profunda em rota (substituição das radiosondagens e da rede de radiossondas);
- Estudo da modificação dos espaços geográficos e compreensão das diferentes variáveis ambientais e climáticas;
- Monitoramento das condições climáticas oceânicas;
- Melhor conhecimento das características da interface ar-água-terra;
- Entendimento da configuração termo-hídrica do corpo aquoso da plataforma continental;
- Compreensão da configuração e da disposição dos níveis de umidade relativa ao longo dos primeiros 8 quilômetros da troposfera;
- Informações satelitais voltadas à internet das coisas e participação das empresas aéreas na coleta de dados em tempo real;
- Construção de inventários de fontes poluidoras;
- Monitoramento de estiagem e secas prolongadas; desertificação e arenização;
- Mineração de dados satelitais e utilização de técnicas de inteligência artificial;
- Serviços de *nowcasting*;
- Agricultura de precisão.

Os 18 especialistas classificaram a importância das aplicações futuras por eles indicadas, em uma escala de 0 a 5, onde 0 significa “não importante” e 5 significa “muito importante”, conforme gráfico a seguir.



Importância das aplicações futuras na área de Meteorologia  
(30 aplicações analisadas)

Com base nas tendências citadas durante a 1ª rodada, perguntou-se aos 19 especialistas respondentes da 2ª rodada quais seriam as principais áreas de aplicações de tecnologias espaciais (até 3 seleções) na área de Meteorologia nos próximos 10 a 20 anos. As 58 seleções distribuíram-se percentualmente conforme apresentado no gráfico a seguir.



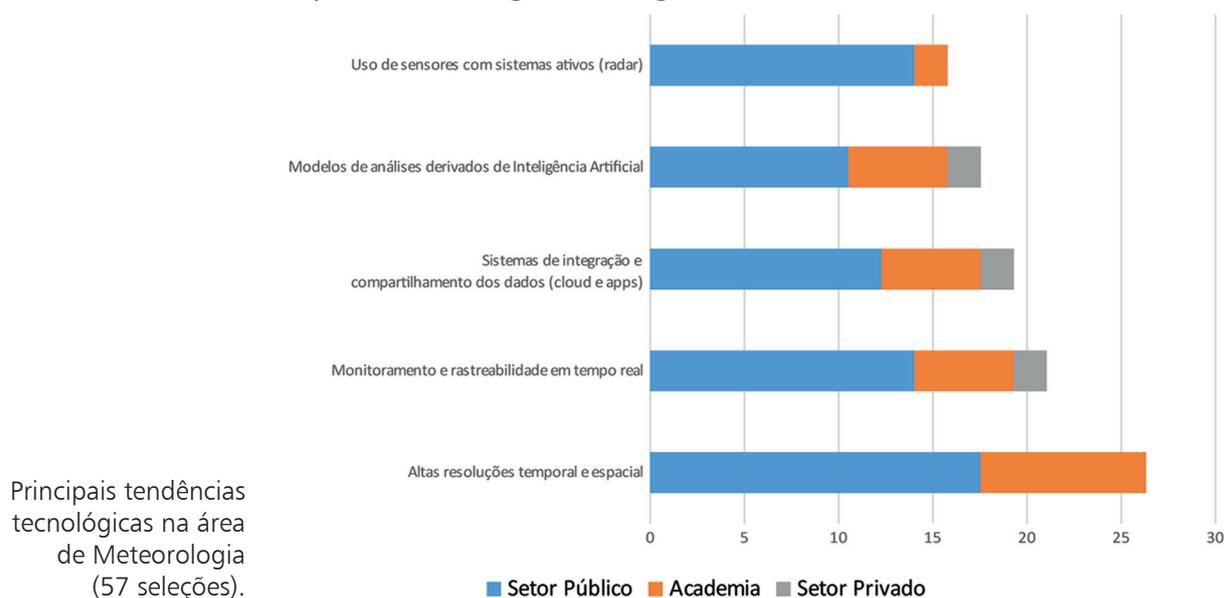
Percentual de seleção das principais aplicações futuras de produtos e serviços de satélites meteorológicos (2ª rodada – 58 seleções)

Ao longo da 1ª rodada, 16 especialistas indicaram também possíveis tendências tecnológicas para a área de Meteorologia. A seguir, é apresentado um resumo das tendências citadas.

- Desenvolvimento de satélite meteorológico com órbita polar;
- Monitoramento da superfície da Terra e dos oceanos com altas resoluções espacial e temporal;
- Construção de modelos dinâmicos de monitoramento de fenômenos meteorológicos, qualidade do ar, incêndios e desmatamentos;
- Desenvolvimento de sistemas satelitais com sensores multiespectrais (visível, infravermelho e vapor) que forneçam alta frequência temporal e alta resolução espacial;
- Sensores na faixa de microondas ativo e passivo;
- Estimativa de chuva por radar embarcado;
- Disponibilização de informações sobre tempo, clima, eventos extremos de forma acessível, simples, intuitiva, por meio do uso de aplicativos;
- Monitoramento de poluentes atmosféricos;
- Análises de ondas de calor com uso de modelos baseados em dados de sensoriamento remoto por satélites;
- Desenvolvimento de novos sensores para a rastreabilidade em tempo real;
- Aumento da resolução temporal com ampliação da constelação de satélite;
- Plataformas em nuvem para o acesso, processamento, classificação e análise de produtos do sensoriamento remoto;
- Desenvolvimento de novos sistemas de sensoriamento orbital compartilhados;
- Aperfeiçoamento continuado da tecnologia satelital na obtenção das variáveis meteorológicas com maior resolução temporal e espacial;

- Melhoria na compreensão da dinâmica dos continentes e oceanos, das mudanças climáticas e da modernização dos espaços urbanos;
- Evolução dos sistemas de análise da baixa e média atmosfera, para melhor compreensão dos vórtices ciclônicos;
- Evolução dos sistemas de análise relacionados a evapotranspiração e canalização da umidade amazônica para as regiões do centro-sul do Brasil;
- Evolução dos sistemas de análise vertical e horizontal do mar territorial brasileiro - pesquisas em meteorologia/climatologia em áreas marinhas;
- Evolução dos sistemas de análise das rotas e intensidades das frentes frias, considerando tempo e espaço;
- Previsão do tempo por radar com base na estimativa de chuva (água precipitável);
- Desenvolvimento de sensores de relâmpagos e de identificação de tempestades;
- Tendência diretamente ligada ao atendimento das demandas da iniciativa privada, com o fortalecimento do papel das empresas no financiamento e nos resultados;
- Assimilação de dados, produtos derivados de inteligência artificial (redes neurais), algoritmos genéricos e lógica fuzzy;
- Meteorologia aplicada a agricultura;
- Estudos dos impactos das mudanças climáticas nos recursos hídricos;
- Qualidade de vida da população e produção de alimentos;
- Integração dos dados, não somente na aquisição com diferentes sensores em uma única plataforma, mas da interação dessa plataforma com outras de diferentes tipos.

Com base nas tendências apresentadas durante a 1ª rodada, perguntou-se aos 19 especialistas respondentes da 2ª rodada quais seriam as principais tendências tecnológicas para a área de Meteorologia (até 3 tendências) nos próximos 10 a 20 anos. As 57 seleções distribuíram-se percentualmente conforme apresentado no gráfico a seguir.



## 7. PROCESSAMENTO E DISTRIBUIÇÃO DE DADOS

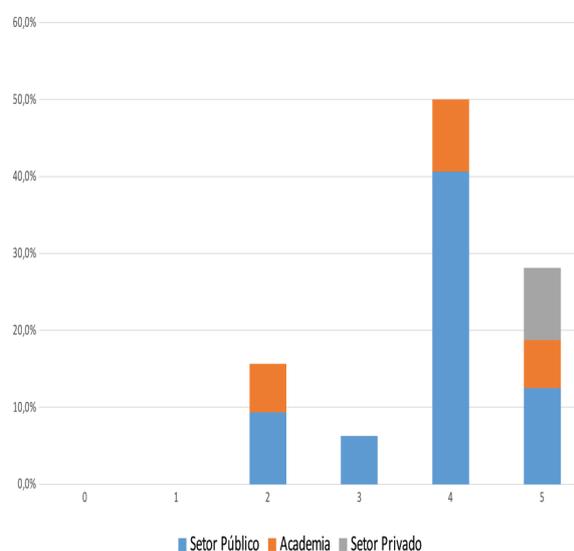
Na área de meteorologia e climatologia, a aquisição de dados sobre a dinâmica e a termodinâmica dos sistemas de tempo e das condições de contorno – velocidade de deslocamento e evolução dos sistemas frontais, direção e velocidade do vento; perfis verticais de temperatura, umidade e vento; temperatura dos topos das nuvens e da superfície dos oceanos; forma e dimensão das nuvens, umidade relativa, umidade do solo, precipitação etc. – são componentes importantes na elaboração de previsões meteorológicas, bem como em pesquisas climáticas e agrícolas, e as soluções de processamento e de distribuição dessas informações são essenciais à sua aplicação operacional.

O Brasil apresentou significativos avanços no desenvolvimento de modelos numéricos de previsão de tempo e clima, a exemplo dos modelos BRAMS (*Brazilian developments on the Regional Atmospheric Modelling System*) e do BAMS (*Brazilian Global Atmospheric Model*), que tornaram possíveis as previsões meteorológicas globais a regionais com antecedência.

Os satélites meteorológicos geostacionários de nova geração são capazes de fornecer dados de camadas atmosféricas, nuvens e suas propriedades a cada 15 minutos. A disponibilização de dados em tempo quase real, proveniente de satélites, estações terrestres, observações em campo e outras diferentes fontes tem possibilitado as previsões imediatas de tempo, conhecidas como *nowcasting*, que apresentam resultados para um período de até seis horas.

Tal capacidade de alerta antecipado demanda ferramentas de processamento de grandes volumes de dados de observação da Terra e de sensores ambientais e exige uma infraestrutura de Tecnologia da Informação (TI) robusta, capaz de armazenar, processar, padronizar e disseminar dados e informações derivadas. Além disso, torna-se importante a facilidade de acesso aos dados pelos usuários nacionais, de modo a permitir rápidas respostas e a apoiar diversas atividades que desses dados dependem.

Ao longo da 1ª rodada da etapa de consulta formal às instituições nacionais, 18 especialistas classificaram o nível de acesso aos produtos e serviços dos satélites provedores de informações meteorológicas em uma escala de 0 a 5, onde 0 significa “dificuldade de acesso” e 5 significa “facilidade de acesso”. Os resultados são apresentados no gráfico ao lado.

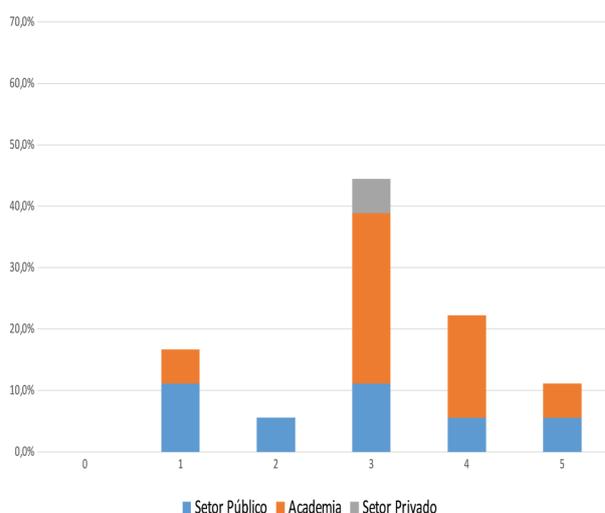


Nível de acesso aos dados de satélites provedores de informações meteorológicas (18 respondentes)

Os especialistas ressaltaram que alguns obstáculos quanto ao acesso aos dados referem-se à não disponibilização de base de dados para trabalhos automatizados ou consultas avulsas; dificuldade de articulação entre as áreas de governo para intercâmbio de informações; dificuldade de *download* automático de dados provenientes das estações meteorológicas; diminuição na frequência de imagens do hemisfério sul, quando há eventos meteorológicos de médio e alto impacto no hemisfério norte (GOES); inexistência de soluções adequadas de compartilhamento da informação em tempo real; ausência de imagens e produtos de satélite nos portais das instituições nacionais responsáveis pelos estudos e previsões meteorológicas; dificuldade de receber os dados de maneira operacional (GOES); produtos oferecidos pelos provedores nacionais não atendem às demandas dos usuários em escala regional (Meteosat); dificuldade de acesso ao dado bruto (GOES); os dados para o litoral brasileiro de clorofila-A somente são coletados no final do período da tarde, o que dificulta a operação em tempo quase-real (NOAA); e em algumas datas a cobertura do litoral Brasileiro é incompleta (Metop).

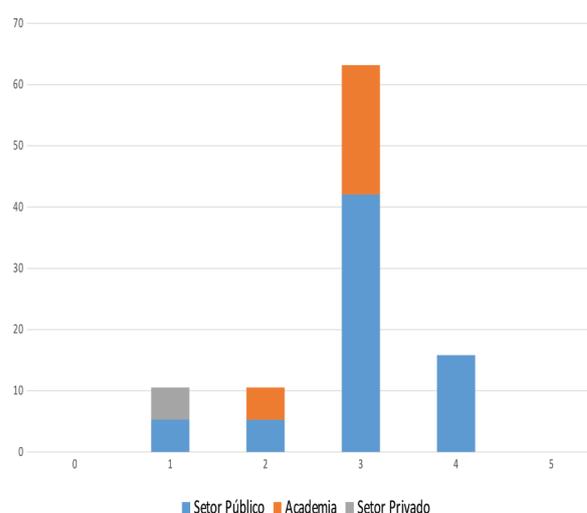
Sugerem o aprimoramento das resoluções espacial e temporal de dados meteorológicos e o treinamento de especialistas para a utilização dos produtos; o desenvolvimento de permissão de *download* automático dos dados das estações meteorológicas do país inteiro; investimento em antenas de recepção; melhoria na transferência de dados, cobertura e proteção; fomento a missões e projetos de satélites meteorológicos – garantindo o fornecimento ininterrupto dados; disponibilização de *software* e auxílio técnico de obtenção dos dados de maneira operacional; desenvolvimento de novos produtos que atendam a demandas regionais; melhor classificação dos produtos nacionais disponíveis para os usuários; e criação de um servidor *http* ou *ftp* para banco de dados de temperatura de brilho.

Ao longo das 1ª e 2ª rodadas, 18 e 19 especialistas, respectivamente, também classificaram a atual forma de compartilhamento de dados meteorológicos e produtos derivados, considerando a necessidade de acesso rápido a essas informações, em uma escala de 0 a 5, onde 0 significa “ruim” e 5 significa “muito boa”. Os resultados são apresentados no gráfico a seguir.



1ª rodada (18 respondentes)

Classificação da atual forma de compartilhamento de dados e produtos meteorológicos



2ª rodada (19 respondentes)

Para valores de 0 a 2, os especialistas destacaram que os dados e as informações meteorológicas se encontram pulverizadas entre as diversas instituições, havendo dificuldade em disponibilizar tais informações de forma mais efetiva; há dependência estrangeira no acesso aos dados meteorológicos, cuja falta, atraso ou indisponibilidade prejudica a análise por instituições nacionais; existem lacunas no tratamento e na análise dos dados; e há dificuldade de acesso aos dados brutos.

Para valores de 3 a 5, os especialistas enfatizaram a facilidade de acesso aos dados e a sua disponibilidade, inclusive via plataforma Linux.

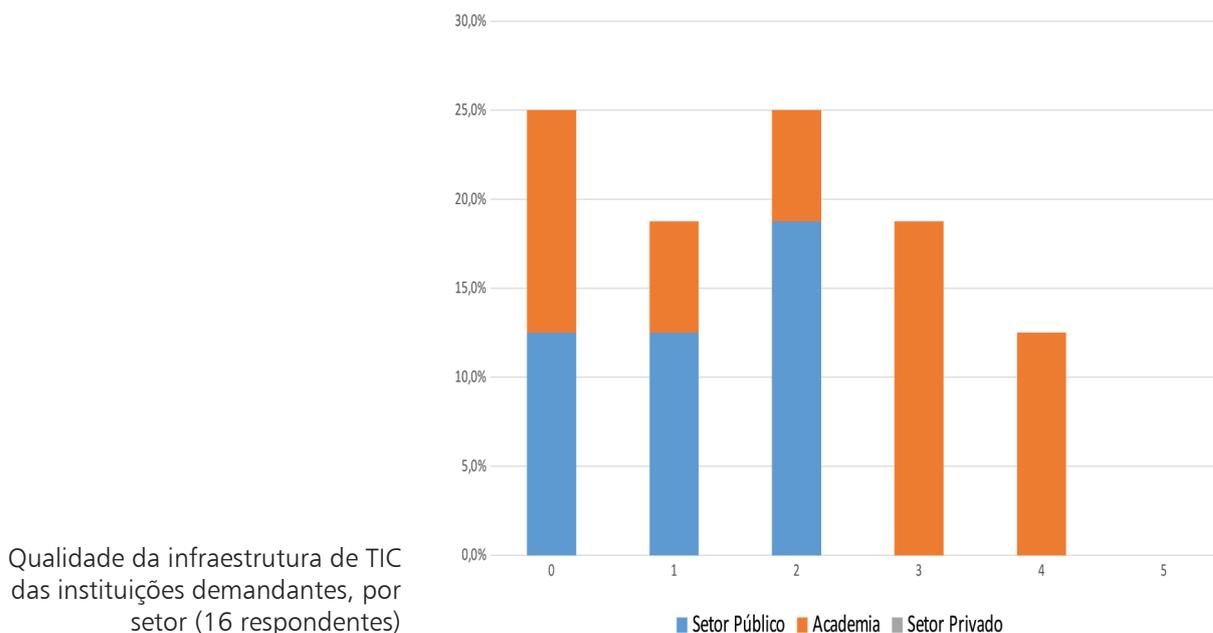
Como sugestões de aprimoramento, os especialistas recomendaram:

- Soluções para um melhor compartilhamento dos dados, tais como a criação de um banco de dados central com dados de diferentes fontes, ou uma plataforma *web* que facilite o acesso aos diversos tipos de dados, ou acesso aos dados e subprodutos via *ftp*;
- Aprimoramento da articulação entre as instituições para melhor organização das informações e um compartilhamento mais eficaz;
- Criação de pontos focais em instituições de ensino e pesquisa com a finalidade de acesso remoto e rápido aos dados meteorológicos;
- Aprimoramento da confiabilidade dos modelos numéricos e disseminação da informação sobre a incerteza desses modelos;
- Construção de capacidade para armazenamento e recepção de um maior volume de dados das novas gerações de satélites;
- Aprimoramento da recepção dos dados das plataformas de coleta de dados e de sua estabilidade (via celular e/ou internet), principalmente quando de intempéries mais fortes;
- Ampliação da rede agrometeorológica e foco na rapidez ao acesso das informações no banco de dados;
- Maior divulgação das diferentes formas de acesso aos dados;
- Investimentos em desenvolvimento de plataformas de compartilhamento da informação em tempo real e de melhoria dos prognósticos.

Indicam que ainda é necessário reorganizar a rede de dados e melhor distribuí-la ao longo do país; implementar sistemas robustos que facilitem a difusão dos dados em tempo quase real, com interfaces amigáveis que permitam aos usuários a geração de informações específicas de acordo com a necessidade de aplicação, especialmente em um País de dimensão continental com particularidades regionais. Alertaram que uma estação primária do GOES, como a estação *Geonetcast*, cobriria grande parte das aplicações; há necessidade de aperfeiçoamento da frequência de imagens, de sua resolução espacial, e também da eliminação das constantes interrupções. Reforçaram o fato de que as informações ficam muito divididas entre as diversas instituições de previsão e pesquisa e que, para que a meteorologia avance no Brasil, é preciso centralizar e compartilhar as informações para todos os setores envolvidos. Ressaltaram que apesar do *know-how*

brasileiro na produção e distribuição de dados meteorológicos, é preciso investir na produção de dados em escala regional e local.

Uma das grandes dificuldades quanto ao melhor aproveitamento de produtos e serviços meteorológicos diz respeito à infraestrutura de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) das próprias instituições. Em relação a isso, 16 especialistas apresentaram suas opiniões, classificando a qualidade da infraestrutura de TIC existente em suas instituições, em uma escala de 0 a 5, onde 0 significa “muito ruim” e 5 significa “muito boa”. O gráfico a seguir apresenta os resultados obtidos.

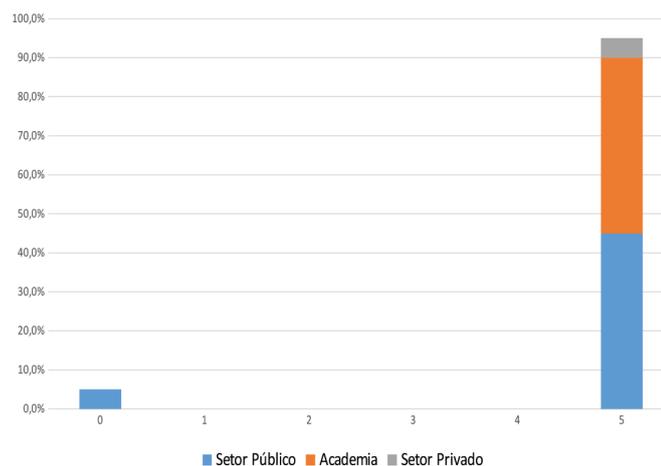


Para classificações de 0 a 2, as principais justificativas foram: inexistência de sistema institucional; poucos recursos humanos para aprimoramento da infraestrutura necessária; ausência de infraestrutura de rede e baixa capacidade de *hardware* e *software* dedicados; baixo investimento institucional; falta de treinamento; ausência de verba para facilitar a disseminação das informações; dificuldade do desenvolvimento de produtos de monitoramento operacional; necessidade de maior coordenação dos programas e pesquisas para garantir uma integração mais objetiva e estratégica na área da Meteorologia.

Para classificações de 3 a 5, os especialistas ressaltaram a necessidade de uma implementação computacional mais robusta; necessidade de pessoal da área de TIC disponível 24hs; ausência de espaço para armazenamento em disco dos dados satelitais e recursos computacionais pouco razoáveis; dificuldade de acesso aos dados pela rede interna da instituição; necessidade de arquitetura mais robusta de *cluster* de alto processamento e um *storage* para armazenar grandes volumes de dados; e inexistência de uma política de atualização de equipamentos.

Os especialistas apontaram a importância dos investimentos em soluções tecnológicas voltadas ao processamento de dados meteorológicos em tempo real para a geração de modelos numéricos de previsão do tempo de forma operacional, em uma escala de 0 a 5, onde 0 significa “não importante” e 5 significa “muito importante”. Os resultados são apresentados a seguir.

Importância dos investimentos em soluções tecnológicas de processamento de dados meteorológicos em tempo real (20 respondentes)



Para a resposta de 0 a 2, a principal justificativa foi a inexistência de necessidade de dados em tempo real no âmbito da instituição na qual atua.

Para respostas de 3 a 5, os especialistas afirmaram que investimentos na área de Meteorologia são fundamentais para a segurança nacional; destacaram a importância da criação de capacidade de processamento de grandes volumes de dados; e indicaram que a qualidade dos dados é fundamental para análises mais realistas das condições de campo, resultando em alertas mais precisos.

Afirmaram que os dados em tempo real são fundamentais para o planejamento dos plantios; que a adequação dos modelos numéricos para a região amazônica é imprescindível, tendo em vista as especificidades locais; que soluções na área de TIC são importantes na redução do tempo de coleta e de processamento dos dados, otimizando a análise e oferecendo qualidade e precisão. Tais soluções são ainda fundamentais em atividades de Meteorologia aeronáutica; e investimentos insuficientes resultam em modelos imprecisos, não confiáveis e que não auxiliam o planejamento de ações voltadas ao bem-estar da população.

Segundo os especialistas, soluções de processamento são fundamentais para a identificação das mudanças climáticas e a sua mitigação; a manutenção da qualidade dos serviços climáticos; a prevenção de desastres naturais; e o adequado funcionamento das instituições. Ressaltam que o valor agregado dos dados meteorológicos está na interpretação dos mesmos para emprego em projetos com atividades multidisciplinares, favorecendo a difusão da sua utilização, assim como os seus benefícios.

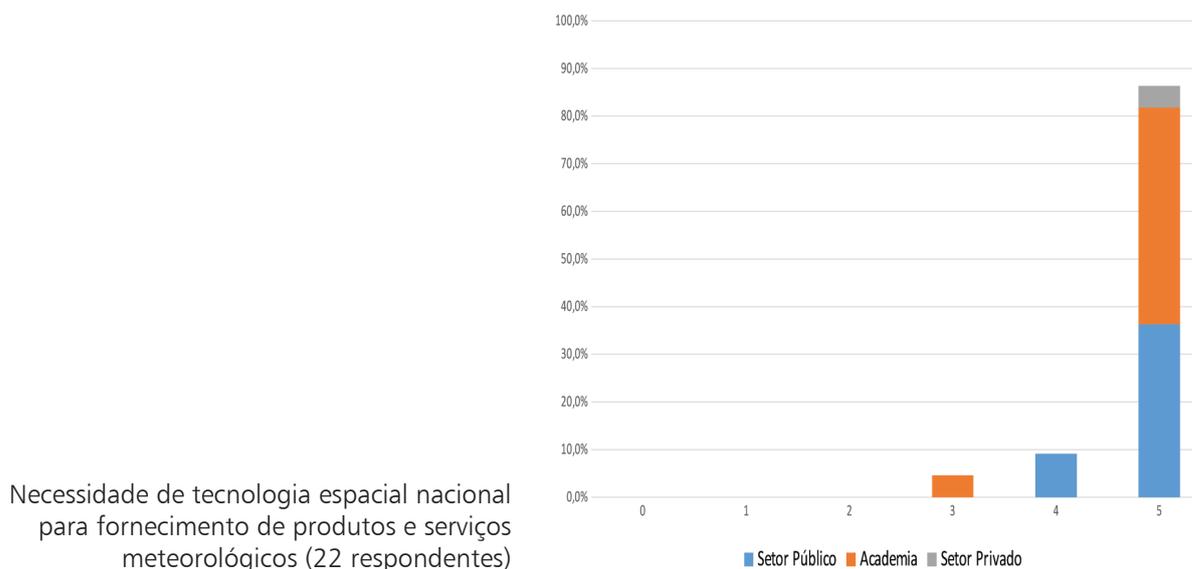
## 8. TECNOLOGIA ESPACIAL NACIONAL PARA O FORNECIMENTO DE PRODUTOS E SERVIÇOS METEOROLÓGICOS

Um dos mais importantes setores da economia espacial é a área de aplicações. Trazendo soluções inteligentes a problemas globais, nacionais, regionais e locais, o setor de aplicações espaciais é o grande responsável pelos benefícios gerados à sociedade. É através dele que as atividades espaciais se justificam e se aproximam do conceito de Política de Estado, promovendo mudanças estruturais que impulsionam o desenvolvimento do país.

O processo de identificação e análise de demandas nacionais ao setor espacial visa, dentre outras coisas, o reconhecimento das lacunas existentes no Programa Espacial Brasileiro e dos impactos gerados ao país, visando assim o aprimoramento do planejamento das atividades espaciais e o seu alinhamento a demandas atuais e futuras.

O Brasil conta com um satélite nacional de observação da Terra, o CBERS 4, que contribui para suprir parte das demandas relacionadas à área de Meteorologia, ainda que não seja essa a sua principal função. Apesar disso, o país não é detentor de tecnologia espacial própria voltada especificamente à obtenção de dados meteorológicos e busca alcançar capacidade no fornecimento de dados de cobertura hemisférica completa e de detecção remota das condições meteorológicas com cobertura nacional.

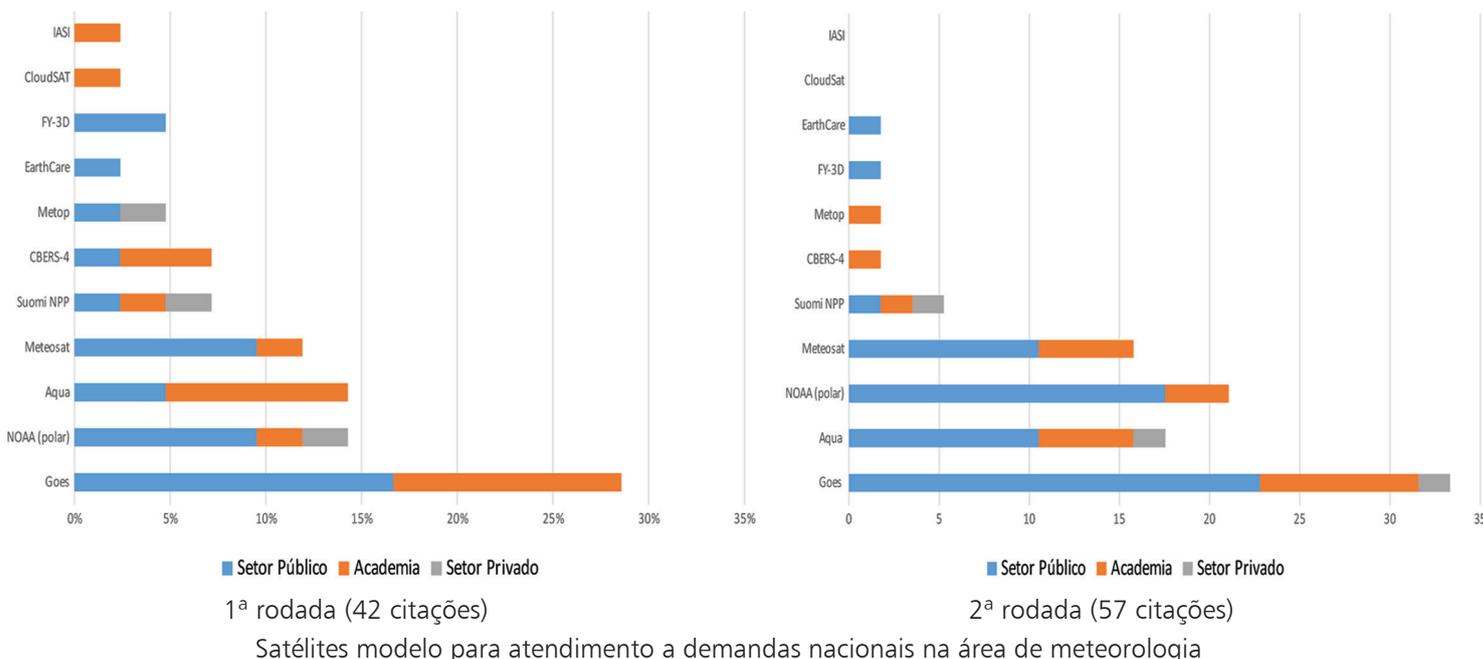
Durante a 1ª rodada de consulta formal às instituições, 22 especialistas classificaram a necessidade de o Brasil dispor de tecnologia espacial própria para o fornecimento de dados e serviços meteorológicos, em uma escala de 0 a 5, onde 0 significa “desnecessário” e 5 significa “muito necessário”. Os resultados encontram-se a seguir.



Os especialistas ressaltam que o sistema atual de sensoriamento remoto de parâmetros meteorológicos é frágil e depende da Agência Espacial Americana, que apresenta uma política de dados abertos. Tal solução não garante a disponibilidade contínua de dados e não atende a necessidades específicas de determinadas regiões nacionais, uma vez que não são consideradas como demandas prioritárias. Indicam a necessidade de se pensar, desenhar e configurar sensores e dados para as necessidades do Brasil, região tropical com características próprias e processos atmosféricos diferentes dos existentes em latitudes médias nas quais os satélites GOES/METEOSAT foram desenvolvidos. Afirmam que o fornecimento de dados meteorológicos passou a ser fundamental para a gestão territorial, a gestão pública e o processo decisório em tempo oportuno. Além disso, destacam que o desenvolvimento tecnológico promove o investimento na formação acadêmica, na criatividade, na inovação; o fortalecimento da indústria nacional; a agregação de valor no âmbito da cooperação internacional; a autossuficiência tecnológica; e o desenvolvimento.

Um especialista cita, ainda, a redução da incerteza e dos riscos na agropecuária, atividade estratégica e de grande interesse público. Sugerem que tecnologias nacionais podem ser compartilhadas com outros países para desonerar economicamente o Estado e garantir maior acesso do Brasil a outras tecnologias disponíveis.

Durante as 1ª e 2ª rodadas, 16 e 19 especialistas, respectivamente, identificaram os satélites que poderiam ser considerados como modelos no fornecimento de produtos e serviços meteorológicos, cujas especificações melhor atenderiam às demandas nacionais e poderiam ser consideradas no desenvolvimento de solução nacional. Os resultados são apresentados nos gráficos a seguir.



**Satélites da série GOES:** os especialistas ressaltaram a qualidade das imagens nas faixas espectrais do visível, do infravermelho e do termal; a disponibilização de dados que ajudam a caracterizar as nuvens em termos de tamanho das gotas, conteúdo de cristais de gelo, temperatura, etc.; a possibilidade de identificação dos sistemas de micro, meso e grande escala que causam precipitação; e as possibilidades de aplicações dos sensores (caracterização de vapor d’água, estimativa de precipitação, estimativa de ventos, monitoramento de nevoeiros, monitoramento de descargas atmosféricas, sondagens da atmosfera, temperatura de brilho, refletância e relâmpagos). Indicaram que a série de satélites GOES possui sua história desde a década de 1970 e que centros tradicionais de meteorologia do Brasil (e do mundo) utilizam imagens do GOES, tornando-o um satélite de referência. Afirmam que por ser um satélite geoestacionário, fornece dados em alta frequência temporal, o que possibilita aplicações operacionais.

**Aplicações destacadas dos satélites GOES:** determinação do albedo/refletividade de nuvens na faixa do visível; acompanhamento de sistemas convectivos para análises e elaboração de previsão do tempo, temperatura da superfície e topo de nuvens; monitoramento meteorológico e ambiental; melhor entendimento da natureza, o que pode ser útil nos processos de certificação de produtos aeronáuticos que irão operar em condições atmosféricas severas; monitoramento

de chuvas extremas; emissão de alertas de curto prazo; identificação e classificação de nuvens; identificação, classificação e monitoramento de sistemas meteorológicos (sistemas frontais, processos convectivos, vórtices, ciclones extratropicais, zonas de convergência); identificação de áreas úmidas e secas; identificação de corrente de jato; identificação de interações da atmosfera com a topografia e com o oceano; identificação de áreas quentes e frias; monitoramento de nevoeiros e de queimadas (que interferem na visibilidade nos aeroportos, por exemplo); determinação de ventos em altos níveis por meio do movimento das nuvens; determinação do perfil termodinâmico da atmosfera por meio de sondagens por satélite; informações para inicialização de modelos numéricos de previsão; análise temporal do comportamento dos sistemas de tempo; previsão imediata do tempo (*nowcasting*); detecção de índices pluviométricos, eventos extremos de chuva e sistemas atmosféricos atuantes numa dada região.

**Satélites NOAA polares:** os especialistas citaram a qualidade das imagens nas faixas espectrais do visível, infravermelho e termal; e a disponibilização de dados para a caracterização de nuvens em termos de tamanho das gotas, conteúdo de cristais de gelo, temperatura, etc.

**Aplicações destacadas dos satélites NOAA:** determinação do albedo/refletividade de nuvens na faixa do visível; acompanhamento de sistemas convectivos para análises e elaboração de previsão do tempo, temperatura da superfície e topo de nuvens; monitoramento meteorológico e ambiental; análise temporal do comportamento dos sistemas de tempo; e melhor entendimento da natureza, o que pode ser útil nos processos de certificação de produtos aeronáuticos que irão operar em condições atmosféricas severas.

**Satélites MeteoSAT:** os especialistas indicaram que os satélites fornecem imagens nas faixas espectrais do visível, infravermelho, termal e vapor d'água; atendem ao monitoramento ambiental e meteorológico de forma operacional; e a alta frequência temporal dos dados (15 minutos) é importante principalmente para a previsão de tempo de curtíssimo prazo.

**Aplicações destacadas dos satélites MeteoSAT:** determinação do albedo/refletividade de nuvens na faixa do visível; acompanhamento de sistemas convectivos para análises e elaboração de previsão do tempo, temperatura da superfície e topo de nuvens; monitoramento meteorológico-oceanográfico, assimilação de dados; identificação e classificação de nuvens; identificação, classificação e monitoramento de sistemas meteorológicos (sistemas frontais, processos convectivos, vórtices, ciclones extratropicais, zonas de convergência); identificação de áreas úmidas e secas; identificação de corrente de jato; identificação de interações da atmosfera com a topografia e com o oceano; identificação de áreas quentes e frias; previsão de curto prazo de tempo (2 horas) e monitoramento ambiental, sobretudo informações agrometeorológicas diárias de alta frequência temporal (NDVI, Albedo, LST etc.).

**Satélite Aqua:** um especialista afirmou que, analisando a plataforma WMO/OSCAR, verificou que o satélite Aqua apresenta análise de elementos de extrema importância ao território brasileiro, tais como a extensão da tropopausa, temperatura atmosférica e mensuração de níveis de vapor de água, tendo existido, no passado, um instrumento chamado *Humidity Sounder for Brazil*, que terminou sua operação em 05 de fevereiro de 2003. Outros especialistas indicam a

importância da disponibilização de canais nas faixas espectrais do visível e infravermelho, em alta resolução espacial; dados de profundidade óptica; e seis sensores dentre os quais se destacam o AMSR-E, utilizado para melhorar a exatidão, por exemplo, da previsão de fenômenos locais, como chuvas fortes localizadas, propriedades físicas das nuvens, dentre outros; o CERES, utilizado para medir o fluxo radiante da Terra e que fornece informações úteis para cálculo das propriedades físicas de nuvens (em combinação com o MODIS, oferece informações detalhadas sobre propriedades das nuvens); e o MODIS, cujas imagens oferecem uma base sistemática de dados na elaboração de produtos sobre as interações entre atmosfera, terra e oceano.

**Aplicações destacadas do satélite Aqua:** Monitoramento oceanográfico e ambiental; monitoramento da seca no colapso da produção de alimentos no Brasil; monitoramento de elementos de análise tais como o vapor d'água (verificando o fluxo de umidade das regiões amazônicas para latitudes mais elevadas ou em áreas mais extensas da América do Sul); verificação de precipitação e desenvolvimento de células de chuva; monitoramento da vegetação; análise das condições de stress hídrico; inferência de número de partículas atmosféricas para utilização em modelos de qualidade do ar; alimentação de modelos numéricos de previsão global aplicados à meteorologia e à hidrologia; análise espacial da distribuição da precipitação, principalmente para as localidades com monitoramento pluviométrico deficiente.

**Satélite MetOp:** os especialistas destacaram a importância dos sensores AVHRR (*Advanced Very High Resolution Radiometer* - fornece imagens diurnas e noturnas de solo, água e nuvens e mede a temperatura da superfície do mar, o gelo, a neve e a cobertura vegetal, examinando a superfície da Terra em seis bandas espectrais na faixa de 0,58 a 12,5 microns); ASCAT (*Advanced Scatterometer* - mede a velocidade e direção do vento sobre o oceano; suas seis antenas permitem a cobertura simultânea de duas faixas em ambos os lados da via terrestre do satélite, fornecendo o dobro da informação dos instrumentos anteriores; e também contribui para atividades em áreas diversas como o monitoramento do solo e do gelo marinho, a umidade do solo, as propriedades da neve e o descongelamento do solo); AMSU (*Advanced Microwave Sounding Units* - mede o brilho da cena no espectro de micro-ondas; os dados desses instrumentos são usados em conjunto com o instrumento HIRS (*High-resolution Infrared Sounder*) para calcular os perfis globais de temperatura atmosférica e umidade da superfície da Terra até a estratosfera superior; os dados também são usados para fornecer medidas de precipitação e de superfície, incluindo cobertura de neve, concentração de gelo no mar e umidade do solo); e MHS (*Microwave Humidity Sounder* - adquire medições em várias altitudes da umidade atmosférica, incluindo chuva, neve, granizo e temperatura através da medição da radiação de microondas emitida a partir da superfície da Terra).

**Aplicações destacadas do satélite MetOP:** Monitoramento meteo-oceanográfico (estado do mar); e assimilação de dados em NWP (*Numerical Weather Prediction*).

**Satélite Suomi NPP:** os especialistas destacaram a importância dos sensores VIIRS (*Visible Infrared Imaging Radiometer Suite* – cujos dados são usados para medir as propriedades de nuvens e aerossóis, a cor dos oceanos, a temperatura da superfície do mar e da terra, o movimento e a temperatura do gelo, os incêndios e o albedo da Terra, aprimorando a compreensão da mudança climática global); e ATMS (*Advanced Technology Microwave Sounder* – fornece informações de

perfil de temperatura e umidade com suficiente precisão, mesmo na presença de muitos tipos de nuvem, para aprimorar os modelos numéricos operacionais de previsão meteorológica; e estende os dados das séries temporais sobre as temperaturas médias globais do ar superior que começaram com seu instrumento predecessor, o MSU, há mais de vinte anos; produz recuperações de taxa de precipitação global para chuva e neve com uma resolução de aproximadamente 15km perto do nadir, e uma resolução de 35 km isoladamente).

**Aplicações destacadas do satélite Suomi NPP:** Monitoramento oceanográfico e ambiental.

**Satélites FY-3D e Earth-Care:** Os especialistas indicaram que o satélite pode prover dados que ajudam a caracterizar as nuvens em termos de tamanho das gotas, conteúdo de cristais de gelo, temperatura, etc.

**Aplicações destacadas dos satélites FY-3D e Earth-Care:** melhor entendimento da natureza, o que pode ser útil nos processos de certificação de produtos aeronáuticos que irão operar em condições atmosféricas severas.

**Satélite CBERS-4:** Os especialistas destacaram a importância da transmissão de dados coletados nas Estações Meteorológicas Automáticas e nas Plataformas de Coleta de Dados (PCD); afirmaram que o satélite é um dos principais marcos recentes das pesquisas espaciais no Brasil e apoia o monitoramento das áreas vegetadas do Brasil, assim como a evolução do uso da terra e dos impactos ambientais, em especial, desmatamento e queimadas. Disseram, ainda, que os dados e produtos do satélite Meteosat podem complementar os dados CBERS-4, sobretudo no monitoramento agrometeorológico e de degradação ambiental.

**Aplicações destacadas do satélite CBERS-4:** monitoramento das condições atmosféricas pelos centros operacionais de meteorologia; alimentação da base de dados históricos para estudos climatológicos; fornecimento de dados para inicialização de Modelos Numéricos de Previsão do Tempo; vigilância das áreas florestais do Brasil, em especial do bioma amazônico. Destacam, ainda, a validação dos dados de cobertura vegetal do CBERS-4, com dados do METEOSAT.

**Satélite Cloudsat:** os especialistas indicaram a importância da temperatura de brilho em canais de micro-ondas.

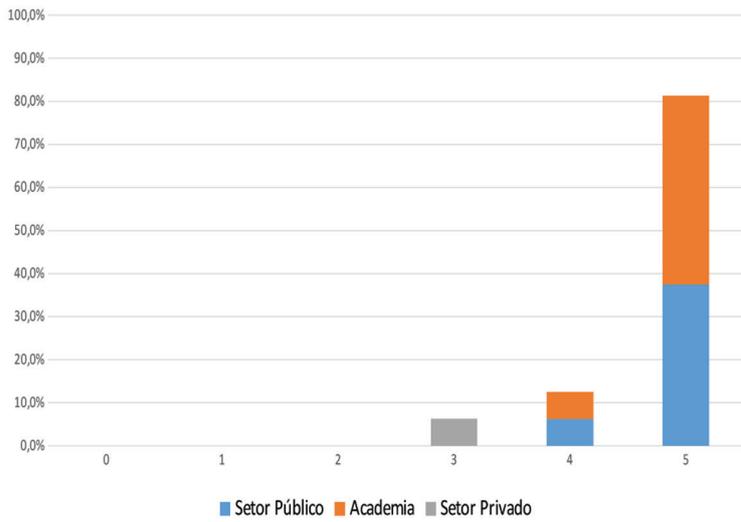
**Aplicações destacadas do satélite Cloudsat:** estimativa de precipitação.

**Satélite IASI:** os especialistas indicaram a importância dos dados de nitrogênio reativo.

**Aplicações destacadas do satélite IASI:** Utilização em estudos de química atmosférica e qualidade do ar em regiões densamente urbanizadas.

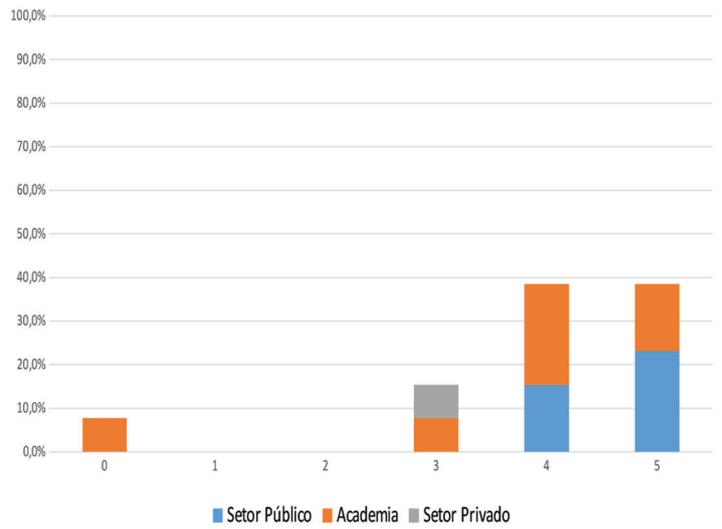
Para os especialistas envolvidos no processo de identificação e análise de demandas nacionais ao setor espacial, alguns parâmetros apresentam elevada importância no planejamento dos tipos e das configurações das diferentes cargas úteis que possam vir a equipar plataformas satelitais de Meteorologia. Os especialistas apontaram, assim, o nível de importância desses parâmetros na especificação técnica de soluções ao atendimento de demandas nacionais, em uma escala de 0 - 5, onde 0 significa “não importante” e 5 significa “muito importante”, conforme pode ser visto nos gráficos a seguir.

RESOLUÇÃO ESPACIAL



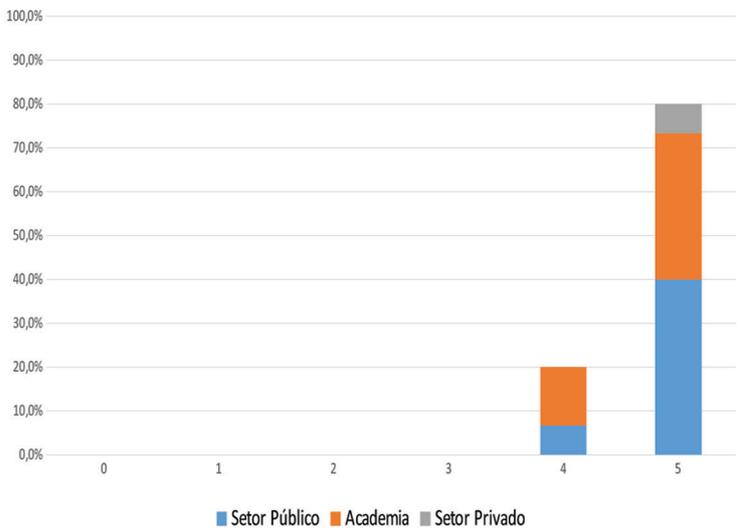
16 respondentes

RESOLUÇÃO ESPECTRAL



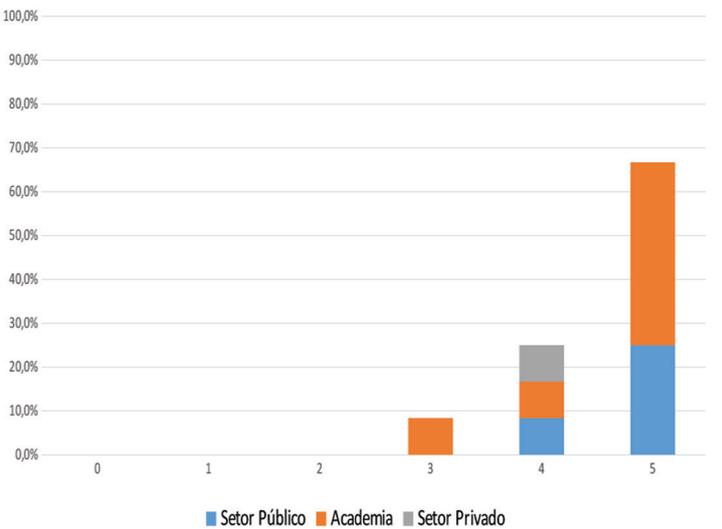
13 respondentes

RESOLUÇÃO TEMPORAL



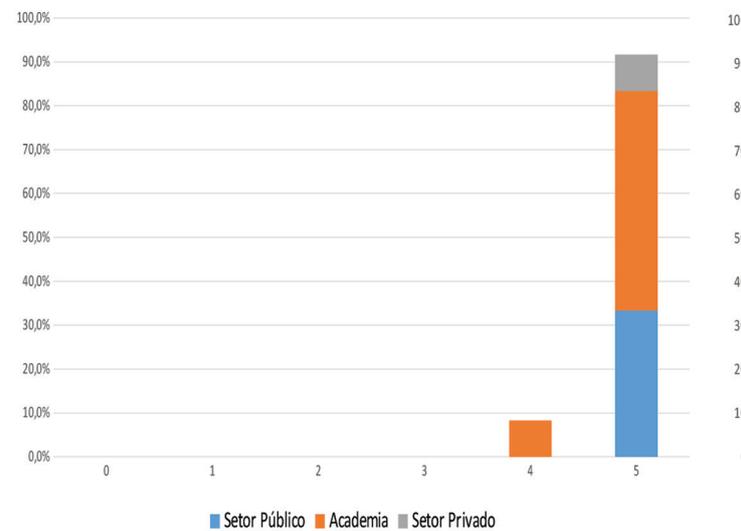
16 respondentes

VELOCIDADE TRANSMISSÃO DOS DADOS



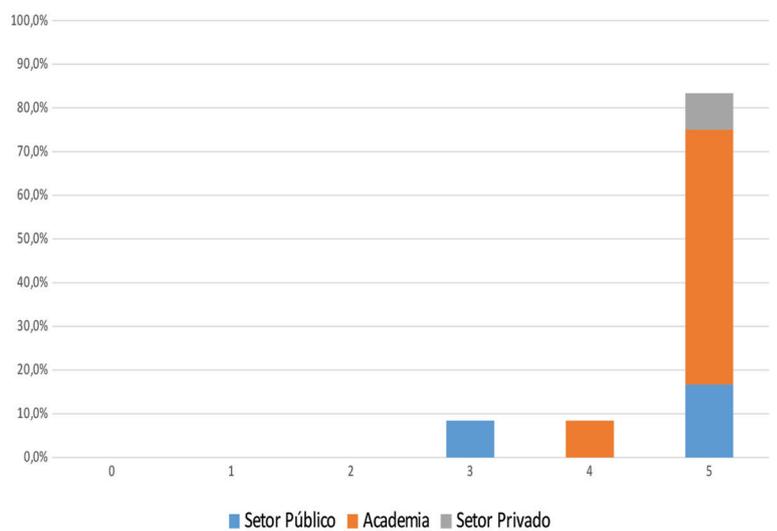
12 respondentes

TIPO DE SENSORES E DADOS DISPONÍVEIS

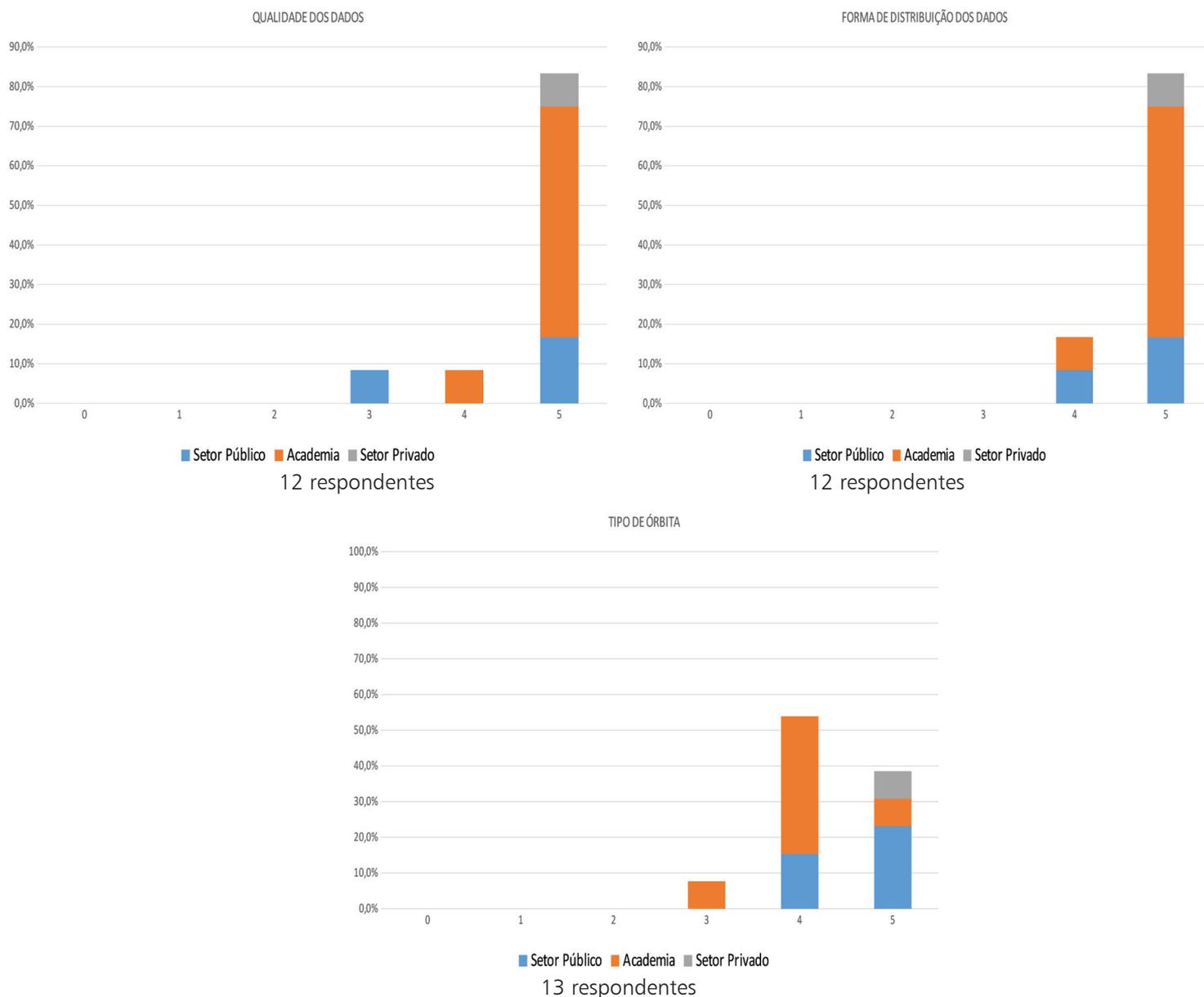


12 respondentes

CAPACIDADE DE PROCESSAMENTO



12 respondentes



Foram feitas as seguintes considerações pelos especialistas:

**Resolução espacial:** a resolução espacial próxima a 1km geralmente é suficiente aos estudos atmosféricos, e propicia uma análise mais abrangente do território. Uma maior resolução espacial é adequada a estudos de microclimatologia e mesoclimatologia, na faixa de 100m, com uma maior atenção para os estudos de transferência de calor e turbulência atmosférica em áreas pontuais. Uma boa resolução espacial confere confiabilidade às análises; o aprimoramento da visualização de sistemas convectivos locais; e possibilita um maior detalhamento das informações físicas e microfísicas das nuvens, maior precisão na determinação da umidade do solo e uma melhor quantificação da perda de CO<sub>2</sub>. Além disso, uma boa resolução espacial também é fator importante para setores como a agricultura - principalmente em caso de lavouras de pequeno porte - e a aviação. O valor de resolução espacial mais adequado depende também das características e da heterogeneidade da área analisada. Os especialistas afirmaram que tempestades

mais severas, que são responsáveis por parcela significativa dos danos e das mortes durante o verão, ocorrem com poucos quilômetros de extensão, e que uma alta resolução espacial (menor do que 1 km) possibilita um melhor diagnóstico e ajuda na efetividade dos alertas de enxurrada e de inundação brusca.

**Resolução espectral:** Um especialista afirmou que um satélite que possua, em média, 5 bons sensores cobrindo toda a faixa espectral, pode auferir bons resultados para a meteorologia nacional. Todavia, acrescentou que observando o modelo da JAXA (*Second-generation global imager*), foi possível verificar que o satélite possui 19 faixas espectrais de análise e que quanto maior a resolução espectral, maior a capacidade de geração de dados mais precisos. Afirmou que se o Brasil conseguisse, nos próximos anos, lançar um satélite que trabalhasse com 20 bandas espectrais, algumas voltadas à meteorologia, já seria um avanço considerável para a aquisição de dados meteorológicos e que um produto como este possibilitaria um salto nas pesquisas nacionais e colocaria o Brasil em uma posição melhor no *ranking* das nações com tecnologia espacial. Outro especialista afirma que atualmente a resolução de 15 canais (ou bandas) é razoável para entender as propriedades da nuvens, porém uma maior quantidade de bandas espectrais em satélites geoestacionários será fundamental para uma melhor identificação de tipos de gelo, gotas de água líquida e diversos outros hidrometeoros. Alguns apontam como modelo a resolução espectral do satélite GOES R. Um especialista confirma que a existência de faixas no visível, no infravermelho próximo e no termal atende a demandas de atividades agrícolas de forma eficaz.

**Resolução temporal:** Foi apontado que, para estudos atmosféricos, a resolução temporal mais indicada seria a de uma imagem a cada 15 a 20 minutos, atualmente, devido à necessidade de acompanhamento da evolução dos fenômenos atmosféricos ao longo do território nacional. Na área da agricultura, uma resolução temporal de 15 dias apoiaria a estimativa de indicadores agrometeorológicos, possibilitando o acompanhamento das práticas agrícolas, porém uma resolução diária atenderia adequadamente a maior parte das demandas, incluindo também o monitoramento de queimadas. Para acompanhamento de massas de ar, são importantes atualizações 4 vezes ao dia. Em análises meteorológicas voltadas à previsão do tempo, uma resolução temporal de 15 minutos já confere maior confiabilidade, e resoluções da ordem de 5 minutos apoiam o monitoramento de fenômenos como chuvas intensas ou extremas, que apresentam rápido desenvolvimento, e o acompanhamento do ciclo de vida de sistemas convectivos. Já resoluções na ordem de 1 minuto são importantes para o acompanhamento detalhado da formação e da evolução do ciclo de vida de nuvens. A previsão do tempo imediata é uma tendência que deve ser considerada no planejamento de missões espaciais na área de Meteorologia.

**Velocidade de transmissão dos dados:** O *Second-generation Global imager* (SGLI) da JAXA (Japão), para identificação de cobertura de nuvens, temperatura do topo de nuvens, etc., possui uma velocidade de transmissão de dados de 139Mbps, que corresponde à velocidade desejada para os estudos atmosféricos atualmente. De acordo com especialistas, os sensores nacionais devem acompanhar as tendências globais e, no longo prazo, tentar superá-las. A velocidade de transmissão de dados é muito importante para o acompanhamento da evolução atmosférica diária, além de possibilitar prognósticos de mudanças climáticas (sendo essa uma etapa além da

escala da observação diária). O monitoramento de fenômenos meteorológicos tais como chuvas intensas ou extremas exige uma alta frequência de atualização de dados, assim modelos de curto prazo exigirão maiores velocidades de transmissão do que os atuais. Para previsão imediata, que consiste em avisos com antecedência de dezenas de minutos, a informação deve chegar rapidamente aos centros meteorológicos e o fluxo de dados deve ser rápido e garantir o envio de grandes volumes de dados.

**Tipo de sensores e dados disponíveis:** Segundo especialistas, mais importante do que a quantidade/qualidade dos sensores, é a capacitação técnica dos analistas de dados diversos. O potencial dos sensores aumentará a medida em que novas demandas surjam e sejam feitos novos investimentos tecnológicos, tanto no setor público quanto no privado. Deve-se priorizar, por sua vez, a capacidade teórica e técnica de análise e síntese das informações pelos analistas. Ressaltam que o recurso humano é quem solidifica, molda e aguça as pesquisas e os resultados. É perceptível que há uma carência de profissionais técnicos capacitados no Brasil para a continuidade das pesquisas e atendimento às demandas dos mais variados setores estratégicos nacionais. Destacam a importância de sensores ambientais, hiperespectrais, climáticos, de temperatura de brilho, de precipitação pluviométrica, insolação, sensor *Push broom*, e afirmam que quanto mais sensores, maior a quantidade de informações que poderão ser extraídas para análise, aumentando a sua confiabilidade, porém exigindo maior capacidade de processamento.

**Capacidade de processamento das estações:** A capacidade de processamento pode afetar o tempo que será levado para a emissão de um alerta de previsão de tempo e, por isso, deve ser otimizada, de forma a trazer benefícios à sociedade.

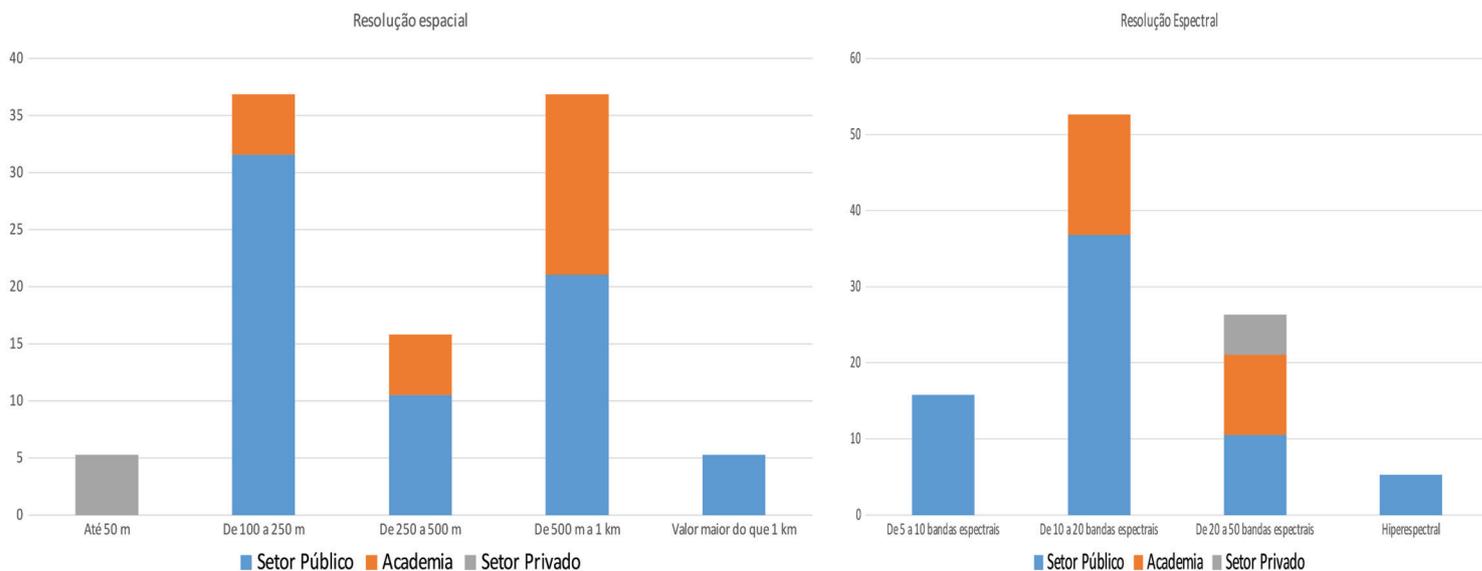
**Qualidade dos dados:** Deve haver garantia de qualidade mínima dentro daquilo que se entende como aceitável pelo rigor científico nas pesquisas. Um rigoroso processo de controle de qualidade é fundamental para gerar uma previsão de qualidade e exige recursos humanos e computacionais de alto desempenho. Os erros nos dados se propagam nos produtos, muitas vezes de forma exponencial e, por isso, é importante o aperfeiçoamento contínuo dos algoritmos de controle de qualidade.

**Forma de distribuição dos dados:** Deve ser adequada para que os dados cheguem aos usuários a tempo de servirem de base a estudos de diferentes setores de atuação do Estado brasileiro. Distribuir os dados para usuários com alta velocidade é de suma importância para a mitigação de eventos meteorológicos intensos e para a disseminação de informações meteorológicas aos setores que delas necessitam. Opções como acesso por servidor *web* ou *ftp* podem ser úteis para instituições de meteorologia do país. Quando não há dados, não há possibilidade de desenvolvimento de aplicações. Como alternativa, sugerem aperfeiçoamento de um sistema compartilhado ou de nuvem de forma a tornar a distribuição de dados mais eficiente.

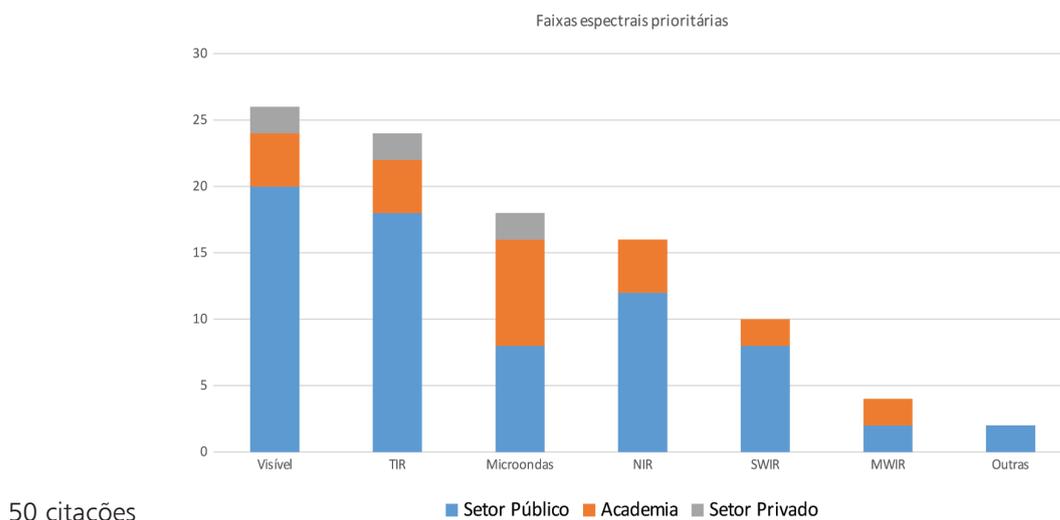
**Tipo de órbita:** Visando estudos atmosféricos em escala global, envolvendo o território brasileiro, não especificamente em latitudes polares, a órbita geostacionária parece ser uma opção adequada, já utilizada em satélites de programas conhecidos. Ressaltam, porém, que o tipo de órbita estará sempre atrelado ao objetivo da missão. Afirmam que a órbita geostacionária é

fundamental para o monitoramento em tempo quase-real das tempestades; e quando são de baixa altitude permitem o monitoramento contínuo de áreas com alta resolução temporal e com o aprimoramento da resolução espacial. Indicam, ainda, que a órbita heliosíncrona/polar baixa permite resolução espacial mais elevada, para aplicações específicas.

Ao longo da 1ª rodada, os especialistas indicaram configurações mínimas de alguns parâmetros para possíveis cargas úteis meteorológicas voltadas ao atendimento de demandas nacionais. Durante a 2ª rodada, 19 especialistas indicaram qual seria, em sua opinião, a melhor configuração para cada um desses parâmetros, com base nos programas em andamento, conforme gráficos a seguir.



19 respondentes



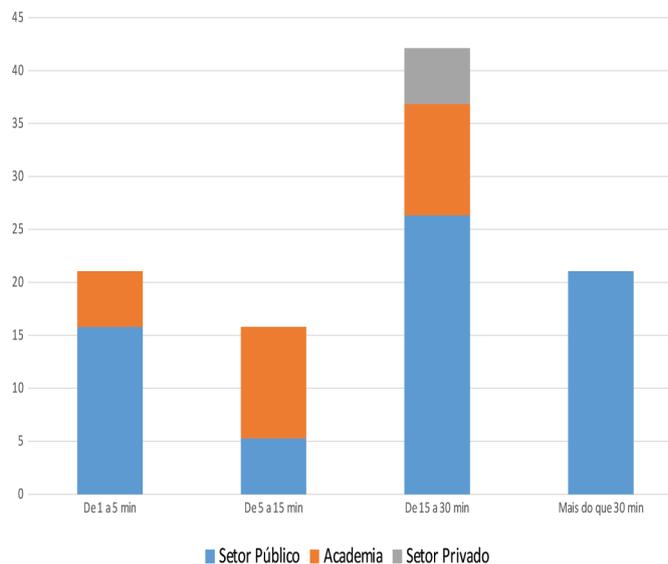
50 citações

Os especialistas destacaram a importância da combinação das faixas do VNIR com SWIR e MWIR; das faixas de vapor água; infravermelho termal (topo de nuvens, perfil de temperatura); e dos radiômetros de microondas (perfil do vapor d’água atmosférico, água precipitável e vento à superfície e em camadas da atmosfera). Informaram que a faixa espectral do NIR é muito utilizada em sensores dos principais satélites meteorológicos e que a seleção das bandas espectrais deve ser

adequada às análises desejadas. Ressaltaram também que diferentes bandas espectrais permitem maior e melhor contraste dos fenômenos meteorológicos, especialmente quando combinadas por meio das técnicas de fusão e identificação de padrões espaciais, tais como *machine learning* de bandas espectrais.

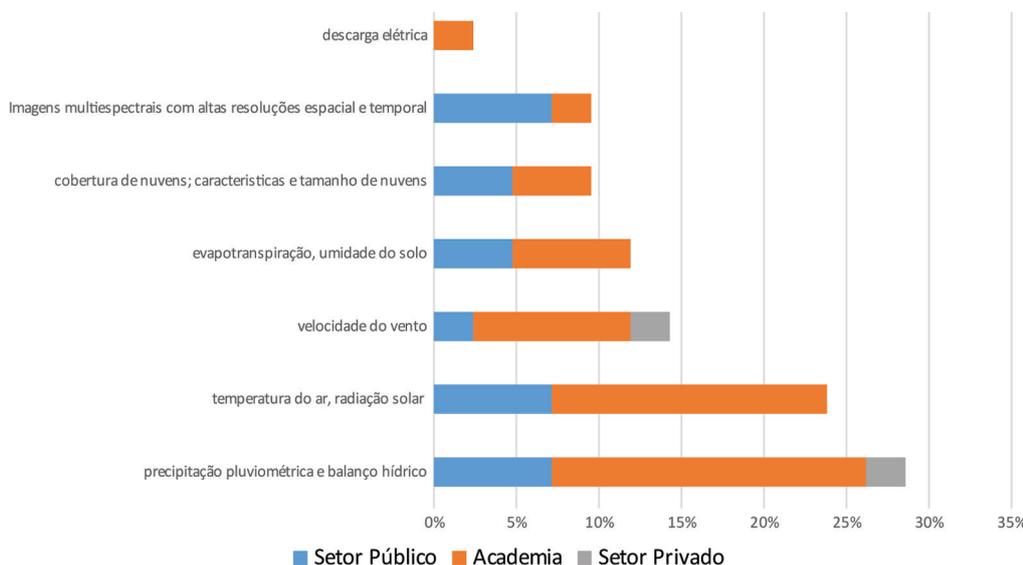
A respeito das possibilidades de resolução temporal de satélites meteorológicos para o atendimento a demandas existentes, 19 especialistas indicaram qual seria, em sua opinião, a melhor configuração com base nos programas em andamento. Os resultados podem ser vistos no gráfico ao lado.

2ª rodada  
(19 respondentes)



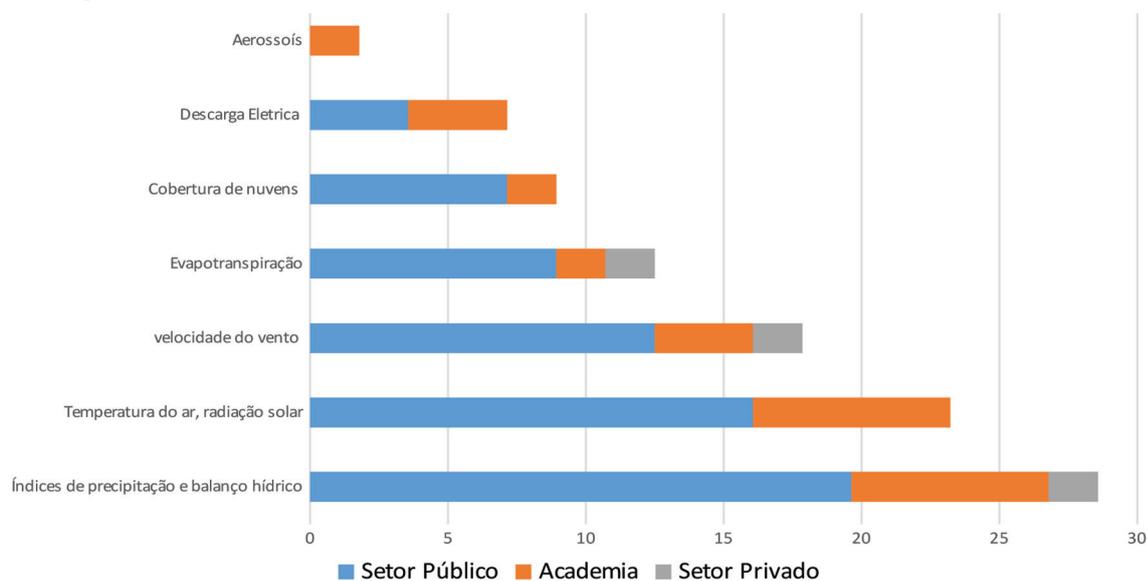
Os satélites meteorológicos são ferramentas fundamentais para o monitoramento global, incluindo áreas remotas sobre oceanos e continentes, contribuindo para uma melhor compreensão e quantificação de fenômenos e parâmetros relevantes para a previsão do tempo e do clima. O nosso país, no entanto, carece de uma rede própria adequada de observações meteorológicas. Para suprir esta lacuna, deve-se priorizar o desenvolvimento de sensores capazes de fornecer informações que atendam às demandas nacionais prioritárias.

De acordo com 20 especialistas respondentes na 1ª rodada, os tipos de dados prioritários a serem coletados/gerados por um satélite nacional voltado ao suprimento de demandas na área de Meteorologia são apresentados no gráfico a seguir.



Dados prioritários à área de Meteorologia – 1ª rodada (42 citações)

Ao longo da 2ª rodada, 19 especialistas reavaliaram a prioridade dos dados, conforme apresentado a seguir.



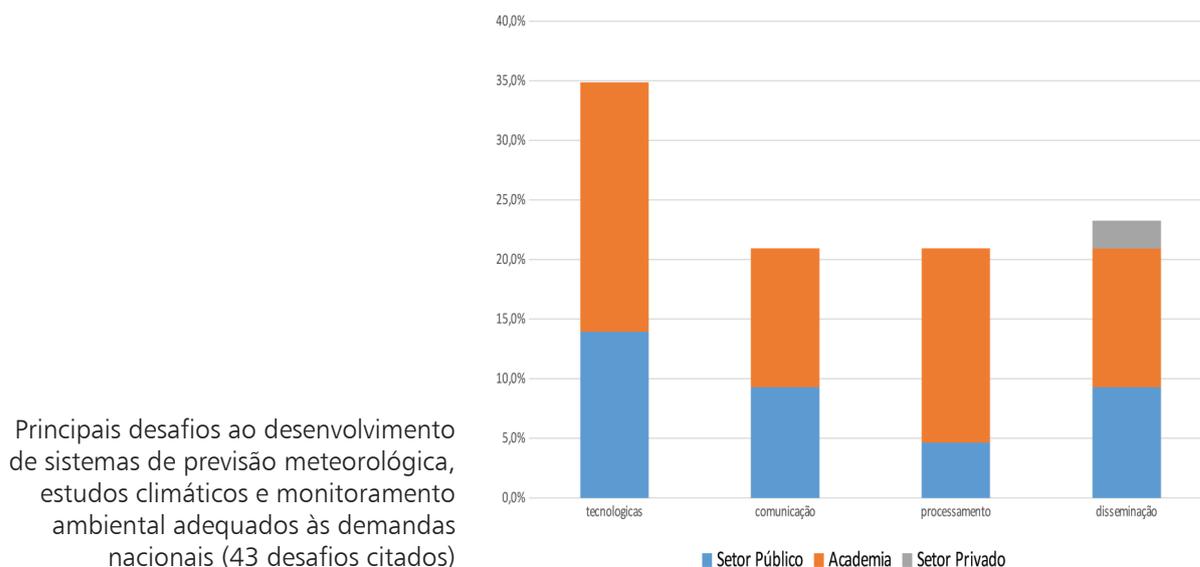
Dados prioritários à área de Meteorologia – 2ª rodada (92 citações)

Dentre os sensores essenciais a satélites nacionais, os 19 especialistas respondentes à 2ª rodada indicaram como modelo:

- *Advanced Baseline Imager (ABI)*, do satélite GOES-R;
- *Spinning Enhanced Visible and Infrared Imager (SEVIRI)*, do *MeteoSat Second Generation (MSG)*;
- *Moderate-Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS)*, dos satélites Terra e Aqua;
- *Advanced Very High Resolution Radiometer (AVHRR)*, do satélite NOAA-I9;
- Sensores da *Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM)*;
- *Special Sensor Microwave Imager Sounder (SSMIS)*, do *Defense Meteorological Satellite Program*;
- *Operational Land Imager*, do Landsat 8;
- *Geostationary Lightning Mapper (GLM)*, do satélite GOES-R;
- *Ultraviolet Visible Near-infrared (UVN)*, do *MeteoSat Third Generation (MTG)*;
- *Meteosat visible and infrared imager (MVI)*, do satélite Meteosat;
- *GOES I-M imager*, do satélite GOES;
- *Geostationary Earth Radiation Budget (GERB)*, do satélite MeteoSat;
- *Multispectral Regular Camera (MUX)*, do satélite CBERS-4;
- *Panchromatic and Multispectral Sensor (PMS)*, do satélite Gaofen I-04
- *Micro-Wave Humidity Sounder (MWHS)*, do satélite Feng-Yun;
- *Multi Spectral Scanner (MSS)*, *Thematic Mapper (TM)* e *Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM+)*, do satélite Landsat;
- *High-resolution Infrared Radiation Sounder (HIRS)*, do satélite Metop;
- *Advanced Microwave Sounding Unit (AMSU)*, do satélite Aqua;

Genericamente, foram citados escaterômetros, altímetros, imageadores no visível e no infravermelho, vapor d'água, sensores de profundidade ótica dos aerossóis, de nebulosidade, de relâmpagos, microondas, térmicos, sondadores, de obtenção dos perfis de temperatura, vento e umidade.

Convidados a refletirem sobre os principais desafios (tecnológicos, de comunicação, de processamento e de disseminação) ao desenvolvimento de sistemas de previsão meteorológica, estudos climáticos e monitoramento ambiental adequados às demandas nacionais, 15 especialistas indicaram 43 desafios, classificados conforme gráfico a seguir.



**Dentre os desafios tecnológicos, estão:** sensores mais robustos; infraestrutura de solo adequada à evolução tecnológica dos sensores; utilização de dados SAR para assimilação de dados em modelos de previsão; desenvolvimento de satélite de órbita equatorial; desenvolvimento de satélite geoestacionário com altas resoluções espacial, espectral e temporal (TIR, IR e Visível); incentivo à pesquisa e convivência com as constantes alterações pelas quais o planeta está passando; melhoria da qualidade de vida da população por meio de tecnologias inovadoras; melhoria da capacidade de processamento de dados meteorológicos dos sensores; convênio e parcerias com os centros espaciais de ponta no mundo; desenvolvimento de *softwares* simples para os usuários; sistemas de alerta e monitoramento que integrem várias bases de dados.

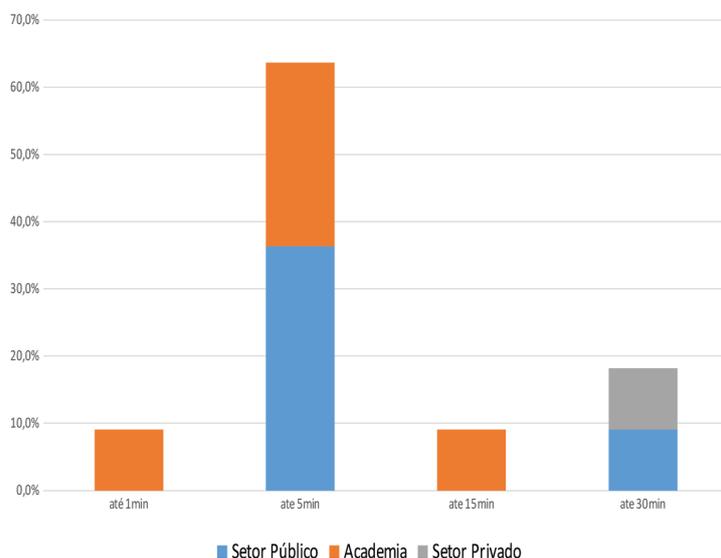
**Dentre os desafios de comunicação, estão:** acesso remoto aos dados; *broadcast* nacional para ampliar o acesso a diversos setores da sociedade; recepção e transmissão rápida e ininterrupta dos dados para subsidiar alertas mais precisos e antecipados; comunicação sem interrupção ou falhas; disseminação das informações a um maior número de pessoas, dando credibilidade ao pesquisador e a seus produtos; desenvolvimento de soluções rápidas de comunicação entre satélite-antena-usuário; plataformas adaptáveis que traduzam e transmitam os resultados complexos gerados por modelos de previsão, estudos e monitoramento (há limitações quanto ao entendimento da linguagem utilizada); aprimoramento da velocidade das bandas de comunicação e da velocidade de disponibilização, de grande importância para a utilização de produtos meteorológicos de forma operacional; desenvolvimento de sistema de monitoramento em tempo real (fluxo contínuo de dados).

**Dentre os desafios de processamento, estão:** *cluster* para processar dados geoespaciais; redundância de sistemas críticos para aumento da confiabilidade; domínio do processamento de dados do nível zero ao nível 2; otimização e aprimoramento da qualidade da análise de dados; melhor infraestrutura e capacitação de pessoas; processamento de dados deve acompanhar a evolução das tecnologias de transmissão de dados; estabelecimento de centros de processamento locais de alto desempenho; protocolos de padronização de processamento de dados observacionais e criação de metadados (há necessidade de acesso a informações sobre os produtos e os dados, com discussão técnica detalhada); necessidade de aumentar a capacidade de processamento local.

**Dentre os desafios de disseminação, estão:** servidor *web* para disponibilização de informações; sistema equivalente ao *geonetcast* (banda de alta velocidade e *direct readout*), com acesso através de nuvem; maior oferta em tempo real de informações para respostas em situação de crise; disseminação da informação satelital de forma direta ao usuário; maior articulação entre a comunidade científica e a população, destacando o papel da ciência para o progresso do país; divulgação e incentivo ao uso de dados; envio rápido de informações e disseminação para mitigar os efeitos associados aos sistemas meteorológicos; utilização de meios de comunicação de massa e eventos, para que dados e produtos alcancem os vários segmentos da sociedade; disponibilização de dados brutos (dados são atualmente disponibilizados em figuras, o que impede a geração de produtos derivados). A informação de qualidade que não é disseminada de forma adequada falha em atingir o seu propósito, independentemente do seu nível tecnológico.

## 9. SISTEMA DE COMUNICAÇÃO PARA DADOS METEOROLÓGICOS

Diversos órgãos de monitoramento climático (WMO, EUMETSAT, NOAA, IMD) apontam que o futuro da meteorologia operacional passa pela rápida disponibilização de dados e revisita, tendo em vista principalmente a mitigação de danos causados pela ocorrência de eventos meteorológicos de alto impacto. Nesse sentido, 11 especialistas indicaram o tempo médio de disponibilização de dados aos usuários que um futuro sistema meteorológico nacional deve ter e de que forma isso pode ser operacionalizado, conforme gráfico ao lado.



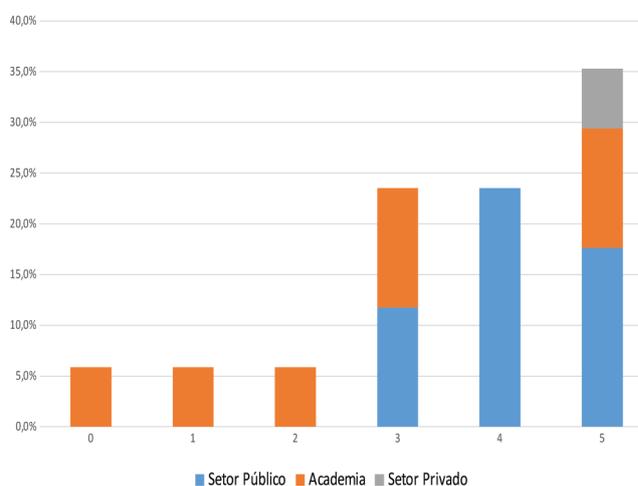
Tempo médio de disponibilização de dados aos usuários (11 respondentes)

A respeito da forma de operacionalização, os especialistas sugeriram o estabelecimento de densa rede de antenas de recepção em áreas estratégicas para o país; processos como *direct readout* e *geonetcast*; o desenvolvimento de ferramentas e sistemas voltados a estimativas rápidas de variáveis atmosféricas; disponibilização de imagens e dados brutos; distribuição de dados em diferentes escalas temporais (minutos, horas, dias); acompanhamento da evolução dos diferentes processos atmosféricos e dos sistemas predominantes por meio de processamento em nuvem e com a utilização de recursos computacionais de alto desempenho; cargas úteis secundárias em satélites geoestacionários de telecomunicações; desenvolvimento de plataforma *web* para distribuição gratuita de dados armazenados em banco de dados geográficos, por meio de serviços que possam ser acessados em sistemas de informações geográficas.

Os novos satélites meteorológicos estrangeiros de altíssima resolução temporal permitem a obtenção de imagens com novas informações meteorológicas com frequência média de 15 minutos, subsidiando uma série de estudos e pesquisas. A distribuição dos dados é, em alguns casos, feita por meio de satélites de telecomunicações que retransmitem e distribuem arquivos de dados e de imagens usando o padrão *Digital Video Broadcast (DVB)* e essa demanda tem aumentado consideravelmente.

Ao longo da 1ª rodada da etapa de consulta formal às instituições, 17 especialistas classificaram os sistemas de comunicação para a transmissão de dados dos satélites meteorológicos aos quais sua instituição tem acesso, em uma escala de 0 a 5, onde 0 significa “ultrapassado” e 5 significa “totalmente moderno”. Os resultados gerais são apresentados no gráfico a seguir.

Qualidade dos sistemas de comunicação para a transmissão de dados (17 respondentes)



Para valores de 0 a 2, a justificativa foi a de que o sistema utilizado é um portal *web* que em muitas oportunidades apresenta instabilidades e ausência de arquivos.

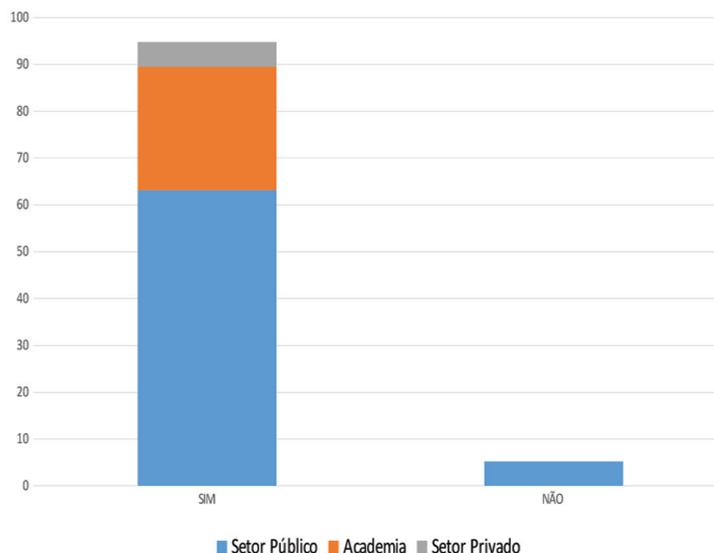
Para valores de 3 a 5, as justificativas apresentadas foram: a alta qualidade das antenas de disseminação de dados ambientais vinculadas aos sistemas *EumetCast* e *GeonetCast*, via placa *DVB*; banda *X* - sistema confiável e sem interferências, e banda *L* - sistema de baixo custo; o baixo custo dos sistema *GeonetCast*, seu uso livre, baixa latência e a disponibilização de dados de múltiplos provedores; *PDA* - sistema confiável, restrito a usuários selecionados, o que permite acesso a dados não recebidos por outros meios; e acesso em tempo real. Um especialista informou que

o sistema *EumetCAST* não depende de internet, tem baixo custo de aquisição e manutenção e é de fácil operacionalização. Outro afirmou que a utilização do *EumetCast* requer diversos estágios de comunicação, por isso sua confiabilidade não pode ser plenamente garantida. Alguns informaram que o acesso via *web service* hoje utilizado por suas instituições não é o ideal e deveria ser substituído por VPN (*Virtual private network*). Ressaltaram que, embora o sistema *GeonetCast* seja moderno e adequado, a distribuição de antenas do mesmo não contemplou todas as instituições de meteorologia do país. Sugeriram, ainda, o aumento da taxa de transmissão de satélites geoestacionários comerciais de *rebroadcast*, como o utilizado pelo sistema *Geonetcast-Americas*.

Ao longo da 1ª rodada, 16 especialistas afirmaram que gostariam de receber todos os dados que precisam por satélite em um sistema de baixo custo através de DVB. As possíveis soluções apontadas para um sistema desse tipo foram:

- Adotar mais estações primárias para fazer a disseminação dos dados a outros centros;
- Implantar antenas de recepção de dados;
- Ter um sistema de backup;
- Aumentar a taxa de transmissão de satélites geoestacionários comerciais;
- Armazenamento e processamento em nuvem.

Ao longo da 2ª rodada, 19 especialistas opinaram sobre a necessidade do Brasil dispor de um sistema DVB (*Digital Video Broadcast*). O gráfico ao lado mostra que a maioria dos especialistas considera importante essa evolução tecnológica, a partir de um satélite geoestacionário nacional.



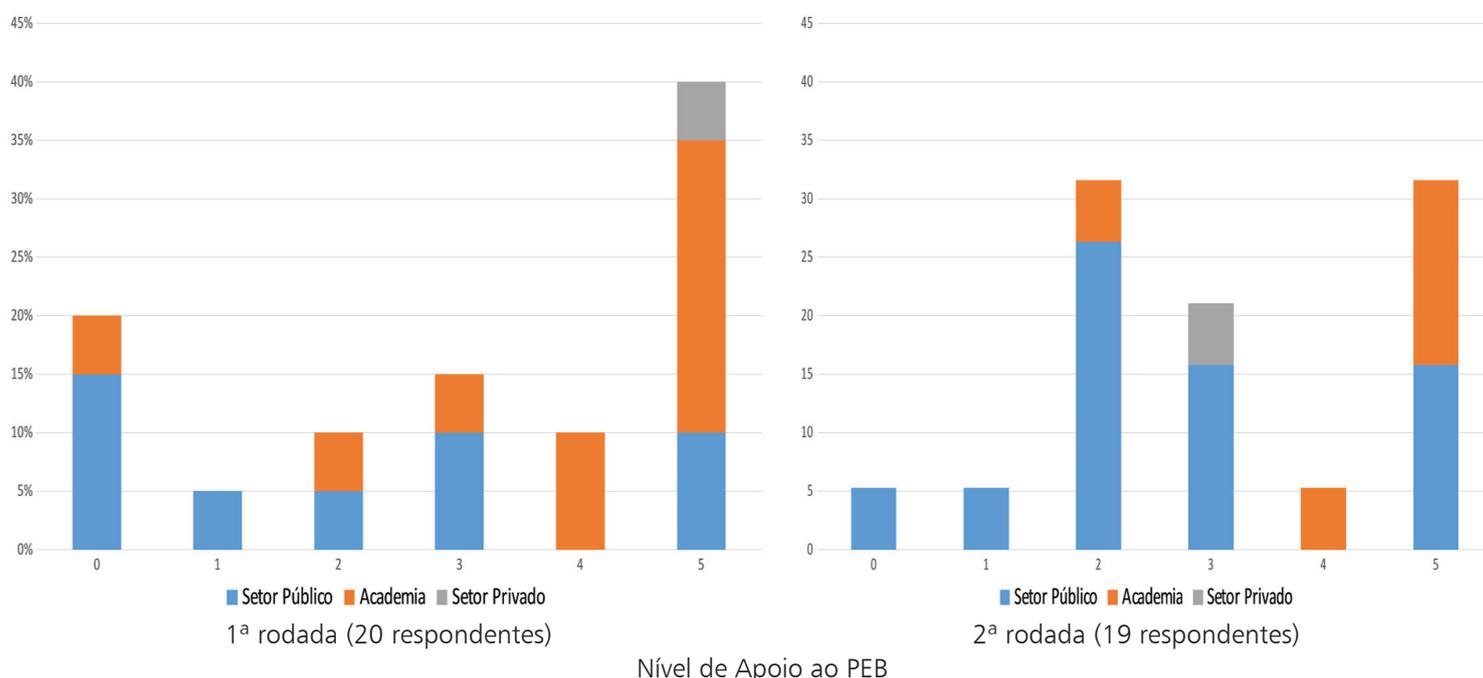
Necessidade de sistema de comunicação do tipo DVB – 2ª rodada (19 respondentes)

## 10. APOIO AO PROGRAMA ESPACIAL BRASILEIRO

O novo ciclo de planejamento estratégico das atividades espaciais compreenderá o período de 2022 a 2031 e, de acordo com Lima (2018), é especialmente necessária uma reflexão mais profunda acerca do seu alinhamento com as demandas prioritárias dos diversos setores que necessitam de tais atividades, levando-se em conta o potencial e a transversalidade dos produtos e serviços que elas geram. Ainda segundo a autora, o Brasil deve integrar o PEB às demais políticas

públicas - em andamento e futuras - de modo que as definições do PNAE estejam pautadas em diálogos coordenados entre as várias instituições demandantes, a indústria, os institutos de pesquisa e as instituições de fomento.

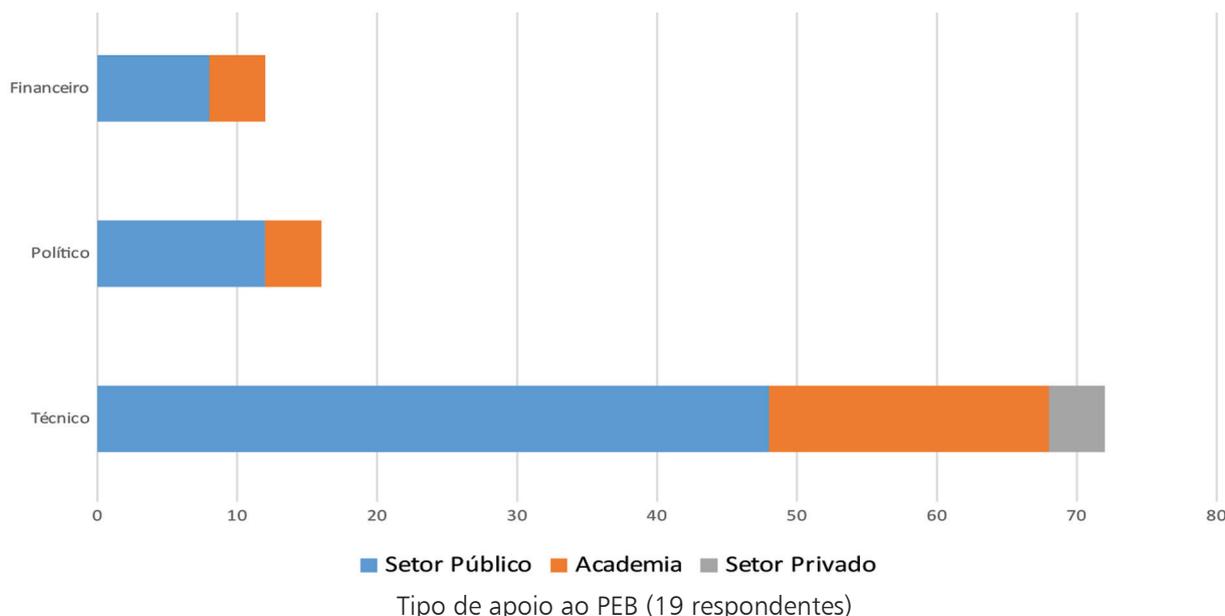
Para que isso aconteça, torna-se necessário um real envolvimento das diferentes instituições nacionais no âmbito do planejamento das atividades espaciais. Nesse contexto, ao longo das 1ª e 2ª rodadas, os especialistas indicaram em que nível a instituição na qual trabalham deseja ou pretende apoiar direta ou indiretamente o Programa Espacial Brasileiro para o desenvolvimento de soluções satelitais nacionais na área de Meteorologia que atendam às demandas existentes, em uma escala de 0 a 5, onde 0 significa “nenhum interesse” e 5 significa “grande interesse”. Os resultados são apresentados no gráfico a seguir.



Para valores de 0 a 2, os especialistas informaram que o apoio dado seria mediano e limitado, devido à carência nacional de investimentos na parte de CT&I em quase todos os níveis; e não há orçamento e equipamentos disponíveis para tal.

Para valores de 3 a 5, os especialistas afirmaram que há aderência às atividades que executam; é possível apoio técnico de identificação e qualificação das demandas; auxílio no planejamento e na aplicação de inovações; produção e disseminação de dados de satélites meteorológicos; contribuição com o desenvolvimento e a aplicação de sensores e soluções satelitais; contribuição com RH; corpo docente diversificado e criação de novos programas de pós-graduação; parcerias envolvendo outras instituições, com possível divisão na aquisição de recursos e geração de pesquisa; e replicação do *know-how* adquirido com a execução de projetos de expressão e alto impacto na sociedade.

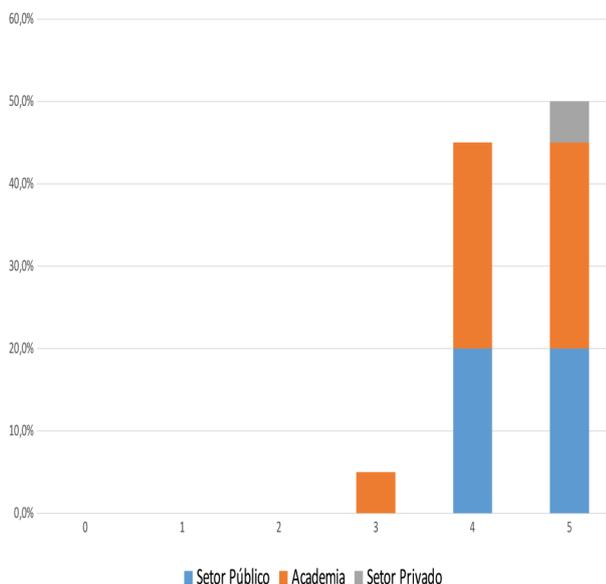
O gráfico a seguir apresenta os tipos de apoio que as instituições nacionais, segundo opinião dos especialistas, podem ofertar ao Programa Espacial Brasileiro.



Dentre as possíveis contribuições, foram citadas a avaliação técnica operacional dos produtos espaciais; a participação de Meteorologistas e Engenheiros da área de Telecomunicações nas diferentes fases de desenvolvimento da missão; apoio na articulação com agências nacionais e internacionais; disseminação dos produtos; capacitação; e desenvolvimento de produtos sob demanda.

## 11. IMPACTO NEGATIVO DA DEPENDÊNCIA DE SATÉLITES ESTRANGEIROS

De acordo com a Política Nacional de Desenvolvimento da Atividades Espaciais (PNDAE), os recursos do setor espacial deverão concentrar-se em iniciativas voltadas à busca de soluções para problemas de âmbito nacional ou de interesse para o País. Geralmente, muito se pensa sobre o custo do desenvolvimento de satélites nacionais que atendam a demandas identificadas, e pouco se fala a respeito do custo indireto de não os ter. Nesse sentido, 20 especialistas classificaram o impacto negativo ao país da dependência de satélites estrangeiros no atendimento às demandas nacionais na área de Meteorologia, em uma escala de 0 a 5, onde 0 significa “nenhum impacto negativo” e 5 significa “impacto negativo muito alto”, conforme apresentado no gráfico ao lado.



Impacto negativo da dependência de satélites estrangeiros (20 respondentes)

Alguns especialistas afirmam que o Brasil ainda necessita muito de tecnologia e *know-how* estrangeiro na área espacial, mas esta dependência não pode ser permanente. Acreditam que, gradativamente, o Brasil tem potencial para o desenvolvimento de tecnologias inovadoras. E apontam a necessidade de investimento nas áreas de Educação, Pesquisa e Desenvolvimento para a conquista de independência e soberania.

Alguns pesquisadores afirmam que a dependência externa prejudica o prosseguimento de projetos de pesquisa quando algum dos parâmetros necessários deixa de ser disponibilizado por satélites estrangeiros. Confirmam o impacto negativo de o Brasil não dispor de satélite meteorológico e, conseqüentemente, ser dependente da operação e dos objetivos do País que fornece os dados, não havendo prioridade no atendimento a suas demandas, nem mesmo garantia de acesso aos produtos no longo prazo. Além disso, as características nacionais são desconsideradas em missões estrangeiras, gerando lacunas que só serão preenchidas com tecnologias nacionais. A ausência de dados pode impactar negativamente a qualidade da previsão do tempo, aumentando assim os efeitos de eventos climáticos sobre a população e os prejuízos de ordem econômica.

Informam que soluções tecnológicas nem sempre são obtidas em função da nacionalização, e sim em função de alto investimento em pesquisa, seja ela compartilhada ou não com outros países. E ressaltam a importância do controle de informações estratégicas e da produção de dados que atendam às necessidades locais. A dependência impede avanços consideráveis na área de inteligência territorial e citam como exemplo que, em casos de ocorrência de eventos extremos (como furacões), a disponibilidade de imagens para o hemisfério sul pode ficar comprometida, uma vez que os países priorizam a rota do evento meteorológico.

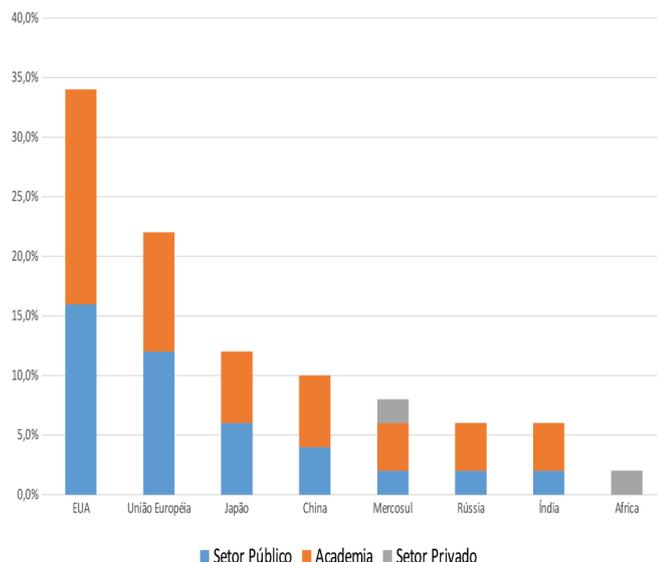
Os especialistas se mostram preocupados com o fato de grande parte do sistema de acompanhamento/monitoramento meteorológico do país ser realizado por satélites estrangeiros, tornando frágil atividades como as de defesa civil, aviação e agricultura. Afirmam que um satélite nacional permitiria um melhor planejamento do tempo de recepção de dados e dos parâmetros mais relevantes de cada sensor, permitindo no longo prazo a emissão de alertas antecipados e precisos, resultando em mitigação de desastres, evitando perdas de vida e materiais a cada ano.

Concordam que a falta de investimento no desenvolvimento de satélites nacionais, além de nos tornar dependentes, ocasiona dificuldades em atividades de previsão e análise do tempo e do clima, e prejuízos em setores econômicos e sociais do país, tais como saúde, agricultura, transporte, telecomunicações e energia. Impacta, ainda, o gerenciamento e o aprimoramento de políticas públicas.

Os especialistas indicaram que algumas iniciativas na área de Meteorologia têm sido adiadas - incluindo o desenvolvimento de satélite geoestacionário com carga útil meteorológica - e devem ser retomadas de forma estratégica pelo país.

## 12. PARCERIAS ESTRATÉGICAS

Ao longo da 1ª rodada da etapa de consulta formal às instituições nacionais, 20 especialistas identificaram os países com os quais consideram estratégico o estabelecimento de parcerias na área de Meteorologia, conforme gráfico a seguir.



Parcerias estratégicas para o Brasil no Setor Espacial (50 citações)

As justificativas para as possíveis parcerias, apontadas pelos especialistas, foram:

- Estados Unidos da América - devido à expertise e ao avanço tecnológico; possível parceria contribui com o desenvolvimento dos componentes operacionais dos sistemas; e o país é o principal provedor de dados e produtos meteorológicos, além de ser atuante no monitoramento climático;
- União Europeia - os satélites europeus são os mais avançados, com melhor desempenho e alta demanda; possuem cobertura estratégica das Américas;
- Japão - é referência em ferramentas tecnológicas e em metodologias para emissão de alertas de risco de desastre;
- China - dispõe de tecnologia satelital de vanguarda;
- Mercosul – aproveitamento das sinergias; parceria possibilita redução de custos; e também há questões relacionadas à segurança nacional e regional que devem ser consideradas;
- Índia - construiu com êxito seus próprios satélites meteorológicos; possui programas de incentivo às áreas de geociências;
- Rússia - possui programas de incentivo às áreas de geociências; vontade política em melhorar o setor espacial; e já apresenta capacidade técnica e operacional no desenvolvimento de soluções para a área de meteorologia;
- África - interesse mútuo em segurança nacional.

### 13. CLIMA ESPACIAL

O estudo do clima espacial possibilita o desenvolvimento de modelos capazes de prever fenômenos que possam vir a afetar o espaço e os sistemas de satélites que nele operam. Monitora a atividade solar, o meio interplanetário, o campo magnético terrestre e as condições ionosféricas.

O Programa EMBRACE (Estudo e Monitoramento Brasileiro do Clima Espacial) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais disponibiliza dados a diversos usuários nacionais e estrangeiros.

Durante a etapa de consulta formal às instituições nacionais, alguns especialistas se manifestaram a respeito de quais demandas, voltadas ao monitoramento do clima espacial, deveriam ser consideradas no planejamento das atividades espaciais. Os especialistas sugeriram que satélites geoestacionários, tais como os de comunicações, deveriam conter sensores úteis para o clima espacial, como os existentes no GOES-16; que a Agência deveria buscar o estabelecimento de convênios estratégicos com diversos órgãos nacionais para o desenvolvimento de soluções tecnológicas voltadas às demandas existentes; motivaram a formulação de projetos de escala regional voltados ao monitoramento climático, contando com participação de docentes e discentes; e indicaram demandas a respeito do desenvolvimento de sensores para estudar a interação da radiação emitida pelos relâmpagos e que se propagam na ionosfera, desde a sua formação até atingir o solo.

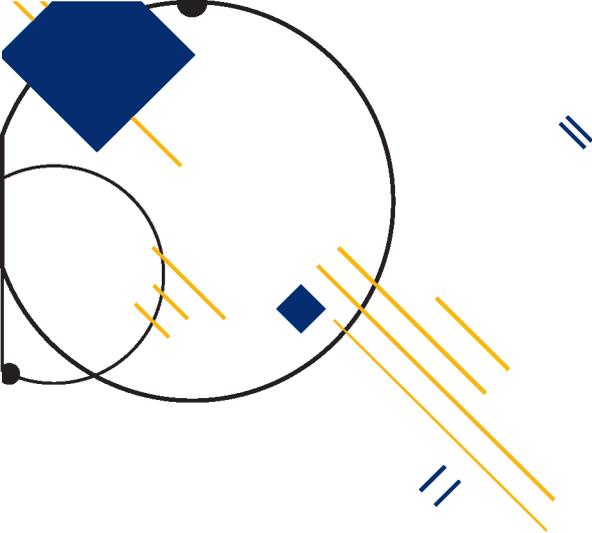
## 14. SUGESTÕES AO PROGRAMA ESPACIAL BRASILEIRO

A Agência Espacial Brasileira entende que a construção do Programa Espacial Brasileiro deve se dar de maneira colaborativa, a partir de uma maior integração entre os diversos atores envolvidos e diretamente impactados pelas atividades espaciais. Nesse sentido, ao longo da etapa de consulta formal às instituições nacionais, cada especialista respondente teve a oportunidade apresentar sugestões pertinentes às seis áreas de abrangência das atividades espaciais. Para a área de Meteorologia, as seguintes sugestões foram encaminhadas:

- Promoção de uma maior articulação entre as diversas entidades que atuam na área, visando a sistematização das ações, a organização dos programas e projetos, a disponibilização de bases de dados e a elaboração de produtos necessários às áreas finalísticas;
- Geração de prognósticos meteorológicos e climáticos com boa acurácia, assim como desenvolvimento de sistemas de alerta;
- Desenvolvimento de aplicações meteorológicas voltadas ao monitoramento das safras;
- Estabelecimento de parceria com a NOAA no monitoramento ambiental;
- Desenvolvimento de satélites de pesquisa em micro-ondas, em órbita equatorial;
- Uso de um *transponder* do satélite brasileiro de comunicação dedicado à meteorologia;
- Aprimoramento da tecnologia satelital para o refinamento contínuo da observação, vigilância e evolução dos sistemas meteorológicos, do clima e dos oceanos;
- Oferta de maiores e melhores condições de pesquisa aos centros, agências, fundações e universidades, dando suporte aos pesquisadores brasileiros;
- Atendimento a demandas de conhecimento aprimorado das configurações atmosféricas amazônicas e sua relação com as chuvas do território; da dinâmica da interface oceano-ar e

terra-ar; do papel da umidade oceânica no sistema atmosférico; dos eventos de desmatamento, queimadas e ocupação do território; de melhor compreensão regional de mecanismos atmosféricos;

- Aprimoramento e ratificação da posição estratégica do Brasil no setor espacial;
- Esforços centrados no desenvolvimento de sensores nacionais, visando a melhoria da previsão de curtíssimo prazo de tempo (*nowcasting*);
- Reconhecimento da importância estratégica de parcerias entre as universidades e a AEB;
- Densificação da rede de Plataformas de Coleta de Dados;
- Investimentos em infraestrutura de recepção e processamento dos dados.



# COMUNICAÇÕES

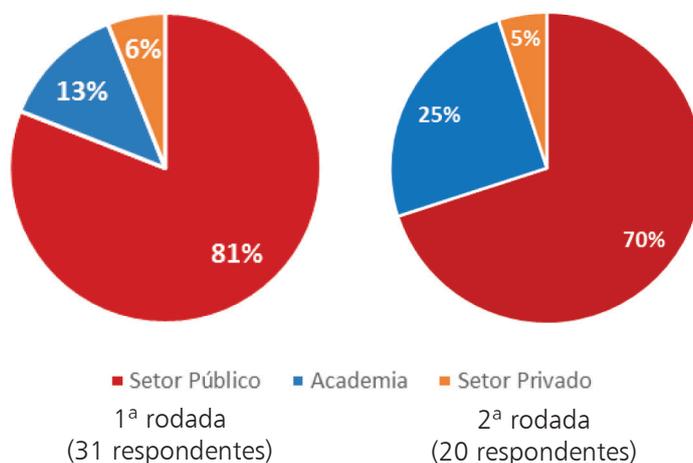
**Autores: Isaac Teles, Ronne Toledo e Fernanda Lins**

A área de comunicações é caracterizada por serviços satelitais de transmissão e recepção de dados e informações. Atualmente, as comunicações via satélite são voltadas majoritariamente à transmissão de sinais de televisão, rádio, voz, internet e aplicações militares, oferecendo serviços de comunicação complementares àqueles providos por tecnologias sem uso de segmentos espaciais, como, por exemplo, as fibras ópticas. As instituições que participaram da etapa de consulta formal foram as que utilizam serviços de comunicação para atividades prioritárias, tais como defesa e segurança; inclusão digital; transmissão de dados em tempo real; controle de tráfego aéreo, terrestre e marinho; cidades inteligentes; internet das coisas; agronegócio; levantamentos de campo em regiões remotas; dentre outros; ou as que apresentam potencial de utilização de serviços satelitais de comunicação em atividades futuras.

## 1. RESULTADOS GERAIS

Os gráficos a seguir apresentam a distribuição dos 31 e dos 20 especialistas das instituições respondentes às 1ª e 2ª rodadas, respectivamente, no âmbito dos setores público, privado e academia.

Percentual de especialistas respondentes ao questionário de comunicações, por setor



Dentre as instituições contempladas nos resultados aqui apresentados, encontram-se:

a) Setor Público (23 instituições):

GSI – Gabinete de Segurança Institucional (Secretaria de Coordenação de Sistemas – DSIC)

SERPRO – Serviço Federal de Processamento de Dados

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária

ANATEL – Agência Nacional de Telecomunicações

PRF – Polícia Rodoviária Federal

SENASP – Secretaria Nacional de Segurança Pública

MTPA – Ministério dos Transportes, Portos e Aviação Civil

CAIXA – Caixa Econômica Federal

MinC – Ministério da Cultura

MCid – Ministério das Cidades

CPRM – Serviço Geológico do Brasil

EBC – Empresa Brasil de Comunicação

ITI – Instituto Nacional de Tecnologia da Informação

ANTT – Agência Nacional de Transportes Terrestres

ELETRONBRAS – Centrais Elétricas Brasileiras S.A.

ELETROSUL – Centrais Elétricas S.A.

EMGEA – Empresa Gestora de Ativos

FNDE – Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação

IBGE – Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

MCTIC – Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações

FNPS – Força Nacional de Segurança Pública

TELEBRAS – Telecomunicações Brasileiras S.A.

VALEC – Engenharia, Construções e Ferrovias S.A.

b) Academia (6 instituições):

UFLA – Universidade Federal de Lavras

UFC – Universidade Federal do Ceará

UFRN – Universidade Federal do Rio Grande do Norte

UTFPR – Universidade Técnica Federal do Paraná

IFMS – Instituto Federal do Mato Grosso do Sul

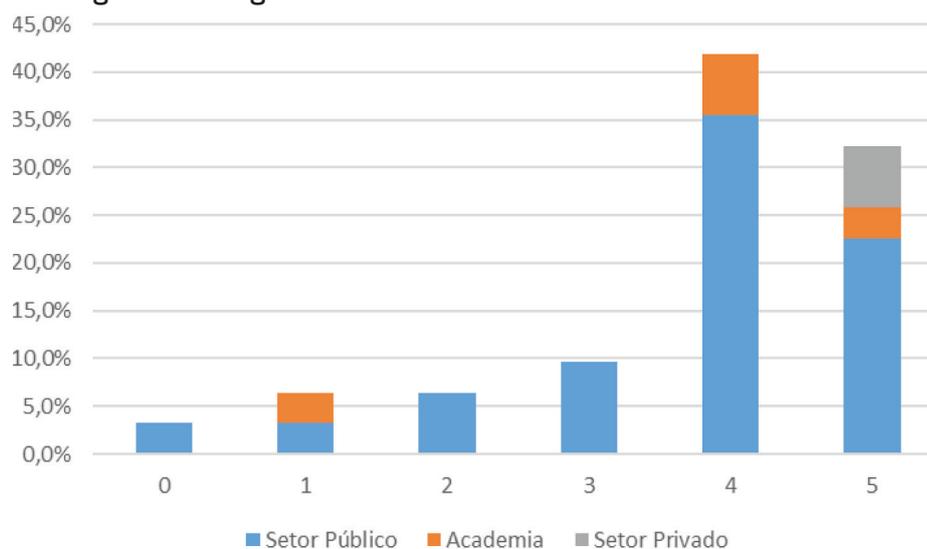
IFC – Instituto Federal Catarinense

c) Setor Privado (2 instituições):

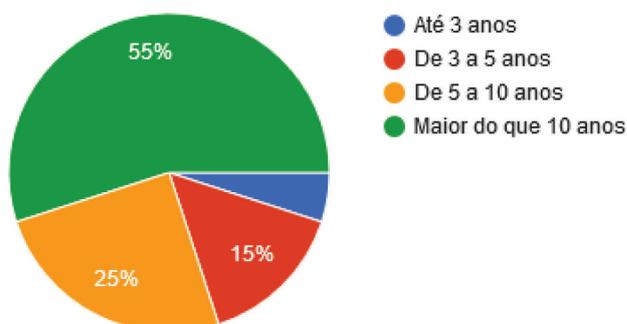
ABRASAT – Associação Brasileira das Empresas de Telecomunicações por Satélites

SINDISAT – Sindicato Nacional de Empresas de Telecomunicações por Satélites

Ao longo das 1ª e 2ª rodadas da etapa de consulta formal às instituições, no âmbito do Processo de Identificação e Análise de Demandas Nacionais ao Setor Espacial, os especialistas indicaram o seu nível de conhecimento na área de Comunicações e sua experiência profissional, conforme pode ser visto nos gráficos a seguir.

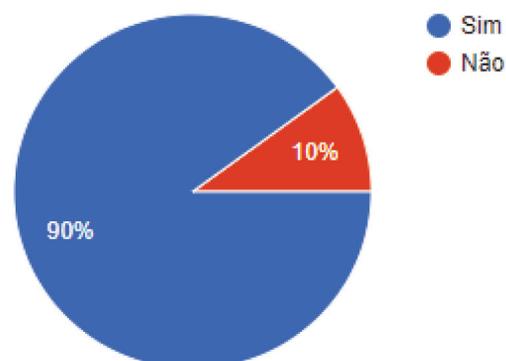


Nível de conhecimento na área de Comunicações – 1ª rodada (31 respondentes)  
Escala de 0 a 5, onde 0 significa “nenhum conhecimento” e 5 significa “alto conhecimento”



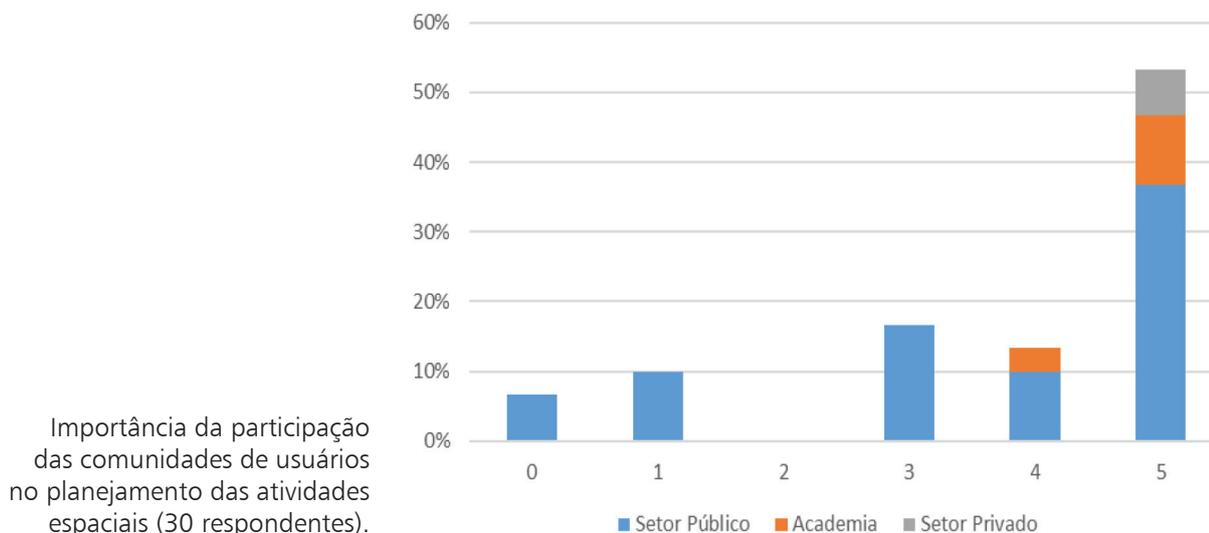
Experiência profissional em anos – 2ª rodada (20 respondentes)

Dentre os especialistas que participaram da 2ª rodada de consulta formal às instituições, 90% participaram também da 1ª rodada, conforme gráfico a seguir. Os outros 10% haviam sido indicados por suas instituições, porém não chegaram a preencher os questionários durante a 1ª rodada, contribuindo somente ao longo da 2ª rodada.

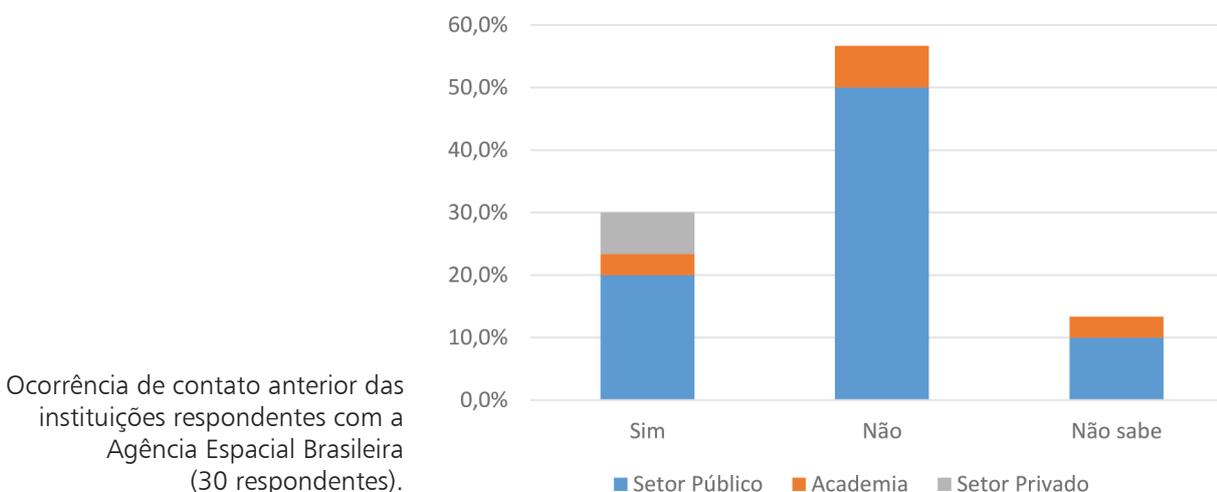


Participação dos especialistas respondentes da 2ª rodada na rodada anterior (20 respondentes).

O gráfico a seguir apresenta, segundo opinião dos especialistas, a importância da participação institucional no planejamento das atividades espaciais nacionais, em uma escala de 0 a 5, onde 0 significa “não importante” e 5 significa “muito importante”. O resultado obtido é justificado principalmente pelo entendimento das instituições de que é necessário um maior alinhamento entre as diversas políticas públicas implementadas no país, de modo a fortalecer as ações em andamento, evitar redundâncias e tornar coerente a ação do Estado no estabelecimento de políticas concatenadas e articuladas entre si, visando um benefício maior para a sociedade.



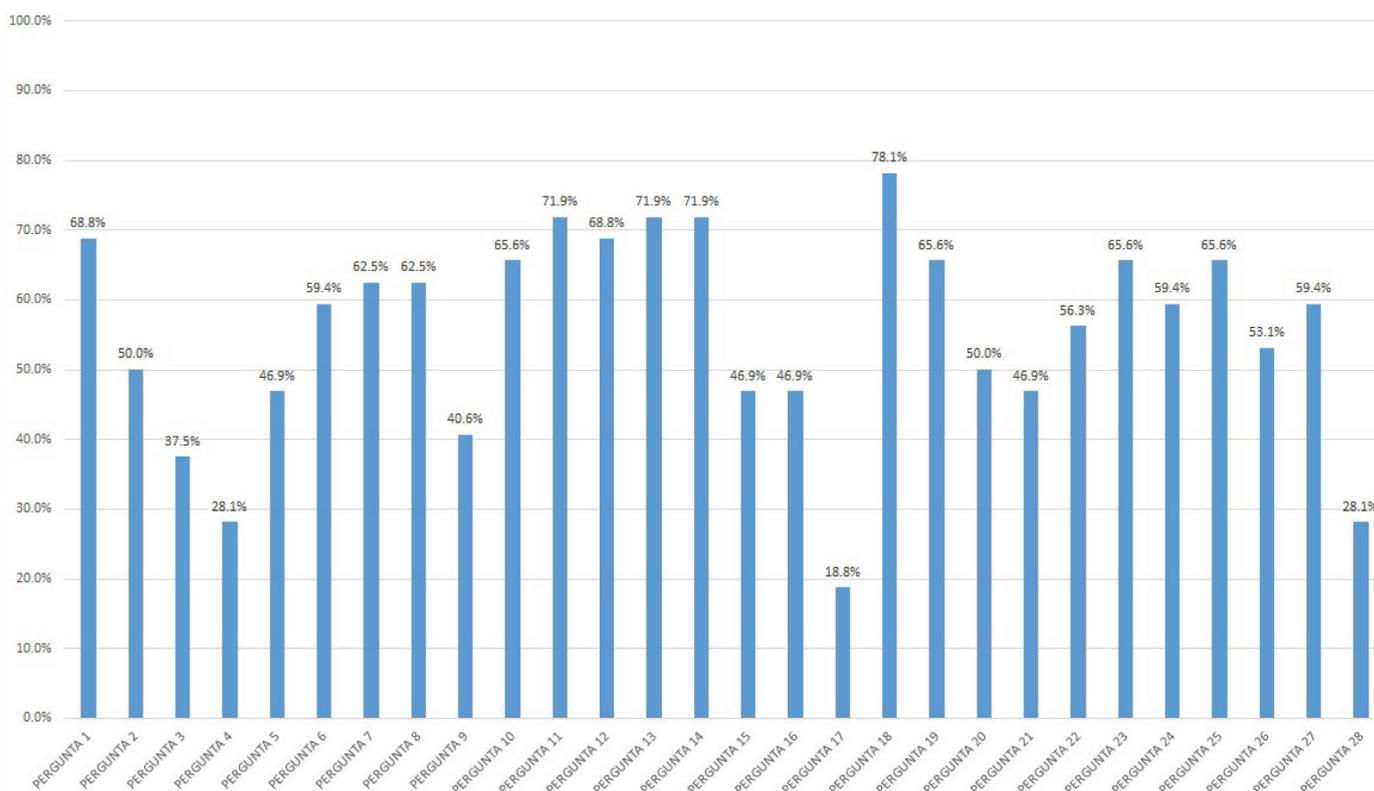
Um importante indicador para a AEB no planejamento estratégico das atividades espaciais refere-se a contatos anteriores entre esta agência e as instituições usuárias de produtos e serviços derivados de tecnologias espaciais. Na área de Comunicações, constatou-se um alto percentual (54,8%) de especialistas de instituições nacionais que não tiveram a oportunidade de se reunir com representantes da AEB para um diálogo a respeito de demandas existentes, conforme gráfico apresentado a seguir.



Os resultados apresentados reiteram a necessidade de um processo contínuo de articulação da AEB com as instituições demandantes e comunidades de usuários, de forma a permitir a

construção participativa de Programa Espacial Brasileiro alinhado às demais políticas públicas em andamento e futuras. Espera-se assim que, a partir da criação de uma rede interinstitucional colaborativa, conforme prevê a metodologia adotada, a interação entre a AEB e as demais instituições nacionais seja prioritária ao processo de planejamento das atividades espaciais, visando diálogos permanentes entre as instituições e possibilitando o desenvolvimento de um Programa Espacial Brasileiro mais próximo à sociedade.

O gráfico a seguir apresenta o percentual de respondentes para cada questão do questionário de Comunicação da 1ª rodada do processo de identificação e análise de demandas nacionais ao setor espacial. Conforme metodologia adotada, essa rodada foi composta por perguntas abertas, voltadas ao conhecimento detalhado das instituições nacionais, seus programas e processos, e a forma através da qual fazem uso de produtos e serviços do setor espacial. A partir das informações obtidas durante a 1ª rodada, foi possível elaborar as perguntas fechadas para a 2ª rodada, voltadas ao refinamento das respostas obtidas e ao esclarecimento de algumas incertezas que surgiram durante a sua análise. As perguntas da 2ª rodada foram 100% respondidas pelos 20 especialistas.



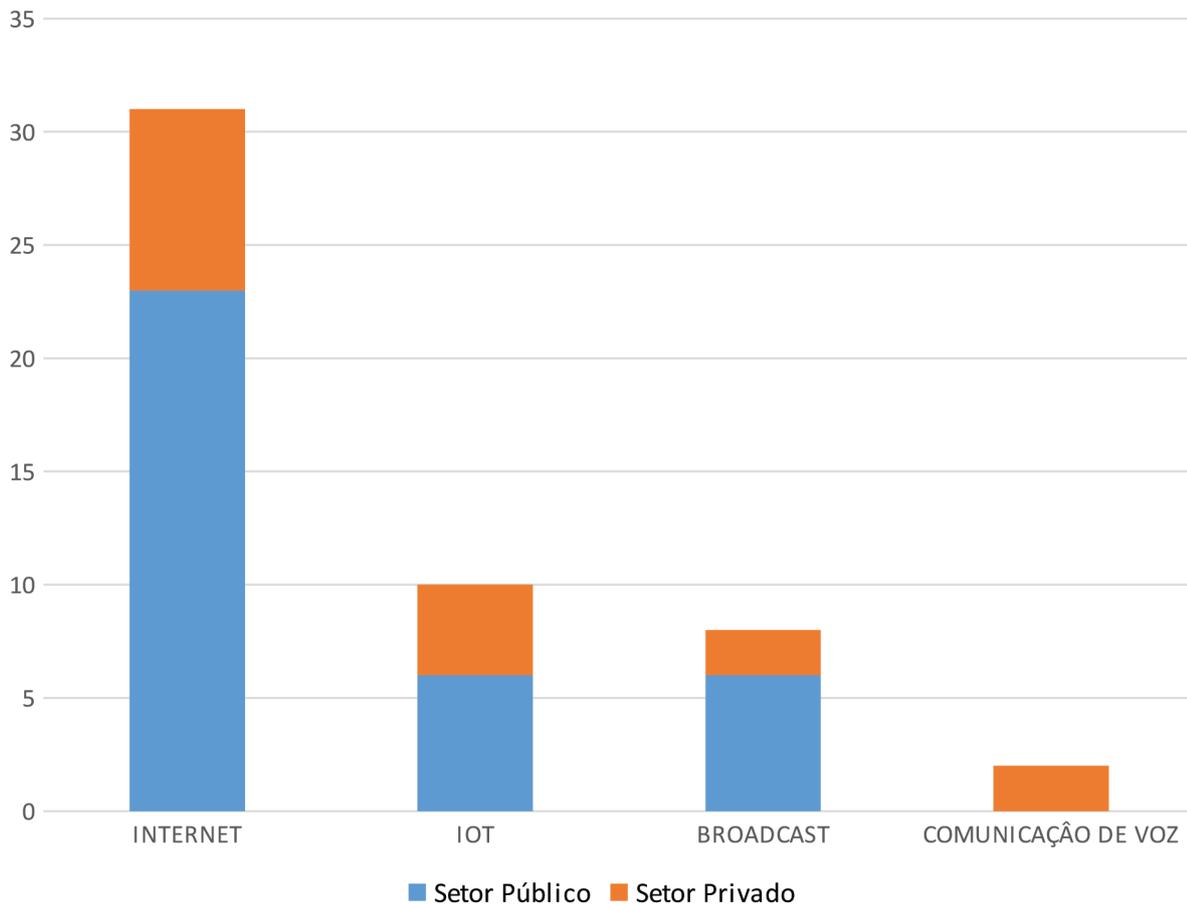
Percentual de especialistas respondentes por questão elaborada da 1ª rodada (31 respondentes).

## 2. ATIVIDADES INSTITUCIONAIS QUE UTILIZAM PRODUTOS E SERVIÇOS DE SATÉLITES METEOROLÓGICOS

A demanda nacional por serviços de comunicação tem crescido e apontado cada vez mais para a necessidade de desenvolvimento de novos satélites. O Estado é o principal usuário desses

serviços, com foco em comunicações estratégicas de governo, defesa e soberania, ou para atender a programas de governo relacionados a internet das coisas, cidades inteligentes, teleducação, telemedicina, inclusão digital, serviços de governo eletrônico, transportes, comunicação em áreas remotas e integração entre municípios, estados e a União.

No Brasil, de acordo com a Política Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais (PNDAE), o planejamento das atividades espaciais deve contemplar as aplicações das tecnologias espaciais na solução de problemas nacionais, em benefício da sociedade. Com base nas diretrizes da PNDAE, e tendo em vista o potencial de utilização de produtos e serviços de comunicação na solução de problemas nacionais, os especialistas indicaram e detalharam, ao longo da 1ª rodada de consulta formal às instituições nacionais, as atividades que demandam a utilização de produtos e serviços espaciais da área de Comunicações. As respostas apresentadas foram classificadas em 4 categorias, cuja contagem de ocorrência encontra-se ilustrada no gráfico a seguir, por setor (público, privado e Academia).



Contagem de ocorrência de atividades institucionais em cada categoria, por setor (51 atividades indicadas).

A seguir, encontra-se um resumo de serviços e aplicações de comunicações englobados por cada categoria.

### **Categoria 1: Internet**

- Navegação Web;
- E-mail;
- Transferência de dados organizacionais;
- Aplicações Multimídia; e
- Aplicações com possibilidade de implementação por protocolo TCP/IP.

### **Categoria 2: IOT (Internet das Coisas)**

- Sistemas de coleta e transmissão de dados.

### **Categoria 3: Broadcast**

- Transmissão de sinais de TV; e
- Transmissão de sinais de rádio.

### **Categoria 4: Comunicação de voz**

- Serviço de transmissão e recepção de sinais de voz em tempo real.

Vale ressaltar que, além desta classificação por categoria, que buscou facilitar a leitura e interpretação dos dados, as respostas foram classificadas de acordo com a adequação ou não às questões. Desta forma, algumas respostas foram descartadas por não serem consideradas coerentes com o questionamento feito.

A partir do gráfico, pode-se notar que a maior parte dos programas / processos / atividades das organizações consultadas utilizam, ou podem ser viabilizados por, serviços e aplicações da internet (protocolo TCP/IP).

Para cada um dos programas / processos / atividades citados, os especialistas identificaram a prioridade dada pela sua instituição; o nível de apoio do governo; e o(s) satélite(s) provedor(es) dos serviços.

Para a análise das respostas, foram novamente utilizadas as categorias Internet, IOT, Broadcast e Comunicação de voz, pois os programas / processos / atividades organizacionais citados nesta questão são os mesmos da questão anterior. Novamente, algumas respostas foram consideradas inadequadas ou incoerentes com o questionamento, sendo, portanto, descartadas.

A Tabela I apresenta, por categoria, o resultado consolidado das respostas sobre: prioridade dada pela instituição aos programas / processos / atividades organizacionais citados (escala de 0 a 5, onde 0 significa “não prioritário” e 5 significa “muito prioritário”); e nível de apoio governamental (escala de 0 a 5, onde 0 significa “nenhum apoio” e 5 significa “amplo apoio”).

Categoria	Média de Prioridade institucional	Média de Prioridade institucional
Broadcast	5,00	5,00
COMUNICAÇÃO DE VOZ	-	-
INTERNET	4,39	3,57
IOT	4,00	1,75
Total Geral	4,44	3,56

Tabela 1 – Valores consolidados de Prioridade institucional e Apoio do governo.

Na Tabela 1, não constam, por ausência de respostas, valores de prioridade institucional e de média de apoio do governo dos programas / processos / atividades classificados como de Comunicação de voz. Ainda nesta Tabela, deve-se ressaltar a alta prioridade institucional dada aos programas / processos / atividades da categoria Internet, que se destacaram pela alta ocorrência de citações na questão anterior. Esta alta ocorrência de programas / processos / atividades organizacionais da categoria Internet associada à alta prioridade institucional já podem indicar uma maior relevância deste tipo de demanda por comunicação satelital.

Os especialistas consultados também informaram os satélites provedores do serviço de comunicação utilizados pelos programas / processos / atividades da organização. Algumas respostas que citam a empresa contratada, não o satélite, não foram descartadas, pois estes dados foram considerados relevantes para este levantamento de demandas. A Tabela 2 apresenta os satélites (ou empresa contratada) citados pelos especialistas, acompanhados da contagem de ocorrência dentro de cada categoria.

Broadcast	5
AMAZONAS-3	1
SES-6	1
STAR ONE C2	3
<b>INTERNET</b>	15
British Telecom (empresa contratada)	2
Hughes (empresa contratada)	3
Não soube responder	8
STAR ONE C1	1
STAR ONE C2	1
<b>IOT</b>	4
IS 21	1
Não soube responder	3

Tabela 2 – Contagem de ocorrência de satélites provedores de serviço de comunicação.

A seguir, as empresas e o satélites provedores de serviços de comunicação citados pelos especialistas são brevemente caracterizados:

- **AMAZONAS-3:** satélite de comunicação geoestacionário espanhol, lançado em fevereiro de 2013, equipado com *transponders* em banda Ku, banda Ka e em banda C. Fornece diferentes serviços de telecomunicações para América Latina e Estados Unidos. Tem expectativa para permanecer em serviço pelo menos até 2028;

- **SES-6:** satélite de comunicação geoestacionário europeu, lançado em junho de 2013, equipado com *transponders* em banda C e banda Ku. Fornece diferentes serviços de telecomunicações para América Latina, América do Norte, Atlântico Norte e Europa. Tem expectativa de permanecer em serviço pelo menos até 2028;
- **STAR ONE C1:** satélite de comunicação geoestacionário brasileiro (Embratel), lançado em novembro de 2007, equipado com *transponders* em banda Ku, banda C e em banda X. Fornece diferentes serviços de telecomunicações para a América Latina. Tem expectativa de permanecer em serviço pelo menos até 2022;
- **STAR ONE C2:** satélite de comunicação geoestacionário brasileiro (Embratel), lançado em abril de 2008, equipado com *transponders* em banda Ku, banda C e em banda X. Fornece diferentes serviços de telecomunicações para a América do Sul, México e Flórida. Tem expectativa de permanecer em serviço pelo menos até 2023;
- **IS-21:** satélite de comunicação geoestacionário americano, lançado em agosto de 2012, equipado com *transponders* em banda Ku e banda C. Fornece diferentes serviços de telecomunicações para a Brasil, Caribe e México. Tem expectativa de permanecer em serviço pelo menos até 2030;
- **British Telecom (BT):** é uma provedora global de serviços integrados de TI e telecomunicações fornecendo soluções convergentes para milhares de organizações em mais de 170 países; e
- **Hughes Communications:** é a líder mundial no fornecimento de serviços de rede e tecnologia de comunicação via satélite. Sediada em Germantown, EUA, tem clientes em mais de 100 países e, para atendê-los, conta com subsidiárias no Brasil, na Índia, na China e na Europa.

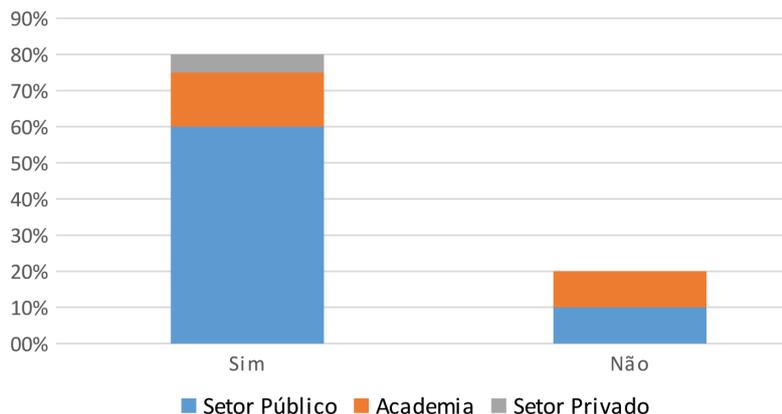
A partir dos dados da Tabela 2 e da caracterização dos satélites e das empresas provedoras dos serviços de comunicação satelital, pode-se notar que grande parte da demanda manifestada pelas organizações respondentes é atendida por satélites ou empresas estrangeiras.

A análise dos dados reunidos pela aplicação do primeiro questionário, que indicou serviços de Internet como sendo de maior relevância no contexto das demandas nacionais de comunicação, foi utilizada como base para a elaboração do questionário da 2ª rodada, com o intuito de se obter maior detalhamento sobre as demandas por este tipo de serviço e esclarecer as incertezas.

Assim, os especialistas indicaram, ao longo da 2ª rodada, se a demanda atual de comunicação da instituição na qual atuam pode ser atendida por meio de acesso à internet via satélite, ou seja, se a comunicação requerida pelos processos da instituição pode ser implementada por meio de protocolos TCP/IP.

O gráfico a seguir mostra o percentual de respostas (sim ou não) quanto a possibilidade de atendimento, por meio de acesso à internet via satélite, das demandas atuais. Observa-se que 80% dos especialistas consultados informam que o provimento de internet via satélite atenderia às demandas atuais de comunicação de suas instituições, confirmando os resultados alcançados pelo primeiro questionário.

Percentual de respostas quanto ao atendimento das demandas atuais de comunicação por meio de internet via satélite (20 respondentes).

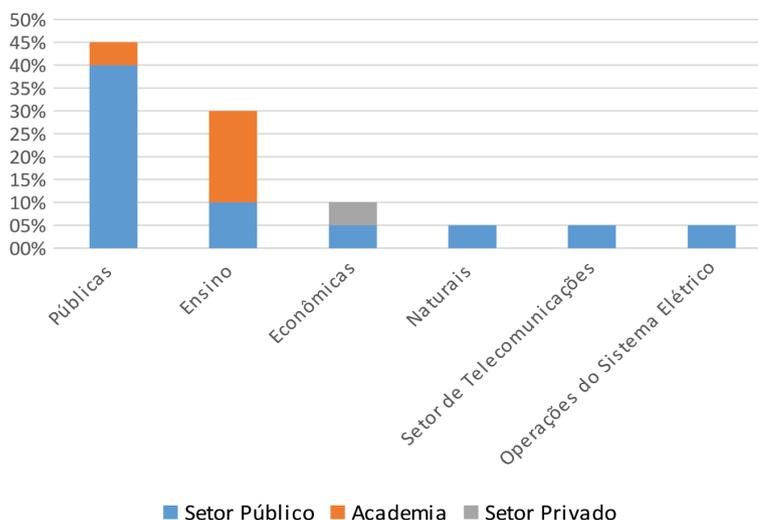


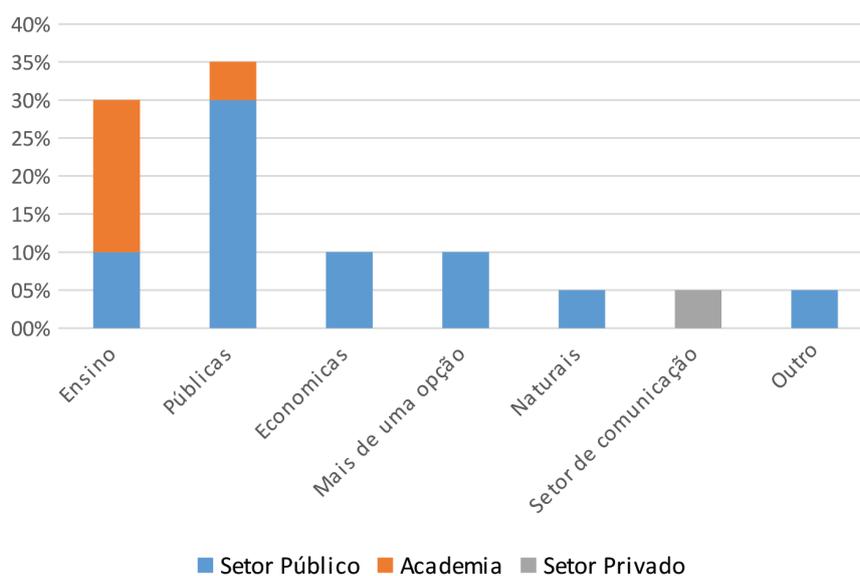
A seguir são listados os complementos dados pelos especialistas às suas respostas:

- Demandas atendidas por meio de TCP/IP, com possibilidade de utilização de serviços satelitais, porém recentemente foi implementado um link de fibra óptica de 100Gbps, agilizando a comunicação da instituição.
- Há necessidade de transmissão de dados em tempo real.
- Há demandas institucionais que embora possam ser atendidas por protocolo TCP/IP, não podem ser atendidas por meio de acesso à internet via satélite.
- O atendimento as escolas rurais ou de difícil acesso que não possuam capacidade de atendimento com a estrutura das operadoras de telecomunicações sofreria um aumento considerável com a utilização da internet via satélite.
- A Instituição está toda em área com acesso wired.
- Há necessidade de links de comunicação para equipamentos de Fiscalização.
- Há demandas específicas que podem requerer soluções alternativas.

Os especialistas identificaram o tipo de informação prioritária disponibilizada e/ou consumida pela instituição, conforme gráficos a seguir que apresentam a sua porcentagem de ocorrência.

Porcentagem de ocorrência por tipo de informação disponibilizada (20 respondentes).





Porcentagem de ocorrência por tipo de informação consumida (20 respondentes).

As alternativas eram:

Econômicas – Informações/dados referentes a atividades econômicas e/ou transações financeiras;

Naturais – Informações/dados científicos, ou referentes a fenômenos da natureza, recursos naturais, ou meteorologia;

Públicas – Informações/dados referentes a atividades estatais ou de utilidade pública; e

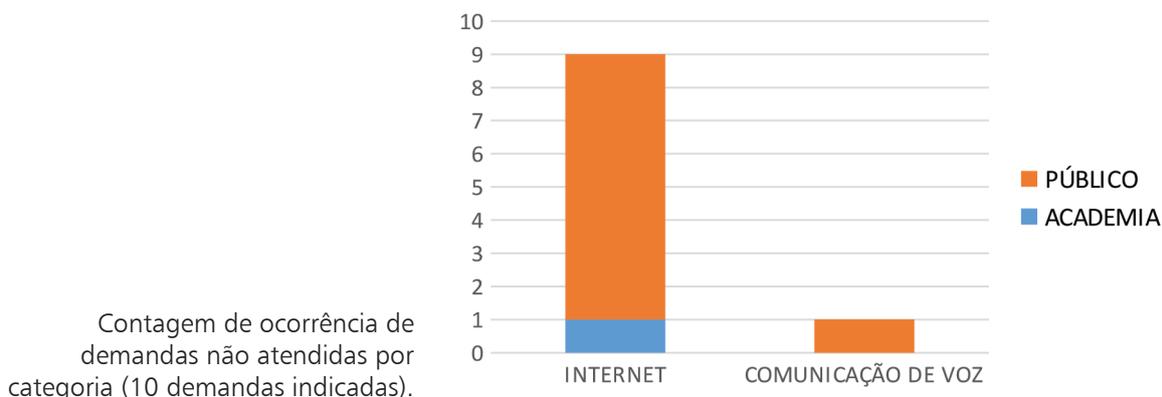
Ensino – Informações/dados com utilidade educacional.

Os tipos de informação que se destacaram foram as Públicas e de Ensino, com 45% e 30% de ocorrência, respectivamente, para informações disponibilizadas, e com 35% e 30% de ocorrência, respectivamente, para informações consumidas.

### 3. DEMANDAS NÃO ATENDIDAS

Ao longo a 1ª rodada da etapa de consulta formal às instituições nacionais, os especialistas indicaram algumas demandas não atendidas devido a dificuldades de acesso ou inexistência de serviços de comunicação compatíveis às necessidades institucionais. As respostas consideradas inadequadas ou incoerentes foram descartadas e as demais foram categorizadas de maneira a facilitar a interpretação dos dados.

Desta forma, as demandas não atendidas foram relacionadas às categorias Internet, IOT, Broadcast e Comunicação de voz. O gráfico a seguir apresenta a contagem de ocorrência de demandas não atendidas de acordo com a categoria e com o setor, e a Tabela 3 consolida o nível de impacto gerado pelo não atendimento destas demandas, em uma escala de 0 a 5, onde 0 significa “nenhum impacto negativo” e 5 significa “grave impacto negativo”.



Categoria	MÉDIA DO IMPACTO	
	Academia	Público
INTERNET	5,0	4,3
COMUNICAÇÃO DE VOZ		2,0

Tabela 3 – Consolidação do impacto por categoria.

Além da ausência de ocorrência nas categorias *Broadcast* e *IOT*, destacam-se a alta ocorrência e o alto impacto de demandas não atendidas na categoria *Internet*. Isto também indica maior relevância desta demanda e pode recomendar maior atenção a este tipo de serviço quando da programação de novos investimentos e da adoção de novas missões de comunicação do Programa Espacial Brasileiro.

Como requisitos mínimos para atendimento da demanda, foram citados:

- Uma largura de banda de 1 Gbps seria necessária para atender as demandas para os próximos 3 anos, principalmente em função do aumento de usuários, dos novos serviços de rede e para suportar tendências, tais como aulas online e utilização de educação através das mídias digitais;
- Rede de comunicação segura entre o CICCEN e os CICCERs, disponibilização de sistemas de comunicação como centrais telefônicas e aparelhos VOIP;
- Rede de comunicação segura entre o CICCEN e os CICCERs, disponibilização de sistemas de vídeo conferência;
- Rede de comunicação segura entre o CICCEN e os CICCERs, que possibilite a trafegabilidade dessas informações de forma segura;
- Estima-se que nestes telecentros há necessidade de uma banda larga de, no mínimo, 50 MB;
- Upload de 1024 kbps (Sem franquia de tráfego); suporte ao protocolo SNMP (geração de relatório de disponibilidade do enlace e monitoramento dos equipamentos de rede); suporte ao estabelecimento de conexões VPN site-to-site através de OpenVPN: Capacidade de permitir estabelecer túnel IPV6; fornecimento de 1 IPV4 público por enlace ativo; Liberação de qualquer porta ou protocolo solicitado pela Anatel;

- Disponibilização de banda satelital para transmissão de dados e informações, tais como: telefonia e banda larga de internet (multiconferência etc), todas voltadas para aplicação em comunicações estratégicas e aplicações militares;
- Provedimento de canal seguro e privado de telecomunicações entre os centros;
- Circuitos de comunicação com banda mínima de 5 Mbps de download e mínimo de 1 Mbps de upload, com RTT máximo de 400 ms;
- Circuitos satelitais móveis, com antenas portáteis, com franquias de centenas de MB ou, preferencialmente, em GBs, com preços que tornem viável sua utilização; e
- Cobertura para os serviços de dados móveis por 3G e 4G em todos os municípios brasileiros, com desempenho alinhado com a tecnologia disponível (3G ou 4G).

#### 4. DEMANDAS FUTURAS NA ÁREA DE COMUNICAÇÕES

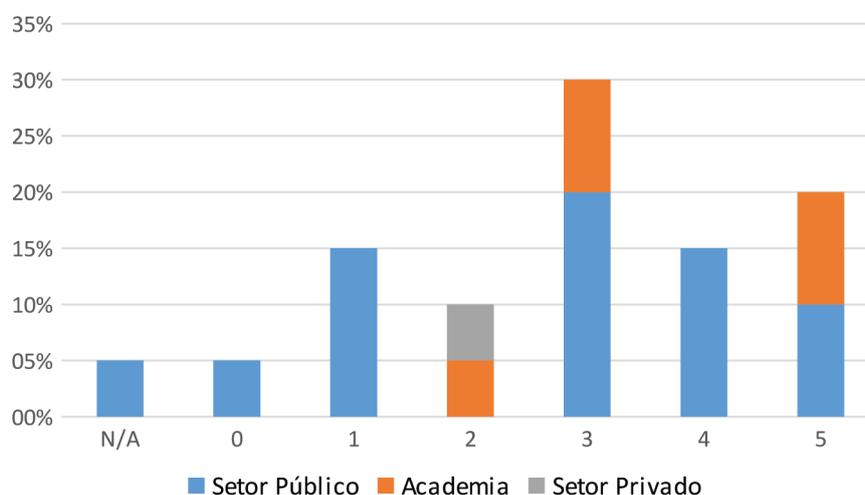
Uma missão espacial geralmente apresenta um longo prazo de maturação, ou seja, desde a sua concepção até a sua consolidação como fornecedora de produtos e serviços à sociedade leva-se em torno de 5 a 7 anos, dependendo dos desafios tecnológicos associados. Segundo Lima (2018), o processo de identificação e análise de demandas nacionais ao setor espacial tenta estimular o pensamento voltado ao futuro, de forma a considerar, dentre as necessidades nacionais existentes, as que permanecerão no longo prazo, bem como as possíveis demandas futuras e as tendências tecnológicas da área espacial e suas aplicações.

Foi feita, inicialmente, uma análise sobre as demandas que tem sido atendidas por meios não satelitais de comunicação, de forma a reconhecer possíveis áreas de utilização de serviços satelitais nos curto e médio prazos.

Questionados quanto ao nível de atendimento atual das demandas institucionais de comunicação por serviços não satelitais, de acordo com uma escala de 0 a 5, onde 0 significa “não atende à demanda” e 5 significa “atende completamente à demanda”, apenas 20% dos especialistas informaram que os serviços não

satelitais de comunicação atendem completamente à demanda existente, conforme pode ser visto no gráfico ao lado.

Porcentagem de respostas quanto ao nível de atendimento de demandas por meio de serviços não satelitais (20 respondentes).

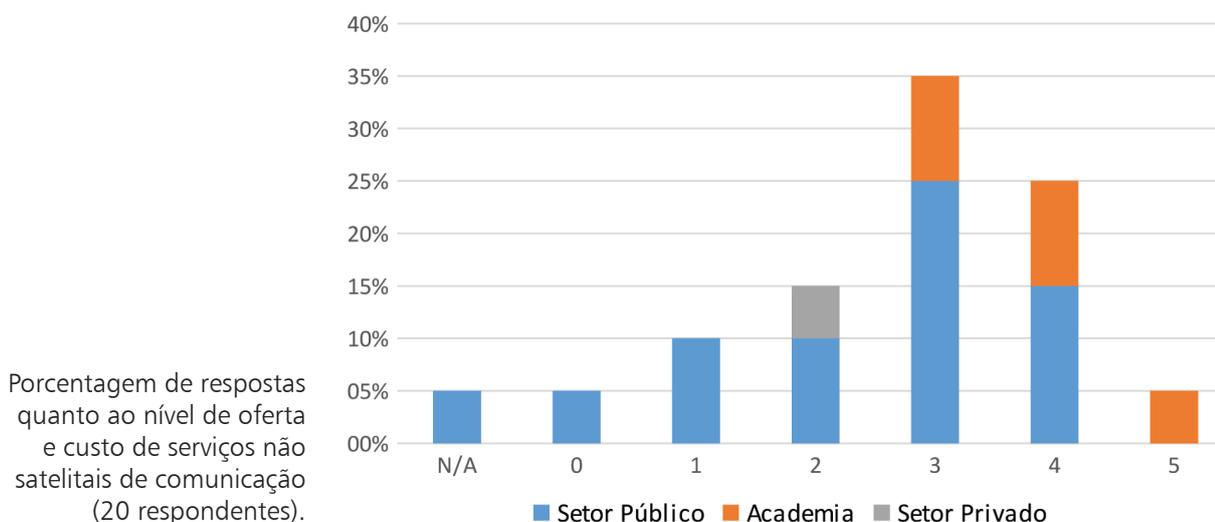


Os complementos dados às respostas foram:

- Baixo SLA.
- O serviço de telefonia móvel não alcança áreas remotas, dentro das quais a Força Nacional é convocada para atuar.
- O atual programa de conexão às escolas públicas não atende as necessidades.
- Em alguns casos não há disponibilidade de rede convencional.

Segundo os especialistas, as comunicações satelitais e não satelitais devem ser (e sempre serão) complementares. Isoladamente, nenhuma delas atende completamente à demanda. E em países como o Brasil, com áreas remotas e com disparidades econômicas regionais, assim como grandes extensões de áreas rurais, as comunicações terrestres estão longe de atender à demanda nacional.

Os especialistas classificaram, ainda, a oferta de serviços de comunicação não satelitais nas localidades de atuação da sua instituição, em uma escala de 0 a 5, onde 0 significa “não há oferta” e 5 significa “alta oferta e baixo custo”. O gráfico a seguir consolida as respostas e permite observar que apenas 5% dos especialistas respondentes consideram que há “alta oferta e baixo custo” de serviços de comunicações não satelitais nas localidades de atuação de suas instituições.



A seguir, são listados os detalhamentos dados pelos especialistas para algumas respostas:

- Em alguns locais não há disponibilidade de rede convencional.
- A oferta de serviços não satelitais não está presente em todo o Brasil de forma adequada.

Os especialistas foram questionados sobre a existência de demandas potenciais em suas instituições (programas/processos em andamento que ainda não utilizam produtos e serviços de satélites de comunicação, mas que podem vir a utilizá-los para o seu aprimoramento). A seguir, são listados os serviços de comunicações não satelitais considerados passíveis de serem substituídos por serviços satelitais.

- Link de Internet – Ter um link redundante para conectividade a Internet. Por vezes há rompimento de enlaces de fibra óptica causando lentidão e impacto direto nas atividades realizadas pelos servidores, alunos e nos serviços prestados a comunidade. Além disso, a largura de banda utilizada na instituição precisa ser aumentada para atender com maior qualidade os serviços de Internet demandados pelos seus milhares de usuários, principalmente em dias eventos abertos a comunidade.
- Monitoramento e segurança – Em particular, os campus universitários possuem grandes dimensões territoriais, sendo um grande desafio a realização do monitoramento e segurança. Pelo fato da grande extensão, há a ocorrência de furtos e invasões de terrenos para construção de casas em áreas mais remotas. Além disso, há um alto custo para realização do monitoramento por empresas terceirizadas.
- Projeto LTE – Atualmente na Secretária Nacional de Segurança Pública, através da Diretoria de Operações está em andamento o Projeto de Radiocomunicação, objetivando buscar novas tecnologias que possibilitem uma interoperabilidade entre as forças de Segurança Pública.
- Link de dados – Enlaces de Comunicação para as estações de fiscalização e monitoramento do espectro radioelétrico instaladas no território nacional.
- Serviço de Transmissão GSM – Em regiões com cobertura razoável de 3G é utilizado essa tecnologia para transmissão de dados (11 estações).
- Rede de fibra óptica: Infovia, Abin e Ditec – Infraestrutura de rede ótica de comunicações, construída para fornecer, aos órgãos do governo federal, um conjunto de serviços e funcionalidades em ambiente seguro, de alta performance e de alta disponibilidade, proporcionando uma redução de custo de comunicação e um ambiente capaz de servir de suporte à implementação das políticas públicas de governo.
- Comunicação segura e privada entre ambientes de segurança da ICP-Brasil (produção e contingência) – Atualmente não há a possibilidade de comunicação entre ambientes, visto que a comunicação teria que passar necessariamente entre operadoras de comunicação, tornando vulnerável tal sistema. Caso disponível, um canal seguro de comunicações entre ambientes tecnológicos distintos poderia ampliar a troca de informações entre os ambientes e aumentar a disponibilidades dos serviços prestados.
- Serviço de Comunicações Seguras de Estado – Oferecer à Administração Pública solução de rede de dados segura por meio de algoritmo criptográfico de Estado, por meio de conexão via satélite em áreas remotas.
- Substituição de serviços de comunicações tendo em vista o estabelecido no Decreto nº 8135 – As comunicações de dados da administração pública federal direta, autárquica e fundacional deverão ser realizadas por redes de telecomunicações e serviços de tecnologia da informação fornecidos por órgãos ou entidades da administração pública federal, incluindo empresas públicas e sociedades de economia mista da União e suas subsidiárias.

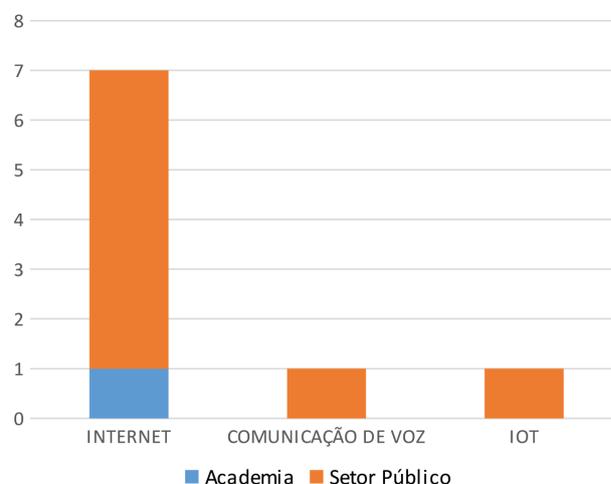
Nota-se novamente que a quase totalidade das respostas correspondem a serviços e aplicações de Internet (TCP/IP). Ressalta-se também a ênfase que os especialistas dão à segurança da informação.

A seguir estão os citados possíveis benefícios que seriam alcançados pela substituição dos serviços atuais não satelitais por serviços de comunicação via satélite.

- Garantia de que haja uma conexão de banda larga para o acesso à Internet. Há ainda a possibilidade de se analisar os custos aplicados hoje para manutenção da infraestrutura de fibra óptica. A troca por uma comunicação via satélite pode ser uma alternativa viável e menos custosa para os cofres públicos. Também julga-se necessário o aumento da largura de banda disponível na atualidade a fim de melhorar as métricas de QoS (Quality of Service) e QoE (Quality of Experience) do acesso a serviços prestados para a comunidade interna (e.g., servidores e alunos) e externa.
- Boa parte do orçamento do campus é direcionada para a terceirização da segurança. Os benefícios da utilização de serviços satelitais seriam o desenvolvimento de aplicações capazes de auxiliar e melhorar a segurança de inúmeros pontos do campus que hoje não são realizadas com eficiência em função de uma grande área territorial e alto custo. Além de empenhar um valor significativo para empresas terceirizadas, há ainda a possibilidade de mitigar os casos de furtos ao patrimônio público (e.g., roubo de gado) ocorridos em áreas remotas, detectar invasões de construções realizadas de forma indevida, desmatamento e principalmente melhorar a segurança dos alunos e servidores.
- Possibilidade de interoperabilidade entre as agências de Segurança Pública, tornando possível uma comunicação eficiente quando da realização de operações integradas que cada vez se tornam mais frequentes em nosso país.
- Possibilidade de instalação de estações de monitoramento do espectro em áreas remotas, as quais as redes convencionais de dados não atendem ou não há cobertura.
- Possibilidade de instalação de estações de monitoramento do espectro em áreas remotas que as redes convencionais de dados não atendem ou não tem cobertura.
- A disponibilidade dos dados com satélite alcança taxa de 99,9% enquanto com a transmissão via 3G (90-97%).
- Flexibilidade de comunicações em áreas remotas e/ou de difícil acesso, que não possuam infraestrutura de comunicações mínimas instaladas.
- Redução de deslocamentos entre as equipes técnicas; ampliação da disponibilidade dos serviços prestados.
- Promoção de rede de dados segura em áreas remotas.
- Preservação da segurança nacional.

Os especialistas também indicaram possíveis atividades que as instituições nacionais têm interesse em implementar futuramente e que venham a demandar produtos e serviços de tecnologias

espaciais da área de comunicações. O gráfico a seguir apresenta a ocorrência, por setor, e em cada categoria (Internet, IOT, *Broadcast* e Comunicação de Voz), do tipo de serviço a ser possivelmente utilizado pelos programas / processos / atividades futuras das organizações consultadas.



Ocorrência de potenciais serviços de comunicação satelital a serem utilizados (9 atividades citadas)

Como pode ser observado, o maior número de ocorrências se dá na categoria Internet. Nota-se também a ausência de programas / processos / atividades citados que utilizarão serviços do tipo *Broadcast*.

A Tabela 4 consolida, por categoria, os níveis de importância considerados para os programas / processos / atividades que poderão ser implementados nas organizações e que utilizarão serviços de comunicação satelitais, em uma escala de 0 a 5, onde 0 significa “não importante” e 5 significa “muito importante”. Como pode ser observado, os especialistas respondentes consideram de maior importância para suas organizações os programas / processos / atividades que utilizarão serviços da categoria Internet.

Categoria	MÉDIA DA IMPORTÂNCIA	
	Academia	Público
INTERNET	4,5	4,5
IOT	3	3
COMUNICAÇÃO DE VOZ	4	4

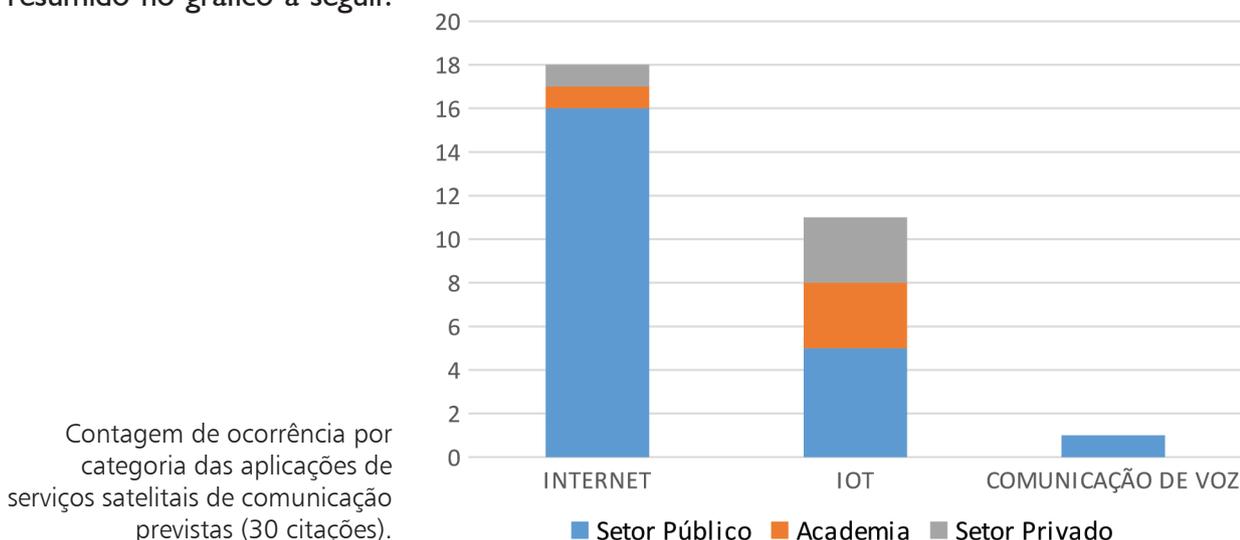
Tabela 4 – Consolidação nível de importância de potenciais serviços a serem utilizados.

A Tabela 5 apresenta a ocorrência das respostas sobre quando estes novos programas / processos / atividades possivelmente seriam implementados nas organizações. Percebe-se que estas demandas potenciais são majoritariamente de curto prazo.

Ano	Contagem
2018	8
2019	4
2020	1
Total	12

Tabela 5 – Contagem dos prazos previstos para implementação dos novos programas / processos / atividades organizacionais.

As atividades apresentadas anteriormente já estão em processo de planejamento no âmbito das instituições nacionais consultadas e representam demandas concretas ao setor espacial. A respeito de atividades ainda não planejadas, mas que representam tendências na área de aplicações para um período de 10 a 20 anos, os especialistas indicaram, ao longo da 1ª rodada, uma lista de possíveis aplicações para produtos e serviços satelitais de comunicações no país, conforme resumido no gráfico a seguir.



A Tabela 6 consolida a importância atribuída a estas aplicações, em uma escala de 0 a 5, onde 0 significa “não importante” e 5 significa “muito importante”.

Categoria	Média de Importância da aplicação
INTERNET	4,7
IOT	4,9
COMUNICAÇÃO DE VOZ	5,0

Tabela 6 – Consolidação do nível de importância atribuído às aplicações previstas.

A partir das respostas, além da recorrente importância dos serviços e aplicações da categoria Internet, percebe-se que os especialistas consultados entendem que as aplicações e serviços da categoria IOT terão maior relevância e serão mais demandados nos próximos 10 a 20 anos do que são atualmente.

A seguir, são listadas as aplicações e os respectivos detalhamentos citados pelos especialistas respondentes:

- Internet em regiões de pouca acessibilidade – Obter ou fornecer informação on-line é extremamente importante para todas as áreas.
- Mobilidade – Os satélites desempenharão cada vez mais um papel vital em função da mudança de padrões de mobilidade: veículos operados por motorista passarão a ser veículos autônomos. Além disso, aplicações mais específicas voltadas para guiar pessoas, como aque-

las com deficiência visuais tem se tornado cada vez mais comum em muitos países, exigindo satélites de grande precisão.

- Cidades Inteligentes – Tornar as cidades mais inteligentes é uma necessidade a fim de melhorar a qualidade de vida das pessoas. Através dos inúmeros serviços possíveis providos pelos satélites, é possível dar subsídios para os administradores públicos para melhorarem a qualidade de vida das pessoas. Dentre as possibilidades para tornar-se uma cidade inteligente, podemos citar o controle da área verde, áreas de construção, estimar o aumento das áreas urbanas e inferir a necessidade do consumo de eletricidade, água e tratamento de esgoto, detectar áreas com problema de mobilidade (dias, horários com maior tráfego de veículos e densidade de carros), detectar áreas com maiores emissões de poluentes atmosféricos, controle ambiental especificamente das questões hídricas e o desmatamento em função de construções ilegais, garantia da cobertura de Internet mesmo em áreas remotas para viabilizar a inclusão digital, melhoria na segurança das pessoas, dentre outros.
- Banda Larga – Possibilitará o acesso à Internet em áreas remotas do país e em locais onde as operadoras privadas não possuem interesse ou viabilidade de atendimento.
- Processamento de informações – Com a capilaridade oferecida pela utilização de comunicações satelitais, possibilitará o processamento de uma grande massa de informações, como a utilização de sistemas OCR, identificação através de imagens.
- Estabelecimento de uma rede de comunicação entre bibliotecas por todo o país.
- Ampliação da rede nacional de dados corporativos, públicos e institucionais nas localidades de difícil acesso ou não atendidas pelas empresas de Telecomunicações. Alternativa por satélite para a transmissão de dados que atualmente são essencialmente carregados por fibra ótica.
- Oferta de serviços de telecomunicação de alta disponibilidade de forma privada e segura para ambientes que requeiram troca de informações entre diferentes centros tecnológicos.
- Massificação de acessos banda larga via satélites geoestacionários (e não geoestacionários) com tecnologia HTS, utilizando banda Ka, ou bandas superiores (Q e V) – “As faixas de frequências mais utilizadas atualmente no Brasil são as bandas C (6/4 GHz) e Ku (14/11 GHz). No entanto, a banda Ka (30 / 20 GHz), pela sua alta capacidade de transmissão de dados (quantidade de espectro disponível), tornou-se a faixa de frequência mais propícia ao fornecimento de acesso banda larga à internet por meio de satélites. A arquitetura dos satélites na banda Ka é diferente daquela utilizada nos satélites convencionais nas bandas C e Ku. A maioria dos satélites na banda Ka são HTS (High Throughput Satellites) que utilizam spot beams e reuso de frequências para multiplicar a capacidade de transmissão. Apesar da forte atenuação provocada pela chuva e nuvens, foram desenvolvidas tecnologias adaptativas, que permitem o uso da banda Ka mesmo em regiões com altos índices pluviométricos. Outra vantagem desta faixa de frequência é que ela permite o uso de antenas de pequeno porte, reduzindo o custo para o usuário final e facilitando o transporte e instalação dos equipamentos das estações terrenas.

Assim como ocorreu com as bandas C e Ku, também é esperado um congestionamento da banda Ka no futuro e, dessa forma, novas faixas de frequências para transmissão de dados em altas velocidades estão em estudo pela União Internacional de Telecomunicações (UIT) para o setor de satélites, como as faixas das bandas Q/V (50 / 40 GHz). As bandas Q/V são a nova aposta do setor de satélites para o futuro das comunicações por satélite. No entanto, ainda há muitas dúvidas quanto às condições de propagação nestas faixas de frequências. Uma das questões a serem observadas, por exemplo, são os altos níveis de degradação sofridos pelas emissões nestas faixas, podendo inviabilizar a sua utilização para aplicações que exigem alta disponibilidade. No entanto, a indústria de satélite vem realizando estudos para encontrar soluções que permitam a operação comercial nesta faixa de frequências. Um dos principais objetivos das bandas Q/V é utilizá-las como enlaces de alimentação da própria banda Ka, liberando esta faixa para o acesso ao usuário”.

- Integração de redes satelitais com as tecnologias móveis, especialmente como backhaul para redes 4G e 5G – “A carência de infraestrutura de backhaul terrestre em países “continentais” tem tornado o uso de satélites uma importante alternativa para viabilizar a expansão das redes SMP, especialmente nos países em desenvolvimento. No Brasil, ainda existe uma grande quantidade de municípios sem infraestrutura de backhaul de alta capacidade, e consequentemente sem redes 4G. Devido à rápida implantação, e recente redução exponencial no custo por Gbps em função das novas tecnologias de satélites de alta capacidade, o uso de satélites apresenta-se como tecnologia de backhaul substitutiva, e vem sendo utilizada de maneira crescente por operadoras de SMP. Limitações técnicas verificadas no passado, tais como largura de banda reduzida e alta latência, vêm sendo superadas com a evolução tecnológica vertiginosa que se verifica atualmente no setor. Neste contexto, as perspectivas futuras são ainda mais otimistas com as redes de “mega constelações” de satélites de baixa órbita e as novas bandas de frequência (ex: Q/V). O uso de redes de satélite como infraestrutura para backhaul de redes móveis 2G e 3G é uma realidade no mundo, principalmente em países da África e Ásia. No Brasil, embora não haja números que permitam uma análise quantitativa histórica sobre estações rádio base que são atendidas por meio de backhaul via satélite, há sinalizações de que este tipo de arquitetura ocorre principalmente em regiões descobertas pelas redes terrestres, em estados do norte e nordeste do Brasil. Em termos de 4G, o backhaul requer altas taxas de transmissão para escoamento do tráfego IP. As redes SMP 4G começaram a ser implantadas no Brasil em 2013, momento em que o Brasil ainda não possuía satélites de alta capacidade (High Throughput Satellites - HTS) em banda Ka, que é a tecnologia mais adequada para esse tipo de atendimento. Tendo em vista que o primeiro satélite com direito de exploração brasileiro em banda Ka foi lançado em 2016, entende-se que a partir desse ano, as perspectivas para este tipo de arquitetura disseminar pelo país ampliaram sobremaneira. Neste contexto, vale comentar que as operadoras de satélites brasileiros com projetos mais recentes de satélites HTS têm anunciado em seus planos de negócio a intenção de ofertar capacidade para operadoras SMP nacionais utilizarem em backhaul.

- Estações Terrenas em Movimento (ESIMs) - Sistemas embarcados em aeronaves, navios e veículos já são uma realidade. Porém, a crescente demanda por conectividade banda larga tem gerado um movimento vertiginoso por uso de serviços via satélite para comunicação por clientes de voos comerciais “in flight”, Cruzeiros e sistemas de transporte terrestres (ferrovias, ônibus e carros).
- Identificação da Demanda por Transporte de Passageiros de Longa Distância – Por meio de aplicativos tais como Uber e similares, poderá ser possível estimar a necessidade de transporte rodoviário interestadual e internacional de passageiros.
- Medição de Volume de Tráfego Rodoviários – Pela utilização de sistemas de posicionamento e aplicativos tais como Waze e similares, poderia ser possível medir o volume de tráfego rodoviário, o que poderia ser utilizado na regulação e concessão de novos serviços.
- Aplicações para Smart Grids – Monitorar e gerenciar, medidores, transformadores, subestações, e projetar consumos e usos mais inteligente da energia elétrica na região norte.
- Inclusão digital – Uso da Internet em banda larga e TV por assinatura em áreas remotas sem acesso a rede cabeada.
- Ampliação do PNBL – Melhoria da conexão nas áreas atendidas, aumento da velocidade disponível e promover novas conexões em áreas remotas para a população e órgãos públicos.
- Atendimento a demandas voltadas a áreas de segurança e defesa – Fornecer um meio seguro e soberano para as comunicações estratégicas do governo que ainda não foram contempladas com o SGDC I. Substituir serviços atendidos por satélites de outras operadoras.
- Conexão de internet para usuários de meios de transporte terrestres, aéreos e marítimos – Fornecer conexão de qualidade e em alta velocidade em rodovias, aeroportos, voos comerciais, embarcações, entre outros.
- IOT (Internet das coisas) – Permitir que diferentes objetos, de carros a máquinas industriais ou bens de consumo como calçados e roupas, compartilhem dados e informações para concluir determinadas tarefas.
- Telemedicina – Permitir a transmissão de exames complexos e de videoconferências com especialistas sem perda da informação com o intuito de promover um sistema de saúde de qualidade e igualitário, mesmo em áreas com atendimento precário e/ou sem médicos especialistas.
- Equipamentos menores e com custo de execução menores – Economia de recursos para o transporte de equipamentos e transmissão via satélite sem perda de qualidade.
- IoT – Pontos de presença – Implantação de pontos de acesso para soluções de IoT usando redes celulares ou outras alternativas sem fio nas áreas rurais, marítimas, aéreas e móveis em geral.

- Mobilidade – Comunicação em dispositivos móveis como carros, navios e aviões. Acesso internet em qualquer local da Terra.

A seguir são listadas também as principais tendências tecnológicas na área de Comunicação por satélite que devem ser consideradas no planejamento das atividades espaciais para os próximos 10 a 20 anos, segundo opinião dos especialistas consultados:

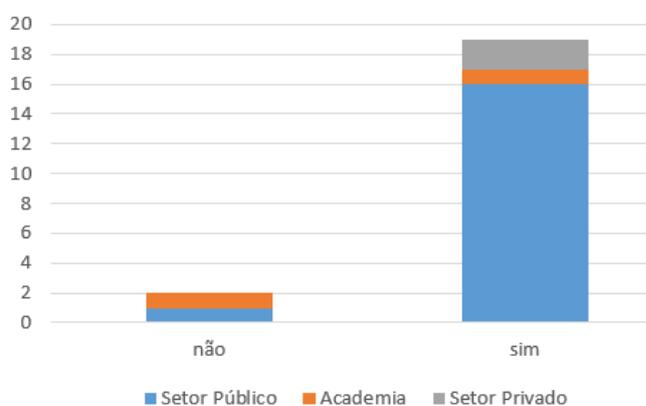
- O uso de internet para a maioria da população.
- Soluções voltadas para a agricultura de precisão, mobilidade e internet das coisas/cidades inteligentes.
- Rede de sensores e banda larga em banda Ku.
- Aumento de banda e diminuição da latência.
- A utilização de LTE e IoT.
- A demanda por transmissão em Banda C só cresce mundialmente para as transmissões *Broadcast*. A banda KA é essencial para as transmissões ponto a ponto de dados digitais corporativos ou Internet de acesso público. A tecnologia de satélite é a única viável para a cobertura do Brasil como um todo.
- O surgimento de redes prestadas por meio de mega constelações; A ampliação do uso do espectro por satélites de alta capacidade (ex: HTS), em novas bandas, como as bandas Q e V; O potencial de integração das redes de satélites com as tecnologias móveis 5G e IoT, em especial para provimento de tecnologias de Backhaul; Mobilidade crescente no uso de satélites, por meio das estações terrenas em movimento utilizando satélites, chamadas ESIMS (Earth Station In Motion) utilizando antenas com Phased Array.
- O surgimento de serviços prestados por meio de mega constelações; A ampliação do uso do espectro por satélites de alta capacidade (ex: HTS), em novas bandas, como as bandas Q e V; O potencial de integração das redes de satélites com as tecnologias móveis 5G e IoT, em especial para provimento de tecnologias de Backhaul; Mobilidade crescente no uso de satélites, por meio das estações terrenas em movimento utilizando satélites, chamadas ESIMS (Earth Station In Motion).
- Provisionamento de utilização de IoT.
- Redução dos custos de instalação, disponibilidade do serviço e maior largura de banda.
- Comunicação satelital móvel com dispositivos portáteis e uso de bandas de comunicação que permitam maiores taxas de transmissão com menor custo, como na banda ka.
- Satélites LEO/MEO, IoT, Telemedicina, Conexão de internet para usuários de meios de transporte terrestres, aéreos e marítimos, etc.
- Constelações de nanosatélites.

## 5. SATÉLITE GEOESTACIONÁRIO DE DEFESA E COMUNICAÇÕES ESTRATÉGICAS

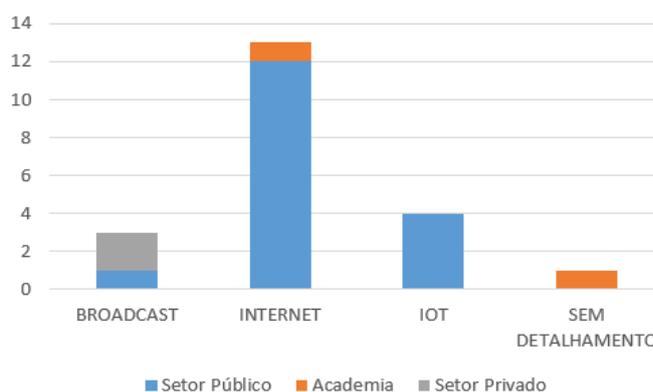
O Governo Brasileiro recentemente lançou seu primeiro Satélite Geoestacionário de Defesa e Comunicações, o SGDC. Esse sistema é capaz de fornecer segurança às comunicações estratégicas de governo e às comunicações militares e diminuir os riscos de interrupção de serviços. Além disso, o satélite é capaz de prover acesso à internet banda larga em todo o território nacional, sendo considerado peça fundamental do Plano Nacional de Banda Larga (PNBL), capaz de disponibilizar atendimento a usuários situados em áreas remotas, de fronteiras, em plataformas de petróleo, em ilhas oceânicas e na periferia das grandes cidades. A continuidade do Programa SGDC pode oferecer novas soluções nacionais de comunicação satelital que serão essenciais para ações voltadas à educação à distância, serviços ao cidadão, segurança nacional, segurança nas rodovias, defesa civil, meteorologia, agronegócio, sistemas distribuídos, Internet das Coisas, Cidades Inteligentes, dentre outras.

Ao longo da 1ª rodada, os especialistas indicaram se suas instituições atuam em locais remotos e o tipo de solução adotada nessas situações. Os gráficos a seguir mostram a contagem de ocorrência das respostas quanto a atuação das organizações em locais remotos e à categoria de serviço de comunicação utilizado. Pode-se constatar que a maior parte dos especialistas respondentes (19 dentre 21) afirmam que suas instituições possuem atuação em locais remotos e, nestes casos, a maior parte da demanda é por serviços da categoria Internet.

Contagem de ocorrência das respostas sobre a atuação da organização em locais remotos (21 respondentes).



Contagem da ocorrência de serviços de comunicação demandados em locais remotos, por categoria (21 respondentes).

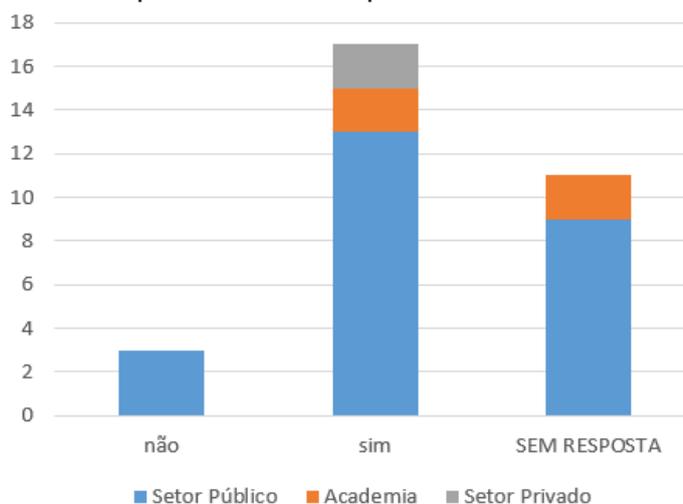


A seguir o detalhamento dado pelos especialistas à atuação das organizações em locais remotos:

- Alguns campus universitários possuem grande extensão territorial. A conexão de áreas remotas via cabo (e.g., fibra óptica) requer um alto investimento.
- São celebrados contratos de circuito com operadoras em alguns postos de fronteira. De um contingente em torno de 1500 circuitos em todo território nacional, apenas 23 são em tecnologia satelital.
- A instituição possui postos ao longo das rodovias federais distantes de cidades ou mesmo em locais mais isolados onde não existe outra forma de comunicação que não seja a satelital, em especial na região norte do país.
- Operações em áreas de Fronteiras de todo o País.
- Alguns programas são executados em pequenos municípios espalhados pelo país.
- Ações de Fiscalização feitas em áreas remotas (regiões de fronteira, rodovias, zonas rurais) que não possuem cobertura ou atendimento de sistemas convencionais de comunicação de dados. Nessas situações, as soluções de satélite poderiam auxiliar os trabalhos de fiscalização.
- Algumas estações estão instaladas em regiões remotas na Amazônia e por isso foi adotada solução de transmissão de dados via satélite para estes casos, hoje são 24 estações na região.
- Atuação institucional contempla regiões de fronteira, águas marítimas e interiores, podendo ser em áreas remotas e sem infraestrutura de comunicações.
- A área de fiscalização possui uma rede de sensores de RF (analisadores de espectro) utilizados para monitoração de uso do espectro radioelétrico, especialmente para tratamento de interferências e combate ao uso clandestino do espectro. Em regiões remotas, tais como fronteiras e locais de difícil acesso, a infraestrutura via satélite poderia ser uma alternativa para comunicação com tais equipamentos e coleta de dados.
- Geograficamente a instituição possui unidades nos 15 municípios do estado de Roraima, sendo atendido todo em sistema isolado de energia, sendo a maioria deles sem pavimentação e limitações de áreas de reservas ambientais e indígenas.
- Sempre nestes locais (subestações) temos uma linha de transmissão com cabo OPGW (para raios com fibra óptica), sendo esse o meio principal. Em alguns casos, além deste meio será adotada a comunicação por satélite como meio alternativo.
- O interesse estaria em soluções que ampliassem a qualidade do serviço de acesso, possibilitando um maior uso do canal de comunicação.
- A coleta das pesquisas ocorre em todo território nacional. Em muitos locais o único recurso de comunicação de dados é o satelital.
- Atendimento feito indiretamente por meio de empresas de economia mista, empresas públicas e outros entes, por exemplo, RNP, Telebrás, Correios. A solução dependerá da estratégia de atendimento, bem como do serviço que cada ente prestará.

- Um dos canais de comunicação do Governo Federal é a Rádio Nacional da Amazônia, integrante do sistema de rádio da EBC, que tem como objetivo difundir informações do Governo para comunidades isoladas do norte do país. A rádio tem a necessidade de tecnologias satelitais que viabilizem, aperfeiçoem e reduzam o custo da prestação de serviços.

Os especialistas indicaram, ainda, a possibilidade de utilização da capacidade do SGDC. O gráfico a seguir apresenta a contagem de ocorrência das respostas e permite a constatação da importância do SGDC no atendimento às demandas atuais de comunicação satelital, uma vez que, dentre 20 especialistas respondentes, 17 vislumbram um possível uso da capacidade do satélite.



Contagem de ocorrência das respostas sobre possível utilização da capacidade do SGDC (20 respondentes e 11 não respondentes).

Os detalhes das respostas afirmativas quanto à possibilidade de utilização da capacidade do SGDC são listados a seguir:

- A universidade tem trabalhos no setor agrário prioritariamente, e muitos trabalhos de pesquisa e extensão são realizados in-situ com a participação da população.
- Atendimento as regiões ainda não cobertas.
- Atendimento de comunicação de dados dos postos remotos da instituição, não abrangidos por outro meio de comunicação, projetos novos a serem desenvolvidos, além de coleta de informações de meteorologia, posicionamento e navegação que podem ser utilizadas por exemplo na prevenção de acidentes e combate à criminalidade.
- Com a utilização dessa tecnologia, possibilitaria interligar todos os Centros Integrados de Comando e Controle do País e a utilização da tecnologia LTE, tornando possível interoperar entre todas as agências de segurança do país com eficiência e segurança.
- Assim como temos contratos com empresas de Telecomunicações do mercado, podemos, através de convênio, utilizar os serviços do SGDC.
- Ampliação da rede de monitoramento do espectro em âmbito nacional, através da instalação de estações em aeroportos, regiões de fronteira e em áreas remotas, de difícil acesso para

rede cabeada, como por exemplo, rodovias e em zonas rurais, buscando proteger o espectro de radiofrequências do uso indiscriminado. O acesso a rede de dados, via SGDC, torna possível a ampliação da rede de monitoramento pois possibilita links de dados a lugares onde a infraestrutura cabeada ainda não existe. Também pode auxiliar o atendimento a demandas pontuais de fiscalização por períodos curtos.

- Comunicação com locais remotos onde exercemos atividades.
- O SGDC proverá cobertura de comunicações e serviços de internet banda larga em áreas de atuação da instituição, promovendo a inclusão digital para todos os órgãos envolvidos no programa, além de fornecer um meio seguro e soberano para as comunicações estratégicas.
- Canal de comunicação privado para conexão de diferentes centros de operação, como exemplo: troca de informações entre as Autoridades Certificadoras e Autoridade Certificadora Raiz da ICP-Brasil.
- O uso do SGDC torna-se interessante tanto para utilização dos recursos de internet, quanto para comunicações entre as unidades remotas da instituição, para atividades de atendimento ao consumidor, gerenciamento e monitoramento de subestações e implantação de projeto de telemedição de energia com Smart Grid.
- Como canal alternativo ao telecontrole das subestações de energia elétrica.
- Universalização do atendimento com internet às escolas situadas em áreas remotas, de fronteiras e na periferia das grandes cidades.
- A possibilidade de comunicação em banda larga com banda ka nas localidades mais remotas beneficiaria muitas pesquisas do instituto.
- Atendimento das demandas do GESAC, PNBL e demais programas da pasta.

Alguns especialistas indicaram a utilização de programas governamentais de provimento de internet banda larga, detalharam a sua utilização e o nível de satisfação da instituição com o serviço utilizado, em uma escala de 0 a 5, onde 0 significa “totalmente insatisfeito” e 5 significa “totalmente satisfeito”. A seguir, são apresentadas as repostas consideradas adequadas e coerentes ao questionamento.

Programa governamental de provimento de internet	Detalhamento	Nível de satisfação	Justificativa
Não Informado	Rede Nacional de Ensino e Pesquisa (RNP)	4	Aumentar a largura de banda para atender as necessidades atuais e futuras da instituição.
Não Informado	Rede Rio	4	Ainda há espaço para melhora em tal serviço, sai algumas vezes do ar.

Rede de fibra óptica: INFOVIA, ABIN E DITEC	Infraestrutura de rede ótica de comunicações, construída para fornecer, aos órgãos do governo federal, um conjunto de serviços e funcionalidades em ambiente seguro	4	Nas oportunidades onde foi necessária a utilização dos serviços de internet governamentais, os recursos disponíveis atenderam satisfatoriamente as demandas existentes. Em todos os momentos o suporte técnico estava disponível.
Não Informado	A Eletrosul possui parceria com a Telebrás para desenvolvimento do PNBL na região sul.	4	Em parceria com a Telebrás a Eletrosul atua como provedor de serviços de comunicação através de seu backbone de alta capacidade de transmissão (40Gbps)
Não Informado	Infovia	3	A velocidade é inferior à necessária

Tabela 7 - Detalhamento respostas sobre programas governamentais de provimento de internet banda larga.

Os especialistas citaram as seguintes vantagens, para a instituição e para o país, da operação do SGDC:

- O fato de ter acesso a vias de comunicação facilita o acesso a informações em regiões restritas.
- Prover o acesso de Internet banda larga para todo o território nacional, principalmente nas áreas mais remotas.
- Garantir um canal mais seguro para a comunicações estratégicas governamentais e militares.
- Permitir que novos serviços e start-ups sejam criados impulsionando a inovação tecnológica no país.
- Prover um canal de comunicação seguro, independente de outras Nações.
- Prover um meio de comunicações que pode ser utilizado como alternativa em caso de necessidade.
- Prover um canal para comunicações estratégicas entre os diversos órgãos da Administração Pública.
- Prover uma ligação segura entre as diversas estruturas críticas presentes no país.
- Independência dos satélites estrangeiros.
- Acesso a localidades remotas.
- Adequado para uso como enlace redundante à comunicação terrestre.
- Seu uso será atrelado às políticas de segurança e defesa.
- Detenção de conhecimento e tecnologia.
- Compartilhamento de informações entre diferentes instituições do governo.
- Com a utilização dessa tecnologia, possibilitaria interligar todos os Centros Integrados de Comando e Controle do País e a utilização da tecnologia LTE, tornando possível interoperar entre todas as agências de segurança do país com eficiência e segurança, possibilitando ao tomador de decisão obter informações em tempo hábil. Sem falar que tornaria realidade uma rede de comunicação segura e eficiente voltada para a segurança pública.

- Abrangência no território nacional.
- Cobertura em localidades de difícil acesso de infraestrutura de circuitos físicos terrestre.
- Segurança da informação, custo mais baixo do serviço, tecnologia do conhecimento.
- Comunicação governamental, militar e pública brasileira independente de satélites operados por empresas de Telecomunicações estrangeiras.
- O satélite levará internet banda larga para todo o território brasileiro, promovendo a inserção digital e social em áreas remotas do país, complementando a cobertura por fibras ópticas que hoje não é capaz de prover serviço a todos os locais do país. Além disso, irá garantir a segurança das comunicações de defesa e estratégicas nacionais.
- Ampliação do Acesso à banda larga, aumento na segurança e soberania nacional nas comunicações militares, dentre outros.
- Aumento da cobertura de internet de Banda Larga no Brasil.
- Aumento da segurança para comunicações estratégicas do governo.
- Diminuição da dependência de tecnologia privada ou estrangeira.
- Segurança de informação.
- Otimização de recursos.
- Continuidade de serviço.
- Fornecimento de comunicações em áreas remotas.
- Aumento da área de abrangência.
- Maior agilidade na troca e obtenção de informações.
- Acesso banda larga de maior capacidade em localidades remotas. Ou com baixo potencial em recursos de telecomunicações.
- Menos dependência no mercado privado em questões relacionadas à segurança da informação.
- Possibilidade de fornecer serviços com valores justos e de alta qualidade, principalmente em regiões de pouca oferta ou áreas remotas.
- Ampliação de serviços básicos, entre eles, saúde e educação, para população localizada em áreas distantes e vulneráveis.
- Aprimoramento das ações de patrulhamento e serviço social das Forças Armadas e demais órgãos de segurança.
- Fomento da cadeia de valor da indústria espacial e especialização de profissionais da área.
- Inclusão social e tecnológica com o provimento de banda larga para todo o território nacional.
- Com a divulgação potencializada das ações do Governo Federal, por meio das melhorias trazidas pela operação do SGDC, automaticamente um número maior de moradores das

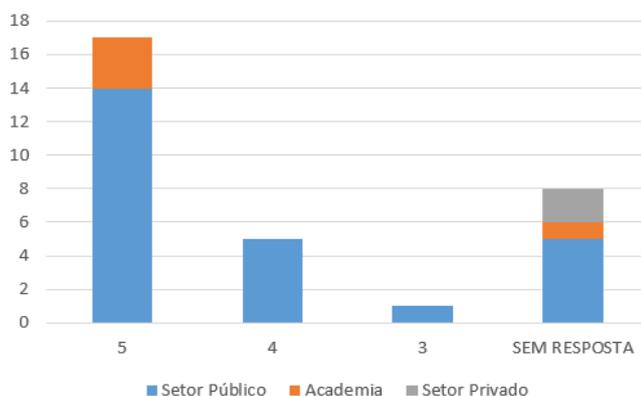
regiões antes isoladas poderá receber informações sobre o que acontece no país, incluindo serviços de utilidade pública, dos quais são potenciais beneficiários.

- Cobertura Nacional.
- Múltiplos Gateways distribuídos em 4 cidades.
- Disponibilização de recursos federais.

A seguir, são listadas as possíveis limitações da operação do SGDC identificadas pelos especialistas:

- Susceptibilidade a atrasos e variações de atraso próprios da comunicação em satélite.
- Custo mais elevado que comunicações terrestres.
- Dificuldade na construção de parcerias entre diferentes órgãos interessados.
- Possibilidade de defasagem tecnológica em relação ao oferecido pelo mercado.
- Latência intrínseca ao limite físico (distância orbital do satélite geostacionário).
- Qualidade do serviço e burocracia.
- O Satélite Geoestacionário de Defesa e Comunicações Estratégicas (SGDC) não possui banda C que é amplamente utilizada em transmissões digitais de rádio e televisão.
- A limitação da disponibilidade de banda satelital do SGDC implica na criação de protocolos, dentro de prioridades da sua utilização pelos diversos órgãos e segmentos da sociedade.
- Salvo melhor juízo, o atual modelo de contratação de equipamentos por órgãos públicos tende a apresentar desvantagens em termos de agilidade frente ao modelo de contratação realizado por empresa da iniciativa privada. Isso ocorre (smj), principalmente em função do arcabouço legal de contratação pública mais rígido.
- A contratação da infraestrutura do SGDC, sendo o Governo Federal seu operador, tende a ser mais burocrático que o modelo de contratação realizado por empresa da iniciativa privada.
- Largura de banda e elevado delay quando comparado a comunicações terrestres.
- Centralização das informações num único canal.
- Dificuldade de gestão entre todos os órgãos envolvidos.
- Falta de backup no caso de falha dos sistemas.
- Limitação da concorrência com soluções economicamente atrativas que poderão estar disponíveis por empresas privadas.
- Empresa gestora do satélite sem experiência no mercado.
- Empresa gestora do satélite dependente economicamente do governo. Com o governo em dificuldades econômicas, qualquer investimento em melhorias poderá ser prejudicado.
- Operação estatal limitada pelas restrições do governo em operar uma empresa de forma eficiente.

Questionados quanto a necessidade da continuidade do programa SGDC, com base nos serviços e aplicações que um satélite de comunicações pode proporcionar ao país, os especialistas indicaram a sua opinião, em uma escala de 0 a 5, onde 0 significa “não necessária” e 5 significa “muito necessária”. Os resultados são consolidados no gráfico a seguir. Pode ser observada uma alta ocorrência de respondentes que entendem ser muito necessária a continuidade do programa.



Contagem de ocorrência de respostas sobre a necessidade da continuidade do programa SGDC (23 respondentes e 8 não respondentes).

A seguir, são listadas as justificativas dadas pelos especialistas quanto aos valores atribuídos à importância da continuidade do programa SGDC:

IMPORTÂNCIA	DETALHAMENTO
5	Tenho a impressão que os meios de informação atuais para pequenas comunidades não é atrativo.
5	Além da soberania nacional, garante que o Brasil seja competitivo no que diz respeito ao desenvolvimento de soluções e serviços na área de TICs.
5	Busca da soberania e auto-determinação nacional, bem como do desenvolvimento científico-tecnológico do país e bem-estar social
5	Comunicações estratégicas, imprescindíveis para a segurança nacional, nem sempre podem ser feitas por meio de redes instaladas em território nacional. Com a grande extensão do território brasileiro, muitas vezes, somente por meio de comunicações via satélite, a informação pode ser transmitida em tempo real, atendendo ao princípio da oportunidade. Da mesma forma, assuntos de defesa dependem da utilização de satélites para o bom funcionamento de suas atividades.
5	Para a democratização da comunicação e para uso em comunicações remotas que possam afetar a segurança nacional.
5	Setores estratégicos do país com por exemplo a defesa, agroindústria, prevenção de catástrofes naturais, aviação, proteção ambiental, dependem de muitas informações que só são possíveis através de tecnologias satelitais, sendo, portanto, de suma importância a continuidade e melhoria contínua do programa.
4	Independência das operadoras de mercado Segurança institucional e de Governo - Soberania Nacional
4	A continuidade do programa do SGDC é fundamental para a autonomia do País, auxiliando o desenvolvimento econômico, social, tecnológico e etc.
5	O programa SGDC possibilita o desenvolvimento de tecnologia em âmbito nacional, contribuindo para desenvolvimento de aplicações como: monitoramento de queimadas, desmatamento, comunicações seguras e segurança nacional.
4	A continuidade do programa SGDC é importante para o Brasil garantir de forma independente as comunicações essenciais em todo o seu território.

IMPORTÂNCIA	DETALHAMENTO
5	Garante a soberania do Brasil em área estratégica.
5	Acredito que o desenvolvimento de soluções nacionais propicia tanto a autonomia tecnológica, como também a oferta de serviços de segurança que interessam somente a sociedade brasileira.
5	Tendo em vista os investimentos já realizados na infraestrutura de estação de controle e gateways, a crescente demanda por capacidade para provimento dos diversos serviços via satélite, aliados aos benefícios socioeconômicos, busca pela redução das desigualdades regionais, e principalmente dos aspectos estratégicos em termos de soberania nacional, entende-se como sendo um projeto de altíssima relevância, sendo necessária a sua continuidade.
5	Entende-se como sendo um projeto de altíssima relevância, tendo em vista, principalmente, a ampliação do Acesso à banda larga e o, aumento na segurança e soberania nacional nas comunicações militares.
5	Garante maior autonomia e segurança da soberania do país, contribuindo para o desenvolvimento das demais instituições governamentais, por meio da oferta dos serviços disponíveis no programa SGDC.
5	Essencial para levar comunicações em áreas remotas devido a extensão territorial brasileira
4	Sem os serviços deste programa o custo de execução dos programas de conexão aumenta.
5	O projeto é sem dúvida interessante e importante para diversos órgãos do país e para os cidadãos, uma vez que a tendência é que se dependa cada vez da comunicação de dados, em qualquer lugar, mesmo remoto.
3	Os serviços e aplicações que um satélite pode proporcionar ao país são enormes, entretanto, deve haver uma coordenação com o volume de recursos necessários para a continuidade do empreendimento, tendo em vista, a atual limitação orçamentária. A empresa responsável pela gestão, operação e manutenção do artefato e demais componentes da rede satelital deve demonstrar de ser capaz de gerar receitas suficientes para cobertura de despesas e demais custos associados.
5	O programa aproxima o Brasil das grandes potências mundiais, destacando-o nos aspectos tecnológicos e inclusivos.

Tabela 8 – Justificativas sobre a importância da continuidade do programa SGDC.

## 6. INTERNET DAS COISAS E O PROGRAMA ESPACIAL

A capacidade de disponibilização de informações em tempo real ao cidadão pode proporcionar facilidades e serviços mais eficientes em áreas como transporte e segurança pública, defesa civil, sustentabilidade, produtividade etc. Um conceito extremamente disruptivo que ronda os debates atuais é o de Internet das Coisas (IoT), que necessita fortemente de tecnologias de comunicação que permitam a transmissão em tempo real de dados e mensagens interoperáveis, com amplos alcance e cobertura.

Segundo o Relatório Internet das Coisas: um plano de ação para o Brasil (disponível em: <https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/conhecimento/estudos/chamada-publica-internet-coisas/estudo-internet-das-coisas-um-plano-de-acao-para-o-brasil>), a IoT tem sido vista como importante instrumento para o desenvolvimento sustentável, capaz de aumentar a competitividade da economia, fortalecer as cadeias produtivas nacionais, e promover a melhoria da qualidade de vida. Ela adota tecnologias e práticas que viabilizam a gestão integrada dos serviços para o

cidadão e a melhoria da mobilidade, da segurança pública e do uso de recursos. Contribui para a ampliação do acesso à saúde de qualidade por meio da criação de uma visão integrada dos pacientes, descentralização da atenção à saúde, e da melhoria de eficiência das unidades de saúde. Aumenta a produtividade e a relevância do Brasil no comércio mundial de produtos agropecuários, com elevada qualidade e sustentabilidade socioambiental, por meio do uso difundido de IoT no campo, com soluções para agropecuária tropical. Incentiva a produção de itens mais complexos e aumenta a produtividade da indústria nacional a partir de modelos de negócios inovadores e da maior cooperação nas diversas cadeias produtivas.

A seguir, estão listados os desafios identificados pelos especialistas diante das aspirações brasileiras para competir e evoluir no segmento de IoT, bem como as respectivas justificativas e considerações.

DESAFIOS	JUSTIFICATIVA / CONSIDERAÇÕES
Acesso a informações da população como um todo	Atualmente, ter acesso a informações tem um custo elevado, restringindo a obtenção de informações para o resto da comunidade.
IoT eficiente	Na atualidade a IoT é pouco eficiente, pois as informações importantes para a sociedade são pobres.
Capacitação humana	Há deficiência da mão de obra e um número baixo de profissionais sendo formados nesta área. É necessário o alinhamento dos cursos de tecnologias do país e fomento para pesquisa para a capacitação de humana, seja para fins de desenvolvimento e melhorias de serviços de IoT. Neste aspecto tem se uma barreira história no país de investir em tecnologia, pesquisa e inovação tecnológica. Este trabalho pode ser realizado nos centros universitários espalhados pelo território nacional, mas irá requerer um maior investimento financeiro para isto.
Segurança dos dados e privacidade	Esta não é uma questão de preocupação dos produtos ou soluções de IoT produzidos no Brasil, mas a nível mundial. Por vezes esta questão tem sido pensada como um quesito não funcional. Neste aspecto é necessário a inserção de mais cursos, disciplinas nas grades curriculares das instituições de ensino, fomentar competições voltadas para segurança a fim de buscar talentos e criar profissionais capacitados para anteder o nicho de segurança voltado para IoT. A segurança e a privacidade são duas áreas que têm sido amplamente discutidas na literatura. Mecanismos tem sido produzido na tentativa de frustrar ataques que podem ser realizados aproveitando das inúmeras vulnerabilidades encontrados no serviços e produtos de rede. O aumento expressivo de novos objetos na rede e as suas inúmeras aplicações geram um cenário ainda mais propício para que cybercriminosos possam criar ataques que vão muito além da violação da privacidade e roubo de dados, como causar danos físicos ao humano, como serviços de IoT relacionados a e-Health. Pelo fato das soluções de IoT utilizarem recursos, tais como o de reconhecimento de voz, visão através de câmeras, métodos biométricos de autenticação e geolocalização, prover a privacidade é algo ainda mais desafiador. Ainda é necessário o fortalecimento e investimento em pesquisas na área de segurança da informação no Brasil. Somado a isto, a transmissão e armazenamento desses dados pela rede (e.g., para processamento na nuvem) trazem desafios legais e requerem a elaboração de regulamentos e leis.

DESAFIOS	JUSTIFICATIVA / CONSIDERAÇÕES
Conectividade	Há ainda muitas regiões com uma baixa ou nenhum tipo de acesso a rede e outras com uma infraestrutura precária. Referente aos serviços voltados para IoT há ainda outros óbices, não exclusivo para o cenário brasileiro. Por exemplo, os paradigmas de rede usadas nas tradicionais redes TCP/IP, como cliente-servidor podem ser ineficientes para aplicações de IoT em larga escala. Há possibilidades como a utilização do paradigma P2P, soluções via cloud computing e fog computing. Contudo, questões com segurança, disponibilidade, velocidade de acesso e escalabilidade horizontal são restrições que precisam ser minuciosamente analisadas, principalmente para aplicações como funcionamento em tempo real e missões críticas. Portanto, é requerido maior investimento em pesquisa a fim de que estas questões sejam tratadas e soluções eficientes sejam desenvolvidas. Para garantir a conectividade de milhões de nós dos mais variados tipos e necessário que tenhamos uma largura de banda suficiente para prover uma qualidade de serviço aceitável. Para atender esta demanda pode ser realizada uma parceria pública-privada. Porém, a burocratização brasileira no que diz respeito a normatização pode ser um dos agravantes para a melhoria da infraestrutura de rede brasileira e por consequência a implantação massiva da IoT no país.
Dependência de tecnologia externa	O país não possui instalado em território nacional empresa de fabricação de microprocessadores e de diversos outros componentes, ficando na dependência do mercado externo
Desenvolvimento de hardware nacional com baixo custo.	Necessidade de domínio tecnológico da tecnologia e preservação de segurança.
Análise e guarda do grande volume de dados gerado.	Os dados gerados podem ser analisados sob diferentes aspectos, no entanto para todos eles é preciso uma alta capacidade de processamento.
Ter uma infraestrutura de telecomunicações que permita o desenvolvimento de IoT	Devido as dimensões geográficas brasileiras e diferenças econômicas das diversas regiões, é um desafio disponibilizar em todo o país a infraestrutura de telecomunicações necessária para que o ecossistema de IoT cresça, pois existem diferentes cenários e requisitos que devem ser atendidos, desde a conectividade de uma grande massa de dispositivos que requerem individualmente uma baixa capacidade de transmissão (dispositivos vestíveis, por exemplo) até a necessidade de conectividade com grande capacidade de transmissão e baixa latência (telemedicina e monitoramento em vídeo), ou cenários de carros autônomos onde deve se garantir a comunicação com alta disponibilidade.
Marco Legal/Regulatório que permita o crescimento do ecossistema de maneira previsível, sustentável e coordenada.	Atualmente, existem várias questões legais, como privacidade de dados (coletados pelos dispositivos IoT) e definições tributárias (tributação dos acessos IoT em redes móveis) que precisam ser endereçados para garantir a segurança jurídica que permita que investimentos do setor privado sejam feitos no mercado de IoT.
Produção de tecnologia própria.	Somos muito dependentes de tecnologia que vem de fora, ficando sempre atrasados em relação a outros países e quando esta tecnologia chega ao Brasil é sempre cara, inviabilizando a sua disseminação.
Padronização	Necessidade de padronização, assim como de regulação.
Privacidade / Segurança	Implementação de segurança visando manter as informações privadas. Conforme os equipamentos residenciais ganham acesso por rede, estes devem implementar os acessos somente aos seus proprietários, assim como o não envio de informações pessoais para terceiros.
Interoperabilidade	Uso integrado dos diversos equipamentos para o provimento de uma rede residencial ou privada visando a automação residencial ou empresarial.

DESAFIOS	JUSTIFICATIVA / CONSIDERAÇÕES
Desafio maior é o da universalização da internet a lotas as localidades do Brasil a um custo que permita o acesso a todos os cidadãos brasileiros	Com a universalização da internet, todos terão acesso a uma ferramenta de comunicação, transação financeira e atualização com os acontecimentos mundiais que hoje não acontece com a velocidade e necessidade que é necessária.
Necessidade de atualização constante das plataformas tecnológicas de hardware e de software.	O Brasil necessita realizar maiores investimentos nas áreas tecnológicas para que possa ser um país desenvolvedor e exportador de tecnologias e não somente adquirir tecnologias de outros países. As tecnologias adquiridas pelo Brasil no exterior são muito caras e inviabilizam a atualização constante das plataformas tecnológicas de hardware e de software
implementar soluções IoT que mantenha a privacidade e sejam tolerantes à falhas ou inoperância de serviços	Implementar soluções IoT que levem em consideração a comunicação satelital é fundamental dadas as condições territoriais de nosso país. Além disso, eventuais aplicações IoT irão requerem comunicação segura e privada com centros de operações e isso certamente só será possível com sistemas nacionais.
Cobertura da rede de telefonia móvel	Limitações na cobertura de rede de telefonia móvel (SMP), principalmente em áreas rurais e remotas.
Mobilidade	Muitos dispositivos IoT são móveis e instalados em embarcações, aeronaves e outras plataformas cuja único meio físico para última milha é satélite.
Limitação da infraestrutura terrestre de backhaul	Carência de cobertura da rede de fibra ótica nacional, limitando a infraestrutura de bakchaul das redes móveis por meio de tecnologias terrestres, principalmente em áreas rurais e remotas.
Cobertura da rede de telefonia móvel	Limitações na cobertura de rede de telefonia móvel (SMP), principalmente em áreas rurais e remotas.
Mobilidade	Muitos dispositivos IoT são móveis e instalados em embarcações, aeronaves e outras plataformas cuja único meio físico para última milha é satélite.
Limitação da infraestrutura terrestre de backhaul	Carência de cobertura da rede de fibra ótica nacional, limitando a infraestrutura de bakchaul das redes móveis por meio de tecnologias terrestres, principalmente em áreas rurais e remotas.
cobertura dos serviços	O conceito de IoT envolve a conexão de milhões (talvez bilhões) de dispositivos trocando informações em tempo real. A necessidade de altos investimentos em infraestrutura (torres, antenas e redes de fibra ótica) e a dimensão continental do Brasil podem fazer com que os custos sejam demasiados para a cobertura de todo o país. Se nada for feito, a cobertura atingirá as maiores e mais ricas cidades, aumentando a desigualdade no país.
custo de implantação e comercialização - impostos	A alta carga tributária brasileira pode inviabilizar a massificação da IoT. Os custos de implantação e manutenção do serviço podem ser inviabilizados, já que a conexão de pequenos dispositivos devem ter margem pequenas de lucro.
desenvolvimento de tecnologia nacional	Em um mercado global, se o país quiser ser um participante relevante, deve estar à frente do desenvolvimento de novas tecnologias. O país tem escala, mas precisa ter menos burocracia, menor carga tributária e maior incentivo à Pesquisa e Desenvolvimento.
Área de cobertura de sinal	É necessário ampliar a cobertura, evitando áreas de sombras ou de ausência completa de sinais.
Acompanhamento da evolução das tecnologias	É preciso haver uma resposta rápida à evolução constante das tecnologias.
Qualidade nos meios de comunicação	Garantir recursos de comunicações com qualidade para interligação dos dispositivos
Melhoria na infraestrutura de comunicação	Investimento na infraestrutura de comunicação com equipamento e meios modernos

DESAFIOS	JUSTIFICATIVA / CONSIDERAÇÕES
Industria nacional de eletrônicos defasada	Industria eletrônica brasileira possui baixa capacidade competitiva
Falta de meios de comunicações em áreas remotas	Depender das comunicações por redes celulares como principal meio pode gerar limitações ao desenvolvimento da solução
Retorno financeiro da solução	Muitas soluções tecnológicas avançadas não comprovam o retorno financeiro após sua implantação
Altos impostos	Equipamentos poderiam ser barateados para fomentar a aplicação da solução
Crise econômica	Estamos passando por um momento de corte de custos em geral nas empresas e baixos investimentos
Garantia da Segurança das Informações	Acredito que mais do que os desafios quanto à comunicação em si, o Brasil precisa amadurecer bastante no entendimento e ações para o cuidado com a Segurança das Informações, que são um grande desafio neste segmento.
Deficiência dos recursos de telecomunicações.	Considero que os serviços de telecomunicações no Brasil ainda precisam evoluir bastante, acompanhando mais de perto as evoluções tecnológicas. Além disso, penso que precisa ser aumentando significativamente o controle das agências reguladoras sobre as operadoras de telecomunicações.
Criação de legislação destinada à proteção de dados	Necessidade de criar normas que lidem com a complexidade dos dados pessoais que sejam contrabalanceadas não só com os desafios envolvendo segurança da informação, mas também com os interesses governamentais e da sociedade, como por exemplo, leis mais flexíveis com relação a importação e desembaraço aduaneiro.
Adequação dos modelos de prestação de serviços de telecomunicações	Encontrar um meio termo com relação aos interesses do consumidor e os das operadoras, principalmente, o que envolve os valores cobrados pelas operadoras e a qualidade disponibilidade dos serviços prestados.
Adequação tributária	Os tributos e taxas embutidos no valor do serviço são elevados e tornam as mensalidades cobradas pelas operadoras muito caras para a população. Além disso, com a crescente expansão do mercado de IoT provavelmente fará o governo criar novos tributos.
Redução drástica das cargas tributárias, fiscais, regulatórias de um modo geral.	O excesso de taxas, impostos, burocracias e indefinições aumentam o custo das soluções e as tornam inviáveis para a maioria dos potenciais usuários.
Dificuldades logísticas de atender as regiões rurais.	Não basta a comunicação evoluir se o país segue sem investimento em estradas, portos e energia de uma forma geral.
Redução drástica das cargas tributárias, fiscais, regulatórias de um modo geral.	O excesso de taxas, impostos, burocracias e indefinições aumentam o custo das soluções e as tornam inviáveis para a maioria dos potenciais usuários.
Dificuldades logísticas de atender as regiões rurais.	Não basta a comunicação evoluir se o país segue sem investimento em estradas, portos e energia de uma forma geral.

Tabela 9 – Detalhamento sobre desafios identificados para o setor de IoT.

Como pode ser observado, os principais desafios identificados pelos especialistas estão relacionados a:

**Infraestrutura** - Refere-se à infraestrutura de comunicação disponível atualmente;

**Tecnologia** - Refere-se ao desenvolvimento de tecnologias nacionais para aplicação de IoT;

**Economia** - Refere-se aos custos de implantação e manutenção de soluções de IoT e à carga tributária;

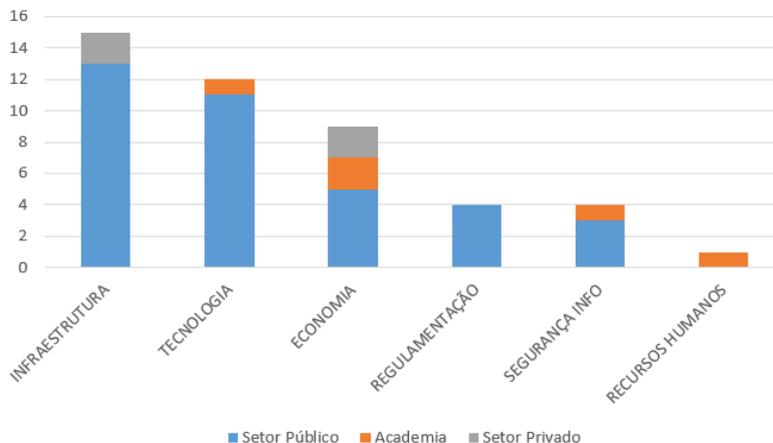
**Segurança** - Refere-se à segurança dos dados e privacidade;

Regulamentação - Refere-se ao arcabouço legal do setor; e

Recursos Humanos - Refere-se à disponibilidade no Brasil de capital humano capacitado em IoT.

Agrupando as respostas de acordo com estas áreas, foi obtido o gráfico apresentado a seguir.

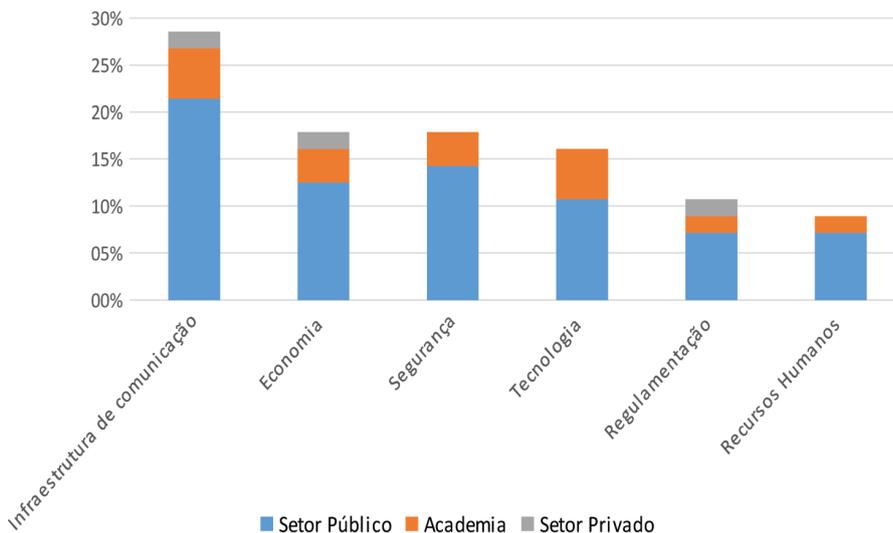
Contagem de ocorrência por categoria de desafio identificado (45 desafios identificados).



Durante a 2ª rodada, considerando os resultados da 1ª rodada, os especialistas selecionaram até 3 principais categorias de desafios para o desenvolvimento do segmento de “Internet of Things” (IoT) no Brasil.

O gráfico a seguir apresenta o percentual de menções por categoria de desafios. Embora tenha havido uma reordenação entre as demais categorias, os dados novamente indicam que os maiores desafios para este segmento estão relacionados à Infraestrutura de comunicação.

Porcentagem de respostas por categoria de desafio para o desenvolvimento de IoT (52 seleções).



Os complementos dados às respostas foram:

- Falta de cultura de projeto de hardware.

- A área de regulamentação é fundamental pois os procedimentos burocráticos atuais são empecilhos ao desenvolvimento do IoT. Exemplo: taxas, tributos e normas aplicáveis, mais ajustáveis a um cenário de menor quantidade de dispositivos a serem conectados.

Ao longo da primeira rodada, os especialistas indicaram de que forma o Programa Espacial Brasileiro poderia contribuir com soluções aos desafios identificados diante das aspirações brasileiras para competir e evoluir no segmento de IoT. A seguir, encontram-se listadas as respostas apresentadas:

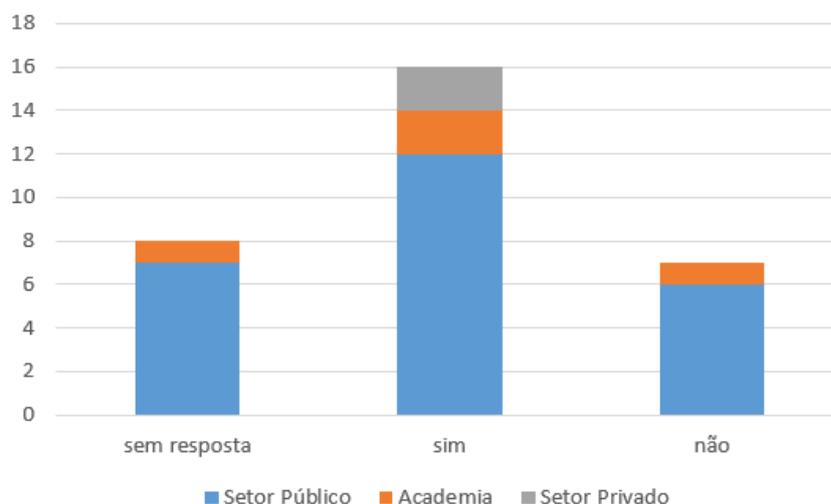
- Fornecendo meios de informação adequados para toda a sociedade, principalmente para regiões onde há restrição devido a sua localização e atividade.
- As contribuições poderiam ser nos aspectos de fomentar a melhoria de infraestrutura de comunicação via satélite. O programa também poderia abordar os outros temas supracitados através do provimento de palestras, criação e divulgação de materiais didáticos, organização de eventos e chamadas públicas para tratar das particularidades de cada desafio destacado.
- Instalação de processos de formação em nível superior nas 5 regiões brasileiras, com fomento e indução para empresas nacionais e estrangeiras se instalarem acopladas às instituições de formação.
- Investimento na indústria nacional; desenvolvimento de tecnologias nacionais; exportação de tecnologia; desenvolvimento de parques tecnológicos nacionais; especialização de mão de obra; aumento da receita de impostos; etc.
- Fomento ao desenvolvimento tecnológico nacional.
- A conectividade satelital, principalmente em Banda H, pode ser uma ferramenta fundamental para fornecer o backbone/backhaul necessário para prover a conectividade IoT em áreas remotas onde não é possível hoje levar uma conectividade terrestre, como em áreas rurais. Assim, existem diversas aplicações IoT (por exemplo o uso de IoT na agricultura) onde a conectividade satelital pode ser uma alternativa economicamente viável.
- O Programa Espacial Brasileiro pode fomentar o desenvolvimento de tecnologia dentro do país, tanto para manter o atual programa funcionando, como para possibilitar o desenvolvimento de novas aplicações.
- Provendo um canal de comunicação seguro e eficiente para a segurança pública e forma contínua.
- Fomentar a regulação em conjunto com a ANATEL; Realizar testes e certificações de equipamentos de IoT; prospectar uso de constelação de satélites de baixa órbita.
- O programa espacial brasileiro pode contribuir a este desafio com a qualidade, custo e alcance da internet a todas as regiões do território brasileiro.
- Mapear, levantar e pesquisar as necessidades das empresas públicas e as aplicações diretas no mercado antes de iniciar os programas satelitais da AEB, como no caso da necessidade das aplicações em Banda C que é essencial nas aplicações de Radiodifusão (rádio e televisão).

- Viabilizar soluções de telecomunicação privadas e de alto desempenho.
- Políticas públicas que favoreçam a ampliação da oferta de capacidade satelital em regiões em regiões onde os desafios apontados acima são maiores, tais como locais com baixa demanda econômica (onde não há competição por entes privados), ou cuja única alternativa é o satélite (mar e aéreo).
- Políticas públicas que favoreçam a ampliação da oferta de capacidade satelital em regiões onde os desafios apontados acima são maiores, tais como locais onde a única alternativa seja o satélite (áreas remotas, mar e aéreo).
- O incentivo ao desenvolvimento de novas tecnologias pode promover uma cadeia de valor (universidades, fornecedores, indústria e comércio) que pode favorecer o setor de telecomunicações como um todo, inclusive os futuros investimentos em IoT. Uma rede de satélites com preços competitivos pode ajudar a solucionar o problema da falta de conexão em áreas rurais, remotas e de urbanização precária.
- De forma controlada, disponibilizar recursos do SGDC para a comunidade e órgãos governamentais fazerem maior uso. Como por exemplo Internet.
- Levar comunicações em áreas remotas e fornecer uma alternativa a comunicação via rede celular.
- Ao se obter um acesso de qualidade, a custo acessível, em qualquer lugar do país, o desafio da qualidade e alcance dos recursos de telecomunicações seria afetado positivamente.
- O Programa poderia auxiliar com a elaboração de estudos de impactos sociais e financeiros, bem como participar ativamente, junto com o MCTIC e demais ministérios envolvidos, nas questões políticas trazendo as experiências internacionais para o conhecimento dos demais entes.
- Contribuir para a transferência de tecnologia de sistemas satelitais, formação de profissionais capacitados internacionalmente e desenvolvimento de pesquisas que possam resultar em soluções mais eficientes para o mercado de comunicações.

Para grande parte dos especialistas consultados, as principais contribuições que o Programa Espacial Brasileiro pode dar em relação aos desafios para o Brasil evoluir e competir no segmento de IoT dizem respeito a: ampliação de cobertura satelital em regiões remotas; fomento ao desenvolvimento tecnológico do setor; e provimento de infraestrutura que viabilizem aplicações de IoT.

Os especialistas apontaram, ainda, o interesse das instituições na disponibilização de dados em tempo real para soluções inteligentes voltadas ao setor em que atuam. O gráfico a seguir apresenta a contagem de respostas positivas e negativas sobre o interesse das organizações quanto à disponibilização de dados em tempo real.

Contagem de ocorrência de respostas sobre o interesse das organizações quanto à disponibilização de dados em tempo real (23 respondentes e 8 não respondentes).



A maioria dos especialistas respondentes (16 dentre 23), manifestaram interesse das suas organizações na disponibilização de dados em tempo real para soluções inteligentes voltadas aos seus respectivos setores de atuação.

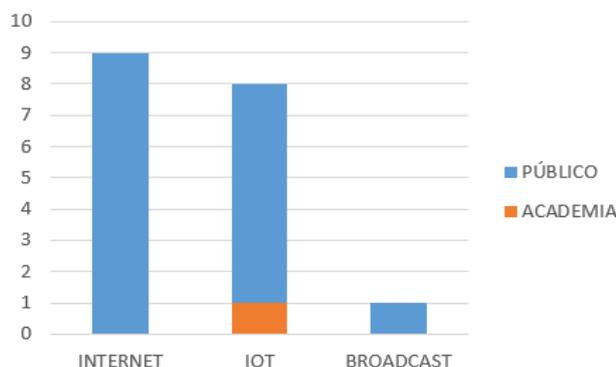
A seguir, constam as justificativas para cada resposta dada:

RESPOSTA	JUSTIFICATIVA
sim	A nossa instituição tem áreas voltadas fortemente para o setor florestal-agrário. Motivo pelo qual, existe a necessidade muito forte de se ter meios tecnológicos que permitam desenvolver os trabalhos no setor mencionado.
não	Ainda não há explicitamente uma demanda para disponibilização de dados em tempo real na instituição, pelos menos não é de conhecimento do respondente deste formulário.
sim	isto já é feito nos projetos atuais
sim	Já são disponibilizados uma infinidade de dados por meio de APIs. Os dados de propriedade do próprio Serpro estão disponíveis em APIs públicas, aqueles que são de propriedade dos órgãos da Administração Pública que estão hospedados no Serpro estão disponíveis por meio de APIs sujeitas a controle de acesso.
não	Sem justificativa
sim	Possibilitaria a utilização de softwares com IA embarcadas, tornando possível a utilização de sistemas OCR em nível nacional, diminuindo os delay das leitoras para a emissão do alerta, possibilitando uma resposta mais imediata para a sociedade de forma geral. e também a utilização de tecnologias que exigem grande capacidade de trafegabilidade.
não	Para os setores de atuação da instituição, comunicação online é satisfatória.
sim	Para a instituição seria de grande interesse possuir uma capacidade de mapeamento de todas as iniciativas culturais que ocorrem no país, isto poderia auxiliar na identificação das culturas locais e orientar políticas culturais adequadas a estas necessidades.
sim	Entre os diversos dados coletados pela Agência, podemos citar como exemplo o interesse em disponibilizar dados coletados pelas estações de monitoramento de espectro e as medidas de radiação não ionizante - RNI, todavia, os equipamentos atuais de medição de RNI, não são compatíveis com a tecnologia satelital.
sim	Alguns dos dados produzidos, como o monitoramento sísmico devem ser disponibilizados o mais rápido possível, pois podem auxiliar equipes de defesa civil informações sobre o evento, bem como informar a população do ocorrido para mitigar inquietações geradas pelo ocorrido.

RESPOSTA	JUSTIFICATIVA
sim	A instituição tem interesse na disponibilização por outros órgãos governamentais de informações meteorológicas, catástrofes, emergências, calamidades, trânsito em tempo real, entre outros para que a instituição possa fazer a comunicação em suas emissoras. Entendemos que tais bancos de dados serão imensamente aprimorados no futuro com as tecnologias de Internet das Coisas ou IoT.
sim	Favorece a tomada de decisão no nível político/estratégico do governo federal, bem como na governança do programa (gerenciamento de riscos, estabelecimento de abrangência temporal, ciclo de gestão estratégica, monitoramento e avaliação das iniciativas do PPIF- Programa de Proteção Integrada de Fronteiras).
não	Sem justificativa
não	Sem justificativa
não	A instituição não utiliza diretamente serviços de comunicação por satélite.
sim	A instituição busca, por meio da utilização soluções de tecnologia da informação, o aprimoramento das ferramentas de fiscalização e regulação dos serviços de transporte, como pode ser visto por meio da implantação do Monitriip, Canal Verde e fiscalização remota dos Postos de Pesagem de Veículos.
sim	O seguimento de energia hoje em dia, mundo a fora, está bastante adiantada em termo de acesso e gerenciamento em tempo real das informações. Sendo um dos principais pontos de alavancagem a qualidade dos meios de comunicação e padronização dos protocolos de comunicações entre os devices. Portanto, seria uma fator de grande valia, no uso eficiente da energia e avanços para otimização dos recursos naturais provenientes da geração de energia, e até mesmo na otimização do consumo dos combustíveis fósseis.
sim	Hoje os equipamentos nas subestações já possuem o envio de informações em tempo real.
sim	A disponibilização dos dados em tempo real aumentará a capacidade de planejamento, execução e fiscalização das ações apoiadas pelo FNDE nos estados e municípios.
sim	Imagens e dados geográficos atualizados, por exemplo, seriam de grande importância.
não	Não regulamentação que possibilite o tratamento e aquisição de dados em tempo real, uma vez, que sua maioria depende de acesso as redes privadas e da ANATEL.
sim	Benefícios a todo o setor
sim	Benefícios a todo o setor

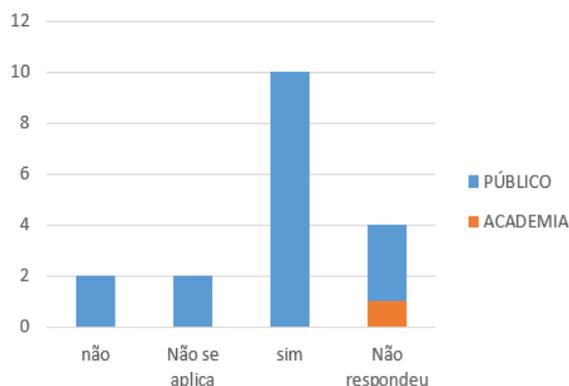
Tabela 10 – Justificativa sobre interesse organizacional quanto à disponibilização de dados em tempo real.

Os especialistas indicaram que tipo de informação produzida ou consumida deve ser disponibilizada em tempo real ou quase real para a implementação das atividades institucionais e se há atualmente capacidade institucional para tal. As respostas foram classificadas de acordo com as categorias Internet, IoT, Broadcast e Comunicações. O gráfico a seguir mostra a contagem de ocorrência por categoria.



Contagem de ocorrência por categoria do tipo e da aplicação de informação produzida/consumida (18 respostas).

O gráfico a seguir consolida as respostas quanto à capacidade (sim ou não) da organização respondente em realizar processamento dos dados em tempo real.



Contagem ocorrência de respostas quanto à capacidade de processamento de dados (14 respondentes).

Considerando as respostas adequadas de todas as organizações consultadas, a média da importância atribuída à disponibilização dos dados foi de 4,9, em uma escala de 0-5, onde 0 significa “não importante” e 5 significa “muito importante”. A taxa de transferência de dados (Mbps) média necessária para o consumo/disponibilização dos dados em tempo real foi de 4 Mbps, sendo a maior taxa de transferência de dados informada a de 6000 Mbps e a menor a de 64 Kbps.

As soluções de comunicações atualmente adotadas para o consumo/disponibilização dos dados em tempo real são listadas a seguir, na forma informada pelos especialistas:

- Rede MPLS entre os centro de dados do Serpro em BSA e SPO. É utilizada uma específica solução de replicação de dados críticos;
- Web;
- Rede Móvel Celular (Serviço Móvel Pessoal – SMP;)
- Transmissão de dados via satélite para a região da Amazônia e 3G/4G GSM para o restante do país;
- Rede de Fibra Óptica (INFOVIA, ABIN e DITEC);
- Internet Banda Larga, por meios diversos;
- Tecnologia móvel de transferência de dados, tais como GSM, GPRS, EDGE, UMTS, HSDPA, HSUPA, HSPA+, ou outra tecnologia de transmissão sem fio;
- RFID, internet banda larga, por diversos meios;
- 3G/GSM;
- Fibra óptica;
- Satelital;
- Transmissão via satélite.

## 7. TECNOLOGIA ESPACIAL NACIONAL PARA O FORNECIMENTO DE SERVIÇOS DE COMUNICAÇÃO

Um dos mais importantes setores da economia espacial é a área de aplicações. Trazendo soluções inteligentes a problemas globais, nacionais, regionais e locais, o setor de aplicações espaciais é o grande responsável pelos benefícios gerados à sociedade. É através dele que as atividades espaciais se justificam e se aproximam do conceito de Política de Estado, promovendo mudanças estruturais que impulsionam o desenvolvimento do país.

O processo de identificação e análise de demandas nacionais ao setor espacial visa, dentre outras coisas, o reconhecimento das lacunas existentes no Programa Espacial Brasileiro e dos impactos gerados ao país, buscando assim o aprimoramento do planejamento das atividades espaciais e o seu alinhamento a demandas atuais e futuras.

Convidados a refletir sobre o planejamento de novas missões dotadas de instrumentos voltados ao atendimento de demandas nacionais na área de comunicações, os especialistas indicaram a importância, para a instituição, de alguns parâmetros inerentes aos serviços a serem disponibilizados, em uma escala de 0 - 5, onde 0 significa “não importante” e 5 significa “muito importante”. Além disso, foram convidados a indicar qual a configuração mínima que, em sua opinião, melhor atenderia as necessidades atuais e futuras da instituição.

A Tabela 11 consolida, para os parâmetros Disponibilidade (%), Latência (ms) e Taxa de transmissão de dados (Mbps), os valores de importância e configuração mínima atual e futura para atendimento às demandas organizacionais. Pode-se observar uma maior importância ao parâmetro disponibilidade e um alto valor médio requerido para taxa de transmissão de dados. Este alto valor se deu por conta da demanda altíssima informada por uma das instituições consultadas. Excluindo-se estes valores, as médias de configuração mínima atual e futura para a taxa de transmissão são, aproximadamente, 70 Mbps e 188 Mbps.

Parâmetro	Média de Importância	Média de Configuração mínima (atual)	Média de Configuração mínima (futuro)
Disponibilidade (%)	5,00	99,34	99,84
Latência (ms)	4,31	4842,86	1083,33
Taxa de transmissão (Mbps)	4,67	1062,70	12665,00

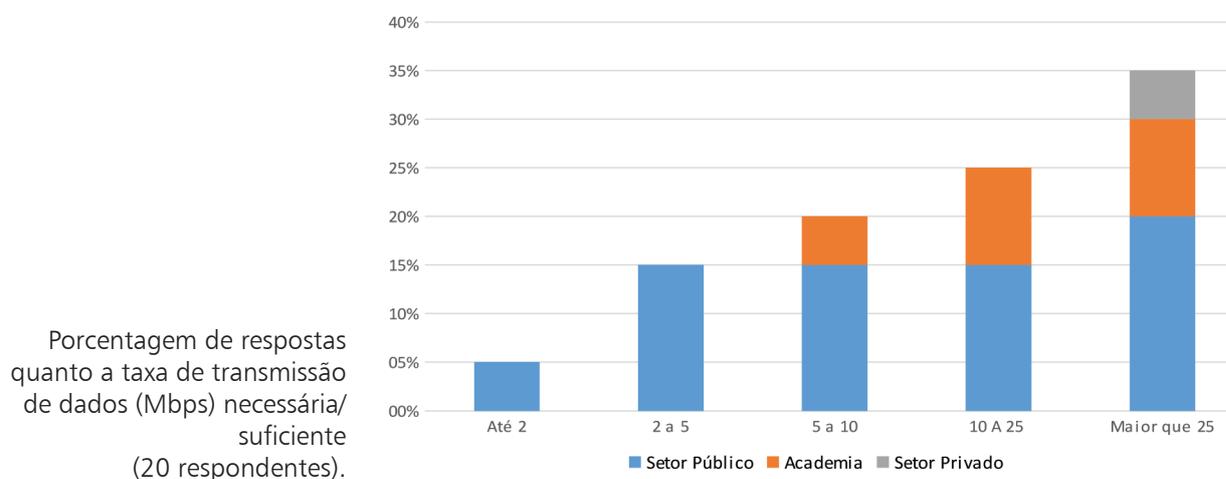
Tabela 11 – Valores consolidados por parâmetro.

A Tabela 12 apresenta as respostas quanto ao parâmetro de cobertura:

	Estadual	Regional	Nacional	Internacional
Cobertura atual	1	1	8	1
Cobertura futura	1	0	3	0

Tabela 12 – Contagem de ocorrência por tipo de cobertura.

Ao longo da 2ª rodada, 20 especialistas se manifestaram em relação ao valor da taxa de transmissão de dados que, segundo sua opinião, seria necessário/suficiente ao atendimento de demandas nacionais. As respostas encontram-se consolidadas no gráfico a seguir:



Os detalhamentos dados pelos especialistas para as respostas são listados abaixo:

- Ao considerar a transmissão de vídeos em HD (e até mais alta resolução), pelo menos 10 Mbps são necessários. Serviços muito populares como VoD (e.g. Netflix) e VoIP, não funcionam muito bem com taxas mais baixas que 10 Mbps. Isso sem considerar que se deseja conexão via múltiplos terminais.
- Considerar a proliferação de video on demand também em satcom.
- Falando de dispositivos móveis de uso individual, como notebook, smartphone ou Rádios de Comunicação com transmissão de dados dotados de GPS.
- A instituição utiliza banda de comunicação pela Internet superior a 40Gbps.
- Atualmente as escolas públicas brasileiras contam com apenas 2 mbps de velocidade de conexão à internet para utilização de todo o corpo escolar.
- Há demandas específicas que podem, naturalmente, ser atendidas com taxas menores, mas as aplicações surgem continuamente exigindo taxas cada vez maiores. Vejamos o cenário 5G que se avizinha. Daí devemos pensar nos próximos anos e não no momento presente.

Os especialistas também foram questionados quanto aos tipos de instrumentos / sensores / soluções que a instituição na qual atuam identifica como necessários à composição da carga útil secundária de uma nova missão espacial de comunicação, tendo em vista o posicionamento estratégico de satélites geoestacionários, com possibilidade de cobertura nacional. Apenas duas organizações apresentaram a sua opinião e suas respostas são detalhadas a seguir:

Carga útil secundária	Importância	Requisitos	Justificativa / considerações
Sensor de imagem de alta resolução	4	Necessidade de uma alta resolução espacial (e.g., 0,5 x 0,5 m)	Através de um sensor de imagem de alta resolução é possível o desenvolvimento de inúmeras aplicações. Para nossa instituição, o monitoramento voltado para segurança física do campus seria imprescindível pelo fato de ter uma grande extensão territorial e demandar um gasto público significativo para realização da segurança. Além disso, caso houvesse a disponibilização deste serviço novas linhas e projetos de pesquisas poderiam ser criadas no IFC.
Banda C	5	Posição Orbital de fácil apontamento de norte a sul do País, ou seja, que tenha boa inclinação em todo o território para evitar problemas com obstáculos e prédios.	A Banda C é a principal banda operada por emissoras de rádio e televisão internacionalmente pela sua estabilidade atmosférica e pelo legado de equipamentos já implantados.

Tabela 13 – Detalhamento de possíveis cargas úteis secundárias em satélites geoestacionários de comunicação.

Ao longo da 1ª rodada, quando consultados, todos os especialistas consideraram muito importante a universalização de acesso à banda larga de internet, em uma escala de 0-5, onde 0 significa “não importante” e 5 significa “muito importante”, tal como pode ser observado na Tabela 14, que também detalha as justificativas.

IMPORTÂNCIA	JUSTIFICATIVA
5	Precisamos de meios de cobertura de banda larga para democratizar as informações.
5	O acesso de qualidade a informação através da Internet é um direito que deve ser viabilizada para todos os cidadãos. Os serviços de Internet se tornam tão importantes quanto o de água, luz e saneamento. A garantia de uma cobertura total de banda larga é o que se espera de um país que deseja se tornar um lugar melhor para o seu povo e gerar oportunidades para todos.
5	Se deve dar cobertura, acesso e atendimento ao povo brasileiro de um modo geral, de todos os serviços com qualidade ao cidadão brasileiro, especialmente aqueles associados aos processos de educação, de saúde e de segurança.
5	Com a grande informatização dos meios de produção, a comunicação global, a automatização da produção, entre outros, cada vez mais equipamentos são controlados por meios informatizados. Dessa forma, regiões sem acesso à banda larga ficam às margens do uso de tais tecnologias, impedidas de atingirem o progresso e de proporcionar às suas populações as benesses que o mesmo progresso pode trazer.
5	Democratização do acesso, garantia do direito de “ir e vir” digital.
5	Possibilitar o acesso à Internet em localidades remotas.
5	Possibilitará ao Brasil ter acesso à internet em locais que hoje não se tem cobertura.
5	Inclusão social, redução de custos, precisão de localização.
5	Fator de integração nacional.
5	A universalização da banda larga permite a conexão de diversos serviços, levando a uma maior integração entre as partes.
5	É fundamental na atual era da comunicação digital onde os meios de informação, educação e vários serviços públicos são disponibilizados digitalmente na Internet.
5	Possibilitaria o estabelecimento de comunicações estratégicas em qualquer parte do território nacional, atendendo as demandas do Programa de Proteção Integrada de Fronteiras.
5	Devido as condições territoriais de nosso país há a necessidade de ofertar serviços de qualidade e abrangência nacional. Isso viabiliza a inclusão digital e a educação.

IMPORTÂNCIA	JUSTIFICATIVA
5	Para atingimento de um dos pilares fundamentais da Lei Geral das Telecomunicações (Lei 9.472/97), que é a universalização do acesso aos serviços de telecomunicações, de maneira alinhada à evolução tecnológica, torna-se fundamental a ampliação da cobertura de redes banda larga.
5	A universalização é um dos pilares fundamentais da Lei Geral das Telecomunicações (Lei 9.472/97) além de estar alinhada à evolução tecnológica, sendo fundamental a ampliação da cobertura de redes banda larga.
5	Os serviços de telecomunicações representam a engrenagem de vários setores da economia, que auxiliam no desenvolvimento social e atraem grandes somas de investimentos nacionais e estrangeiros, além de possibilitar a geração de múltiplas oportunidades de emprego em diversos segmentos. As telecomunicações deixaram há muito de se limitar a comunicação de voz. A evolução da tecnologia analógica para a digital, principalmente com a expansão massiva da Internet, tem facilitado a conversão da voz, dados e vídeos para o formato digital. Cada vez mais esses serviços estão sendo prestados não mais por redes dedicadas, mas por redes convergentes, que resultam na convergência de serviços, de dispositivos e de handsets. Consequentemente, tornou-se obrigatória a busca pela convergência das plataformas e tecnologias, de modo que torna-se cada vez mais urgente levar à toda a população o acesso à internet em banda larga.
5	A universalização da cobertura permite abranger o monitoramento do espaço geográfico onde ocorre a prestação dos serviços de transporte no Brasil, principalmente o transporte rodoviário que possui alta capilaridade quando comparado com outros modais.
5	Permite sobretudo a democratização do acesso a informação, contribuindo para uma sociedade mais desenvolvida e crítica.
5	Fundamental para a cidadania nos tempos atuais
5	A universalização do acesso à Internet é um avanço tecnológico que diminui as desigualdades educacionais/sociais e promove acesso amplo, irrestrito e de baixo custo à rede mundial de computadores.
5	Todos os serviços do mundo moderno dependem cada vez mais do acesso à Internet e informações online.
5	Massificar o acesso a serviços de conexão à internet em banda larga ajuda na redução das desigualdades social e regional, além de promover a capacitação da sociedade para o uso das tecnologias de informação.
5	A inclusão tecnológica é uma necessidade mundial. As pessoas têm o direito de ter conhecimento do que acontece em seu país e no mundo, e do que as afetam diretamente. Além disso, a universalização da cobertura de banda larga pode promover maior acesso a plataformas educacionais e a oportunidades de emprego por meios digitais, influenciando em diversos fatores sociais.
5	Banda larga é fundamental para o desenvolvimento social de qualquer país, comunidade etc.

Tabela 14 – Importância e Justificativas para universalização de acesso à banda larga.

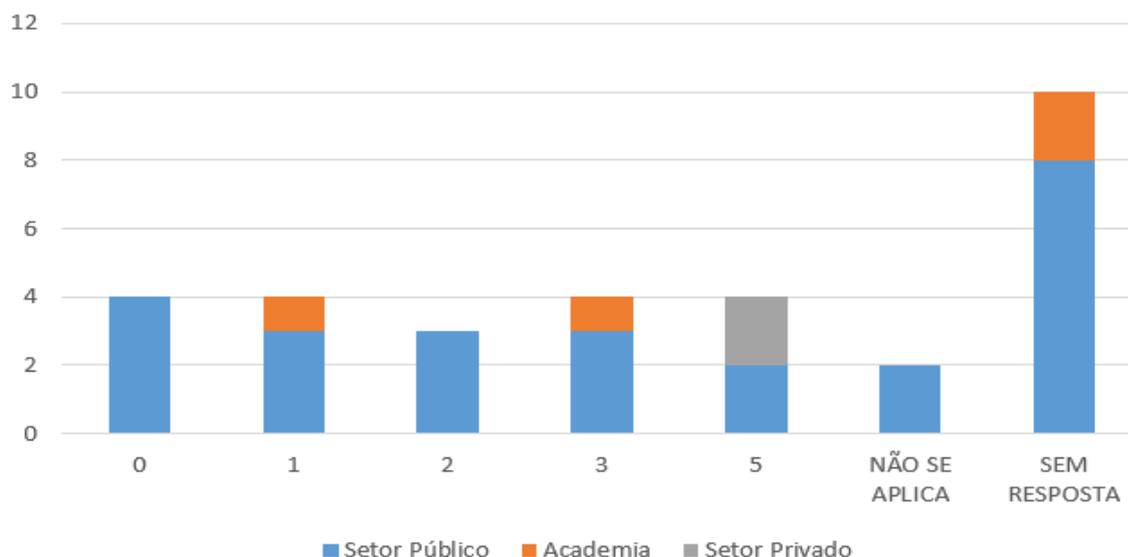
## 8. REGULAÇÃO DO SETOR DE COMUNICAÇÕES

Os usuários de capacidade de satélite, e que operam estações terrenas, devem respeitar a regulamentação nacional de telecomunicações, em especial aqueles regulamentos relativos ao uso do espectro de radiofrequências e licenciamento de estações terrenas. Além disso, entidades que vislumbrem desenvolver projetos espaciais, e que planejem lançar novos satélites, seja na área científica ou para exploração comercial, também possuem outras obrigações regulatórias, inclusive em nível internacional no âmbito da União Internacional de Telecomunicações (UIT).

Ao longo da 1ª rodada da etapa de consulta formal às instituições nacionais, os especialistas indicaram o nível de conhecimento que a instituição possui a respeito do arcabouço regulatório

nacional e internacional do setor de satélites, em uma escala de 0-5, onde 0 significa “nenhum conhecimento” e 5 significa “pleno conhecimento”).

O gráfico a seguir apresenta a contagem de ocorrência das respostas em cada nível da escala de conhecimento das organizações a respeito do arcabouço regulatório nacional e internacional do setor de satélites. Pode ser observada uma distribuição uniforme entre os níveis da escala.



Contagem de ocorrência do nível de conhecimento sobre regulamentação do setor de satélites (21 respondentes e 9 não respondentes).

São listadas a seguir as respostas e os respectivos detalhamentos e justificativas:

NÍVEL CONHECIMENTO	DETALHAMENTO/JUSTIFICATIVA
1	Muitos dos cursos de tecnologia de nossa instituição possuem disciplinas com as de redes que abordam o tema satélite, normativas voltadas para telecomunicações padronizações. Porém, julgo que o tempo destinado para o ensino e discussão destes temas nas aulas e pesquisas está distante de permitir um aprofundamento e entendimento melhor desta questão, especificamente no setor de satélites.
3	A instituição é nova na área satelital, com poucos profissionais que atuam há muito tempo na área dos serviços satelitais.
0	A instituição é apenas consumidora de serviços de comunicação satelital.
2	O conhecimento é pouco já que os serviços satelitais que a instituição utiliza atualmente são poucos e contratados de operadoras privadas.
1	Temos pouco conhecimento a respeito desse arcabouço regulatório.
3	A instituição não acompanha as discussões nacionais e internacionais do arcabouço regulatório do setor de satélites pois a instituição é uma usuária e cliente de serviços satelitais e não uma operadora de satélites.
1	Este departamento não trabalha diretamente com atividades aeroespaciais.
5	A instituição é responsável pelo arcabouço nacional e tem pleno conhecimento do arcabouço internacional, estando, sempre que possível, alinhado a este.
2	Há a necessidade de melhor conhecimento nos detalhamentos regulatórios

2	Apenas consumimos soluções satelitais, não exploramos os serviços para provimento dos mesmos.
0	O Órgão não dispõe de equipe técnica especializada nesse assunto.
3	Por sermos consumidores dos serviços satelitais e não operadores ou fornecedores do serviço, nosso conhecimento possui certas limitações.
5	Tem um conhecimento considerável, uma vez que, em sua maioria, participa ativamente da formulação das normas regulatórias que envolvem comunicação.
5	O setor representa uma comunidade com experiência de mais de 40 anos na tecnologia de satélites, com atuações na UIT e posteriormente na ANATEL
5	O setor representa uma comunidade com experiência de mais de 40 anos na tecnologia de satélites, com atuações na UIT e posteriormente na ANATEL

Tabela 15 – Detalhamentos/Justificativas sobre nível de conhecimento organizacional sobre regulamentação do setor de satélites.

Perguntados quando ao nível de conhecimento que a instituição possui a respeito de procedimentos estabelecidos pela União Internacional de Telecomunicações para lançamento de satélites, em uma escala de 0-5, onde 0 significa “nenhum conhecimento” e 5 significa “pleno conhecimento”, no caso da existência de interesse em lançar satélites não geoestacionários de pequeno porte, tais como nanosatélites, apenas três instituições respondentes manifestaram ter algum conhecimento sobre o assunto, conforme detalhado abaixo.

NÍVEL CONHECIMENTO	DETALHAMENTO/JUSTIFICATIVA
5	Há a iniciativa em construir nanosatélites para missões experimentais e coleta de dados ambientais, o que exige o conhecimento das normas da ITU.
0	A instituição é apenas consumidora de serviços de comunicação satelital.
0	Não detalhado.
0	Não há interesse específico da Instituição no lançamento de satélite próprio
1	Este departamento não trabalha diretamente com atividades aeroespaciais.
0	Não detalhado.
5	A instituição é responsável pelo arcabouço nacional e tem pleno conhecimento do arcabouço internacional, estando, sempre que possível, alinhado à este.
0	Não é atividade fim do órgão.
0	Atualmente, os esforços da minha instituição estão relacionados e dedicados quase que exclusivamente ao SGDC 1.

Tabela 16 – Detalhamentos/Justificativas sobre nível de conhecimento a respeito de procedimentos da UIT.

A seguir são listadas as possíveis ações identificadas pelos especialistas que podem ser adotadas pelo órgão regulador de telecomunicações para facilitar o desenvolvimento dos serviços satelitais no Brasil.

- Proatividade governamental, parceria com as instituições de ensino e com pesquisadores, e principalmente a desburocratização dos processos.
- Regular o uso do espectro eletromagnético nas faixas de frequências da comunicação espacial para atendimento dos serviços de sistemas satelitais de pequeno porte.

- Maior divulgação das possíveis utilizações dos serviços satelitais, seus requisitos e fazer a interface entre diferentes agentes que fornecem e que demandam serviços satelitais;
- Fomentar a infraestrutura dos serviços de comunicação na Região Norte e no interior do País
- A nossa instituição pode elaborar estudo para a disponibilização de mais posições orbitais de satélite e com isso acelerar a universalização do acesso.
- Barateamento dos custos com transmissões e do segmento satelital. As instituições envolvidas devem regulamentar urgentemente a regulamentação de Radiodifusão por Satélite que é totalmente inexistente no país, apesar de aproximadamente 15 milhões de parabólicas receberem sinal aberto (sem assinatura de serviço pago de TV e rádio).
- Realizar o levantamento das reais necessidades das instituições afeitas ao setor espacial, suas tendências tecnológicas e interesses em comum, a fim de estabelecer as prioridades e otimizar a utilização da banda larga satelital.
- Redução de impostos, liberação do FUST, P&D
- Implementar ferramentas para a redução dos tributos que envolvem serviços satelitais, criar programas de incentivos a expansão da indústria e de treinamento dos profissionais já existentes, criar leis mais flexíveis com relação a importação e desembaraço aduaneiro.
- Simplificação da regulamentação aplicável.

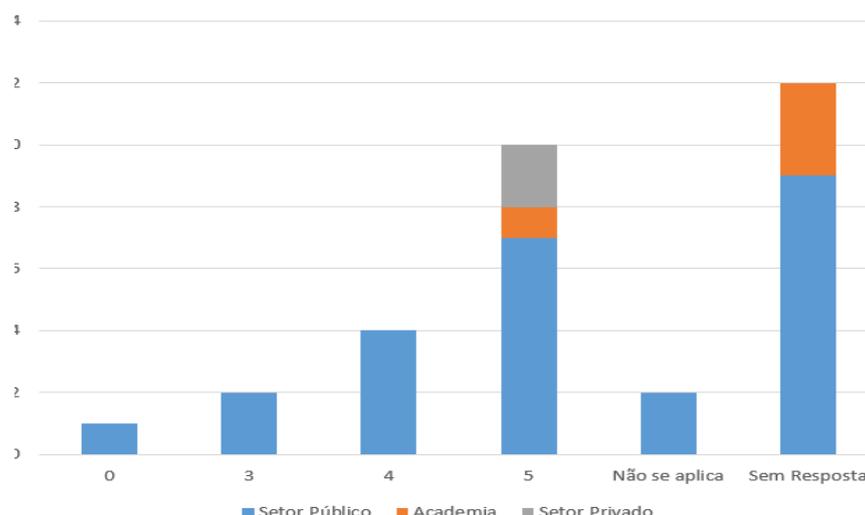
## 9. CONTRIBUIÇÃO AO DESENVOLVIMENTO DO PAÍS

As tecnologias espaciais estão cada vez mais presentes nas atividades nacionais voltadas à solução dos problemas que a sociedade enfrenta. A transversalidade de suas aplicações caracteriza a importância do setor para o desenvolvimento do país e o bem-estar da população. O fortalecimento da área de Ciência, Tecnologia e Inovação é essencial para o aprimoramento das políticas nacionais e uma atuação mais assertiva do Estado brasileiro.

Ao longo da 1ª rodada da etapa de consulta formal às instituições nacionais, os especialistas indicaram em que nível os benefícios gerados pelas aplicações dos produtos e serviços satelitais de comunicação podem ser associados ao desenvolvimento do país, em uma escala de 0 a 5, onde 0 significa “nenhuma influência no desenvolvimento do país” e 5 significa “muita influência no desenvolvimento do país”.

A contagem de ocorrência por nível da escala de influência é apresentada pelo gráfico a seguir.

Contagem de ocorrência por nível de influência (19 respondentes e 12 não respondentes).



Como pode ser observado, dentre os 17 respondentes, 10 especialistas consideram que os benefícios gerados pelas aplicações dos produtos e serviços satelitais de comunicação têm “muita influência” no desenvolvimento do país.

As justificativas dadas aos níveis de influência atribuídos aos benefícios gerados pelas aplicações dos produtos e serviços satelitais de comunicação em relação ao desenvolvimento do país são listadas a seguir:

NÍVEL INFLUÊNCIA	JUSTIFICATIVA
5	Os cursos de graduação, mestrado e doutorado na área das comunicações são de alto nível, cujos produtos contemplam a área satelital com qualidade.
5	Em ambientes remotos em que não há infraestrutura de telecomunicações, somente comunicações satelitais podem prover acesso.
5	Utilização de informações que possibilitem o aprimoramento nas fiscalizações realizadas pela instituição, garantindo maior segurança e diminuição de acidentes nas rodovias federais.
5	Tornando a comunicação na segurança pública do país mais eficiente e também possibilitando a aplicação de sistemas com IA.
3	Universalização da comunicação e internet em todo o território nacional, promovendo Bancarização, promovendo cidadania.
3	A comunicação satelital possibilita receber dados de regiões remotas em tempo real, permitindo o monitoramento sísmico destas regiões.
4	No caso do Brasil, um país com dimensões continentais onde nem todas as áreas são atendidas por fibras óticas, a tecnologia satelital é fundamental para o desenvolvimento do país na comunicação, informação, indústria, comércio eletrônico e demais áreas que utilizam a comunicação digital.
5	Garante a soberania do Brasil em área estratégica, tecnológica e de defesa.
0	Não justificado.
5	A implantação dos sistemas de monitoramento e controle à distância do transporte terrestre permitirá a evolução do arcabouço regulatório, o que, em certos casos, possibilitará o desenvolvimento de políticas de desburocratização e redução do custo logístico, com objetivo principal de aumentar a competitividade dos produtos brasileiros, dentro e fora do país.
4	Influencia sobremaneira na otimização e em alternativas de comunicações para auxiliar os serviços.

5	Serviços de comunicações satelitais colaboram com a disponibilidade do sistema elétrico.
5	O impacto é alto, uma vez que estará contribuindo diretamente para o desenvolvimento da educação.
4	Inclusão digital, cobertura por banda larga beneficiando a publicação e acesso às informações.
4	Dada a abrangência territorial do país, as aplicações satelitais são fundamentais nas áreas de meteorologia, agricultura, monitoramento da Amazônia Azul, etc, as quais estão associadas ao desenvolvimento brasileiro.
5	Um país de dimensões continentais como o Brasil e com disparidades regionais tão marcantes não pode prescindir da tecnologia de satélites.
5	Um país de dimensões continentais como o Brasil e com disparidades regionais tão marcantes não pode prescindir da tecnologia de satélites.

Tabela 17 – Justificativas sobre nível de influência de aplicações e serviços satelitais de comunicação no desenvolvimento do país.

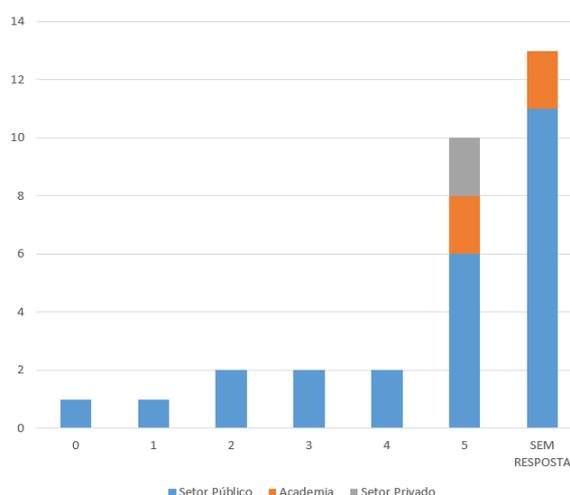
## 10. APOIO AO PROGRAMA ESPACIAL BRASILEIRO

O novo ciclo de planejamento estratégico das atividades espaciais compreenderá o período de 2022 a 2031 e, de acordo com Lima (2018), é especialmente necessária uma reflexão mais profunda acerca do seu alinhamento com as demandas prioritárias dos diversos setores que necessitam de tais atividades, levando-se em conta o potencial e a transversalidade dos produtos e serviços que elas geram. Ainda segundo a autora, o Brasil deve integrar o PEB às demais políticas públicas - em andamento e futuras - de modo que as definições do PNAE estejam pautadas em diálogos coordenados entre as várias instituições demandantes, a indústria, os institutos de pesquisa e as instituições de fomento.

Para que isso aconteça, torna-se necessário um real envolvimento das diferentes instituições nacionais no âmbito do planejamento das atividades espaciais. Nesse contexto, ao longo das 1ª e 2ª rodadas, os especialistas indicaram em que nível a instituição na qual trabalham deseja ou pretende apoiar direta ou indiretamente o Programa Espacial Brasileiro para o desenvolvimento de soluções satelitais nacionais na área de Comunicações que atendam às demandas existentes, em uma escala de 0 a 5, onde 0 significa “nenhum interesse” e 5 significa “grande interesse”.

O gráfico a seguir apresenta a contagem de ocorrência por nível da escala de interesse em apoiar o desenvolvimento nacional, a aquisição ou a operação de plataformas satelitais na área de comunicações, ao longo da 1ª rodada. Dentre 18 respondentes, 10 organizações manifestaram ter “grande interesse” e apenas uma organização informou ter “nenhum interesse”.

Contagem de ocorrência por nível de interesse (18 respondentes e 13 não respondentes).



A seguir são listadas as justificativas sobre os níveis de interesse manifestados pelas organizações em apoiar direta ou indiretamente o desenvolvimento nacional, a aquisição ou a operação de plataformas satelitais na área de comunicações. Também constam os tipos de apoio considerados possíveis de serem ofertados.

NÍVEL INTERESSE	JUSTIFICATIVA / TIPO DE APOIO
5	Contribuição através de projetos de pesquisa nos temas de interesse da AEB, bem como de eventos para tratar destes temas em Santa Catarina.
5	Faz parte do plano estratégico da instituição formar profissionais na área, em resposta a demanda, e o desenvolvimento social e tecnológico dos produtos e benefícios da área.
1	Há certo interesse, mas não consta no planejamento estratégico até 2022.
2	Sem detalhamento.
5	Para que possamos ter um canal de comunicação voltado à segurança pública, com segurança e eficiência. A ajuda no projeto poderá se dar com a alocação de recursos nessa participação.
2	Não há interesse específico da Instituição na aquisição ou operação de plataforma satelital.
4	É muito importante para a independência estratégica das comunicações.
5	A utilização da banda de internet do SGDC permitirá maior segurança e cobertura de áreas isoladas do país, favorecendo ainda mais a governança do PPIF – Programa de Proteção Integrada de Fronteiras.
5	A instituição pretende continuar provendo orientação e suporte aos operadores nacionais, bem como potenciais interessados em operar no mercado brasileiro de satélites, no que tange às atividades relativas aos procedimentos regulatórios nacionais e internacionais para coordenação e notificação de redes de satélites junto à UIT, tais como envio de fillings de novas redes brasileiras e gestão dos processos de coordenação com redes de satélites de outras administrações. Adicionalmente, a instituição provê suporte ao tratamento de interferências, ou uso não autorizado de espectro de estações espaciais, por meio da equipe de fiscalização, incluindo a utilização da Estação de Radiomonitoração de Satélites da Anatel (EMSAT).
5	A instituição pretende continuar provendo orientação e suporte aos operadores nacionais, bem como potenciais interessados em operar no mercado brasileiro de satélites, no que tange a coordenação e notificação de redes junto a UIT, além de estar em processo de alteração da sua regulamentação para disponibilizar valores mais acessível e desburocratizar o processo de entrada em operação no país.

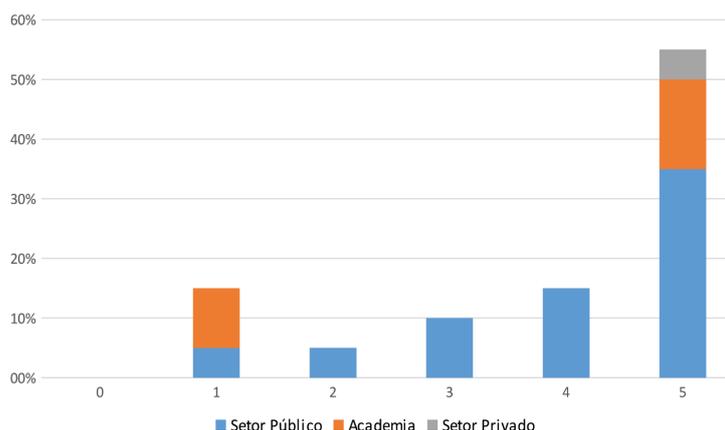
4	A instituição, dentro de suas competências legais, tem por objetivo a massificação do acesso aos serviços de telecomunicações e deve promover os estudos e a regulamentação que deem o apoio necessário a consecução deste objetivo, independentemente das tecnologias que estejam envolvidas. No entanto, considerando os desafios existentes para o atendimento de populações residentes em áreas rurais e remotas, o incentivo, mesmo que indireto, à expansão da oferta de capacidade satelital deve estar entre as prioridades da Agência.
3	Apoio no sentido de testar as soluções e aplicá-las em nossas necessidades.
3	O apoio é realizado através da apresentação da demanda e da coordenação de políticas nacionais que envolvem diversos atores.
0	Não somos uma empresa cuja atividade seja de desenvolvimento ou fornecimento de serviços de telecomunicações.
5	As funções institucionais estão intimamente ligadas a isso. Uma vez que o país recupere a sua trajetória de crescimento, o MCTIC fornecerá o suporte orçamentário e financeiro às políticas correlatas.
5	Sem detalhamento.
5	Nossa instituição procura apoiar o desenvolvimento do setor das telecomunicações por satélite no Brasil em benefício da sociedade brasileira.
5	Nossa instituição procura apoiar o desenvolvimento do setor de telecomunicações por satélites no Brasil, em benefício da sociedade brasileira.

Tabela 18 – Níveis de interesse, tipos de apoio e justificativas sobre apoio ao desenvolvimento nacional, a aquisição ou a operação de plataformas satelitais de comunicações.

Com base nos resultados da 1ª rodada, os especialistas reavaliaram o nível em que, segundo sua opinião, a instituição deseja ou pretende apoiar direta ou indiretamente o Programa Espacial Brasileiro, em uma escala de 0 a 5, onde 0 significa “nenhum interesse” e 5 significa “grande interesse”.

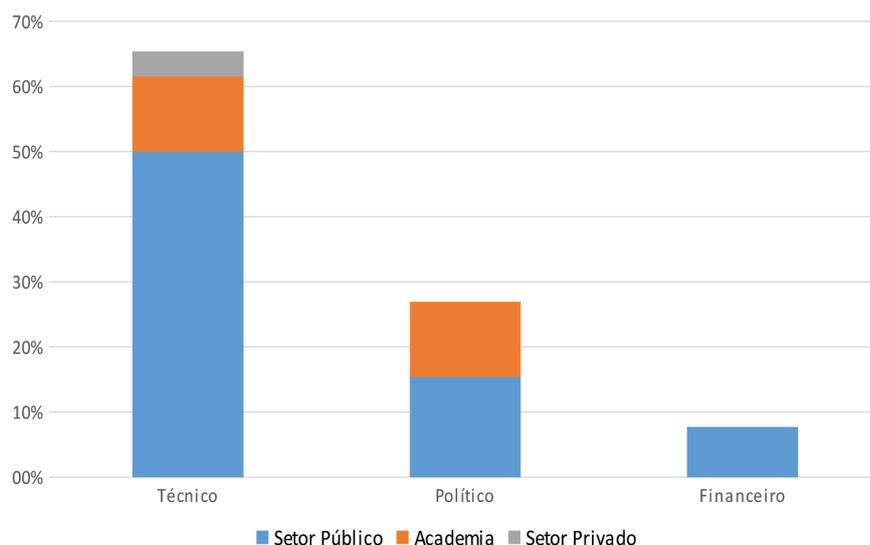
O gráfico a seguir mostra a recorrência percentual das respostas, que se mostrou bastante semelhante ao obtido com os dados do primeiro questionário, onde predomina o “grande interesse” das instituições em apoiar de alguma forma o Programa Espacial Brasileiro.

Percentual de ocorrência por tipo de apoio ao PEB (20 respondentes).



Em relação ao tipo de apoio que a instituição pode oferecer direta ou indiretamente ao Programa Espacial Brasileiro, a recorrência (em %) das respostas apresentou-se conforme gráfico a seguir.

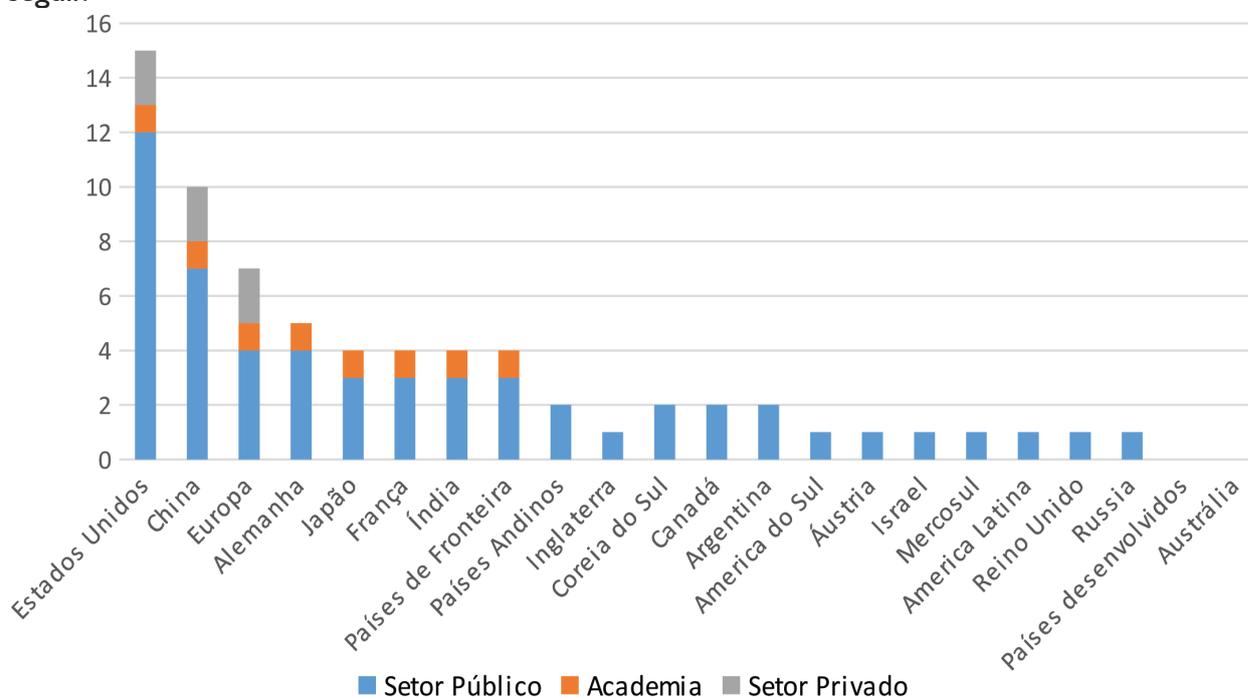
Percentual de ocorrência por nível de interesse de apoio ao PEB (20 respondentes).



Nota-se que menos de 10% dos especialistas manifestaram a possibilidade de suas instituições oferecerem apoio financeiro ao Programa Espacial Brasileiro. Há maior disposição, ou possibilidade, das instituições apoiarem o PEB tecnicamente ou politicamente.

## 11. PARCERIAS ESTRATÉGICAS

Ao longo da 1ª rodada da etapa de consulta formal às instituições nacionais, os especialistas identificaram os países com os quais consideram estratégico o estabelecimento de parcerias na área de Comunicações. A contagem de menções por país, ou região, é apresentada no gráfico a seguir.



Contagem de menções por países ou regiões (69 citações).

Os países considerados com maior potencial estratégico para o estabelecimento de parcerias na área de comunicações são Estados Unidos e China.

A Tabela 19 apresenta as respostas e as respectivas justificativas:

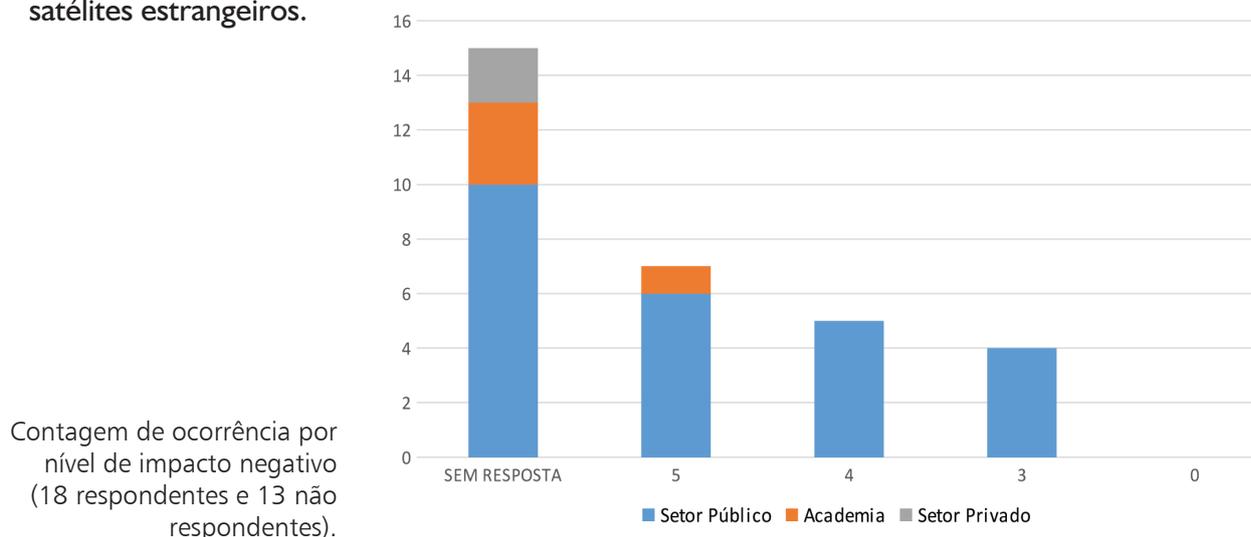
RESPOSTA	JUSTIFICATIVA
França, Alemanha, Áustria, Estados Unidos, Inglaterra, China, Japão, Austrália	Têm tradição e intensa produção intelectual na área.
Estados Unidos da América e países da zona do Euro	O alinhamento com grandes potências em determinadas áreas causa um “efeito cascata” nas demais áreas, trazendo benefícios de forma contínua ao país.
América do Sul	Aumentar a capacidade e disponibilidade de comunicação nas fronteiras do país.
Estados Unidos, Alemanha, Inglaterra, China, Coreia do Sul	Países que possuem o estado da arte em tecnologia.
Com os países de fronteira e EUS	Nos países de fronteiras, porque hoje é o que nos causa maior problema com a entrada de produtos ilícitos, e os EUA, por ser um país que tem grande domínio das tecnologias no mundo.
EUA, Rússia, China, Índia, Israel	Maturidade tecnológica.
Países que possuem fronteira com o Brasil	Normalmente ocorrem problemas de interferências entre países vizinhos que necessitam de trabalho conjunto para encontrar a melhor solução.
EUA, Japão, Coreia do Sul e Alemanha	São países onde a comunicação já é bem desenvolvida e podem passar o conhecimento adquirido para o Brasil.
Estados Unidos, Japão, Alemanha, Reino Unido	São países que detêm conhecimento e tecnologias avançadas na área.
Países fronteiriços	Por estarem dentro do escopo do Programa de Proteção Integrada de Fronteiras.
EUA, Comunidade Europeia	Avançado estágio de desenvolvimento em que se encontram.
Região das Américas - Estados Unidos, Canadá, Argentina e Países Andinos Europa – França Ásia – China e Índia	<p>* O estabelecimento de parcerias com os países da região das Américas é importante pois esses países possuem redes de satélites em coordenação na UIT que compartilham com o Brasil o arco orbital de interesse, e com os quais a coordenação de redes e posicionamentos comuns em foros internacionais na área de gestão do espectro é fundamental. A Argentina, em especial, além dos aspectos acima, é um país vizinho que já possui ecossistema de fabricação de satélites nacionais de comunicação (ex: ARSAT-2 fabricado pela empresa argentina INVAP).</p> <p>* A França é um país da Europa que possui relevante capacidade instalada em termos de fabricação e lançamento de satélites.</p> <p>* Na Ásia, ressalta-se o crescente papel de protagonismo de países que vêm evoluindo na área de lançamento de satélites de pequeno (ex: nanosatélites) e de grande porte.</p>
Países desenvolvidos (EUA, Europa e Japão), países fornecedores de equipamentos (China) e os países da América Latina	As parcerias com os países desenvolvidos e os fornecedores de tecnologia são importantes para o desenvolvimento das telecomunicações no país, seja comprando tecnologia, seja formando parcerias para o compartilhamento do conhecimento envolvido. Já a parceria com os países vizinhos (América Latina) visa buscar soluções conjuntas que possam ajudar no atendimento a áreas de fronteiras e o compartilhamento de estações para redução dos custos.
Estados Unidos, China, Países integrantes da União Europeia e do Mercosul	Estados Unidos, China, Rússia e União Europeia, por já possuírem soluções na área. Mercosul para a integração regional.
Países desenvolvidos	Intercâmbio tecnológico.
França, Estados Unidos, China e Alemanha	Países com grande conhecimento e domínio nas áreas relacionadas a Comunicações.
Estados Unidos, Europa e China	Líderes do setor.

Tabela 19 - Justificativas sobre países considerados de potencial estratégico para o estabelecimento de parcerias.

## 12. IMPACTO NEGATIVO DA DEPENDÊNCIA DE SATÉLITES ESTRANGEIROS

De acordo com a Política Nacional de Desenvolvimento da Atividades Espaciais (PNDAE), os recursos do setor espacial deverão concentrar-se em iniciativas voltadas à busca de soluções para problemas de âmbito nacional ou de interesse para o País. Geralmente, muito se pensa sobre o custo do desenvolvimento de satélites nacionais que atendam a demandas identificadas, e pouco se fala a respeito do custo indireto de não os ter. Nesse sentido, os especialistas classificaram o impacto negativo ao país da dependência de satélites estrangeiros no atendimento às demandas nacionais na área de Comunicações, em uma escala de 0 a 5, onde 0 significa “nenhum impacto negativo” e 5 significa “impacto negativo muito alto”.

O gráfico a seguir apresenta a contagem de ocorrência por nível de impacto negativo ao país da dependência de satélites estrangeiros de comunicação. O gráfico mostra que 12, dentre 18 especialistas, atribuem alto nível de impacto negativo ao país (níveis 4 e 5 da escala) devido ao atendimento das demandas nacionais de comunicações serem, em grande parte, atendidas por satélites estrangeiros.



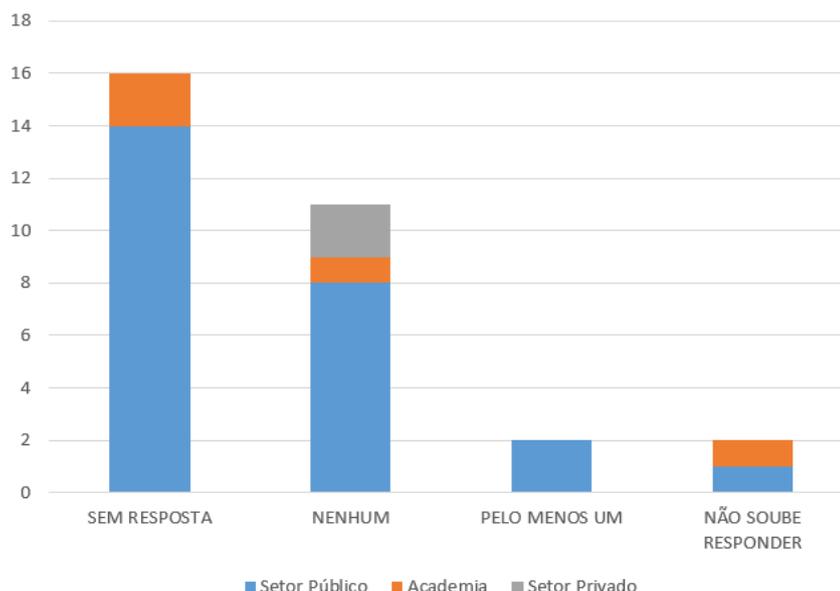
A Tabela 20, por sua vez, apresenta as justificativas dadas para cada nível de impacto considerado.

NÍVEL IMPACTO	JUSTIFICATIVA
5	Impacto na soberania nacional. Vale ressaltar que o Brasil, uma das maiores economias do mundo, é um país que busca competitividade em diferentes áreas, incluindo as de TIC, imprescindíveis para o crescimento da economia e avanço em diferentes frentes como na educação, saúde, etc.
5	O acesso a informações críticas e sensíveis à segurança nacional devem trafegar por recursos próprios do Brasil.
5	A tecnologia de ponta é sempre muito cara, o que torna muitas vezes inviável o seu uso e o desenvolvimento nacional.
5	Impacto por não ter a segurança e o controle total das nossas informações.
4	Impacto restrito a comunicações militares e de cunho estratégico para a soberania Nacional (para aplicações meramente comerciais, a ex. de TV por assinatura, entendemos que o impacto seja zero).

NÍVEL IMPACTO	JUSTIFICATIVA
4	A dependência de outros países neste quesito pode tornar o país frágil nessa área. O desenvolvimento de tecnologia própria pode tornar o Brasil capaz de atender a sua demanda e dar suporte a outros países que necessitem.
4	O impacto negativo ao Brasil da dependência de empresas estrangeiras é grande, pois os recursos investidos na contratação de serviços de telecomunicações satelitais são destinados a empresas estrangeiras e acabam retornando para os seus países de origem.
5	A independência garante a soberania do Brasil em área estratégica, tecnológica e de defesa.
3	Sem detalhamento.
3	A dependência de um país estrangeiro para qualquer atividade que seja estratégica para o Brasil é sempre uma preocupação relevante que deve ser considerada. No entanto, é preciso que se faça uma avaliação minuciosa sobre a importância desse problema frente às possibilidades de mitigação. Existem múltiplos fornecedores de soluções satelitais que poderiam atender o país para não ficar na dependência de apenas um fornecedor? É mais caro desenvolver tecnologia nacional do que comprá-la de outros fornecedores? O setor público tem capacidade orçamentária de desenvolver tecnologia própria e manter em funcionamento ao longo dos anos? É possível incentivar a indústria nacional sem que o setor público tenha que operar diretamente? É possível desenvolver amplas redes de comunicação por meio terrestre, mitigando a dependência dos satélites estrangeiros?
5	Grande impacto, primeiramente pela segurança da informação, além dos recursos que são destinados aos estrangeiros que poderiam ser direcionados internamente para próprio país.
5	O desenvolvimento de tecnologia nacional gera empregos e garante o sigilo de nossas comunicações, caso o satélite seja 100% brasileiro.
3	A dependência gera impacto negativo médio, já que existem outras soluções para o problema.
4	Há risco à segurança das informações, não só sobre a confidencialidade de dados, mas também sobre sua disponibilidade.
3	A dependência dos satélites estrangeiros para as necessidades comerciais de comunicações é uma realidade, dada a grande demanda existente em um país de dimensões continentais, entretanto, não se deve esquecer que já existem diversas iniciativas, tal como o CBERS, que visam diminuir a dependência tecnológica dos satélites estrangeiros em áreas específicas, por meio de acordos de cooperação tecnológica.
4	Esse tipo de dependência gera insegurança no trato de informações nacionais, dificuldade de fiscalização e regulação dos serviços prestados, além de eventuais sobrecargas no uso dos satélites, prejudicando o fornecimento.
0	A nossa instituição apoia a competição e não apoia iniciativas de restrição à operação de satélites estrangeiros.
0	A nossa instituição apoia a competição e não apoia iniciativas de restrição à operação de satélites estrangeiros.

Tabela 20 – Justificativas sobre níveis de impacto negativo.

Os especialistas também se manifestaram quanto ao número de programas / processos organizacionais cancelados nos últimos 10 por ausência de serviços de comunicação disponíveis ou suficientes, como pode ser observado no gráfico a seguir. Onze, dentre quinze respondentes, afirmam não ter havido cancelamentos em suas organizações. Apenas dois especialistas informaram cancelamento de programas/processos como consequência da ausência ou da insuficiência de serviços de comunicação. De maneira geral, as instituições nacionais programam suas atividades de acordo com a realidade por elas enfrentada, de modo a cumprir sua missão com os serviços disponíveis, ainda que as demandas sejam parcialmente atendidas.



Contagem de ocorrência por quantidade de programas/processos organizacionais cancelados (15 respondentes e 16 não respondentes).

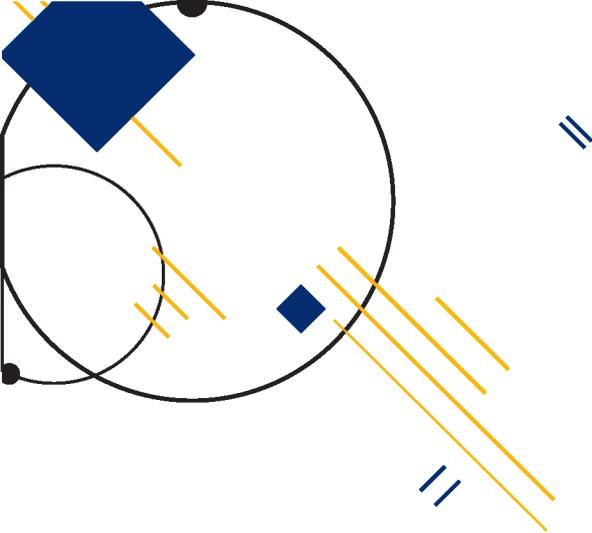
### 13. SUGESTÕES AO PROGRAMA ESPACIAL BRASILEIRO

A Agência Espacial Brasileira entende que a construção do Programa Espacial Brasileiro deve se dar de maneira colaborativa, a partir de uma maior integração entre os diversos atores envolvidos e diretamente impactados pelas atividades espaciais. Nesse sentido, ao longo da etapa de consulta formal às instituições nacionais, cada especialista respondente teve a oportunidade apresentar sugestões pertinentes às seis áreas de abrangência das atividades espaciais. Para a área de Comunicações, as seguintes sugestões foram encaminhadas:

- Desenvolvimento de transponder de sistemas satelitais de pequena dimensão (ex.: nano e pico satélites) com capacidade de processamento para funcionamento em rede, articulado com o segmento terrestre para diversas aplicações, tais como: monitoramentos diversos, coleta de dados ambientais, segurança.
- Evoluir o modelo de negócio da comunicação por satélite para disponibilizar teleportos a serem compartilhados e integrados às malhas terrestres, facilitando a utilização plena pelas entidades governamentais.
- Fomentar a infraestrutura dos serviços de comunicação na Região Norte e no interior do País.
- Os futuros projetos da AEB ou do SGDC devem ser feitos em conjunto com os demais órgãos da União, incluído também a EBC - Empresa Brasil de Comunicação. Apesar da EBC ser a empresa responsável, conforme lei 11.652/2008, por implantar e operar as emissoras e explorar os serviços de radiodifusão pública sonora e de sons e imagens do Governo Federal e apesar do Brasil ter aproximadamente 15 milhões de parabólicas apontadas para um satélite em Banda C para assistir gratuitamente emissoras de rádio e televisão brasileiras, os projetos anteriores desconsideraram em seus estudos o potencial e a importância do atendimento das demandas técnicas de Radiodifusão em um país com dimensões continentais. A radiodifusão é um meio

de integração nacional e gratuito ao cidadão. A EBC transmite o canal público brasileiro TV BRASIL, a emissora oficial do governo TV NBR, as Rádios Nacional e MEC, a Rede Nacional de Rádio e o programa diário VOZ DO BRASIL por meio de satélite para todo o país.

- O Estado deve focar no desenvolvimento do setor de pesquisas, assim como coordenar as iniciativas do setor, incentivando o investimento do capital privado.
- Sugere-se que o SGDC permita a ampliação do uso de TIC no estabelecimento das comunicações, para viabilizar a integração de bases de dados e fomentar o aperfeiçoamento/utilização integrada de projetos estratégicos nacionais e de projetos estruturantes do Programa de Proteção Integrada de Fronteiras (Sisfron, Alerta Brasil, Painel Sisbin, outros).
- Entende-se como extremamente relevante que políticas a serem desenvolvidas na área espacial também contemplem ações de capacitação/educação para o setor privado, acadêmico e governamental no que tange aos aspectos regulatórios nacionais e internacionais, pois a boa gestão deste conhecimento pode ser determinante para o sucesso ou insucesso de um projeto, bem como identificação de novas oportunidades de vanguarda para o país na área de comunicações via satélite.



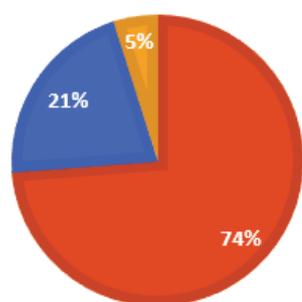
# POSICIONAMENTO E NAVEGAÇÃO POR SATÉLITES

Autores: Amélia Onohara, Marcio Akira e Fernanda Lins

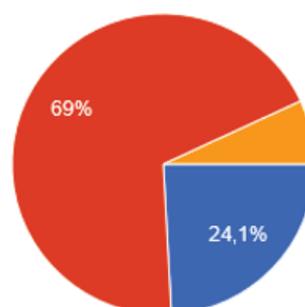
A área de Posicionamento e Navegação por satélites é caracterizada pela utilização de Sistemas Globais de Navegação por Satélite (GNSS) que fornecem, em tempo real, a localização precisa de fenômenos e objetos sobre a superfície da Terra. As instituições nacionais que participaram da primeira etapa de consulta formal (1ª e 2ª rodadas) do Processo de Identificação e Análise de Demandas Nacionais ao Setor Espacial foram as que se identificaram como usuárias de serviços de GNSS para a implementação de suas atividades, ou que apresentam demanda potencial de utilização desses serviços em atividades atuais e futuras.

## 1. RESULTADOS GERAIS

Os gráficos apresentados a seguir mostram a distribuição dos 42 e dos 29 especialistas das instituições partícipes na área de Posicionamento e Navegação por satélites, durante as 1ª e 2ª rodadas, respectivamente, no âmbito dos setores público e privado e da Academia.



1ª rodada (42 respondentes)



2ª rodada (29 respondentes)

Percentual de especialistas respondentes ao questionário da área de Posicionamento e Navegação por satélites, por setor.

● Academia  
● Setor Público  
● Setor Privado

Dentre as instituições contempladas nos resultados da 1ª etapa de consulta formal às instituições (1ª e 2ª rodadas), encontram-se:

a) Setor Público (32 instituições):

- GSI – Gabinete de Segurança Institucional;
- MDIC – Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços;
- MT – Ministério dos Transportes, Portos e Aviação Civil e secretarias;
- MME – Ministério de Minas e Energia;
- MCid – Ministério das Cidades;
- SENASP – Secretaria Nacional da Segurança Pública;
- SAC – Secretaria Nacional de Aviação Civil;
- SPU – Secretaria do Patrimônio da União;
- PF – Polícia Federal;
- SERPRO – Serviço Federal de Processamento de Dados;
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Cadastro Geral de Empregados e Desempregados;
- INCRA – Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária;
- ABIN – Agência Brasileira de Inteligência;
- ANAC – Agência Nacional de Aviação Civil;
- ANS – Agência Nacional de Saúde Suplementar;
- ANTAQ – Agência Nacional de Transportes Aquaviários;
- ANTT – Agência Nacional de Transportes Terrestres;
- CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento;
- DNPM – Departamento Nacional de Produção Mineral – Agência Nacional de Mineração;
- ELETROBRAS – Centrais Elétricas Brasileiras S.A.;
- EPE – Empresa de Pesquisa Energética;
- EPL – Empresa de Planejamento e Logística;
- FNDE – Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação;
- INEP – Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas;
- VALEC Engenharia, Construções e Ferrovias S.A.;
- CEAGESP – Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo;
- INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais;
- CPRM – Serviço Geológico do Brasil;
- FNDE – Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação;

CHESF – Companhia Hidrelétrica do São Francisco;  
 PETROBRAS – Petróleo Brasileiro S.A.;  
 TRENSURB – Empresa de Trens Urbanos de Porto Alegre.

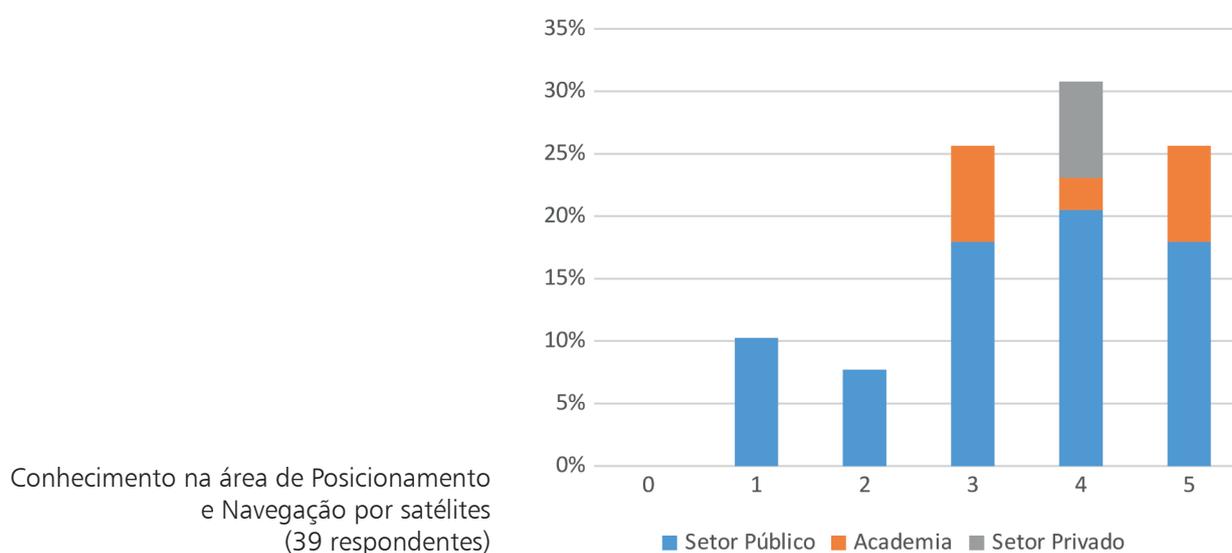
b) Academia (11 instituições):

Universidade Tecnológica Federal do Paraná;  
 Universidade Federal da Bahia;  
 Universidade Federal de Alagoas;  
 Universidade Federal do Oeste da Bahia;  
 Universidade Federal da Grande Dourados;  
 Universidade Federal do ABC;  
 Universidade Federal do Ceará;  
 Universidade Estadual do Maranhão;  
 Universidades Federal de Pernambuco;  
 Universidade Federal do Rio Grande do Norte;  
 Instituto Federal do Ceará.

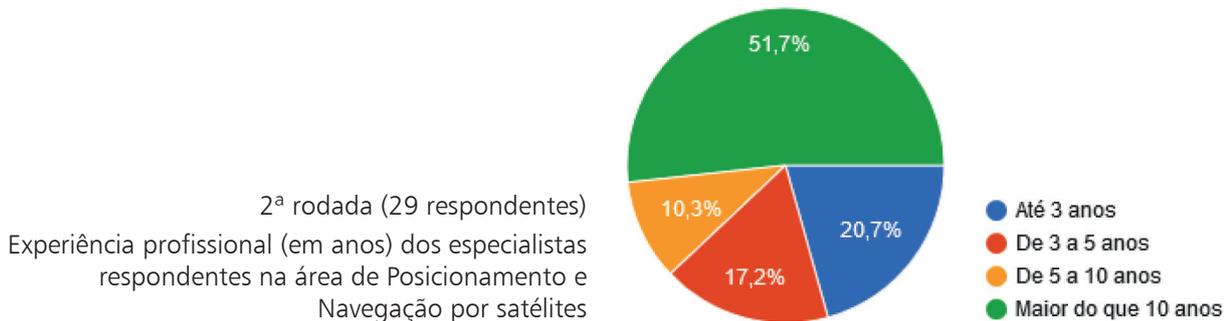
c) Setor Privado (3 instituições):

HEX Tecnologias Geoespaciais;  
 Esteio Engenharia;  
 FotoTerra.

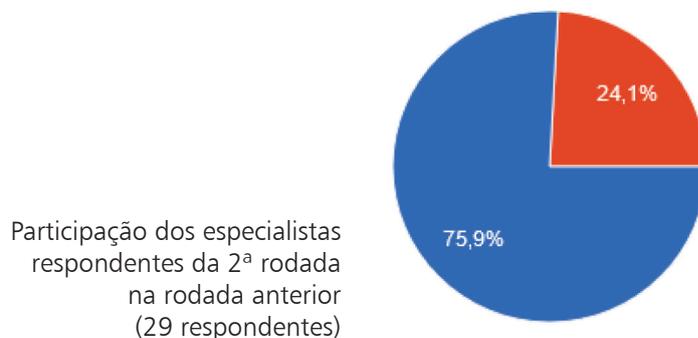
Durante a 1ª rodada da etapa de consulta formal às instituições nacionais, 39 especialistas classificaram o seu conhecimento na área de Posicionamento e Navegação por satélites, conforme gráfico a seguir, em uma escala de 0 a 5, onde 0 significa “nenhum conhecimento” e 5 significa “alto conhecimento”.



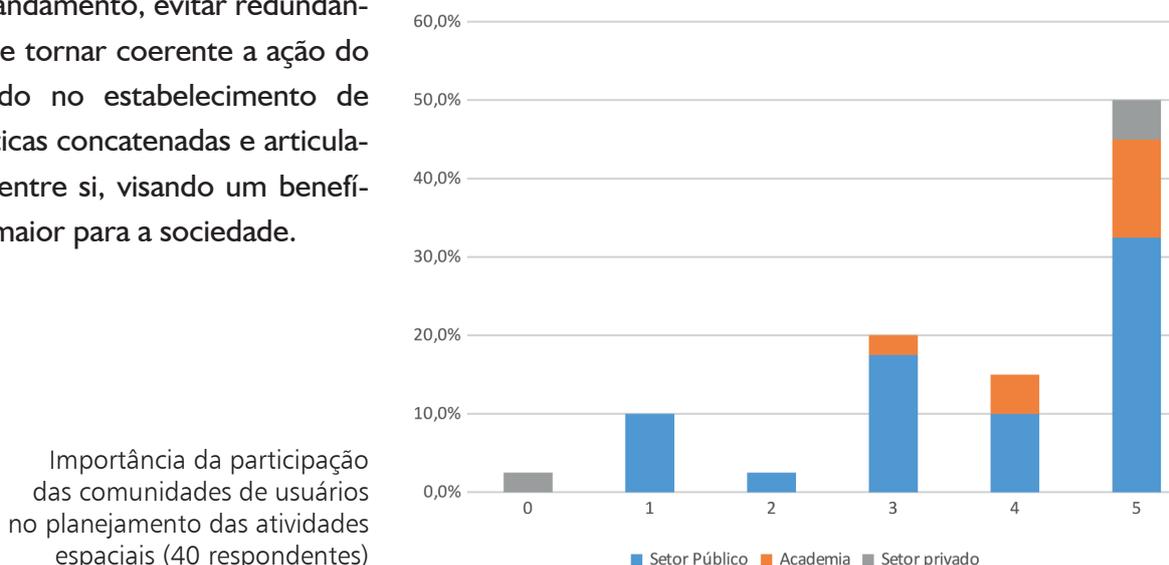
Ao longo da 2ª rodada, os 29 especialistas respondentes indicaram sua experiência profissional, em anos, na área de Posicionamento e Navegação por satélites, conforme gráfico a seguir.



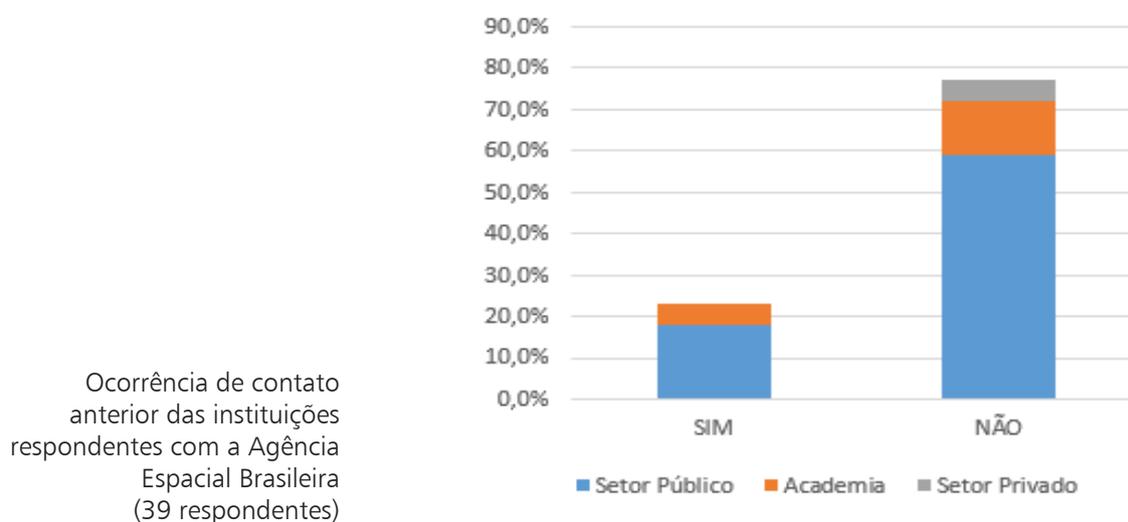
Dentre os 29 especialistas que participaram da 2ª rodada de consulta formal às instituições, 75,9% participaram também da 1ª rodada, conforme gráfico a seguir. Os outros 24,1% haviam sido indicados por suas instituições, porém não chegaram a preencher os questionários durante a 1ª rodada, contribuindo apenas ao longo da 2ª rodada.



O gráfico a seguir apresenta, segundo opinião de 40 especialistas, a importância de sua participação no planejamento das atividades espaciais nacionais, em uma escala de 0 a 5, onde 0 significa “não importante” e 5 significa “extremamente importante”. O resultado obtido é justificado principalmente pelo entendimento das instituições de que é necessário um maior alinhamento entre as diversas políticas públicas implementadas no país, de modo a fortalecer as ações em andamento, evitar redundâncias e tornar coerente a ação do Estado no estabelecimento de políticas concatenadas e articuladas entre si, visando um benefício maior para a sociedade.



Um importante indicador para a AEB no planejamento estratégico das atividades espaciais refere-se a contatos anteriores entre esta agência e as instituições usuárias de produtos e serviços derivados de tecnologias espaciais. Na área de Posicionamento e Navegação por satélites, constatou-se um alto percentual (76,9%) de instituições nacionais que, até o início do processo de identificação e análise de demandas nacionais ao setor espacial, não tiveram a oportunidade de se reunir com representantes da AEB para um diálogo a respeito de demandas existentes, conforme gráfico apresentado a seguir.

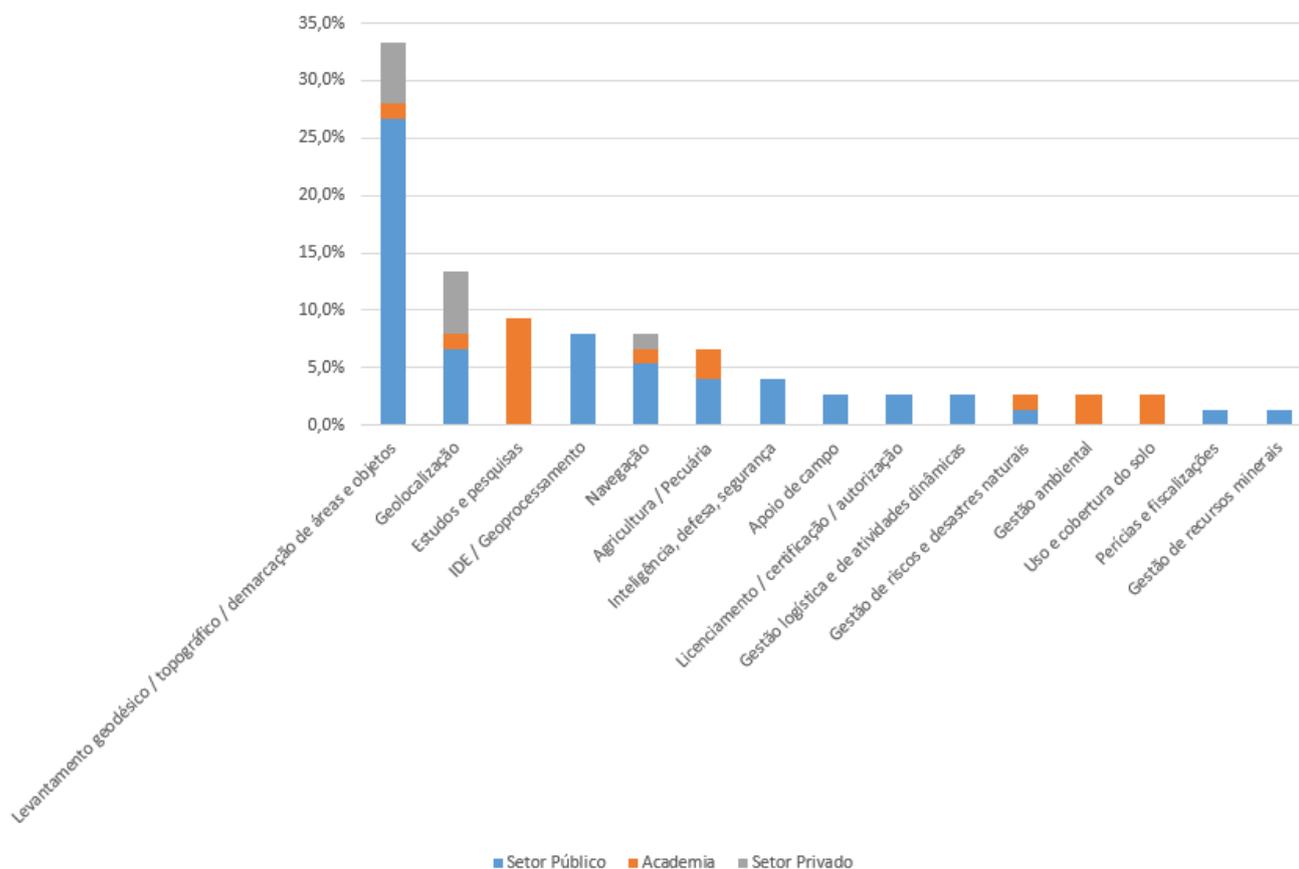


Os resultados apresentados reiteram a necessidade de um processo contínuo de articulação da AEB com as instituições demandantes e comunidades de usuários, de forma a permitir a construção participativa de Programa Espacial Brasileiro alinhado às demais políticas públicas em andamento e futuras. Espera-se assim que, a partir da criação de uma rede interinstitucional colaborativa, conforme prevê a metodologia adotada, a interação entre a AEB e as demais instituições nacionais seja prioritária ao processo de planejamento das atividades espaciais, visando diálogos permanentes entre as instituições e possibilitando o desenvolvimento de um Programa Espacial Brasileiro mais próximo à sociedade.

## 2. ATIVIDADES INSTITUCIONAIS QUE UTILIZAM SERVIÇOS DE POSICIONAMENTO E NAVEGAÇÃO POR SATÉLITES

Nas últimas décadas, as informações geoespaciais tornaram-se peça chave para o desenvolvimento socioeconômico e político de diversas nações. Com o desenvolvimento dos Sistemas Globais de Navegação por Satélites (GNSS), a dimensão espacial foi inserida a diferentes dados, fenômenos e objetos, tornando cada vez mais frequente a utilização da geolocalização para a geração de conhecimento e tomadas de decisão. A crescente vertente social dos serviços de posicionamento e navegação apontam para a relevância de sua continuidade e constante aprimoramento, bem como da garantia de sua disponibilidade, cobertura e precisão.

No Brasil, de acordo com a Política Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais (PNDAE), o planejamento das atividades espaciais deve contemplar as aplicações da tecnologia espacial na solução de problemas nacionais, em benefício da sociedade. Ao longo da 1ª rodada de consulta formal às instituições nacionais, 37 especialistas indicaram e detalharam 75 atividades que demandam a utilização de produtos e serviços espaciais da área de Posicionamento e Navegação por satélites. As respostas apresentadas foram classificadas em 15 categorias, cuja taxa de ocorrência encontra-se ilustrada no gráfico a seguir, por setor (público, privado e Academia).



Taxa de ocorrência de atividades institucionais em cada categoria, por setor (75 atividades indicadas)

Os resultados indicam uma maior concentração de atividades na área de levantamento geodésico / topográfico / demarcação de áreas e objetos, seguido por atividades de geolocalização. A seguir, encontra-se um resumo das atividades institucionais indicadas no âmbito de cada categoria.

### **Categoria 1: Levantamento geodésico / topográfico / demarcação de áreas e objetos**

- Georreferenciamento de imóveis;
- Levantamentos de grandes áreas;
- Análise do levantamento topográfico de projetos básicos de usinas hidroelétricas;

- Estudos de Viabilidade de Usinas Hidrelétricas (UHE) e estudos de Inventário Hidrelétrico de Bacias Hidrográficas;
- Estudo de viabilidade dos aproveitamentos hidrelétricos;
- Sistema de Gestão Fundiária – SIGEF;
- Sistema Nacional de Cadastro Rural – SNCR;
- Cadastro Nacional de Imóveis Rurais – CNIR;
- Programa de Levantamento Rodoviário – PLR;
- Programa de Levantamento Ferroviário – PLF (descrito como atividade futura);
- Programa de Levantamento Hidroviário – PLH (descrito como atividade futura);
- Programa de Levantamento Portuário – PLP (descrito como atividade futura);
- Atividade de mapeamento de Áreas de Preservação Permanente – APPs;
- Atividade de mapeamento de Ocorrências Ambientais;
- Atividade de mapeamento dos pontos de monitoramento ambiental constantes dos Planos Básicos Ambientais – PBAs das ferrovias;
- Projetos de Construção;
- Densificação e Manutenção da Rede GNSS Ativa – Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo dos Sistemas GNSS – RBMC;
- Rede INCRA de Bases Comunitárias – RIBaC.

## **Categoria 2: Geolocalização**

- Geolocalização das estruturas de geração de energia elétrica (Hidroelétricas, Fotovoltaicas, Eólicas, Térmicas, Nucleares);
- Geolocalização de Linhas de Transmissão, Torres de Transmissão e Subestações;
- Geolocalização do sistema de distribuição do Brasil;
- Geocodificação/espacialização das reclamações relacionadas ao fornecimento de energia elétrica aos consumidores e à qualidade dos serviços prestados pelas distribuidoras;
- Desenvolvimento de aplicações baseadas em geolocalização;
- Serviço de georreferenciamento de Redes Assistenciais Médicas para Planos de Saúde;
- Aprimoramento da gestão do Patrimônio da União;
- Averiguação de acidentes;
- Censo escolar da educação básica.

## **Categoria 3: Navegação**

- Mobilidade Urbana;
- Posicionamento e monitoramento de plataformas e navios sondas;

- Controle de Tráfego Aéreo;
- Programa Nacional de Rastreamento de Embarcações Pesqueiras por Satélite – PREPS;
- Programa de Rastreamento de Embarcações que operam nas Navegações de competência da Antaq – PRENAV.

#### **Categoria 4: Estudos e pesquisas**

- Desenvolvimento de algoritmos para modelagem ionosférica;
- Atividades de campo do curso de graduação;
- Pesquisa em sistemas de navegação e controle de veículos aeroespaciais;
- Clima espacial e pesquisa atmosférica;
- Processamento de sinal para sistemas globais de navegação por satélite (GNSS), posicionamento e localização;
- Monitoramento de qualidade de sinal (SQM) para GNSS;
- Estação de Monitoramento de Referência GNSS e Ionosférica.

#### **Categoria 5: Agricultura / Pecuária**

- Agricultura de Precisão;
- Uso da tecnologia VANT como ferramenta para análise da cobertura florestal e agrícola no estado de Alagoas;
- Agropecuária Sustentável – Desenvolvimento de sistemas de monitoramento de produtividade e estimativa da área de produção, com uso de métodos agrometeorológicos, espectrais e subjetivos, modelos estatísticos e acompanhamento dos pacotes tecnológicos da produção agrícola;
- Verificação in loco das condições da lavoura.

#### **Categoria 6: Gestão de riscos e desastres**

- Cadastro e identificação de alternativas sustentáveis para a recuperação de áreas de risco geológico alto e muito alto;
- Segurança de infraestruturas críticas.

#### **Categoria 7: Gestão ambiental**

- Mapeamento geomorfológico (verificação da fragilidade ambiental de áreas);
- Monitoramento ambiental.

#### **Categoria 8: Uso e cobertura do solo**

- Mapeamento do uso e cobertura da terra;

- Análise socioambiental de bacias hidrográficas: dinâmicas do uso e ocupação do espaço (PRO-PESQ/UFOB).

### **Categoria 9: Gestão de recursos minerais**

- Monitoramento de atividades minerais.

### **Categoria 10: Infraestrutura de Dados Espaciais / geoprocessamento**

- Implantação da Infraestrutura de Dados Espaciais e criação de Banco de Dados Geográfico corporativo;
- Implantação de soluções corporativas de geoprocessamento e Sensoriamento Remoto;
- Sistema de Informações Georreferenciadas do Transporte Aquaviário – SIGTAQ;
- Sistema de Monitoramento do Transporte Rodoviário Interestadual e Internacional Coletivo de Passageiro – Monitriip.

### **Categoria 11: Apoio de campo**

- Determinação dos arquivos Ionex para correção da ionosfera;
- Coleta de pontos de controle e validação de mapeamentos.

### **Categoria 12: Perícias e fiscalizações**

- Produção de laudos periciais.

### **Categoria 13: Inteligência, defesa, segurança**

- Apoio às equipes de campo em atividades de operações de Inteligência;
- Integração das Agências de Inteligência de Segurança Pública Brasileira e otimização das atividades de Inteligência de Segurança Pública na região de fronteira;
- Rotas de Tráfico de Drogas e Armas.

### **Categoria 14: Licenciamento / certificação / autorização**

- Certificação de aeronaves com sistemas de navegação baseados em GNSS;
- Autorização de aeronavegabilidade para RPAS (*Remotely Piloted Aircraft Systems*).

### **Categoria 15: Gestão logística e de atividades dinâmicas**

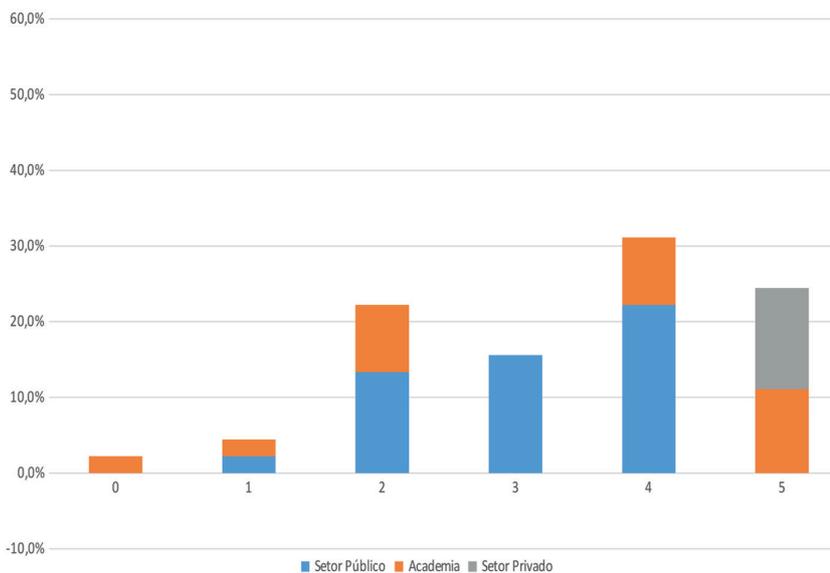
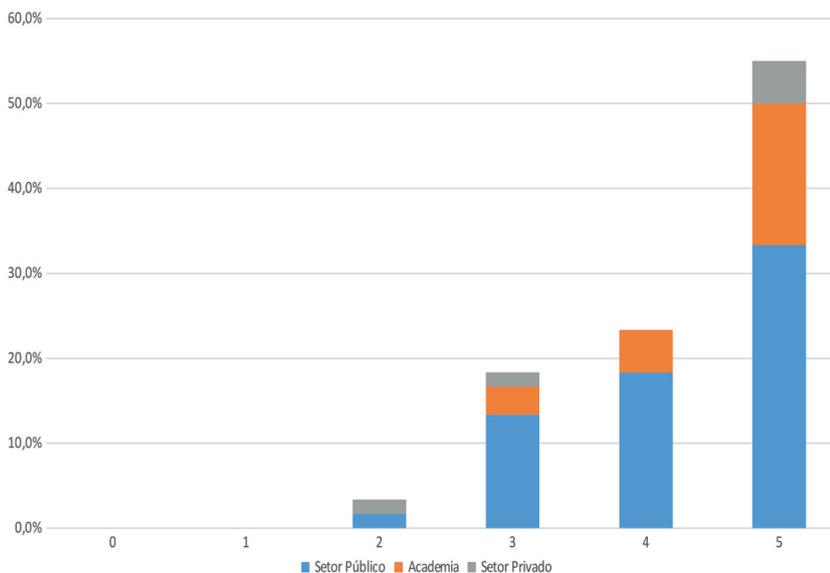
- Comercialização de produtos da agropecuária;
- Logística da agropecuária.

As atividades listadas não esgotam o potencial de aplicação de produtos e serviços de Sistemas Globais de Navegação por Satélites no âmbito das instituições nacionais, mas resumem de forma

esclarecedora a maneira através da qual as tecnologias espaciais tem apoiado as atividades nacionais em benefício do país e da sociedade.

Os gráficos a seguir apresentam o apoio institucional e o apoio de governo às atividades em andamento, segundo opinião de 32 especialistas, em uma escala de 0 a 5, onde 0 significa “nenhum apoio” e 5 significa “amplo apoio”. O apoio institucional diz respeito ao nível de prioridade dada a uma determinada atividade no âmbito da(s) instituição(ões) na(s) qual(is) ela é implementada. Já o apoio de governo corresponde ao nível de prioridade dada pelo governo à atividade desenvolvida pela instituição.

Apoio institucional às atividades em andamento (60 atividades analisadas)



Apoio do governo às atividades em andamento (45 atividades analisadas)

### 3. BENEFÍCIOS DA UTILIZAÇÃO DE SERVIÇOS DE SATÉLITES DE POSICIONAMENTO E NAVEGAÇÃO

As atividades espaciais geram uma série de benefícios que podem ser sentidos de forma direta ou indireta pela sociedade. A partir das atividades descritas no item 2 do presente relatório, é possível reconhecer a transversalidade das aplicações espaciais, especificamente dos serviços de Posicionamento e Navegação por satélites. Seus impactos se fazem sentir em diferentes setores de atuação do Estado brasileiro e a sua utilização no âmbito de diversas políticas públicas torna-se evidente.

Alguns especialistas listaram os benefícios que os programas / processos / atividades em andamento em suas instituições trazem para o país e para a sociedade brasileira. Os respondentes do setor privado apontaram a importância do fornecimento de informações geoespaciais que contribuam para o planejamento de ações de seus principais clientes. Membros da Academia citaram que o desenvolvimento e o aprimoramento de técnicas de rastreamento e controle e o monitoramento de locais sujeitos a emergências estão entre os benefícios das atividades que utilizam tecnologias espaciais de Posicionamento e Navegação. Afirmaram ainda que os algoritmos, os modelos e as metodologias desenvolvidos no meio acadêmico permitem a provisão de serviços GNSS com maior precisão, confiabilidade, continuidade e integridade, especialmente para aplicações críticas de segurança, como aeronaves de pouso e guias de navios. As aplicações incluem também áreas como as de mineração, agricultura e gestão ambiental.

Os especialistas do setor público foram os que mais listaram benefícios diretos e indiretos trazidos pelas atividades espaciais ao país e à sociedade. A seguir, é apresentado um resumo dos benefícios citados.

- Melhoria na qualidade da concessão e da fiscalização dos processos de geração, transmissão e distribuição da energia elétrica no país;
- Obtenção de provas periciais de qualidade, que ajudam a subsidiar decisões judiciais em crimes de engenharia e contra o meio ambiente;
- Maior consistência na análise de dados a partir da inserção da componente espacial;
- Disponibilização de informações ferroviárias que possibilitam o mapeamento para investimentos em agronegócio e em infraestrutura;
- Demarcação de áreas autorizadas para mineração e monitoramento dessas atividades, visando a inibição da extração ilegal de bens minerais do subsolo brasileiro que pertencem à União, garantindo a preservação do meio ambiente – já que uma empresa legalmente instalada tem obrigações de protegê-lo – e evitando a sonegação fiscal no pagamento dos royalties oriundos dessa atividade, que são revertidos para a União, estados e municípios em benefícios da população, causando aumento dos índices de IDH (Índice de Desenvolvimento Humano);
- Os estudos de viabilidade e inventário são fundamentais para o planejamento energético brasileiro, sendo seus principais benefícios a detecção de novos aproveitamentos hidrelétricos,

a verificação da viabilidade técnica, financeira e ambiental de usinas hidrelétricas e a identificação de melhor localização do eixo e nível d'água mais adequado a usinas hidrelétricas, proporcionando para o Brasil e para a sociedade mais oferta de energia elétrica;

- As informações sobre as irregularidades ionosféricas podem contribuir para que um modelo de risco seja desenvolvido, visando a utilização de sistemas GBAS (*Ground Based Augmentation System*) ou SBAS (*Satellite Based Augmentation System*) em horas e períodos específicos em que não se tenha ocorrência de irregularidades do plasma ionosférico, sendo esses sistemas mais abrangentes do que os atuais sistemas ILS (*Instrument Landing System* ou Sistema de Pouso por Instrumento) de aproximação de aeronaves em aeroportos, e adicionalmente permitem orientar procedimentos que fazem curvas, otimizando tempo e gerando economia para as companhias aéreas;
- No caso da agricultura de precisão, a utilização de GNSS (*Global Navigation Satellite System* ou Sistema Global de Navegação por Satélite) gera informações espaciais que podem ser repassadas aos agricultores e companhias agrícolas para ajudá-los a otimizar a plantação, a adubação e a colheita. É possível orientá-los sobre como o efeito ionosférico pode afetar os sistemas de posicionamento, contribuindo adicionalmente na escolha dos melhores sistemas de posicionamento com pilotos automáticos em tratores;
- No caso do posicionamento por GNSS de plataformas e navios sondas de prospecção e extração de petróleo, a previsão da ocorrência das irregularidades do plasma poderá ajudar a evitar desastres ecológicos, como por exemplo, o rompimento dos dutos por onde o petróleo é extraído, e ajudar a otimizar a operação destes sistemas petrolíferos. A correção da ionosfera utilizando arquivos Ionex (*Ionosphere Map Exchange Format*) beneficia a todos os usuários de receptores de GNSS de uma frequência;
- No caso dos sensores SAR (*Synthetic Aperture Radar* ou Radar de Abertura Sintética), é possível orientar os usuários sobre os efeitos danosos das irregularidades do plasma nas imagens obtidas;
- A informação georreferenciada sobre os serviços privados é fundamental para o planejamento do conjunto de ações de saúde no Brasil, incluindo a identificação das interfaces como o Sistema Único de Saúde. Atualmente, a informação georreferenciada encontra-se restrita às operadoras de planos de saúde. No entanto, vislumbra-se que a utilização de georreferenciamento não apenas para as redes assistenciais, como também para localização da população atendida e da produção assistencial, poderá ser ferramenta de aprimoramento da regulação do mercado de saúde suplementar, viabilizando o monitoramento das atividades de negócio do mercado regulado em tempo real e possibilitando intervenções a partir de eventos sentinelas;
- A padronização e a qualificação das bases de dados literais e geoespaciais do patrimônio imobiliário da União e a criação de um sistema de gestão corporativo dos imóveis públicos federais, possibilitarão aos gestores de órgãos de toda a Administração Pública Federal e à sociedade o acesso às informações de forma mais transparente e consistente;

- A utilização de sistemas GNSS garante a precisão dos dados de levantamentos planialtimétricos necessária à restituição cartográfica do terreno;
- Redução de riscos e danos que possam vir a ocorrer em infraestruturas críticas, evitando prejuízos social, ambiental, econômico, político, internacional e à segurança do Estado e da sociedade, e contribuindo para o desenvolvimento institucional e social de uma cultura de prevenção;
- Rapidez na obtenção e na atualização de informações;
- Concretização de obras de infraestruturas, necessárias ao desenvolvimento;
- Maior eficiência em operações, reduzindo tempo de viagem, custos e emissões;
- Melhoria na segurança operacional da operação de RPAS (*Remotely Piloted Aircraft Systems* ou Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas, popularmente conhecidos como “drones”) por meio do melhor uso dos auxílios de navegação GNSS;
- Fortalecimento da Segurança Pública Brasileira, com maior efetividade na repressão ao tráfico de drogas, armas e organizações criminosas;
- Acompanhamento da regularidade, continuidade e pontualidade do transporte público aquaviário de passageiros e cargas e a salvaguarda da vida humana no mar;
- Acompanhamento mais eficiente e eficaz da prestação dos serviços, com a automatização da coleta de dados e informações, possibilitando o aprimoramento de atuação das instituições envolvidas e assegurando a prestação de serviços adequados aos cidadãos;
- Geração de inteligência na agropecuária; qualificação da informação e do conhecimento agrícola; geração de estatística e estudos técnicos relevantes, oportunos e precisos da agropecuária;
- O cadastro moderno e confiável das áreas rurais e urbanas, apoiado por sistemas GNSS, que garanta o conhecimento do território brasileiro, é indispensável ao desenvolvimento sustentável de toda a sociedade;
- Os dados censitários permitem acompanhar e avaliar o desenvolvimento dos sistemas de ensino em todo o país e são essenciais para a realização de análises e estudos comparados, subsidiando a formulação de políticas públicas para distribuição dos recursos (aprimoramento da infraestrutura nas escolas, definição de rotas para o transporte dos alunos, distribuição de materiais didáticos, identificação de deficiências regionais de aprendizado, dentre outros benefícios).

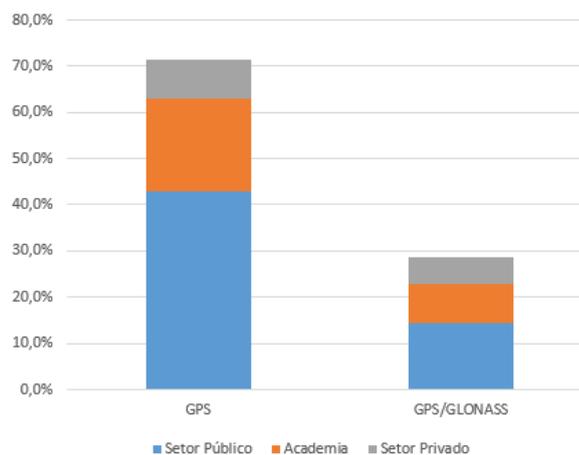
Como pode ser analisado através dos benefícios indicados, as atividades espaciais colaboram com a implementação de programas e projetos em diversos setores de atuação do Estado brasileiro, caracterizando assim a sua transversalidade e importância para o desenvolvimento do país.

## 4. ATENDIMENTO A PROGRAMAS E PROJETOS NACIONAIS EM ANDAMENTO

Os serviços de Posicionamento e Navegação por satélite são disponibilizados gratuitamente aos usuários mundiais e sua importância global provavelmente não diminuirá. Nações com considerável capacidade na arena espacial estão no processo de desenvolvimento de seus próprios sistemas de Posicionamento e Navegação. O sistema GPS, dos EUA, hoje conta com mais de 30 satélites; o GLONASS, da Rússia, com 24; o Galileo, da União Europeia, com 18; e o Beidou, da China, deverá também contar com 18 satélites até o próximo ano. Para o Brasil, no entanto, tornar-se provedor de um serviço como esse é uma realidade ainda distante, apesar de cada vez mais frequente e necessária a utilização de serviços de posicionamento e navegação por satélite em diversas atividades nacionais.

Os programas e projetos nacionais em andamento nas instituições partícipes tem sido atendidos por dois sistemas estrangeiros, o sistema americano *Global Positioning System* (GPS) e o sistema russo GLONASS. O gráfico a seguir apresenta o percentual de atividades nas quais os serviços têm sido aplicados.

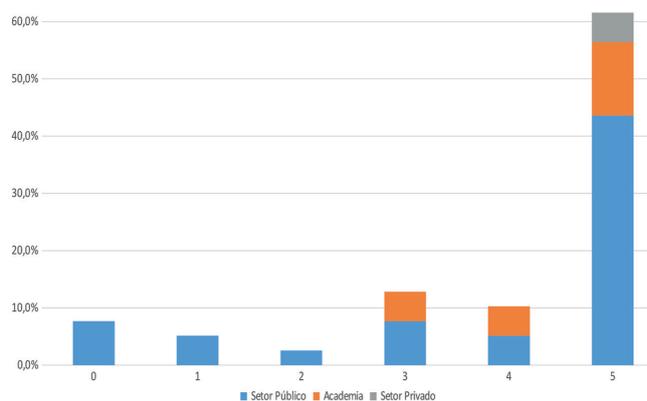
Satélites utilizados na execução de atividades de programas nacionais, por setor (35 atividades analisadas)



Os resultados indicam uma ampla utilização do sistema americano (GPS) no âmbito das atividades em andamento dos setores público e privado e da Academia. Os especialistas indicaram que a utilização do sistema russo GLONASS acontece de forma conjunta com o sistema GPS, e complementar quando o mesmo não se encontra disponível devido à localização do receptor e/ou ao campo de visada dos satélites da constelação.

Os especialistas também indicaram qual seria o impacto da interrupção dos serviços de posicionamento e navegação por satélite na implementação das atividades institucionais que deles fazem uso, em uma escala de 0 a 5, onde 0 significa “nenhum impacto negativo” e 5 significa “grave impacto negativo”. Os resultados são apresentados no gráfico a seguir.

Impacto da interrupção dos serviços GNSS utilizados  
(39 respondentes)



Para valores de 0 a 2, alguns especialistas informaram que ainda não utilizam de forma sistemática os serviços de Posicionamento e Navegação por satélites, mas que o impacto da interrupção dos serviços naturalmente aumentará a medida em que a utilização for ampliada. Outros informaram que o impacto causado pela interrupção seria limitado, não alterando o funcionamento da instituição.

Para valores de 3 a 5, os especialistas indicaram que, em caso de interrupção dos serviços de posicionamento e navegação por satélites, haveria retrocesso nos processos produtivos voltados à cartografia; as atividades de concessão e de fiscalização do setor energético não teriam mais um suporte a distância, tendo que realizar muitas visitas a campo para análises dos dados dos agentes; haveria impactos significativos nas aulas com atividades em campo, onde as observações são baseadas na geolocalização; e as pesquisas de navegação e controle deveriam substituir receptores GNSS por outros tipos de sensores, geralmente com perda de precisão.

Alguns especialistas consideram muito grave a ausência de um sistema nacional de posicionamento e navegação por satélites e afirmam que a interrupção dos serviços traria grande impacto econômico, na vida cotidiana dos cidadãos e nas pesquisas que utilizam tais sistemas. Uns afirmam que a interrupção comprometeria a segurança da navegação e, conseqüentemente, o comércio marítimo, e poderia haver prejuízo na fiscalização dos serviços de transporte, bem como aumento da assimetria de informação, ocasionando algum prejuízo na regulação desses serviços. Outros comentaram que os consumidores de planos privados de saúde ficariam sem a informação georreferenciada da rede contratada, repercutindo negativamente sobre a agência reguladora.

Os especialistas complementam dizendo que grande parte das perícias de engenharia e meio ambiente seriam afetadas, pois necessitam de medições de campo; seria prejudicial para os sistemas de monitoramento e autorização de vias, o que pode acarretar acidentes ferroviários e danos ao patrimônio da empresa e de terceiros; prejudicaria as realizações de trabalhos de campo para fiscalização e monitoramento das atividades de mineração autorizadas, os acessos a áreas de vistorias e a identificação de lavras ilegais; afetaria as atividades de demarcação, cadastramento e fiscalização de áreas da União; comprometeria a segurança das equipes operacionais de ações de inteligência; impactaria a gestão e o controle da atividade de pesca e atrapalharia a implementação de ações de segurança da navegação e salvaguarda da vida humana no mar; geraria atraso nas

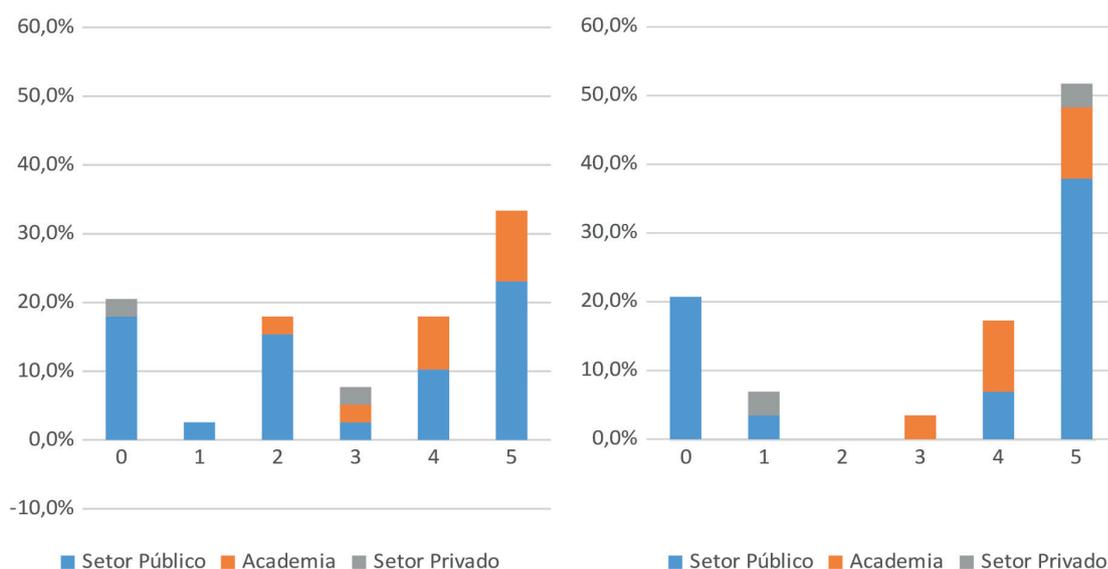
respostas de diversos processos e aumentaria o custo com diárias e passagens; traria prejuízos às atividades de licenciamento ambiental; aumentaria significativamente os custos de georreferenciamento, especialmente de imóveis rurais; e os prejuízos à aviação civil teriam dimensão global.

A análise dos resultados indica a importância dos serviços de Posicionamento e Navegação no âmbito das atividades nacionais, e o alto impacto negativo de sua interrupção, podendo causar danos à sociedade brasileira.

## 5. SISTEMA NACIONAL DE POSICIONAMENTO E NAVEGAÇÃO POR SATÉLITES

A busca por serviços de posicionamento e navegação por satélites tem se mostrado crescente a partir do surgimento de inúmeros serviços baseados em localização. Apesar da ampla aplicação dos serviços de sistemas GNSS no Brasil, não há atualmente tecnologia nacional capaz de suprir a demanda. A gratuidade dos serviços de sistemas globais de posicionamento e a sua oferta pelos Estados Unidos (GPS), Rússia (GLONASS) e União Europeia (Galileo) colocam em dúvida, segundo opinião dos especialistas, a necessidade de priorização do desenvolvimento de satélites desse tipo no âmbito do Programa Espacial Brasileiro.

Ao longo da 1ª rodada, 39 especialistas classificaram a necessidade de o Brasil dispor de tecnologia espacial própria para o fornecimento de serviços de posicionamento e navegação por satélite, em uma escala de 0 a 5, onde 0 significa “desnecessário” e 5 significa “muito necessário”, considerando a complexidade e o elevado custo de desenvolvimento de uma constelação de satélites de posicionamento. Na 2ª rodada, 29 especialistas se manifestaram sobre o assunto, após análise dos resultados da 1ª rodada. Os gráficos a seguir apresentam a opinião dos especialistas consultados.



1ª rodada (39 respondentes)

2ª rodada (29 respondentes)

Necessidade de sistema nacional de posicionamento por satélites

Para valores de 0 a 2, alguns especialistas entendem que a maior necessidade do Brasil, atualmente, não é dispor de constelação própria para posicionamento e navegação, mas sim desenvolver soluções voltadas ao aprimoramento da precisão dos sistemas atuais em contexto local. Afirmam que a disponibilidade dos sistemas já consagrados dá segurança ao Brasil no acesso a serviços derivados, e uns sugerem que os maiores esforços do PEB devem ser em programas de observação da Terra.

A respeito do aumento da precisão dos sistemas disponíveis, um especialista ressaltou que o SBAS funciona bem em regiões de latitudes médias (EUA, por exemplo) e atende a milhões de usuários, mas tem sua operação impactada durante tempestades magnéticas muito fortes, conforme ocorrido nos últimos anos e que é importante a realização de estudos sobre as interferências devidas ao efeito ionosférico que exerce grande influência em território nacional. Outros especialistas citaram modelos de SBAS como o EGNOS (*European Geostationary Navigation Overlay Service*) e o sistema japonês - *Quasi Zenith Satellite System (QZSS)* para aumento da precisão de sistemas GNSS em âmbito nacional. Sugeriram, por fim, a ingressão do Brasil em um esforço conjunto com outros países na área de posicionamento e navegação por satélites.

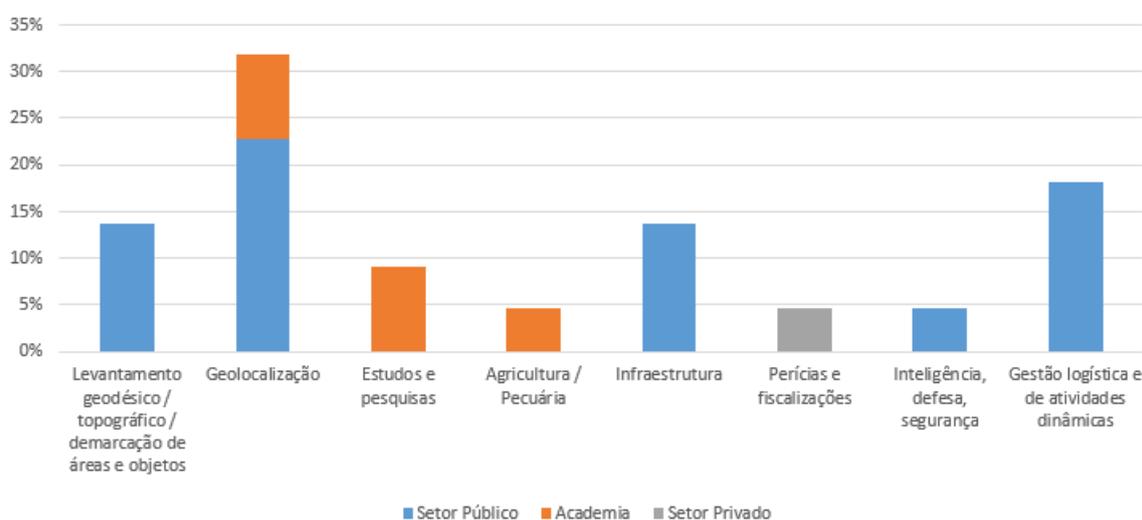
Para valores de 3 a 5, os especialistas afirmam que um sistema de posicionamento e navegação por satélite para usuários militares e civis é de alta importância estratégica para qualquer país no longo prazo. Sugerem o estabelecimento inicial de um sistema regional, a exemplo do indiano (IRNSS – *Indian Regional Navigation Satellite System*). Acreditam que um sistema próprio ou em parceria garantirá de forma mais segura a manutenção de atividades que hoje são fundamentais para diversos setores do país, incluindo questões ambientais e de gestão territorial. Indicam que se os serviços atuais forem interrompidos, o impacto será alto em diversos setores. A criação e a manutenção de um sistema próprio gerariam independência tecnológica, aumento de demandas e surgimento de mercados específicos. Alguns especialistas, no entanto, consideram que o desenvolvimento de um sistema próprio não é urgente, mas entenderia que aumentaria a expertise do país em várias áreas da ciência e promoveria um maior conhecimento e uma melhor caracterização do território nacional, além de impulsionar o desenvolvimento de pesquisas em engenharia e trazer uma maior autonomia ao país. Indicam que não há garantias de que, no futuro, em caso de guerras ou outros eventos externos e/ou extremos, uma degradação do sinal seja introduzida nos serviços disponíveis. Dispor de tecnologia própria poderia trazer certa independência ao país, além de segurança e defesa nacionais, uma vez que toda a operação estaria sob o controle do Brasil. Entretanto, entendem que há de se pesar no custo-benefício do investimento, ressaltando que o desenvolvimento tecnológico promove o investimento na formação acadêmica, na criatividade e na inovação; o fortalecimento da indústria nacional; e a agregação de valor no âmbito da cooperação internacional; além da redução da incerteza e de riscos.

## **6. DEMANDAS FUTURAS NA ÁREA DE POSICIONAMENTO E NAVEGAÇÃO POR SATÉLITES**

Uma missão espacial geralmente apresenta um longo prazo de maturação, ou seja, desde a sua concepção até a sua consolidação como fornecedora de produtos e serviços à sociedade

leva-se em torno de 5 a 7 anos, dependendo dos desafios tecnológicos que apresenta. Para o desenvolvimento de um sistema de posicionamento e navegação por satélites, esse prazo torna-se ainda maior, devido à complexidade e ao alto custo. O processo de identificação e análise de demandas nacionais ao setor espacial tenta estimular o pensamento voltado ao futuro, de forma a considerar, dentre as necessidades nacionais existentes, as que permanecerão no longo prazo, bem como as possíveis demandas futuras e as tendências tecnológicas da área espacial e suas aplicações.

Nesse sentido, ao longo da 1ª rodada de consulta formal, 18 especialistas indicaram possíveis atividades que suas respectivas instituições tem interesse em implementar futuramente que demandarão serviços de Posicionamento e Navegação por satélites para a sua consolidação. Os resultados são apresentados e categorizados nos gráficos a seguir.



Percentual de atividades futuras que demandarão serviços de Posicionamento e Navegação por satélites, por categoria (22 atividades citadas)

As atividades indicadas pelos especialistas encontram-se resumidas a seguir, por categorias.

### **Categoria 1: Levantamento geodésico / topográfico / demarcação de áreas e objetos**

- Mapeamento de territórios e propriedades (urbanas e rurais);
- Mapeamento de Feições do Terreno;
- Implantação de sistema SBAS – *Satellite Based Augmentation Systems* para o aprimoramento dos levantamentos de campo e utilização em atividades dinâmicas.

### **Categoria 2: Geolocalização**

- Utilização de georeferenciamento para análise integrada de redes assistenciais, população atendida, produção assistencial, dados econômicos, dados sociais e técnicos, viabilizando o

monitoramento das atividades de negócio do mercado regulado em tempo real, possibilitando intervenções a partir de eventos sentinelas;

- Georreferenciamento das escolas públicas brasileiras;
- Laboratório de sistema de informação geográfica;
- Geolocalização de diferentes objetos, dados e informações;
- Localização de pontos de interesse numa determinada área.

### **Categoria 3: Estudos e pesquisas**

- Criação de rede nacional de multi-constelação, com rede receptora multi-frequência para coleta de dados e para aplicações GNSS diferenciais;
- Extensão da Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo com receptores múltiplos multi-constelação de alta taxa (GPS, Glonass, Galileo, Beidou).

### **Categoria 4: Agricultura / Pecuária**

- Agricultura e Manejo Florestal de Precisão.

### **Categoria 5: Infraestrutura**

- Acompanhamento físico de obras de infraestruturas de transportes;
- Cadastro de infraestruturas de transportes;
- Segurança de Barragem - Monitoramento com Equipamento GNSS.

### **Categoria 6: Perícias e fiscalizações**

- Utilização de serviço de “Geocollector” para auxílio nas fiscalizações.

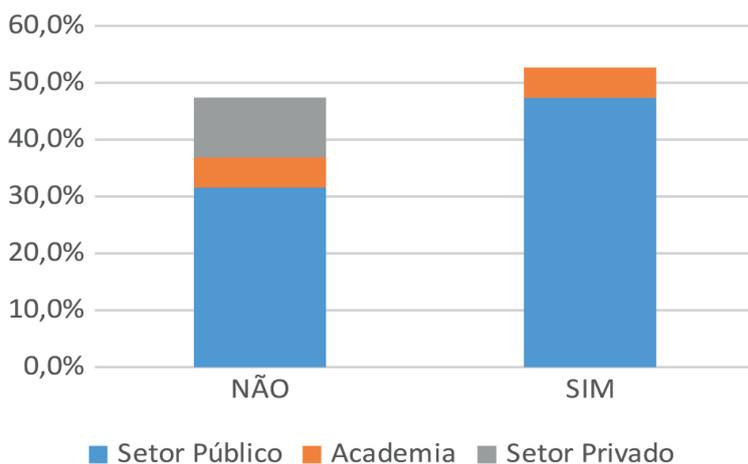
### **Categoria 7: Inteligência, defesa, segurança**

- Controle do espaço aéreo permitido aos drones.

### **Categoria 8: Gestão logística e de atividades dinâmicas**

- Mapeamento do Fluxo de Cargas e Passageiros;
- Operação Ferroviária;
- Fluxos de transporte de cargas nas vias nacionais ou de comércio exterior;
- Gestão da logística da agropecuária.

A respeito da existência de demandas potenciais nas instituições nacionais, ou seja, atividades em andamento que ainda não utilizam serviços de Posicionamento e Navegação por satélites, mas podem vir a utilizar, 19 especialistas manifestaram a sua opinião, conforme gráfico a seguir.

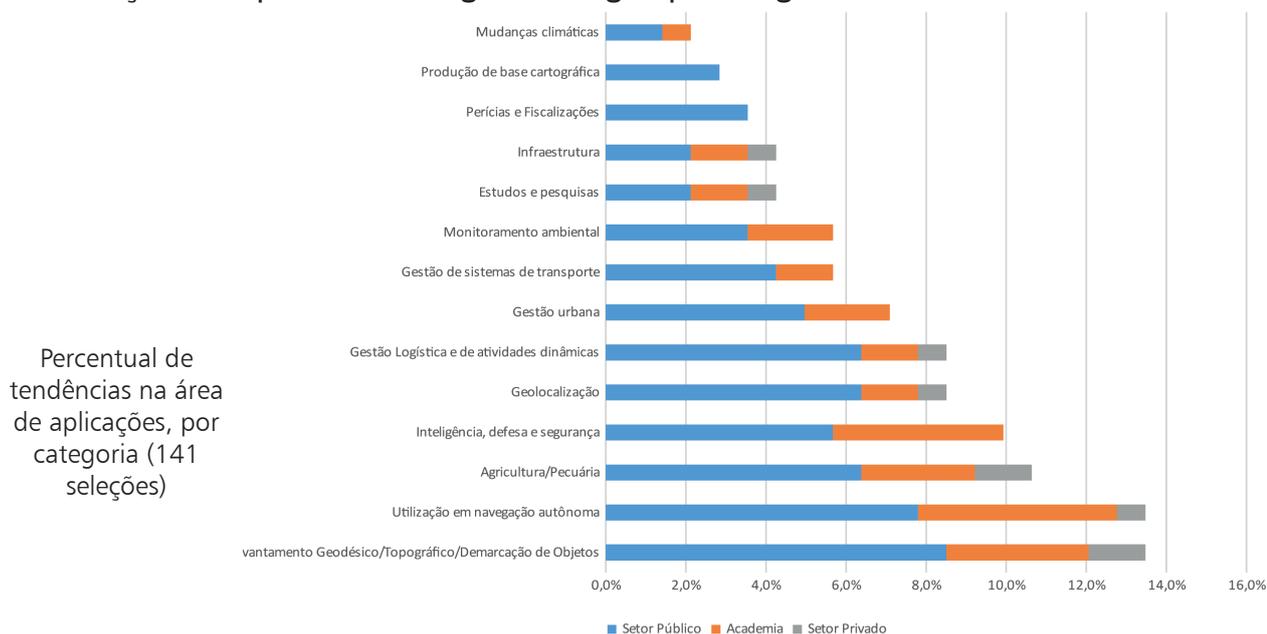


Existência de demandas potenciais no âmbito das instituições nacionais (19 respondentes)

52,7% dos especialistas indicaram a existência de demandas potenciais em suas instituições. Um resumo das mesmas encontra-se a seguir.

- Atividades em laboratórios e no âmbito grupos acadêmicos de pesquisa;
- Delimitação de áreas territoriais;
- Ampliação e melhoria do monitoramento de atividades dinâmicas;
- Aprimoramento de trabalhos de campo;
- Acompanhamento físico de obras;
- Obtenção de altitudes de precisão com o aprimoramento do modelo de ondulação geoidal;
- Censo da Educação Superior;
- Logística da Aplicação de Avaliações e Exames.

Ao longo da 2ª rodada, e com base em aplicações apresentadas na 1ª rodada, 29 especialistas indicaram tendências na área de aplicações, para os próximos 20 anos. As taxas de ocorrência das seleções são apresentadas no gráfico a seguir, por categoria.

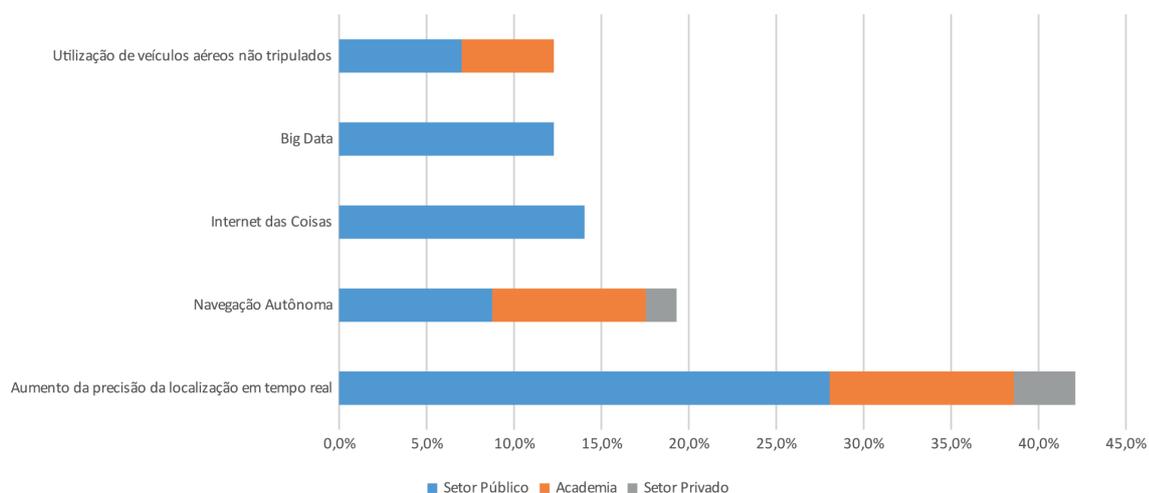


As áreas mais citadas pelos 29 especialistas foram levantamento geodésico / topográfico / demarcação de áreas e objetos; navegação autônoma; agricultura / pecuária; inteligência, defesa e segurança; geolocalização; e gestão logística e de atividades dinâmicas.

Para um período de 10 a 20 anos, 23 especialistas indicaram, ao longo da 1ª rodada, uma lista de 27 tendências tecnológicas para a área de Posicionamento e Navegação por satélites, resumidas a seguir.

- Redução do nível de interferências nos sinais;
- Resiliência de receptores GNSS (*spoofing*, interferência, efeitos ionosféricos);
- Melhoria da precisão absoluta de posicionamento em tempo real (sem precisar de pós processamento);
- Determinação de órbita e atitude de satélites por meio de GNSS;
- Serviços automatizados de localização;
- Utilização de GPS diferencial para diversos fins;
- Sistemas GNSS Multi-frequência e Multi-constelação;
- Navegação autônoma;
- Sistemas SBAS e GBAS nacionais;
- Posicionamento e navegação de drones, incluindo a criação de barreiras eletrônicas em áreas de acesso restrito, como aeroportos e áreas militares, por motivo de segurança;
- Internet das Coisas (IOT);
- *Big Data* e análises geográficas em tempo real;
- Refletometria do GNSS (voltada ao monitoramento ambiental, climático e oceânico);
- Base Geodésicas para controle e pós processamento de dados;
- Construção de grandes redes e processamento de dados para serviços diferenciais em larga escala e monitoramento ionosférico.

Com base nas tendências citadas e categorizadas durante a 1ª rodada, perguntou-se aos 29 especialistas respondentes da 2ª rodada quais seriam as principais tendências tecnológicas para a área de Posicionamento e Navegação por satélites (seleção de até 2 tendências) nos próximos 10 a 20 anos. As 57 seleções distribuíram-se percentualmente conforme apresentado no gráfico a seguir.



Percentual de seleção das principais tendências tecnológicas na área de Posicionamento e Navegação por satélites (57 seleções)

As principais tendências, segundo opinião dos 29 especialistas, estão relacionadas ao aumento da precisão da localização em tempo real; à navegação autônoma e à Internet das Coisas, destacando-se, ainda, a necessidade de soluções de *Big Data* para análise e processamento dos dados.

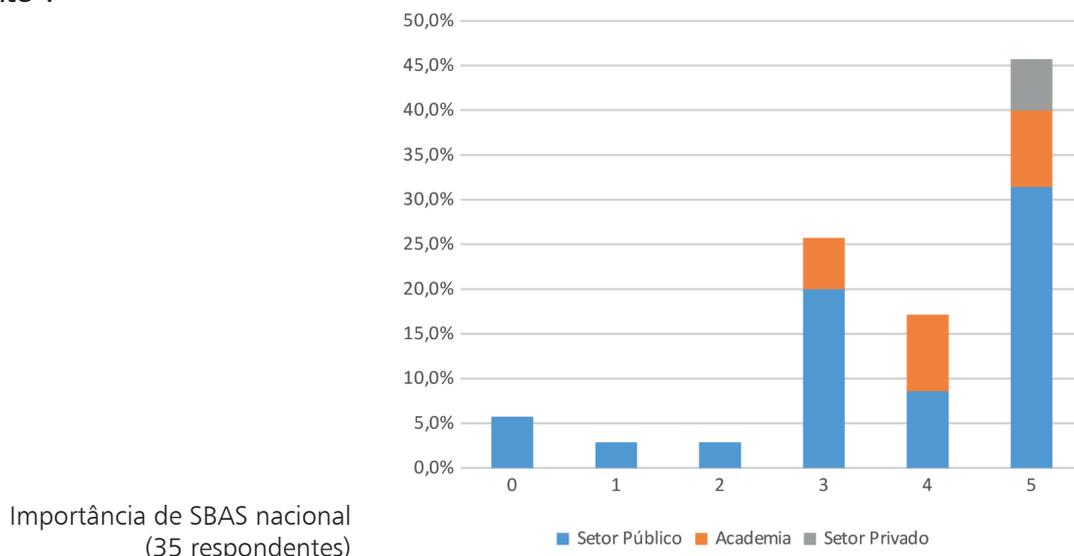
Os especialistas ressaltam que precisão e integridade são atributos fundamentais para várias aplicações, como pouso automático e navegação autônoma de aeronaves e automóveis e que o desenvolvimento de *Big Data* pode ser fundamental para questões de monitoramento de atividades dinâmicas e até mesmo para a detecção e o monitoramento de atividades ilícitas que representem ameaça para a segurança nacional.

## 7. SISTEMAS DE AUMENTO DA PRECISÃO DOS GNSS

A crescente demanda por serviços baseados em localização (LBS – *Location Based Services*) torna cada vez mais necessário o aprimoramento dos sistemas globais de navegação por satélites e de soluções voltadas à transmissão de dados em tempo real através de serviços satelitais e não satelitais de comunicação. Algumas atividades, tais como pouso e decolagem de aeronaves, por exemplo, exigem uma alta precisão dos serviços de localização, garantindo a segurança dos passageiros e da tripulação. Sistemas como o SBAS (*Satellite-Based Augmentation Systems*) atuam no aprimoramento da acurácia, da integridade, da continuidade e da disponibilidade desses serviços.

O SBAS utiliza estações de referência em solo, em locais de coordenadas geográficas muito bem definidas, para a medição dos erros de posicionamento dos GNSS e correção em tempo real, através de mensagens encaminhadas pela estação central a um ou mais satélites geoestacionários, que as retransmitem ao longo do continente e do mar territorial aos receptores GNSS.

Durante a 1ª rodada, 35 especialistas indicaram a importância da implantação de um sistema SBAS nacional, em uma escala de 0 a 5, onde 0 significa “não importante” e 5 significa “muito importante”.



Para valores de 0 a 2, os especialistas afirmam que em determinadas instituições essa demanda é inexistente, pois os serviços disponíveis já atendem as necessidades atuais.

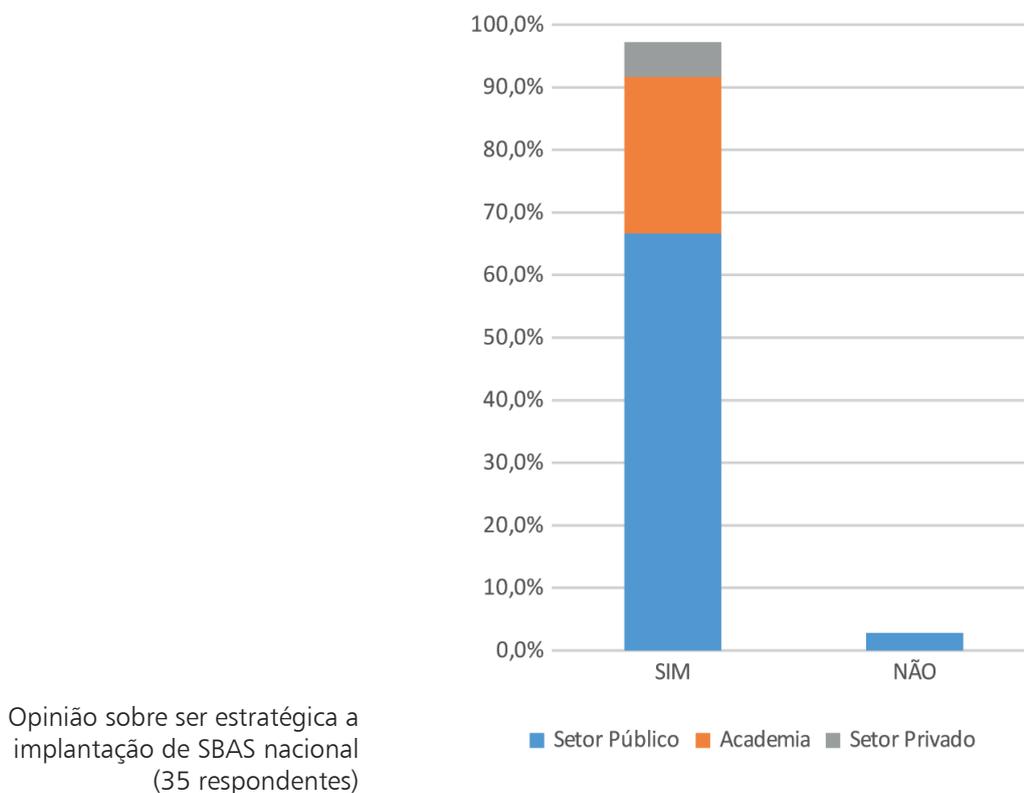
Para valores de 3 a 5, os especialistas afirmam que o SBAS traria benefícios para a cartografia nacional, para sistemas de pouso e decolagem de aeronaves, segurança de barragem, posicionamento dos vários tipos de geração e de linhas de transmissão e para as engenharias. Para outros setores nos quais a acurácia não seja crucial, como a navegação terrestre e marítima, a agricultura, a localização de frotas e a ambiental, indicam que não seria de grande impacto.

Na Academia, os especialistas afirmam que um SBAS melhoraria a produtividade dos levantamentos de campo realizados em aulas práticas, principalmente no curso de Engenharia Cartográfica e de Agrimensura, onde há maior necessidade de posicionamento absoluto em tempo real. Afirmam, ainda, que um sistema SBAS nacional poderia auxiliar o desenvolvimento de projetos de pesquisa em navegação de precisão para veículos; e monitoramento de emergências mais detalhado. Alguns especialistas informaram que a Índia – com a GAGAN (*GPS-aided GEO augmented navigation*) – e o Japão – com o QZSS (*Quasi-Zenith Satellite System*) e o MSAS (*Multi-functional Satellite Augmentation System*) – também operam em regiões ionosféricas difíceis como a do Brasil e que poderiam ser estudados. Um dos especialistas sugere uma abordagem multi-constelação e multi-frequência. E conclui dizendo que existe a necessidade de um serviço de integridade para aplicações críticas para a segurança (aviação, marítimas, etc.) para tornar seguro o uso de sistemas GNSS estrangeiros.

Os especialistas ressaltam a importância de sistemas de aumento da precisão GNSS em perícias de engenharia, nas quais muitas vezes são exigidas medições de alta precisão, e destacam a frequente utilização da RBMC (rede Brasileira de Monitoramento Contínuo). Explicam que em

ações nas quais o componente altimétrico é o mais importante, a implementação do SBAS nacional deve ser seguida pelo aprimoramento da qualidade do modelo geoidal brasileiro (MAPGEO). Afirmam que um SBAS nacional pode vir a contribuir com a precisão dos posicionamentos em tempo real, principalmente na obtenção de coordenadas utilizando equipamento móvel em modo RTK (*Real Time Kinematic* – Posicionamento Cinemático em Tempo Real). Apoiaria, ainda, a demarcação de áreas da União (terrenos de marinha e terrenos marginais de rios federais) e imóveis públicos federais; georreferenciamento de propriedades, no âmbito rural ou urbano; atividades de monitoramento; gestão pesqueira e controle das operações da frota pesqueira autorizadas; aviação; e melhor planejamento e execução de operações em campo.

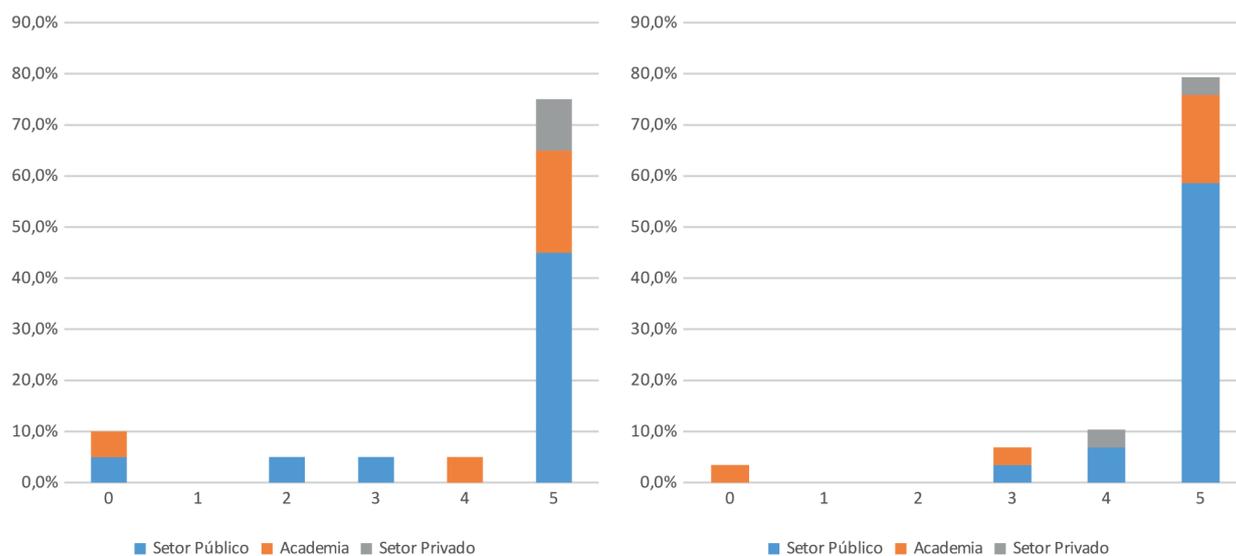
Os especialistas também responderam se consideram estratégica, para o Brasil, a implantação de um SBAS, conforme pode ser visto no gráfico a seguir.



A maior parte dos especialistas considera estratégica a implantação de um SBAS nacional, tendo em vista os benefícios que a tecnologia traria aos diversos setores que dependem de sistemas de posicionamento precisos, conforme relatado em itens anteriores. Dentre as vantagens do aumento da precisão dos sistemas GNSS, alguns especialistas indicaram a geração e a atualização de bases cartográficas de PEC A (Padrão de Exatidão Cartográfica); uma melhor delimitação das fronteiras nacionais; e a diminuição da dependência de tecnologias estrangeiras, com o aprimoramento da precisão e da confiabilidade dos dados fornecidos.

A Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo (RBMC) é um conjunto de estações geodésicas (de coordenadas conhecidas), equipadas com receptores GNSS de alto desempenho, que proporcionam observações para a determinação precisa de coordenadas.

Ao longo das 1ª e 2ª rodadas, 20 especialistas e 29 especialistas, respectivamente, indicaram em que nível consideram viável a integração entre a RBMC e um futuro sistema SBAS nacional, em uma escala de 0 a 5, onde 0 significa “não viável” e 5 significa “totalmente viável”. Os resultados são apresentados no gráfico a seguir.



1ª rodada (20 respondentes)

2ª rodada (29 respondentes)

Possibilidade de integração da RBMC com SBAS nacional

Conforme pode ser verificado, os especialistas classificam como possível a integração da RBMC a um SBAS nacional. Eles ressaltam, no entanto, que a implantação de um SBAS é custosa, pois exige o desenvolvimento e o lançamento de satélites geoestacionários e enfrenta a incidência de irregularidades do plasma ionosférico, que pode inviabilizar o uso do SBAS em certos horários e em certas estações do ano. Ressaltam, ainda, a necessidade de densificação da rede RBMC em áreas onde exista maior demanda para o posicionamento.

Para valores de 0 a 2, indicam que em algumas instituições a demanda é inexistente atualmente.

Para valores de 3 a 5, afirmam que a RBMC é de extrema importância em âmbito nacional, seja pela distribuição espacial da mesma dentro do território ou pela precisão e confiabilidade. Informam que com um sistema SBAS integrado à RBMC, o posicionamento preciso poderia se dar em tempo real, apresentando grande vantagem a diversas aplicações. Afirmam que a integração traria benefícios para as diversas áreas que envolvem posicionamento em diferentes níveis, aumentando a qualidade e a disponibilidade dos dados.

Um especialista sugeriu a extensão da RBMC com receptores múltiplos multi-constelação de alta taxa (GPS, Glonass, Galileo, Beidou) e o estabelecimento de um centro de processamento

de dados e um centro de distribuição de informações para esta rede, seguindo os modelos dos centros do INPE (EMBRACE) e do IBGE. Indicam que qualquer ação que promova uma melhoria e a autonomia na oferta de serviços de posicionamento, tão importantes nos dias de hoje, em detrimento da dependência de tecnologias estrangeiras, são bem-vindas. No entanto, deve ser feito um estudo criterioso, já que o Brasil tem muitas carências de investimentos em outras áreas prioritárias.

Especialistas do órgão responsável pela RBMC afirmaram ser fundamental que um futuro SBAS esteja apoiado em dados coletados pela RBMC, de forma a garantir a sua origem/conexão com o Sistema Geodésico Brasileiro, sob pena dos dados gerados pelo SBAS brasileiro não serem aceitos em atividades que exigem essa conexão (SIGEF, CNIR e SNCR, por exemplo).

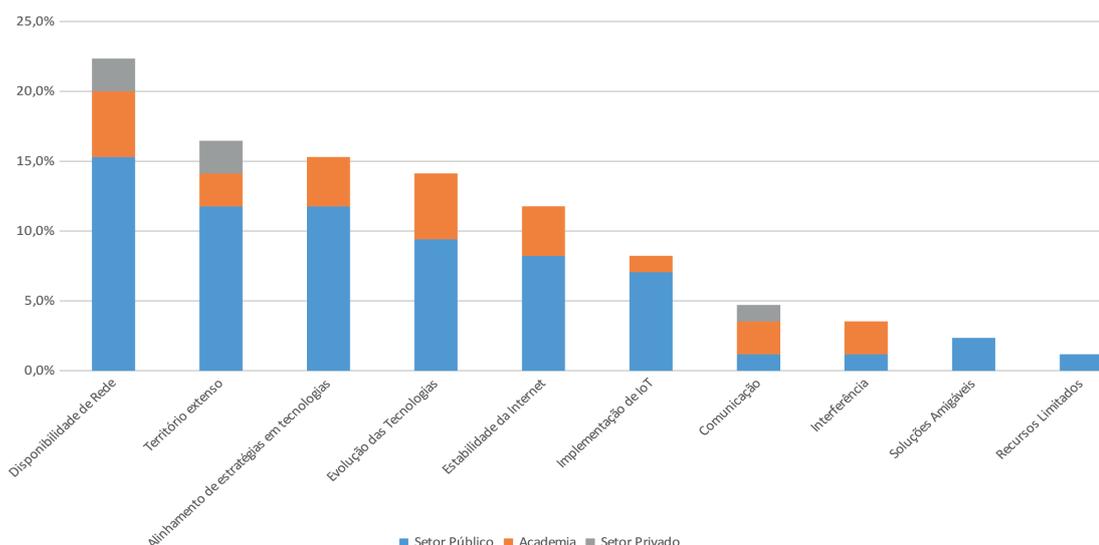
## 8. INTERNET DAS COISAS

O conjunto de aplicações relacionadas a Internet das Coisas (IOT) e a Comunicação Máquina a Máquina (M2M), bem como o desenvolvimento de projetos de Cidades Inteligentes, tem apresentado crescimento de demanda e de receita para o mercado global de aplicações de sistemas de Posicionamento e Navegação por satélites, bem como para o setor de Comunicações.

Algumas das áreas que atualmente necessitam ou desenvolvem aplicações de IoT/M2M são a área militar, a de transporte, de movimentação de carga, de óleo e gás, de infraestrutura – energia, gás e saneamento básico –, de mineração, de construção, indústria pesada, energia limpa e agronegócio.

O Ministério de Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações, junto ao Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), formulou recentemente um estudo (<https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/conhecimento/pesquisaedados/estudos/estudo-internet-das-coisas-iot/estudo-internet-das-coisas-um-plano-de-acao-para-o-brasil>) que contempla um plano de ação para a implantação da Internet das Coisas no Brasil, com iniciativas nas áreas de saúde, indústria, agricultura e infraestrutura urbana.

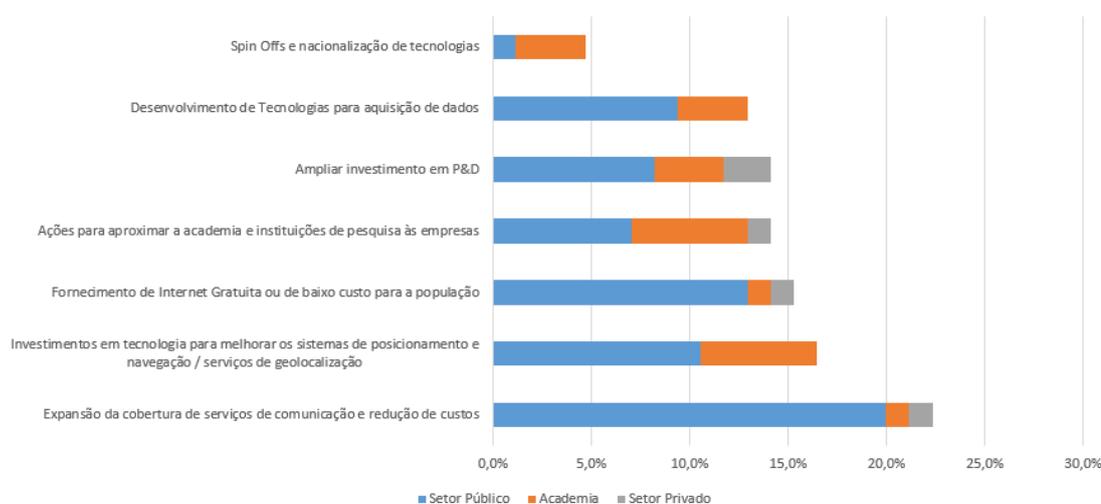
A respeito desse assunto, 16 especialistas, ao longo da 1ª rodada, indicaram os desafios que o país enfrentará diante das aspirações para competir e evoluir no segmento de IoT. Os resultados foram resumidos em 10 principais desafios e apresentados aos especialistas durante a 2ª rodada. Os 29 respondentes selecionaram até 3 de desafios que consideram ser de maior impacto na implantação de soluções de IoT em âmbito nacional, conforme apresentado no gráfico a seguir.



Taxa de seleção de desafios à implantação de soluções de IoT (85 seleções)

Os especialistas destacam a importância de uma conexão estável à internet e de uma boa capacidade de distribuição de dados. Citam a IoT como solução para uma maior integração entre as áreas urbana e rural (*smart cities* e *smart farms*), conjugando informações de diferentes fontes para a gestão estratégica de políticas públicas e o aprimoramento da gestão de recursos nos mais diversos setores. Afirmam que a grande extensão do território brasileiro, bem como o seu contexto sociopolítico heterogêneo, impedem, por motivos estruturais, que a IoT se desenvolva longe dos grandes centros urbanos e industriais. Ressaltam que outros desafios são o baixo investimento em pesquisa, a não detenção de tecnologias críticas como a de acesso ao espaço e a ausência de estratégia nacional frente às grandes mudanças estruturais na área de tecnologia.

Ao longo da 1ª rodada, 15 especialistas indicaram uma lista de possíveis contribuições do PEB ao segmento de IoT. Os resultados foram resumidos em 7 principais tipos de contribuições e apresentados aos especialistas durante a 2ª rodada. Os 29 respondentes selecionaram até 3 possíveis contribuições do PEB ao segmento de IoT, conforme apresentado no gráfico a seguir.

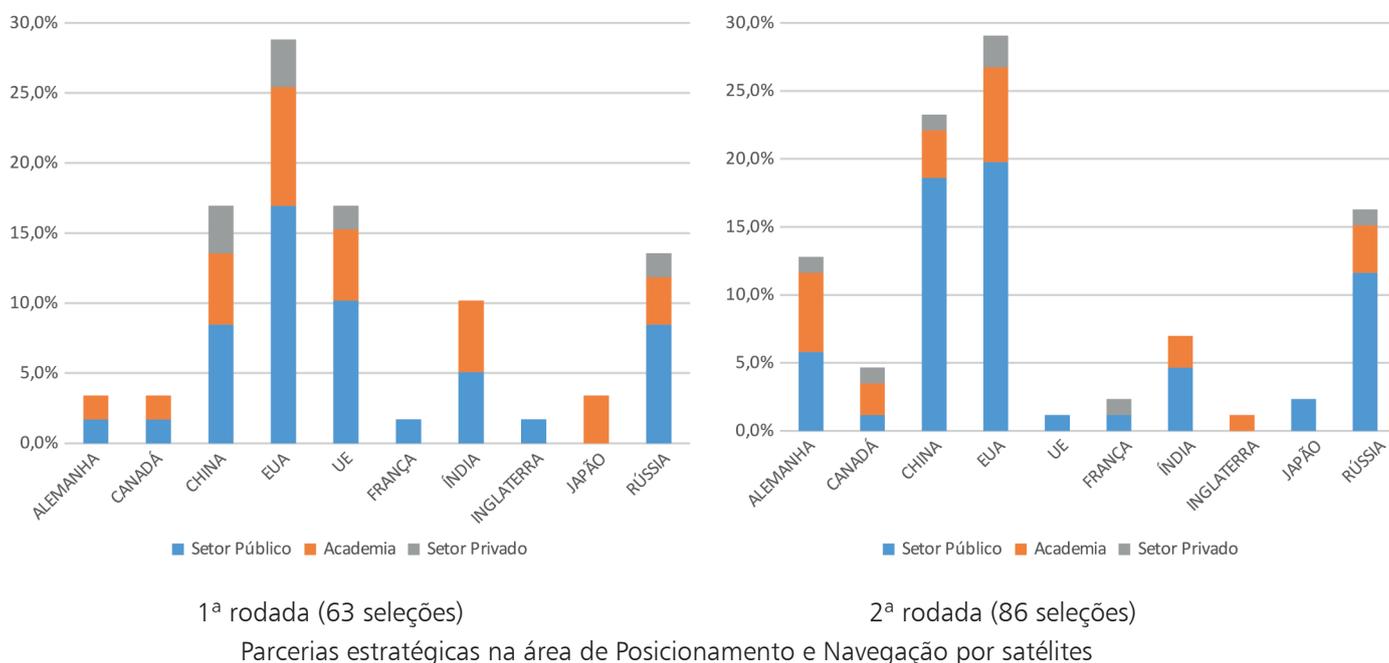


Taxa de seleção de possíveis contribuições do PEB à implantação de soluções de IoT (85 seleções)

De acordo com os resultados, as principais contribuições do PEB ao setor de IoT dizem respeito à expansão da cobertura de serviços de comunicação e redução de custos; investimentos em tecnologias para o aprimoramento da precisão dos sistemas GNSS e fornecimento de internet gratuita para a população.

## 9. PARCERIAS ESTRATÉGICAS

Ao longo das 1ª e 2ª rodadas da etapa de consulta formal às instituições nacionais, os especialistas identificaram os países com os quais consideram estratégico o estabelecimento de parcerias na área de Posicionamento e Navegação por satélites, conforme gráfico a seguir.

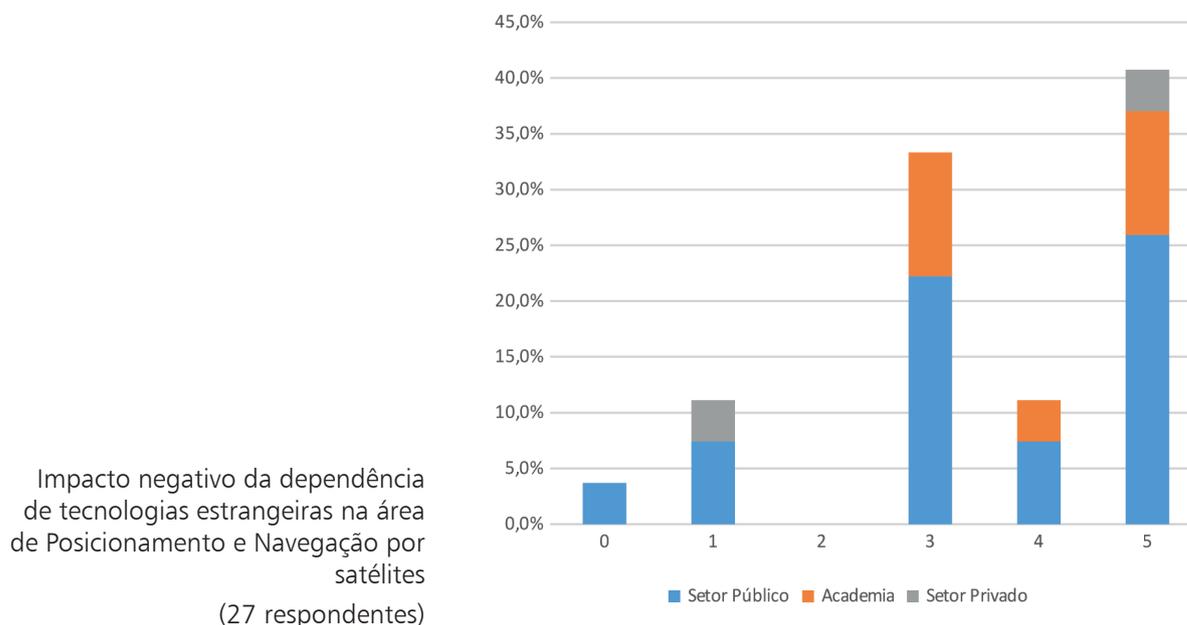


Dentre as considerações dos especialistas, destacam-se o fato dos EUA possuírem o principal GNSS (GPS), com planejada entrada da terceira frequência, que será útil para a minimizar o impacto da interferência ionosférica; e parcerias com China, Rússia e países da União Europeia seriam interessantes, mas suas respectivas constelações GNSS são, em geral, desenvolvidas para prover serviços de qualidade ao hemisfério norte.

## 10. DEPENDÊNCIA DE TECNOLOGIAS ESTRANGEIRAS

De acordo com a Política Nacional de Desenvolvimento da Atividades Espaciais, os recursos do setor espacial deverão concentrar-se em iniciativas voltadas à busca de soluções para problemas de âmbito nacional ou de interesse para o País. Geralmente, muito se pensa sobre o custo do desenvolvimento de satélites nacionais que atendam a demandas identificadas, e pouco se fala a

respeito do custo indireto de não os ter. Nesse sentido, 27 especialistas, ao longo da 1ª rodada, classificaram o impacto negativo ao país da dependência de satélites estrangeiros no atendimento às demandas nacionais na área Posicionamento e Navegação por satélites, em uma escala de 0 a 5, onde 0 significa “nenhum impacto negativo” e 5 significa “impacto negativo muito alto”.



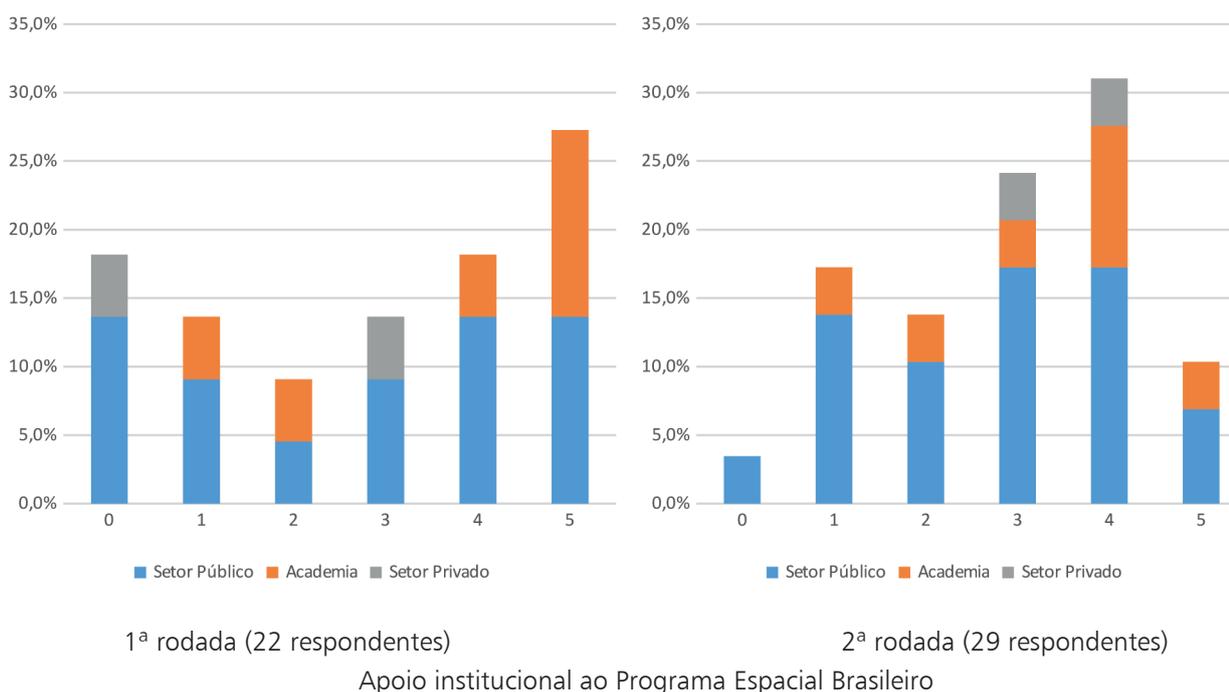
Para valores de 0 a 2, os especialistas afirmam que os sistemas existentes têm atendido bem as necessidades nacionais e que não há impacto negativo na utilização de sistemas como GPS ou GLONASS em âmbito nacional, que estão consolidados globalmente, envolvendo uma cadeia de produção e desenvolvimento, e que dificilmente serão interrompidos.

Para valores de 3 a 5, os especialistas acreditam que a dependência pode trazer riscos tanto ao setor civil quanto ao militar. Consideram que o desenvolvimento de sistema próprio não é tão prioritário quando comparado à necessidade de satélites de observação da Terra, mas ressaltam que o país se encontra subordinado ao uso de tecnologias estrangeiras que podem ter disponibilidade seletiva, erro de posicionamento proposital, entre outras interferências intencionais que podem momentaneamente ocorrer. Alguns indicam que a independência tecnológica é uma questão estratégica para o país e que deve ser considerado o desenvolvimento de um sistema nacional em longo prazo. Um especialista sugeriu que seja feito um estudo sobre os custos do desenvolvimento e manutenção desses serviços e o custo indireto de não os ter. Outro especialista afirmou que apesar do sinal de WAAS (*Wide Area Augmentation System*) dos EUA ser possível de captação no Brasil, não é possível utilizá-lo para navegação, visto que suas correções tomam por base o território norte-americano e que o aumento da precisão no Brasil só será possível com SBAS próprio. Outro especialista informou que o risco de interrupção no fornecimento de serviços de posicionamento é permanente, pode acontecer sem nenhum controle do governo brasileiro e que, à medida em que o conceito de IOT e M2M forem se disseminando na sociedade brasileira, a interrupção torna-se ainda mais crítica.

## 11. APOIO AO PEB

O novo ciclo de planejamento estratégico das atividades espaciais compreenderá o período de 2022 a 2031 e é especialmente necessária uma reflexão mais profunda acerca do seu alinhamento com as demandas prioritárias dos diversos setores que de tais atividades necessitam, levando-se em conta o potencial e a transversalidade dos produtos e serviços que elas geram. Segundo LIMA (2018), o Brasil deve integrar o PEB às demais políticas públicas – em andamento e futuras – de modo que as definições do PNAE estejam pautadas em diálogos coordenados entre as várias instituições demandantes, a indústria, os institutos de pesquisa e as instituições de fomento, e não sejam apenas decisões de uma pequena parcela dos atores envolvidos.

Para que isso aconteça, torna-se necessário um real envolvimento das diferentes instituições nacionais no âmbito do planejamento das atividades espaciais. Nesse contexto, ao longo das 1ª e 2ª rodadas, os especialistas indicaram em que nível a instituição na qual trabalham deseja ou pretende apoiar direta ou indiretamente o Programa Espacial Brasileiro para o desenvolvimento de soluções satelitais nacionais, na área de Posicionamento e Navegação por satélites, que atendam às demandas existentes, em uma escala de 0 a 5, onde 0 significa “nenhum interesse” e 5 significa “grande interesse”. Os resultados são apresentados no gráfico a seguir.



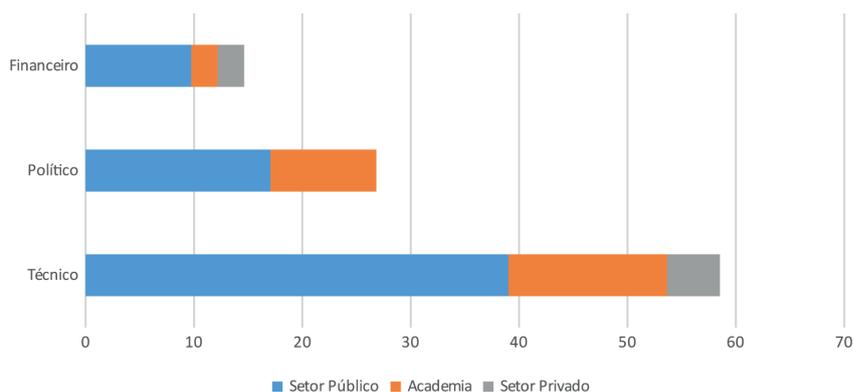
Para valores de 0 a 2, os especialistas informaram que poderiam fornecer apoio técnico e apresentação de demandas, bem como demonstração dos ganhos de efetividade das políticas públicas quando utilizadas tais tecnologias.

Para valores de 3 a 5, afirmam que os custos altos poderiam ser considerados impeditivos a apoios financeiros, porém os apoios técnico e político são viáveis. Um especialista citou apoios como o mo-

nitoramento dos dados dos satélites e o desenvolvimento de soluções de processamento de dados, além de contribuições para o desenvolvimento e o design do sistema. Outro especialista apontou grande interesse no desenvolvimento do setor, podendo apoiar institucionalmente com oferta de local para instalação e monitoramento das plataformas satelitais. Poucos especialistas indicaram possíveis apoios de natureza orçamentária e de infraestrutura.

O gráfico a seguir apresenta os tipos de apoio que as instituições nacionais podem ofertar ao Programa Espacial Brasileiro, segundo opinião dos 29 especialistas respondentes à 2ª rodada da etapa de consulta formal.

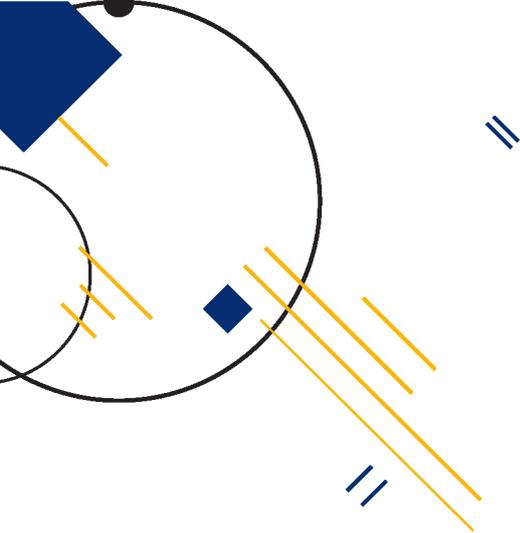
Tipo de apoio das instituições nacionais ao Programa Espacial Brasileiro



## 12. SUGESTÕES AO PROGRAMA ESPACIAL BRASILEIRO

A Agência Espacial Brasileira entende que a construção do Programa Espacial Brasileira deve se dar de maneira colaborativa, a partir de uma maior integração entre os diversos atores envolvidos e diretamente impactados pelas atividades espaciais. Nesse sentido, ao longo da etapa de consulta formal às instituições nacionais, cada especialista respondente teve a oportunidade apresentar sugestões pertinentes às seis áreas de abrangência das atividades espaciais. Para a área de Posicionamento e Navegação por satélites, as seguintes sugestões foram encaminhadas:

- Estabelecimento de um grupo de trabalho que possa discutir tecnologias atuais e as tendências de pesquisas e aplicações, de modo a subsidiar o processo decisório;
- Criação de uma comunidade GNSS no Brasil, com workshop anual sobre trabalhos científicos e desenvolvimento tecnológico;
- Investimento em sistemas de aumento da precisão do sinal GNSS;
- Desenvolvimento de sistema regional de posicionamento e navegação por satélites;
- Capacitação e aquisição de receptores GNSS em larga escala.



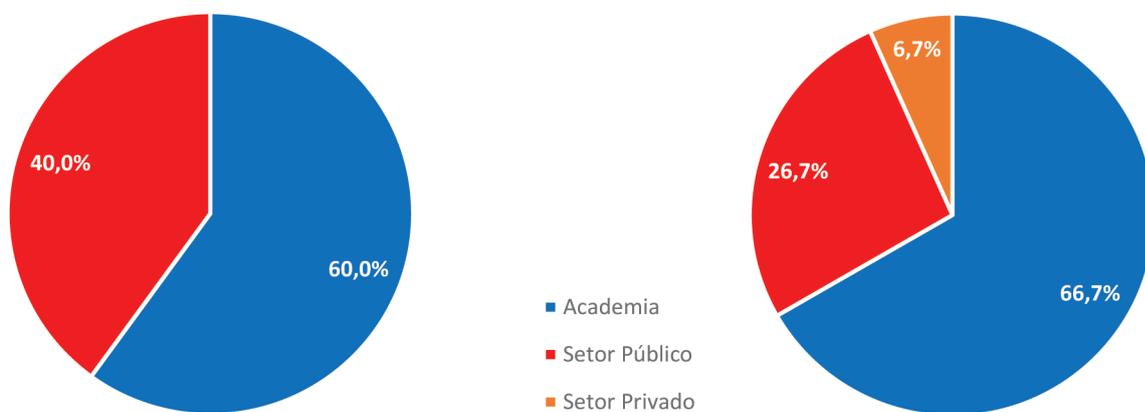
# MISSÕES CIENTÍFICAS

Autores: Gabriel Salles, Gabriel Figueiró e Fernanda Lins

A área de Missões Científicas é caracterizada por pesquisas sobre fenômenos do espaço exterior, clima espacial, fenômenos atmosféricos, astronomia, desenvolvimento de engenharia e testes de equipamentos ou experimentos em ambiente de microgravidade. Envolve a descoberta e a inovação nas atividades espaciais e nos setores por elas impactados, para a superação das técnicas anteriores e a consolidação de novos requisitos e procedimentos. As instituições que participaram da primeira etapa de consulta formal (1ª e 2ª rodadas) foram as que se identificaram como parte da comunidade científica nacional, capazes de avaliar a real importância das missões científicas nacionais e estrangeiras e as possibilidades e benefícios trazidos pelos instrumentos embarcados em satélites.

## 1. RESULTADOS GERAIS

Os gráficos a seguir apresentam a distribuição dos 17 e dos 22 especialistas das instituições participantes na área de missões científicas, durante as 1ª e 2ª rodadas, respectivamente, no âmbito dos setores público, privado e da academia.



1ª rodada (17 respondentes)

2ª rodada (22 respondentes)

Distribuição dos especialistas das instituições respondentes da área de missões científicas, por setor

Dentre as instituições contempladas nos resultados da 1ª etapa de consulta formal às instituições (1ª e 2ª rodadas), encontram-se:

a) Setor Público (6 instituições):

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais;

ANP - Agência Nacional do Petróleo;

EPL - Empresa de Planejamento e Logística;

ANAC - Agência Nacional de Aviação Civil;

CEMADEN - Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais;

CNPEM - Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais.

b) Academia (11 instituições):

UFLA - Universidade Federal de Lavras;

UFRN - Universidade Federal do Rio Grande do Norte;

UNB - Universidade de Brasília;

UFMG - Universidade Federal de Minas Gerais;

UFABC - Universidade Federal do ABC;

UFC - Universidade Federal do Ceará;

UFSCar - Universidade Federal de São Carlos;

UFU - Universidade Federal de Uberlândia;

UNIFESP - Universidade Federal de São Paulo;

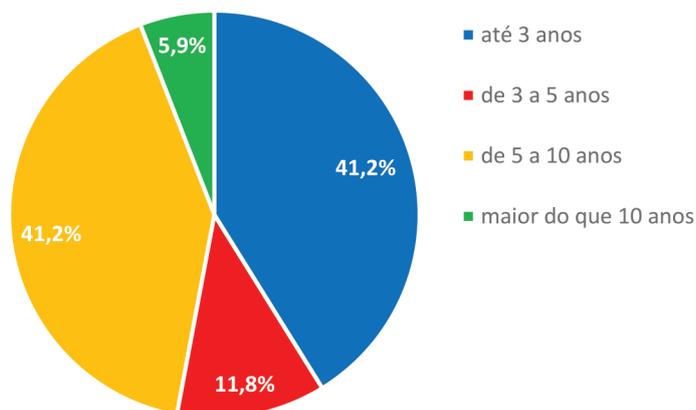
UTFPR - Universidade Técnica Federal do Paraná;

IFTO - Instituto Federal do Tocantins.

c) Setor Privado:

Projeto Albatroz

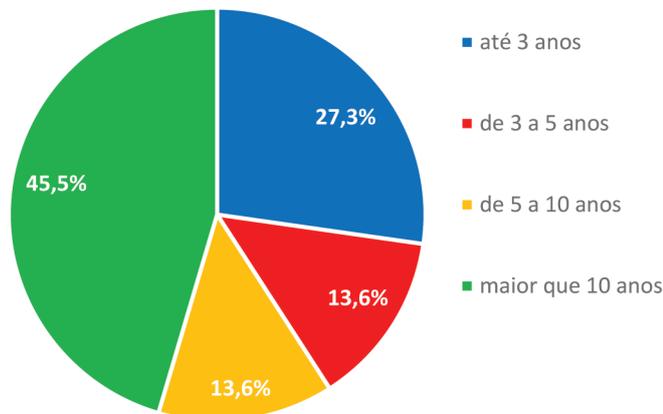
Durante a 1ª rodada, os 17 especialistas classificaram sua experiência profissional, em anos, na área e no planejamento de Missões Científicas, conforme gráfico ao lado.



Experiência profissional (em anos) na área de Missões Científicas (17 respondentes)

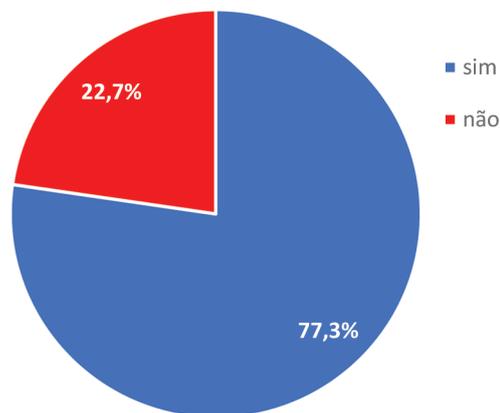
Durante a 2ª rodada, os 22 especialistas indicaram, também, a experiência profissional, em anos, na área de Missões Científicas, conforme gráfico a seguir. Os resultados apresentam apontam a alta experiência profissional dos participantes, o que qualifica ainda mais as argumentações apresentadas no relatório.

Experiência profissional (em anos) dos especialistas na área de Missões Científicas (22 respondentes)



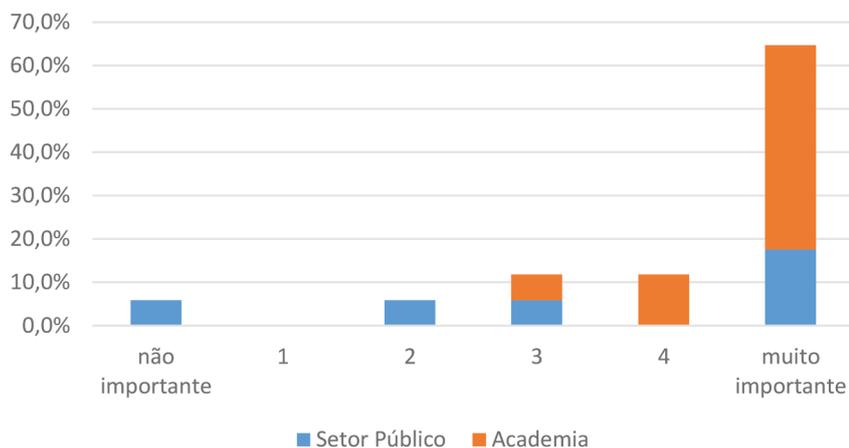
Dos 22 especialistas que participaram da 2ª rodada de consulta formal às instituições, 77,3% participaram da 1ª rodada. Os 22,7% restantes haviam sido indicados por suas instituições, mas acabaram por não preencher os questionários da 1ª rodada e contribuíram com o processo somente a partir da 2ª rodada.

Participação dos especialistas respondentes da 2ª rodada na rodada anterior (22 respondentes)



O gráfico a seguir apresenta a importância, segundo opinião de 17 especialistas, da participação da instituição no planejamento das atividades espaciais nacionais, em uma escala de 0 a 5, onde 0 significa “não importante” e 5 significa “muito importante”. As justificativas dos especialistas a respeito da importância da participação da instituição no planejamento das atividades espaciais são as seguintes: possibilidade de contribuição significativa para o desenvolvimento de novas tecnologias; apresentação de importantes considerações para a realização de novas missões; sinergias entre pesquisas científicas de ponta, estrutura técnica e desenvolvimento e qualificação de pessoal especializado a partir de objetivos em comum.

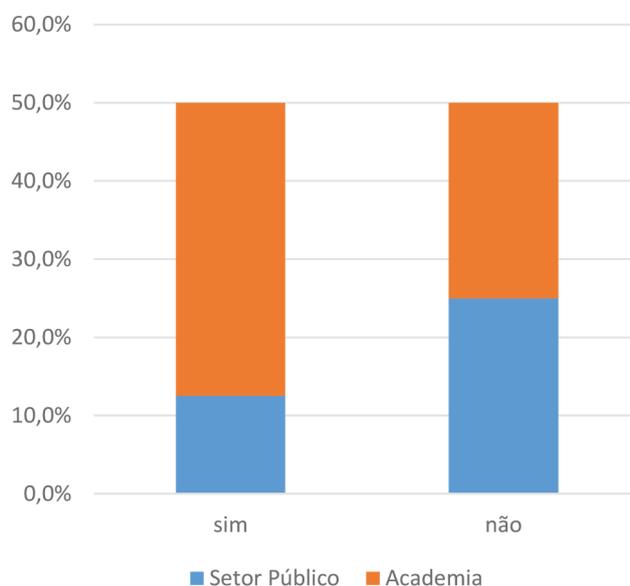
Importância da participação da instituição no planejamento das atividades espaciais (17 respondentes)



A respeito dos contatos anteriores das instituições com a Agência Espacial Brasileira, observou-se que 50% dos especialistas afirmaram que as suas instituições não tiveram contato ou reunião com a AEB. Por sua vez, outras instituições citaram reuniões com pautas referentes principalmente à área da educação, como a criação de cursos de pós-graduação em ciências e tecnologias aeroespaciais e discussão de projetos alinhados ao segmento espacial.

Observou-se, a partir dos resultados analisados, que há espaço para uma maior articulação da Agência Espacial Brasileira com a academia e principalmente com os setores público e privado para o desenvolvimento de atividades na área de missões científicas alinhadas às necessidades nacionais.

Ocorrência de contato anterior das instituições respondentes com a Agência Espacial Brasileira (16 respondentes)



## 2. ATIVIDADES INSTITUCIONAIS QUE UTILIZAM PRODUTOS E SERVIÇOS DE MISSÕES ESPACIAIS CIENTÍFICAS

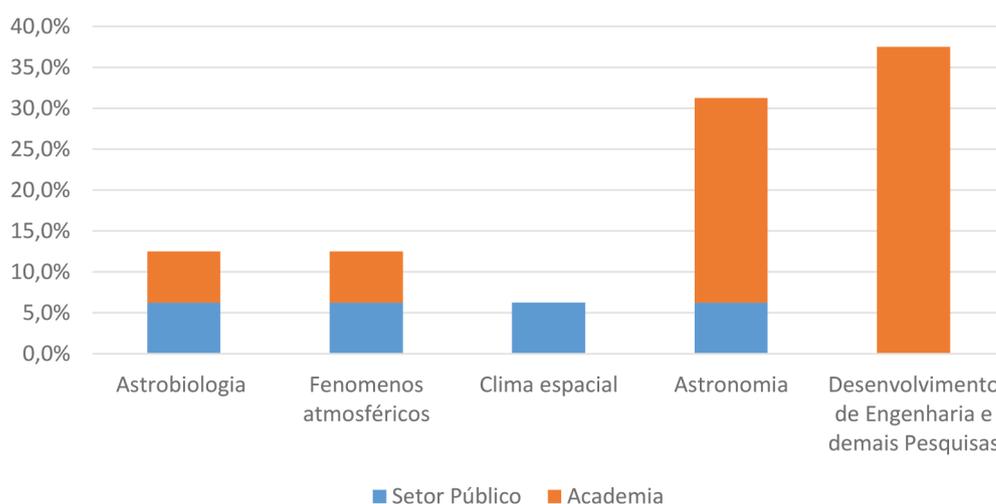
Satélites foram usados para exploração científica desde o início da era espacial. Tanto o Sputnik quanto o Explorer-1, respectivamente o primeiro e o segundo satélites a orbitarem o planeta Terra, realizaram experimentos científicos, tais como detecção de micro-meteoros e pesquisas de radiação. Algumas das missões mais caras e importantes da atualidade são científicas, tais como o Rover Curiosity, a Missão Rosetta e o Telescópio Espacial James Webb. O Brasil já construiu e lançou 2 satélites científicos de pequeno porte, conhecidos como Satélite de Aplicações Científicas 1 & 2 (SACI 1 & 2), ambos desenvolvidos pelo INPE. Além deles, o Brasil lançou as missões SERPENS-1, AESP-14 e NanoSatC-BRI, que foram missões científicas e tecnológicas na classe de nanosatélites.

Uma missão científica deve, sempre que possível, ser iniciada e acompanhada pela comunidade científica nacional e/ou internacional, pois nela há profissionais capazes de avaliar a real importância e a qualidade da ciência que um instrumento científico embarcado em um satélite pode produzir. Para tanto, a identificação de demandas nessa área traz um conceito mais amplo, que propõe a construção compartilhada de um planejamento de longo prazo das possíveis atividades a serem desenvolvidas pela AEB em conjunto com a comunidade científica.

De acordo com a Política Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais (PNDAE), o planejamento das atividades espaciais deve contemplar as aplicações da tecnologia espacial na

solução de problemas nacionais, em benefício da sociedade. Com base nas diretrizes da PNDAE, e tendo em vista o potencial de utilização de plataformas satelitais para a experimentos científicos, os especialistas respondentes indicaram e detalharam, ao longo da 1ª rodada de consulta formal às instituições nacionais, 26 atividades que utilizam produtos e serviços espaciais de missões científicas.

As atividades apresentadas foram classificadas em 5 categorias<sup>1</sup>, conforme mostra o gráfico a seguir.



Taxa de ocorrência de atividades institucionais em cada categoria, por setor (26 atividades indicadas)

A seguir, encontra-se um resumo das atividades institucionais indicadas pelos 17 especialistas no âmbito de cada categoria.

### **Categoria 1: Astrobiologia**

- Coleta de organismos em ambientes distintos – (programa em fase de planejamento);
- Desenvolvimento de metodologias e instrumentos capazes de manter culturas de microrganismos em órbita – (programa resposta de microrganismos e biomoléculas em ambiente planetário e espacial).

### **Categoria 2: Fenômenos Atmosféricos**

- Conhecimento sobre os mecanismos físicos de geração e propagação de bolhas ionosféricas – (programa mecanismos de geração de bolhas ionosféricas);
- Estudo de fenômenos de anomalia magnética – (programa anomalia magnética da América do Sul);

<sup>1</sup> Ao avaliar as respostas dos questionários relativos Missões Científicas, percebeu-se que muitos especialistas responderam tendo em mente demandas de desenvolvimento tecnológico (que foram categorizadas em 'Desenvolvimento de Engenharia e Demais Pesquisas'). Deve-se ter em mente esse efeito ao avaliar os dados apresentados nesse relatório preliminar.

- Estudo de fenômenos luminosos que ocorrem na alta atmosfera terrestre – (programa fenômenos transientes luminosos e de aeroluminescência);
- Estudos sobre as ondas de gravidade e suas manifestações ionosféricas – (programa efeitos da interferência construtiva das ondas de gravidades planetárias no clima troposférico)
- Estudos visando fenômenos ionosféricos que geram cintilações nos sinais de radiofrequência – (programa estudo dos fenômenos ionosféricos).
- Previsão de eventos geofísicos a partir de perturbações ionosféricas terrestres – (programa previsão de grandes eventos geofísicos a partir do espaço).
- Melhoria da previsão do tempo com a introdução de acoplamento entre atmosfera neutra e ionizada – (programa acoplamento atmosfera neutra – atmosfera ionizada).

### **Categoria 3: Clima espacial**

- Previsão de tempestades solares e mitigação de danos causados por eventos solares – (programa física solar e clima espacial).

### **Categoria 4: Astronomia**

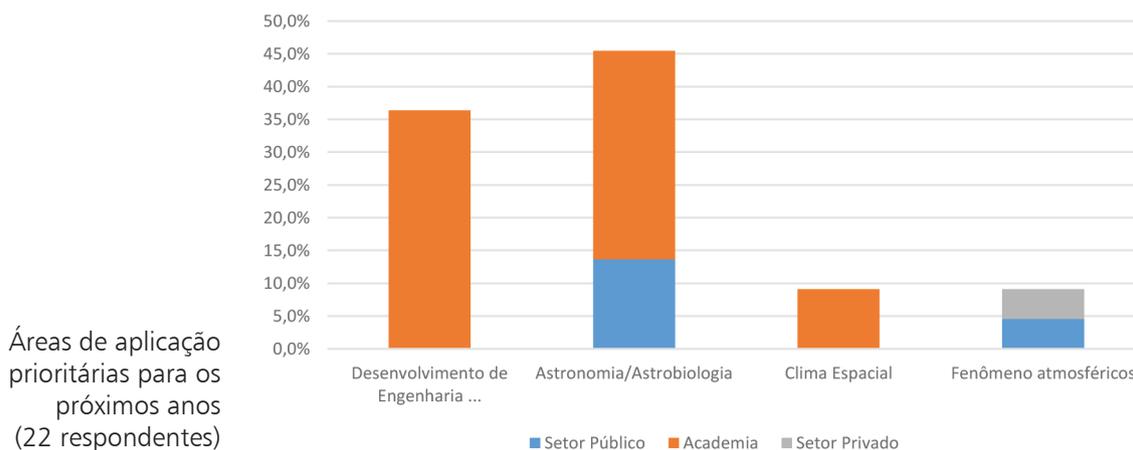
- Observação do centro da galáxia em Raios X – (programa satélites astrofísicos de altas energias).
- Radioastronomia de Júpiter, relacionando as emissões de rádio de Júpiter à lua Ganimedes – (programa estudo das emissões de rádio auroral dos planetas magnetizados no sistema solar).
- Pesquisas na área de transferência orbital com propulsão contínua e uso do fenômeno de captura gravitacional – (programa SMART I).
- Pesquisas na área de transferência orbital e missões para asteroides – (programa Rosetta).
- Pesquisas na área de transferências orbitais ótimas, anéis planetários, análise de missões – (programa New Horizons).
- Estudos em otimização de trajetórias espaciais e análise de missões – (programa Juno, Dow e Cassini-Huygens).
- Desenvolvimento de altímetro laser e espectrômetro infravermelho – (missão ASTER).
- Estudo de fontes compactas de raio-x - (programa estudo de raio-x de fontes astronômicas do Observatório de raios-x Chandra).
- Estudo de exoplanetas em nível didático, usando dados liberados pelo satélite Kepler - (programa estudo de exoplanetas).

### **Categoria 5: Desenvolvimento de engenharia e demais pesquisas**

- Missão SERPENS, desenvolvimento de estruturas, planejamento de trajetórias, propulsão e controle de atitude - (programa SERPENS).
- Planejamento de trajetórias de foguetes – (programa de desenvolvimento de veículos lançadores).

- Estudo de avaliação do efeito da microgravidade sobre a pressão intracraniana - (programa avaliação da pressão intracraniana de forma não invasiva).
- Desenvolvimento de CubeSat de coleta de dados para monitoração e o estudo do semiárido nordestino – (projeto satélite para análise e coleta de dados experimentais – SACODE).
- Desenvolvimento de processo de solda e manufatura aditiva usando arco de solda – (programa manufatura aditiva por soldagem a arco – MASA).
- Desenvolvimento de processos e consumíveis modernos de soldagem – (programa de tecnologia da soldagem – Grupo Laprosolda).
- Utilização da termografia infravermelha, na modalidade pulso rápido, para a inspeção e a caracterização quantitativa de danos em laminados compósitos - (programa avaliação de danos em materiais compósitos ocorridos em temperaturas criogênicas).

Diante das principais categorias de programas, processos e atividades em andamento, observadas ao longo da 1ª rodada de consulta formal às instituições nacionais, os especialistas selecionaram as áreas de aplicação de missões científicas que, em sua opinião, serão prioritárias ao país nos próximos anos e devem ser perseguidas por missões futuras do Programa Nacional de Atividades Espaciais (PNAE), conforme gráfico a seguir.



As justificativas apresentadas para a categoria “Desenvolvimento de Engenharia” foram:

- Fixação de competências nacionais para desenvolvimento de equipamentos voltados a diversas aplicações;
- Missões em habitats análogos à Marte (Habitat Marte), desenvolvendo pesquisas que associem espaço e sustentabilidade;
- Desenvolvimento e qualificação de tecnologias para o espaço estão diretamente ligados ao desenvolvimento nacional, melhoria da educação e aumento do PIB. O Brasil, país continental, não deve menosprezar esse setor estratégico se deseja avançar em seu crescimento de acordo com um plano consistente de desenvolvimento;
- Capacitação de novas gerações de engenheiros que se preparam desde a graduação para atuar na área;
- O desenvolvimento da Engenharia possibilita melhores condições de explorar outras aplicações.

As justificativas apresentadas para a categoria “Astronomia/Astrobiologia”, foram:

- Estudo das respostas cardiovasculares e cerebrais frente à microgravidade;
- A astrobiologia é uma área emergente em pesquisa espacial, seja para caracterizar a reposta de microrganismos e desenvolver novas metodologias para seu cultivo e aplicações biotecnológicas para missões espaciais, seja para a exploração planetária do sistema solar, seja para a busca de exoplanetas e sua caracterização espectroscópica. O investimento e o esforço científico nessa área estratégica para a pesquisa no Brasil são essenciais;
- Astrobiologia vista como a conexão entre a recuperação de áreas degradadas devido ao desconhecimento da interação atômica entre as componentes do solo e o crescimento de vida;
- Prospecção de gene/proteínas e metabólicos secundários que possam ser alterados devido ao efeito de microgravidade e que, no futuro, possam ter um papel biotecnológico importante na saúde e agricultura;
- Astrodinâmica - órbitas e trajetórias e análise de missões espaciais.

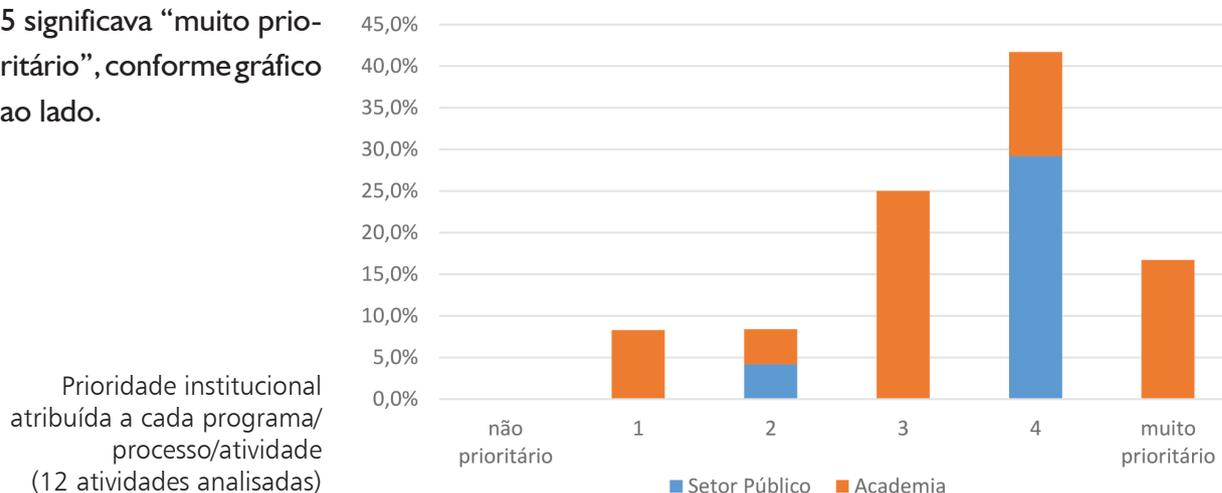
A justificativa apresentada para a categoria “Fenômenos Atmosféricos”, foi:

- A busca por traçadores biológicos em exoplanetas envolve o conhecimento de traçadores em atmosferas planetárias. Assim, experimentos originalmente desenvolvidos para estudo de fenômenos atmosféricos terrestres poderão fornecer o conhecimento e bagagem para esse salto científico-tecnológico.

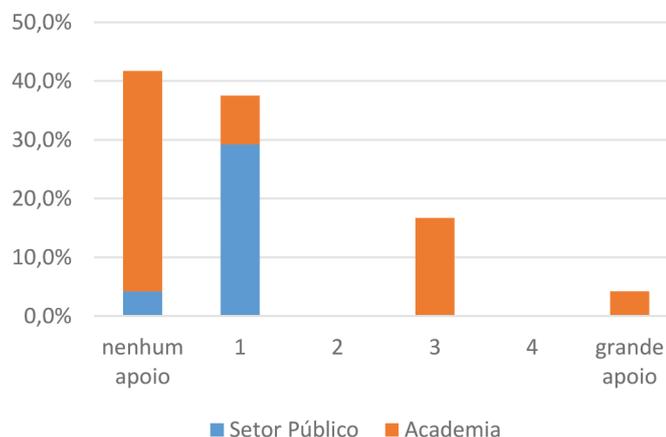
Não foram apresentadas justificativas para as demais categorias.

### 3. PRIORIDADES, NÍVEL DE APOIO GOVERNAMENTAL E UTILIDADE DOS DADOS OBTIDOS

Ao longo da 1ª rodada de consulta formal às instituições, os especialistas apresentaram diversos programas, projetos e atividades que produzem ou fazem uso de dados científicos de missões espaciais. Para cada programa, projeto ou atividade apresentados, foi indicada a prioridade dada pela instituição de origem, em uma escala de 0 a 5, onde 0 significava “não prioritário” e 5 significava “muito prioritário”, conforme gráfico ao lado.

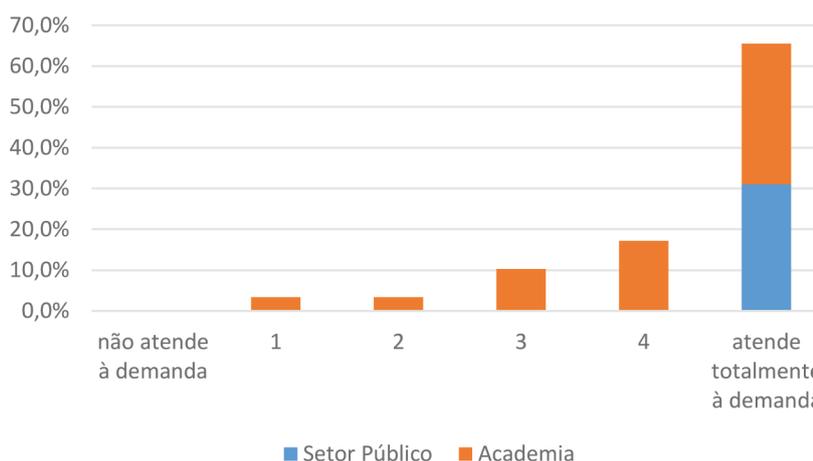


Já o nível de apoio do governo aos programas, processos e atividades das instituições, em uma escala de 0 a 5, onde 0 significa “nenhum apoio” e 5 significa “grande apoio”, é apresentado no gráfico a seguir. Observou-se que apenas 4,2% das atividades analisadas recebem grande apoio do governo. 16,7% recebem apoio satisfatório do governo e, por fim, 79,2% das atividades analisadas recebem nível baixo de apoio ou nenhum apoio do governo.



Nível de apoio do governo aos programas das instituições (12 atividades analisadas)

A respeito da utilidade dos dados obtidos no âmbito de cada projeto, os especialistas apontaram suas opiniões em uma escala de 0 a 5 onde 0 significa “não atendem à demanda” e 5 significa “atendem totalmente à demanda”. Observou-se que 65,5% dos especialistas afirmaram que os dados atendem totalmente à demanda. 10,3% dos especialistas apontam uma utilidade moderada dos dados obtidos e 3,4% afirmaram que os dados não atendem à demanda no âmbito dos projetos de cada instituição.



Utilidade dos dados de missões científicas para as instituições (6 demandas citadas)

A missão científica mais citada pelos especialistas foi a do Satélite TIMED – (Termosfera, Ionosfera, Mesosfera, Energética e Dinâmica), que foi lançado pela NASA em 2001. Este satélite, que se encontra a 625 km de altitude, observa a química e a dinâmica das regiões superiores da atmosfera terrestre e faz uso do instrumento SABRE, sensor de sondagem da atmosfera com radiometria de emissão de banda larga de 10 canais.

O segundo sistema satelital mais citado foi o EQUARS, que ainda se encontra em revisão de definição da missão (MDR) e tem expectativa de lançamento para 2020. Em relação a essa missão, estão sendo considerados os seguintes instrumentos:

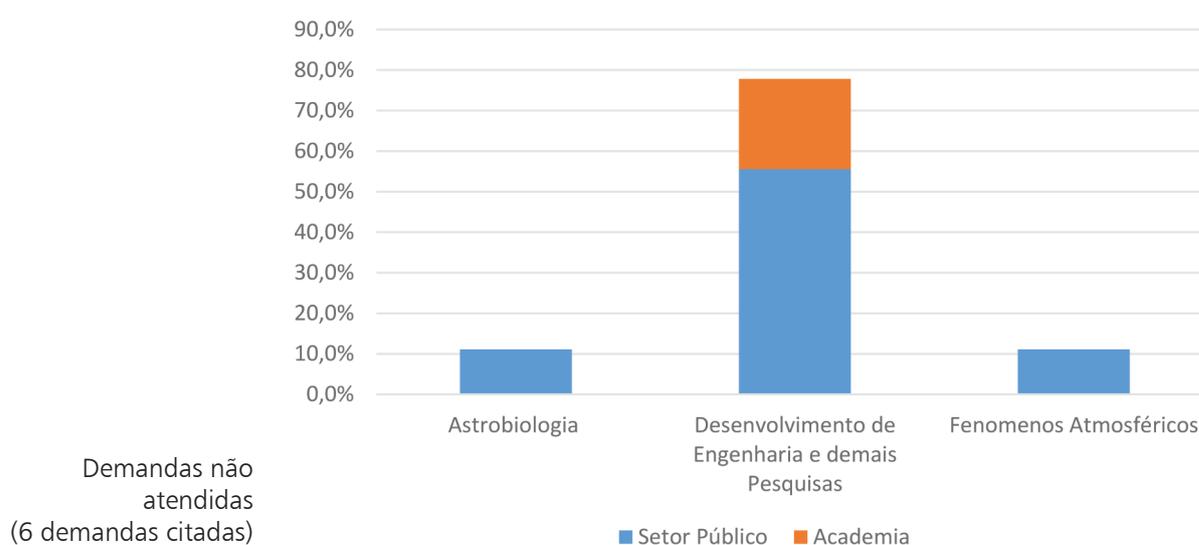
- GLOW, que é um fotômetro para registro de emissões de aeroluminescência;
- GROM, que é um receptor de sinais GPS;
- IONEX, que é um conjunto de sensores ionosféricos;
- ELISA, sensor de análise de energia eletroestática concebido para medir o fluxo e o espectro de energias dos elétrons;
- APEX, que é um detector de partículas energéticas.

O objetivo da missão é promover avanços científicos em Aeronomia Equatorial, com ênfase no entendimento dos fenômenos físicos que perturbam o comportamento do plasma ionosférico.

#### 4. DEMANDAS NÃO ATENDIDAS

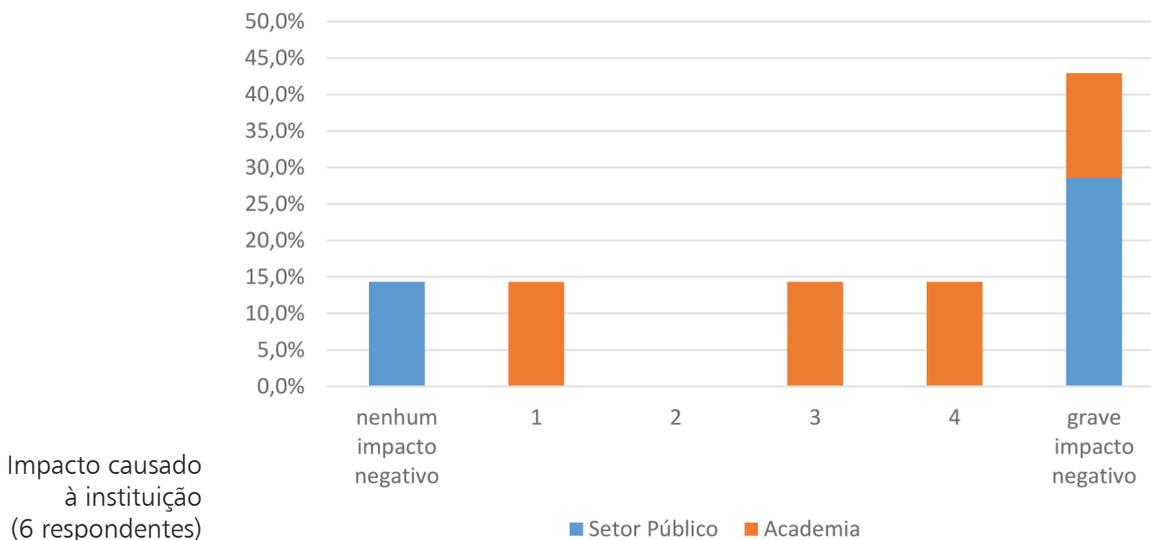
Alguns especialistas apontaram demandas não atendidas no âmbito das instituições, por ausência de dados de Missões Científicas, em três categorias – desenvolvimento de engenharia, astrobiologia e fenômenos atmosféricos. As considerações dos especialistas encontram-se a seguir:

- Necessidade de disponibilização de plataforma espacial para experimentos científicos;
- Demanda pelo desenvolvimento de um satélite (classe 150kg) para estudo da ionosfera equatorial sobre o Brasil, incluindo o estudo da anomalia magnética da América do Sul;
- Ausência de recurso para exploração do espaço profundo;
- Dificuldades no desenvolvimento de sistemas de propulsão.

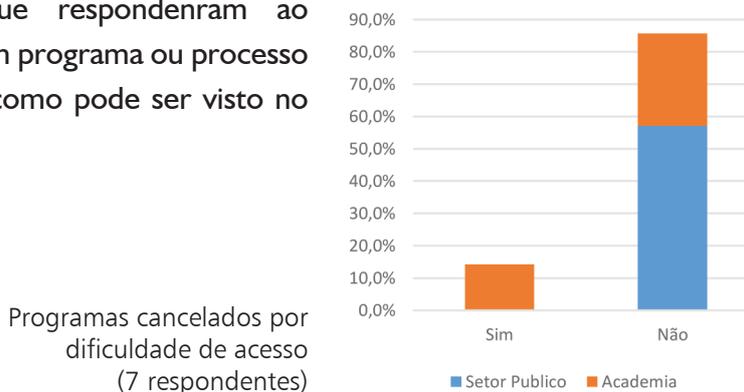


O gráfico a seguir apresenta o impacto do não atendimento às demandas identificadas, segundo opinião dos especialistas, dentro de uma escala de 0 a 5, onde 0 significa “nenhum impacto

negativo” e 5 significa “grave impacto negativo”. Verificou-se que para 42,9% dos especialistas, o não atendimento da demanda ocasiona grave impacto negativo.



Os especialistas indicaram, ainda, quantos programas e processos na área de Pesquisa e Desenvolvimento e Inovação foram cancelados nos últimos 10 anos por dificuldade de acesso a dados de Missões Espaciais Científicas compatíveis às necessidades institucionais. Observou-se que 85,7% dos especialistas que responderam ao questionário informaram que nenhum programa ou processo em suas instituições foi cancelado, como pode ser visto no gráfico ao lado.



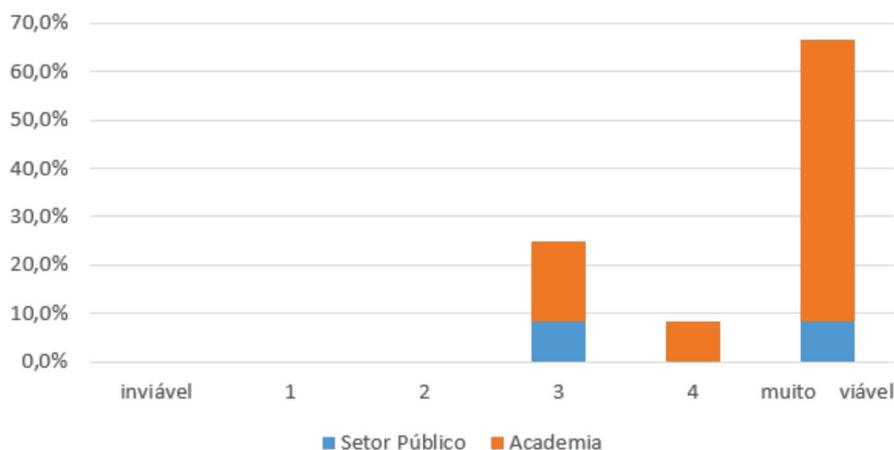
A única justificativa apresentada pela instituição que teve programa cancelado, por dificuldade de acesso a dados, relacionava-se ao cancelamento de programa de coleta de dados geofísicos através de mais de 100 estações sismológicas devido ao custo do aluguel de satélites.

De um modo geral, as instituições nacionais tendem a se adaptar à realidade, planejando ou ajustando seus projetos aos produtos e serviços espaciais disponíveis.

## 5. VIABILIDADE DE UTILIZAÇÃO DE DADOS CIENTÍFICOS

Alguns projetos de pesquisa e desenvolvimento são conduzidos com base em dados científicos de missões espaciais, nacionais e/ou estrangeiras, disponibilizados para a sociedade. Ao longo da 1ª rodada de consulta formal às instituições nacionais, os especialistas indicaram a viabilidade de

utilização de dados científicos atualmente disponibilizados para a sociedade, de modo a gerar resultados científicos relevantes, em uma escala de 0 a 5, onde 0 significa “inviável” e 5 significa “muito viável”. Observou-se que 66,7% dos especialistas apontaram que os dados disponibilizados apresentam potencial de utilização em programas, projetos e atividades nacionais, como pode ser visto no gráfico a seguir.



Viabilidade de utilização dos dados (12 respondentes)

As justificativas apresentadas pelos especialistas a respeito deste tema relacionam-se à evolução da ciência, ao desenvolvimento da nação e ao bem-estar da sociedade, conforme listado a seguir:

- Dados científicos abertos ao público contribuem para que os trabalhos possam ser conduzidos em âmbito mais abrangente;
- Dados científicos de missões espaciais ampliam o conhecimento humano em vários setores, tal como o monitoramento do território e das fronteiras;
- Dados produzidos por missões espaciais normalmente dizem respeito a questões que fazem avançar diretamente o conhecimento científico e tecnológico da comunidade envolvida;
- Possibilidade de compartilhar e usar a análise dos dados em vários níveis e vários tipos de aplicações;
- A promoção e o desenvolvimento da ciência só podem ser feitos garantindo o acesso à informação ao maior número de pessoas que podem trabalhar em conjunto para analisar um aspecto particular do problema científico;
- A utilização de dados de missões espaciais científicas exige *know-how* de recursos humanos, especificamente em Tecnologia da Soldagem;
- Uso dos dados para estudo de falhas em circuitos integrados em ambiente espacial e uso de dados para estudo da ionosfera;
- Dados disponibilizados à comunidade científica tem alto potencial de utilização e de geração de avanços científicos;

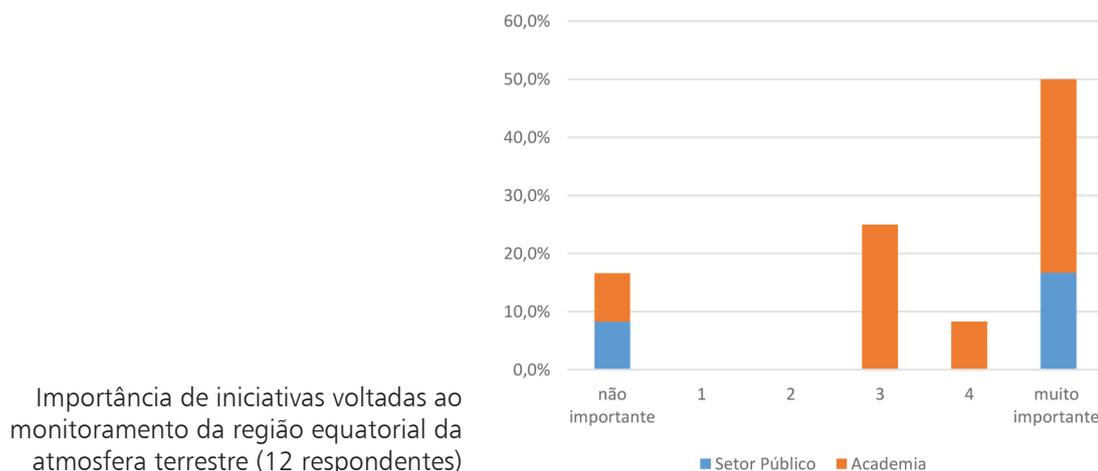
- São poucos os trabalhos científicos passíveis de serem realizados apenas com dados gerados em solo, a maioria requer dados de missões espaciais;
- Dados disponibilizados por missões científicas espaciais podem indicar linhas de pesquisas e despertar vocações;
- Dados produzidos por pesquisadores participantes de um projeto nacional de experimentos científicos poderiam ser disponibilizados de forma aberta para pesquisadores do país, de maneira a otimizar os custos com as missões espaciais;
- O Brasil tem que produzir os seus próprios experimentos e satélites ou se associar a missões que possam contribuir de forma marcante com o avanço do conhecimento.

## 6. IMPORTÂNCIA DAS MISSÕES CIENTÍFICAS AO PAÍS

O Programa Nacional de Atividades Espaciais vigente elenca duas características de missões científicas a serem perseguidas:

- a) o monitoramento da região equatorial da atmosfera terrestre para apoiar estudos dos fenômenos que nela ocorrem e sua relação com o clima espacial e a meteorologia; e
- b) pesquisa em astronomia, destinada a monitorar e coletar imagens de uma região do céu muito rica em fontes emissoras de raios X.

Ao longo da 1ª rodada de consulta formal às instituições nacionais, os especialistas indicaram a importância de iniciativas voltadas ao estudo da atmosfera e do clima espacial, em uma escala de 0 a 5, onde 0 significa “não importante” e 5 significa “muito importante”, como pode ser visto no gráfico a seguir.



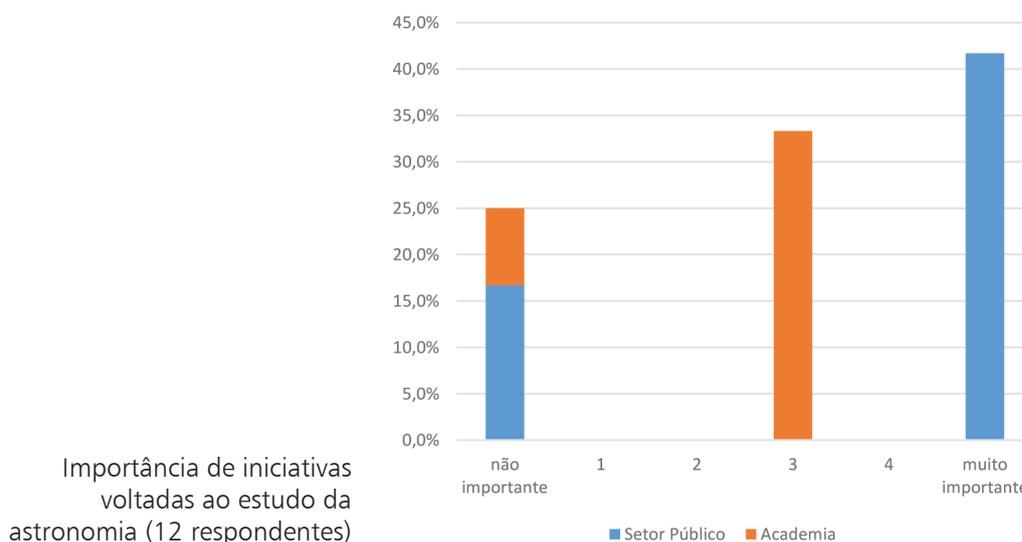
Para valores de 0 a 2, os especialistas fizeram as seguintes considerações:

- Ausência de interesse institucional em pesquisas relacionadas;
- Inexistência de grupos de estudo dedicados ao assunto.

Para valores de 3 a 5, os especialistas fizeram as seguintes considerações:

- A formação de recursos humanos qualificados nessas áreas do conhecimento traz inúmeros benefícios ao país;
- Interessa à Academia a participação no planejamento e no desenvolvimento de tais missões, promovendo, assim, a formação de recursos humanos qualificados para o setor e a produção de expertise;
- Possibilidade de uso e análise dos dados em vários níveis e de várias formas;
- Possibilidade do país ter, à sua disposição, uma plataforma para estudos dos efeitos do clima e do ambiente espacial na região equatorial;
- O monitoramento da região equatorial, tanto para a atmosfera neutra quanto ionizada, pode promover o avanço do conhecimento científico e o desenvolvimento de tecnologias;
- Importância da fabricação e reparo de peças, componentes e estruturas soldadas a serem utilizadas em missões espaciais científicas;
- Toda e qualquer missão que abranja a região equatorial pode gerar melhorias nos modelos de previsão climática para a região Nordeste do Brasil.

Os resultados que representam a opinião dos especialistas em relação à importância de iniciativas voltadas ao estudo da astronomia, em uma escala de 0 a 5, onde 0 significa “não importante” e 5 significa “muito importante”, são encontrados no gráfico a seguir.



Para valores de 0 a 2, os especialistas fizeram as seguintes considerações:

- Inexistência de grupos de estudo dedicados a esse tipo de pesquisa;
- Inexistência de iniciativas institucionais na área;
- Ausência de interesse institucional nas pesquisas em astronomia e ciências espaciais, apesar dos temas serem relevantes.

Para valores de 3 a 5, os especialistas fizeram as seguintes considerações:

- Há interesse institucional de participação no desenvolvimento de instrumentação e na fabricação e reparo de peças, componentes e estruturas soldadas a serem utilizadas em missões espaciais;
- Contribuição ao desenvolvimento tecnológico de ponta na análise de dados mais complexos e na educação e divulgação científicas;
- Estudos importantes para a continuidade das pesquisas institucionais;
- Estudo do comportamento de arquiteturas reconfiguráveis para sistemas de computação tolerantes a falha;
- Missões em astronomia como MIRAX são complementares às missões em aeronomia/física solar, permitem o desenvolvimento de instrumentos para o estudo do cosmos e ampliam a capacidade de desenvolvimento tecnológico do país.

Os especialistas indicaram, também, iniciativas de missão científica que consideram oportunas para o país, conforme observado a seguir:

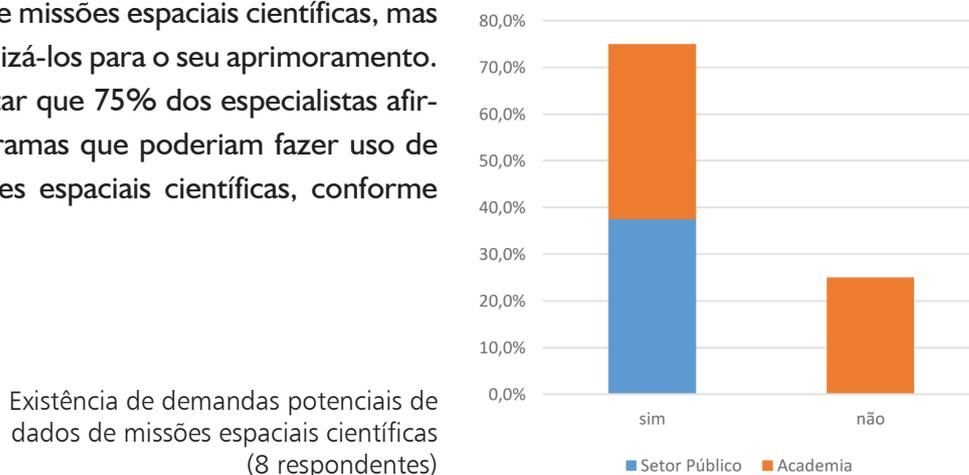
- Necessidade nacional na área de sensoriamento remoto, principalmente em relação ao uso de cubesats;
- Desenvolvimento de plataforma nacional para missões científicas;
- Busca e caracterização de exoplanetas com o uso de cubesats;
- Construção de telescópios de raios cósmicos de boa resolução espacial e espectral para o estudo de raios solares e galácticos;
- Desenvolvimento de um ou mais satélites dedicados ao monitoramento solar e do clima espacial;
- Monitoramento de facilidades em áreas críticas a partir da caracterização de fenômenos de subsidência e/ou soerguimento da superfície do solo através de técnicas de interferometria SAR;
- Pesquisa de biomedicina espacial;
- Desenvolvimento de nanossatélites e sensores.

## 7. DEMANDAS FUTURAS

De acordo com a PNDAE, as ações governamentais na área espacial devem ser organizadas através de programas, de forma a garantir que os resultados almejados se materializem em benefícios concretos para a sociedade brasileira. Uma missão espacial geralmente apresenta um longo prazo de maturação, ou seja, desde a sua concepção até a sua consolidação como fornecedora de produtos e serviços à sociedade leva-se em torno de 5 a 7 anos, dependendo dos desafios tecnológicos associados. Segundo Lima (2018), o processo de identificação e análise de demandas nacionais ao setor espacial tenta estimular o pensamento voltado ao futuro, de forma a considerar,

dentre as necessidades nacionais existentes, as que permanecerão no longo prazo, bem como as possíveis demandas futuras e as tendências tecnológicas da área espacial e suas aplicações.

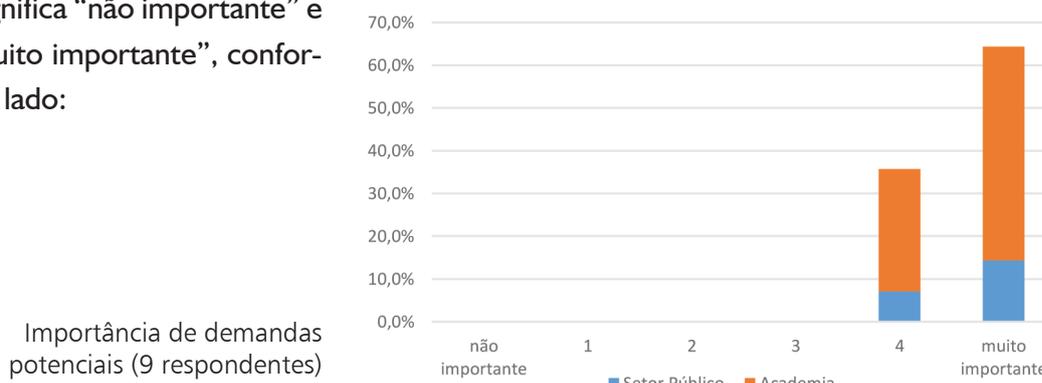
De forma a identificar demandas potenciais nas instituições nacionais, o questionário da 1ª rodada apresentou uma pergunta referente à existência de programas e processos que ainda não utilizam produtos de missões espaciais científicas, mas que podem vir a utilizá-los para o seu aprimoramento. Foi possível constatar que 75% dos especialistas afirmaram haver programas que poderiam fazer uso de produtos de missões espaciais científicas, conforme gráfico ao lado:



As considerações apresentadas pelos especialistas encontram-se a seguir:

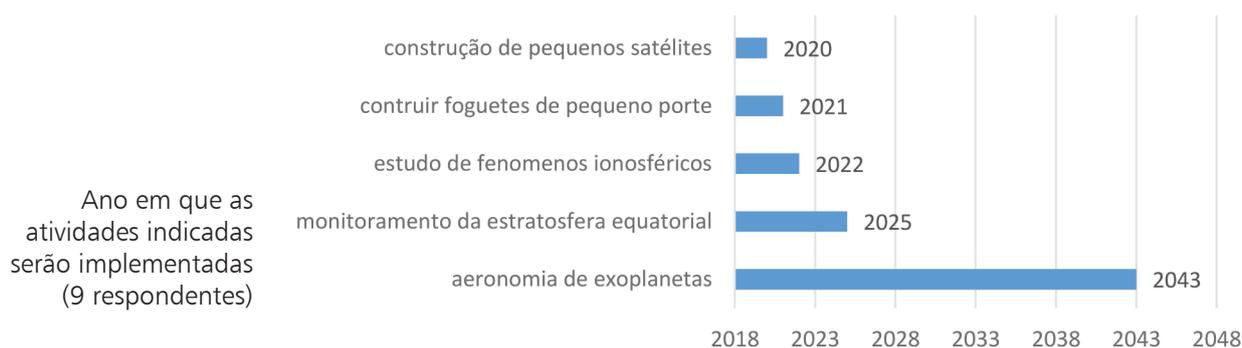
- Tais programas concentram-se na área de teste do ambiente espacial, testes de eletrônica e de sensores e na área de sensoriamento remoto para fins de agricultura;
- Programas e processos que utilizam sistemas de observação da Terra, ou poderiam utilizar, e que são terceirizados através de licitação;
- Pesquisa em ondas gravitacionais poderiam vir a utilizar satélites nacionais;
- Construção de pequenos foguetes de sondagem, análise de missões espaciais, desenvolvimento de veículos espaciais de pequeno porte (nano, microsatélites para coleta de dados);
- Alguns departamentos da universidade se beneficiariam na obtenção de mais dados de missões espaciais científicas, tais como o de Física, Farmácia e Geografia;
- Monitoramento ionosférico, que atualmente é feito via radiofrequência em solo;
- Coleta de dados atmosféricos, realizada atualmente por rádio sondagem via balão.

Durante a 1ª rodada, os especialistas indicaram também a importância das atividades que no futuro dependerão de produtos ou serviços de missões espaciais científicas, em uma escala de 0 a 5, onde 0 significa “não importante” e 5 significa “muito importante”, conforme gráfico ao lado:



Os especialistas apontaram, em suas manifestações, detalhes dos possíveis processos/atividades futuros de sua instituição e o ano em que poderão ser implementados. Foi possível observar que algumas atividades serão efetivadas em um período de três anos, como por exemplo a construção de pequenos satélites e a construção de foguetes de pequeno porte. Há atividades, porém, com previsão de longo prazo, como por exemplo a aeronomia de exoplanetas. As respostas apresentadas pelos especialistas podem ser vistas a seguir:

- Desenvolvimento de sensores e eletrônica sensíveis na faixa do ultravioleta e raios X, com grande resistência à radiação. Esse tipo de sensor é essencial para medidas em ambiente espacial e poderia ter aplicações em sensoriamento remoto e astronomia. Sem previsão de implementação;
- Aeronomia de exoplanetas – técnicas de aeronomia para estudo das atmosferas superiores de exoplanetas em busca de traçadores que naturalmente pudessem ser associados com a biodiversidade do planeta estudado. Previsão para 2043.
- Construção de pequenos satélites e foguetes de pequeno porte – necessitariam de laboratórios de estruturas espaciais e propulsão e laboratórios de astronomia dinâmica e de análise de missões espaciais. Previsão para 2020/2021.
- Estudo dos fenômenos ionosféricos - experimento que possa medir in situ os parâmetros do plasma ionosférico durante a ocorrência de cintilações. Necessária órbita equatorial baixa, por ser capaz de observar vários parâmetros de plasma simultaneamente e ter duração de no mínimo meio ciclo solar (5-6 anos). Previsão para 2022.
- Monitoramento da estratosfera equatorial - inferir os impactos no clima troposférico e espacial da ressonância construtiva das ondas de gravidades de escala – estação de coletas de dados estratosférica para o contínuo monitoramento dos parâmetros atmosféricos. Requisitos: permanecer ativo na estratosfera por um período de no mínimo 1 mês, ser autossuficiente, transmitir os dados coletados em tempo real. Previsão para 2025.
- Desenvolvimento de nanossatélites – todas as etapas de nanossatélites com diferentes sensores, tanto para monitoramento de climatologia, espaçamento de sinais de internet e sensores para estudos científicos. Previsão para 2020.
- Amostras de origem espacial (solo, ar, líquidos) – coletas com critério e planejamento prévio. Sem previsão informada.
- Teste de aplicações espaciais em ambiente relevante – desenvolvimento com alunos de atividades que levem a projeto, construção e teste de componentes espaciais, necessitando de validação em ambiente relevante. Sem previsão informada.

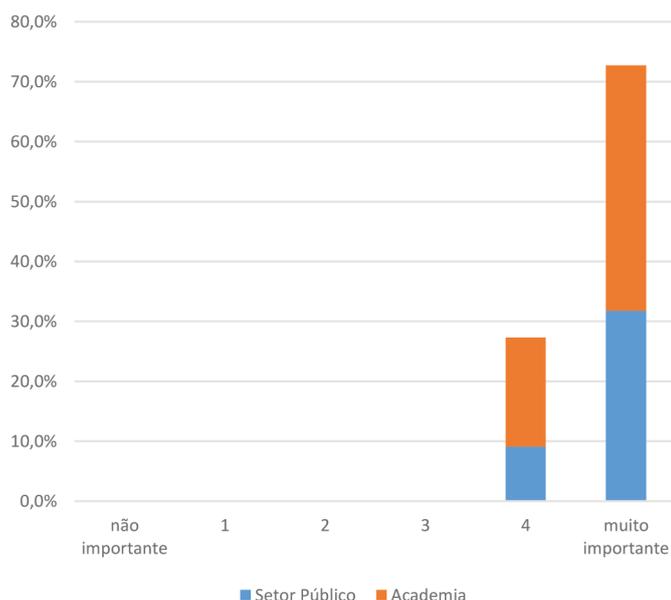


A respeito das possíveis áreas de aplicações de missões espaciais científicas no país para os próximos 10 a 20 anos, os especialistas apontaram as seguintes sugestões:

- Plataforma científica – plataforma multipropósito, para o uso de nanossatélites. Requisitos se concentram na versatilidade de carga, disponibilidade de potência, monitoração e controle de parâmetros ambientais, capacidade de comunicação de dados;
- Astronomia – plataforma multipropósito servindo de base para estudos fundamentais na área de astronomia. Requisitos se concentram no espaço para ótica, controle de temperatura, longa duração, controle de apontamento com precisão;
- Base tecnológica – desenvolvimento de tecnologia eletrônica, ótica, de controle orbital, comunicações, rastreamento, integração, software e gerenciamento de alta complexidade. Requisitos se baseiam na capacidade de potência, memória e comunicação, bem como a possibilidade de realização de experimentos in situ;
- Sensoriamento remoto – uso de grande constelação de nanossatélites. Requisitos observados se concentram na grande quantidade de satélites, rapidez e largura de banda de comunicação, qualidade ótica;
- Sensoriamento remoto – monitoramento do território nacional e de recursos naturais para substituir tecnologias utilizadas no passado, com redução de custos e complexidade. Requisitos observados se concentram em ter um programa consistente que crie e apoie o início das atividades e o contato da academia com as instituições interessadas nos resultados;
- Monitoramento da Zona Econômica Exclusiva – caracterização de sistemas petrolíferos ativos em bacias sedimentares marinhas e monitoramento de derramamentos de óleo e demais fenômenos. O principal requisito seria o desenvolvimento de um satélite com sensor radar nas bandas X e C;
- Monitoramento de biomas e sua relação com as atividades da indústria do petróleo – caracterização de sistemas petrolíferos ativos em bacias sedimentares terrestres e monitoramento de facilidades e demais fenômenos. Requisito concentra-se em satélite com sensor radar na banda L;
- Aeronomia de Clima Espacial – mecanismos de acoplamento da atmosfera neutra ionizada. Requisitos concentram-se no tipo de órbita equatorial, altitude entre 500 a 800km, infraestrutura de solo e armazenamento de dados semelhantes ao da missão EQUARS;
- Aeronomia de Exoplanetas – envolve aeronomia, astrofísica e sensoriamento remoto. Requisitos iguais aos vistos no satélite James Webb e o engajamento do Brasil em colaboração internacional;
- Observador Solar – medidas de alta resolução temporal e espacial da fotosfera solar e medidas do campo magnético solar. Requisitos poderiam ser órbita do tipo geoestacionária;

- Monitoramento da Terra a partir do espaço – meteorologia, exploração de recursos naturais, proteção ambiental, segurança. Requisitos seriam fortalecer o INPE como desenvolvedor desses veículos e produzir a maior parte possível dos componentes em solo brasileiro;
- Lançamento de veículos espaciais – fortalecimento da indústria nacional para se chegar ao espaço de forma independente. Requisitos seriam investir no desenvolvimento de foguetes;
- Instituir programa de exploração espacial planetária – fomentar o desenvolvimento de missões ao espaço profundo, lua, planetas e asteróides. Requisito seria convencer a classe política e a sociedade da importância de pesquisas no espaço;
- Monitoramento de mudanças globais – Cubesats científicos específicos para coleta de dados diretamente relacionados com as mudanças globais e sua influência no território nacional. Requisitos seriam um maior contato com a academia para levantamento de demandas e identificação de parceiros para a empreitada e o planejamento de um programa consistente voltado a esse fim;
- Educação – montagem e lançamento de Cubesats com experimentos simples, propostos pela comunidade estudantil. Requisitos são a existência e a divulgação ampla de um programa específico para esse fim; estabelecimento de parcerias com instituições públicas e da iniciativa privada; bolsas para alunos participantes;
- Monitoramento em tempo real das atmosfera e ionosfera – monitoramento dos parâmetros atmosféricos e ionosféricos em tempo real sobre a região brasileira para aplicações no clima troposférico e espacial. Requisitos são o desenvolvimento de satélite que monitora a troposfera e ionosfera sobre a região brasileira em tempo real para estudo e previsão de fenômenos extremos que podem afetar o país;
- Ciência de base – raios X e Gama e campo magnético terrestre. Missões científicas para medições diversas, como camada de ozônio, variação no campo magnético terrestre, mapeamento de anomalia do Atlântico Sul, medição da atividade solar, identificação de fontes emissoras de raios X e gama. Requisitos concentram-se na existência de um programa consolidado e de expertise local para atender a demanda, levando ao desenvolvimento de pequenas empresas para suprir o setor, de alto cunho tecnológico, ligadas à academia;
- Biomedicina espacial – estudo do efeito da microgravidade e das radiações cósmicas no corpo humano. Requisitos são satélites cubesats, sistema de monitoramento de carga útil, sistema de manutenção de carga útil e sistema de laboratório em chip.

Em sequência, foi questionado o nível de importância dessas futuras aplicações para o país, em uma escala de 0 a 5, onde 0 significa “não importante” e 5 significa “muito importante”. Constatou-se que 72,7% dos especialistas apontaram que as futuras aplicações terão muita importância, conforme gráfico a seguir.



Importância das futuras aplicações para o país  
(11 respondentes)

Os especialistas também se manifestaram quanto as principais tendências na área de Missões Espaciais Científicas que devem ser consideradas no planejamento das atividades espaciais.

Para os especialistas do Setor Público, as principais tendências serão:

- Missões de observação da Terra;
- Minimização do custo com nanossatélites, lançadores mais baratos e reaproveitáveis, eletrônica e sistemas de voo de bancada;
- Planejamento, construção e lançamento da primeira missão científica nacional caracterizada como uma constelação de satélites de órbita baixa, portando sensores SAR (bandas C, L e X);
- No curto prazo, desenvolvimento satélites voltados ao estudo do clima espacial e a observação solar (missões EQUARS, EQUARS-2 e MIRAX);
- Missões voltadas ao estudo de exoplanetas dominará a ciência a nível mundial no futuro.

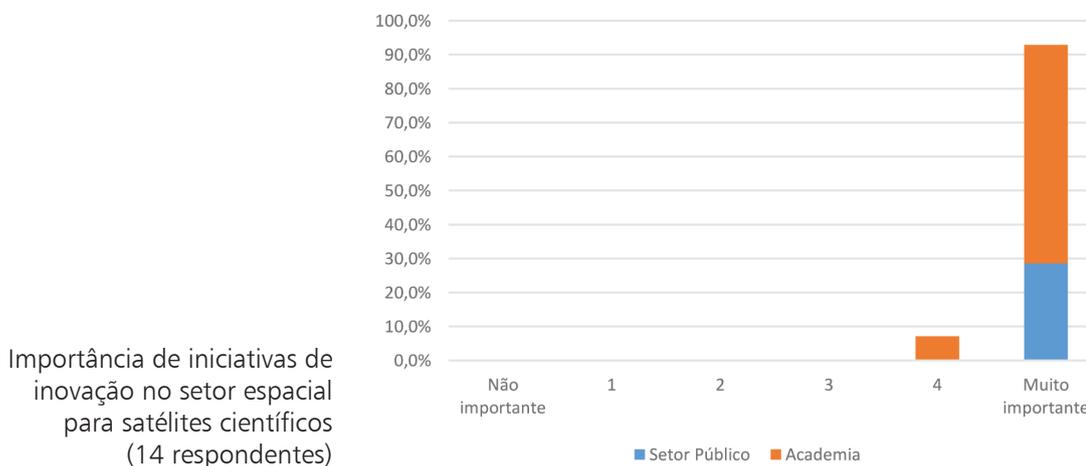
Para os especialistas da Academia, as principais tendências são:

- Satélites de pequeno porte, de menor vida útil e de menor custo, com uso de componentes COTS;
- Monitoramento do clima troposférico e espacial;
- Aprimoramento da tecnologia de soldagem aplicada a missões espaciais científicas;
- Identificação de radiação, estudo da atmosfera e avaliação da integridade dos satélites e espaçonaves; e
- Missões voltadas as áreas meteorológicas, meio ambiente, comunicação e científicas.

## 8. IMPORTÂNCIA DE INICIATIVAS DE INOVAÇÃO NO SETOR ESPACIAL PARA SATÉLITES CIENTÍFICOS

A Agência Espacial Brasileira tem analisado tendências tecnológicas na área de pesquisa e desenvolvimento espacial, tais como nanossatélites e plataformas de alta altitude. Essas tecnologias estão amadurecendo rapidamente e, em alguns casos, mostram-se viáveis à complementação dos serviços providos por satélites de grande porte, reduzindo custos e garantindo a sua continuidade. Mudanças tecnológicas em plataformas orbitais podem oferecer oportunidade para iniciativas espaciais inovadoras no Brasil.

Considerando a necessidade do fornecimento de acesso ao espaço para atender a demandas de experimentos científicos e considerando os custos reduzidos dos satélites de pequeno porte, os especialistas respondentes avaliaram a importância de iniciativas de inovação no setor espacial para satélites científicos, em uma escala de 0 a 5, onde 0 significa “não importante” e 5 significa “muito importante”, conforme gráfico a seguir.



Observou-se que 92,9% dos especialistas afirmaram serem muito importantes iniciativas de inovação no setor espacial, com base nas justificativas apresentadas a seguir:

- Em missões relacionadas com estimativas de chuvas e hidrologia, seria ótimo um satélite de baixo custo que pudesse ajudar a identificar áreas vulneráveis a enchentes e a deslizamentos de terra;
- A área de ciências espaciais pode ser um excelente catalisador para o desenvolvimento tecnológico e econômico do país. Investir em sistemas de baixo custo, tais como nanossatélites ou cubesats, é estratégico diante de nossa realidade econômica e política. Essa pode ser nossa principal porta de acesso ao espaço e grande impulsionador do desenvolvimento tecnológico, eletrônico e econômico do país;
- Necessidade de maior independência do país em relação a missões científicas estrangeiras;
- O desenvolvimento de ciência de ponta com nanossatélites é uma forma de atrair jovens talentos das universidades e fomentar o desenvolvimento de um sistema nacional que possa ser explorado comercialmente por empresas desenvolvedoras nacionais;

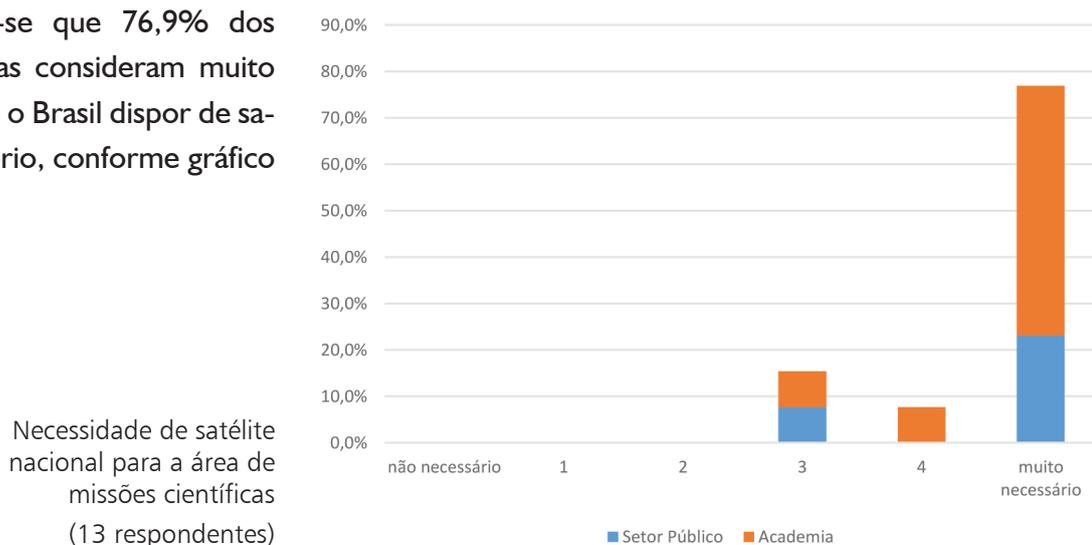
- Desenvolvimento científico, fomentado em institutos de pesquisa e universidades para garantir o desenvolvimento tecnológico;
- Importante para a formação de mão de obra qualificada, levando projetos espaciais adiante de forma eficaz;
- Iniciativas de inovação no setor espacial para satélites científicos são de suma importância às pesquisas voltadas à grande área da astrobiologia;
- Diante do crescente avanço tecnológico, é possível baixar os custos e aumentar a qualidade e durabilidade dos satélites e das cargas úteis que os mesmos levam;
- O setor espacial tem importância estratégica para o país, tendo em vista o grande número de tecnologias de ponta que reúne e utiliza e, conseqüentemente, o alto nível de expertise que produz;
- Iniciativas assim são importantes, uma vez que plataformas pequenas para satélites científicos, como o padrão Cubesats, permitem que instituições menores tenham acesso a lançamentos de experimentos com um menor custo, o que possibilita que a equipe tenha foco nos experimentos, já que o satélite e seu lançamento apresentam menor custo e menor demanda de tempo de projeto;
- O domínio da tecnologia de fabricação e reparo de peças, componentes e estruturas soldadas a serem utilizadas em missões espaciais científicas é fundamental para um país como o Brasil;
- Inovações neste setor estão na vanguarda do conhecimento e os resultados obtidos aqui podem ser aplicados a outros setores;
- Os pequenos satélites e o uso de plataformas de alta altitude representam o futuro da pesquisa científica, além disso as plataformas de alta altitude são um elemento chave para apoiar o desenvolvimento de novas tecnologias e para testar, com um sistema de menor custo, as tecnologias a serem enviadas a órbita;
- Desenvolvimento de tecnologia de ponta, maior conectividade das regiões e um grande impacto na educação permitiria um destaque no desenvolvimento de ciência e tecnologia do país.

## 9. NECESSIDADE DE SATÉLITES NACIONAIS

A dependência de missões espaciais estrangeiras para a obtenção de produtos e serviços oriundos de tecnologias espaciais em diferentes setores de atuação do Estado Brasileiro tem despertado no país um sentimento cada vez maior de que é preciso um intenso investimento no Programa Espacial Brasileiro, de forma a permitir que as missões planejadas sejam implementadas e atendam às demandas da sociedade.

Ao longo da 1ª rodada de consulta formal às instituições, avaliou-se a necessidade de o Brasil ter um ou mais satélites nacionais que disponibilizem dados científicos para aplicações de interesse, em uma escala de 0 a 5, onde 0 significa “não necessário” e 5 significa “muito necessário”.

Observou-se que 76,9% dos especialistas consideram muito necessário o Brasil dispor de satélite próprio, conforme gráfico a o lado.



As justificativas para a necessidade de um satélite nacional e a consequente disponibilização de dados científicos para aplicações de interesse foram:

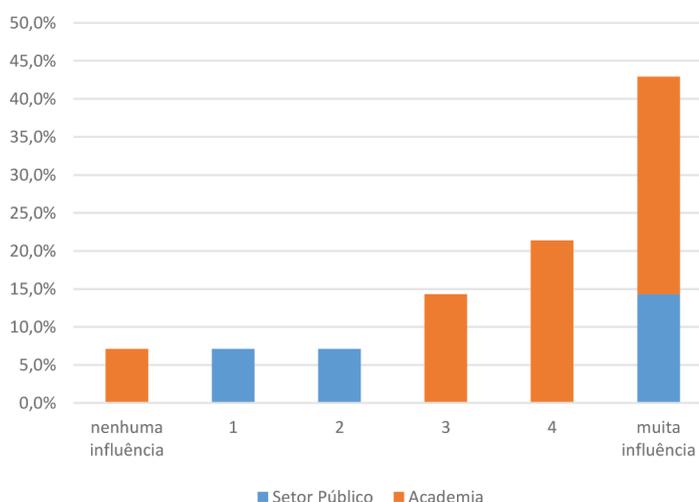
- O Brasil, com sua grande capacidade acadêmica e tecnológica e demanda de desenvolvimento, deveria ser um participante ativo da pesquisa espacial;
- Há necessidade de o Brasil coletar dados de fluxos de partículas na região da Anomalia Magnética do Atlântico Sul, característica única não observada em outras regiões do globo;
- O Brasil necessita aumentar o impacto do que produz de ciência, por isso deve desenvolver os seus próprios experimentos, na descoberta de fenômenos novos e compreensão dos mecanismos físicos;
- Os satélites próprios nos liberam da dependência de outros países para obtenção de dados relevantes;
- Em áreas estratégicas, a informação que vem do exterior é restrita e não garantida;
- As missões nacionais devem ser estimuladas;
- Tecnologia nacional é extremamente necessária, principalmente ao complementar ou preencher os dados que já são fornecidos pelas missões internacionais;
- O conhecimento tecnológico é fundamental a qualquer país;
- O compartilhamento de dados científicos, quando não infringirem contratos de sigilo, devem ser adotados para que mais cientistas possam trabalhar e gerar melhores resultados;
- Disponibilizar dados em uma missão científica é a base para torná-la significativa e de interesse público. É importante garantir que todos os resultados dos investimentos públicos em missões científicas sejam acessíveis a todos;
- A disponibilização de dados com ênfase regional permite vários convênios internacionais para troca de informação;

- A importância é indiscutível, porém com a ressalva de que dados relativos à nossa segurança devem ser reservados. Também devem ser mantidas salvaguardas tecnológicas dos nossos satélites.

## 10. BENEFÍCIOS GERADOS PELAS APLICAÇÕES DOS PRODUTOS ESPACIAIS

As atividades espaciais geram uma série de benefícios direta ou indiretamente ao país. As aplicações dos produtos espaciais nos programas e processos de Pesquisa e Desenvolvimento das instituições podem ser associadas ao desenvolvimento nacional, segundo opinião dos especialistas, em uma escala de 0 a 5, onde 0 significa “nenhuma influência no desenvolvimento do país” e 5 significa “muita influência no desenvolvimento do país”, conforme gráfico ao lado.

Influência das aplicações espaciais no desenvolvimento do país (14 respondentes)



Para valores de 3 a 5, foram apresentadas as seguintes justificativas:

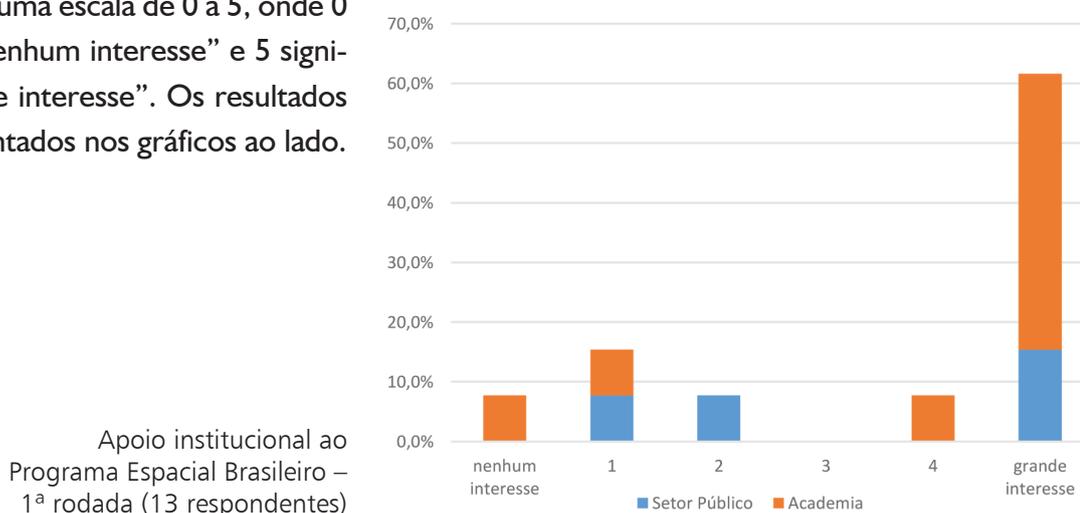
- O desenvolvimento de missões espaciais científicas pode ser útil para o avanço na eletrônica, nos detectores e no acesso a informação de origem espacial;
- Possibilidade de geração de novos bioprodutos voltados à manutenção da qualidade de vida humana e ambiental;
- Qualquer evolução ligada à atuação no espaço é relevante para o país;
- A atividade espacial, por abarcar a ciência básica, a inovação e o desenvolvimento de produtos, possibilita ao Brasil se desenvolver cada vez mais;
- É possível se ter uma compreensão e avaliação do impacto da radiação atmosférica em sistemas embarcados eletrônicos para fins de certificação de produto sem os dados. Missões nacionais poderiam auxiliar no sentido de se confirmar se a Anomalia Magnética do Atlântico Sul gera diferenças relevantes de fluxos de partículas secundárias;
- A utilização sistemática de produtos de sensoriamento remoto e análise inteligente de dados representaria boas práticas e zelo pelo meio ambiente, no que se refere às atividades de extração de petróleo e da indústria ligada ao setor. Estariam, assim, em um novo patamar de desenvolvimento e reconhecimento internacional;

- Algumas pesquisas não levam ao desenvolvimento de produtos, mas cooperam com o desenvolvimento científico. Há planos de instalação de laboratórios nos próximos anos para aumento da participação no desenvolvimento de produtos;
- A formação de recursos humanos é essencial para suprir as necessidades do país no setor. Engenheiros e engenheiras de alta qualificação ajudam diretamente na prosperidade nacional. O país precisa aproveitar os profissionais que forma, ou os mesmos irão cooperar no estrangeiro para a manutenção da hegemonia tecnológica de outros países;
- O desenvolvimento de pesquisa e inovação é extremamente importante para o Brasil;
- Empresas privadas precisarão de informação satelital; estratégias de educação e de informação para o desenvolvimento agrícola e a preservação ambiental serão essenciais ao governo brasileiro; e estar ao nível de competitividade científica e tecnológica é vital ao país.

## 11. APOIO AO PROGRAMA ESPACIAL BRASILEIRO

O novo ciclo de planejamento estratégico das atividades espaciais compreenderá o período de 2022 a 2031 e, de acordo com Lima (2018), é especialmente necessária uma reflexão mais profunda acerca do seu alinhamento com as demandas prioritárias dos diversos setores que necessitam de tais atividades, levando-se em conta o potencial e a transversalidade dos produtos e serviços que elas geram. Ainda segundo a autora, o Brasil deve integrar o PEB às demais políticas públicas - em andamento e futuras - de modo que as definições do PNAE estejam pautadas em diálogos coordenados entre as várias instituições demandantes, a indústria, os institutos de pesquisa e as instituições de fomento.

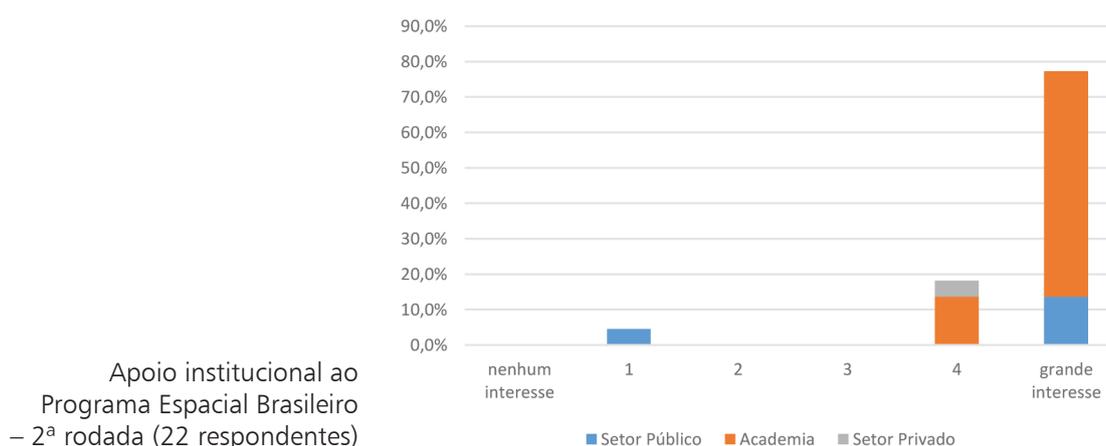
Para que isso aconteça, torna-se necessário um real envolvimento das diferentes instituições nacionais no âmbito do planejamento das atividades espaciais. Nesse contexto, ao longo das 1ª e 2ª rodadas, os especialistas indicaram em que nível a instituição na qual trabalham deseja ou pretende apoiar direta ou indiretamente o Programa Espacial Brasileiro para o desenvolvimento de soluções satelitais nacionais na área de Missões Científicas que atendam às demandas existentes, em uma escala de 0 a 5, onde 0 significa “nenhum interesse” e 5 significa “grande interesse”. Os resultados são apresentados nos gráficos ao lado.



As considerações dos especialistas que indicaram interesse institucional no apoio às atividades espaciais foram as seguintes:

- Aporte de recursos humanos voltados ao desenvolvimento de missões espaciais;
- Suporte no planejamento de ações e políticas que visem o desenvolvimento de iniciativas na área espacial;
- Contribuição com corpo técnico, científico e laboratórios para integração, testes e desenvolvimento;
- Apoio na forma de financiamento de laboratórios de pesquisa em propulsão e estruturas espaciais e em análise de missões;
- Mandatório que haja um contato institucional entre o MCTIC e o MME solicitando a criação de um Grupo de Trabalho – GT que atue no planejamento de ações e políticas que visem o desenvolvimento de iniciativas que apresentem sinergia entre os objetivos da ANP/MME e AEB/MCTIC;
- Apoio na preparação de docentes para usar e operar equipamentos derivados de missões espaciais;
- Cessão de infraestrutura e laboratórios para ajudar no desenvolvimento das missões científicas brasileiras;
- Interesse em desenvolver tecnologia de soldagem para uso em missões espaciais científicas;
- Apoio ligado ao estudo e à pesquisa de novas soluções tecnológicas para resolver um problema específico. Propor, ainda, novos cenários de pesquisa e desenvolvimento, com missões espaciais científicas de interesse para o país.

Os resultados da 2ª rodada encontram-se no gráfico a seguir:

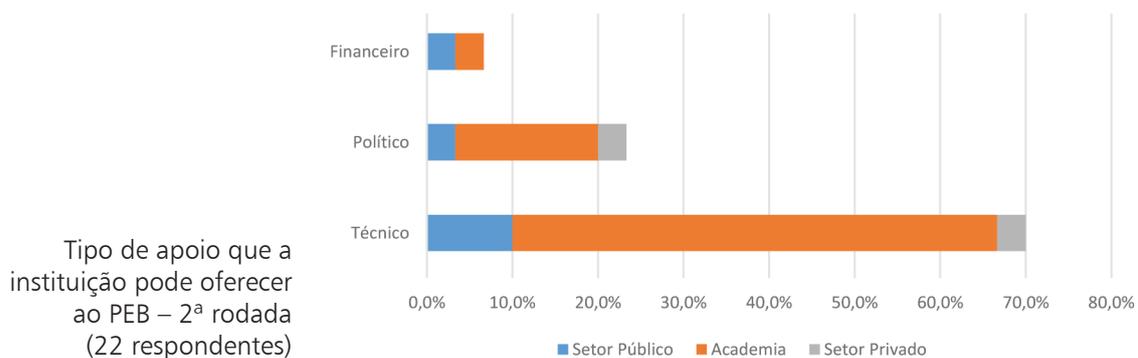


As considerações dos especialistas respondentes encontram-se listadas a seguir:

- No âmbito da instituição, há 3 engenheiros que trabalharam integralmente nas câmeras MUX/WFI do programa CBERS 3&4. Atualmente, eles são docentes da instituição;

- Ainda há necessidade de maior divulgação do PEB e formação de núcleos de atuação;
- Algumas universidades tem se destacado no relevante número de pesquisadores interessados na área espacial;
- Algumas universidades desejam colaborar com o avanço do setor, congregando especialistas do Brasil em todos os setores das atividades espaciais;
- O desenvolvimento do setor espacial no Brasil deve, necessariamente, passar pelas Universidades como parceiras importantes no processo;
- A AEB e o MCTIC poderiam usar as instalações do CNPEM para fomentar o desenvolvimento da pesquisa científica para missões espaciais, complementando o desenvolvimento tecnológico feito pelo INPE. Uma sugestão é o máximo aproveitamento do parque científico já disponível, incluindo o Sirius, o novo acelerador Síncrotron;
- A geração de conhecimento científico criado pelo PEB é de grande interesse para o setor de agronomia;
- É preciso continuar o investimento no PEB, que poderá gerar resultados importantes ao nosso país;
- As universidades precisam fazer parte do Programa Espacial Brasileiro, pois formam recursos humanos básicos que trabalharão nesta área futuramente.

O gráfico a seguir apresenta os tipos de apoio que as instituições nacionais, segundo opinião dos especialistas, podem ofertar ao Programa Espacial Brasileiro. 70% dos especialistas indicaram apoio técnico. 23,3% dos especialistas apontaram ser possível oferecer apoio político e 6,7% dos especialistas entendem ser possível oferecer apoio financeiro.

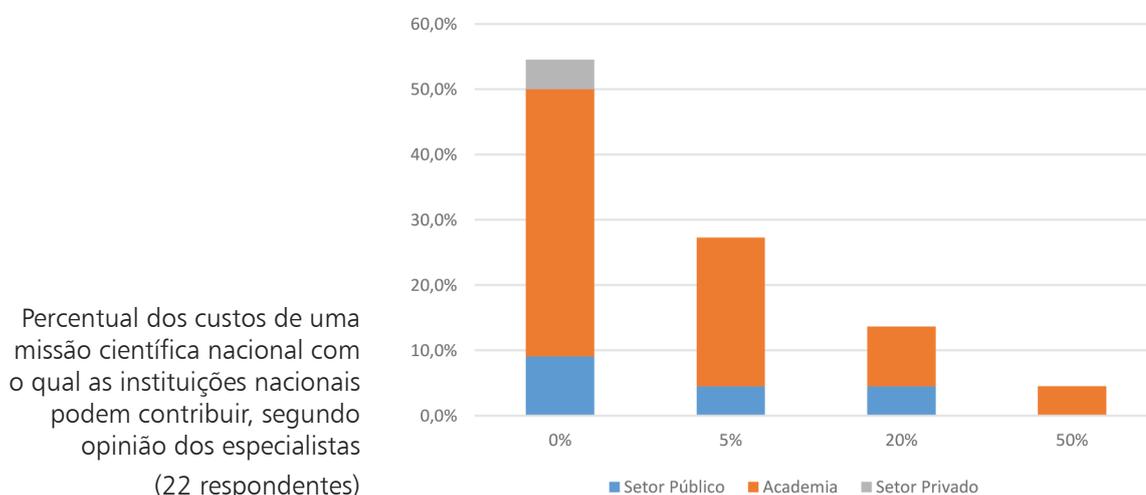


As justificativas apresentadas pelos especialistas foram:

- Ausência de recursos materiais e financeiros relevantes para a montagem dos laboratórios desejados;
- O apoio técnico se deve às áreas de competência da instituição;
- Apoio através dos cursos diversos, principalmente o de Engenharia Aeroespacial, juntamente ao corpo de especialistas existente na instituição;

- Se incentivado pelo ministério, há grande potencial para uso dos recursos de instalações e humanos da instituição;
- A utilização de toda infraestrutura existente, tanto de equipamentos como de técnicos.

Ao longo da 2ª rodada de consulta formal às instituições nacionais, os especialistas indicaram com qual percentual dos custos de uma missão científica nacional a sua instituição poderá contribuir, utilizando fundos próprios, segundo a sua opinião, e considerando que os objetivos da missão se alinham aos interesses da mesma. 54,5% dos especialistas apontaram como sendo 0% o percentual de custos que a instituição poderá contribuir. 27,3% dos especialistas indicaram ser possível contribuir com 5% dos custos. 13,6% dos especialistas apontaram a participação em 20% dos custos e 4,5% dos especialistas entendem que as instituições da qual pertencem podem contribuir com 50% dos custos de uma missão científica. O gráfico a seguir apresenta os resultados obtidos.



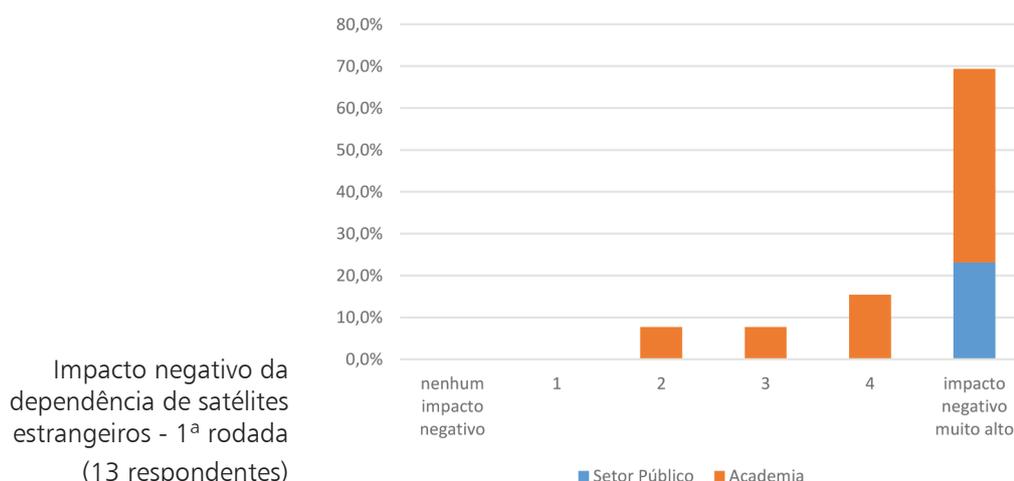
As considerações apresentadas pelos especialistas foram:

- As instituições públicas operam com corte de verbas federais;
- Seria possível apenas a disponibilização de equipamentos;
- Há limitação de recursos;
- Dependência de instâncias superiores;
- Recursos possivelmente viriam de projetos de pesquisa existentes e não dos recursos de custeio/investimento das universidades;
- Não há recursos para investimentos;
- Dependerá de uma diretriz de instâncias superiores para que a instituição se alinhe com os objetivos espaciais;
- É possível elaborar e encaminhar projetos a chamadas públicas de instituições governamentais e do setor privado, com completo apoio de outra instituição;

- Existem grandes chances de criação de projetos que podem articular com o setor do agrobusiness;
- Apoio através da utilização dos laboratórios e equipamentos existentes na instituição e com o desenvolvimento de dissertações de mestrado e teses de doutorado com o tema de desenvolvimento das pesquisas necessárias;
- A instituição tem por missão o desenvolvimento de pesquisas e de tecnologias espaciais. Hoje, com fortes contingenciamentos financeiros, cortes orçamentários, etc., 20% é a máxima contribuição possível. Os recursos recebidos são pífios para o escopo que está sendo colocado.
- Não há verbas, mas há muito interesse em contribuir.

## 12. IMPACTO NEGATIVO DA DEPENDÊNCIA DE SATÉLITES ESTRANGEIROS

De acordo com a Política Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais (PNDAE), os recursos do setor espacial deverão concentrar-se em iniciativas voltadas à busca de soluções para problemas de âmbito nacional ou de interesse para o País. Geralmente, muito se pensa sobre o custo do desenvolvimento de satélites nacionais que atendam a demandas identificadas, e pouco se fala a respeito do custo indireto de não os ter. Nesse sentido, 20 especialistas classificaram o impacto negativo ao país da dependência de satélites estrangeiros no atendimento às demandas nacionais na área de Missões Científicas, em uma escala de 0 a 5, onde 0 significa “nenhum impacto negativo” e 5 significa “impacto negativo muito alto”, conforme apresentado no gráfico a seguir. Pode-se constatar que 69,2% dos especialistas apontaram ter um impacto negativo muito alto ao Brasil a dependência de satélites estrangeiros, como pode ser observado no gráfico a seguir.



As considerações dos especialistas são apresentadas a seguir:

- É de suma importância que o país tenha acesso a todas as fases de produção espacial, o domínio dessa área tem o potencial de ser economicamente rentável;

- As dimensões continentais de nosso país, somadas à riqueza em recursos naturais, são elementos indispensáveis que justificam o aprimoramento do setor espacial;
- Não é saudável para o Brasil a dependência total de outros países, seja na área de meteorologia, de aplicações ou de missões científicas;
- Independência e desenvolvimento neste setor é fundamental para controlar o nosso território. O espaço é um grande mercado que traz divisas para as nações que têm uma indústria aeroespacial forte;
- Sem independência neste setor, o desenvolvimento da ciência fica amarrado e subjugado às relações internacionais;
- Como os satélites estrangeiros não foram projetados para suprir a demanda brasileira, isso impacta significativamente na qualidade dos trabalhos científicos;
- A dependência de satélites estrangeiros faz com que as pesquisas de interesse puramente nacionais não sejam contempladas plenamente. Assuntos como monitoramento de recursos naturais, florestas, desmatamentos não podem depender de informações que sejam fornecidas por outros países, pois não há foco nacional e há riscos de interrupção sem aviso ou motivo;
- O impacto negativo se dá porque todos os nossos experimentos dependem de algum tipo de sanção estrangeira, em que eles passam a conhecer os interesses nacionais e acessam os dados antes mesmo do que a comunidade científica. Isso trava o desenvolvimento científico de qualquer nação que deseja ter um nível mínimo de autonomia espacial;
- Deveria ser prioritário ao Brasil a busca por conhecimento (*know-how*) nacional.
- A dependência e a flexibilidade de interesses nacionais em relação a satélites estrangeiros podem comprometer as demandas prioritárias do país.

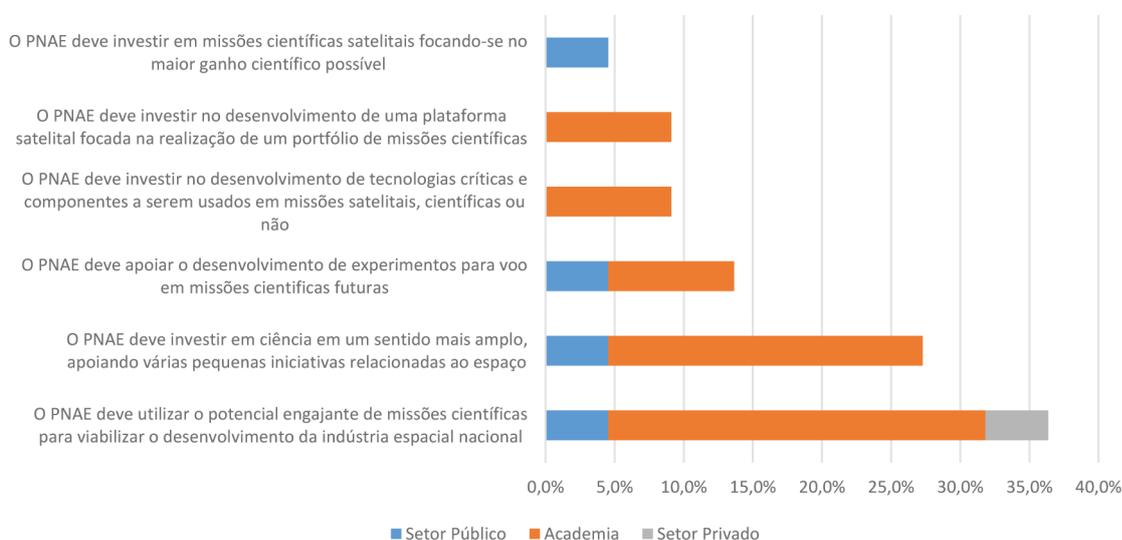
### **13. ALTERNATIVAS PARA O PROGRAMA NACIONAL DE ATIVIDADES ESPACIAIS**

Ao longo da 2ª rodada da etapa de consulta formal às instituições nacionais, os especialistas opinaram sobre qual alternativa o PNAE deveria perseguir no que diz respeito a Missões Espaciais Científicas. As alternativas eram:

- O PNAE deve investir em missões científicas satelitais, focando-se no maior ganho científico possível;
- O PNAE deve investir no desenvolvimento de uma plataforma satelital focada na realização de um portfólio de missões científicas;
- O PNAE deve investir no desenvolvimento de tecnologias críticas e componentes a serem usados em missões satelitais, científicas ou não;
- O PNAE deve apoiar o desenvolvimento de experimentos para voo em missões científicas futuras;

- O PNAE deve investir em ciência em um sentido mais amplo, apoiando várias pequenas iniciativas relacionadas ao espaço; e
- O PNAE deve utilizar o potencial engajante de missões científicas para viabilizar o desenvolvimento da indústria espacial nacional.

Da análise das respostas, observou-se que para 36,4% dos especialistas o PNAE deve utilizar o potencial engajante de missões científicas para viabilizar o desenvolvimento da indústria espacial nacional. 27,3% entendem que o PNAE deve investir em ciência em um sentido mais amplo, apoiando várias pequenas iniciativas relacionadas ao espaço. 13,6% afirmam que o PNAE deve apoiar o desenvolvimento de experimentos para voo em missões científicas futuras, conforme gráfico a seguir.



Alternativas a serem seguidas pelo PNAE – 2ª rodada (22 respondentes)

As justificativas apresentadas pelos especialistas para a alternativa - O PNAE deve utilizar o potencial engajante de missões científicas para viabilizar o desenvolvimento da indústria espacial nacional – foram:

- Desenvolvimento de competência nacional para que esta se traduza em maior capacidade de geração de produtos com valor agregado alto, inovação e cadeia de empregos;
- Nacionalização de tecnologias e transferência de tecnologia para as indústrias nacionais;
- Se não houver o desenvolvimento de uma indústria nacional, onde “indústria nacional” significa várias e diferentes empresas estabelecidas no Brasil, qual será a efetiva participação brasileira no desenvolvimento de missões científicas de qualidade? Deve-se usar o potencial engajante de missões científicas para viabilização de uma indústria espacial nacional.

A justificativa apresentada pelos especialistas para a alternativa - O PNAE deve investir em ciência em um sentido mais amplo, apoiando várias pequenas iniciativas relacionadas ao espaço – foi:

- Iniciativas voltadas à saúde permitem a garantia da segurança e o monitoramento dos astronautas e pilotos.

Não houve justificativa apresentada para a alternativa - O PNAE deve investir no desenvolvimento de tecnologias críticas e componentes a serem usados em missões satelitais, científicas ou não.

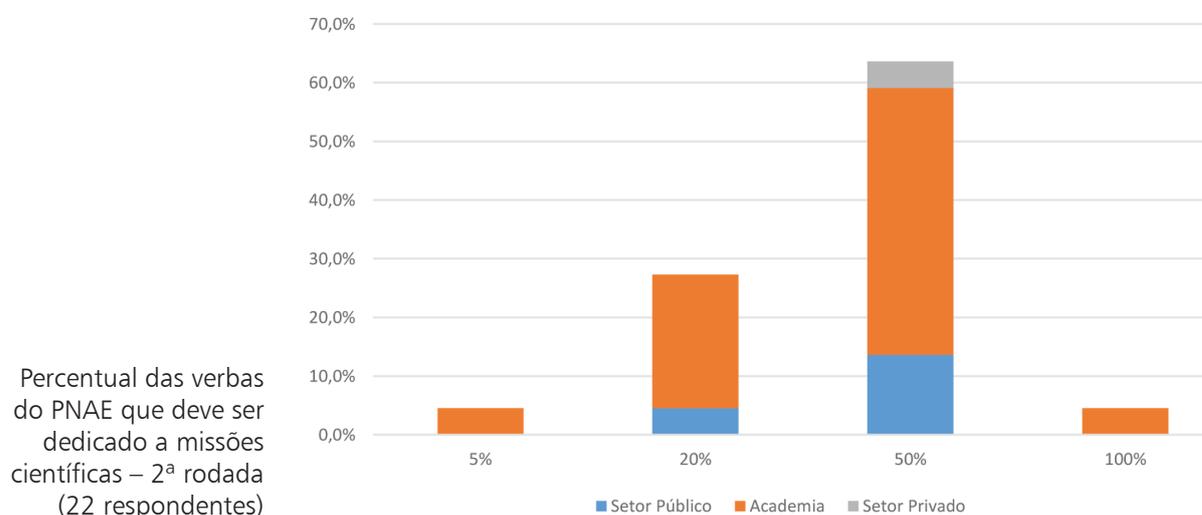
A justificativa apresentada pelos especialistas para a alternativa - O PNAE deve investir no desenvolvimento de uma plataforma satelital focada na realização de um portfólio de missões científicas – foi:

- De um ponto de vista de soberania nacional, é essencial que o país detenha controle de todas as etapas para o acesso ao espaço para fins científicos e tecnológicos, o que impulsionaria o desenvolvimento brasileiro em diversos setores. Possuir uma plataforma multimissão e oferecer oportunidades de voos regulares criaria um diferencial para a ciência espacial no Brasil e no mundo, e permitiria grandes avanços.

As justificativas apresentadas pelos especialistas para a alternativa – O PNAE deve apoiar o desenvolvimento de experimentos para voo em missões científicas futuras – foram:

- Localmente, os encaminhamentos dentro das universidades e por parte das prefeituras são a articulação do conceito de cidades inteligentes, por conta da quantidade de desperdício e falta de atendimento básico em educação e saúde. As missões espaciais deverão ser direcionadas para a área de cidades inteligentes e contribuir com o fornecimento de dados para a evolução deste conceito;
- É importante continuar o investimento em pesquisa na área da ciência básica e da ciência aplicada. Com os resultados obtidos, será possível uma maior diversificação.

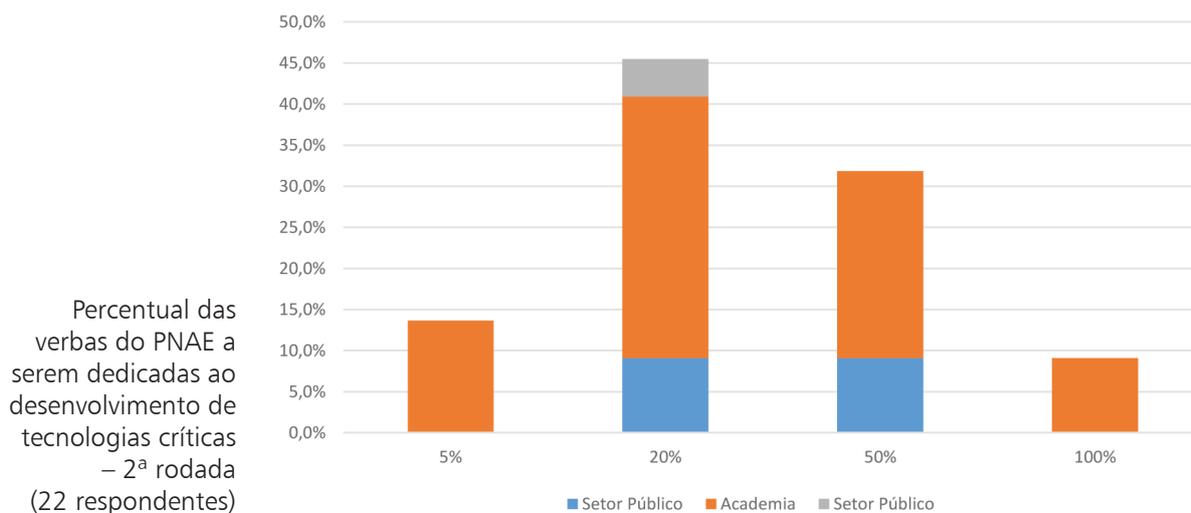
Quanto ao percentual das verbas do PNAE que deveria ser dedicado à realização de missões científicas (desenvolvimento, lançamento e operação de satélites científicos), 63,5 % dos especialistas apontaram que 50% das verbas do PNAE devem ser dedicadas à realização de missões científicas. 27,3% dos especialistas apontaram que 20% das verbas devem ser dedicadas a esse tipo de atividades. 4,5% dos especialistas apontaram que 100% da verba do PNAE devem ser dedicados à realização de missões científicas e outros 4,5% dos especialistas apontaram que 5% das verbas devem ser dedicadas, conforme gráfico a seguir.



As justificativas apresentadas pelos especialistas foram:

- A verba total do PNAE deveria ser aumentada, mas não é possível quantificar;
- O PNAE deve definir algumas prioridades de forma flexível, em função do momento e das oportunidades disponíveis, criando mecanismos de ajuste para o redirecionamento interno de verbas para os setores prioritários. Tudo isso discutido e aprovado por um conselho de especialistas do setor;
- Missões científicas são um tipo de missão que também favorece P&D de tecnologias embarcadas, porém outras aplicações também são muito importantes, como as telecomunicações;
- As missões científicas deveriam ser uma prioridade no programa, uma vez que alavancam também o desenvolvimento para outras áreas, e criam grande visibilidade internacional para um programa espacial pacífico;
- A pergunta mais adequada seria que fração do PIB o PNAE deveria receber. Desse “orçamento”, qual o percentual para as missões científicas. Se nos referirmos a 20% do que o PNAE é hoje em termos orçamentários, pouca coisa conseguirá ser feita nos próximos vinte anos;
- Acho importante contribuir com a Ciência, porém sem desenvolver a tecnologia acabaremos empacando em questões futuras.

A respeito do percentual das verbas do PNAE que deve ser dedicado ao desenvolvimento de tecnologias críticas para satélites (desenvolvimento de equipamentos e sistemas), observou-se que 45,5% dos especialistas apontaram que 20% das verbas do PNAE devem ser dedicadas ao desenvolvimento de tecnologias críticas. 31,8% dos especialistas apontaram que devem ser destinados 50% das verbas ao desenvolvimento de tecnologias críticas. 13,6% dos especialistas entenderam que 5% das verbas devem ser destinadas e 9,1% dos especialistas apontaram que 100% das verbas devem ser destinadas ao desenvolvimento de tecnologias críticas, conforme gráfico a seguir.



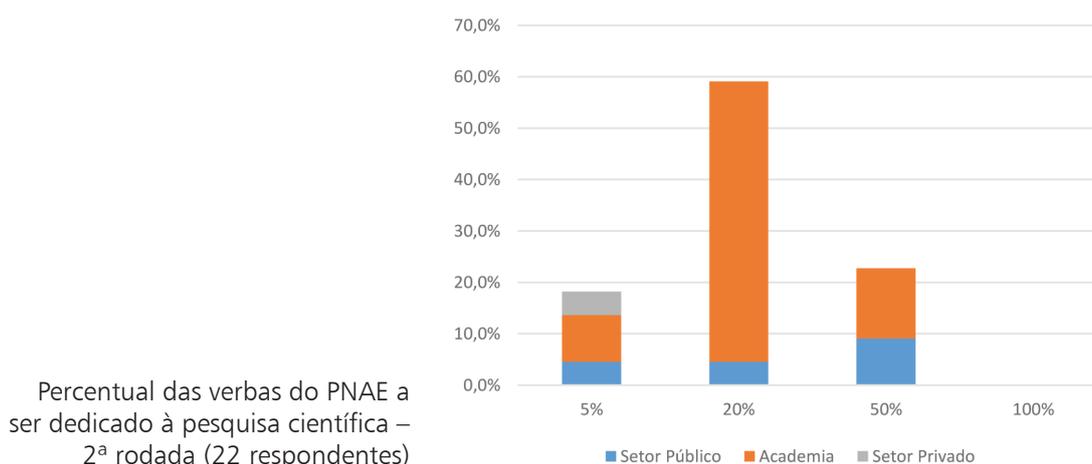
As justificativas apresentadas pelos especialistas foram:

- Em qualquer missão desejada, deve-se pensar neste tipo de desenvolvimento, independente do objetivo principal;

- Essencial para o desenvolvimento de qualquer tipo de missão espacial, e para garantir a independência tecnológica nessa área estratégica;
- Sem tecnologia não tem como avançar;
- O desenvolvimento de tecnologias críticas deve ser prioridade, para futuramente possibilitar maiores explorações em outras áreas.

A respeito da questão sobre que percentual das verbas do PNAE deve ser dedicado à pesquisa científica (ciência básica), 59,1% dos especialistas entendem que 20% das verbas do PNAE devem ser dedicados à pesquisa científica. 22,7% dos especialistas apontaram que 50% das verbas devem ser destinados à pesquisa científica. 18,2% dos especialistas entendem que 5% das verbas do PNAE devem ser destinados à pesquisa científica. As justificativas apresentadas pelos especialistas foram:

- Recomendaria que os percentuais fossem de 40% para missões científicas, 40% para desenvolvimento de tecnologias e 20% para custear diretamente ciência básica, uma vez que há outras fontes para essa área, mas que seria estratégico ter um financiamento direto da AEB;
- Ciência básica divulgada e conectada com a realidade brasileira;
- A partir dos resultados obtidos com a ciência básica, é possível desenvolver a ciência aplicada e ter o processo de patentes, sem a ciência básica não é possível ter o conhecimento. As duas ciências caminham juntas e são complementares;
- A pesquisa básica em qualquer sociedade desenvolvida (educação, tecnologia, qualidade de vida, etc.) é a base das aplicações e da indústria tecnológica;
- A exploração científica pode apresentar desafios que impulsionem o desenvolvimento de tecnologias.

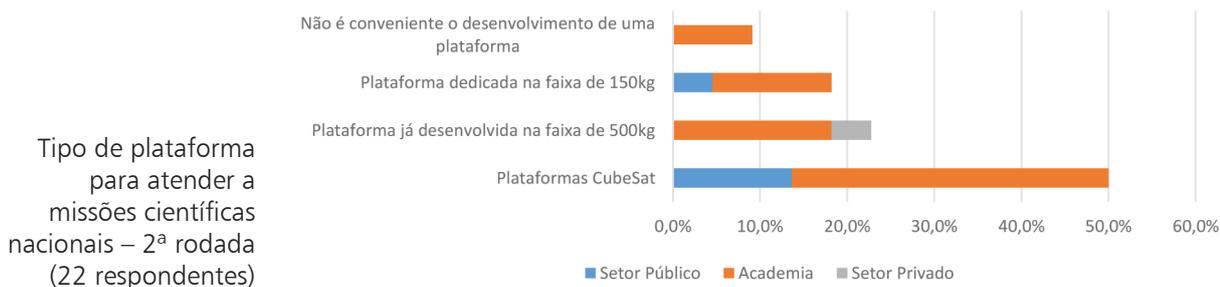


A respeito do tipo de plataforma a ser desenvolvido para atender a missões científicas nacionais, as opções que os especialistas poderiam escolher eram:

- Não é conveniente o desenvolvimento de uma plataforma.
- Plataforma dedicada na faixa de 150kg.

- Plataforma já desenvolvida na faixa de 500kg.
- Plataformas Cubesat.

Da análise das respostas, observou-se que 50% dos especialistas apontaram as plataformas Cubesat como o tipo a ser perseguido. 22,7% dos especialistas indicaram plataforma já desenvolvida na faixa de 500kg. 18,2% dos especialistas entendem que plataforma dedicada na faixa de 150kg seria o ideal a ser perseguido. 9,1% dos especialistas apontaram que não é conveniente o desenvolvimento de uma plataforma, conforme gráfico a seguir.



A justificativa apresentada pelos especialistas para a alternativa – Não é conveniente o desenvolvimento de uma plataforma – foi:

- As missões a serem desenvolvidas seriam no habitat análogo à Marte, Habitat Marte.

As justificativas apresentadas pelos especialistas para a alternativa – Plataforma dedicada na faixa de 150kg – foram:

- Há necessidade de duas plataformas: uma na faixa de 150 Kg e plataformas Cubesat para realizar os testes de sistemas e cargas úteis antes da missão real;
- Existe uma plataforma (PMM), classe por volta de 500kg, que precisa ser testada em voo (esperamos que o satélite AMAZONIA qualifique essa plataforma). Existe uma segunda plataforma de classe 2 toneladas (CBERS) que também poderia ser aproveitada para missões científicas, falta desenvolver uma plataforma para missões atmosféricas, clima espacial e astronômicas de menor porte, na classe 150kg.

A justificativa apresentada pelos especialistas para a alternativa – Plataforma já desenvolvida na faixa de 500kg – foi:

- Se a missão PMM/Amazonia pode ser viabilizada, é interessante que se dê continuidade à iniciativa e que se estimule o desenvolvimento de aplicações que dela tirem proveito. Atenção especial deve ser dada ao desenvolvimento de um lançador nacional compatível com esta missão.

As justificativas apresentadas pelos especialistas para a alternativa – Plataformas Cubesat – foram:

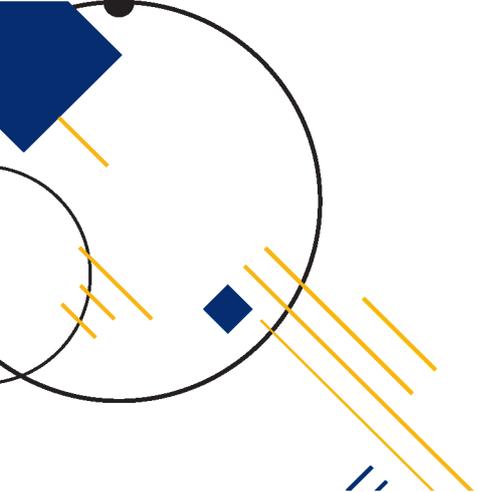
- Cubesat são particularmente importantes, pois além de poderem desenvolver missões relevantes, seu custo menor proporciona que mais missões sejam conduzidas, auxiliando no preparo de recursos humanos antes de nos lançarmos em missões mais complexas sem apoio de terceiros.

- Em um primeiro momento, Cubesats de 1 a 6U devem ser prioritários porque não apenas conseguem realizar missões reais, como são uma versão simplificada que pode ser usada para preparação de recursos humanos para futuramente investir em satélites de maior porte.

## 14. SUGESTÕES AO PROGRAMA ESPACIAL BRASILEIRO

A Agência Espacial Brasileira entende que a construção do Programa Espacial Brasileiro deve se dar de maneira colaborativa, a partir de uma maior integração entre os diversos atores envolvidos e diretamente impactados pelas atividades espaciais. Nesse sentido, ao longo da etapa de consulta formal às instituições nacionais, cada especialista respondente teve a oportunidade apresentar sugestões pertinentes às seis áreas de abrangência das atividades espaciais. Para a área de Missões Científicas, as seguintes sugestões foram encaminhadas:

- É importante uma maior perenidade dos orçamentos destinados às missões espaciais científicas;
- Necessidade de diálogos, talvez com a formação de grupos de trabalho, sobre as possibilidades de participação, apoio e financiamento de projetos que envolvam o desenvolvimento de uma missão espacial científica;
- Ampliação do relacionamento institucional entre a academia, instituições públicas e iniciativa privada na concepção de missões científicas;
- Reativação o programa de lançamento de satélites de pequeno porte;
- Desenvolvimento de projeto específico para o uso da tecnologia de soldagem no Programa Espacial Brasileiro;
- Maior envolvimento das universidades e dos institutos de pesquisa para identificação das necessidades relacionadas à pesquisa científica no espaço;
- Proposição de chamadas públicas nas quais as diversas instituições possam participar, definindo os orçamentos disponíveis a priori;
- Redução da burocracia que dificulta o bom funcionamento dos programas científicos.



# VALIDAÇÃO DOS RESULTADOS DA CONSULTA FORMAL ÀS INSTITUIÇÕES NACIONAIS

**Autores: Fernanda Lins, Gabriel Salles e Marcio Akira**

Os resultados apresentados nos capítulos 1, 2, 3, 4, 5 e 6 do presente relatório representam uma importante amostra das demandas nacionais ao setor espacial, identificadas junto a instituições nacionais que necessitam de produtos e serviços espaciais para a implementação de programas, projetos e processos diretamente relacionados às missões institucionais. No âmbito do setor público, fica evidente a importância estratégica das atividades espaciais para uma série de políticas prioritárias ao Estado Brasileiro, tais como a ambiental, a energética, a de saúde, a de segurança alimentar, defesa civil, infraestrutura, desenvolvimento regional, educação, dentre outras.

O processo de Identificação e Análise de Demandas Nacionais ao Setor Espacial destaca a importância da participação da Indústria Espacial e dos Institutos de Pesquisa na construção colaborativa do PEB e ressalta que o debate entre demandantes e demandados deve ocorrer de modo contínuo. O conhecimento aprofundado das demandas existentes e das capacidades produtiva e de desenvolvimento tecnológico do país orientará o planejamento das atividades espaciais e buscará uma atuação conjunta e sistêmica da AEB, dos Institutos de Pesquisa e da Indústria Espacial nacional em busca de um país com autonomia no setor.

De modo a apoiar o processo decisório da AEB no planejamento estratégico das atividades espaciais, foi então elaborada a etapa de validação das demandas nacionais junto à indústria espacial e aos institutos de pesquisa, considerando a vontade soberana do Estado Brasileiro e as capacidades produtiva, tecnológica e de desenvolvimento do País, sem perder de vista o objetivo maior da PNDAE de gerar benefícios concretos à sociedade brasileira. Tal etapa foi iniciada durante o 2º Fórum da Indústria Espacial Brasileira: Demandas Nacionais e Oportunidades, ocorrido nos dias 27 e 28 de novembro de 2018, no Parque Tecnológico de São José dos Campos.

No evento, foram apresentados a metodologia e os resultados da 1ª etapa do Processo de Identificação e Análise de Demandas Nacionais ao Setor Espacial aos representantes da indústria espacial e dos institutos de pesquisa, que tiveram a oportunidade de debater sobre os temas com as instituições demandantes ao longo de dois painéis, um abordando demandas das áreas

de observação da Terra, coleta de dados e meteorologia; e outro abordando demandas das áreas de comunicações, posicionamento & navegação por satélite e missões científicas, conforme descrito a seguir. A etapa de validação contou, ainda, com a contribuição de representantes de instituições nacionais, institutos de pesquisa e indústria espacial, que encaminharam por email suas análises e sugestões para compor esse capítulo. Ademais, destaca-se o caráter contínuo do Processo de Identificação e Análise de Demandas Nacionais ao Setor Espacial, que pretende, a partir da instituição de uma rede de colaboradores da indústria, dos institutos de pesquisa e das instituições demandantes, manter atualizadas as demandas, as ações, as tecnologias e as aplicações existentes.

## **PAINEL 1 – OBSERVAÇÃO DA TERRA, COLETA DE DADOS E METEOROLOGIA**

Moderadora: Fernanda Lins Leal Uchôa de Lima (AEB)

Painelistas: Marcelo Maranhão (IBGE)

Luiz Augusto Toledo Machado (INPE)

João Paulo (Visiona)

Mário Stefani (Opto)

Após apresentar a metodologia adotada pela AEB e os resultados obtidos nas referidas áreas, a moderadora do painel I solicitou que os painelistas comentassem os resultados da etapa de consulta formal às instituições nacionais e debatessem sobre a importância da construção participativa do Programa Espacial Brasileiro.

O representante do IBGE, o Sr. Marcelo Maranhão, comentou que, em sua opinião, as necessidades levantadas internamente pelo IBGE, bem como as necessidades nacionais das quais tinha conhecimento, estavam plenamente espelhadas no levantamento realizado pela AEB. Destacou, ainda, a importância estratégica do Programa CBERS, que cumpre um papel essencial em acordos dos quais o Brasil é signatário, com destaque à área ambiental, especialmente no âmbito dos programas nacionais DETER, TerraClass e PRODES, do INPE; o programa de uso e cobertura do solo do IBGE; o Pronasolos, da EMBRAPA, e diversos outros programas nacionais que utilizam o CBERS como fonte de dados de observação da Terra.

O painalista comentou a respeito de novas tecnologias de disseminação e compartilhamento de dados geoespaciais e da necessidade da AEB avaliar e promover soluções compatíveis com essas tecnologias, destacando os serviços de armazenamento e processamento em nuvem, tais como os fornecidos pela Amazon e a Google.

Outra importante consideração foi a respeito da relevância de se considerar um maior alinhamento entre as demandas por atividades espaciais de observação da Terra e a Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE) e um permanente debate no âmbito da CONCAR. Comple-

mentou dizendo que o relatório ajudará muito na elaboração de políticas transversais da área, tal como a Política Nacional de Geoinformação (PNGeo). Ressaltou que a finalidade de existência da INDE é alinhar as necessidades do país relacionadas à geoinformação, e principalmente unificar e centralizar o compartilhamento de dado público e essas ações podem ser fortalecidas através de parcerias entre a AEB e a CONCAR.

Em relação às demandas por imagens de sensores Radar, citou que grande parte é proveniente da área ambiental e de gestão de riscos, com destaque a instituições como o CENSIPAM e a CPRM. Segundo o painalista, a curva de capacitação em radar é bastante lenta e, devido a isso, torna-se necessário o aproveitamento do conhecimento gerado nessas instituições para capacitar o restante do país. Ressaltou que o RadamBrasil foi uma grande iniciativa nacional com especialistas em interpretação de dados de solo provenientes de sensores radar, que hoje estão envolvidos no projeto Pronasolos e deveriam ser utilizados como multiplicadores de conhecimento em processamento de dados radar.

O representante do IBGE falou ainda sobre investimentos prioritários ao Estado Brasileiro e da legitimidade que um relatório como esse traz ao financiamento de projetos espaciais alinhados às necessidades do país.

O representante da Visiona, o Sr. João Paulo, afirmou que a pesquisa realizada pela AEB, através do Processo de Identificação e Análise de Demandas Nacionais ao Setor Espacial, é o maior sinal de amadurecimento institucional. Destacou que, sob o ponto de vista dual, o uso de satélites encontra-se de fato muito consolidado nas comunidades científicas e nas comunidades técnicas, tal como o IBGE, por exemplo, com profissionais de alto conhecimento e amplo acesso ao que acontece na arena global, dispostos a utilizar e a avaliar novas tecnologias e a contribuir com valiosas considerações sobre seus benefícios e limitações. Nesse cenário, ressaltou que é incontestável o sucesso do Programa CBERS na análise do desmatamento e em outras questões ambientais, já consolidado e com garantia dos recursos necessários à sua manutenção. Ressaltou, porém, que o grande desafio é difundir as tecnologias espaciais para o resto da economia e resolver problemas práticos. Segundo o painalista, o primeiro passo foi dado com o processo estabelecido pela AEB para o levantamento de demandas, que permite um maior esclarecimento quanto ao uso das tecnologias espaciais e os problemas que a sociedade precisa resolver.

Destacou que as pessoas comuns não sabem exatamente para que um satélite serve, e as tecnologias espaciais podem entregar muito mais do que hoje entregam à sociedade. O desafio é encontrar uma forma de expandir o uso de produtos e serviços satelitais aos demais potenciais usuários. A AEB tem papel fundamental e de liderança nesse processo, ou seja, de identificar as aplicações e promover o entendimento entre os potenciais usuários. Quando o país alcançar esse estágio de conhecimento, o Programa Espacial Brasileiro ficará sustentável, pois será possível obter outras fontes de recurso através do atendimento a demandas operacionais de diversos setores da economia.

Ressaltou a importância da iniciativa e parabenizou a AEB pelo trabalho, afirmando que a participação da indústria em fóruns como esse e no planejamento do setor é essencial. Afirmou que a relação entre a indústria e os institutos de pesquisa é fundamental e traz diferentes pontos de vista ao processo de planejamento e implementação de ações, que ao fim se complementam. Ademais, a indústria busca novas aplicações e enriquece a visão do usuário, expondo o que há de tecnologicamente mais avançado no upstream, midstream e downstream.

O representante da Opto, o Sr. Mário Stefani, comentou sobre a importância do esforço da AEB em entender os benefícios e as limitações das tecnologias espaciais disponíveis sob o ponto de vista do usuário. Ressaltou que o investimento feito no CBERS precisa ser justificado pelos resultados que produz, e a pesquisa trouxe ao público os resultados esperados. Além disso, o presente relatório confirma a existência de diversas demandas que permitem que o processo todo seja autossustentável, e isso é muito importante.

O painalista destacou em sua fala que houve, no entanto, uma participação muito pequena do setor privado. Ressaltou que a Opto recebe frequentemente ligações de firmas interessadas em imagens de satélites, firmas estas que produzem relatórios de impacto ambiental, ou que trabalham para fazendeiros e empresas agropecuárias, e que sua empresa sempre recomenda o acesso ao catálogo de imagens do site do INPE. Afirmou que existe uma necessidade nacional de melhor posicionar o Programa CBERS e transformá-lo em produto. O usuário precisa ter acesso facilitado ao produto e ao seu processamento.

Destacou que, no Brasil, o agronegócio é o melhor caminho para justificar o esforço em investimento na área espacial. E, mais uma vez, caberia uma maior aproximação do setor privado, através de questões como a regularização ambiental. Ressaltou a importância não apenas da continuidade da pesquisa, mas também de uma maior abrangência, incluindo estados e municípios.

Do ponto de vista da indústria, o painalista afirmou que, até mesmo por questão de sobrevivência, o mercado precisa estar amadurecido. É preciso encontrar novas aplicações e oportunidades. Iniciativas como essas, da AEB, não podem ser interrompidas, uma vez começadas elas têm que continuar. Destacou que o Programa CBERS fez investimento em capacitação profissional e movimentou um grande número de empresas, porém hoje essas empresas estão com muitas dificuldades, algumas delas encontram-se fechadas, uma vez que não há a cadência necessária no desenvolvimento das atividades espaciais.

O painalista opinou, ainda, sobre as dificuldades de governança do Programa Espacial Brasileiro. Questionou qual ator seria o responsável por atender as demandas identificadas e priorizadas e afirmou que as oportunidades existem, e se o Brasil não ocupar essa capacidade para suprir as necessidades da sociedade, segundo opinião do painalista, outro país irá suprir. Informou que hoje há diversos exemplos, como a Google e a NOAA, cujas imagens são distribuídas de forma gratuita. O país, hoje, depende dessas imagens em diversos setores, porém há o risco do não fornecimento das mesmas e não se sabe ao certo o tamanho do impacto que isso causaria ao usuário final e, em última instância, à economia brasileira. Segundo o painalista, o Brasil precisa

de tecnologias capazes de suprir as demandas nacionais e, por isso, o Programa CBERS deve continuar e ser aprimorado.

Além disso, o painalista destacou que existe uma limitação muito grande na relação entre Estado e Setor Privado, e que isso pode ser identificado nos contratos do Programa CBERS e de outros programas nacionais. Na maioria, há contestações dos órgãos de controle. Essa relação entre Estado e iniciativa privada é extremamente complexa no país, do ponto de vista jurídico. Porém, um programa espacial perene necessita da participação da indústria nacional e essa complexidade na relação jurídica entre Estado e iniciativa privada representa risco e custo elevado, que resultam em dificuldades de capitalização e de realização.

O representante da Opto sugeriu, ainda, como desdobramento da pesquisa feita pela AEB, a análise do arcabouço jurídico que envolve o desenvolvimento de tecnologias espaciais no Brasil e a sua adequação à finalidade. Afirmou que hoje há um risco muito grande de se comprar tecnologias complexas sob as regras da Lei 8.666, que não foi desenhada a partir de um olhar para o setor de tecnologia. O desenvolvimento tecnológico envolve um alto risco e, através da Lei 8.666, o risco recai sobre o setor privado, dificultando e algumas vezes impedindo o desenvolvimento tecnológico.

O desafio está em como fazer um programa espacial perene e autossustentável. Para que isso ocorra, as empresas brasileiras precisam encontrar um ambiente favorável à sua sobrevivência, que pode ser iniciado através da análise do arcabouço legal americano, e isso pode ser a continuação da pesquisa aqui iniciada. É vital para o prosseguimento do programa espacial e da indústria espacial o entendimento de como serão supridas as demandas nacionais.

O representante da Visiona complementou a argumentação do referido painalista afirmando que é muito importante um raciocínio mais amplo e organizado em torno de aplicações, e menos em termos de satélites. Os investimentos são, em última instância, no setor de aplicações e, para que esses serviços sejam disponibilizados à sociedade de uma maneira em geral, é preciso que as tecnologias espaciais continuem sendo desenvolvidas. Ressaltou, ainda, que os desafios no setor espacial raramente são tecnológicos sob o ponto de vista da indústria, uma vez que, não havendo competência interna, busca-se externamente. Torna-se necessário, no entanto, que as diretrizes sejam estabelecidas e que essas sejam transparentes e que resultem em parcerias entre os institutos de tecnologia e a indústria espacial, propiciando tanto a transformação da pesquisa de base em produtos operacionais quanto a estabilidade dos investimentos, aplicando-se efetivamente a Lei da Inovação.

Comentou o caso da EMBRAER, a respeito do desenvolvimento do E170 e do E190, que representou um salto tecnológico para o país. Para tal, a EMBRAER contratou engenheiros de outros países, solução essa também possível à indústria espacial. A principal questão não é a falta de competência, mas a garantia da continuidade dos investimentos e de um planejamento estratégico de longo prazo que considere uma maior colaboração entre a indústria e os institutos de pesquisa.

O representante do INPE, o Sr. Luiz Augusto Toledo Machado, iniciou parabenizando a AEB pela implementação do Processo de Identificação e Análise de Demandas Nacionais ao Setor Espacial, considerando-o de extrema importância ao desenvolvimento do PEB. Comentou que a pesquisa colocou em evidência algumas necessidades que jamais tinham sido colocadas de maneira tão quantitativa e afirmou que isso é extremamente importante no contexto de elaboração de uma política espacial. São as demandas da sociedade que baseiam a construção e o investimento em um programa de Estado.

Destacou que, na área de satélites e, principalmente, na área de meteorologia, não se pode pensar em um único satélite, mas sim em um programa, um sistema. Exemplificou que o investimento na área de meteorologia, em termos de números, nos Estados Unidos, corresponde a US\$ 11 bilhões no programa de satélites geostacionário da NOAA e mais US\$ 7 bilhões no programa de órbita polar da NOAA. Isso significa um valor de US\$ 18 bilhões em uma constelação de quatro satélites. É preciso que o Brasil pense em um investimento desse porte, pois não adianta fazer um único satélite sem garantir a continuidade do serviço. É preciso um sistema operacional para prover esse serviço. Nesse aspecto, o painalista considera importante que existam, agregados a esse tipo de pesquisa, valores quantitativos de benefícios de diferentes áreas. É preciso conhecer qual o retorno do investimento em um satélite desse porte, por exemplo, para o setor de energia; de águas; de desastres naturais; serviços sociais; como eles vão ajudar a cumprir acordos internacionais como o Acordo de Paris; cada um dos objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS); e o acordo de Xangai, voltado à redução de riscos. O programa espacial é um dos vértices práticos para se concretizar essas ações.

Além disso, o painalista destacou que, na sua opinião, a pesquisa refletiu que o conhecimento dos usuários sobre os recursos disponíveis não é evidente, principalmente em relação ao Programa Espacial Brasileiro. Sugeriu que, junto à pesquisa, fosse encaminhado um vídeo explicativo do PEB e das justificativas para a sua existência. Afirmou que, em alguns casos, é preciso transmitir conhecimentos gerais sobre as aplicações de tecnologias espaciais em áreas específicas, como no monitoramento do desmatamento da Amazônia; a possibilidade de utilização de cada uma das bandas espectrais na área de meteorologia; a possibilidade de combinação de canais para determinados fins; dentre outros conceitos importantes, para que as respostas cheguem mais substanciadas. Informou que a Organização Mundial de Meteorologia realiza esse tipo de pesquisa de forma bianual e o INPE já fez uma na América do Sul sobre requisitos, e que seria interessante ver como é a evolução desses requisitos, não só para o Brasil, mas para toda a América do Sul, pois quando se pensa em requisitos de Observação da Terra ou de Meteorologia, é preciso ter em mente que outras nações também serão atendidas. Por exemplo, são grandes os recursos que a Europa dedica a satélites para monitorar a África, e que os Estados Unidos dedicam para monitorar a América do Sul, de forma totalmente gratuita, para estimular o uso dessas informações pelas nações.

O painalista ressaltou a importância de se refletir sobre os requisitos para o desenvolvimento de um programa na área de Meteorologia, junto à questão econômica e questões estratégicas.

Um programa de Meteorologia abrange hemisférios – Oriente; África e Europa; e Américas. Na Europa, por exemplo, o programa é fruto do esforço de vários países, cada um contribuindo financeiramente com um valor. Nos países do oriente, o programa é mais individualizado, cada país da região tem o seu próprio satélite meteorológico. Nos EUA, o programa NOAA é global e de dados abertos.

O painalista ressaltou que, à época do fórum, estava ocorrendo um evento extremo no sul do país, destelhando várias casas, e tais anomalias climáticas estavam sendo monitoradas com auxílio da NOAA. Foi solicitado um “RapidScan”, que prontamente foi atendido. Porém, o representante do INPE alertou: até quando a NOAA prestará esse auxílio? Outra questão importante é: o programa meteorológico nacional, quando desenvolvido, será competitivo ao da NOAA ou será uma parceria que o complemente, seguindo o modelo EuMetSAT? São essas as questões que também devem ser pensadas para além dos requisitos.

O painalista ressaltou que, em termos de requisitos, o que há hoje disponível é o Estado da Arte. É preciso, no entanto, trabalhar a utilização desses dados. Isso está claro na pesquisa realizada pela AEB, e é importante esse destaque dado ao investimento na infraestrutura de solo, ou seja, é através do desenvolvimento dos diversos setores de utilização desses dados que vão torná-los mais eficientes. É preciso preparar a sociedade para os dados que virão a ser disponibilizados, antes mesmo do satélite ser lançado, de modo que, no lançamento, o usuário já tenha um programa de leitura ajustado ao processamento adequado desses dados. É preciso evoluir nessa área. Nesse sentido, é importante que a área de Meteorologia vire um programa de Estado.

Para concluir, destacou a importância de ter sido abordado, na pesquisa, a tecnologia digital video broadcast para a comunicação de dados. A EUMETSAT se deparou com a quebra do sistema de broadcast lançado, e foi preciso uma resposta rápida, que culminou no desenvolvimento da solução Geonetcast, o sistema mais democrático de compartilhamento de dados. O acesso aos dados custa, em média, R\$ 7.000,00. Essa solução é a ideal para vários órgãos governamentais. O SGDC poderia prover esse serviço de democratização dos dados no Brasil.

A respeito da área de Coleta de Dados, o representante do INPE afirmou que a necessidade de informação em tempo real aumenta a cada dia. A informação tem que ter baixa latência como forma de chegar mais rápido ao usuário final. A estação meteorológica ainda tem que ser visitada por um operador. Por isso, para atender a demanda de baixa latência, hoje há a tecnologia de celular, mas em regiões desprovidas de cobertura, somente serviços satelitais podem resolver. Segundo a opinião do painalista, satélites e constelações de órbitas polares dificilmente irão atender às demandas, enquanto que satélites geoestacionários podem ser a melhor opção. Há, de fato, o serviço comercial. O INMET, por exemplo, contrata o serviço do GOES.

Em relação aos satélites de órbita baixa que o Brasil tem desenvolvido, afirmou que todos são de órbita polar e, devido à localização geográfica do país, deveriam ser de órbita equatorial, de baixa inclinação. É papel do Brasil contribuir com satélites de órbita equatorial, melhorando pre-remptoriamente a resolução temporal nos trópicos.

O Sr. Antônio Machado, da AMSKepler, que estava na plateia, manifestou-se sobre o Programa CBERS, afirmando que os dados se encontram no catálogo do INPE com todos os metadados disponíveis. Em relação à correção geométrica e à qualidade das imagens, afirmou que o processamento e o modelo matemático de correção dos dados Landsat são os mesmos feitos para o CBERS e que o registro das imagens é perfeito, na qualidade da câmera MUX. Destacou que o INPE equiparou a qualidade da câmera MUX do CBERS à do sensor OLIS do Landsat e o resultado foi esse. Informou que as imagens do CBERS4 estão na Amazon, inclusive com sequência temporal, e isso pode representar uma redução de custo para o próprio INPE. A estrutura de armazenamento poderá ser reduzida, pois a Amazon a disponibiliza de forma gratuita. Em relação a demandas por imagens de 1 metro de resolução espacial, ressaltou que o CBERS4A vai gerar dados de 2 metros de resolução e isso representa uma evolução muito grande para sensores óticos no Brasil. Será necessário, no entanto um grande esforço e investimentos para a obtenção e o aprimoramento de pontos de controle em solo.

## **PAINEL 2 – COMUNICAÇÕES; POSICIONAMENTO & NAVEGAÇÃO POR SATÉLITES E MISSÕES CIENTÍFICAS**

Moderador: Ronne Toledo (AEB)

Painelistas: Leandro Cordeiro (Thales)

Oswaldo Miranda (INPE)

Sebastião Nascimento (Telebrás)

Sônia Alves (IBGE)

Após apresentar os resultados obtidos na área de Comunicações através da etapa de consulta formal às instituições nacionais, o moderador do painel 2 solicitou que os painelistas comentassem os resultados e debatessem sobre a importância da construção participativa do Programa Espacial Brasileiro.

O representante da Telebrás, Eng. Sebastião Nascimento, iniciou informando que, no planejamento das ações para o estabelecimento do Satélite Geoestacionário de Defesa e Comunicações Estratégicas (SGDC), as demandas foram definidas a partir de um trabalho de levantamento junto aos órgãos do governo federal, cuja demanda poderia já ter sido suprida caso houvesse, à época, um trabalho semelhante ao que a AEB apresentou em 2018. Comentou que a demanda levantada à época já era muito maior do que a capacidade projetada para o SGDC. Durante o processo de fabricação do referido satélite, por problemas orçamentários da época, as empresas que forneceram a demanda não puderam se capacitar para sincronizar a sua necessidade com a capacidade que o SGDC iria oferecer, e agora está havendo a necessidade de realizar um trabalho gradativo com as mesmas para torná-las aptas, exigindo investimento de ambas as partes. Ressaltou que, para os próximos dois anos e meio, espera-se que a capacidade do SGDC-1 seja

preenchida e que, para o SGDC-2, já está sendo trabalhado esse aspecto, com atenção especial à demanda dos órgãos do governo federal face à capacidade adicional do satélite.

Destacou, ainda, que o objetivo do SGDC-1 é prover cobertura de 100% do território nacional e o sinal com a mesma qualidade em qualquer região do país, focando não apenas no acesso à internet, mas também em atividades relacionadas a IoT (Internet of Things). Segundo o painalista, o satélite proverá atendimento imediato ao Plano Nacional de Banda Larga (PNBL), ao mesmo tempo em que se encontra em andamento a prospecção de integração do SGDC-1 com a tecnologia 5G, a fim aumentar sua abrangência e atender as comunidades carentes e as periferias das grandes cidades.

O representante da Telebrás afirmou que o SGDC é capaz de prover comunicação segura (criptografia) principalmente a entidades governamentais (Federais, Estaduais e Municipais) e que a rede de distribuição terrestre da Telebrás é toda continuada e em território brasileiro, corroborando com a questão de segurança nas comunicações. Acrescentou que atualmente a Telebrás está prospectando novas demandas voltadas para soluções que requerem, não só o enlace via satélite, mas também a sua rede terrestre, e que tem sido um grande desafio identificar adequadamente as soluções para tais necessidades.

O representante da Thales, Sr. Leandro Cordeiro, complementou o debate dizendo que o principal objetivo do SGDC é a integração nacional, permitindo acesso à informação a todas as regiões do Brasil. O projeto, segundo ele, envolveu aquisição e absorção de tecnologia, uma vez que a sua concepção tem como premissa a formação de parcerias voltadas à capacitação da indústria nacional para o mercado mundial. O painalista sugeriu, ainda, uma reflexão sobre como as novas tecnologias impactarão os programas futuros, com vistas a melhorar a performance e reduzir os custos, ou seja, aumentar capacidade com menor investimento.

O representante da AEB, Dr. Petrônio Noronha de Souza, esclareceu que a pesquisa conduzida pela AEB foi aberta para uma demanda geral na área de comunicação por satélite e não centralizada no SGDC. Como grande parte dos respondentes pertencia a organizações governamentais, houve uma tendência ao atendimento das necessidades pelo SGDC, embora não tenha sido esse o foco da pesquisa. A continuidade do programa SGDC irá ampliar uma necessidade de conteúdo tanto do desenvolvimento do segmento espacial quanto do de solo, o que permitirá a abertura de oportunidades para a indústria espacial.

Após apresentar os resultados obtidos na área de Posicionamento e Navegação por Satélites através da etapa de consulta formal às instituições nacionais, o moderador do painel 2 solicitou que os painelistas comentassem os resultados e debatesses sobre a importância da construção participativa do Programa Espacial Brasileiro.

A representante do IBGE, Dra. Sônia Alves, iniciou sua fala afirmando que informação de valor está sempre associada à geolocalização, e atualmente há uma necessidade de aprimoramento da precisão e da resposta dos serviços de posicionamento e navegação em operação. Acrescentou que o Brasil é um país intercontinental, com serviços consolidados no sul e sudeste, mas regiões

como a norte e a nordeste possuem carências de infraestrutura que necessitam ser tratadas com maior atenção, e é esse o grande desafio.

Segundo a panelista, a Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo teve início no IBGE justamente com foco em georeferenciamento de precisão. O futuro indica a necessidade de se trabalhar com os sistemas existentes e também com os que estão em desenvolvimento, ou seja, é preciso estar preparado para os sistemas globais de navegação por satélite, tais como o Americano (GPS), o Russo (Glonass), o Chinês (Beidou) e o Europeu (Galileo).

A panelista afirmou que a integração da Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo (RBMC) com um Sistema de Correção Baseado em Satélite (SBAS) é possível, mas são necessários estudos na área, com o apoio de Comitês Técnicos. Entende que parcerias como essa são de extrema importância e sugeriu que o PEB contribuisse com a RBMC de alguma forma, financiando ou orientando a viabilização de instrumentos de financiamento, com vista, principalmente, à atualização do parque tecnológico já existente, de forma a equipará-lo às tecnologias internacionais. De acordo com a panelista, o IBGE fez uma parceria com a agência de geodésia e cartografia da Alemanha, por exemplo, adquirindo um software que possibilita aos usuários informar a sua localização com alto nível de precisão em tempo real em locais onde há internet móvel.

O representante da Thales acrescentou que a existência de um Sistema de Navegação Nacional envolve o desenvolvimento de uma constelação própria de satélites e que esta iniciativa dependeria de grandes investimentos por parte dos interessados. É importante avaliar a real necessidade de se ter um sistema de Navegação próprio em detrimento de outras prioridades relacionadas ao setor espacial;

Sobre a aplicação de sistemas de navegação e também o sistema SBAS, o Brasil precisa evoluir nos estudos e na busca de soluções que visem resolver os problemas relacionados às interferências ionosféricas, que ainda é um problema para o Brasil e que impacta na qualidade dos serviços oriundos dos referidos sistemas.

Um especialista da audiência reforçou, então, a ideia de que um dos fatores que impactam a utilização de sistemas GNSS no Brasil, conforme destacado na pesquisa da AEB, é a interferência da ionosfera na transmissão de sinais satelitais e isso é uma prioridade a ser tratada pelo país. Segundo ele, se esse problema não for sanado, independentemente de qualquer tecnologia adotada, a interferência continuará e que, se a demanda é por posicionamento e navegação precisos, é importante priorizar essas ações.

Outra sugestão da audiência foi a identificação de lacunas em serviços oferecidos globalmente na área de posicionamento e navegação, e também de comunicações, para que então se decida, de acordo com demandas nacionais não atendidas, onde atuar e investir.

Alguns especialistas presentes fizeram considerações sobre: i) dificuldades em convencer os órgãos de controle para aquisição de equipamentos na RBMC para fins de pesquisa; ii) o desafio de se atingir 100% de cobertura dos imóveis rurais, uma vez que os serviços de posicionamento e

navegação são importantes para o cumprimento de missão institucional do INCRA; e iii) limitada rede de estações GNSS e a importância das parcerias para obtenção dos dados.

A representante do IBGE acrescentou que, no início, havia poucas estações de referência de GNSS. Em outros anos, buscou-se parcerias institucionais, tanto nacionais quanto internacionais. Segundo ela, ter serviços de qualidade é um desafio grande em um país como o Brasil, pois se trabalha muito bem na região sul e sudeste, porém trabalhar na Amazônia já é diferente e as intempéries e alterações atmosféricas lá são diferentes. O país precisa de investimento em infraestrutura para que se possa trabalhar e ofertar serviços contínuos.

Após apresentar os resultados obtidos na área de Missões Científicas através da etapa de consulta formal às instituições nacionais, o moderador do painel 2 solicitou que os painelistas comentassem os resultados e debatessem sobre a importância da construção participativa do Programa Espacial Brasileiro.

O representante do INPE, Dr. Oswaldo Miranda, iniciou a sua fala destacando que os recursos gerados mundialmente a partir de aplicações satelitais – desenvolvimento, aplicações e segmento solo - em 2016, estavam na casa dos US\$300 bilhões, sem contar com os recursos gerados pelos lançadores. Segundo o painalista, este é um cenário poderoso para o Brasil efetivamente entrar e passar a ser um ator importante na área espacial. Em sua opinião, o Brasil preenche todos os requisitos para isso, necessitando apenas de ajustes e refinamentos.

O painalista do INPE destacou a relevância de duas missões científicas – Equars e Mirax – para a ciência brasileira. Apontou a grande participação da academia e a existência de limitações na implementação dessas duas missões. Afirmou que, em 2010, foi estruturado um grupo de trabalho no âmbito do MCTIC para avaliar as principais questões e demandas científicas que a Astronomia brasileira deveria ser capaz de responder, considerando também questões relevantes do cenário internacional e quais seriam os instrumentos de solo e embarcados necessários ao estudo, que viessem a contribuir com a possibilidade de soluções às demandas existentes. Nessa época, o Mirax aparecia como uma das possíveis respostas, por ter sido fruto de um planejamento do Ministério, com ampla divulgação junto à comunidade astronômica brasileira, tornando natural a sua indicação, pela academia, como missão relevante no âmbito da pesquisa realizada pela AEB.

O painalista comentou que, a partir de 2015, com a detecção de ondas gravitacionais e o estabelecimento de um novo ciclo para a astronomia, hoje chamada de astronomia multimensageira, o estudo de objetos e missões em raio-x e gama passou a ser complementar para a análise das fontes astrofísicas de ondas gravitacionais, enfatizando a importância de missões científicas como Mirax.

Segundo o painalista, a missão Equars é mais antiga, surgiu por volta dos anos 2000, e ainda tem importância para o desenvolvimento científico, principalmente porque seu instrumental foi sendo desenvolvido ao longo do tempo. De acordo com ele, as missões científicas são úteis não apenas para o país de origem, mas sim para qualquer país que delas necessite. Através delas, é possível investigar fenômenos não completamente compreendidos; apontar respostas a fenôme-

nos observáveis ou verificáveis em laboratório ou através do cosmos, da ionosfera ou da atmosfera terrestre. Não há dúvidas de que boas respostas geram oportunidades mercadológicas para o conhecimento gerado.

De acordo com ele, a importância das missões também pode ser verificada pela quantidade de teses e dissertações que foram produzidas nos últimos anos usando dados de satélites de outros países. Muitos desses satélites foram citados no levantamento que a AEB fez. As instituições nacionais não utilizam dados de satélites brasileiros porque ainda não atendem às demandas. Porém há condições técnicas de produção desses satélites no Brasil, com a participação das universidades e da iniciativa privada no desenvolvimento de subsistemas embarcados.

O representante do INPE destacou a importância de se ter satélites nacionais especificamente voltados ao desenvolvimento de ciência, tendo como exemplos as atividades espaciais de nações mais desenvolvidas, nas quais é mandatório o desenvolvimento de missões científicas, que são as que realimentam todo o processo: inovação, desenvolvimento tecnológico e aplicações. Tudo isso nasce na pesquisa básica e, sem ela, não se discute programa espacial.

Segundo o painalista, desenvolvimento tecnológico e ciência estão intrinsecamente acoplados. Satélites científicos são desafiadores pelas perguntas que almejam responder e sempre há espaço para testar novos conceitos que serão usados em missões futuras, pois os satélites científicos têm esse apelo. A aplicação, destacou o painalista, vem da pesquisa básica. Se o Brasil bate recordes de produção agrícola, isso é consequência da pesquisa básica. Se não houvesse estudos ionosféricos, atmosféricos e dados importantes sobre o ambiente, não se teria meios de mitigar possíveis ameaças à produção agrícola e, conseqüentemente, não haveria uma boa produção. Toda a cadeia do agronegócio se beneficia muito da atividade espacial e da pesquisa espacial que é feita pelos segmentos do PNAE. A ciência como um todo é fundamental para o desenvolvimento de qualquer sociedade moderna e o espaço é o ambiente adequado para que se explore e responda as boas perguntas que estão abertas na comunidade científica internacional, nas áreas de Astronomia e Geofísica, que são as mais citadas no relatório da AEB.

O Mirax e a Equars são missões exequíveis, no caso do Equars podendo ser lançado por volta de 2020 e 2021, em uma zona temporal interessante, uma vez que haverá carência de missões para o estudo da alta atmosfera terrestre, a ionosfera e a região equatorial nesse período. A NASA também já percebeu isso e está em busca de missões nesta área específica do conhecimento. Essas duas missões, ressaltou o painalista, não se concentram somente na ciência e podem ser úteis em outras áreas, como Comunicações. A ionosfera é bem atípica na região equatorial, portanto o desenvolvimento de equipamentos GNSS e de comunicação que transmitam bem pela ionosfera equatorial gerará produtos que alcançarão o mercado de qualquer outra nação, uma vez que, funcionando bem aqui, funcionará bem em qualquer outro lugar.

O painalista entende que as instituições nacionais podem apoiar o Programa Espacial Brasileiro. A participação das principais sociedades científicas, envolvidas diretamente na área espacial, tais como a Sociedade Astronômica Brasileira (SAB) e a Sociedade Brasileira de Geofísica Espacial

(SBGEA), no levantamento das principais questões em suas áreas de atuação, a serem respondidas nos próximos 10 anos, é de extrema importância. É preciso contextualizar o cenário internacional, considerando as particularidades nacionais, e então determinar o que é viável responder através de missões científicas. O próximo passo seria, então, começar a testar experimentos desenvolvidos para nanossatélites e satélites de pequeno e médio portes, que possam atender à ciência nacional e colocá-la como um ator importante na ciência internacional.

Um especialista presente na audiência comentou que recursos para o setor espacial podem vir de áreas inesperadas, como o exemplo citado dos Estados Unidos, onde estão sendo desenvolvidos carros autônomos, com alto potencial de investimento da indústria automobilística. O Jet Propulsion Laboratory (JPL - NASA) conseguiu recursos da Mercedes-Benz e da Toyota para desenvolvimento de GPS e software.

A audiência questionou como as universidades poderiam se articular em uma rede de colaboração para o desenvolvimento de temas da área espacial e se o INPE ou a AEB tinham algum plano nesse sentido.

O representante do INPE respondeu argumentando que as missões científicas devem nascer respaldadas pelo menos nas questões que elas almejam responder, ou melhor, nas aplicações que derivam de pesquisas importantes das sociedades científicas. A parte de organização e sinergia entre os diversos atores realmente cabe à AEB. Segundo o painalista, falta trazer a sociedade científica para esse cenário de articulação. Uma das responsabilidades da AEB seria, então, a partir das demandas identificadas, verificar a que sociedades científicas elas estão associadas e tentar uma aproximação maior com essas sociedades. Duas principais são a SBGEA e a SAB. De acordo com o que foi apresentado como metodologia do Processo de Identificação e Análise de Demandas Nacionais ao Setor Espacial, seria então possível organizar um grupo gestor, um grupo consultor, e trazer para próximo desses grupos os presidentes das sociedades científicas para colocarem demandas dos níveis mais baixos, que são as universidades e instituições vinculadas, esse seria o caminho mais natural.

O representante da AEB exemplificou o que ocorre nos Estados Unidos, com as sociedades científicas elaborando os chamados planos decenais, nos quais as organizações desenvolvem de uma forma prática esses aspectos da ciência. Por exemplo, há planos decenais feitos pelas sociedades científicas norte-americanas para o espaço profundo, astrofísica, sensoriamento remoto e outros temas e isso dá a base para que a NASA faça a seleção de missões a serem desenvolvidas. Segundo ele, esse é um desdobramento natural dessa pesquisa de demandas e a etapa seguinte de diálogo permanente (rede interinstitucional). No tocante às missões científicas, talvez seja possível a interlocução com as sociedades para que existam planos comuns ao desenvolvimento.

Ressaltou, ainda, que outro aspecto importante é como a indústria pode apoiar e participar das missões científicas. O fato é que algumas das missões satelitais ou de sonda desenvolvidas, algumas das mais caras, são missões científicas. E são na maioria das vezes desenvolvidas dentro da indústria. O telescópio Hubble e mais recentemente o James Webb telescope, por exemplo são

missões na casa do bilhão de dólar e a maior parte desse trabalho é feito dentro da indústria. Então, na medida em que sejam identificadas missões consensuais e com recursos alocados, certamente haverá, para a indústria nacional, um espaço muito importante no seu desenvolvimento. Não apenas aquelas que trazem a aplicação de forma mais direta, como observação da Terra, comunicações, meteorologia, por exemplo, mas também as missões científicas poderão ensejar insumos interessantes para a indústria nacional. O segredo é o trabalho conjunto e a construção participativa desses projetos.

Segundo o diretor da AEB, há toda uma intersecção entre as áreas de comunicação, posicionamento e de missões científicas, assim como há intersecções com as áreas de Observação da Terra, Coleta de Dados e Meteorologia, conforme foi possível verificar nos resultados do processo e também na fala dos painelistas, e isso deve ser levado em consideração no planejamento das atividades espaciais.

# DEMAIS CONTRIBUIÇÕES

## Considerações dos participantes a respeito da metodologia

Representantes das instituições públicas nacionais parabenizaram o trabalho e manifestaram votos de continuidade ao Processo de Identificação e Análise de Demandas Nacionais ao Setor Espacial.

Afirmaram que a metodologia adotada reforçou a participação social de instituições públicas e privadas no planejamento das atividades espaciais e na identificação das áreas, produtos e serviços estratégicos relacionados às tecnologias espaciais. Acrescentaram que a metodologia participativa tem a conveniência de retratar com maior fidedignidade as reais necessidades das instituições e torna mais efetivo o planejamento e a execução de políticas públicas direcionadas ao setor, possibilitando, dessa forma, a racionalização na aplicação de recursos financeiros.

Outro aspecto relevante da metodologia adotada, segundo manifestantes, relaciona-se ao processo de consulta direcionada aos especialistas da área, ou seja, aos técnicos e estudiosos que utilizam diretamente os produtos e serviços do setor espacial. Comunidades de usuários são as principais interessadas na melhoria e disponibilização de novos insumos da área espacial, pois conhecem os principais gargalos, dificuldades e tendências relacionadas a suas aplicações. Assim, o processo de consulta aos especialistas revela-se como uma eficiente estratégia de mapeamento das principais necessidades e de projetos plausíveis ao Programa Espacial Brasileiro.

Destacaram positivamente, ainda, a flexibilidade da metodologia na elaboração dos questionários, compostos por questões objetivas e analíticas, possibilitando às instituições o esclarecimento e o melhor detalhamento de suas necessidades e/ou dificuldades atuais e futuras, ou seja, a metodologia possibilitou uma consulta mais abrangente e realista das prioridades relacionadas ao setor. O processo de refinamento e validação das demandas identificadas na primeira rodada, a partir de uma segunda rodada, possibilitou que as instituições tivessem um panorama das características e necessidades do setor, bem como pudessem fazer ajustes nas informações prestadas.

Segundo manifestantes, a divisão em seis áreas de abrangência das atividades espaciais (Observação da Terra; Coleta de Dados; Meteorologia; Comunicações; Posicionamento e Navegação; Missões Científicas) tornou mais didático e direcionado o processo de consulta, bem como facilitou a sistematização das informações pelos especialistas em cada área.

O relatório parcial “Demandas Nacionais ao Setor Espacial” apresentou de forma detalhada e sistemática os principais resultados de cada área de abrangência das atividades espaciais resultante da primeira etapa de consulta às Instituições. Possibilitou, assim, a compreensão do panorama geral sobre a participação das Instituições, as principais atividades que utilizam informações espaciais, as demandas não atendidas e as que poderão ainda surgir. Também, pelo nível de detalhamento do relatório, foi possível identificar as principais contribuições, sugestões, dificuldades e demandas indicadas pelo rol de especialistas que participaram do processo.

Por fim, muitos ressaltaram interesse em participar da Rede Interinstitucional a ser criada para o acompanhamento das demandas nacionais. Destacaram que é de extrema importância o acompanhamento da evolução das demandas e também dos produtos e serviços relacionados ao setor espacial, sendo este necessário ao planejamento de políticas públicas capazes de promover o desenvolvimento socioeconômico e a melhoria da qualidade de vida da população.

### **Contribuições das instituições públicas nacionais**

Na área de observação da Terra, um manifestante ressaltou que os resultados apresentados pela AEB são bem abrangentes e capturam as necessidades da comunidade em relação ao Sensoriamento Remoto orbital. Afirmou que a continuidade do Programa CBERS é necessária, destacando que o país recebe recursos externos para acompanhamento e monitoramento ambiental, por conta da redução na emissão de gases de efeito estufa, e faz esse trabalho através de programas como PRODES, DETER, ALERTA e TerraClass, utilizando maciçamente imagens do satélite CBERS, e que a disponibilidade gratuita das imagens para a comunidade de usuários é bastante positiva e relevante. O manifestante destacou ainda a importância de dados de sensores imageadores ativos e a necessidade de priorização de demandas, uma vez que algumas já são atendidas por fontes diversas. Finalizou ressaltando a importância de um sistema cada vez mais moderno de distribuição e processamento de dados, fortalecendo as instituições que já atuam na área, e de uma análise criteriosa de custo e benefício em relação à resolução espacial versus resolução temporal.

Outro manifestante afirmou que o relatório parcial de demandas nacionais ao setor espacial foi bem formulado, compilando as necessidades, aplicações e dificuldades dos especialistas que trabalham na área de mapeamento e monitoramento do território brasileiro. Acrescentou que, diante do exposto pelos especialistas consultados, fica evidente a importância do lançamento de satélite brasileiro, com resolução espacial adequada às demandas, assim como a disponibilidade de metadados dos sensores, para que os usuários possam baixar as imagens das áreas de interesse e possam realizar os processamentos específicos, dependendo da área de pesquisa. Seria um grande avanço para a segurança do território nacional, tanto geograficamente como em estratégia, com possibilidade de monitoramento de áreas agrícolas, garantindo segurança alimentar e protegendo o mercado brasileiro de adversidades meteorológicas.

Houve manifestação a respeito da necessidade de existir, nas indústrias do setor espacial brasileiro, um sistema de gestão e uma gestão eficazes e capazes de garantir o cumprimento de requisitos técnicos e prazos, dentro dos recursos financeiros disponibilizados. Segundo um manifestante, é importante que as indústrias possuam a certificação ISO9001 versão 2015 - Requisitos para Sistema de Gestão da Qualidade, que apresenta os requisitos mínimos para o cumprimento de um contrato. Sugeriu que o ideal para o setor espacial brasileiro seria a determinação da implantação de um sistema de gestão baseado na AS 9100 - Quality Management System for Aerospace, como um requisito de contrato, de forma a garantir a segurança na execução das etapas do contrato, ou a determinação de ações corretivas eficazes para o sucesso do programa.

Sugeriu também que as indústrias e organizações de pesquisa e desenvolvimento na área espacial com contrato de fornecimento de um produto devam cumprir o requisito de implantação de um sistema de gestão diferenciado dos setores de alta demanda, que possuem clientes definidos, com baixo valor agregado e requisitos estabelecidos, de forma a garantir o cumprimento dos requisitos técnicos, logísticos e industriais estabelecidos pelo Governo. Segundo suas considerações, há necessidade de formação de competências para a capacitação do parque industrial, visando o desenvolvimento de produtos com tecnologia e custo viáveis.

A respeito de missões científicas, as considerações encaminhadas ressaltam que o fato da missão EQUARS aparecer como a segunda mais citada (atrás da missão TIMED da NASA) traz importante sinalização aos tomadores de decisão. O tema ionosfera e seus acoplamentos (com atmosfera neutra de um lado e com o meio interplanetário do outro) constitui-se em tema central da pesquisa científica de alto nível, tanto nas Instituições de Pesquisa quanto nas Universidades (Academia) brasileiras. Segundo considerações, o estudo da ionosfera equatorial e seus acoplamentos produz diversas ramificações que vão da pesquisa básica à pesquisa aplicada (clima espacial), terminando em diferentes aplicações (controle de tráfego aéreo e aproximação de aeronaves, geoposicionamento, prospecção de petróleo em águas ultra profundas, etc.). Em relação à missão MIRAX, na área de Astronomia, um manifestante ressaltou o fato desta ter sido citada no Plano Nacional de Astronomia (<http://www.lna.br/PNA-FINAL.pdf>) e ser lembrada e comentada pela Academia. Sugeriu que a AEB busque a viabilização dessas duas missões científicas, com apoio da ciência brasileira.

Foi sugerido, ainda, o estabelecimento de uma comissão de alto nível para prospecção e apresentação de propostas de missões científicas, com pelo menos 3 membros das Sociedades Científicas, sendo, em sua primeira versão, composta pelos presidentes das Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC), Sociedade Astronômica Brasileira (SAB) e Sociedade Brasileira de Geofísica Espacial e Aeronomia (SBGEA). A vaga da SBPC representaria, neste momento, todas as outras sociedades científicas brasileiras, que no futuro poderão propor missões científicas. Ao mesmo tempo, caberá às sociedades científicas as discussões sobre os grandes temas científicos de interesse do Brasil.

Destacaram que é premente o desenvolvimento de plataforma nacional para cubesats. Tal segmento estimula trabalhos de iniciação científica nas diversas universidades brasileiras e amplia o número de jovens engajados com a pesquisa/atividade espacial. Nesse sentido, algumas universidades poderiam ser convidadas a identificarem interesses em desenvolver uma plataforma nacional.

Na área de meteorologia, um manifestante destacou que o relatório da AEB deixa claro que os dados de um satélite geoestacionário de meteorologia com a capacidade de coletar dados de estações automáticas, com uma banda de 20MBPs e um sensor do tipo ABI (Advanced Baseline Imager) atenderia em grande parte a demanda do setor.

Foi, ainda, sugerido o estabelecimento de uma equipe de trabalho para analisar os resultados do processo e estabelecer ações estratégicas que permitam colocar projetos espaciais de forma adequada perante o mercado; transmitir imagem e conceito claros do negócio ao público; definir processos integrados às estratégias, que permitirão, na prática, que as ações de todos sejam aderentes aos planos traçados; monitorar resultados em todos os aspectos, do financeiro ao reconhecimento da marca, de forma a corrigir os possíveis desvios, e criar critérios de gestão por meio de indicadores de desempenho que meçam os resultados dos processos e o desempenho dos gestores. Segundo manifestante, o controle destas informações torna mais viáveis as oportunidades de investimento em projetos espaciais.

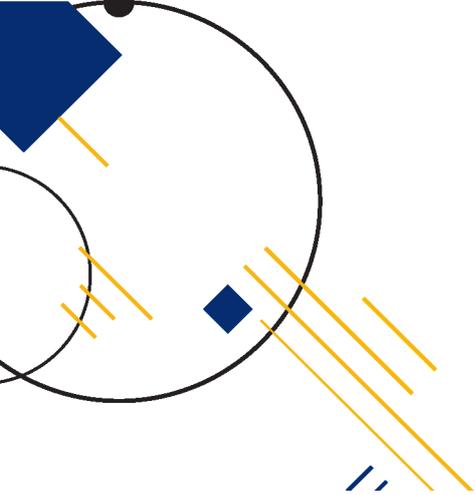
### **Contribuições da indústria espacial nacional**

Os representantes da indústria espacial nacional parabenizaram a AEB pelo Processo de Identificação e Análise de Demandas Nacionais e pela maturidade da pesquisa, afirmando que o volume de informações coletadas é muito grande e representa bem os grandes desafios para o desenvolvimento acadêmico, institucional e industrial no setor. Consideram ser um passo importante no desenvolvimento do modelo a ser seguido no setor espacial do Brasil, mas ressaltam que foi reduzida a participação de empresas privadas e que esse é um aspecto que deve ser aprimorado, uma vez que há muitas demandas próprias dessas empresas a serem supridas através da utilização de produtos e serviços satelitais, que vão desde o monitoramento de plataformas de petróleo em alto mar até a troca de informações médicas entre centros de saúde espalhados pelo território nacional.

Sugeriram uma análise das muitas oportunidades do setor espacial e ações para o desenvolvimento dos diversos atores, criando assim demandas, clientes e fontes de financiamento privado para os projetos. Apontaram que seria importante o desenvolvimento de ações capazes de unir as empresas privadas, que poderiam ajudar no custeio e na realização das mesmas, considerando também as reivindicações dos institutos de pesquisa. Tendo a AEB como entidade gestora dessa fusão entre o mercado (serviços comerciais) e as entidades de pesquisa, a solução poderia auxiliar o desenvolvimento de toda a cadeia produtiva nacional para o setor.

Apontaram a necessidade de um maior contato entre a AEB e as instituições acadêmicas que possuam pesquisas em andamento com a utilização de satélites de coleta de dados e imagens. Sugeriram, ainda, maior aproximação com o setor privado em áreas como a de previsão de safras, valoração de colheita, monitoramento ambiental e regulatório, dentre outras, afirmando ser necessário o desenvolvimento de aplicações voltadas a esse mercado. Manifestaram a importância de articulação com cooperativas patronais de produtores rurais, pois as regras impostas pelo governo aos produtores têm causado grande demanda de serviços de monitoramento de reservas obrigatórias, bem como validações de impacto ambiental e, devido a isso, os produtores tem procurado empresas para a realização de serviços e desenvolvimento de aplicações com uso de imagens de sensoriamento remoto satelital, representando uma demanda crescente.

Segundo um representante da indústria, os resultados apresentados no relatório parcial deixam evidente que programas nacionais de Observação da Terra, sejam eles ópticos ou radares de abertura sintética (SAR), são fundamentais para atender às necessidades de acesso a imagens e, conseqüentemente, a geração de produtos de valor agregado que atenderão a diferentes demandas dos usuários. Entretanto, para atender tais demandas, a participação efetiva da indústria espacial brasileira deve ser considerada em todas as etapas. Ressaltou a importância do papel de uma empresa brasileira integradora de sistemas espaciais, que deverá ser o mais amplo possível, podendo ficar responsável pela comercialização da capacidade excedente do satélite de Observação da Terra, seja ele óptico ou SAR, permitindo assim a continuidade de programas nacionais através da receita recorrente com a venda das imagens e produtos de valor agregado para o mercado privado (nacional e externo). Tal receita poderá ser gerada a partir do pagamento de royalties, como é feito por empresas estrangeiras que operam satélites governamentais e comercializam os dados coletados fora do país de origem por determinado satélite. Em relação a satélites de pequeno porte, comentou que com o rápido avanço da tecnologia, o lançamento de constelações de nano satélites, com sensores de diferentes resoluções espaciais e quantidades de bandas espectrais, possibilitará o avanço da indústria nacional no desenvolvimento de tecnologias que poderão ser embarcadas em satélites de médio e grande portes.



## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Processo de Identificação e Análise de Demandas Nacionais ao Setor Espacial é uma iniciativa pioneira da Agência Espacial Brasileira que visa, progressivamente, um maior alinhamento entre o planejamento estratégico das atividades espaciais e as necessidades do país e da sociedade. Desenhado e implementado pela AEB, durante o ano de 2018, representa um importante passo em direção à uma construção participativa de políticas públicas mais articuladas e fortalecidas pelo somar de inteligências que transversalmente acumulem soluções científicas, tecnológicas e inovadoras para diversas áreas de aplicação. O diálogo e a colaboração entre os diferentes atores do setor espacial trazem um caráter sistêmico necessário ao processo inovativo do setor espacial, de forma a torná-lo organicamente alinhado às demais políticas públicas nacionais e a garantir a representação ativa de diversos agentes no despertar de capacidades que venham a dar maior cadência às atividades espaciais e, conseqüentemente, criem uma base sólida para o desenvolvimento do País.

Trata-se também de importante oportunidade para uma maior aproximação entre a AEB e as instituições demandantes de produtos e serviços oriundos de tecnologias espaciais, e responde de maneira efetiva às diretrizes contidas na Política Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais, por meio do reconhecimento das demandas existentes e de sua validação e priorização junto à indústria e aos demais atores do SINDAE, com base nas orientações estabelecidas pelo Estado Brasileiro e nas capacidades científica, tecnológica e produtiva do País. O processo não visa orientar apenas o planejamento e o desenvolvimento de novas missões espaciais, mas também o estabelecimento de possíveis parcerias internacionais que sejam capazes de fortalecer e apoiar o desenvolvimento do setor, apresentando soluções aos problemas de áreas prioritárias ao país, seja por meio de transferência tecnológica, compartilhamento de produtos e serviços ou desenvolvimento conjunto e colaborativo de sistemas e aplicações.

O estabelecimento de um canal de comunicação entre atores estratégicos do setor e possibilita um fluxo contínuo de informações entre a AEB, as instituições demandantes, os institutos de pesquisa e a indústria espacial, contribuindo assim para a concretização de um Programa Espacial Brasileiro mais próximo da sociedade e capaz de fornecer serviços que atendam às reais necessidades do País, e que projetem o Brasil a um papel de destaque no alcançar de metas estabelecidas em compromissos internacionais e no setor como um todo.

Por fim, entende-se que o planejamento das atividades espaciais no país deve garantir que os projetos espaciais civis, contemplados no Programa Nacional de Atividades Espaciais (PNAE) e de Defesa, resultantes do Planejamento Estratégico de Sistemas Espaciais (PESE), estejam alinhados e sejam complementares entre si, permitindo uma melhor aplicação de recursos escassos em tecnologias espaciais duais que atendam concomitantemente as necessidades da Defesa e de políticas setoriais.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Decreto nº 1.332, de 8 de dezembro de 1994. Aprova a atualização da Política de Desenvolvimento das Atividades Espaciais - PNDAE. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 9 dez. 1994.

LIMA, Fernanda Lins Leal Uchôa. **Demandas Nacionais ao Setor Espacial**. Trabalho de Conclusão de Curso. Especialização em Planejamento e Estratégias de Desenvolvimento. Escola Nacional de Administração Pública – ENAP. Brasília, 2018.





