

**Clezio Marcos De Nardin**

**UMA AVALIAÇÃO DO ESTÁGIO INICIAL DO PROGRAMA DE ESTUDO E  
MONITORAMENTO BRASILEIRO DE CLIMA ESPACIAL (EMBRACE) SOB A  
ÓTICA DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA**

Coordenador Acadêmico

**Paulo Figueiredo**

Professor Orientador

**Saulo de Oliveira Gomes**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso MBA em Gestão Estratégica da  
Ciência e Tecnologia em IPP's, de Pós-Graduação *lato sensu*, Nível de Especialização, do  
Programa FGV in company requisito para a obtenção do título de Especialista

TURMA INPE

**São José dos Campos - SP**

2010



O Trabalho de Conclusão de Curso

**UMA AVALIAÇÃO DO ESTÁGIO INICIAL DO PROGRAMA DE ESTUDO E  
MONITORAMENTO BRASILEIRO DE CLIMA ESPACIAL (EMBRACE) SOB A  
ÓTICA DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA**

elaborado por Clezio Marcos De Nardin e aprovado pela Coordenação Acadêmica foi aceito como pré-requisito para obtenção do título de especialista no curso MBA em Gestão Estratégica da Ciência e Tecnologia em IPP's, de Pós-Graduação *lato sensu*, Nível de Especialização, do Programa FGV in company.

Data da aprovação: \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

Coordenador Acadêmico

**Paulo Figueiredo**

Professor Orientador

**Saulo de Oliveira Gomes**



## **Dedicatória**

Dedico este trabalho à instituição INPE, um instituto de excelência reconhecido internacionalmente e que nos permite dar o melhor de nós.



## **Agradecimentos**

Aos professores do Curso Pós-Graduação em Gestão Estratégica da Ciência e Tecnologia em Instituições Público-Privadas, pela paciência em transmitir o conteúdo e pela consideração com nosso parco conhecimento sobre gestão e compreensão pelas nossas atividades paralelas durante algumas aulas.

Em destaque, um agradecimento ao Prof. Paulo Figueiredo pelo incentivo e motivação. E, em especial, ao Prof. Saulo Gomes pelo auxílio na condução deste trabalho, pela ajuda no melhoramento da métrica e pelo seu interesse dispensado neste estudo, enviando uma amostra de formulário de trabalho de campo.

Aos meus colegas mais próximos, Maria Célia R. de Andrade; Maria Virgínia Alves; Rubens C. Gatto pelo seu apoio durante as fases iniciais de desenvolvimento deste trabalho e por contribuir significativamente para sua realização e evolução.

Aos demais colegas do curso pela dedicação com que discutiram este trabalho e pelas excelentes críticas. Um agradecimento especial ao colega Fabiano Luís de Sousa e ao colega Waldênio Gambi Almeida, os críticos mais contumazes deste trabalho em nossa turma de alunos. Suas fortes e honestas críticas contribuíram sobremaneira para o que julgo ser um bom desenvolvimento da métrica deste estudo.

Ao Antônio L. Padilha, Coordenador da Área de Ciências Espaciais e Atmosféricas (CEA), pelo seu empenho e dedicação em manter e organizar a documentação que registra os passos dados durante a criação do Programa EMBRACE e pela elaboração da evolução cronológica dos acontecimentos.

A todos os colaboradores, amigos e colegas que comungam da idéia de fazer o melhor possível a cada dia. Eles que enxergam prosperidade em estudos desta natureza.

Por fim, como sempre, agradeço a minha esposa Alice Altissimo pela sua compreensão e auxílio. Finalmente, entendo a complexidade do trabalho que ela realiza na Embraer e me habilito a entender o vocabulário desta administradora premiada desde a época de sua Faculdade de Administração em Santa Maria, no Rio Grande do Sul.



## Resumo

Este trabalho trata da avaliação do Programa de Estudo e Monitoramento Brasileiro de Clima Espacial (EMBRACE), um programa do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Este programa foi criado em 2007 englobando competência de cinco divisões do INPE com o objetivo de proceder à coleta de dados e a manutenção do sistema de observação em clima espacial; de modelar processos do sistema Sol-Terra; de disponibilizar informação em tempo real e de fazer a previsão do clima espacial; e de prover diagnósticos de seus efeitos sobre diferentes sistemas tecnológicos. Nesta avaliação, foram considerados os aspectos relacionados aos micro-processos de inovação inerentes a programas da natureza do Programa EMBRACE, e não os macro-processos econômicos, apesar de reconhecermos a importância destes. Além disso, devido ao Programa EMBRACE ser desenvolvido no Brasil, um país de economia emergente, a abordagem da evolução inovativa partindo da ótica apresentada por Figueiredo (2009) foi escolhida para o estudo. Pois, esta aborda a capacidade tecnológica e de inovação considerando a acumulação de capacidades tecnológicas e a aprendizagem em programas de economias emergentes e se baseia na mensuração da capacidade do estoque de competências tecnológicas do programa em determinar o potencial que este estoque tem para executar uma determinada tarefa que deve (ou deveria) fazer parte de seu escopo. A partir destes conceitos, foi desenvolvido um modelo de mensuração de capacidades para Programas de Estudo e Previsão de Clima Espacial, o qual passou por três etapas nacionais de desenvolvimento e uma etapa internacional de validação. Nesta última etapa, cinco cientistas/administradores de diferentes países membros do *International Space Environment Service* (ISES) que desenvolvem programas similares ao Programa EMBRACE apresentaram suas críticas e sugestões. A partir deste modelo foi desenvolvido um formulário de entrevista para ser respondido por profissionais integrantes do Programa EMBRACE. A partir das respostas a estes formulários foram obtidos mapas de resultados que levaram às discussões contidas neste trabalho. Dentre elas, destacamos que o advento do Programa EMBRACE em consonância com a continuidade das atividades de pesquisa sem dúvida produziu um aumento considerável nas competências internas dos colaboradores envolvidos neste programa e, de maneira indireta, no INPE. As demais conclusões, reflexões e recomendações estão apresentadas ao longo do texto deste trabalho, incluindo uma reflexão pessoal sobre processos de aprendizagem para acúmulo de capacidade tecnológica que entendemos estar presente no Programa EMBRACE.



## Sumário

1. Introdução.....	13
1.1 O Programa EMBRACE.....	14
1.2 De P&D em Ciências Espaciais e Atmosféricas ao Programa EMBRACE ...	14
1.3 A Evolução das Ciências do Sistema Solar e da Interação Sol-Terra .....	17
1.4 Os Processos de Globalização e a Abertura Comercial .....	18
2. Base Conceitual do Estudo.....	19
3. Metodologia de Avaliação do Programa EMBRACE.....	23
3.1 O Modelo de Mensuração de Capacidades.....	25
3.2 O Formulário de Entrevista e a Representatividade Amostral .....	30
4. Análise dos Resultados.....	33
5. Discussão sobre os Processos de Aprendizagem e de Socialização de Conhecimento Presentes no Programa EMBRACE .....	46
5.1 Problemas Encontrados.....	49
5.2 Recomendações .....	50
6. Conclusões e Reflexões.....	52
7. Referências Bibliográficas.....	54
8. Anexos.....	56
8.1 Anexo 1. Conteúdo do E-Mail aos Membros do ISES, por Ocasão da Validação do Modelo de Mensuração das Capacidades.....	56



## **1. Introdução**

Este trabalho trata da avaliação do Programa de Estudo e Monitoramento Brasileiro de Clima Espacial (EMBRACE), um programa (produto) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) que pode ser entendido como uma extensão/evolução das atividades que hoje são realizadas por programas de previsões meteorológicas. Contudo, o primeiro é muito mais abrangente e complexo, pois trata das influências dos fenômenos solares sobre o espaço em torno da terra (da ordem de uma unidade astronômica), além da influência dos fenômenos que acontecem na baixa atmosfera (abaixo de 15 km) os quais influenciam a atmosfera superior. Enquanto isso, o segundo restringe-se à circulação atmosférica inferior (abaixo de 15 km), seus processos convectivos e as precipitações pluviométricas.

O desenvolvimento do Programa EMBRACE resulta de uma série de fatores, dentre os quais destacamos três que consideramos serem os mais importantes: as competências desenvolvidas nas atividades relacionadas à Pesquisa e ao Desenvolvimento (P&D) em Ciências Espaciais e Atmosféricas desde a fundação do INPE em 1961; a evolução do conhecimento humano nas ciências que tratam do sistema solar e da interação Sol-Terra e os processos de globalização e abertura comercial no qual o Brasil e suas empresas se envolveram desde o final da década de 1980.

Estes três fatores, dentre outros, contribuíram para a criação e implementação do Programa EMBRACE no INPE. Entretanto, os impactos destes fatores não serão objetos de estudo de forma separada dentro do escopo deste trabalho. Neste estudo, apresentamos o resultado de uma avaliação do Programa EMBRACE sob a perspectiva de uma inovação tecnológica como uma evolução das atividades rotineiras e inovativas que compõem as atividades complexas conduzidas em programas da natureza do programa EMBRACE. Neste contexto, uma métrica de avaliação de Programas de Estudo e Previsão de Clima Espacial foi desenvolvida e validada em duas fases (uma interna ao INPE e outra internacional) e foi aplicada ao Programa EMBRACE através de formulários de pesquisa respondido por diversos profissionais integrantes do programa.

Nesta fase da avaliação do programa não foi feito qualquer estudo relacionado à gestão das competências, do conhecimento, ao acúmulo de capacidades e tampouco à identificação de oportunidades. Com relação a estes aspectos apresentamos apenas uma reflexão sobre processos de aprendizagem para acúmulo de capacidade tecnológica que entendemos estar presente no Programa EMBRACE. Este trabalho, portanto, deve ser encarado como um marco

de partida para estudos futuros que cubram estas áreas da gestão estratégica e/ou que revisitem as avaliações e recomendações apresentadas aqui como forma de ratificação/retificação e verificação da evolução do Programa EMBRACE.

### **1.1 O Programa EMBRACE**

A partir de 2007, a Coordenação de Ciências Espaciais e Atmosféricas (CEA), juntamente com o Laboratório de Computação Aplicada (LAC), o Laboratório de Plasma (LAP) e a Divisão de Sistemas de Solo (DSS), todas estas unidades organizacionais do INPE, juntaram-se para compor um corpo de profissionais engajado em participar de um processo inovador do ponto de vista de aplicações espaciais. Neste contexto, foi criado o Programa EMBRACE. Este programa tem por objetivo proceder à coleta de dados e manutenção do sistema de observação em clima espacial; modelar processos do sistema Sol-Terra em escala global e regional com investigação de fenômenos físicos; disponibilizar informação em tempo real e fazer a previsão do clima espacial; e prover diagnósticos de seus efeitos sobre diferentes sistemas tecnológicos por meio de coleta de dados de satélite e de superfície e modelagem computacional. Ele pode ser entendido como um programa desenvolvido endogenamente ao INPE e interpretado como uma inovação na medida em que se propõe a organizar as competências científicas acumuladas em 48 anos de pesquisas na área de atuação e/ou em áreas afins, para responder a algumas necessidades específicas das sociedades tecnológicas atuais a partir de dados do clima espacial.

O portal na internet do Programa EMBRACE (<http://www.inpe.br/climaespacial/>), marco da concretização desta inovação, foi lançado oficialmente em 27 de junho de 2008. Este portal agrupa as informações disponíveis sobre o sistema Sol-Terra e dá início ao processo de interpretação e predição da resposta do ambiente espacial às contínuas mudanças dos fenômenos solares (atividade solar), que podemos considerar com um primeiro produto dentre os previstos para a previsão do clima espacial.

### **1.2 De P&D em Ciências Espaciais e Atmosféricas ao Programa EMBRACE**

O primeiro dos três fatores que consideramos importantes para o desenvolvimento do Programa EMBRACE no INPE é o desenvolvimento das competências no instituto nas atividades relacionadas à Pesquisa e ao Desenvolvimento (P&D) em Ciências Espaciais e Atmosféricas. Portanto, apresentamos a seguir a contextualização histórica da evolução das atividades do INPE, as quais culminaram com a criação do Programa EMBRACE.

Em 20 de janeiro de 1941, o Ministério da Aeronáutica decidiu abrigar sobre sua tutela todas as organizações que se relacionassem com aviação, mesmo aquelas que tivessem caráter

civil. Rapidamente, tornou-se evidente que o Brasil não tinha suficientes recursos humanos especializados e nem indústria capacitada para fazer frente às rápidas inovações do setor, impostas após segunda guerra mundial (Miranda, 2005). Face aos fatos, o Presidente da República aprovou, em 1945, a formulação de um plano de desenvolvimento universitário com a cooperação do Prof. Richards H. Smith, chefe do departamento de Aeronáutica do *Massachusetts Institute of Technology* (MIT). Em 29 de janeiro de 1946, foi criada a Comissão de Organização do Centro Técnico de Aeronáutica (COCTA), cujos trabalhos culminaram com a criação em 1950 do Centro Técnico de Aeronáutica (CTA) e seu primeiro instituto, o Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA).

Em 1957, no Ano Geofísico Internacional, Fernando de Mendonça e Júlio Alberto de Moraes Coutinho, ambos alunos do ITA, contataram o Laboratório de Pesquisa Naval da Marinha dos Estados Unidos da América (EUA) para montar uma base de recepção dos sinais do que deveria ser o primeiro satélite artificial da terra, satélite do projeto Vanguard. Surpreendendo o mundo, em 4 de outubro de 1957 a então União das Repúblicas Socialistas Soviéticas (URSS) lança o satélite Sputnik 1. Os estudantes brasileiros adaptaram a estação e receberam os sinais do Sputnik 1 e também do Explorer 1, lançado pelos EUA em janeiro de 1958. Três anos mais tarde, em 20 de fevereiro de 1961, após participar da reunião interamericana de pesquisas espaciais, o Prof. Luiz Bevilacqua entrega pessoalmente ao Presidente Jânio Quadros uma carta contendo a sugestão de criação de uma instituição dedicada à pesquisa espacial no Brasil (INPE, 1991). Em 17 de maio de 1961, o Presidente Jânio Quadros nomeia o Grupo de Organização da Comissão Nacional de Atividades Espaciais (GOCNAE) e em 3 de agosto do mesmo ano dá posse aos membros. Em 1963 o GOCNAE passou a contar com estagiários, essencialmente alunos do ITA, dentre os quais surgiram os primeiros pesquisadores civis do GOCNAE que eventualmente passou a ser chamando CNAE. Nesta sucessão de troca de nomes, criações de comissões e convênios, em junho de 1964, foi criado o Grupo Executivo de Trabalho e Estudos de Projetos Espaciais (GETEPE). Deste então as atividades espaciais no Brasil se sucederam com um crescimento quase exponencial, com lançamento de foguetes, construção de cargas úteis, construção de satélites, entre outras tantas atividades. Portanto, desde seu início em 1961, o INPE vem pesquisando os fenômenos espaciais, as quais envolvem atividades do Sol, no espaço interplanetário, na magnetosfera, na alta e média atmosfera, na ionosfera e no campo magnético terrestre interno e externo.

Entre junho e dezembro de 2006, 42 anos após o início das atividades de pesquisa em ciência espacial, durante a primeira etapa do planejamento estratégico (PE), o grupo temático

responsável por Prospecção Científica e Tecnológica, coordenado pelo Dr. Odim Mendes Jr., apontou para a crescente necessidade de informação sobre o clima espacial por parte das comunidades tecnológicas e sócio-econômicas e, entre as propostas apresentadas pelo grupo estava o estabelecimento de um núcleo de atividades em clima espacial (Alvalá, 2007). Em 31 de janeiro de 2007, o Ministro de Ciência e Tecnologia (MCT), Sérgio Resende, solicitou ao INPE que apresentasse ao Ministério um plano para criação de um programa nacional de mudanças climáticas. Esta solicitação foi respondida com base nos resultados do PE e, após uma sucessão de eventos, culminou na submissão, em 16 de março de 2007, do Projeto de Vulto “Infra-Estrutura para o Sistema Científico Brasileiro de Previsão e Monitoramento do Clima Espacial” cuja redação foi consolidada pelo Dr. Antônio Lopes Padilha, coordenador da CEA. Após uma série de eventos, no dia 03 de julho de 2007 o INPE encaminhou ao MCT sua proposta quantitativa para o Plano Pluri-Anual (PPA) 2008-2011, na qual incorporou a atividade em clima espacial no plano de ações do MCT. No âmbito interno à Instituição, na reunião aberta do dia 22 agosto de 2007, foi formada a Comissão para elaborar um Estudo Preliminar sobre a Atividade de Clima Espacial na CEA, que resultou numa proposta para montagem de um programa de clima espacial em 19 de setembro de 2007. Após as discussões de amadurecimento e de todos os trâmites necessários, em 25 de fevereiro de 2008, o Comitê Assessor (CA) da CEA decidiu aprovar por consenso a proposta de criação do Programa de Clima Espacial, bem como todos os nomes para compor o Conselho do Programa e sua Comissão Executiva. A partir dessa data, com a definição de seu Conselho e Comissão Executiva, concluiu-se o processo de estabelecimento do Programa de Clima Espacial no INPE, o qual passou a operar de forma continuada (Padilha, 2008). Nas reuniões que se sucederam o conselho do programa de clima espacial adotou a nomenclatura Estudo e Monitoramento Brasileiro do Clima Espacial, adotando o anacronismo EMBRACE, e no dia 27 de junho de 2008 foi lançado oficialmente na internet o portal do programa. No dia 15 de outubro de 2008 o programa EMBRACE, conhecido pela notoriedade dos pesquisadores envolvidos nas atividades, foi convidado a integrar o *International Space Environment Service* (ISES), organismo internacional dedicado a organizar os estudos, monitoramentos e previsões do clima espacial nos países membros (Austrália, Bélgica, Canadá, China, Estados Unidos, Índia, Japão, Polônia, República Tcheca, Rússia, Suécia). No dia 13 de novembro de 2008, o diretor do INPE, Dr. Gilberto Câmara, aceitou o convite. Finalmente, o Dr. Clezio Marcos De Nardin representou o INPE como delegado brasileiro na reunião anual do ISES, realizada no dia 25 de abril de 2009 em Boulder - CO (EUA), na qual o país foi oficialmente aceito como o 12º país membro.

Hoje o Programa EMBRACE é uma realidade internacional que está em pleno processo de implantação como um programa horizontal do INPE e envolve diretamente a Coordenação de Ciências Espaciais e Atmosféricas (CEA) e suas divisões, o Laboratório de Computação Científica (LAC) e a Divisão de Sistemas de Solo (DSS).

### **1.3 A Evolução das Ciências do Sistema Solar e da Interação Sol-Terra**

Dos três aspectos que consideramos importantes para o desenvolvimento do Programa EMBRACE no INPE, a evolução das ciências do sistema solar e da interação Sol-Terra é o mais intangível e de mais difícil discussão. Certamente, as opiniões divergem bastante quando se trata da fronteira do conhecimento nesta área e de como os passos evolutivos foram dados em cada um dos ambientes de interesse: o ambiente solar, o meio interplanetário e o ambiente especial em torno da Terra.

Se ele for discutido por cientistas que trabalham com pesquisas no Sol, tais como sobre a evolução do conhecimento sobre o campo magnético solar e seus processos de reconecção capazes de liberar energia e material da coroa solar, teremos uma série de discussões sobre a importância das pesquisas realizadas nos anos 80 e 90, bem como sobre a fronteira do conhecimento estar na determinação de um modelo para o campo magnético do Sol e sobre a dificuldade de medições deste, mesmo na era dos satélites.

Se for discutido por cientistas que trabalham com pesquisas no meio interplanetário, teremos uma série de discussões e comentários sobre a evolução, desde a década de 1990 até o presente, dos sensores CCD (*charge-coupled device*, que hoje são o componente principal em quase todas as câmeras fotográficas e em câmeras de celulares de última geração) a bordo dos satélites que permitem que imagens em alta resolução do Sol e de suas proeminências sejam enviadas à terra quase como se fossem filmes em tempo real. E teríamos como resultado, a constatação da importância do conhecimento desenvolvido no início desta década sobre a velocidade de progressão horizontal das estruturas solares ejetadas para o espaço e suas conseqüências sobre a magnetosfera da Terra. Em seguida, viria a descoberta da importância da velocidade de progressão vertical destas estruturas e sua influência na velocidade horizontal para ao final, constatarmos a importância da geometria de propagação, a qual somente foi possível de se monitorar nos últimos anos com o advento dos satélites operando em posições “estéreo” em relação ao Sol.

Ainda, se for discutido em termos do ambiente ionizado em torno da Terra, teremos as discussões sobre sua descoberta em 1850, passando pela importância da rádio-sondagem deste ambiente, passando pelo monitoramento *in loco* por foguetes e satélites desde os anos 60,

chegando às atuais discussões sobre as conexões entre os ambientes ionizados e não-ionizados da atmosfera terrestre.

Estes três ambientes, conforme comentado com exemplos, têm influência direta na determinação das condições do clima espacial em torno da Terra e, nos três casos, o INPE conta com competências estabelecidas e atuantes.

#### **1.4 Os Processos de Globalização e a Abertura Comercial**

Os processos de globalização e abertura comercial no qual o Brasil e suas empresas se envolveram desde o final da década de 1980 têm influência sobre o desenvolvimento do Programa EMBRACE no INPE. Contudo, evidências da influência externa da globalização (ou preocupação com ela), à época chamada de abertura, remontam da preocupação do governo militar durante a corrida espacial, a qual tem relação direta com a fundação do INPE.

No Brasil, o sistema nacional de inovação começa a emergir na década de 70 com a elaboração do I PND (Plano Nacional de Desenvolvimento) seguido dos PBDCTs (Planos Básicos de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) I, II e III.

Nos anos 90 o Ministério da Ciência e Tecnologia, criado em 1985, promoveu um amplo estudo a respeito dos componentes de que se constituíam o sistema científico e tecnológico do país, em vista de atingir um desenvolvimento sustentável. Este estudo resultou em 2001 no lançamento do Livro Branco de Ciência, Tecnologia e Inovação, propondo a busca de caminhos e soluções de C,T&I que contribuíssem para a construção de uma sociedade mais dinâmica, competitiva e socialmente justa, dentro de um horizonte temporal entre 2002 e 2012.

## **2. Base Conceitual do Estudo**

Segundo alguns autores o t3pico de inova33o est3 intimamente conectado 3 tecnologia. De fato, Betz (1998) descreve os processos inovativos associados 3 tecnologia, aos processos, aos sistemas empresariais, 3s estrat3gias de neg3cios, sempre associando o vi3s tecnol3gico. Betz (1998) trata a gest3o de inova33o como sendo a gest3o da tecnologia. Kocaoglu (1994) descreve os processos de inova33o de maneira similar a Betz (1998) e afirma que antes de 1987 os t3picos incluindo gest3o da tecnologia eram divididos entre diferentes grupos de pesquisas, os quais estudavam diferentes aspectos da inova33o. Um grupo consistindo principalmente de economistas estudaria a inova33o do ponto macrosc3pico, considerando os processos a n3veis nacionais e transnacionais. Sua 3nfase no fato discutido anteriormente que os processos de inova33o tecnol3gica produzem progresso industrial e t3m consider3vel impacto econ3mico sobre economias de pa3ses industrializados.

Dentro desta vis3o economicista inclui-se o sistema de inova33o brasileiro que, de acordo com Rezende e Vedovello (2006), 3 constitu3do por organiza33es e institui33es envolvidas com a articula33o, coordena33o, financiamento e execu33o de atividades de inova33o. Alguns exemplos da esfera federal s3o listados a seguir:

1. Coordena33o: Conselho Nacional de Ci3ncia e Tecnologia (CCT), Minist3rio da Ci3ncia e Tecnologia (MCT).
2. Financiamento: Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), Banco Nacional de Desenvolvimento Econ3mico e Social (BNDES), Conselho Nacional de Desenvolvimento Cient3fico e Tecnol3gico (CNPq), Coordena33o de Aperfei3oamento de Pessoal de N3vel Superior (CAPES).
3. Execu33o: Universidades, Institutos e Centros de Pesquisa, e Escolas T3cnicas, Centro de Gest3o e Estudos Estrat3gicos (CGEE).
4. Articula33o e Mobiliza33o: Associa33o Nacional de Pesquisa, Desenvolvimento e Engenharia das Empresas Inovadoras (ANPEI), Sociedade Brasileira para o Progresso da Ci3ncia (SBPC), Academia Brasileira de Ci3ncias (ABC).

Em complemento ao primeiro grupo, um segundo grupo, constitu3do em ess3ncia por engenheiros e administradores, estudaria os micro aspectos da inova33o. Este grupo estaria interessado na inova33o dentro das organiza33es industriais, especialmente nas 3reas onde a componente de engenharia e de pesquisa e desenvolvimento t3m peso significativo. Este 3

também o caso do presente estudo. Neste trabalho, estamos interessados em investigar micro-processos de inovação inerentes a Programas de Estudo e Monitoramento de Clima Espacial, em especial, na avaliação do Programa EMBRACE, e não em macro-processos econômicos que são agentes fomentadores de inovação, apesar de reconhecermos a importância destes.

Esta última discussão nos remete à definição de inovação para os propósitos deste estudo. A Lei Federal 10.973, de 02 de dezembro de 2004, conhecida por “Lei da Inovação”, define o termo inovação como sendo “...introdução de novidade ou aperfeiçoamento no ambiente produtivo ou social que resulte em novos produtos, processos ou serviços ...”. Esta definição é bem mais genérica do que a definição de inovação contida no Manual de Oslo (OCDE, 1997), publicado pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), para a qual a inovação é definida como “a implementação de um produto (bem ou serviço) novo ou significativamente melhorado, ou um processo, ou um novo método de marketing, ou um novo método organizacional nas práticas de negócios, na organização do local de trabalho ou nas relações externas”. Schumpeter (1939), por outro lado, consonante com o grupo de pesquisadores economistas, prefere definir inovação em termos das consequências para a economia. Neste sentido ele define: “inovação é o impulso fundamental que coloca e mantém em movimento a engrenagem da economia”.

Estritamente falando, as três definições estão corretas. Uma vez que um produto, processo, ou bem é melhorado, ele tem potencial de produzir consequências na economia, seja esta positiva ou negativamente. Contudo, neste trabalho preferimos a definição contida na Lei de Inovação, pelo fato desta mencionar explicitamente a introdução na inovação no mercado. Portanto, este trabalho aborda a avaliação da inovação introduzida no mercado, como resultado de uma evolução das atividades (micro-processos) do INPE.

Outra discussão conceitual que merece atenção é o fato de grande parte dos autores discorrerem sobre teorias de inovação e a evolução destas sob a ótica dos países com economias com alto grau de industrialização e, em geral, dentro de um contexto de forte globalização. Isto é compreensível visto que inovação sempre foi associada com tecnologias, normalmente presente em países com alto grau de desenvolvimento.

Porém, o Programa EMBRACE é endógeno ao INPE, um instituto vinculado ao Ministério de Ciência e Tecnologia (MCT) brasileiro, um país reconhecidamente de economia emergente. Portanto, neste estudo vamos abordar a evolução inovativa partindo da ótica apresentada por Figueiredo (2009). Este autor aborda a capacidade tecnológica e inovação considerando a acumulação de capacidades tecnológicas e a aprendizagem em empresas de

economias emergentes, a qual foi adotada neste estudo para o caso de Programas de Estudo e Monitoramento de Clima Espacial.

Segundo os estudos de Lall (1992), Bell & Pavitt (1993), Bell & Pavitt (1995) e Figueiredo (2004), a capacidade tecnológica de uma empresa ou setor está armazenada, em pelo menos, quatro componentes: (a) sistema organizacional, (b) sistemas técnicos físicos, (b) conhecimento e qualificação das pessoas, e (d) produtos e serviços. Além disso, de acordo com a definição de capacidade tecnológica dada por Lall (1982, 1987), esta é definida pelo esforço tecnológico interno para dominar novas tecnologias, adaptando-as às condições locais, aperfeiçoando-as e até mesmo exportando-as.

Estes esforços, por sua vez, dependem do estoque cognitivo disponível na organização. O estoque cognitivo, também referenciado como estoque de capacidades ou estoque de competências pode ser medido com base em três dimensões: capital humano, capital organizacional ou gerencial e sistemas físicos. O capital humano contém a base do conhecimento. Nesta dimensão estão contidas as habilidades dos indivíduos da organização, que podem ser identificados pela sua qualificação formal ou especialidade ou apenas pelas capacidades adquiridas com as suas experiências profissionais. Contido na dimensão organizacional/gerencial estão o fluxo de tarefas, as rotinas organizacionais, os sistemas de qualidade e certificação (úteis na operação), os sistemas de integração, os sistemas de coordenação, e os sistemas de orquestração (quando se trata de parceiros externos). Os sistemas físicos compreendem toda a porção do estoque que pode ser adquirida de maneira pronta. Em essência, são as maquinarias, equipamentos ou tecnologias incorporadas ao estoque de competências tecnológicas da Instituição e assimiladas pelas competências do capital humano a fim de que se tornem plenamente utilizáveis.

Este estoque (repositório) permite a uma empresa, a uma instituição ou a um programa - como no caso a que se refere este trabalho - a sua operação ou a possibilidade de realizar inovações; ambas as atividades podem ocorrer nos níveis básico, intermediário ou avançado. As inovações podem ainda atingir o nível de fronteira. Além disso, todos os componentes deste estoque estão presentes com diferentes graus de intensidade em todas as atividades desenvolvidas, sejam elas de operação ou inovadoras. A forma clássica de medir o conteúdo do repositório é através de indicadores como, por exemplo, o número de patentes ou de produtos de sucesso comercial associados à empresa, à instituição ou ao programa.

Uma forma alternativa de mensurar a capacidade do estoque de competências tecnológicas da empresa, da instituição ou do programa, é determinar o potencial que este estoque tem para executar uma determinada tarefa que deve (ou deveria) fazer parte de seu

escopo. E, no caso em que se deseja determinar o volume do repositório (ou do acúmulo da capacidade tecnológica do programa) tendo como base a capacidade de execução de uma determinada tarefa. E, para os propósitos deste estudo foi utilizada a métrica introduzida por Figueiredo (2004), a qual se acredita compreender estes conceitos, além de ser a mais adequada para este caso.

Acreditamos que também é importante determinar a(s) fonte(s) que alimentam o estoque, isto é, os processos ou mecanismos de aprendizagem para que este acúmulo ocorra. Esses mecanismos podem ser de caráter externo (ocorrendo através de redes externas, consultores, palestras, pós-graduações, especializações, cursos, congressos, etc.) ou interno (experimentação em laboratório registrando resultados, processos de assimilação e absorção em programas de treinamento, prática de orientação de alunos e técnicos, reuniões de trabalho, cursos etc.). Entretanto, para atingir o nível de inovação, é importante que o conhecimento adquirido através dos diversos mecanismos de aprendizagem seja compartilhado e socializado pelos participantes do programa. Neste sentido e em virtude do exíguo tempo para execução deste estudo, apresentamos apenas uma reflexão pessoal sobre processos de aprendizagem para acúmulo de capacidade tecnológica que entendemos estar presente no Programa EMBRACE.

Finalmente, ainda dentro do contexto deste trabalho, foi abordado, mesmo que indiretamente, o conceito de comunicação. Segundo Blikstein (2006), a comunicação é de responsabilidade do transmissor e envolve o processo de elaboração da mensagem, a escolha da codificação (língua, linguagem, anagramas, símbolos, etc.) e a capacidade do interlocutor de receber a mensagem. Este conceito será explorado adiante nesta monografia, quando apresentarmos a metodologia do trabalho.

### 3. Metodologia de Avaliação do Programa EMBRACE

Para o estudo que se propõe este trabalho, foi desenvolvido um modelo de mensuração de capacidades para Programas de Estudo e Previsão de Clima Espacial, adaptado do modelo original proposto por Figueiredo (2004) e avaliado através de formulários de entrevista individual respondido por diversos profissionais integrantes do Programa EMBRACE.

A métrica, ou modelo, foi desenvolvida em três etapas nacionais e uma etapa de validação internacional. Na primeira etapa da fase nacional o modelo teve sua primeira versão desenvolvida por um grupo de quatro alunos da TURMA INPE (C. M. De Nardin; M. C. R. de Andrade; M. V. Alves; R. C. Gatto). Esta versão foi submetida por escrito para receber as críticas do professor da disciplina “Conceito de inovação para IPP’s e suas diferentes teorias, considerando a globalização”, Prof. Dr. Paulo N. Figueiredo. Após as críticas iniciais, a estrutura do modelo inicialmente proposto para ter quatro funções científicas e tecnológicas foi reestruturada para cinco funções e o modelo foi revisto. Em uma segunda etapa da fase nacional, esta nova versão foi apresentada a todos integrantes da TURMA INPE durante o transcurso da disciplina “Gestão por Competências e Gestão do Conhecimento”, durante o módulo ministrado pelo Prof. Saulo Gomes, quando então recebeu uma nova rodada de críticas e sugestões. Nesta fase, algumas definições que classificam o estágio de evolução foram explicitadas e correções de conceitos foram aplicadas ao modelo. Ainda durante esta disciplina, completando a fase nacional, uma terceira versão foi apresentada à TURMA INPE, quando a fronteira do desenvolvimento (fronteira da inovação) foi exaustivamente discutida.

Após à introdução de todas as sugestões que julgamos pertinentes, o modelo foi traduzido para inglês e submetido à avaliação de colegas cientistas e administradores de cinco diferentes países, todos estes membros do ISES, os quais desenvolvem Programas Estudo e Previsão de Clima Espacial similares ao Programa EMBRACE e têm conhecimentos técnicos e administrativos relacionados a este tipo de programa, são eles:

a) África (África do Sul), representada por:

Dr. Kobus Olckers (kolckers@hmo.ac.za)

*Space Weather Office, Hermanus Magnetic Observatory*

*National Research Foundation*

b) Ásia (Japão), representado por:

Dr. Tsumotu Nagatsuma (tnagatsu@nict.go.jp)

*Space Environment Group, Applied Electrical Research Center  
National Institute of Information and Communication Technology*

c) Europa (Bélgica), representada por:

Dr. Robert Burston (r.burston@oma.be)

*GNSS Research Group*

*Royal Observatory of Belgium*

d) Europa (Alemanha), representada por:

Dr. Norbert Jakowski (norbert.jakowski@dlr.de)

*Institute of Communications and Navigations*

*German Aerospace Center*

e) América do Norte (Estados Unidos da América), representado por:

Dr. Terrance Onsager (terry.onsager@noaa.gov)

*Space Weather Prediction Center*

*National Oceanic and Atmospheric Administration*

Cabe mencionar que todos estes avaliadores externos foram instruídos pessoalmente sobre a metodologia deste trabalho durante encontro no Millennium Hotel em Boulder - CO, Estados Unidos da América, realizado dia 26 de abril de 2010, por ventura do *Workshop to Coordinate and Expand Ionospheric Services*, entre os integrantes do ISES. Além disso, foi enviada uma correspondência eletrônica (Anexo 8.1) contendo a versão final do modelo de mensuração de capacidades de Programas de Estudo e Previsão de Clima Espacial, além de claras instruções de avaliação do modelo apresentado. Ao final, todas as sugestões e críticas foram avaliadas com respeito à universalidade do modelo, a fim de tornar a métrica uma referência internacional, antes de serem incorporadas.

O passo seguinte foi o desenvolvimento de um formulário de entrevista individual para ser respondido por profissionais integrantes do Programa EMBRACE, objeto de avaliação deste trabalho. O formulário aplicado neste trabalho foi desenvolvido com base no formulário elaborado para o Projeto de Pesquisa “Desenvolvimento Tecnológico e Fortalecimento da Competitividade Internacional da Indústria Brasileira de Celulose e Papel - Perspectiva 2020” (Prof. Saulo Gomes, Comunicação Pessoal, Jun. 2010). Contudo, usando o conceito de comunicação descrito por Blikstein (2006), um “índice qualificador de resposta” foi adicionado a cada pergunta do questionário de levantamento das capacidades científico e tecnológicas do Programa EMBRACE. Este índice visa qualificar o conhecimento sobre o tema em cada questão que os entrevistados devem responder. Com isso, podemos separar

aquele conhecimento que de fato foi percebido pelo entrevistado daquele conhecimento que o entrevistado crê dominar sobre cada tópico.

Nesta fase do trabalho, foram selecionados 15 profissionais seniores do INPE, os quais desenvolvem atividades dentro do contexto do Programa EMBRACE do INPE. Os profissionais escolhidos representam as atividades técnicas, científicas e administrativas realizadas no programa, bem como todas as divisões da estrutura organizacional do INPE que são permeadas pelo programa EMBRACE, conforme será demonstrado oportunamente neste trabalho.

### **3.1 O Modelo de Mensuração de Capacidades**

Levando em conta a definição de capacidade tecnológica e utilizando um modelo no qual as capacidades tecnológicas de uma empresa são categorizadas por funções, identificamos para o Programa EMBRACE cinco funções consideradas essenciais para analisar a capacidade inovadora de programa: Gestão do Programa (relacionado ao sistema organizacional), Redes de Informação e Estrutura Observacional (relacionada aos sistemas técnicos e físicos de transmissão e manipulação das informações, a infra-estrutura), Pesquisa e Desenvolvimento (considera o conhecimento e a qualificação das pessoas com respeito exclusivamente à pesquisa científica e tecnológica instrumental, dedicadas unicamente às atividades do programa); Instrumentação (relacionados com os produtos tecnológicos desenvolvidos no ambiente do programa) e a Previsão de Clima Espacial (relacionados com os serviços desenvolvidos no ambiente do programa). Estas funções foram utilizadas para construir uma métrica que permite identificar e medir a capacitação tecnológica de Programas de Estudo e Previsão de Clima Espacial, tais como o programa EMBRACE, com base em atividades consideradas essenciais de serem realizadas ao longo de sua existência.

O Quadro 1 apresenta o modelo resultante deste processo de desenvolvimento e validação, para medir a capacitação científico-tecnológica do Programa EMBRACE com base em atividades classificadas em níveis que caracterizam capacidades rotineiras e capacidades inovadoras. As capacidades rotineiras de cada uma das cinco categorias foram sub-classificadas em atividades rotineiras básicas e rotineiras avançadas, enquanto as atividades consideradas inovadoras foram sub-classificadas em três níveis de avanço tecnológico: básico, intermediário e avançado.

No desenvolvimento do modelo foi constada uma dificuldade de transmissão de conceitos entre diferentes comunidades (culturas) de profissionais que trabalham em Programas de Estudo e Previsão de Clima Espacial no Brasil e no exterior, devido muito

provavelmente à complexidade inerente as atividades desenvolvidas em programas desta natureza. Portanto, a fim de minimizar os problemas de comunicação e evitar diferenças nas interpretações pelas diferentes comunidades (culturas), alguns conceitos relacionados no modelo são definidos *a priori*. Estes conceitos estão identificados por números ao lado do termo no quadro que apresenta a métrica e suas definições estão listadas a seguir:

- 1) Projetos, neste contexto, refere-se a qualquer projeto submetido a qualquer agente (governamental ou não, nacional ou internacional) com o propósito de obter recursos financeiros, materiais ou humanos destinado a qualquer atividade de desenvolvimento científico, tecnológico e/ou de informação relacionada com programas de clima espacial.
- 2) Equipamentos para manipulação de dados abrangem os *hardwares* (computadores, cabos, conectores, fontes de energia, sistemas de refrigeração, câmeras, microfones, etc.) e *softwares* (local, remoto ou embarcado; dedicado ou comercial; feito no âmbito do programa ou encomendado para terceiros) usados para a transmissão de qualquer espécie (conexões sem fio, fibra óptica, link de satélite, etc.), para a armazenagem (localmente, em *data center* físico, em *data center* virtual, etc.), para a disponibilização dos dados, seja ele em qualquer formato (vídeo, gráfico, manuscrito, etc.), tipo de divulgação (TV, radio, web, etc.) ou meio de divulgação (página web, blog, redes sociais, dispositivos móveis, etc.).
- 3) Dados, para o propósito desta análise, são definidos como todo e qualquer resultado científico (gráfico, mapa, imagem, medida, etc.) relacionados com os objetivos principais de programas de clima espacial, obtido de qualquer modo científico aceito (por equipamentos científicos, por modelos computacionais científicos, ou por sensores capazes de prover resultados científicos confiáveis).
- 4) Modelos computacionais são definidos como qualquer representação computacional (estatística, física, redes neurais, etc.) de parte ou todo um objeto científico (sol, coroa solar, vento solar, magnetosfera, ionosfera, região auroral, etc.) relacionada com os objetivos principais de programas de clima espacial, ou qualquer representação computacional de parte ou todo um processo científico (ionização do plasma, reconexão magnética, emissão solar, etc.) relacionada com os objetivos principais de programas de clima espacial, ou qualquer representação computacional de uma combinação das duas definições anteriores.
- 5) Equipamentos científicos são definidos como todo o equipamento projetado ou adaptado para uso científico, os quais sejam usados para monitoramento ou estudar

ambientes (objetos ou processos) dentro do escopo de programas de clima espacial. Nesta classe estão incluídos os instrumentos de solo, sondas, cargas a bordo de foguetes, balões ou satélites, e os instrumentos de apoio para fim de aplicações espaciais (lançadores, balões, aviões, etc.). Equipamentos de laboratório ou utilizados durante o desenvolvimento (osciloscópios, analisadores de redes, padrões de referência, etc.) não estão incluídos.

- 6) Informação relevante é definida como aquela informação que é capaz de induzir desenvolvimento tecnológico e/ou científico (incremental ou revolucionário) em um destes itens: a instrumentação; os dados; a interpretação dos dados; as previsões de curto prazo (*nowcasting*); e as previsões de longo prazo (*forecasting*).
- 7) Desempenho científico de um equipamento científico, no contexto da presente análise, refere-se à resposta do instrumento em relação aos resultados científicos obtidos pelo uso do instrumento (qualidade do resultado, quantidade de resultados no tempo, precisão do resultado, abrangência do resultado, etc.), enquanto o desempenho operacional deste equipamento científico refere-se à resposta do instrumento em relação aos aspectos técnicos (número de parâmetros de operação, consumo da energia, calibração em frequência, nível de manutenção, acesso seguro aos dados, etc.)

Quadro 1. Capacidades Científicas e Tecnológicas de Programas de Estudo e Previsão de Clima Espacial.

Níveis de Competência Tecnológica	Funções Científicas e Tecnológicas Relacionadas				
	(A) Gestão do Programa [Management]	(B) Redes de Informação e Estrutura Observacional [Infra-Estrutura]	(C) Pesquisa e Desenvolvimento [Pesquisa Científica]	(D) Instrumentação [Produto & Serviço Hardware]	(E) Monitoramento e Previsão [Produto & Serviço Software]
	Inovadoras				
(5) Avançada	<ul style="list-style-type: none"> <li>Desenvolver novas técnicas e/ou procedimentos administrativos específicas para programas de clima espacial.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Construir infra-estrutura (de solo ou no espaço) que permita instalar, a qualquer tempo e qualquer lugar, <u>equipamentos científicos</u><sup>5</sup> de programas de clima espacial.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Desenvolver modelos científicos<sup>4</sup> competitivos e <u>inéditos</u>, relevantes para programas de clima espacial.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Desenvolver equipamentos científicos<sup>5</sup> inéditos capazes de agregar <u>informação relevante</u><sup>6</sup> (nova ou complementar) à rede de equipamento de programas de clima espacial.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Realizar e divulgar o <u>forecasting</u> (previsão sobre o tempo no espaço para um ou mais dias à frente).</li> </ul>
(4) Intermediária	<ul style="list-style-type: none"> <li>Captar, de maneira independente, recursos humanos e materiais.</li> <li>Customizar as técnicas e/ou procedimentos administrativos para sua utilização em programas de clima espacial.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Criar módulos adicionais para os equipamentos para manipulação<sup>2</sup> de informações científicas.</li> <li>Adicionar e/ou Re-arranjar <u>equipamentos científicos</u><sup>5</sup> <u>bem conhecidos</u>, de uma nova forma capaz de agregar nova informação relevante<sup>6</sup> ao resultado da rede.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Desenvolver técnicas e/ou procedimentos capazes de permitir a assimilação dos dados nos modelos científicos computacionais<sup>4</sup> (domínio da <u>interação</u> entre a medida física e o modelo).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Criar novos módulos para os equipamentos científicos<sup>5</sup> a fim de melhorar seu desempenho de científico e/ou operacional<sup>7</sup> e/ou para extrair novas informações relevantes<sup>6</sup>.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Realizar e divulgar o <u>nowcasting</u> (previsão sobre o tempo no espaço para um horizonte de duas horas à frente).</li> <li>Divulgar <u>interpretações</u> customizadas sobre os efeitos no ambiente terrestre das condições previstas para o espaço.</li> </ul>
(3) Básica	<ul style="list-style-type: none"> <li>Selecionar e recrutar recursos humanos adequados para programas de clima espacial.</li> <li>Gerenciar <u>conhecimento distribuído</u>, relevantes para programas de clima espacial.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Adaptar (parte ou todo) o sistema de transmissão de informações científicas a fim de melhorar seu desempenho.</li> <li>Adaptar (parte ou todo) o sistema de armazenagem de informações científicas a fim de melhorar seu desempenho.</li> <li>Adaptar (parte ou todo) o sistema de divulgação informações científicas a fim de melhorar seu desempenho.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Desenvolver técnicas e/ou procedimentos capazes de <u>extrair</u> dos dados<sup>3</sup> novas informações inéditas e relevantes<sup>6</sup> para programas de clima espacial e/ou para clientes-usuários-parceiros.</li> <li>Desenvolver e incorporar <u>novas funcionalidades</u> aos modelos científicos computacionais<sup>4</sup>.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Adaptar ou re-configurar parte ou o todo de equipamentos científicos<sup>5</sup> a fim de melhorar seu desempenho científico e/ou operacional<sup>7</sup>.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Customizar e divulgar <u>dados</u><sup>3</sup> <u>interpretados</u>, relevantes para programas de clima espacial e/ou para seus clientes-usuários-parceiros.</li> </ul>

Quadro 1. Continuação.

Níveis de Competência Tecnológica	Funções Científicas e Tecnológicas Relacionadas				
	(A) Gestão do Programa [Management]	(B) Redes de Informação e Estrutura Observacional [Infra-Estrutura]	(C) Pesquisa e Desenvolvimento [Pesquisa Científica]	(D) Instrumentação [Produto & Serviço] [Hardware]	(E) Monitoramento e Previsão [Produto & Serviço] [Software]
	Rotineiras				
(2) Operação Avançada	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gerir ou participar de projetos<sup>1</sup> <u>coletivos</u>.</li> <li>• Realizar gerenciamento de risco de projetos (análise de risco e determinação de atitudes de contingência).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Configurar e operar infra-estrutura <u>projetada endogenamente</u> para manter as observações e os sistemas usados em programas de clima espacial.</li> <li>• Instalar ou desinstalar partes ou todo o sistema de equipamentos para manipulação<sup>2</sup> de informações científicas (sem suporte técnico externo).</li> <li>• Dar manutenção ou reparar partes ou todo o sistema de equipamentos para manipulação<sup>2</sup> de informações científicas (sem suporte técnico).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicar técnica e/ou procedimento capazes de extrair dos dados<sup>3</sup> <u>informações inéditas e relevantes</u><sup>6</sup> para clientes-usuários-parceiros.</li> <li>• Re-configurar parâmetros (de entrada ou internos) de modelos científicos computacionais<sup>4</sup> para <u>augmentar o seu desempenho e/ou para oferecer novas informações relevantes</u><sup>6</sup>.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Instalar ou desinstalar partes ou todo o sistema dos equipamentos científicos<sup>5</sup> (sem suporte técnico).</li> <li>• Dar manutenção ou reparar partes ou todo o sistema dos equipamentos científicos<sup>5</sup> (sem suporte técnico).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Organizar <u>dados</u><sup>3</sup> <u>interpretados</u>, relevantes para programas de clima espacial e/ou para seus clientes-usuários-parceiros.</li> <li>• Divulgar <u>dados</u><sup>3</sup> <u>interpretados e informações customizadas</u>, relevantes para programas de clima espacial e/ou para seus clientes-usuários-parceiros.</li> </ul>
(1) Operação Básica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Monitorar a gestão de projetos<sup>1</sup> <u>individuais</u>.</li> <li>• Planejar e Controlar a distribuição e aplicação de recursos humanos e materiais.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Operar e configurar infra-estrutura <u>ordinária</u> para manter as observações e os sistemas usados em programas de clima espacial.</li> <li>• Especificar e comprar equipamentos para manipulação<sup>2</sup> dos dados<sup>3</sup> obtidos.</li> <li>• Configurar e Operar equipamentos para manipulação<sup>2</sup> dos dados<sup>3</sup> obtidos.</li> <li>• Coletar e armazenar os dados<sup>3</sup> obtidos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definir problemas relacionados com os fenômenos de clima espacial, baseado nas necessidades dos clientes-usuários-parceiros.</li> <li>• Identificar dados<sup>3</sup> relevantes para programas de clima espacial.</li> <li>• Operar modelos científicos computacionais<sup>4</sup> relevantes para programas de clima espacial.</li> <li>• Processar todos os dados<sup>3</sup> relevantes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Especificar e comprar equipamentos científicos<sup>5</sup> relevantes para programas de clima espacial.</li> <li>• Listar e Selecionar fornecedores e/ou parceiros para os equipamentos científicos<sup>5</sup>.</li> <li>• Configurar, Calibrar e Operar os equipamentos científicos<sup>5</sup>.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Organizar <u>dados</u><sup>3</sup> relevantes para programas de clima espacial e/ou para cliente/usuários e para os parceiros do programa.</li> <li>• Divulgar <u>dados</u><sup>3</sup> e <u>informações gerais</u> relevantes para programas de clima espacial e/ou para seus clientes-usuários-parceiros.</li> </ul>

### 3.2 O Formulário de Entrevista e a Representatividade Amostral

Para realizar a avaliação do estágio inicial do Programa EMBRACE sob a ótica de inovação tecnológica, foi utilizado um instrumento auxiliar de coleta para trabalhos de campo, cujo objetivo foi o de identificar as atividades técnico-organizacionais que a instituição ou a unidade ou a área realizam ou que em algum período já foram realizadas.

Considera-se que, ao longo do tempo, as atividades possam se enquadrar nas seguintes situações:

**Situação 1:** A atividade nunca foi realizada pela área, unidade ou instituição. Neste caso nenhum período de realização deve ser assinalado.

Exemplo: A atividade “Monitorar a gestão de projetos individuais” nunca foi realizada pela instituição/unidade/área.

Atividades		Períodos de realização da atividade					
		1960-69	1970-79	1980-89	1990-99	2000-05	2006-10
( ) Sabe que ....	Monitorar a gestão de projetos individuais.						
( ) Acha que ...							
( ) Desconhece que ...							

**Situação 2:** A atividade teve sua realização iniciada, porém foi descontinuada. Marque o período inicial e final em que a atividade foi realizada.

Exemplo: A atividade foi iniciada no período 1980-1989 e deixou de ser realizada no período 2000-2005.

Atividades		Períodos de realização da atividade					
		1960-69	1970-79	1980-89	1990-99	2000-05	2006-10
( ) Sabe que ....	Monitorar a gestão de projetos individuais.			✓	—————		
( ) Acha que ...						✓	
( ) Desconhece que ...							

**Situação 3:** A atividade foi iniciada em um determinado período e tem sido realizada até o presente momento.

Exemplo: A atividade foi iniciada no período de 1970-1979 e continua a ser realizada até o presente momento.

Atividades		Períodos de realização da atividade						
		1960-69	1970-79	1980-89	1990-99	2000-05	2006-10	
( ) Sabe que ....	Monitorar a gestão de projetos individuais.		✓	—————				
( ) Acha que ...							✓	
( ) Desconhece que ...								

Em todas as três situações, o entrevistado é convidado a declarar qual situação melhor descreve o grau de seu conhecimento sobre a afirmação relacionada à atividade. Cada entrevistado teve que declarar ter certeza em sua resposta sobre cada atividade e período,

marcando um “x” na opção “Sabe que ...”, ou se apenas acredita estar certo sobre sua resposta, marcando “x” na opção “Acha que ...”, ou declarar desconhecimento total sobre a questão, marcando “x” na opção “Desconhece que ...”.

As perguntas foram distribuídas no formulário em cinco grupos de acordo a função científica e tecnológica a qual ela se relacionava. Além disso, dentro de cada grupo, perguntas foram dispostas em seqüência de forma a induzir o entrevistado a perceber uma evolução no grau de complexidade da atividade a qual lhe era questionada conhecer ou não.

O programa EMBRACE, objeto deste estudo, é um programa transversal que engloba funcionários do INPE lotados em diversas divisões do instituto. Portanto, a fim de cobrir estatisticamente as opiniões (visões) de todos envolvidos no programa, as entrevistas foram aplicadas a colaboradores do Programa EMBRACE lotados em todas as divisões envolvidas neste programa. No gráfico da Figura 1 apresentamos a distribuição por divisão do INPE, dos colaboradores do Programa EMBRACE entrevistados para este estudo. As barras de cor vermelha correspondem ao número de colaboradores entrevistados lotados nas divisões subordinadas à Coordenação de Ciências Espaciais e Atmosféricas (CEA): Divisão de Aeronomia, Divisão de Geofísica Espacial (DGE) e Divisão de Astrofísica (DAS). As barras de cor azul correspondem ao número de colaboradores entrevistados lotados nas divisões subordinadas à Coordenação de Laboratórios Associados (CTE): Laboratório de Computação Científica (LAC) e Laboratório de Plasma (LAP). A barra verde corresponde ao número de colaboradores entrevistados lotados nas divisões subordinadas à Coordenação de Engenharias e Tecnologias Espaciais (ETE): Divisão de Sistemas de Solo (DSS).



Figura 1. Distribuição por divisão do INPE, dos colaboradores do Programa EMBRACE entrevistados para este estudo.

A distribuição do número de entrevistados pelas divisões do INPE apresentada neste gráfico demonstra que as entrevistas têm representação estatística que cobre todas as divisões participantes do Programas EMBRACE com uma representação maior da DAE e do LAC. Considerando que o conselho do Programa EMBRACE é formado por 3 (três) integrantes da DAE, 3 (três) integrantes da DGE, 3 (três) integrantes do LAC e 1 (um) integrante da DAS, esta distribuição parece ser justificável, exceto pelo baixo número de entrevistados do DGE.

Outro aspecto levado em consideração na elaboração das entrevistas deste estudo é o fato dos quaternários envolverem o conhecimento do estágio evolutivo das atividades sondadas nos anos desde 1960 (praticamente desde a fundação do INPE). Neste sentido, além dos requisitos anteriores, foram escolhidos entrevistados que preenchessem o requisito de antiguidade compatível com o período que se pretende investigar neste estudo. No gráfico da Figura 2 apresentamos a distribuição por ano de ingresso no INPE, dos colaboradores do Programa EMBRACE entrevistados para este estudo.



Figura 2. Distribuição por ano de ingresso no INPE, dos colaboradores do Programa EMBRACE entrevistados para este estudo.

A distribuição do número de entrevistados por ano de ingresso no INPE apresentada neste gráfico demonstra que as entrevistas têm representação estatística compatível com o período pretendido no estudo. Devido à restrição imposta pela necessidade do entrevistado ser colaborador do Programas EMBRACE, não foi possível incluir entrevistados que ingressaram no INPE antes de 1970. Deste modo, para os efeitos deste estudo estamos assumindo que os entrevistados têm conhecimento das atividades realizadas no INPE na década de 60.

#### 4. Análise dos Resultados

Na seqüência são apresentados os resultados obtidos para a análise do Programa EMBRACE sob a ótica da inovação tecnológica, para as décadas de: (Quadro 2) 2010, (Quadro 3) 2000, (Quadro 4) 1990, (Quadro 5) 1980, (Quadro 6) 1970, (Quadro 7) 1960, obtidos a partir das respostas dos entrevistados. Em cada um dos quadros, os resultados estão agrupados em três tabelas. A tabela superior corresponde ao resultado se forem consideradas todas as respostas (àquelas com declaração de certeza, de dúvida e de desconhecimento), ao centro estão os resultados quando consideradas somente as respostas com declaração de certeza e na tabela mais abaixo de cada quadro estão apresentados os resultados obtidos ao se considerar apenas as respostas com declaração de dúvida.

Os resultados são apresentados na forma de mapas com percentuais de respostas positivas para cada nível de competência tecnológica. Observe que alguns dos níveis apresentam mais de uma atividade como requisito de competência do programa para que este seja classificado naquele nível dentro daquela dimensão. Por exemplo, a função científica e tecnológica de “Instrumentação” apresenta três atividades no nível de “Operação Básica” (Quadrante D1). Neste caso, cada resposta recebeu peso igual ao compor a percentagem daquele quadrante do mapa, ou seja, quando um nível exigia três competências o percentual resultante naquele quadrante do mapa de resultados foi obtido pela média aritmética dos percentuais obtidos para cada questão, a partir das respostas aos formulários.

Além disso, utilizamos um código de cores para facilitar a visualização das respostas. Quando o percentual de respostas afirmativas entre os entrevistados para as perguntas que compõe aquele quadrante atingiu um valor inferior a 50%, o quadrante foi colorido em vermelho. Quando o percentual de respostas afirmativas às perguntas relativas àquele nível de evolução esteve entre acima de 50%, mas abaixo de 75%, o quadrante foi colorido em amarelo. Finalmente, quando o percentual de respostas afirmativas para as perguntas que compõem o nível em investigação ultrapassou os 75%, o quadrante foi colorido de verde.

A disposição dos níveis de evolução (quadrantes) nas tabelas dos quadros a seguir, corresponde exatamente à disposição destes mesmos níveis apresentados no Quadro 1. Além disso, ainda em coerência com a disposição dos elementos do Quadro 1, a esquerda de cada tabela estão indicadas as nomenclaturas dos cinco níveis de competência tecnológica,

enquanto acima estão indicadas as nomenclaturas das cinco funções científicas e tecnológicas relacionadas.

Quadro 2. Mapas de resultados da análise do Programa EMBRACE para a década de 2010, sob a ótica da inovação tecnológica, obtidos a partir das respostas dos entrevistados, agrupados (acima) totalizando todas as respostas, (no centro) apenas as respostas com declaração de certeza e (abaixo) apenas as respostas com declaração de dúvida.

**Mapa de Resultados para o Período 2009-2010 (Totalização da Respostas)**

Níveis de Competência Tecnológica		Funções Científicas e Tecnológicas Relacionadas				
		Management A	Infra-Estrutura B	Pesq. Científica C	P&S Hardware D	P&S Software E
		<b>Inovadoras</b>				
Avançada	5	50%	42%	67%	67%	33%
Intermediária	4	54%	46%	83%	75%	50%
Básica	3	67%	72%	75%	75%	67%
		<b>Rotineiras</b>				
Op. Avançada	2	58%	64%	67%	50%	83%
Op. Básica	1	54%	90%	85%	89%	92%

**Mapa de Resultados para o Período 2009-2010 ("Sabe que ...")**

Níveis de Competência Tecnológica		Funções Científicas e Tecnológicas Relacionadas				
		Management A	Infra-Estrutura B	Pesq. Científica C	P&S Hardware D	P&S Software E
		<b>Inovadoras</b>				
Avançada	5	50%	80%	100%	100%	50%
Intermediária	4	88%	100%	100%	100%	67%
Básica	3	92%	100%	100%	100%	83%
		<b>Rotineiras</b>				
Op. Avançada	2	100%	89%	100%	92%	94%
Op. Básica	1	70%	93%	100%	100%	100%

**Mapa de Resultados para o Período 2009-2010 ("Acha que ...")**

Níveis de Competência Tecnológica		Funções Científicas e Tecnológicas Relacionadas				
		Management A	Infra-Estrutura B	Pesq. Científica C	P&S Hardware D	P&S Software E
		<b>Inovadoras</b>				
Avançada	5	100%	50%	80%	100%	100%
Intermediária	4	75%	69%	100%	83%	100%
Básica	3	100%	73%	57%	75%	100%
		<b>Rotineiras</b>				
Op. Avançada	2	75%	64%	71%	100%	100%
Op. Básica	1	100%	72%	96%	100%	100%

Quadro 3. Idem Quadro 2, porém para a década de 2000.

**Mapa de Resultados para o Período 2000-2002 (Totalização da Respostas)**

Níveis de Competência Tecnológica		Funções Científicas e Tecnológicas Relacionadas				
		Management A	Infra-Estrutura B	Pesq. Científica C	P&S Hardware D	P&S Software E
		<b>Inovadoras</b>				
Avançada	5	8%	17%	17%	8%	0%
Intermediária	4	33%	38%	58%	58%	0%
Básica	3	4%	56%	46%	67%	8%
		<b>Rotineiras</b>				
Op. Avançada	2	50%	33%	58%	38%	13%
Op. Básica	1	54%	67%	33%	61%	17%

**Mapa de Resultados para o Período 2000-2002 ("Sabe que ...")**

Níveis de Competência Tecnológica		Funções Científicas e Tecnológicas Relacionadas				
		Management A	Infra-Estrutura B	Pesq. Científica C	P&S Hardware D	P&S Software E
		<b>Inovadoras</b>				
Avançada	5	0%	20%	50%	25%	0%
Intermediária	4	50%	75%	67%	100%	0%
Básica	3	0%	78%	71%	100%	17%
		<b>Rotineiras</b>				
Op. Avançada	2	50%	58%	92%	73%	20%
Op. Básica	1	70%	72%	47%	74%	20%

**Mapa de Resultados para o Período 2000-2002 ("Acha que ...")**

Níveis de Competência Tecnológica		Funções Científicas e Tecnológicas Relacionadas				
		Management A	Infra-Estrutura B	Pesq. Científica C	P&S Hardware D	P&S Software E
		<b>Inovadoras</b>				
Avançada	5	25%	50%	0%	0%	0%
Intermediária	4	42%	63%	100%	50%	0%
Básica	3	8%	56%	20%	50%	0%
		<b>Rotineiras</b>				
Op. Avançada	2	75%	22%	58%	50%	0%
Op. Básica	1	100%	41%	37%	64%	25%

Quadro 4. Idem Quadro 2, porém para a década de 1990.

**Mapa de Resultados para o Período 1990-1994 (Totalização da Respostas)**

Níveis de Competência Tecnológica		Funções Científicas e Tecnológicas Relacionadas				
		Management A	Infra-Estrutura B	Pesq. Científica C	P&S Hardware D	P&S Software E
		<b>Inovadoras</b>				
Avançada	5	0%	8%	8%	8%	0%
Intermediária	4	17%	21%	42%	50%	0%
Básica	3	0%	39%	38%	58%	0%
		<b>Rotineiras</b>				
Op. Avançada	2	33%	28%	46%	38%	4%
Op. Básica	1	46%	54%	27%	47%	8%

**Mapa de Resultados para o Período 1990-1994 ("Sabe que ...")**

Níveis de Competência Tecnológica		Funções Científicas e Tecnológicas Relacionadas				
		Management A	Infra-Estrutura B	Pesq. Científica C	P&S Hardware D	P&S Software E
		<b>Inovadoras</b>				
Avançada	5	0%	20%	25%	25%	0%
Intermediária	4	33%	0%	56%	100%	0%
Básica	3	0%	56%	56%	83%	0%
		<b>Rotineiras</b>				
Op. Avançada	2	29%	58%	65%	73%	6%
Op. Básica	1	70%	51%	34%	58%	7%

**Mapa de Resultados para o Período 1990-1994 ("Acha que ...")**

Níveis de Competência Tecnológica		Funções Científicas e Tecnológicas Relacionadas				
		Management A	Infra-Estrutura B	Pesq. Científica C	P&S Hardware D	P&S Software E
		<b>Inovadoras</b>				
Avançada	5	0%	0%	0%	0%	0%
Intermediária	4	0%	44%	0%	33%	0%
Básica	3	0%	37%	20%	50%	0%
		<b>Rotineiras</b>				
Op. Avançada	2	58%	7%	58%	50%	0%
Op. Básica	1	100%	41%	25%	44%	25%

Quadro 5. Idem Quadro 2, porém para a década de 1980.

**Mapa de Resultados para o Período 1980-1984 (Totalização da Respostas)**

Níveis de Competência Tecnológica		Funções Científicas e Tecnológicas Relacionadas				
		Management A	Infra-Estrutura B	Pesq. Científica C	P&S Hardware D	P&S Software E
		<b>Inovadoras</b>				
Avançada	5	0%	0%	0%	8%	0%
Intermediária	4	4%	4%	25%	33%	0%
Básica	3	0%	22%	17%	25%	0%
		<b>Rotineiras</b>				
Op. Avançada	2	33%	17%	17%	33%	4%
Op. Básica	1	42%	42%	17%	25%	8%

**Mapa de Resultados para o Período 1980-1984 ("Sabe que ...")**

Níveis de Competência Tecnológica		Funções Científicas e Tecnológicas Relacionadas				
		Management A	Infra-Estrutura B	Pesq. Científica C	P&S Hardware D	P&S Software E
		<b>Inovadoras</b>				
Avançada	5	0%	0%	0%	25%	0%
Intermediária	4	8%	0%	33%	75%	0%
Básica	3	0%	19%	24%	50%	0%
		<b>Rotineiras</b>				
Op. Avançada	2	29%	31%	28%	63%	6%
Op. Básica	1	70%	41%	25%	38%	7%

**Mapa de Resultados para o Período 1980-1984 ("Acha que ...")**

Níveis de Competência Tecnológica		Funções Científicas e Tecnológicas Relacionadas				
		Management A	Infra-Estrutura B	Pesq. Científica C	P&S Hardware D	P&S Software E
		<b>Inovadoras</b>				
Avançada	5	0%	0%	0%	0%	0%
Intermediária	4	0%	13%	0%	17%	0%
Básica	3	0%	26%	10%	0%	0%
		<b>Rotineiras</b>				
Op. Avançada	2	58%	7%	17%	50%	0%
Op. Básica	1	100%	25%	14%	8%	25%

Quadro 6. Idem Quadro 2, porém para a década de 1970.

**Mapa de Resultados para o Período 1970-1974 (Totalização da Respostas)**

Níveis de Competência Tecnológica		Funções Científicas e Tecnológicas Relacionadas				
		Management A	Infra-Estrutura B	Pesq. Científica C	P&S Hardware D	P&S Software E
		<b>Inovadoras</b>				
Avançada	5	0%	0%	0%	8%	0%
Intermediária	4	0%	4%	8%	8%	0%
Básica	3	0%	6%	8%	0%	0%
		<b>Rotineiras</b>				
Op. Avançada	2	8%	0%	13%	17%	4%
Op. Básica	1	21%	4%	0%	6%	8%

**Mapa de Resultados para o Período 1970-1974 ("Sabe que ...")**

Níveis de Competência Tecnológica		Funções Científicas e Tecnológicas Relacionadas				
		Management A	Infra-Estrutura B	Pesq. Científica C	P&S Hardware D	P&S Software E
		<b>Inovadoras</b>				
Avançada	5	0%	0%	0%	25%	0%
Intermediária	4	0%	0%	11%	0%	0%
Básica	3	0%	14%	15%	0%	0%
		<b>Rotineiras</b>				
Op. Avançada	2	0%	0%	18%	37%	6%
Op. Básica	1	70%	4%	0%	10%	7%

**Mapa de Resultados para o Período 1970-1974 ("Acha que ...")**

Níveis de Competência Tecnológica		Funções Científicas e Tecnológicas Relacionadas				
		Management A	Infra-Estrutura B	Pesq. Científica C	P&S Hardware D	P&S Software E
		<b>Inovadoras</b>				
Avançada	5	0%	0%	0%	0%	0%
Intermediária	4	0%	13%	0%	17%	0%
Básica	3	0%	0%	0%	0%	0%
		<b>Rotineiras</b>				
Op. Avançada	2	29%	0%	17%	0%	0%
Op. Básica	1	100%	0%	0%	0%	25%

Quadro 7. Idem Quadro 2, porém para a década de 1960.

**Mapa de Resultados para o Período 1960-1964 (Totalização da Respostas)**

Níveis de Competência Tecnológica		Funções Científicas e Tecnológicas Relacionadas				
		Management A	Infra-Estrutura B	Pesq. Científica C	P&S Hardware D	P&S Software E
		<b>Inovadoras</b>				
Avançada	5	0%	0%	0%	0%	0%
Intermediária	4	0%	0%	0%	0%	0%
Básica	3	0%	0%	0%	0%	0%
		<b>Rotineiras</b>				
Op. Avançada	2	8%	0%	0%	0%	0%
Op. Básica	1	13%	0%	0%	0%	0%

**Mapa de Resultados para o Período 1960-1964 ("Sabe que ...")**

Níveis de Competência Tecnológica		Funções Científicas e Tecnológicas Relacionadas				
		Management A	Infra-Estrutura B	Pesq. Científica C	P&S Hardware D	P&S Software E
		<b>Inovadoras</b>				
Avançada	5	0%	0%	0%	0%	0%
Intermediária	4	0%	0%	0%	0%	0%
Básica	3	0%	0%	0%	0%	0%
		<b>Rotineiras</b>				
Op. Avançada	2	0%	0%	0%	0%	0%
Op. Básica	1	70%	0%	0%	0%	0%

**Mapa de Resultados para o Período 1960-1964 ("Acha que ...")**

Níveis de Competência Tecnológica		Funções Científicas e Tecnológicas Relacionadas				
		Management A	Infra-Estrutura B	Pesq. Científica C	P&S Hardware D	P&S Software E
		<b>Inovadoras</b>				
Avançada	5	0%	0%	0%	0%	0%
Intermediária	4	0%	0%	0%	0%	0%
Básica	3	0%	0%	0%	0%	0%
		<b>Rotineiras</b>				
Op. Avançada	2	29%	0%	0%	0%	0%
Op. Básica	1	100%	0%	0%	0%	0%

Os resultados destes mapas e a evolução que eles apresentam revelam algumas características como a rápida evolução da última década, o domínio de algumas competências desde os primeiros períodos de análise (especialmente relacionado à atividade de pesquisa científica) e algumas evoluções díspares, nas quais atividades consideradas de níveis superior apresentam percentual de respostas positivas superior àquelas atividades dos níveis inferiores.

Observando o mapa de resultados da percepção dos entrevistados para o período 2009-2010, verificamos que em quase todas as funções científicas e tecnológicas, exceto naquela relacionada à gestão do programa, o Programa EMBRACE alcançou níveis satisfatórios de evolução (acima de 75%) na realização de atividades compatíveis com a operação básica (Nível 1). Além disso, a percepção dos entrevistados revela que o programa evoluiu paralelamente no que diz respeito às atividades relacionadas com a operação avançada (Nível 2) e inovação básica (Nível 3). Mais ainda, mesmo os entrevistados sendo induzidos a perceber uma evolução no grau de complexidade da atividade a qual lhe era questionada, se verifica uma percentagem superior de respostas que afirmam a instituição e/ou o programa possuir competências em nível inovador do que a percentagem de respostas que afirmam a instituição e/ou o programa possuir competências em nível operacional avançado. Isto indica que, mesmo o Programa EMBRACE tendo condições consideradas inferiores na realização de funções científicas e tecnológicas relacionadas a níveis de operação avançada, ele já avançou em atividades que são consideradas pertencentes ao nível inovador básico e, neste, apresenta um desempenho superior a nível inferior. A exceção a esta constatação é verificada nas funções científicas e tecnológicas relacionadas ao desenvolvimento de produtos e serviços de software para o monitoramento e à previsão do clima espacial (Função E).

Uma possível explicação para esta característica observada na evolução do Programa EMBRACE é atribuída a sua entrada tardia no “mercado”. Em trabalho recente, Figueiredo (2010) apresenta os resultados de um estudo sobre a descontinuidade nos processos de acumulação de capacidade inovativa em empresas que entraram no mercado (competição) tardiamente. O autor aplica metodologia semelhante de análise à aplicada neste trabalho e mostra um quadro (vide Figura 1 em Figueiredo, 2010) similar aos apresentados neste trabalho, no qual ele mostra o percentual de empresas que estão em determinado nível inovativo.

Ainda com relação ao mapa de resultados da percepção dos entrevistados para o período 2009-2010, verificamos que as atividades relacionadas com infra-estrutura do programa são

aquelas onde o Programa EMBRACE apresenta seu desempenho mais crítico. Ambas as atividades relacionadas com níveis inovadores intermediários (Nível 4) e inovadores avançados (Nível 5) obtiveram percepção de capacidade de realização inferior a 50%. Situação similar é observada no que diz respeito à função de Produtos e Serviços em Software (Função E) em seu nível de inovação avançado (Nível 5).

A função relacionada à gestão do Programa EMBRACE, dentre as cinco funções que se pretendeu mapear é a que apresenta resultados mais intrigantes. A julgar pela percepção dos entrevistados, os colaboradores do Programa EMBRACE são capazes de realizar, mesmo que em níveis ainda relativamente satisfatórios (entre 50 e 75%), atividades que são classificadas em todos os níveis de evolução. Isso reflete perfeitamente a característica recente do Programa EMBRACE, na qual pesquisadores das diversas divisões do INPE, imbuídos do espírito realizador e inovador, participam de programas que exigem qualificações administrativas que não são dominadas por nenhum integrante individualmente, mas sim estão distribuídas no repositório cognitivo acumulado pela experiência dos integrantes em desenvolver atividades dentro da organização.

Esta necessidade imposta pelo Programa EMBRACE de aprendizagem sobre gestão de programas desta natureza *learning by doing* fica mais evidenciada ainda quando olhamos a evolução histórica apresentadas nos mapas de resultados para os períodos de 2000-2002 e 1990-1994. Como integrante do programa EMBRACE, este autor pode afirmar que não foi oferecido nenhum treinamento em gestão aos integrantes do Programa EMBRACE, exceto o que culminou com este trabalho. Contudo, no intervalo de 2002 até 2010, a percepção dos entrevistados sobre o nível de gestão inovadora elevou os três níveis disponíveis (Níveis 3, 4 e 5) para índices relativamente satisfatórios (entre 50 e 75%), enquanto estes eram insatisfatórios (inferiores a 50%) no período 2000-2002. Além disso, a percepção dos entrevistados os levou a afirmar que o Programa EMBRACE possuía capacidade insatisfatória (inferiores a 50%) de gestão (Função A) no período 1990-1994.

Esta situação ressalta a capacidade de evolução das capacidades administrativas dos integrantes do Programa EMBRACE pelo método *learning by doing*. Contudo, este aspecto deve ser cuidadosamente apreciado, pois países como Coréia do Sul decidiram por estimular suas indústrias a substituírem o método de evolução dos processos inovativos do *learning by doing* para o *learning by researching* (Matias-Pereira e Kruglianskas, 2005). A julgar pelo grau de evolução da economia da Coréia do Sul, este fator pode ter contribuído para impulsionar os processos inovadores. Portanto, apesar de louvável o esforço dos integrantes

do Programa EMBRACE, seria recomendável que lhes fosse oferecido um curso de formação nos processos de gestão, com foco nos processos inovadores.

A análise da evolução das demais funções científicas e tecnológicas também mostra evolução significativa nas últimas duas décadas. Indicações desta evolução acentuada é a elevação dos índices para o índice relativamente satisfatório (entre 50 e 75 %) que apareceram em quase todos os níveis do mapa correspondente ao período de 2002-2002, quando comparadas com pouca a quantidade de níveis com índice relativamente satisfatório (entre 50 e 75 %) que havia nos anos de 1990, e sua posterior transformação em vários índices satisfatórios (acima de 75%) nos níveis do mapa correspondente ao período de 2009-2010.

Neste trabalho não estamos comparando o Programa EMBRACE a seus correlatos no mundo. Os quadros aqui apresentados devem ser entendidos como expressões da visão dos colaboradores seniores do programa. Contudo, eles mostram uma característica similar à discutida no artigo de Figueiredo (2010). Claramente há uma abrupta evolução na acumulação de capacidades relacionadas às funções tecnológicas na última década.

Apesar de não ser discutida em termos comparativos a outros programas de monitoramento e estudo do clima espacial, a evolução do Programa EMBRACE se assemelha à acumulação de capacidade inovativa em empresas que entraram no mercado (competição) tardiamente porque este programa foi, de fato, criado tardiamente. Uma evidência desta entrada tardia no “mercado” pelo Programa EMBRACE é o fato de todos os programas desta natureza procurarem uma aproximação dos clientes através de encontros anuais entre desenvolvedores, coordenadores do programa e potenciais clientes. Enquanto o programa programas de monitoramento e estudo do clima espacial americano, considerado líder de mercado em nossa opinião, realiza seu encontro anual que se encontra em sua décima edição, o Programa EMBRACE prepara-se para realizar seu segundo encontro, no qual os potenciais clientes devem ser convidados pela primeira vez.

Para destacar esta característica singular de saltos apresentamos no gráfico da Figura 3 a evolução temporal do nível de competência tecnológica operacional avançada (Nível 2) para cada uma das funções científicas e tecnológicas relacionadas. Da mesma forma, apresentamos no gráfico da Figura 4 a evolução temporal do nível de competência tecnológica inovadoras avançada (Nível 5) para cada uma das funções científicas e tecnológicas relacionadas.

A evolução temporal das atividades no Nível 2 (Figura 3) foi escolhida por apresentar a evolução das atividades que representam a transição entre os processos operacionais e inovativos. Já a evolução temporal das atividades no Nível 5 (Figura 4) foi escolhida devido a

este nível conter atividades que, sendo realizadas, demonstram o posicionamento do Programa EMBRACE em relação a fronteira da inovação em programas de sua natureza.

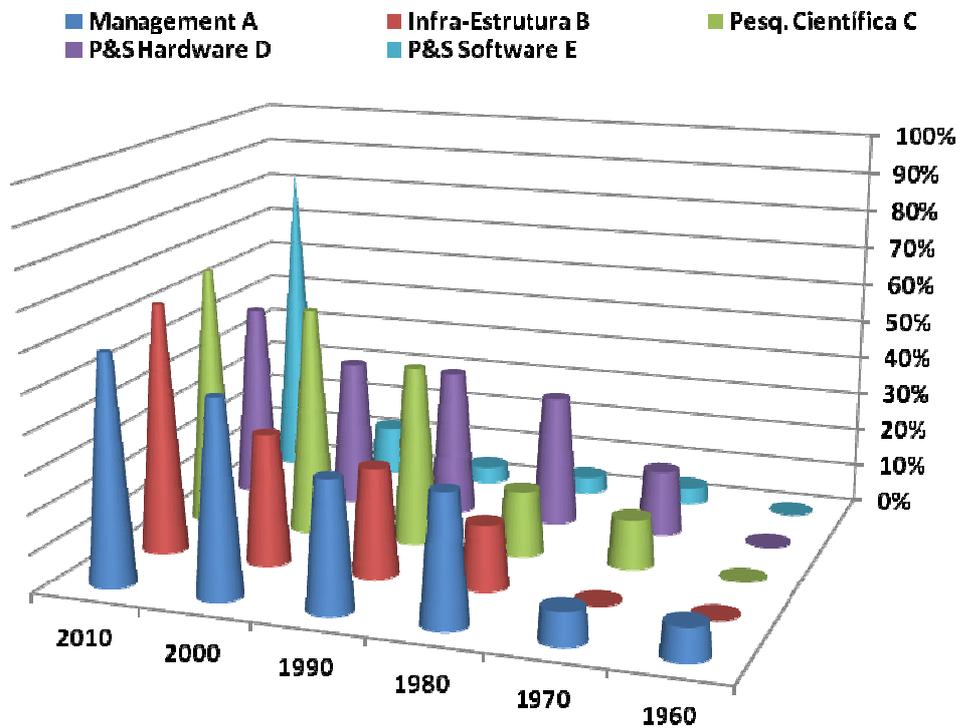


Figura 3. Evolução temporal do nível de competência tecnológica operacional avançada (Nível 2) para cada uma das funções científicas e tecnológicas relacionadas.

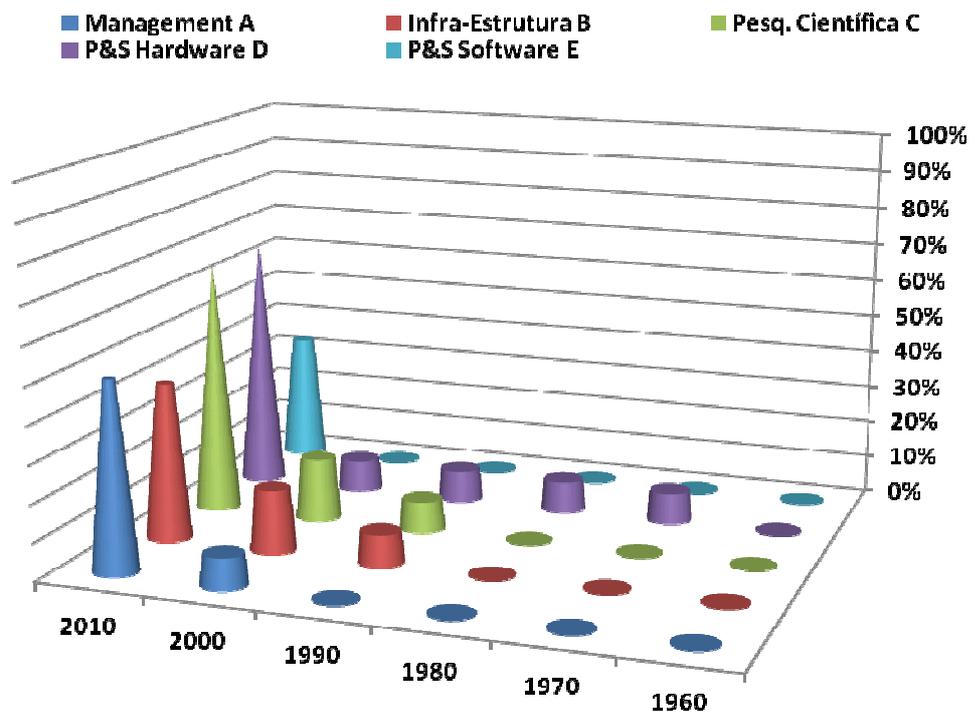


Figura 4. Evolução temporal do nível de competência tecnológica inovadora avançada (Nível 5) para cada uma das funções científicas e tecnológicas relacionadas.

No gráfico da Figura 3, é possível perceber que nas décadas anteriores a 2010, a função relacionada com atividade de desenvolvimento de produtos e serviços de softwares (P&S Software, cones azuis claros) no Programa EMBRACE era claramente a menos expressiva. Na década de 2010, ela foi capaz de superar em desempenho as demais funções, no que diz respeito ao nível de operação avançada (Nível 2). Em contrapartida, em se tratando de atividades relacionadas aos produtos e serviços de softwares (Função E, cones azuis claros) para programas de estudo e monitoramento do clima espacial em nível inovador avançado (Nível 5, Figura 3), esta função foi a que mais tardiamente apresentou evolução e é aquela que apresenta a pior percepção dos entrevistados com relação ao seu índice de desempenho.

O gráfico da Figura 3 também revela que todas as demais funções apresentaram uma evolução crescente gradativa ao longo das décadas, no que diz respeito ao desempenho das funções com nível operacional avançado. Mas nenhuma delas atingiu o índice pleno (100%). Na percepção dos entrevistados, a capacidade do Programa EMBRACE de realizar atividades compatíveis com nível operacional avançado (Nível 2) está entre 50 e 70%. Entretanto, os mesmos entrevistados acreditam que Programa EMBRACE tem capacidade entre 40 e 60% de realizar atividades compatíveis com nível inovador avançado (Nível 5), conforme demonstra o gráfico da Figura 4. Além disso, este gráfico demonstra que esta capacidade foi atingida ao longo das últimas duas décadas. A exceção está na capacidade do Programa EMBRACE de realizar atividades de desenvolvimento de produtos e serviços de hardware (P&S hardware, cones violetas), ou seja, instrumentação. Esta capacidade parece ter ficado latente desde a década de 70.

Outro aspecto que permeou quase todos os períodos analisados, especialmente após os anos 80, foi a discrepância entre os percentuais de respostas positivas para aquelas respostas com declaração de certeza em relação às aquelas respostas com declaração de dúvida. Em alguns casos, como no exemplo das respostas levantadas para a década de 90, nas funções científicas e tecnológicas relacionadas à “Pesquisa Científica (C)” e a “Instrumentação (D)”, a discrepância é de níveis inaceitáveis (abaixo de 50%) para níveis de excelência (perto de 100%) nos níveis de competência tecnológica inovadores básicos (3) e intermediários (4).

Estas discrepâncias evidenciam que parece haver uma desinformação por parte de alguns entrevistados com relação a estas atividades, possivelmente causado por falta de comunicação interna no INPE. De fato, este aspecto não é novidade e já foi mencionado em

diversas ocasiões dentro do contexto do Curso de Gestão Estratégica da Ciência e Tecnologia em IPP's, realizado nas dependências do INPE entre os anos de 2009 e 2010.

## **5. Discussão sobre os Processos de Aprendizagem e de Socialização de Conhecimento Presentes no Programa EMBRACE**

Em virtude do foco do trabalho e da base conceitual deste estudo implicar em deposição de conhecimento nos repositórios humanos consideramos importante apresentarmos, mesmo que sucintamente uma discussão sobre os processos de aprendizagem para acúmulo de capacidade tecnológica do programa EMBRACE. Infelizmente, devido à imposição de um tempo relativamente curto para o desenvolvimento deste estudo não foi possível realizar entrevistas ou levantamento documental para comprovar as declarações apresentadas aqui nesta seção. Contudo, como o autor do presente estudo trabalha efetivamente no programa EMBRACE, temos a competência para apresentar as afirmações que se seguem sobre os processos de aprendizagem e de socialização de conhecimento presentes no programa EMBRACE, bem como temos a competência para realizar uma breve análise sobre a forma de como o conhecimento vem sendo ou não compartilhado por seus integrantes.

Em virtude das características particulares do programa EMBRACE, as quais lhe conferem uma forte aproximação com o desenvolvimento científico e exigem do programa uma atenção especial à acumulação e à manipulação do conhecimento, apresentamos uma breve reflexão deste tópico realizada exclusivamente dentro do grupo, discutido como ferramenta para se atingir a inovação.

O Quadro 8 apresenta a variedade de processos de aprendizagem envolvida no programa EMBRACE, bem como os processos de socialização do conhecimento que permeiam o programa. Este quadro foi adaptado do trabalho de Tacla e Figueiredo (2003). Classificamos como processos de aprendizagem externa todos os processos que envolvem formação de pessoal externo ao INPE, todos os processos de intercâmbio que trazem de fora da instituição alguma forma de conhecimento para seus membros internos, e todos os processos de treinamento técnico e/ou administrativo ministrados por consultores externos. São considerados processos de aprendizagem interna todos os processos que envolvem formação dentro dos programas de pós-graduação do INPE e todos os processos de treinamento técnico e/ou administrativo ministrados endogenamente ao INPE além de reuniões das equipes multidisciplinares. São considerados processos de codificação todos aqueles nos quais há formalização e documentação do conhecimento científico aplicável às

atividades do programa. Em sua parte final o Quadro 8 apresenta ainda uma análise de como este conhecimento é compartilhado dentro do programa (socialização do conhecimento).

Quadro 8. Variedade de Processos de Aprendizagem Envolvido no Programa EMBRACE

Processos e Mecanismos de Aprendizagem do Programa EMBRACE	Nível de Presença / Ausência
<b>Aquisição Externa do Conhecimento</b>	
1. Visitas de especialistas do exterior ou de outras partes do país	Presente
2. Contratação de especialistas (Pesquisadores e Tecnologistas)	Escassa
3. Programas de treinamento no exterior	Presente
4. Programa de treinamento com parceiros externos no país	Insipiente
5. Insumos de artigos técnicos e científicos	Presente
6. Pesquisa em conjunto com novos parceiros de universidades ou institutos de pesquisa	Presente
7. Aprendizagem através da solução de problemas relacionados a produtos ou softwares	Insipiente
8. Formação de pessoal (pós-graduação): doutorado no exterior	Presente
9. Participação em congressos e seminários externos à Instituição	Presente
10. Treinamento gerencial	Presente
11. Interação com “clientes” (desenvolvimento em conjunto e opinião) e “fornecedores” (informações técnicas)	Ausente
<b>Aquisição Interna de Conhecimento</b>	
1. Atividades de Pesquisa & Desenvolvimento (experimentação em laboratório, desenvolvimento de modelos e simulações)	Presente
2. Seminários internos	Presente
3. Formação de pessoal qualificado em P&D (Atividade de Orientação)	Presente
4. Treinamento de pessoal em aquisição e formatação de dados	Presente
5. Treinamento para tratamento e análise de dados (P&D)	Presente
6. Treinamento de técnicos especializados para operar novos equipamentos	Presente
7. Treinamento em softwares dedicados e operacionalização de equipamentos	Escasso
8. Reunião de equipes multidisciplinares do projeto para solução de problemas	Insipiente
9. Engenharia Reversa de Equipamentos e Instrumentação	Ausente
<b>Codificação do Conhecimento</b>	
1. Especificação e documentação de insumos técnico-científicos	Insipiente
2. Elaboração de normas e regulamentos (memorandos e CI's)	Insipiente
3. Elaboração de notas técnicas com a descrição de procedimentos	Presente
4. Sistema de controle de documentos e elaboração de contratos	Insipiente
5. Definição e documentação de projeto de software	Insipiente
6. Produção de Artigos Científicos	Presente
<b>Socialização do Conhecimento (implica interação, troca)</b>	
1. Trabalho em grupo para criação de codificação de materiais	Insipiente
2. Reuniões de desenvolvimento de metodologias a serem adotadas	Presente
3. Formação de equipes de trabalho multidisciplinares	Presente
4. Compartilhamento de dados em rede	Insipiente
5. Cursos Ministrados de Pós-Graduação	Presente
6. Conhecimento Compartilhado através de Seminários	Presente
7. Relatórios e Seminários sobre atividades desenvolvidas em Treinamento Externo	Insipiente
8. Comunicação por meio de quadros e murais	Presente
9. Comunicação dinâmica através de e-mails, internet e intranet	Presente

Ao analisarmos este quadro é importante levarmos em consideração que o programa EMBRACE ainda encontra-se em fase de estruturação e que tem somente dois anos de

operação. Ele é uma evolução de algumas atividades científicas que vêm sendo desenvolvidas no INPE desde, praticamente, a sua fundação. Além disso, a maioria absoluta das pessoas ora engajadas no programa EMBRACE é oriunda do quadro de pessoal original do INPE e tem uma formação voltada para atividades em pesquisa científica.

A fase operacional ainda está em franco desenvolvimento e o acúmulo de capacidade tecnológica para o desenvolvimento da rede observacional e para as atividades de monitoramento e previsão do clima espacial, ainda é considerado baixa neste estágio do programa. É preciso, portanto, que a Codificação e Socialização do Conhecimento sejam aperfeiçoadas e feitas de maneira contínua para que o avanço no acúmulo de capacidade tecnológica seja mais eficiente em algumas atividades do Programa.

Ainda com relação ao Quadro 8, ressaltamos que a nomenclatura utilizada para avaliar a Aquisição externa e interna de acordo com intensidade (uma vez, intermitente, contínuo) e Codificação e Socialização de acordo com interação (Fraca, Moderada ou Forte) sugerida no trabalho de Figueiredo (2009), foi simplificada para a terminologia apresentada no Quadro 8 devido ao caráter conferido a este trabalho de ser uma simples reflexão. Obviamente, em um estudo baseado em prospecção de campo com os profissionais envolvidos no programa EMBRACE e nas documentações existentes sobre e do programa, a terminologia sugerida por Figueiredo (2009) seria mais adequada.

Contudo, a fim de realizarmos uma classificação qualitativa da intensidade dos processos de aprendizagem para acúmulo de capacidade tecnológica no programa EMBRACE com base terminologia sugerida por Figueiredo (2009), apresentamos no Quadro 9 um sumário dos processos de aprendizagem que consideramos estar presentes no programa, baseado exclusivamente em nossa percepção.

Quadro 9. Sumário dos Processos de Aprendizagem no Programa EMBRACE

<b>Processos de Aprendizagem</b>	<b>Intensidade</b>
Aquisição Externa	Contínua
Aquisição Interna	Contínua
<b>Gestão do Conhecimento</b>	<b>Interação</b>
Codificação	Fraca/Moderada
Socialização	Fraca/Moderada

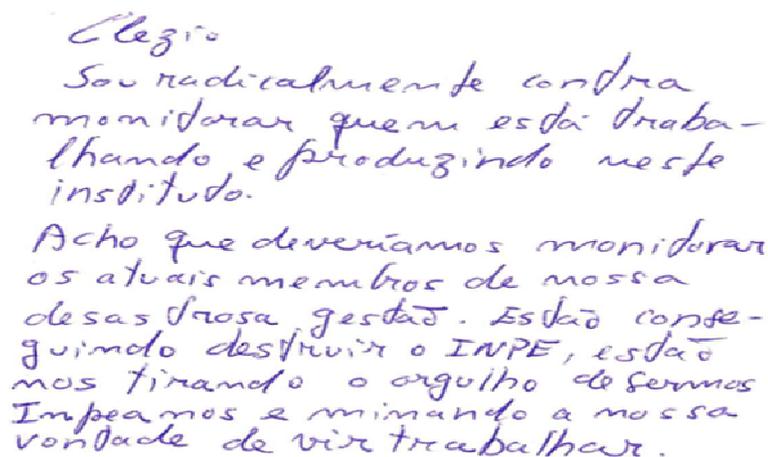
Há ainda que se comentar que embora várias atividades aqui apresentadas como aquisição de conhecimento, são também atividades de P&D e, portanto, ocorrem no INPE como um todo há muito tempo. O que o programa trouxe foi um foco para os processos de

aprendizagem, que muitas vezes eram praticados apenas pelo interesse do pesquisador, sem a preocupação do retorno à instituição.

### 5.1 Problemas Encontrados

Nesta sessão temos duas classes de problemas encontrados, uma delas diz respeito à execução deste trabalho e a outra diz respeito às atividades realizadas pelos integrantes do Programa EMBRACE.

No que tange à classe de problemas que dizem respeito à execução deste trabalho destacamos que ao longo das entrevistas encontramos alguma relutância a sua realização. Por exemplo, alguns entrevistados simplesmente não entregaram os formulários. Além disso, como uma das respostas à entrevista, nós recebemos a seguinte afirmação: “este questionário é uma perda de tempo”. Outra resposta desta natureza foi recebida por meio de um bilhete, o qual está reproduzido na Figura 1 e cujo nome do autor foi omitido.



Clegio  
Sou radicalmente contra  
monitorar quem está traba-  
lhando e produzindo neste  
instituto.  
Acho que deveríamos monitorar  
os atuais membros de nossa  
desastrosa gestão. Estão conse-  
guindo destruir o INPE, estão  
nos tirando o orgulho de sermos  
Impeamos e mimando a nossa  
vontade de vir trabalhar.

Figura 1. Resposta, em forma de bilhete, ao questionário formulários de pesquisa sobre as capacidades científica e tecnológica de Programas de Estudo e Monitoramento do Clima Espacial.

Respostas desta natureza parecem ser indícios de que a forma atual de condução das práticas de gestão na administração pública (pelo menos no INPE) pode estar criando um efeito colateral, talvez pelo excesso de burocracia ou pela transferência das atividades para a porção operacional do conjunto.

Outra dificuldade encontrada com relação à execução deste trabalho é a escassez de tempo dos profissionais envolvidos em todos os aspectos dos Programas de Estudo e Monitoramento do Clima Espacial. Todas as pessoas, tanto no Brasil quanto no exterior, parecem estar sobrecarregadas de atividades e dispõem de muito pouco tempo para avaliar a qualidade de suas atividades, bem como para contribuir processos de gestão de qualquer

natureza, mesmo os que visem aprimorar ou desenvolver os Programas de Estudo e Monitoramento do Clima Espacial.

Finalmente, apesar da boa vontade dos professores e do nosso empenho no Curso Gestão Estratégica da Ciência e Tecnologia em IPP's, o caminho para atingir o conhecimento dos processos e das ferramentas de gestão exige tempo e dedicação acima do aplicado neste trabalho. Neste contexto, cabe ressaltar que pode haver limitações de interpretação nos resultados atingidos devido a pouca experiência associado ao pouco tempo disponível para a realização das atividades relacionadas a este estudo.

## 5.2 Recomendações

As dificuldades encontradas para o levantamento de dados apontam para uma sobrecarga de tarefas dos integrantes do Programa EMBRACE ou um desinteresse por parte destes em cooperar com os nossos esforços para melhorar a gestão deste programa. Em qualquer dos casos, a fim de implantar a cultura participativa de gestão, recomendamos: (a) criar procedimentos simples de gestão e praticá-los; (b) disseminar as boas práticas de gestão e desenvolver a cultura de gestão como ferramenta de evolução; (c) evitar envolver os profissionais ligados aos procedimentos operacionais nas atividades de gestão complexas desnecessariamente; e (d) estabelecer um padrão de linguagem e comunicação entre os integrantes que englobe conceitos técnicos, científicos e de gestão, mesmo que em níveis mínimos.

Os resultados, quase sempre inferiores aos 100% desejáveis, apontam para o fato de que algumas atividades, as quais requerem competências específicas, não estão sendo plenamente realizadas. Neste sentido, recomendamos ao corpo gestor do Programa EMBRACE do INPE, que proceda a um estudo complementar para ratificar e/ou retificar o resultado observado e identificar a causa desta não plenitude, para então criar as condições que permitam à equipe executora superar estes obstáculos e evoluir para níveis mais elevados de inovação.

Apesar de ressaltar o esforço dos integrantes do Programa EMBRACE demonstrado na evolução das atividades de gestão pelo método *learning by doing* na última década, a experiência coreana demonstra ser recomendável que lhes fosse oferecido um curso de formação nos processos de gestão, com foco nos processos inovadores, a fim de propiciar as ferramentas para a evolução do método para o *learning by researching*.

Embora não tenhamos tratado aqui, explicitamente, do tema parcerias, espera-se que o programa EMBRACE, a exemplo do que aconteceu com a Petrobrás (Dantas e Bell, 2009), permita o aumento do número de parceiros, e um conseqüente fluxo de conhecimento que

favoreçam o acúmulo de capacidade tecnológica do programa. Portanto, sugerimos preparar a estrutura institucional para interagir mais intensamente com os membros do Programa EMBRACE, através, por exemplo, de acesso dedicado ou preferencial.

Também recomendamos uma intensificação dos processos de comunicação interna entre seus integrantes e entre os demais colegas do INPE. Sugerimos o desenvolvimento de um plano de comunicação com definição clara de conteúdo, destinatários e frequência. Para tal sugerimos utilizar as ferramentas comuns de marketing e propaganda como e-mails institucionais (comunicação forçada, spam), através de notícias na intranet (comunicação por demanda), ou ainda comunidade na internet (comunicação por afinidade). Este procedimento poderia uniformizar o conhecimento sobre as atividades realizadas no Programa EMBRACE e, indiretamente, sobre o nível de capacidades deste.

Finalmente, seria recomendável realizarmos um estudo criterioso sobre processos de aprendizagem e de socialização de conhecimento presentes no Programa EMBRACE, nos moldes do presente estudo. Com isso, as discussões apresentadas neste trabalho poderiam ser corretamente embasadas, ou corrigidas quando aplicável, e medidas de aprimoramento e/ou correções de curso poderiam ser aplicadas.

## 6. Conclusões e Reflexões

Sobre a relutância de alguns colegas durante a aplicação dos formulários de pesquisa sobre as capacidades científica e tecnológica de Programas de Estudo e Monitoramento do Clima Espacial, acreditamos que há evidência de que o controle indiscriminado, burocrático e sem critério pode criar uma cultura de relutância às práticas de gestão. Contudo, o controle bem empregado, desenvolvido com inteligência e simplicidade pode tornar-se numa poderosa ferramenta de impulso para a inovação, ajudando a otimizar processos e atividades.

É importante ter em mente que o trabalho de campo deste estudo conseguiu obter informação de apenas 12 colaboradores do Programa EMBRACE, representando as diversas divisões que dele participam e obedecendo a critérios de antiguidade. Não obstante, muitos destes declararam apenas acreditar que algumas das atividades listadas eram realizadas por algumas das instâncias internas do INPE. Além disso, nenhum tipo de evidência material (fatos, artigos, teses, memorandos, manuais descritivos, ou qualquer outro documento) foi solicitado aos entrevistados para substanciar suas afirmações. Neste sentido, seria recomendável que estas informações adicionais sejam levantadas entre os entrevistados para ratificar e/ou retificar os resultados deste estudo. Além disso, também é recomendável que seja dado conhecimento a toda a comunidade do Programa EMBRACE e do INPE, sobre os resultados deste estudo para permitir que estes sejam contestados adequadamente.

Os resultados deste estudo também parecem revelar que o advento do Programa EMBRACE em consonância com a continuidade das atividades de pesquisa sem dúvida produziu um aumento considerável nas competências internas dos colaboradores envolvidos neste programa. A justificativa para esta afirmação está no aumento substancial ocorrida nas últimas décadas, da percepção dos colaboradores com relação à capacidade de realizar as tarefas correlacionadas com os níveis de capacidade tecnológica avançados. Isso é mais evidente quando se tratam dos níveis de capacidade tecnológica inovadores avançados, conforme demonstra o gráfico da Figura 4.

Contudo, uma preocupação com a formação dos integrantes do Programa EMBRACE deve ser considerada no que diz respeito ao método de aprendizado. As atividades de gestão, por exemplo, parece ter evoluído pelo método *learning by doing* na última década, enquanto a experiência coreana demonstra que o método recomendável tende a ser o *learning by researching*. Portanto, é necessária atenção dos gestores do Programa EMBRACE e do INPE

para que seja oferecida formação adequada aos profissionais que desenvolvem as atividades no programa a fim de propiciar as ferramentas que maximizem a sua evolução.

O fato dos mapas de resultados apresentarem resultados bastante discordantes entre as respostas que tiveram declaração de ciência daquela nas quais os entrevistados declaram apenas acreditar serem verdade as suas declarações mostra que parece haver uma desinformação por parte de alguns entrevistados com relação às reais atividades as quais o Programa EMBRACE realmente é capaz de realizar.

A discussão sobre os processos de aprendizagem e de socialização de conhecimento presentes no Programa EMBRACE, mesmo que tenham sido baseadas exclusivamente na percepção deste autor, possibilitou refletir sobre a criação do programa EMBRACE e os processos de aprendizagem para acúmulo de capacidade tecnológica na área de clima espacial do INPE. Pelo exposto ao longo do texto e de acordo com a nossa percepção sobre o programa acreditamos que estes se intensificaram, sendo que os processos de codificação parecem ser os menos favorecidos.

Cabe lembrar ainda a importância da dimensão organizacional nos processos de inovação: “não basta ter capital humano ou comprar equipamentos se não houver a “organização” para integrar esses elementos (Figueiredo, 2004, pág. 331). O estabelecimento do programa EMBRACE trouxe foco à execução de atividades, algumas delas já desenvolvidas no INPE, trazendo motivação, interação/influência entre áreas funcionais, mudança no tipo de hierarquia, melhora no uso de recursos na organização e busca de um novo estilo gerencial. O apoio da Direção do INPE sedimentou entre os envolvidos o compromisso com a mudança.

## **7. Referências Bibliográficas**

- Alvalá, R. C. S. Versão Final do Estudo do GT7 - Prospecção Científica e Tecnológica. (CPA-037-2006) . Fev. 2007
- Bell, M. e K. Pavitt Technological accumulation and industrial growth: Contrast between developed and developing countries, in industrial and corporate change, v.2, n.2, p.157-210, 1993.
- Bell, M. e K. Pavitt The Development of Technological Capabilities”, in Ul Haque, I.; Bell, M.; Dahlman, C; Lall, S.; Pavitt, K., Trade, Technology and International Competitiveness, Washington, DC: The World Bank, p.69-101, 1995.
- Betz, F. Managing Technological Innovations: Competitive Advantages from Change. John Willey e Sons, New York, 1998.
- Blikstein, I. Técnicas de Comunicação Escrita, Editora Ática, Rio de Janeiro- RJ. 102p. 2006.
- Dantas, E. e M. Bell. Latecomer firms and the emergence and development of knowledge networks: The case of Petrobras in Brazil, Research Policy, Vol. 38, No. 5, pp. 829-844, 2009.
- Figueiredo, P. N. Aprendizagem tecnológica e inovação industrial em economias emergentes: uma breve contribuição para o desenho e implementação de estudos empíricos e estratégias no Brasil, Revista Brasileira de Inovação, 3(2), 323, 2004.
- Figueiredo, P. N. Gestão da inovação: Conceitos, métricas e experiências de empresas no Brasil. Editora LTC, Rio de Janeiro - RJ, 2009.
- Figueiredo, P. N. Discontinuity innovation capability accumulation in latecomer natural resource-processing firms. Technological Forecasting & Social Change, doi: 10.1016/j.techfore.2010.02.04, 2010.
- INPE. Caminhos para o espaço. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Secretária da Ciência e Tecnologia da Presidência da República. Editora Contexto, 1991.
- Kocaoglu, D. F. Special Issue on 40 years of technological management, IEEE Transaction on Engineering Management. v. 41, n. 4, p. 329-330, Nov. 1994.

- Lall, S. *Learning to Industrialize: the Acquisition of Technological Capability by India*, Londres: Macmillan, 1987
- Lall, S. *Technological Capabilities and Industrialization*, in *World Development*, v.20, n.2, p.165- 86, 1992
- Lall, S. *Technological Learning in the Third World: Some Implications of Technology Exports*, in Stewart, F.; James, J. (orgs.), *The Economics of New Technology in Developing Countries*. Londres: Frances Pinter, 1982.
- Matias-Pereira, J.; e I. Kruglianskas. *Gestão de Inovação: A lei de Inovação Tecnológica como ferramenta de apoio às Políticas Industrial e Tecnológica do Brasil*. ERA-eletrônica, v. 4, n. 2, art. 18, Jul.-Dez. 2005.
- Miranda, I. J. *Os primórdios da Atividade espacial na Aeronáutica*. Instituto Histórico-Cultural da Aeronáutica. Rio de Janeiro, 2005.
- Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE). *Manual de Oslo: Diretrizes para Coleta e Interpretação de Dados sobre Inovação*, 3ª ed., 184p. 1997.
- Padilha, A. L. *Ata da Reunião Extraordinária do Comitê Assessor da CEA*. Em 25 de fevereiro de 2008.
- Rezende, S. M. e C. A. Vedovello, *Agências de financiamento como instrumento de política pública em ciência, tecnologia e inovação: o caso da Financiadora de Estudos e Projetos - FINEP*, 2006.
- Schumpeter, J.A. *Business Cycles*. New York: McGraw-Hill Book Co., 1939.
- Tacla, C. L. e P. N. Figueiredo, *Processos de aprendizagem e acumulação de competências tecnológicas: evidências de uma empresa de bens de capital no Brasil*. *Revista de Administração Contemporânea*, v. 7, n. 3, p. 101-126, jul-set. 2003.

## 8. Anexos

### 8.1 Anexo 1. Conteúdo do E-Mail aos Membros do ISES, por Ocasão da Validação do Modelo de Mensuração das Capacidades

De: Clezio M De Nardin [denardin@dae.inpe.br]  
Enviado em: segunda-feira, 17 de maio de 2010 10:05  
Para: 'Dr. Kobus Olckers '; Dr. Tsutomu Nagatsuma; 'Dr. Robert Burston ';  
'Dr. Norbert Jakowski'; Dr. Terry Onsager  
Assunto: Evaluating Space Weather Programs  
Anexos: Level of technological development of space weather programs.doc;  
Level of technological development of space weather programs.pdf

Dear Colleagues,

I hope you did not forget me. We have meet at the Space Weather Workshop, held at the Millennium hotel in Boulder - CO (USA). I hope you have had a nice trip back to your homes.

I am writing concerning about the conversation we have had during that week. I have talked to you individually during the conference and as you should remember I am about to finish my MBA with the major in Public Management with focus on International Programs. In my Case, I have chosen to evaluate the evolution of space weather programs.

And, in order to fulfill the requirement I have to developed a technique (a metric) to evaluate the level of technological development of a program like a space weather program, which I believe with be useful to all of us.

I know I have promised you send it to you in the first week after coming back to Brazil, but my adviser decided to submit the method to another class review before we send it to you. And it toke me one extra week.

So, for your comfort, you will find attached to this message the table we discussed about in both file versions, a PDF and a MS Word. And this time it is written in English.

I know have already individually explained you the table And how it works, but let me recall some important aspect you shall keep in mind when evaluating it.

- 1) Each row represents a level of technological evolution.
- 2) Each column represents a dimension being evaluated.
- 3) The level are separated in two great levels: ROUTINE (levels 1 and 2) and INNOVATION (3, 4 and 5).
- 4) We assume that we completely fulfill that level by doing all the ACTIONS (verb) listed in to the bullets.
- 5) It is not necessary completely to fulfill that level to start doing ACTIONS from the next level.
- 6) Some words are underline in order to explicit nature of the ACTIONS that characterizes the level.
- 7) In order to avoid misinterpretation, some definition are provided on some special terms, which are listed after the end of the table and marked with number in to the table.

Now, let me recall what I have asked you.

- a) Please read carefully the three pages before start evaluating it.
- b) You have to agree or disagree with the number of levels presented.
- c) You have to agree or disagree with the presence of each ACTION in the scale of levels presented.
- d) In case you do not agree you are free to comment why you do not agree and/or to suggest removal, introduction and/or to each level should the ACTION be moved to.
- e) You have to agree or disagree with the details of each ACTION (its nature and terms that describes each bullet of each activity).
- f) In case you do not agree you are free to comment why you do not agree and/or to suggest changes in the ACTION, its nature and/or the terms involved in the bulled.
- g) General comments are welcome too, and strong critics are encouraged (specially discordant ones).

Finally, I would like to thank you all for cordially accept to evaluate it and for your generosity spending your time on it. I hope you could evaluate it until the end of this week and send it back to me by replying this message as soon as possible.

This table is being sent to (in alphabetical order from the business cards collected at the conference in Boulder):

- 1) Africa (South Africa)  
Dr. Kobus Olckers (kolckers@hmo.ac.za)  
Space Weather Office  
Hermanus Magnetic Observatory  
National Research Foundation
- 2) Asia (Japan)  
Dr. Tsumotu Nagatsuma (tnagatsu@nict.go.jp)  
Space Environment Group  
Applied Electrical Research Center  
National Institute of Information and Communication Technology
- 3) Europe (Belgium)  
Dr. Robert Burston (r.burston@oma.be)  
GNSS Research Group  
Royal Observatory of Belgium
- 4) Europe (Germany)  
Dr. Norbert Jakowski (norbert.jakowski@dlr.de)  
Institute of Communications and Navigations  
German Aerospace Center
- 5) North America (United States)  
Dr. Terrance Onsager (terry.onsager@noaa.gov)  
Space Weather Prediction Center  
National Oceanic and Atmospheric Administration

My best regards to you all,

Clezio Marcos De Nardin

-----  
[Referred as: Denardini, C. M.]

National Institute for Space Research - <http://www.dae.inpe.br/~clezio.denardin/>

"In nature there are neither rewards nor punishments - there are consequences."

Robert Ingersoll ['Some Reasons Why', 1881]

[Warning]

This message is intended solely for the use of its addressee and may contain privileged or confidential information. If you are not the addressee you should not distribute, copy or file this message. In this case, please notify the sender and destroy its contents immediately.