



# Parcerias Estratégicas

Volume 19 - Número 39 - Dezembro 2014

## **Temas estratégicos para o desenvolvimento do Brasil**

- Plataformas tecnológicas para fármacos oncológicos: uma abordagem integrada de prospecção como suporte à articulação empresarial com o SNCTI
- Internacionalização como contexto para novas políticas de ciência e tecnologia
- Diálogo de saberes no Instituto dos Conhecimentos Indígenas e Pesquisa do Rio Negro (AM)
- Estudos de futuro de CT&I no Brasil
- Percepções e prospecções sobre políticas públicas para a cadeia produtiva florestal brasileira
- Tecnologia Assistiva – Criação de modelo para implantação de centros integrados de solução em saúde

## **Abordagens metodológicas**

- Considerações sobre gerenciamento tecnológico e de recursos humanos na área espacial
- Análise da dinâmica de redes de coautoria de publicações científicas
- O programa CI-Brasil como política pública de PD&I e de formação e fixação de recursos

## **Memória**

- Programas nacionais de ciência e tecnologia: dos indivíduos às redes



# Parcerias Estratégicas

---

v. 19, n. 39, dezembro de 2014, Brasília-DF

ISSN 1413-9375

---

Parc. Estrat. | Brasília - DF | v. 19 | n. 39 | p. 160 | jul-dez 2014

## Parcerias Estratégicas – v.19 – n.39 – Dezembro 2014

A Revista Parcerias Estratégicas é publicada semestralmente pelo Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE) e tem por linha editorial divulgar e debater temas nas áreas de ciência, tecnologia e inovação (CT&I). Distribuição gratuita. Tiragem: 1.000 exemplares. Disponível eletronicamente em: <http://www.cgee.org.br/parcerias>.

### Editora

Maisa Cardoso

### Conselho editorial

Adriano Batista Dias (Fundaj)

Eduardo Baumgratz Viotti (Consultor)

Evando Mirra de Paula e Silva (professor emérito da UFMG)

Gilda Massari (S&G Gestão Tecnológica e Ambiental/RJ)

Lauro Morhy (UnB)

Ricardo Bielschowsky (Cepal)

Ronaldo Mota Sardenberg (Consultor)

### Projeto gráfico

Núcleo de Design Gráfico CGEE

### Capa e diagramação

Eduardo Oliveira

### Endereço para correspondência

SCS Q. 9, Lote C, Torre C, salas 401 a 405,

Ed. Parque Cidade Corporate

Brasília DF, CEP 70308-200,

telefone: (61) 3424-9600

email: [editoria@cgee.org.br](mailto:editoria@cgee.org.br)

**Indexada em:** Latindex; EBSCO publishing; bibliotecas internacionais das instituições: Michigan University, Maryland University; Université du Québec; Swinburne University of Technology; Delaware State University; National Defense University; San Jose State University; University of Wisconsin-Whitewater. Qualificada no Qualis/Capes.

C967 Parcerias Estratégicas / Centro de Gestão e Estudos Estratégicos • Brasília:  
Centro de Gestão e Estudos Estratégicos: Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação.

v. 19 n. 39 (dez 2014)

Semestral

ISSN1413-9375

1. Política e governo - Brasil 2. Inovação tecnológica I. CGEE. II. MCTI.

CDU 323.6(81)(05)

O Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE) é uma associação civil sem fins lucrativos e de interesse público, qualificada como Organização Social pelo executivo brasileiro, sob a supervisão do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI). Constitui-se em instituição de referência para o suporte contínuo aos processos de tomada de decisão sobre políticas e programas de ciência, tecnologia e inovação (CT&I). A atuação do Centro está concentrada nas áreas de prospecção, avaliação estratégica, informação e difusão do conhecimento.

### Presidente

Mariano Francisco Laplane

### Diretor executivo

Marcio de Miranda Santos

### Diretores

Antonio Carlos Filgueira Galvão

Gerson Gomes

### Conselho de Administração CGEE

Eduardo Moacyr Krieger – Presidente

Alysson Paulinelli – CNA

Claudio Aparecido Violato – Abipti

Clélio Campolina Diniz – MCTI

Énio Duarte Pinto – Sebrae

Evando Mirra de Paula e Silva – Representante dos Associados

Gláucius Oliva – CNPq

Glauco Antonio Arbix – Finep

Guilherme Marco de Lima – Anpei

Helena Bonciani Nader – SBPC

Helena Tenório Veiga de Almeida – BNDES

Isac Almeida de Medeiros – Foprop

Jorge Luís Nicolas Audy – Anprotec

Jorge Almeida Guimarães – MEC

Mário Neto Borges – Confap

Nelson de Chyery Karam – Dieese

Nelson Fujimoto – Mdic

Pedro Wongtschowski – Representante do Empresariado Nacional

Rafael Lucchesi – CNI

Saumíneo da Silva Nascimento – Consect

Esta edição da revista Parcerias Estratégicas corresponde a uma das metas do Contrato de Gestão CGEE/MCTI/2014.

Parcerias Estratégicas não se responsabiliza por ideias emitidas em artigos assinados. É permitida a reprodução e armazenamento dos textos, desde que citada a fonte.

Tiragem: 1000 unidades. Impresso em 2014, Athalaia Gráfica e Editora Ltda..

# Sumário

---

05      Aos leitores

## Seção 1

### Temas estratégicos para o desenvolvimento do Brasil

---

07      Plataformas tecnológicas para fármacos oncológicos: uma abordagem integrada de prospecção como suporte à articulação empresarial com o SNCTI

*Maria Fatima Ludovico de Almeida,  
Carlos Augusto Caldas de Moraes*

---

27      Internacionalização como contexto para novas políticas de ciência e tecnologia

*Cátia Miriam Costa*

---

35      Diálogo de saberes no Instituto dos Conhecimentos Indígenas e Pesquisa do Rio Negro (AM)

*Iraci Aguiar Medeiros, José Hartur Setúbal Lima*

---

49      Estudos de futuro de CT&I no Brasil

*Cristiano Cagnin*

---

65      Percepções e prospecções sobre políticas públicas para a cadeia produtiva florestal brasileira

*José Batuira de Assis*

---

77      Tecnologia Assistiva – Criação de modelo para implantação de centros integrados de solução em saúde

*Antonio Batocchio, Claudia Regina Cabral Galvão, Gerson Gomes, João Maurício Rosário, Maricel Andaluz Ribeiro, Milton Pombo da Paz, Sigisfredo Luiz Brenelli, Silvio Penteado*

## Seção 2

### Abordagens metodológicas

---

99 Considerações sobre gerenciamento tecnológico e de recursos humanos na área espacial

*Thyrso Villela, Alessandra de Moura Brandão,  
Jackson Max Furtunato Maia*

---

119 Análise da dinâmica de redes de coautoria de publicações científicas

*Ricardo Barros Sampaio*

---

131 O programa CI-Brasil como política pública de PD&I e de formação e fixação de recursos humanos

*Alexandre Guilherme Motta, Jackson Max Furtunato Maia*

---

## Seção 3

### Memória

---

143 Programas nacionais de ciência e tecnologia: dos indivíduos às redes

*Maria Carlota de Souza-Paula, Adriana Badaró de Carvalho Villela*

## Aos leitores

A edição de número 39 da revista *Parcerias Estratégicas* brinda o leitor, em sua primeira seção, com uma variedade de contribuições que discutem *Temas estratégicos para o desenvolvimento do Brasil* no âmbito da Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I).

O primeiro artigo descreve a experiência do Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE) no desenho de um programa de inovação voltado para o segmento de fármacos oncológicos. O segundo traz reflexões sobre o potencial de contribuição das políticas públicas de CT&I para internacionalização do conhecimento, das práticas técnicas, da economia e dos mercados.

A desafiadora proposta de criação, no Estado do Amazonas, do Instituto dos Conhecimentos Indígenas e Pesquisa do Rio Negro e do Programa de Formação Avançada Indígena, em atendimento à demanda dos povos indígenas de 31 etnias, é apresentada no terceiro artigo da seção.

Ainda no campo da CT&I, a seção expõe a relevância dos estudos de futuro ou *Foresight* - que criam espaços de diálogo com foco em inovações sistêmicas ou transformadoras - e de seus impactos nos processos de tomada de decisão e de orientação dos sistemas de Ciência, Tecnologia e Inovação.

Também são debatidas nesse bloco as percepções e prospecções sobre políticas públicas e sobre o potencial do País, em razão de suas condições de clima e solo, tecnologia de ponta, capacidade administrativa e mão de obra especializada, que podem projetar o Brasil no mercado mundial de produtos florestais.

O artigo sobre tecnologia assistiva, que trata de criação de modelo para a implantação de centros integrados de solução em saúde para o atendimento de pessoas com deficiência, fecha a seção.

Em seu segundo bloco, *Abordagens metodológicas*, a revista chama a atenção do leitor para uma discussão sobre critérios e ferramentas de gerenciamento tecnológico e de recursos humanos com potencial de utilização pelo setor espacial brasileiro. Do mesmo modo, expõe a análise da dinâmica de uma rede de coautoria com base em publicações científicas sobre a leishmaniose. Tem destaque, ainda, o artigo que mostra como o Programa CI-Brasil tem colaborado na alteração do ecossistema de microeletrônica no País, principalmente em relação à formação, capacitação e fixação de recursos humanos no setor de design de circuitos integrados (CI).

A seção *Memória* conclui a edição 39 da *Parcerias Estratégicas* com uma produção que resume a sequência histórica de programas nacionais de apoio à CT&I no Brasil, desde meados da

década de 80, até o funcionamento, na atualidade, do Programa Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia (INCT).

Por meio dos trabalhos aqui reunidos, possíveis graças à gentil participação dos colaboradores deste periódico, o CGEE materializa um de seus esforços no sentido de disseminar, a um amplo público, os resultados de estudos e pesquisas, além de conhecimentos reunidos por profissionais dos diversos segmentos da CT&I.

Boa leitura!

# Plataformas tecnológicas para fármacos oncológicos: uma abordagem integrada de prospecção como suporte à articulação empresarial com o SNCTI

Maria Fatima Ludovico de Almeida<sup>1</sup> Carlos Augusto Caldas de Moraes<sup>2</sup>

## Resumo

O conceito de plataforma tecnológica vem sendo adotado na Europa e no Brasil com o objetivo de identificar e propor formas de abordar os principais desafios econômicos, tecnológicos ou sociais com suporte de projetos cooperativos de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I). Para alcançar esse objetivo, busca-se promover parcerias público-privadas eficazes entre todas as partes interessadas, de forma a estabelecer e implementar agendas de PD&I associadas a áreas estratégicas em países ou regiões. Este artigo descreve a experiência do Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE) referente ao desenho de um programa de inovação voltado para um segmento estratégico da cadeia produtiva de fármacos e medicamentos, nominalmente fármacos

## Abstract

*Technology platforms have been conceptualized as the result of the exploitation and reutilization of knowledge and experience accumulated by the institutions and firms in a sector, generating, with that, new knowledge and distinctive technological competences that can be shared by product families, applications and future businesses. This article describes the CGEE's experience concerned with a collective design of an innovation program focused on oncological drugs. It combined methodologies and tools of technological forecasting with the conceptual approach of technology platforms and also emphasized the involvement of companies and institutions of the Brazilian pharmaceutical industry.*

1 Maria Fatima Ludovico de Almeida é doutora em Engenharia de Produção pela PUC-Rio (2006), M.Sc. pela University of Manchester (1982), DEA pela Université d'Aix-Marseille III (1997) e B.Sc. em Engenharia Química pela UFRJ (1975). Atualmente é professora adjunta do Programa de Pós-graduação em Metrologia, Qualidade e Inovação da PUC-Rio e consultora do Centro de Gestão e Estudos Estratégicos e da Unesco.

2 Carlos Augusto Caldas de Moraes é doutor em Engenharia de Produção pela PUC-Rio (1999), mestre em Administração de Empresas pelo Massachusetts Institute of Technology (1974) e graduado em Engenharia Civil pela UFRJ (1969) e em Administração de Empresas pela UERJ (1969). Atualmente é Professor Adjunto da Universidade Cândido Mendes e Assessor do Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, atuando principalmente nos seguintes temas: gestão da inovação, estratégia e prospecção tecnológica.

oncológicos. Esse desenho combinou metodologias e ferramentas de prospecção tecnológica com a abordagem conceitual de plataformas tecnológicas e enfatizou o envolvimento de empresas e instituições do setor farmacêutico brasileiro em sua construção.

**Palavras-Chave:** Prospecção tecnológica. Plataformas tecnológicas. Competências distintivas. Fármacos oncológicos. Articulação institucional.

**Keywords:** *Integrated foresight framework. Technology platforms. Oncological drugs. Institutional articulation.*

## 1. Introdução

O conceito de plataforma tecnológica vem sendo adotado na Europa e no Brasil com o objetivo de identificar e propor formas de abordar os principais desafios econômicos, tecnológicos ou sociais com suporte de projetos cooperativos de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I). Para alcançar esse objetivo, busca-se promover parcerias público-privadas eficazes entre todas as partes interessadas, para estabelecer e implementar agendas de PD&I associadas a áreas estratégicas para os países ou regiões.

Diversas iniciativas dessa modalidade constituem hoje elementos fundamentais no âmbito dos respectivos sistemas nacionais e regionais de inovação na Europa (EUROPEAN COMMISSION, 2004). Essas plataformas são formadas por distintos agentes relacionados com um determinado setor de atividade ou área tecnológica, que trabalham de forma coordenada para definir quais são as linhas de P&DI prioritárias para esse setor ou área tecnológica no curto, médio e longo prazo.

A título de ilustração, cita-se a plataforma tecnológica para fármacos intitulada *The Innovative Medicines Initiative (IMI): Strategic Research Agenda*, divulgada pela Comissão Europeia em 2005 (EUROPEAN COMMISSION, 2005). Foram inicialmente identificados os principais gargalos no processo de P&D para fármacos estratégicos e, a partir desse diagnóstico, foram formuladas recomendações sobre como enfrentar esses gargalos, utilizando-se uma abordagem pré-competitiva apoiada nas competências tecnológicas-chave acumuladas naquela região. As recomendações específicas resultaram de consultas às diversas partes interessadas no período 2004 - 2005.

Uma questão crítica para a inserção brasileira em plataformas tecnológicas estratégicas na área de saúde refere-se ao descompasso existente entre o grau de capacitação científica acumulada e a capacidade de inovação existente hoje na base produtiva da saúde, que se expressa em uma escassa tradução do esforço de pesquisa em inovações. Adicionalmente, diante da baixa intensidade do esforço inovativo das empresas, as universidades e centros tecnológicos acabam por reforçar o seu foco em atividades de pesquisa básica e deixam de avançar para etapas subsequentes do processo de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) voltadas para a viabilização de inovações de produtos e processos em escala industrial (PALMEIRA FILHO *et al.*, 2012).

A análise da infraestrutura de Ciência e Tecnologia (C&T) em saúde no Brasil demonstra que o País ainda apresenta diversas lacunas nas etapas do processo de desenvolvimento tecnológico e inovação de fármacos. A criação de plataformas tecnológicas para fármacos em parceria com empresas e demais agentes do Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (SNCTI) surge como uma alternativa plausível para o enfrentamento dos desafios decorrentes de gargalos no processo de desenvolvimento tecnológico e inovação de fármacos identificados em estudos anteriores (CGEE, 2013).

Para alcançar êxito, as plataformas tecnológicas voltadas para a cadeia produtiva de fármacos e medicamentos devem envolver pelo menos as seguintes etapas:

- caracterização do contexto do segmento escolhido da cadeia produtiva de fármacos e medicamentos (segmento alvo);
- conhecimento e identificação de rotas tecnológicas dos fármacos do segmento alvo e problemas tecnológicos específicos (gargalos tecnológicos);
- mobilização e comprometimento dos atores para buscar equacionamento dos problemas identificados e para aproveitar as oportunidades de futuro vislumbradas;
- negociação entre os atores para estabelecimento de uma agenda estruturada de ações de curto, médio e longo prazo voltadas para a criação, o avanço e a difusão de inovações tecnológicas no segmento em foco.

Com base nos pressupostos acima, o Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE) desenvolveu, por solicitação do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), o estudo *Plataformas Tecnológicas para Fármacos: Articulação Empresarial com o SNCTI*. O segmento selecionado para o desenho de um Programa de Inovação Piloto, segundo o conceito de plataforma tecnológica, foi o de fármacos oncológicos, em função dos seguintes critérios: (i) importância estratégica para o sistema de saúde no País; (ii) mercado e competitividade crescente; (iii) capacidade de realizar modificações tecnológicas e inovação, visando à produção nacional; (iv) experiência prévia, conhecimento acumulado e competências tecnológicas; (v) contribuição para redução do déficit da balança comercial pela substituição de importações e aumento de exportações; e (vi) existência de iniciativas nacionais voltadas a um grupo ou subgrupo da Lista de Produtos Estratégicos do Ministério da Saúde.

O desenho de um programa de inovação voltado para o desenvolvimento da plataforma tecnológica para fármacos oncológicos – o principal objeto do referido estudo – requereu, necessariamente, uma abordagem sistêmica e integrada da cadeia de fármacos e medicamentos e a inclusão das percepções e perspectivas dos diversos agentes do SNCTI que atuam em prol do desenvolvimento desse segmento no País. Além disso, a metodologia de escolha deveria considerar as tensões entre os requisitos para obter o padrão de resposta desejado em relação aos meios disponíveis, isto é, a dimensão estratégica do processo tecnológico, compreendendo: (i) recursos humanos, com especial ênfase na identificação das competências distintas; (ii) infraestrutura; (iii) investimentos; (iv) aspectos regulatórios; (v) capacidade de articulação e parcerias; e (vi) propriedade intelectual e transferência de tecnologia. Finalmente, ao se adotar a abordagem conceitual de plataforma

tecnológica, buscou-se ressaltar as relações que ocorrem entre os diversos agentes do SNCTI, de forma análoga ao modelo de interações/negociação das parcerias empresariais.

Este artigo apresenta os principais resultados do referido estudo voltados ao desenho de um programa de inovação para um segmento estratégico da cadeia produtiva de fármacos e medicamentos, nominalmente fármacos oncológicos. Esse desenho, como mostrado a seguir, combinou metodologias e ferramentas de prospecção tecnológica com a abordagem conceitual de plataformas tecnológicas e enfatizou o envolvimento de empresas e instituições do setor farmacêutico brasileiro em sua construção.

## 2. Objetivo geral e escopo do estudo Plataformas Tecnológicas para Fármacos

O objetivo geral do estudo foi desenhar, em parceria com empresas e instituições do setor farmacêutico, um programa de inovação voltado para um segmento da cadeia de fármacos e medicamentos. A experiência tem mostrado que há amplas possibilidades de cooperação e de fortalecimento ou renovação da capacidade tecnológica das empresas mediante a formação de alianças estratégicas e parcerias nos diversos estágios desta cadeia. Nesse contexto, situou-se o desenvolvimento do estudo Plataformas Tecnológicas para Fármacos: Articulação Institucional com o SNCTI, cujos objetivos específicos foram:

- identificar, em parceria com empresas e instituições do setor farmacêutico, critérios para a definição da abrangência e os focos estratégicos do estudo;
- definir, em parceria com empresas e instituições do setor farmacêutico, a abrangência, os focos estratégicos do estudo e o Programa de Inovação Piloto;
- desenvolver metodologia para o desenho de um programa institucional de inovação voltado para um dos focos estratégicos do estudo (Programa Piloto), incluindo proposta para sua implantação;
- definir estratégias tecnológicas alinhadas aos direcionadores estratégicos do programa;
- desenhar mecanismos institucionais de articulação entre as empresas envolvidas e as instituições do SNCTI que participarão do programa;
- desenhar instrumentos inovadores de fomento e financiamento das inovações, visando a atenuar o risco tecnológico;
- identificar necessidades de investimento ao longo do tempo;
- propor ajustes no marco regulatório para potencializar o programa e favorecer sua multiplicação em outros segmentos;
- analisar as condições alternativas para replicação do programa de Inovação Piloto em escala setorial.

O plano de trabalho do estudo refletiu um desenho metodológico definido a partir de uma delimitação precisa das questões a serem respondidas, do processo de prospecção em si e da escolha criteriosa dos especialistas envolvidos nas reuniões e nas duas Oficinas de Trabalho realizadas em maio e em junho de 2013 (CGEE, 2013).

### 3. Bases conceituais e metodologia adotada

Apresentam-se as bases conceituais e a metodologia adotada pelo CGEE para o desenho do *Programa de Inovação para o Segmento de Fármacos Oncológicos*, segundo o conceito de plataformas tecnológicas (EUROPEAN COMMISSION, 2004; NASIRIYAR, 2010; NASIRIYAR *et al.*, 2010) e com a adoção de metodologias e ferramentas de prospecção tecnológica, como será detalhado a seguir.

#### 3.1. Plataformas tecnológicas

Para fins do desenvolvimento do estudo do CGEE, adotou-se o conceito de plataforma proposto por Nasiriyar (2010), como sendo o resultado da exploração e reutilização de conhecimento acumulado e da experiência das instituições e empresas de um determinado setor, gerando, de forma sistemática, novos conhecimentos e competências tecnológicas distintivas. Essas competências oriundas do esforço de renovação e avanço tecnológico são compartilhadas entre famílias de produtos, aplicações e futuros negócios.

A Figura 1 representa esquematicamente uma plataforma tecnológica, segundo caracterização proposta por Nasiriyar (2010).

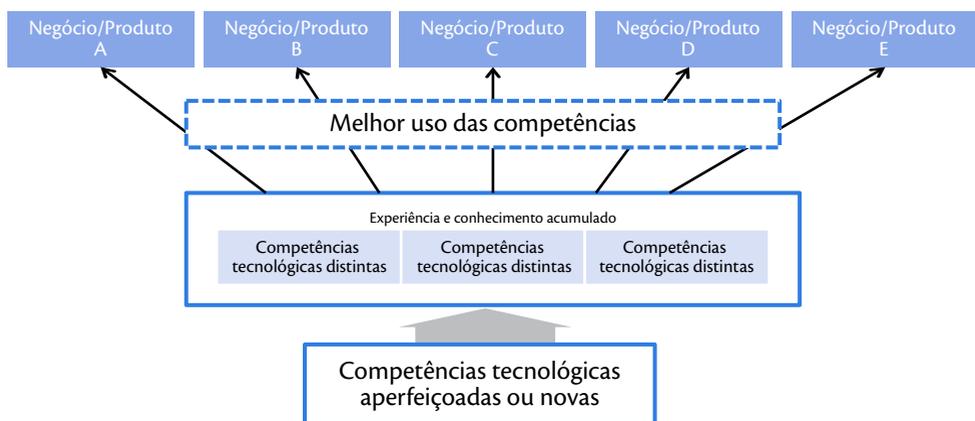


Figura 1. Representação esquemática de uma plataforma tecnológica

Fonte: Nasiriyar (2010).

Para explorar conhecimentos e experiências acumuladas, os agentes integrantes da plataforma devem:

- ter experiência prévia e conhecimento acumulado nas tecnologias em foco;
- ser capazes de realizar modificações no seu desenvolvimento, através da análise e reconfiguração das tecnologias desenvolvidas;
- ser capazes de se renovar na perspectiva de desenvolvimento de novos mercados e de mudanças tecnológicas de alto impacto.

A abordagem conceitual de competências distintivas tem sido disseminada desde o início da década de 1980 pelos trabalhos de Snow e Hrebiniak (1980); Hitt e Ireland (1985); Hofer e Schendel (1978); Itami e Roehl (1987); Hayes, Wheelright e Clark (1988); Prahalad e Hamel (1990); Pavitt (1991); e Peteraf, 1993. Essa abordagem baseia-se, por sua vez, em referencial teórico desenvolvido por autores da vertente teórica de gestão estratégica conhecida como *Resource-based View* ou RBV (PENROSE, 1959; WERNERFELT, 1984; BARNEY, 1991).

Para os autores da RBV, a competitividade é resultante não somente de oportunidades capturadas do ambiente externo, mas também e, principalmente, da melhor utilização dos recursos organizacionais internos. No início de 1990, Prahalad e Hamel (1990) e Pavitt (1991) reforçaram a importância da integração e coordenação das capacidades estratégicas internas, incluindo as tecnológicas, para a criação de vantagens competitivas e diversificação de negócios existentes.

Segundo Prahalad e Hamel (1990), ao menos três testes devem ser realizados para identificar as competências essenciais ou distintivas de uma organização, quais sejam: (i) as competências essenciais promovem acesso potencial a uma variedade de mercados?; (ii) contribuem de forma significativa para agregar valor aos produtos e serviços oferecidos aos clientes e diversificar negócios?; (iii) são difíceis de serem replicadas ou imitadas, principalmente, no que se refere ao modelo de coordenação e aprendizado?. Argumentam, ainda, ser preciso construir uma visão de futuro baseada nas competências distintivas e sugerem o desenho de uma arquitetura estratégica, ou seja, de um mapa do futuro, que permita identificar quais as competências deverão ser mobilizadas ou desenvolvidas e suas respectivas tecnologias.

Rumelt (1994, p. xv-xvi), complementado a conceituação de Prahalad e Hamel, caracteriza competências distintivas, segundo quatro aspectos: (i) abrangência corporativa - compreendendo as principais competências, abrangem negócios e produtos; (ii) predominância temporal - os produtos são expressões temporárias de competências, uma vez que as competências são estáveis e evoluem mais lentamente do que os produtos; (iii) aprender fazendo - as competências são desenvolvidas pela prática contínua; e (iv) posicionamento competitivo - como expressão de uma competição mais profunda baseada em competências distintivas.

Na perspectiva da aplicação desse conceito na escolha das plataformas tecnológicas para fármacos, as competências tecnológicas distintivas devem ser consideradas capacidades únicas que podem ser usadas em múltiplos produtos ou mercados, segundo uma visão sistêmica e de longo prazo. A

questão crucial é que muitas vezes o empecilho às organizações e aos países para imaginar o futuro e descobrir um novo espaço competitivo não é desconhecer o futuro, mas sim o fato de os gestores tenderem a ver o futuro pelas lentes dos mercados aos quais servem atualmente.

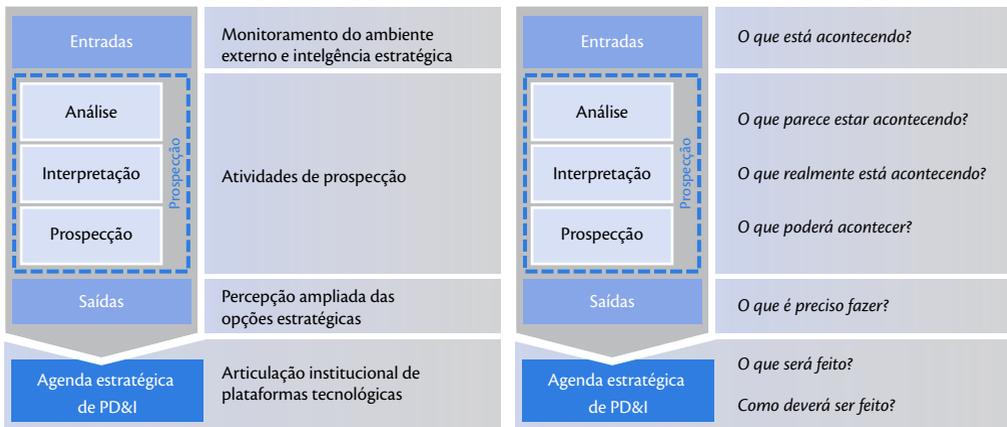
### 3.2. Prospecção tecnológica como suporte à articulação institucional de plataformas tecnológicas

A abordagem de prospecção tecnológica busca uma visão compartilhada de quais seriam as mais importantes demandas estratégicas e os campos promissores de PD&I na área de conhecimento em foco, de modo que se possam estabelecer prioridades, mas também articular as diversas partes interessadas em torno da problemática de um futuro incerto e dos condicionantes da complexidade e da melhoria de vida e da sociedade (GAVIGAN e SCAPOLO, 1999; UNIDO, 2005; 2005a; POPPER, 2008; GEORGHIOU *et al.*, 2008; MILES, 2010; e ROBINSON *et al.* 2013).

A prospecção é considerada uma abordagem participativa que habilita empresas, órgãos governamentais, instituições públicas de C&T e academia a responderem aos novos desafios e oportunidades, de forma rápida e eficiente, analisando a ciência e tecnologia como principais fatores de mudança. Ressalta-se o papel desta atividade em promover a estruturação de redes, por meio de uma abordagem multidisciplinar, bem como a aproximação e o diálogo entre representantes das diversas partes interessadas. Trata da conscientização e mobilização dos gestores de PD&I em torno de ações estruturantes a serem iniciadas no presente como forma de influenciar e modelar o futuro desejável (ZACKIEWICZ e SALLES-FILHO, 2001; SANTOS *et al.*, 2004; CAMARINHA-MATOS e AFSARMANESH, 2004; e MILLET, 2006).

Durante as atividades de prospecção ocorrem processos de interpretação sobre tendências, sinais de mudança e fatos portadores de futuro, que aplicam, com flexibilidade, um conjunto de métodos e ferramentas de prospecção (SLAUGHTER, 2001; PORTER, 2004; UNIDO, 2005; 2005a; COELHO *et al.*, 2005; GEORGHIOU *et al.*, 2008; e ROBINSON *et al.* 2013). Dentre os métodos e ferramentas mais adotadas, destacam-se a construção de *roadmaps* tecnológicos (PHAAL *et al.*, 2001; 2004) e *roadmaps* estratégicos (CAMARINHA-MATOS e AFSARMANESH, 2004; MILLET, 2006). Nessa fase, consideraram-se críticos: (i) o mapeamento e a mobilização de especialistas e gestores em torno dos temas de PD&I na área de conhecimento em foco; (ii) a definição dos objetivos e do escopo da prospecção; e (iii) a escolha dos métodos e das ferramentas de prospecção mais adequados.

Partindo-se desses pressupostos, apresenta-se, a seguir, o modelo conceitual proposto por Voros (2003; 2005), que serviu de base para o desenho do *Programa de Inovação para o Segmento de Fármacos Oncológicos*. Sua estrutura compreende quatro fases: (i) entradas; (ii) prospecção; (iii) saídas; e (iv) formulação da estratégia de PD&I. A estrutura sequencial proposta pelo autor visa a agregar valor às informações obtidas na fase inicial, transformando-as em conhecimento e, posteriormente, em estratégia de PD&I. Os comentários no lado direito dos esquemas da Figura 2 indicam, para cada fase, o tipo de atividade a ser conduzida e as questões de apoio para tais atividades.



**Figura 2.** Prospecção tecnológica como suporte à articulação institucional de plataformas tecnológicas

Fonte: Adaptação de Voros, 2003.

### 3.3. Metodologia adotada

A definição da metodologia para o estudo teve como premissa dotar o momento presente de uma perspectiva estratégica, com um olhar sobre as opções de futuro relacionadas a atividades de PD&I de novos fármacos oncológicos, além daquelas diretamente associadas à relação de Produtos Estratégicos do Ministério da Saúde e à redução do déficit da balança comercial brasileira.

A partir das bases conceituais apresentadas e considerando a premissa acima, a metodologia do estudo *Plataformas Tecnológicas para Fármacos: Articulação Institucional com o SNCTI* compreendeu as seguintes etapas:

- revisão de estudos de referência sobre os temas centrais do estudo;
- identificação de critérios para definição dos focos estratégicos do estudo;
- escolha do segmento alvo para o desenho do Programa de Inovação Piloto;
- desenvolvimento da metodologia para o desenho do Programa de Inovação Piloto;
- definição de estratégias tecnológicas alinhadas aos direcionadores estratégicos do Programa de Inovação Piloto;
- desenho dos mecanismos institucionais de articulação entre as empresas envolvidas e as instituições do Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (SNCTI);
- desenho de instrumentos inovadores de fomento e financiamento das inovações;
- identificação das necessidades de investimento;
- análise do marco regulatório e proposição de ajustes;
- estruturação do programa em parceria com representantes de empresas, do governo, da academia e instituições de C&T atuantes no setor farmacêutico;

- análise das condições alternativas para replicação do programa em escala setorial;
- elaboração e edição do relatório final.

## 4. Resultados do estudo prospectivo

O estudo *Plataformas Tecnológicas para Fármacos: Articulação Institucional com o SNCTI* alcançou seu objetivo maior que foi analisar, em caráter exploratório, os potenciais impactos de tecnologias emergentes nas configurações industriais existentes e futuras de oito setores selecionados, considerando-se um horizonte de 20 anos. O modelo conceitual proposto no início desse trabalho foi validado coletivamente com representatividade de mais de setenta especialistas, oriundos de empresas, órgãos governamentais, instituições públicas de C&T e academia, além dos integrantes da equipe do CGEE envolvida no estudo.

Apresentam-se os principais resultados do estudo, confirmando-se na prática a aplicabilidade da metodologia proposta, na sequencia assim disposta: (i) definição dos objetivos da prospecção tecnológica em fármacos oncológicos; (ii) definição do escopo da prospecção tecnológica; (iii) prospecção tecnológica propriamente dita; (iv) formulação da estratégia de PD&I para fármacos oncológicos em três horizontes temporais; e (v) desenho do *Programa de Inovação para o Segmento de Fármacos Oncológicos*.

### 4.1. Objetivos da prospecção tecnológica em fármacos oncológicos

Antes de se iniciar os trabalhos de prospecção tecnológica, o CGEE apresentou uma visão geral do estudo *Plataformas Tecnológicas para Fármacos: Articulação Empresarial com o SNCTI*, incluindo a metodologia geral do estudo. Em seguida, apresentou uma síntese do panorama do mercado internacional dos principais fármacos oncológicos, baseada em estudo publicado pela Visiongain, cobrindo o período de 2013 a 2023 (VISIONGAIN, 2013). Os objetivos da prospecção tecnológica para o segmento de fármacos oncológicos foram assim definidos:

- elaborar os *roadmaps* tecnológicos e portfólios de PD&I dos agrupamentos de fármacos oncológicos no Brasil, visando a identificar gargalos e oportunidades tecnológicas e de mercado para o País no período 2013 - 2030;
- servir de base para a definição da estratégia de PD&I e construção do *roadmap* estratégico para o Programa de Inovação de Fármacos Oncológicos no Brasil, contemplando ações de curto, médio e longo prazo em seis dimensões: recursos humanos; infraestrutura; investimentos; aspectos regulatórios; articulação e parcerias; propriedade intelectual e transferência de tecnologia.

### 4.2. Escopo da prospecção tecnológica

Inicialmente, os grupos de trabalho na segunda Oficina selecionaram os fármacos oncológicos que deveriam ser objeto da prospecção tecnológica, tomando-se como base uma lista inicial de fármacos

fornecida pelo CGEE. Para definição do escopo da prospecção, adotou-se a tipologia definida no estudo de mercado internacional publicado pela Visiongain (2013), a saber: (i) quimioterapia; (ii) hormonioterapia; (iii) imunoterapia; e (iii) terapias alvo.

Para cada uma dos agrupamentos acima foram definidos tópicos associados, chegando-se a um conjunto de 50 fármacos oncológicos, conforme mostra a Tabela 1.

**Tabela 1.** Escopo da prospecção tecnológica de fármacos oncológicos

Agrupamento	Número de tópicos associados
Quimioterapia	7
Hormonioterapia	9
Imunoterapia	12
Terapias alvo	22
<b>Total</b>	<b>50</b>

A título de ilustração, apresentam-se, na Tabela 2, os tópicos associados ao agrupamento *Imunoterapia*, seus descritivos e respectivos graus de maturidade das tecnologias no mundo e no Brasil. De acordo com Roussel (1984), a maturidade tecnológica pode ser avaliada segundo o estágio de desenvolvimento e aplicação no ciclo de vida da tecnologia. Ele descreve quatro fases sequenciais de maturidade tecnológica, a saber: (i) embrionária; (ii) crescimento; (iii) madura; e (iv) pós-madura. Conteúdos semelhantes aos apresentados na Tabela 2 foram gerados para os demais agrupamentos em análise.

As referências alfanuméricas na primeira coluna da Tabela 2 foram adotadas ao longo de toda a construção do *roadmap* tecnológico e do portfólio estratégico de PD&I associados a esse agrupamento. O primeiro aspecto que mais chamou atenção neste caso foi o grau de maturidade tecnológica no Brasil em relação ao estado da arte mundial. Neste agrupamento, pode ser constatado que só há um hiato maior na bioequivalência, porque essa não é uma etapa exigida para registro dos produtos biológicos no Brasil. Outro ponto de destaque é que os fármacos imunoterápicos selecionados encontram-se, na grande maioria, na lista de produtos estratégicos da Portaria 1284/2010 e da Portaria nº 29, de 25 de setembro de 2012 do Ministério da Saúde. E, alguns deles, são adquiridos via aquisição central.

**Tabela 2.** Tópicos associados ao agrupamento **Imunoterapia**

Ref.	Tópico associado	Descritivo	Maturidade tecnológica no mundo	Maturidade tecnológica no Brasil
T3a	Trastuzumabe	Anticorpo monoclonal humanizado, utilizado em tratamento contra câncer de mama. Patente expirou em julho de 2014 na Europa.	Madura	Embrionária
T3b	Infliximabe	Anticorpo monoclonal quimérico indicado para o tratamento de artrite reumatoide e psoríase. Patente expira em fevereiro de 2015.	Madura	Embrionária
T3c	Rituximabe	Anticorpo monoclonal quimérico dirigido contra a proteína de superfície celular CD20, encontrada primariamente em linfócitos B. Patente expirada em 2015.	Madura	Embrionária
T3d	Cetuximabe	Anticorpo monoclonal indicado para o tratamento de pacientes com câncer colorretal metastático RAS não mutado e com expressão do receptor do fator de crescimento epidérmico (EGFR). Patente expira em 2018.	Em crescimento	Embrionária
T3e	Adalimumabe	Anticorpo monoclonal recombinante da imunoglobulina humana IgG1. Indicado para tratamento de artrite reumatoide e psoríase. Fabricado pela Abbvie. Patente expira em 2016.	Madura	Embrionária
T3f	Denosumabe	Anticorpo monoclonal que interfere na ação de outra proteína, a fim de tratar a perda óssea e a osteoporose. Patente expira em 2016.	Em crescimento	Embrionária
T3g	Lenalidomida	Imunomodular. Um dos principais tratamentos para o mieloma múltiplo. Patente de Revlimid expira em 2019.	Em crescimento	Embrionária
T3h	Bevacizumabe	Anticorpo monoclonal anti-VEGF humanizado. Patente expira em 2019 nos EUA e em 2022 na Europa.	Em crescimento	Embrionária
T3i	Ipilimumabe	Anticorpo monoclonal indicado para o tratamento de melanoma metastático ou que não pode ser removido por cirurgia em pacientes adultos que receberam terapia anterior. Patente expira nos EUA em 2016 e a composição Medarex em 2020.	Em crescimento	Embrionária
T3j	Pertuzumabe	Anticorpo monoclonal comercializado pela Genentech para o tratamento de câncer de mama. Patente expira em 2025.	Em crescimento	Embrionária
T3k	Gardasil®	Vacina quadrivalente recombinante contra Papilomavírus humano tipos 6, 11, 16 e 18. Patente expira em 2015, mas terá uma extensão até 2020.	Em crescimento	Embrionária
T3l	Cevarix®	Vacina bivalente recombinante contra Papilomavírus humano 16 e 18. Cervarix é protegida por patente dos EUA, que expira em 2026 e por patente europeia, que expira em 2019.	Em crescimento	Embrionária

### 4.3. Prospecção tecnológica propriamente dita

A construção coletiva dos *roadmaps* tecnológicos referentes aos quatro agrupamentos (Tabela 1) levou em consideração informações básicas sobre os 50 fármacos selecionados, a saber: (i) ingrediente farmacêutico ativo; (ii) nome comercial; (iii) fabricante; (iv) medicamentos concorrentes, quando disponível; (v) número do *Chemical Abstracts Service* (CAS); (vi) número da prioridade da primeira patente do fármaco; (vii) vigência da patente, considerando o ano de prioridade; (viii) países, nos quais o primeiro documento foi depositado; (ix) número do depósito no Brasil, caso exista; e (x) fórmula estrutural do fármaco, quando disponível.

Para fins de construção dos *roadmaps* tecnológicos dos agrupamentos de fármacos em foco, adotou-se a ferramenta proposta por Phaal *et al.* (2001; 2004) e considerou-se o período de 2013-2030. A Tabela 3 mostra a representação dos *roadmaps* tecnológicos, que foi adotada durante a estruturação do Programa de Inovação Piloto (Fármacos Oncológicos).

Especialmente, para os fármacos biológicos, elencaram-se para os dois primeiros períodos dos respectivos *roadmaps*, somente aqueles fármacos, cujas patentes irão expirar antes de 2020. Isso porque, diferentemente dos fármacos sintéticos, há que se começar pela pesquisa aplicada (construção ou banco de células) para que o Brasil possa produzir localmente os Ingredientes Farmacêuticos Ativos (IFA) biológicos. Nesses casos, são as células ou as bactérias que irão expressar os produtos. Para anticorpos monoclonais, são as células. Os demais fármacos biológicos, cujas patentes expirarão após 2020, situam-se no último período do *roadmap* tecnológico (2024-2030). No estágio de pesquisa aplicada, pode haver necessidade de investimentos para se chegar a uma construção do fármaco biológico, que, não necessariamente, é a mesma construção do produto de referência. Há que se ter um vetor de expressão, ou seja, a célula deverá produzir e secretar o produto, o que requer um trabalho intensivo de pesquisa aplicada.

A partir dos resultados de pesquisa aplicada, passa-se para o estágio de desenvolvimento e testes clínicos, mesmo para aquelas moléculas que já estão registradas no Brasil e que têm uma produção local do medicamento. Algumas empresas importam o IFA e fazem somente a formulação no Brasil. Atualmente, no momento de renovação do produto, de acordo com a Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº 55 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), de 16 de dezembro de 2010, as empresas têm que apresentar também evidências de adequação nos estudos clínicos e até em estudos pré-clínicos (BRASIL, 2010). Especificamente, no caso dos fármacos biológicos, torna-se necessário passar por todos os estágios da fase regulatória – Fases I, II e III. Diferentemente dos *roadmaps* dos demais agrupamentos contemplados nas atividades de prospecção, não se consegue pular nenhuma etapa das chamadas fases regulatórias, com exceção dos testes de bioequivalência (não aplicáveis), porque não existe o conceito de genérico para produtos biológicos.

Em síntese, durante a segunda Oficina de Trabalho foram gerados coletivamente quatro *roadmaps* tecnológicos – correspondentes aos agrupamentos da Tabela 1 – com identificação nos próprios mapas de gargalos e oportunidades a serem exploradas pelos agentes do SNCTI nos períodos

considerados. Os *roadmaps* e as análises estratégicas integram o Documento Final do estudo *Plataformas Tecnológicas para Fármacos: Articulação Empresarial com o SNCTI*, concluído em junho de 2013 (CGEE, 2013).

**Tabela 3.** Modelo conceitual de construção dos roadmaps tecnológicos referentes ao ciclo de PD&I de fármacos do segmento alvo

Estágio	Agrupamento: [título]		
	2013 - 2016	2017 - 2023	2024-2030
Marketing e comercialização	Capacidade de comercialização e distribuição em larga escala no horizonte de tempo considerado [ <i>Ingredientes Farmacêuticos Ativos (IFA) e Medicamentos</i> ].		
Produção	Produção em larga escala no horizonte de tempo considerado ( <i>IFA e Medicamentos</i> ).		
Testes de equivalência farmacêutica e de bioequivalência	Capacidade de realização de testes com o medicamento genérico, que deve conter o mesmo princípio ativo, na mesma quantidade e com as mesmas características do seu medicamento de referência. Essa equivalência farmacêutica é exigida pela legislação brasileira e os testes são realizados <i>in vitro</i> (não envolve seres humanos), em laboratórios de controle de qualidade habilitados pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Os testes de bioequivalência consistem na demonstração de que o medicamento genérico e seu respectivo medicamento de referência apresentam a mesma biodisponibilidade no organismo. Os testes de bioequivalência asseguram que o medicamento genérico apresenta a mesma eficácia clínica e a mesma segurança em relação ao seu de referência ( <i>Medicamentos</i> ).		
Fase regulatória III	Capacidade de realizar testes clínicos da Fase III (duração prevista de 36 meses). Requer que o novo medicamento seja administrado em testes duplos cegos em duas grandes amostras de pacientes com a doença alvo. Os testes de toxicidade de longo prazo são conduzidos em paralelo.		
Fase regulatória II	Capacidade de realizar testes clínicos da Fase II (duração prevista de 24,3 meses). Requer a administração do medicamento por uns poucos a dezenas de pacientes com a doença alvo ( <i>Medicamentos</i> ).		
Fase regulatória I	Capacidade de realizar testes clínicos da Fase I (duração prevista de 15,5 meses). Requer a administração do medicamento por um pequeno número de voluntários saudáveis para testar a absorção, o metabolismo e a toxicidade, sob variadas dosagens ( <i>Medicamentos</i> ).		
Desenvolvimento	Capacidade de gerar resultados em escala piloto no horizonte de tempo considerado. Após a síntese e purificação de uma substância candidata a medicamento (genérico ou novo), realizam-se testes pré-clínicos ( <i>IFA e Medicamentos</i> ).		
Pesquisa aplicada	Capacidade de gerar resultados de pesquisa aplicada no horizonte de tempo considerado ( <i>IFA e Medicamentos</i> ).		

#### 4.4. Estratégia de PD&I para fármacos oncológicos

A estratégia de PD&I de fármacos oncológicos foi também definida na segunda Oficina de Trabalho, com o uso da técnica de *roadmapping* estratégico (Phaal, *et al.*, 2001; 2004) para a identificação

de hiatos entre a *situação atual* e a *visão de futuro* do segmento de fármacos oncológicos, alvo do Programa de Inovação Piloto.

A identificação de hiatos e gargalos permitiu que iniciativas estratégicas pudessem ser direcionadas objetivamente para equacionamento dos problemas detectados. Os horizontes temporais do *roadmap* estratégico foram os mesmos definidos para os *roadmaps* tecnológicos: 2013-2016; 2017-2023; e 2024-2030. Com base nos resultados do processo estruturado de prospecção, dentre os 50 fármacos oncológicos considerados estratégicos para o País, destacaram-se: (i) as *apostas de PD&I*, referentes a fármacos que foram classificados como sendo de alta importância e cujo desenvolvimento requer alto grau de esforço. Na grande maioria dos casos, pelo estágio embrionário em que se encontram no mundo, também tiveram destaque: (ii) *situação ideal*, quando os tópicos são de alta importância estratégica para o País e seu desenvolvimento requer pouco esforço; e (iii) *situação desejável*, quando os fármacos são de alta importância estratégica e seu desenvolvimento exige um esforço médio (Tabela 4).

Com base nesses resultados e nas análises estratégicas dos respectivos *roadmaps* tecnológicos, definiram-se as ações de suporte referentes aos gargalos e oportunidades, contemplando seis dimensões de análise, a saber: (i) recursos humanos; (ii) infraestrutura; (iii) investimentos; (iv) aspectos regulatórios; (v) capacidade de articulação e parcerias; e (vi) propriedade intelectual e transferência de tecnologia.

**Tabela 4.** Orientação estratégica de PD&I com base nos *portfólios* estratégicos dos fármacos oncológicos selecionados: 2013-2030

Categoria de fármacos oncológicos	Apostas de PD&I	Situação ideal	Situação desejável	Situação aceitável	Total
Quimioterapia	1	2	4	0	7
Hormonioterapia	3	5	1	0	9
Imunoterapia	7	0	4	1	12
Terapias alvo		1	21	0	22
<b>Total</b>	<b>11</b>	<b>8</b>	<b>30</b>	<b>1</b>	<b>50</b>

Consolidou-se dessa forma, com o comprometimento de todos que participaram das duas Oficinas de Trabalho, no primeiro semestre de 2013, o *Roadmap Estratégico do Programa de Inovação de Fármacos Oncológicos*, cuja abordagem metodológica poderá servir de base para replicação em outros segmentos de fármacos estratégicos.

#### 4.5. Desenho do Programa de Inovação para o Segmento de Fármacos Oncológicos

Apresenta-se o desenho do *Programa de Inovação para o Segmento de Fármacos Oncológicos*, enfatizando-se seus direcionadores estratégicos. Por limitação de espaço, não serão aqui apresentados

o sistema de governança – diretrizes gerais e estrutura de governança – e a estratégia de implantação propriamente dita. Esses conteúdos, juntamente com os *roadmaps* tecnológicos e portfólios de PD&I associados a cada um dos quatro agrupamentos de fármacos oncológicos (Tabela 1) integram o Documento Final do estudo *Plataformas Tecnológicas para Fármacos: Articulação Empresarial com o SNCTI*, concluído em junho de 2013 (CGEE, 2013).

A visão de futuro, a missão e os objetivos permanentes do *Programa de Inovação para o Segmento de Fármacos Oncológicos* constituem os direcionadores estratégicos para mobilizar e desenvolver competências científicas e tecnológicas distintivas no País, direcionadas para a geração de inovações no segmento de fármacos oncológicos, segundo o conceito de plataformas tecnológicas. A *visão de futuro* representa as expectativas e os legítimos interesses dos segmentos envolvidos (empresas e associações setoriais; órgãos do MCTI, Ministério da Saúde (MS), Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC); universidades e Institutos de Ciência e Tecnologia (ICT); e outras partes interessadas).

Apresentam-se na Tabela 5, os direcionadores estratégicos do programa propostos na segunda Oficina de Trabalho e que foram validados, posteriormente, pela liderança do estudo no CGEE e pelos membros da governança do projeto (MCTI e MS).

**Tabela 5.** Direcionadores estratégicos do Programa de Inovação para o Segmento de Fármacos Oncológicos

Direcionador estratégico	Enunciado
Visão de futuro 2030	“Ser referência no desenvolvimento tecnológico e na inovação de fármacos oncológicos, pela importância deste segmento para o sistema nacional de saúde e para a redução do déficit da balança comercial brasileira”.
Missão	“Mobilizar os diversos atores do Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (SNCTI) e promover o desenvolvimento de competências científicas, tecnológicas e industriais no País para a geração de inovações no segmento de fármacos oncológicos”.
Objetivos estratégicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formar e qualificar recursos humanos nos temas estratégicos do programa, capacitando gestores, pesquisadores e técnicos para o aproveitamento das oportunidades abertas nesse segmento.</li> <li>• Consolidar e expandir a infraestrutura de laboratórios e facilidades de pesquisa e suporte técnico em torno da visão estratégica de PD&amp;I de fármacos oncológicos para o País.</li> <li>• Desenhar e implementar instrumentos inovadores de fomento e financiamento das inovações, visando a atenuar os riscos associados às atividades de PD&amp;I de fármacos oncológicos.</li> <li>• Propor e implementar ajustes no marco regulatório para potencializar o programa e propiciar a replicação de seu modelo em outros segmentos da cadeia produtiva de fármacos.</li> <li>• Promover o desenvolvimento tecnológico e a inovação de fármacos oncológicos, pela articulação empresarial com os diversos atores do Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (SNCTI).</li> <li>• Apropriar valor econômico aos resultados de P&amp;D gerados no âmbito do programa e otimizar as ações de transferência de tecnologia entre empresas e demais instituições envolvidas nas iniciativas de PD&amp;I de fármacos oncológicos.</li> </ul>

O *roadmap* estratégico do Programa de Inovação para o Segmento de Fármacos Oncológicos foi construído em total alinhamento aos objetivos estratégicos apresentados na Tabela 5, que, por sua vez, foram definidos em torno das seis dimensões consideradas fundamentais para a estruturação e o funcionamento efetivo do futuro programa: recursos humanos; infraestrutura; investimentos; aspectos regulatórios; capacidade de articulação e parcerias; e propriedade intelectual e transferência de tecnologia.

A Tabela 6 apresenta o alinhamento entre os objetivos permanentes, as dimensões fundamentais e ações que integram o *roadmap* estratégico do Programa de Inovação de Fármacos Oncológicos no Brasil, considerando o horizonte temporal de 2013 a 2030.

**Tabela 6.** Alinhamento entre os objetivos permanentes, as dimensões fundamentais e ações que integrarão o *roadmap* estratégico do Programa de Fármacos Oncológicos

Objetivos estratégicos	Dimensões	Planos de ação, <i>roadmaps</i> tecnológicos e portfólios de PD&I
Formar e qualificar recursos humanos nos temas estratégicos do programa, capacitando gestores, pesquisadores e técnicos para o aproveitamento das oportunidades abertas nesse segmento.	Recursos humanos	Proposição de ações de curto, médio e longo prazo de suporte às estratégias de PD&I, conforme pontos de atenção indicados nos <i>roadmaps</i> tecnológicos (CGEE, 2013, item 4.4.1).
Consolidar e expandir a infraestrutura de laboratórios e facilidades de pesquisa e suporte técnico em torno da visão estratégica de PD&I de fármacos oncológicos para o País.	Infraestrutura	Proposição de ações de curto, médio e longo prazo de suporte às estratégias de PD&I, conforme pontos de atenção indicados nos <i>roadmaps</i> tecnológicos (CGEE, 2013, item 4.4.2).
Desenhar e implementar instrumentos inovadores de fomento e financiamento das inovações visando a atenuar os riscos associados às atividades de PD&I de fármacos oncológicos.	Investimentos	Proposição de ações de curto, médio e longo prazo de suporte às estratégias de PD&I acima, conforme pontos de atenção indicados nos <i>roadmaps</i> tecnológicos (CGEE, 2013, item 4.4.3).
Propor e implementar ajustes no marco regulatório para potencializar o programa e propiciar a replicação de seu modelo em outros segmentos da cadeia produtiva de fármacos.	Aspectos regulatórios	Proposição de ações de curto, médio e longo prazo de suporte às estratégias de PD&I, conforme pontos de atenção indicados nos <i>roadmaps</i> tecnológicos (CGEE, 2013, item 4.4.4).
Promover o desenvolvimento tecnológico e inovação de fármacos oncológicos, pela articulação empresarial com os demais atores do Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (SNCTI).	Capacidade de articulação e parcerias	Proposição de ações de curto, médio e longo prazo de suporte às estratégias de PD&I, conforme pontos de atenção indicados nos <i>roadmaps</i> tecnológicos (CGEE, 2013, item 4.4.5).
Apropriar valor econômico aos resultados de P&D gerados no âmbito do programa e otimizar as ações de transferência de tecnologia entre empresas e demais instituições envolvidas nas iniciativas de PD&I de fármacos oncológicos.	Propriedade intelectual e transferência de tecnologia	Proposição de ações de curto, médio e longo prazo de suporte às estratégias de PD&I, conforme pontos de atenção indicados nos <i>roadmaps</i> tecnológicos (CGEE, 2013, item 4.4.6).

## 5. Considerações finais e recomendações

Este trabalho buscou reunir os resultados do estudo *Plataformas Tecnológicas para Fármacos: Articulação Empresarial com o SNCTI*, que permitiram concluir que o objetivo geral e os específicos dessa iniciativa foram plenamente alcançados. Com base nos resultados das duas Oficinas de Trabalho desse estudo, em especial os da segunda Oficina – voltada para o desenho do *Programa de Inovação para o Segmento de Fármacos Oncológicos* –, foi possível apresentar alternativas e estabelecer condições para a replicação à escala setorial da metodologia adotada para o desenho do referido programa.

Recomendam-se, para fins da replicação do modelo conceitual e da metodologia aqui proposta em outros segmentos da cadeia de fármacos e medicamentos, as seguintes ações:

- comprometimento de membros do sistema de governança dos respectivos programas, desde o início dos trabalhos de replicação (CGEE e MCTI, MS, dentre outros);
- ampla participação, nas Oficinas de Trabalho, de representantes das partes interessadas no desenvolvimento dos respectivos programas, principalmente de empresas e atores do SNCTI e, em especial, de setores atuantes nos segmentos alvos;
- mapeamento prévio das competências tecnológicas (especialistas e grupos de pesquisa) referentes a cada um dos segmentos alvo da pretendida replicação;
- estudo de tipologias e classificações de fármacos que integram os segmentos alvo, previamente às Oficinas de Trabalho de prospecção e ao desenho dos programas de inovação;
- levantamento sistemático e análise prévia da produção científica e de patentes em nível mundial e nacional referentes aos fármacos de cada segmento alvo;
- monitoramento das tendências tecnológicas e dos movimentos estratégicos dos atores do SNCTI e da indústria;
- análise do alinhamento das estratégias de PD&I resultantes da aplicação da metodologia proposta a: (i) diretrizes da Estratégia Nacional de CT&I (BRASIL-MCTI, 2012); (ii) diretrizes do Plano Brasil Maior (BRASIL-MDIC, 2013); (iii) políticas públicas específicas para os segmentos de fármacos prioritários e, em particular, para o segmento de fármacos oncológicos, considerando-se as demandas do Ministério da Saúde e da sociedade (BRASIL-MS, 2008; 2010); e (iv) estratégias de negócio das empresas interessadas;
- monitoramento dos resultados das primeiras ações estruturantes e de mobilização do *Programa de Inovação para o Segmento de Fármacos Oncológicos*, tendo em vista a incorporação de melhorias na concepção e no desenho dos próximos programas.

Finalmente, cabe destacar que os resultados aqui apresentados são bastante promissores, quando se pensa em replicação do modelo para outros segmentos da cadeia de fármacos e medicamentos. No entanto, esses resultados deverão ser tratados como uma primeira aproximação em relação ao desenho pretendido para os programas de inovação desses segmentos. O aprendizado institucional decorrente da implementação do *Programa de Inovação para o Segmento de Fármacos Oncológicos* deverá trazer importantes subsídios para a consolidação do modelo proposto pelo CGEE e validado pelas empresas e por representantes do SNCTI que participaram do esforço coletivo de desenho do referido programa.

## Referências

- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA - ANVISA. **Resolução da Diretoria Colegiada - RDC Nº 55**, de 16 de dezembro de 2010. Dispõe sobre o registro de produtos biológicos novos e produtos biológicos e dá outras providências. 2010.
- BARNEY, J.B. Firm resources and competitive advantage. *Journal of Management*, v.17, p. 99 – 120, 1991.
- BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação - MCTI. **Estratégia nacional de ciência, tecnologia e inovação: 2012 – 2015**. Balanço das Atividades Estruturantes 2011. Brasília: MCTI, 2012.
- BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior - MDIC. **Plano Brasil Maior: agendas estratégicas setoriais**. Brasília: MDIC, 2013.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria 1284/2010**. Lista de produtos estratégicos, no âmbito do Sistema Único de Saúde. 2010.
- \_\_\_\_\_. **Portaria nº 978, de 16 de maio de 2008**. Dispõe sobre a lista de produtos estratégicos, no âmbito do Sistema Único de Saúde. 2008.
- CAMARINHA-MATOS, L.M.; AFSARMANESH, H. A roadmapping methodology for strategic research on VO. In: CAMARINHA-MATOS, L.M.; AFSARMANESH, H. (Eds.) **Collaborative networked organizations: a research agenda for emerging business models**. Kluwer Academic Publishers, p. 275-288, 2004.
- CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS - CGEE. **Relatório final da subação: plataformas tecnológicas para fármacos: articulação empresarial com o SNCTI**. Brasília: 2013. Mimeo.
- COELHO G.M.; SANTOS D.M.; SANTOS, M.M; FELLOWS FILHO, L. Caminhos para o desenvolvimento em prospecção tecnológica: Technology Roadmapping – um olhar sobre formatos e processos. **Parcerias Estratégicas**, v.21, p.199-234. 2005.
- EUROPEAN COMMISSION. **Technology platforms: from definition to implementation of a common research agenda**. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 2004.
- \_\_\_\_\_. **The innovative medicines initiative (IMI)**. Strategic research agenda: creating biomedical R&D leadership for Europe to benefit patients and society. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 2005.
- GAVIGAN, J.P.; SCAPOLO, F. Matching methods to the mission: a comparison of national foresight exercises. **Foresight**, v.1, n.6, p. 495-517, 1999.
- GEORGHIOU, L.; CASSINGENA, J; KEENAN, M; MILES, I; POPPER, R. (Eds.). **The handbook of technology foresight**. Edward Elgar, Cheltenham, 2008.
- HAYES, R.H.; WHEELWRIGHT, S.C.; CLARK, K.B. **Dynamic manufacturing. Creating the learning organization**. New York: The Free Press. 1988.
- HITT, M.A.; IRELAND, R.D. Corporate distinctive competence, strategy, industry and performance. **Strategic Management Journal**, v.6, p. 273-293, 1985.

- HOFER, C.W.; SCHENDEL, D. **Strategy formulation: analytical concepts**. St Paul, MN: West Publishing, 1978.
- ITAMI, H.; ROEHL, T. **Mobilizing invisible assets**. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1987.
- MILES, Y. The development of technology foresight: a review. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 77, n.9, p.1448-1456, 2010.
- MILLET, S. M. Futuring and visioning: complementary approaches to strategic decision making. **Strategy & Leadership**, v.34, n.3, p.43-50, 2006.
- NASIRIYAR, M. **Technology platform exploitation: definition and research boundaries**. IAE, Aix-en-Provence, 2010.
- NASIRIYAR, M. *et al.* **Technological assets as platforms for business diversification**. In: Summer Conference 2010 on Opening up Innovation: Strategy, Organization and Technology. Imperial College London Business School, June 16 - 18, 2010.
- PALMEIRA FILHO, P.L. *et al.* O desafio do financiamento à inovação farmacêutica no Brasil: a experiência do BNDES Profarma. **Revista do BNDES**, v.37, p. 67-90, junho de 2012.
- PAVITT, K. Key characteristics of the large innovating firm. **British Journal of Management**, v. 2, p. 41-50, 1991.
- PENROSE, E. **The theory of the growth of the firm**. Oxford: Oxford University Press, 1959.
- PETERAF, M.A. The cornerstones of competitive advantage: a resource-based view. **Strategic Management Journal**, v.14, p. 179 – 191, 1993.
- PHAAL, R.; FARRUKH, C.; MITCHELL, R.; PROBERT, D. Technology roadmapping: a planning framework for evolution and revolution. **Technological Forecasting and Social Change**, n. 71, p.5-26, 2004.
- PHAAL, R.; FARRUKH, C.; PROBERT, D. **T-Plan: the fast-start to technology roadmapping – planning your route to success**. Cambridge: Institute for Manufacturing. University of Cambridge, 2001.
- POPPER, R. Foresight methodology. In: GEORGHIOU, L.; CASSINGENA, J.; KEENAN, M.; MILES, I.; POPPER, R. (Eds.) **The Handbook of technology foresight**. Cheltenham: Edward Elgar, 2008.
- PORTER, A.L. *et al.* Technology futures analysis: toward integration of the field and new method. **Technological Forecasting and Social Change**, v.71, n.3, p.287–303. 2004.
- PRAHALAD, C.K.; HAMEL, G. The core competence of the corporation. **Harvard Business Review**, May-Jun, p. 79-91, 1990.
- ROBINSON, D.K.R.; HUANG, L.; GUO, Y.; PORTER, A.L. Forecasting innovation pathways for new and emerging science and technologies. **Technological Forecasting & Social Change**, v. 80, n.2, p. 267-285, 2013.
- ROUSSEL, P. Technological maturity proves a valid and important concept. **Research Management**, v.27, p.29–34, 1984.
- RUMEL, R. Foreword. In: G. Hamel; Heene, A. (eds.) **Competence-based competition**. New York: Wiley, 1994.

- SANTOS, M.M. *et al.* Prospecção em ciência, tecnologia e inovação: a abordagem conceitual e metodológica do Centro de Gestão e Estudos Estratégicos e sua aplicação para os setores de recursos hídricos e energia. **Parcerias Estratégicas**, n.18, p. 191-237, 2004.
- SLAUGHTER, R.A. Knowledge creation, futures methodologies and the integral agenda, **Foresight**, v.3, n.5, p. 407-418, 2001.
- SNOW, C.C.; HREBINIAK, L.G. Strategy, distinctive competence, and organizational performance. **Administrative Science Quarterly**, v.25, p.317-335, 1980.
- UNITED NATIONS INDUSTRIAL DEVELOPMENT ORGANIZATION. **Unido Technology Foresight Manual**. Organization and Methods. v.1. Vienna: 2005.
- \_\_\_\_\_. **Unido Technology Foresight Manual**. Organization and Methods. v.2. Vienna: 2005a.
- VISIONGAIN. **Leading anticancer drugs and associated market**. 2013 - 2023. Visiongain. 2013.
- VOROS, J. A generalised layered methodology framework. **Foresight**, v.7, n.2, p. 28- 40, 2005.
- \_\_\_\_\_. A generic foresight process framework. **Foresight**, v.5, n.3, p.10 – 21, 2003.
- WERNERFELT, B.A. A resource-based view of the firm. **Strategic Management Journal**, v.5, p. 171-180, 1984.
- ZACKIEWICZ, M.; SALLES-FILHO, S. Technological foresight: um instrumento para política científica e tecnológica. **Parcerias Estratégicas**, v. 6, n. 10, p. 144-161, 2001.

# Internacionalização como contexto para novas políticas de ciência e tecnologia

Cátia Miriam Costa<sup>1</sup>

## Resumo

Este artigo resulta de uma reflexão em torno das políticas públicas de ciência, tecnologia e inovação. A forma como estas podem contribuir para a internacionalização do conhecimento, das práticas técnicas, da economia e dos mercados disponíveis é aqui debatida, bem como os comportamentos recentes da Eurozona (tanto no nível interno como de projeção externa) no que concerne a este tema. Entre os vários desafios detectados existem o recentrar da Europa e do Atlântico e a criação de uma opinião pública favorável ao investimento em ciência e tecnologia. Partindo de um painel de especialistas, dos documentos oficiais da União Europeia e da experiência do Brasil, averiguamos quais as possibilidades de gerir publicamente ciência e tecnologia como resposta à globalização.

**Palavras-Chave:** Ciência. Tecnologia. Inovação. Internacionalização. Comunicação. Políticas públicas.

## Abstract

*This article results from a reflection about science, technology and innovation public policies. We argue how public policies can contribute for internationalization of knowledge, of technical practices, of economy and markets. Also discuss recent positions taken by the Eurozone (at internal and external level) regarding this issue. Among several detected challenges, refocusing Europe and the Atlantic and creating favorable public opinion towards investment in science and technology. Based in a specialized panel, official European Union documents and Brazil's experience, inquire about public managing possibilities of science and technology as an answer to globalization.*

**Keywords:** Science, Technology, Innovation. Internationalization. Communication. Public policies.

<sup>1</sup> Investigadora no Centro de Estudos Internacionais (CEI-IUL), um centro de investigação universitário baseado no Instituto Universitário de Lisboa (ISCTE-IUL), Portugal. Licenciada em Relações Internacionais, mestre em Estudos Africanos, submeteu, em janeiro de 2014, o seu doutoramento sobre análise de discurso.

## 1. Introdução

A reflexão, que deu origem a este artigo, começou quando assistia e tomava notas no painel intitulado “Ciência e Tecnologia como estratégia para o crescimento e para a competitividade” (tradução nossa), no XXIV Fórum Econômico de Krynica-Zdrój, na Polônia<sup>2</sup>. Se de fato a ciência e a tecnologia constituem uma estratégia com valor econômico e que poderá resultar em crescimento e em aumento de competitividade, a verdade é que as políticas públicas em seu torno têm sido diversas em função da experiência prévia dos vários países e das conjunturas vividas. Existem casos em que a ação tem tomado uma feição regional, como no caso da União Europeia, em que vários países partilham o mesmo tipo de políticas no que concerne à ciência e tecnologia (C&T). Apesar de políticas orientadoras e do estabelecimento de metas comuns, mesmo no seio da União Europeia existem variações. Quanto à generalidade dos casos, cada Estado escolhe o modelo pretendido. Foi por isso de grande interesse verificar as tendências existentes em contextos diferenciados, em que o Brasil era o único país não europeu ali representado, ombreando com a França, a Polônia, a Espanha (representada por um membro do governo autônomo da Catalunha) e Portugal. Para além de uma comparação genérica de políticas, foi possível problematizar o modo como a União Europeia, como um todo e os seus Estados membros em particular, reagem num momento de crise a essas políticas públicas e a forma como o Brasil as enfrentou.

Na verdade, os temas ligados à ciência e tecnologia têm obtido uma atenção até agora inexistente, sobretudo, através de um fenômeno que adiante exploramos e que tem a ver com a comunicação do fato científico. No caso da União Europeia (UE), não são só as declarações políticas e os objetivos traçados, como aqueles contidos pelo Programa Horizon 2020<sup>3</sup>, são igualmente vigorosas as iniciativas dos “trabalhadores” da ciência e tecnologia, como a EuroScience, uma associação europeia que agrega cientistas, professores e outros profissionais ligados ao meio científico e tecnológico, que age diretamente junto dos cidadãos e da Comissão Europeia. Foi esta associação que denunciou a proposta de redução do orçamento em 15% para o ano de 2015, relativamente ao ano precedente, nas áreas da ciência e da tecnologia, e propôs que esse corte fosse negociado. Apesar dessa contração orçamental, a UE decretou como seu objetivo o estímulo à política industrial e de empreendedorismo, o que está patente no documento “*Mission growth: Europe at the lead of the new industrial revolution*”<sup>4</sup> (Missão Crescimento: a Europa na liderança de uma nova revolução industrial, tradução nossa), e com esta o estímulo à inovação e aos conhecimentos científicos e tecnológicos, mas privilegiando aqueles que têm aplicabilidade imediata à economia e sociedade. Parece, pois, existir alguma ambivalência nos objetivos traçados pela União Europeia que analisaremos em seguida.

Entretanto, um elemento elucidativo sobre o impacto da ciência e tecnologia nas políticas públicas é a proliferação de centros acadêmicos dedicados às interações entre ciência, tecnologia, inovação e políticas públicas, mais comuns no mundo anglo-saxônico, sobretudo, em universidades de relevo. Esses centros de saber têm sido importantes não só na formação de quadros nos seus países,

2 Para mais informações vide <<http://www.forum-ekonomiczne.pl/?lang=en>>. O painel foi exposto no dia 4 de setembro de 2014.

3 Para mais informações vide: <<http://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/>>.

4 Mais detalhes em <[http://ec.europa.eu/enterprise/initiatives/mission-growth/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/enterprise/initiatives/mission-growth/index_en.htm)>..

pois também têm conseguido atrair futuros quadros e “fazedores de políticas públicas” de todo o mundo. Essa tendência contribuiu para que haja atualmente um reconhecimento generalizado da importância das políticas públicas em C&T, pois estas facilmente se associam ao mundo mais desenvolvido. Aliás, essa associação vem desde o tempo do iluminismo e tem merecido a reflexão de muitos cientistas. Contudo, o eixo atlântico tem vindo a perder protagonismo nos âmbitos científico e tecnológico, essencialmente, nas áreas de aplicação direta da inovação à produção para o mercado. Hoje, é em redor do Oceano Pacífico que gira o eixo que tem conseguido implementar no mercado global mais produtos fruto deste tipo de trabalho, ou seja, aplicação direta de projetos de C&T ao mercado (MANONELLES, 2014)<sup>5</sup>. Isso leva a repensar não só o posicionamento da Europa como da América Latina no recenrar das relações com o mercado global e o papel que a ciência e tecnologia desempenham num contexto de contínua internacionalização, como também quais as melhores políticas públicas a seguir.

## 2. Ciência e tecnologia como valor público

Como referido, desde o período iluminista, a ciência e a tecnologia estiveram muito ligadas ao poder e às formas como este declarou as suas intenções de progresso. Atualmente, ninguém duvida que, se estivermos em regime democrático, o poder para ser credível e aceitável tem de basear-se em conhecimentos científicos (CARAÇA, 2008). Assim, é comum associarmos ao Estado moderno os conselheiros e administradores da ciência e da tecnologia, mas também ao poder econômico, pois quando olhamos as grandes multinacionais na atualidade, em geral, todas têm o seu grupo dedicado à investigação. Mas, de que modo a sociedade vê a ciência e a sanciona? Como sabemos, essa questão é central, dado que os Estados democráticos dependem do voto e de uma cidadania ativa que premia ou rejeita as propostas das políticas públicas para o bem comum. Uma forma de medir o poder da ciência é através do peso que os temas científicos adquirem quando da resolução de problemas que se colocam no quotidiano, pois esse argumento é chamado quando se quer explicar as políticas públicas decididas e que podem ser justificadas através de conhecimentos científicos e técnicos. Os desenvolvimentos constantes da ciência e tecnologia e a sua paulatina aplicação à vida quotidiana, nomeadamente, com consequências na economia e no bem-estar das sociedades, levaram a que a opinião pública começasse a considerar positivamente esses dois elementos (CARAÇA, 2008, pp. 66-67). No entanto, a ciência e tecnologia são tanto mais consideradas quanto mais promissoras em termos utilitários no imaginário do cidadão comum. É a ideia de que aquele conhecimento ou técnica poderá servir ao indivíduo ou à comunidade que lhe concede o seu valor público.

Aqui entra obviamente em ação outro importante elemento relativo à ciência e à tecnologia: a comunicação. C&T têm de se comunicar de forma efetiva a vários níveis para que produzam resultados visíveis à sociedade. Antes de se comunicar à sociedade, C&T têm de ser comunicadas intrinsecamente, isto é, ser reconhecidas entre os pares, os que a produzem, para que sejam validadas (POMBO, 2011). Mesmo no caso da tecnologia que por vezes parece excepcional, é necessário

5 Manuel Manonelles, no painel *Ciência e Tecnologia como estratégia para o crescimento e para a competitividade* (tradução nossa), no XXIV Fórum Econômico de Krynica-Zdrój, na Polónia, em 4 de setembro de 2014, referiu especificamente este aspecto...

que as equipes de profissionais da área se coordenem, porque a ideia do cientista a “inventar” e “descobrir” afasta-se cada vez mais da realidade vivida nos laboratórios e centros de investigação. Habitualmente, são equipes que produzem C&T e têm de coordenar-se e validar perante os seus pares o conhecimento obtido, registrá-lo, torná-lo propriedade sua. Só depois de validado este conhecimento, a C&T conhece a passagem ao estágio seguinte: a comunicação para o exterior. À comunicação horizontal, portanto, entre os pares, sucede-se a divulgação, ou seja, a comunicação do fato científico ou tecnológico à sociedade, em que é atribuído um valor público à produção apresentada. Esse valor público oscila entre aquilo que o cidadão considera útil ou revelador de aspectos compreendidos como revertíveis para o bem comum. Caso esses passos corram todos bem, passa-se a um nível seguinte de comunicação, que pode começar a ser ensaiado antes pelos próprios investigadores com funções pedagógicas, ou seja, a introdução dos novos conhecimentos no ensino (POMBO, 2011, pp. 137-145).

Esses três níveis de comunicação são essenciais para que os cidadãos sancionem as políticas públicas para a C&T, pois facilmente essa questão é vista como mais uma das áreas que recebe dotação orçamental pública, logo, onde são aplicados os impostos que devem ser usados para finalidades de bem comum. Assim, é natural que essa seja uma das preocupações dos “fazedores de políticas públicas”, como foi expresso no Painel anteriormente referido (MANONELLES, 2014). Contudo, essa questão já tem algum tempo e é recorrente o aconselhamento de criação de melhores métricas e modelos para guiar o investimento e indicadores mais adequados para medir o impacto dessas políticas de C&T na sociedade, seja na dimensão econômica como na social (CUNNINGHAM, 2013)<sup>6</sup>. A agravar esta problemática, a crise de 2008 que se tem vindo a prolongar e que colocou os países europeus da Eurozona num contexto de ausência de crescimento econômico. Estudos realizados sobre o impacto da crise na investigação, por exemplo, no nível privado, apontam para o fato de as firmas terem reduzido os seus investimentos de curto prazo em inovação. Apesar disso, a inovação em C&T não parou, apenas se concentrou nas empresas que já estavam acima da média em termos de dinâmica de C&T e que procuravam estratégias explorativas relativamente a um novo produto ou ao desenvolvimento de mercado (ARCHIBUGI; FILIPETTI; FRANZ, 2013)<sup>7</sup>. Essa falta de dinamismo poderia encontrar compensação nos quadros de financiamento governamental, mas com uma opinião pública pouco favorável e muito orientada para os cortes no setor, tornou-se difícil também ao discurso político propor esse tipo de política<sup>8</sup>. O caso brasileiro, contudo, destaca-se dessa perspectiva em debate na União Europeia, permanecendo com o investimento em C&T e mantendo-se um estágio de experimentação intensa (LAPLANE, 2014)<sup>9</sup>. Portanto, olhando da Europa e em tempos de crise, parece

6 Patrick Cunningham, para além de ser professor universitário, é também o coordenador da consultoria científica do governo da República da Irlanda.

7 Este estudo foi baseado nos relatórios mais recentes da Comunidade de Inovação do Reino Unido, antes e depois da crise.

8 Todas as opções políticas e o discurso baseados nos princípios do New Public Management (Nova Gestão Pública, tradução nossa) acabaram por determinar que também as políticas públicas direcionadas para a C&T acabassem por ser avaliadas da mesma forma que todos os outros serviços públicos. Numa lógica de “emagrecimento do Estado” é difícil justificar gastos adicionais, mesmo que seja numa área que potencie o crescimento econômico e o desenvolvimento social.

9 Mariano Laplane, presidente do Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE), Brasil, no painel “Ciência e Tecnologia como estratégia para o crescimento e para a competitividade” (tradução nossa), no XXIV Fórum Econômico de Krynica-Zdrój, na Polónia, em 4 de Setembro de 2014.

que o Brasil funciona em contraciclo, ou seja, incrementa o investimento em C&T para responder às insuficiências da economia e do mercado, enquanto na UE faz exatamente o contrário.

Contudo e apesar das diferentes experiências que o Brasil e o bloco regional têm, ambos consideram dois aspectos de enorme relevância: a necessidade de que a C&T e as políticas a esta aplicadas revertam para resultados sociais e econômicos visíveis à sociedade; e a existência de uma estratégia de alianças que não só permita, como estimule a internacionalização da C&T em cada um dos lados. Assim se justifica que, apesar da retração no investimento público em C&T na Europa, a questão da utilidade da produção científica e o foco na reindustrialização da Europa (com carácter tecnológico) tenham penetrado o discurso político com tanto sucesso nos últimos dois anos (COURDEROY, 2014)<sup>10</sup>. O apoio recolhido junto da sociedade civil depende pois não só dos resultados que a C&T possam entregar, mas sobretudo dos casos resultantes de C&T que o cidadão comum possa ter percepção. Este aspecto justifica a preocupação com a comunicação da C&T e também a forma como decidimos internacionalizar (internacionalizamos com que finalidade e que resultados podemos obter?). Se, no Brasil, tem sido muito óbvia a melhoria das condições de vida da população e a conquista de autonomia relativamente a alguns setores da economia, na UE, essas conquistas estagnaram, ou seja, as evoluções em C&T estão a adquirir um carácter mais sensível, tanto mais que parte do setor produtivo tecnológico foi deslocada para outros países, apesar da origem do investimento ser, por vezes, europeia (SPIEWAK, 2014)<sup>11</sup>. É compreensível que as respectivas sociedades civis tenham percepções diferentes das conquistas recentes de C&T. Apesar da UE ter sido precursora desse tipo de políticas públicas, precisa agora proceder à sua reformulação. A resposta pode ser encontrada em processos de cooperação e integração internacional de C&T como réplica a uma globalização que deixou de estar centrada no Atlântico, o que analisaremos em seguida.

### 3. Globalização e internacionalização

O fato de se estar perante um fenómeno de globalização é indiscutível e esse fator tem consequências diretas nas economias nacionais e regionais também. A questão centra-se nas consequências dessa globalização e em como responder a esse desafio. Por um lado, é clara a necessidade do envolvimento da sociedade e civil e de que esta tenha percepção dos resultados obtidos em C&T para conceder o seu apoio. Por outro lado, também não há dúvida de que para a C&T ser visível ao cidadão, os seus resultados têm de chegar ao seu cotidiano, não só de forma comunicada, mas também experimentada, por meio do acesso a bens ou serviços mais diversificados e melhorados, do ensino, do aumento da empregabilidade, etc. Conquistado o apoio da opinião pública, é preciso direcionar o investimento em C&T para os programas que se pensa poderem corresponder a essas expectativas e, em simultâneo, apostar na internacionalização, por meio do estabelecimento de redes

<sup>10</sup> Regis Courderoy, professor da Escola de Comércio Europeia (ESCP) Europa, França, no painel "Ciência e Tecnologia como estratégia para o crescimento e para a competitividade" (tradução nossa), no XXIV Fórum Económico de Krynica-Zdrój, na Polónia, em 4 de setembro de 2014.

<sup>11</sup> Robert Spiewack, membro da Administração do Instituto de Segurança Social, Polónia, no painel *Ciência e Tecnologia como estratégia para o crescimento e para a competitividade* (tradução nossa), no XXIV Fórum Económico de Krynica-Zdrój, na Polónia, em 4 de setembro de 2014.

de investigação. No entanto, existem outros tantos passos intermédios que devem ser refletidos antes de se lançar uma nova política pública em C&T, ou o aprofundamento desta, que tocam desde questões organizacionais para estabelecer e implementar as redes de investigação em si, a aspectos ligados ao envolvimento de todos os *stakeholders* no processo de ligação de C&T ao mercado e à sociedade em geral.

Comece-se pela questão do envolvimento dos vários *stakeholders* (SPIEWAK; MENDONÇA, 2014)<sup>12</sup>. É importante que, num projeto de C&T - quer este parta da iniciativa privada, ou da iniciativa pública, ou, ainda, de uma parceria público-privada -, seja pensada a forma de envolver todos aqueles que podem garantir o sucesso de percepção de C&T na sociedade civil. Esses *stakeholders* podem ir dos consumidores aos fornecedores, passando por todos os agentes que integram a cadeia. Se os envolvidos nos processos de criação e entrega do produto desse investimento em C&T também forem conquistados pelo valor desse produto, mais facilmente a sociedade terá consciência do resultado obtido e do benefício implícito que o produto pode trazer. A parte de justificação do investimento fica desde logo mais amenizada e é mais fácil captar o interesse e apoio da sociedade civil, determinantes para avaliar os investimentos quando estes são oriundos de políticas públicas (verbas resultantes de impostos coletados).

O elemento organizativo tem de ser considerado na gestão de uma rede efetiva de C&T que potencie a missão que lhe está adstrita, tanto ao nível interno como de internacionalização, do qual pode mesmo depender o seu sucesso. Trata-se, fundamentalmente, de orientar toda a gestão do projeto para a missão cujo cumprimento se propõe. Deste modo, importa gerir três tipos de lacunas que poderão revelar-se e ser basilares para o in/sucesso do programa ou projeto de C&T (LAPLANE, 2014). A primeira prende-se com as lacunas que possam existir quanto ao conhecimento possuído nas áreas que são essenciais para a concretização da missão. Para além do suprimento dessas lacunas, é preciso saber se entre todos os parceiros existe conhecimento idêntico para levar a cabo o projeto ou, havendo uns mais habilitados que outros, como se pode proceder à partilha dos conhecimentos. A segunda toca no aspecto comunicacional, isto é, como coordenar a recolha, o processamento e a partilha entre cientistas, agências/centros/laboratórios públicos e empresas que sejam parceiros. Nesse caso, aborda-se o hiato entre recolha e produção de informação e sua distribuição aos parceiros, fator que ganha importância em contextos onde existem privados nas parcerias, dado o ambiente de competição em que se movem e o seu espírito de missão não estar, por princípio, orientado para a entrega de valor público (no seu caso a C&T é estimulada não para entrega de valor público à sociedade, mas para entrega de valor ao mercado que o tornará acessível, mediante certas condições, à sociedade). A terceira foca-se na diferença entre a produção de C&T e a capacidade técnica para manejá-la, ou seja, as novas ferramentas disponibilizadas, por inerência, poderão requerer novas habilitações técnicas por parte de quem vai fazer com o que o processo saia

12 Aflorada por Robert Spiewak, anteriormente referido, e Sandro Mendonça, professor do Instituto Universitário de Lisboa (ISCTE-IUL) e coordenador da Linha de Ciência e Sociedade do Programa Ibero-americano de *Ciência e Tecnologia para o Desenvolvimento* (CYTED), no painel *Ciência e Tecnologia como estratégia para o crescimento e para a competitividade* (tradução nossa), no XXIV Fórum Económico de Krynica-Zdrój, na Polónia, em 4 de setembro de 2014.

das paredes fechadas, onde se localiza a execução do projeto C&T, para o mercado, ou, ainda, com que todos os parceiros fiquem habilitados a utilizar o resultado desse mesmo projeto.

Quando se passa de um projeto doméstico para outro de características internacionais, na verdade, todo esse processo se torna mais complexo, até porque o risco e as incertezas tendem a aumentar, dada a diversificação de parceiros e os enquadramentos nos quais desenvolvem a sua ação. Mas, sendo assim, por que vale a pena internacionalizar? A resposta chega do próprio contexto em que são elaborados os projetos em C&T, condicionados por uma globalização que retirou a centralidade a alguns países e a colocou noutros locais e, no caso da UE, por um enquadramento regional muito específico. A internacionalização por meio de parcerias talvez seja o modo mais flexível e com menos custos para a sociedade em geral de adquirir e projetar conhecimentos, acedendo sem barreiras a mercados que lhe estariam vedados por convenções internacionais. Os projetos de C&T têm a capacidade de ultrapassar qualquer tratado sobre fiscalidade transfronteiriça ou qualquer acordo comercial porque os parceiros não estão em formato de competição, mas em formato de cooperação, podendo adaptar aos seus casos os resultados dos projetos que protagonizam. Para além desse fato, um grupo de parceiros a trabalhar em rede estará mais capacitado para responder aos avanços protagonizados por outros grupos de C&T. Na verdade, fortificam-se os fatores de competição nessa área por parte dos países/instituições parceiras. Em simultâneo, poderão afinar-se os critérios de seleção dos projetos, avaliando-os de forma comparativa, que também é indicadora de sucesso em termos relativos. Vários elementos podem ser escrutinados: a relação custos/benefícios que envolvem os potenciais resultados e a sua aplicação na melhora do bem-estar e da economia; a viabilidade do projeto, analisando o seu risco, mas também tentando perceber se o risco é igual em diferentes contextos socioeconômicos; medidas complementares requeridas para a criação de mercado ou de acesso ao mercado que têm, sobretudo, feição institucional (responde-se à questão se serão necessárias novas práticas para poder rececionar efetivamente os resultados que o projeto poderá produzir) (LAPLANE, 2014)<sup>13</sup>.

É seguindo essa lógica que se percebe o alcance de uma possível aliança ou cooperação entre a América Latina/Europa recentrando no Oceano Atlântico os aspectos inovadores, tanto ao nível econômico como societal, recuperando uma posição que chegaram a partilhar no passado. Reforça essa proposta o fato de os países da América Latina, assim como os da UE, partilharem modelos próximos de desenvolvimento social, para além dos laços históricos que fizeram com que os sistemas educacionais e a recepção de C&T fossem bastante similares de um e outro lado do Atlântico. Para além de reconhecer a insuficiência para cada Estado independentemente fazer face a todos os desafios de afirmação num mercado globalizado, a aceitação da internacionalização como o contexto com o qual as políticas de C&T se enquadram poderá melhorar a própria execução dos projetos e, também, proporcionar o alívio desejado do peso financeiro desse tipo de operação no contexto de orçamentação pública. A circulação de conhecimento através da internacionalização das parcerias e o envolvimento dos diversos *stakeholders*, se forem medidas efetivamente coordenadas, poderão produzir resultados multiplicadores que ultrapassem o efeito da soma das participações. Contudo,

13 Esta análise é baseada na comunicação de Mariano Laplane no referido painel do XXIV Fórum Econômico de Krynica-Zdrój, com ajustes específicos ao tema que aqui propomos, a internacionalização.

também irão obrigar a uma maior coordenação e a uma melhoria da comunicação interna (intrínseca à rede cooperante ou de parceiros) e externa (todos os *stakeholders* e a opinião pública em geral) em todas as fases de implementação do projeto.

Os fatos de o Brasil estar no ciclo incremental de investimento em C&T e de a UE preconizar neste momento um ciclo contrário (diminuindo o investimento) não invalidam este encontro de políticas públicas, dado que ambos têm como finalidade uma aposta em C&T que reverta para a sociedade nos seus diversos âmbitos, logo melhorando o bem-estar e o desempenho econômico. Isto quer dizer que a utilidade da C&T está na agenda desses países, permitindo um encontro de sinergias possivelmente com efeitos imediatos no acerto de políticas comuns e viabilizadoras de um investimento mais seguro quanto ao retorno. Contudo, isto não quer dizer a ausência de uma fase experimental que faça parecer, no início, que os resultados reais são menores do que aqueles que poderiam ser previstos, mas isto faz parte de todos os processos direcionados a integrar atividades, ou seja, integrar internacionalizando. A proposta de um Estado isolado ou empresa isolada a inovar em C&T e de um mercado preparado para receber essas ideias está cada vez mais desadequada daquilo que tem sido a própria experiência dos países com níveis de desenvolvimento e crescimento assinaláveis (COURDEROY, 2014). Chegados a essa conclusão, os Estados perceberam que boas redes internas de investigação, associadas a redes internacionais funcionais e interativas, poderão ser a solução, o que se torna mais premente nesse contexto de centralidade que temos vindo a referir. A internacionalização é, pois, o contexto previsível no qual as novas políticas de C&T serão gizadas, implementadas e entregues à sociedade. Na sua base, está a ideia fulcral que contribuirá para aumentar as sinergias e os resultados, melhorando a relação custo/benefício que tanto contribui para uma boa opinião sobre C&T por parte do cidadão comum.

## Referências

- ARCHIBUGI, D.; FILIPETTI, A.; FRANZ, M. Economic crisis and innovation: Is destruction prevailing over accumulation?, *Research Policy*, v. 42, Issue 2, Elsevier, Mar 2013, p. 303-314.
- CARAÇA, J. *Do saber ao fazer: porquê organizar a ciência*. 2.ed. Lisboa: Gradiva, 2008.
- CUNNINGHAM, P. Innovation policy around the world: European Union: measuring success. *Issues in Science and Technology*, nov. 2013. Disponível em: <<http://issues.org/26-3/cunningham/>>. Acesso em: 7 out 2014.
- POMBO, O. *Unidade da Ciência: Programas, figuras e metáforas*. Lisboa: Centro de Filosofia das Ciências da Universidade de Lisboa/ Gradiva Publicações, S.A., 2011.

# Diálogo de saberes no Instituto dos Conhecimentos Indígenas e Pesquisa do Rio Negro (AM)

Iraci Aguiar Medeiros<sup>1</sup>, José Hartur Setúbal Lima<sup>2</sup>

## Resumo

Este artigo discute a proposta de criação do Instituto dos Conhecimentos Indígenas e Pesquisa do Rio Negro (Iciprn) e do Programa de Formação Avançada Indígena (PFAI) (REL. ICIPRN, 2013), além de alternativas de alinhamento do modelo jurídico-institucional e da estrutura organizacional dessa iniciativa, com base em demanda apresentada ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) pelo Ministério da Educação (MEC) e pelos povos indígenas (31 etnias) (REL. ICIPRN, 2013), que ocupam territórios demarcados pelo governo brasileiro na bacia do Rio Negro, no Estado do Amazonas. A principal finalidade da proposta é viabilizar o diálogo entre os conhecimentos dos povos indígenas e não indígenas, a partir da produção de conhecimentos colaborativos e de formação avançada para a promoção do “bem viver”, em especial na Amazônia. O Programa é uma experiência desafiadora e inovadora para o País, pois representa um modelo diferenciado de curso de graduação de nível

## Abstract

*This article discusses the proposal to establish the Institute of Indigenous Knowledge and Research of the Rio Negro (Iciprn) and the Indigenous Training Advanced Program (PFAI) (REL. ICIPRN, 2013), and alignment alternatives of the legal-institutional model and organizational structure of this initiative, based on case filed with the Ministry of Science, Technology and Innovation (MCTI) by the Ministry of Education (MEC) and indigenous peoples (31 races) (REL. ICIPRN, 2013), occupying territories demarcated by the government Brazilian in the basin of the Rio Negro in the state of Amazonas. The main purpose of the proposal is to enable dialogue between the knowledge of indigenous and non-indigenous peoples, from the production of collaborative knowledge and advanced training for the promotion of “good living”, especially in the Amazon. The Program is a challenging and innovative experience for the country, as it represents a differentiated model of technological graduate-level course to train indigenous professionals, a*

1 Doutora em Política Científica e Tecnológica pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), coordenadora de programas e projetos na Pró-reitoria de Pesquisa e Pós-graduação da Universidade do Estado de Mato Grosso (Unemat), em Cáceres, Mato Grosso, Brasil.

2 Mestre em Direcionamento Estratégico pela Universidade Ibero-americana (NY/EUA), assessor técnico e líder do Projeto Apoio à Criação de uma Instituição de Ensino Superior Indígena pelo Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE).

tecnológico para formar profissionais indígenas, a priori, em um espaço em que se relacionam, além de pessoas de diferentes grupos étnicos, também seus conhecimentos e saberes, ou seja, com interação de múltiplas formas de enxergar e pensar o mundo e com a promoção da “ecologia dos saberes”. (SANTOS, 2004, p.76-78).

**Palavras-Chave:** Ensino superior indígena. Povos indígenas. Formação avançada. Diálogo de saberes. Produção do conhecimento.

*priori, in a space they relate, and people from different ethnic groups also their knowledge and learning, ie, interaction of multiple ways of looking and thinking about the world and the promotion of the “ecology of knowledge”. (SANTOS, 2004, p.76-78).*  
**Key-words:** Indigenous Higher Education. Indigenous peoples. Advanced Training. Dialogue of Knowledge. Production of Knowledge.

**Keywords:** Indigenous higher education. Indigenous peoples. Advanced trainin. Dialogue of knowledge. Knowledge production.

## Projeto político-pedagógico do Programa de Formação Avançada Indígena

### 1. Introdução

“A ideia é que o Instituto dos Conhecimentos Indígenas e Pesquisa do Rio Negro e o Programa de Formação Avançada viabilizem a produção de conhecimento a partir do diálogo entre os conhecimentos dos povos indígenas rionegrinos e dos não indígenas, visando à promoção do “bem viver” na Amazônia”. (PROPOSTA FOIRN/ISA, 2013).

Considerando-se as peculiaridades existentes nas diversas regiões em que os povos indígenas encontram-se inseridos e suas tradições histórico-culturais específicas, a proposta de formular uma política de educação indígena inovadora envolve uma série de nuances que abrem lacunas para diversas possibilidades. Essa inovação educacional não implica em qualidade inferior de ensino, assim como em limitação das alternativas de capacitação desses povos. Pelo contrário, a ideia de educação diferenciada deve atender a um chamado maior dessas comunidades, por um ensino de maior qualidade, aprofundado, personalizado e integrado ao ensino regular ministrado aos não-índios. A educação escolar está na agenda do Movimento Indígena<sup>3</sup>, presente em todas as assembleias, encontros, reuniões e demais atividades semelhantes, desde os anos 1970. A formação escolar é vista como um tema central para a conquista da autonomia e o fortalecimento da identidade indígena. Os resultados dessa mobilização dos povos indígenas no Brasil e de suas organizações, com o apoio de setores organizados da sociedade civil, podem ser verificados nas mudanças ocorridas, tanto

3 O Movimento Indígena se caracteriza como um conjunto articulado de lideranças, povos e organizações indígenas que se mobilizam em defesa de seus direitos, em uma agenda comum de luta, destacando-se as questões da terra, da educação e da saúde.

na legislação como na política governamental educacional direcionada a esses povos. A educação escolar indígena é hoje uma das áreas que mais apresentou significativas mudanças nesse contexto.

Amparada pela atual base legal<sup>4</sup>, ainda assim, mais que o ensino fundamental e médio, cresce a demanda dos povos indígenas por cursos superiores que lhes proporcionem um ensino diferenciado, voltado ao fortalecimento de seus projetos enquanto povos culturalmente diversos. Pleiteiam, do mesmo modo, uma formação que lhes permita, além do domínio dos conhecimentos científicos do não-índio, a capacidade de articular esses saberes com os conhecimentos tradicionais de seus povos e a habilidade para se posicionarem à frente da resolução dos problemas enfrentados por suas comunidades, como os relativos à preservação de suas terras, ampliação de direitos, manutenção e difusão de seus próprios saberes. Buscam, ainda, o reconhecimento dessa formação por parte do sistema público de ensino brasileiro. Das instituições de ensino superior (IES) brasileiras, também reivindicam a promoção dos aspectos interculturais que ligam as sociedades indígenas às sociedades pertencentes a outras influências culturais. Outro desafio de destaque no cenário da luta dessas comunidades diz respeito à formação de quadros, sejam de lideranças, professores ou outros profissionais indígenas, com as finalidades de fortalecer o reconhecimento sobre o protagonismo dos índios na educação e de reforçar suas atividades direcionadas à concretização da autonomia e do respeito às diferenças desses povos.

Nesse contexto, foi criada a Federação das Organizações Indígenas do Rio Negro (Foirn)<sup>5</sup>, por ocasião da 2ª Assembleia Geral dos povos indígenas do Alto Rio Negro, realizada em abril de 1987, no município de São Gabriel da Cachoeira, no Amazonas, com recursos do projeto Calha Norte.<sup>6</sup> A Foirn foi concebida com o objetivo manifesto de lograr a demarcação das terras indígenas no Rio Negro, expressando a luta pelo reconhecimento dos territórios tradicionais que emergiu na década de 1970, traduzindo a expansão do associativismo indígena em múltiplas escalas (locais, por bacias, povos e, mais recentemente, por finalidade e/ou projetos), em especial na região amazônica.

Desde então, os povos indígenas e suas organizações filiadas à Federação, em colaboração com o Instituto Socioambiental (ISA)<sup>7</sup>, têm realizado diagnóstico socioambiental da região e promovido uma série de ações nas áreas de educação intercultural, salvaguarda do patrimônio cultural e ambiental, como também o intercâmbio entre cientistas e pesquisadores indígenas e não indígenas.

4 A partir da Constituição Federal de 1988, com os avanços da legislação que regulamenta a gestão administrativa e pedagógica das escolas pelos próprios indígenas e a consolidação de oferta de vagas no ensino fundamental, a formação de indígenas como educadores e gestores das escolas nas aldeias passa a ser um dos principais desafios do Movimento Indígena, em especial das organizações de professores indígenas.

5 A Foirn é uma associação civil sem fins lucrativos, sem vinculação partidária ou religiosa, fundada em 30 de abril de 1987. Tem como missão defender os direitos dos povos indígenas que habitam a bacia do Rio Negro localizada no Noroeste Amazônico, estado do Amazonas, Brasil. É composta por 89 associações indígenas de base que representam cerca de 750 aldeias. Sua área de abrangência corresponde a 108 milhões de km<sup>2</sup>, onde vivem mais de 35 mil índios, pertencentes a 23 grupos étnicos, representantes das famílias linguísticas Tukano Oriental, Aruak e Maku.

6 O Projeto Calha Norte surgiu em 1985, durante o governo José Sarney. Foi concebido com o propósito de proteger a área ao Norte da Calha do Rio Solimões e do Rio Amazonas, situada na Região Norte do Brasil. Ao mesmo tempo em que previa o aumento da presença do Estado na fronteira, o projeto apontava a necessidade do desenvolvimento econômico-social da região.

7 O ISA é uma organização da sociedade civil brasileira, sem fins lucrativos, fundada em 1994, para propor soluções de forma integrada a questões sociais e ambientais com foco central na defesa de bens e direitos sociais, coletivos e difusos relativos ao meio ambiente, ao patrimônio cultural e aos direitos humanos.

Uma das grandes conquistas da Foirn e de seus parceiros tem sido a articulação de uma rede de escolas indígenas que adotam grades de ensino que articulam conteúdos culturalmente diferenciados – como o ensino das línguas maternas, mitologia com conhecimentos técnicos de piscicultura e agroecologia – com as matérias clássicas do currículo escolar formal - Matemática, Ciências, História, etc. Tais escolas constituíram-se em uma das estratégias dos indígenas para conter a crescente evasão dos jovens das comunidades, que tomavam a direção dos centros urbanos e das sedes das Missões em busca de concluir os estudos – pois as escolas rurais geralmente só oferecem o ensino fundamental – e não mais retornavam. As unidades de ensino dessa rede também representam um modelo de escolarização que privilegia o componente da “cultura” e dos valores éticos e sociais de cada povo. Os conteúdos curriculares e práticas educativas estão associados a uma gama de outros projetos de desenvolvimento comunitário, relacionados, por exemplo, ao manejo ambiental e às alternativas econômicas. Essas ações são fundamentadas em pesquisas colaborativas entre jovens e anciãos, indígenas e cientistas, criando ambientes de diálogo intercultural e interdisciplinar, gerando uma cultura educativa renovada e resultados importantes para as comunidades.

Nessa conjuntura, a proposta para a criação do Instituto e do Programa na região do Rio Negro foi construída mediante processo de consulta que envolveu reuniões, oficinas e seminários realizados entre os anos de 2009 e 2014, com as participações de pesquisadores, conhecedores, professores e lideranças indígenas da região do Rio Negro (AM), convidados não indígenas, cientistas, especialistas em educação e representantes de universidades e institutos de ensino superior. Essas atividades foram promovidas pela Federação das Organizações Indígenas do Rio Negro, com o apoio do Instituto Socioambiental e, mais recentemente, pelo Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE)<sup>8</sup>, sob demanda da Secretaria de Ensino Superior (SESu) do Ministério da Educação (MEC).

Todo esse processo foi marcado pelo intenso diálogo, envolvimento e compartilhamento de informações entre os diversos atores relevantes, sobretudo os indígenas, principais beneficiários da criação do Iciprn e do Programa de Formação. Os resultados esperados dessa proposta inovadora, com vida própria e gestada pelos indígenas têm fundamental importância para a região do Rio Negro/AM e para o País.

Para estabelecer a proposta de criação do Instituto e do Programa de Formação, de maneira que fossem diferenciados, dos pontos de vista intercultural e interdisciplinar, e baseados nas potencialidades e nos problemas dos povos e territórios indígenas do Rio Negro, assim como na experiência acumulada, foi iniciada, em 2009, uma série de seminários em São Gabriel da Cachoeira (AM). Nesses eventos foram levantadas diversas questões que contribuíram para organizar os primeiros desenhos do que seria e queriam do Instituto e do Programa para atender aos atuais desafios das comunidades indígenas locais. Entre outros pontos elencaram: o modelo da formação;

---

8 É qualificado como Organização Social o Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, associação civil com sede em Brasília, Distrito Federal, portador do CNPJ nº 04724690/0001-82, que tem como objetivo a promoção e realização de estudos e pesquisas prospectivas na área de ciência e tecnologia e atividades de avaliação de estratégias e de impactos econômicos e sociais das políticas, programas e projetos científicos e tecnológicos, mediante celebração de contrato de gestão a ser firmado com o Ministério da Ciência e Tecnologia.

o diálogo entre os conhecimentos indígenas, os conhecimentos científicos e os conhecimentos não indígenas; o compromisso das instituições e dos pesquisadores presentes nos seminários com a proposta. Diversas experiências de formação e gestão dos conhecimentos registradas nas escolas-piloto do Projeto de Educação Foirn/ISA foram analisadas nos seminários e subsidiaram a elaboração de uma proposta inovadora de formação superior avançada indígena.

Desta forma, as experiências educacionais incorporadas à formulação da proposta de criação do Instituto e do Programa de Formação possibilitaram estruturar processos de gestão de conhecimentos que devem contribuir para a melhoria da qualidade de vida e de governança das comunidades.

Tomando como base a legislação vigente no País, como a Constituição Federal de 1988 e a Lei de Diretrizes e Bases da Educação (Lei nº 9.131 de 1995), além da Convenção 169 da Organização Internacional do Trabalho (OIT) de 1989, pretende-se que o Instituto se torne um centro de fortalecimento dos conhecimentos tradicionais, garantindo a gestão indígena autônoma, a partir do próprio conhecimento da história do mundo, do território e do manejo socioambiental, dos princípios e critérios da educação indígena, da interculturalidade e do multilinguismo nas práticas de ensino, de pesquisa e de extensão que se realizarão no Programa de Formação.

É, portanto, sobre essa base territorial e cultural, integrada por três municípios (Barcelos, Santa Isabel do Rio Negro e São Gabriel da Cachoeira), sendo a cidade de São Gabriel da Cachoeira o polo central, que se propõe criar o Iciprn e, assim, fortalecer e favorecer os conhecimentos indígenas por meio de um projeto político-pedagógico inovador, que valorize a interculturalidade, de modo a constituir-se em uma plataforma de reflexões e estudos aprofundados sobre o “bem viver” na Amazônia de hoje.

## 2. O Instituto dos Conhecimentos Indígenas e Pesquisa do Rio Negro

O Instituto dos Conhecimentos Indígenas e Pesquisa do Rio Negro é uma iniciativa a ser implantada como organização social de caráter experimental e inovadora. O Iciprn tem como missão promover e gerar soluções para o “bem viver” e o desenvolvimento sustentável da região do Rio Negro na Amazônia, embasado nos conhecimentos dos povos indígenas dessa região e em um programa de pesquisas interculturais, com o objetivo de desenvolver a formação de jovens indígenas para a pesquisa intercultural, valorizando e fortalecendo contextos locais de produção e circulação de conhecimentos.

## 3. Enfoque

O enfoque principal do Programa incide em uma concepção de gestão do território por meio da conciliação entre a proteção e defesa dos recursos naturais e a promoção do desenvolvimento

socioeconômico territorial dos territórios indígenas<sup>9</sup> como estratégia essencial para a qualificação do “bem viver”, ou seja, o modo de vida desses povos e o futuro sustentável das terras indígenas e da Amazônia.

Em 2007, o governo federal inseriu a Proteção e Promoção dos Povos Indígenas no Plano Plurianual (PPA) aprovado para 2008/2011. Nesse PPA foram sistematizados as ações, diretrizes e o orçamento para as atividades do governo, coordenadas pela Funai, como importantes instrumentos para a gestão e a racionalidade na aplicação dos recursos públicos e na articulação da política indigenista. O PPA ainda estabelecia como meta uma reestruturação da Funai para os anos seguintes, baseada nos conceitos de proteção e promoção de direitos.

Segundo a Funai<sup>10</sup> a PROTEÇÃO: diz respeito à garantia contemporânea de que os direitos dos povos indígenas não sejam violados por uma relação de poder, aí sim, historicamente assimétrica entre esses povos e a sociedade envolvente. No Brasil, essa assimetria ainda é muito forte, sobretudo econômica e cultural, cujas conseqüências são as graves ameaças à integridade física e cultural dos índios e sobre suas terras tradicionalmente ocupadas.

A PROMOÇÃO: pressupõe o reconhecimento da diferença como fator positivo e potencializador e não como fator de “desigualdade social”. Cada povo indígena constitui uma civilização própria, diferente da dos outros e com uma história de contato específica com a civilização ocidental. O diálogo de civilizações é sempre possível e positivo, levando-se em conta trocas simétricas – no tempo e no espaço, adequados em cada caso – e enriquecedoras para o desenvolvimento de ambas. Esse é o desafio do século XXI, no qual o Brasil possui papel destacado, pois ainda tem a chance de mostrar ao mundo que esse diálogo é possível. A modernidade demonstrou que os países “desenvolvidos” não o conseguiram.

#### 4. O Programa de Formação Avançada Indígena

O Programa de Formação Avançada Indígena a ser desenvolvido no âmbito do Iciprn, no formato de curso de graduação de nível tecnológico, tem como objetivo formar profissionais indígenas com conhecimentos e práticas interculturais para o manejo e “bem viver” na região do Rio Negro/AM. Constitui-se em uma proposta de caráter experimental, estruturada e adequada às orientações das Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos superiores de Tecnologia, respeitando as cargas horárias mínimas, a ser aprovada e regulamentada pelo Conselho Nacional de Educação (CNE) e homologadas pelo MEC<sup>11</sup>, com base no disposto no art. 81 da LDB/1996, art.14 da Resolução CNE/

9 Entende-se que, para povos indígenas, território designa não apenas terra, mas o espaço e os recursos naturais, que permitam o desenvolvimento e a reprodução física e cultural deles e de seus descendentes. Portanto, um aspecto fundamental da territorialidade humana é que ela tem uma multiplicidade de expressões, o que produz um leque amplo de tipos de territórios, cada um com suas particularidades socioculturais.

10 Proteção e promoção dos direitos dos povos indígenas: balanço e perspectivas de uma nova política indigenista: PPA 2012-2015.

11 Parecer CNE/CP Nº 29/2002 - Trata das Diretrizes Curriculares Nacionais no Nível de Tecnólogo. Disponível em: [http://portal.mec.gov.br/setec/arquivos/pdf\\_legislacao/superior/legisla\\_superior\\_parecer292002.pdf](http://portal.mec.gov.br/setec/arquivos/pdf_legislacao/superior/legisla_superior_parecer292002.pdf). Acessado em 12/09/2014

CP nº 3/2002 e art. 44 do Decreto nº 5.773/06, com denominação, formato e currículo inovadores, em atendimento a demandas regionais específicas dos arranjos produtivos, culturais e sociais, em especial no contexto da grande diversidade etnociêntífica indígena existente na região do Rio Negro e da Amazônia.

Esse Programa de Formação representa um modelo diferenciado de ensino, pesquisa e extensão, que será gerido pelos próprios indígenas, envolvendo uma ampla rede de parcerias, mediante articulação com universidades federais e estaduais, institutos, organizações governamentais e não governamentais nacionais (em especial da região amazônica), além da formalização de acordos de cooperação com organizações e instituições internacionais.

Inicialmente, o Programa ofertará 60 vagas em um curso de graduação, com o objetivo de formar indígenas tecnólogos, nas áreas de Gestão Territorial e Manejo Ambiental e Economia Indígena, com prioridade de acesso a jovens e profissionais indígenas das regiões do Médio e Alto Rio Negro, que estejam interessados numa formação diferenciada e comprometidos com a melhoria da qualidade de vida de suas comunidades.

A formação avançada terá uma duração de três anos, sendo o primeiro de formação básica e outros dois de formação específica, totalizando uma carga horária mínima de 2,4 mil horas, distribuídas nas etapas letivas. Em cada ano, serão realizados três módulos presenciais na sede do Instituto, com a presença de todos os cursistas. Cada módulo terá uma duração de 30 dias, com atividades cinco vezes por semana. Em cada ano, os formandos ainda terão dois meses presenciais de pesquisa e extensão nos Laboratórios Interculturais – núcleos regionais, comunidades, ou sede das organizações – e três meses de atividades livres.

Ao concluir o curso, os jovens tecnólogos estarão preparados para pesquisar ações estratégicas para o desenvolvimento regional, executar projetos e gerir relações de pesquisa intercultural – sabendo identificar, interpretar, reunir e sistematizar conhecimentos oriundos das sociedades indígenas e não indígenas; dialogar com as lideranças de sua comunidade, da sua região e com as instâncias públicas; além de contribuir na construção e implementação de políticas públicas com ênfase na educação, gestão territorial e no manejo ambiental.

Além da especialidade como agente no campo da gestão das atividades produtivas e do manejo ambiental nas aldeias indígenas, os alunos que concluírem o curso terão competência para formular e negociar políticas públicas; capacidade para transitar nos ambientes institucionais onde os direitos coletivos operam; e para atuar nos campos da pesquisa e investigação científica, tanto de estudo quanto de intervenção, que articulem os conhecimentos indígenas e os recursos disponibilizados pelo desenvolvimento tecnológico. Poderão, ainda, contribuir para o desenvolvimento cultural e na construção de alternativas de produção, ocupação e emprego. Também estarão capacitados para o desempenho de atividades nos campos da promoção, valorização, proteção e defesa do patrimônio indígena – físico e cultural (material e imaterial) –, visando ao bem-estar de suas populações. Do mesmo modo, estarão preparados para lidar com empreendimentos sociais das comunidades ou

organizações indígenas, sob a forma da gestão compartilhada e democrática, consubstanciada na dinâmica da economia solidária e agroecológica, voltada para a sustentabilidade local a partir da prática e do uso consciente dos recursos naturais existentes em seus territórios. Serão, ainda, conhecedores dos direitos dos povos indígenas, podendo interpretar a legislação e os acordos internacionais referentes aos direitos culturais e territoriais de seus povos, bem como os direitos pertinentes às áreas ambiental, educacional e cultural, de modo a promover a difusão e a garantia desses direitos e das políticas públicas que dizem respeito ao uso e à proteção dos recursos naturais.

#### 4.1. Organização curricular

Os objetivos do Programa de Formação Avançada Indígena são traduzidos na grade curricular, que é elaborada de maneira aberta e flexível, facultando o permanente movimento de construção. O curso é iniciado com uma estrutura básica que tende a possibilitar a articulação dos conteúdos de natureza científico-cultural, partindo das problemáticas das comunidades, no sentido de promover o diálogo intercultural entre os diversos saberes.

O Programa é organizado em torno de dois grandes ciclos: um de formação básica comum, com um ano de duração, e outro de formação específica, com dois anos. O primeiro ciclo contempla quatro Eixos Temáticos Básicos: a) Manejo do Mundo; b) Narrativas de Origem; e Rotas de Transformação; c) Economia Indígena; e d) Desenvolvimento, Gestão Territorial e Projetos. O segundo ciclo contempla dois Eixos Temáticos Específicos: a) Gestão Territorial e Manejo Ambiental; e b) Economia Indígena. Em ambos os ciclos, estão inclusos outros componentes curriculares, tais como: Atividades Pedagógicas e de Intervenção (Pesquisa-ação, Laboratórios Interculturais, Estágio Orientado e Trabalho de Conclusão da Formação Avançada); Estudos Complementares (Línguas Indígenas, Direitos Indígenas e não Indígenas, Administração, entre outros); Módulos Instrumentais (Metodologia de Técnicas de Pesquisa, Língua Portuguesa, Língua Estrangeira, Matemática Básica, Informática Básica, entre outros); e Atividades Acadêmicas, Científicas e Culturais (atividades complementares, envolvendo eventos, seminários, congressos, oficinas temáticas, artes, educação física, rituais e eventos nas aldeias, entre outras).

As estratégias propostas para a execução das atividades de ensino, pesquisa e extensão do Programa estão fundamentadas na concepção inovadora de “Sistema Modular” conjugado com o “Regime de Alternância”<sup>12</sup>. As estratégias incluem com calendário específico e flexível, além de metodologia própria composta por três etapas articuladas, interativas e complementares entre si: uma de Planejamento e Formação; e duas letivas, denominadas Etapa Intensiva e Etapa Intermediária.

Na Etapa de Planejamento e Formação, devem ser promovidas reuniões entre os educadores do Programa, para a reorientação de suas práticas e o compartilhamento de experiências, com

12 O “regime de alternância” vem mostrando bons resultados em projetos inovadores de formação indígena, sendo um sistema educativo que visa a garantir uma capacitação e uma qualificação profissional por meio da alternância entre a instituição de ensino e a comunidade de origem em que o formando atua profissionalmente, articulando o processo de aprendizagem como um todo integrado e indissociável.

vista ao atendimento das especificidades dos cursistas. Essa etapa deverá ocorrer sempre antes do início de cada período de atividades presenciais, com a participação da equipe coordenadora, dos professores e assessores que atuarão durante a etapa letiva. Essa fase dura, em média, uma semana, envolvendo debates e planejamento dos conteúdos e das estratégias a serem adotados durante cada módulo do curso.

A Etapa Intensiva de caráter presencial deverá ocorrer três vezes por ano, nas dependências do Instituto, contemplando aulas e atividades cooperadas entre formadores e formandos. Nessa fase, são oferecidas oportunidades para a reflexão acerca dos processos pedagógicos que compõem a *práxis* escolar e sobre os conteúdos das diversas áreas/eixos temáticos que integram os ciclos curriculares do Programa.

A Etapa Intermediária deverá ocorrer presencialmente, nos laboratórios interculturais - como são considerados os espaços das comunidades de origem dos formandos, dos núcleos regionais de pesquisa e das sedes das organizações -, nos períodos intermediários entre uma etapa intensiva e outra, possibilitando aos formando conciliar suas atividades profissionais do cotidiano de suas aldeias de origem com as atividades do Programa de Formação (seminários, oficinas, leituras, pesquisas, estágio, etc.). Essa fase é considerada o ponto alto do Programa, pois nela a *práxis* e a formação ocorrem simultaneamente. Para essa etapa, serão construídas estratégias para acompanhamento e orientação por parte dos formadores, com o objetivo de instrumentalizar os formandos para uma ação voltada à pesquisa, sistematização e análise de saberes e práticas desenvolvidas nas suas comunidades.

O enfoque principal da estrutura curricular do Programa está pautado em uma concepção de gestão do território que considere a conciliação entre a proteção e defesa dos recursos naturais e a promoção do desenvolvimento socioeconômico e territorial das terras indígenas. Trata-se de uma estratégia essencial para a qualificação do "bem viver" (modo de vida) dos povos indígenas e o futuro sustentável da região Amazônica.

O Programa de Formação reunirá os fundamentos dos diversos povos para compreender as relações entre saberes, tecnologias e sociedades, desenvolvendo estudos que promovam a compreensão do universo indígena e o mundo envolvente, em sua lógica e dinâmica econômicas e sociais. Os estudos avançados dos conhecimentos tradicionais podem contribuir em duas importantes dimensões para a formulação de propostas direcionadas a ciência, tecnologia e inovação. A primeira consiste em estabelecer diálogos entre os pensamentos e, nessa conexão, criar um ambiente propositivo de novas práticas para a ciência, não se limitando a produtos, mas sugerindo a elaboração de novos conceitos e modelos. A segunda dimensão, por sua vez, tem como perspectiva promover a manutenção dos sistemas de conhecimentos tradicionais, garantindo as condições de funcionamento no presente para impulsioná-los no futuro.

## 4.2. Formadores indígenas e não indígenas

Um dos aspectos importantes para a garantia da interculturalidade e da interdisciplinaridade (diálogo de saberes) no Programa de Formação será a presença de formadores indígenas e não indígenas. Os formadores indígenas são aqueles especialistas que se dispõem a compartilhar seus conhecimentos e que possuam notório e notável saber em suas comunidades/regiões e também aqueles com títulos de graduação e pós-graduação em universidades, bem como, os sábios e conhecedores indígenas. Os formadores não indígenas são os especialistas nos temas demandados pelo Programa e profissionais que atuam em pesquisas colaborativas na região do Rio Negro. Atualmente, a educação básica da região (um Território ETNOEDUCACIONAL<sup>13</sup> – TEE reconhecido pelo MEC) conta com uma rede de 238 escolas municipais de ensino fundamental e 13 escolas estaduais de ensino médio, além de 131 professores indígenas frequentando a formação de ensino superior, 125 já graduados e 10 com pós-graduações (PROPOSTA FOIRN/ISA, 2013).

## 4.3. Parcerias interinstitucionais

Entre as dimensões essenciais para o Iciprn estão as parcerias interinstitucionais a serem estabelecidas. A implementação da proposta deverá envolver, além de uma diversidade de povos indígenas do Rio Negro, uma ampla rede de atores indígenas e não indígenas, criando estruturas de governança.

Na região Amazônica, há um conjunto relevante de instituições e organizações científicas e tecnológicas (universidades e institutos federais e estaduais, institutos não governamentais, museus, etc.), de expressiva importância regional e nacional, sendo necessário fortalecer a articulação entre esses segmentos. Nessa perspectiva inter e multicultural, serão proporcionadas novas mediações na matriz científica, num cenário de integração das políticas públicas, em especial aquelas voltadas ao atendimento das demandas dos povos indígenas, considerando a importância socioeconômica e ecológica da Amazônia para o País e para o mundo.

Essa articulação será promovida pelo Instituto e representará importante vetor estratégico de CT&I e para o desenvolvimento da região. Possibilitará o fortalecimento do Programa de Formação Avançada Indígena, para viabilizar um modelo curricular de curso inovador e diferenciado (integração de saberes) e uma prática pedagógica inovadora (construção coletiva do conhecimento), elevando o

13 A política nacional de Territórios Etnoeducacionais (TEEs) é resultado do diálogo entre os povos indígenas, governo federal, governos estaduais e municipais e a sociedade civil, que apontou a necessidade de se reconhecer nas políticas de educação escolar a diversidade cultural e a territorialidade dos povos indígenas no Brasil. Essa política propõe construir um novo modelo de planejamento e gestão da educação escolar indígena tendo como principal referência a forma como os povos indígenas se organizam, as suas especificidades sociolinguísticas, políticas, históricas, geográficas e suas relações Intersocietárias. Essas diferenças passam a ser vistas a partir de Territórios Etnoeducacionais. Sua implementação deflagra o processo de mudança conceitual e estruturante da política de educação escolar indígena discutido e aprovado na I Conferência Nacional de Educação Escolar Indígena, ocorrida em 2009. São áreas definidas a partir da consulta aos povos indígenas e estão relacionadas à sua mobilização política, afirmação étnica e garantia de seus territórios e de políticas específicas nas áreas da educação, conforme determina a Constituição Federal de 1988. A partir da definição dessas áreas, pretendemos organizar um conjunto de redes e sistemas de ensino, pesquisa e extensão, organizações da sociedade civil e outros órgãos públicos, com o protagonismo dos povos indígenas. Com isso, buscamos um trabalho articulado para o desenvolvimento da educação escolar indígena em torno de ações prioritárias definidas pelos povos indígenas.

nível das pesquisas para transformá-las em produtos e projetos de intervenções sociais, econômicas, ambientais, culturais, entre outras, em benefício das comunidades indígenas do Rio Negro.

As parcerias interinstitucionais estabelecidas pelo Instituto vão possibilitar a criação de uma rede de pesquisadores formada por lideranças e especialistas, que são reconhecidos e dispostos a compartilhar os seus conhecimentos no Programa. Essa rede promoverá estudos, pesquisas e extensão em escala estadual, regional, nacional e internacional, por meio de ações orientadas à produção de conhecimentos em colaboração, com a finalidade de potencializar e difundir, na região Amazônica, laboratórios multi e transdisciplinares, para a construção de novas abordagens etnoscience, favorecendo a sustentabilidade do desenvolvimento, as interações, as parcerias e o fortalecimento das próprias instituições e organizações.

#### 4.4. Diálogo de saberes

A presença no Programa de Formação Avançada Indígena de diversas etnias e línguas indígenas, além de formadores indígenas e não indígenas de diversas instituições, exigirá uma prática pedagógica que possa promover relações dialógicas e igualitárias entre pessoas e grupos que pertencem a universos culturais diferentes. Trata-se de respeitar a diversidade e a alteridade, contribuindo para a afirmação da identidade e valorização dos costumes, da língua e das tradições de cada povo.

Neste sentido, o Programa adota como base a metodologia da práxis, na qual os conteúdos programáticos são desenvolvidos de forma intercultural e com forte relação com o ensino. Essa proximidade contempla uma necessidade e exigência da sociedade. A interculturalidade passa pelo desafio lançado pela globalização e suas implicações étnicas e culturais, nas quais identidade, homogeneidade e diversidade são eixos fundamentais e têm na educação o seu agente de desenvolvimento e disseminação, multilíngue, interdisciplinar, construtivista e vivencial. É em torno dessas características-chave que o PFAI buscará atender às demandas das comunidades indígenas, em especial, aquelas relacionadas à proteção e promoção das terras indígenas. Essas demandas, a serem discutidas pelos formandos durante o regime de alternância, serão consubstanciadas em projetos de pesquisa-ação, ensino, fomento e/ou extensão, preferencialmente sob a orientação de formadores indígenas e o acompanhamento dos sábios tradicionais.

Uma metodologia inovadora interdisciplinar, intercultural e multilíngue adotada pelo Programa possibilitará relacionar as experiências vivenciadas pelos formandos, seus interesses a partir da conexão e mobilização dos diversos saberes pertinentes, e sua significação ou negação, ou a articulação/incorporação para a construção de novos conhecimentos. Este espaço de diálogo é chamado por Santos (2006, p.808-809) de “zonas de contato” – campos sociais onde diferentes mundos da vida normativos, práticas e conhecimentos se encontram, se chocam e se interagem.

Vislumbrar uma educação a partir de uma perspectiva intercultural é reconhecer as características diferenciadas dos povos que formam a grande diversidade brasileira. É também respeitar e entender essa variedade para uma mudança significativa na forma de se pensar o mundo. Esse olhar exerce

papel fundamental na formação de educadores, considerados verdadeiros mediadores de qualquer proposta de renovação. Assim, um dos destaques do currículo do Programa é a prática intercultural, ou seja, que promove o diálogo e o intercâmbio entre as culturas, sem que uma se sobreponha a outra. Ao mesmo tempo, essa prática prevê a superação do desafio de substituir um modelo de transmissão de conhecimentos fundamentado no eurocentrismo, por outro integrador, interdisciplinar, cuja ênfase esteja na relação consciente entre povos diferenciados.

Segundo Cunha (2009, p.302), nas sociedades ocidentais, o conhecimento tradicional e o científico costumam ser vistos como opostos, não sendo permitida a coexistência. Mas, ainda segundo a autora, “ambos são obras inacabadas, abertas a possíveis alterações. Essas semelhanças é que os tornam comparáveis, mas não iguais”.

A ciência não passa ao largo de seus praticantes, ela se constitui por uma série de práticas e estas certamente não se dão em um vácuo político e social. Há também o problema comparativo de saber se saberes tradicionais e saber científico são unidades em si mesmas comparáveis, com algum grau de semelhança. A isso, uma resposta genérica, mais central é sim, ambas são formas de procurar entender e agir sobre o mundo. E ambas são também obras abertas, inacabadas, se fazendo constantemente. (CUNHA, 2009, p.302).

Por constituir-se num espaço de referência no mundo rural, a educação alternativa, estabelecendo uma relação dialética com a comunidade, constitui peça fundamental na transformação das perspectivas do educando como agente da história.

A “Pedagogia da Alternância” (combinação das práticas de ensino, pesquisa e extensão no Instituto com o cotidiano das comunidades) no Programa de Formação exige o exercício da interdisciplinaridade e, ao estabelecer uma ligação com a comunidade, torna-se fundamental e referência ao compor uma relação que transforma a visão de mundo do participante. Além de promover a articulação entre estas práticas, a proposta evidenciará os saberes (indígenas e não indígenas). Esses conhecimentos, diferentes e inerentes, têm no diálogo e na analogia duas de suas especificidades consideradas interdisciplinares. O método busca aproximar fronteiras disciplinares entre os conhecimentos, possibilitando uma reflexão epistemológica sobre o que foi assimilado e a construção de novas percepções e formas de relacionamento.

A educação avançada indígena está focada em uma “ação transformadora”. Educar passa a ser a forma de inserção de todas as raízes dessas comunidades, integrando e relacionando as partes entre si e com o todo, de maneira direcionada à realidade e ao desenvolvimento e aliada às relações sociais indutoras de mudanças. O compromisso de metamorfose da cultura de um povo implica no resgate, na conservação e disseminação dos valores e da memória histórica para a autonomia representativa. “Existir humanamente é pronunciar o mundo, é modificá-lo. O mundo pronunciado, por sua vez, se volta problematizado aos sujeitos pronunciantes, a exigir deles novo pronunciar” (FREIRE, 1979:92).

O diálogo de conhecimentos do Programa de Formação como centro da prática pedagógica reconhece nos formandos indígenas sujeitos de direitos e de saberes. Representa, ainda, uma inovação que rompe com os modelos tradicionais de oferta de cursos de graduação e aponta para a possibilidade de articulação entre os conhecimentos científicos e tradicionais indígenas, ou seja, fundamentada na “ecologia dos saberes”<sup>14</sup> (SANTOS, 2004, p.76-78). Essa posição metodológica argumenta que o diálogo e o confronto epistemológicos entre diferentes conhecimentos só são possíveis quando assumem que todas as formas de conhecimento são incompletas.

Para Santos (2007, p.88):

Dado que nenhuma forma de conhecimento pode responder por todas as intervenções possíveis no mundo, todas as formas de conhecimento são, de diferentes maneiras, incompletas. [...] A ecologia de saberes expande o caráter testemunhal dos conhecimentos de modo a abarcar igualmente as relações entre o conhecimento científico e o não científico, ampliando assim o alcance da intersubjetividade como interconhecimento e vice-versa.

De acordo com Santos (2007, p.87-88), na “ecologia de saberes”, a busca de credibilidade para os conhecimentos não científicos não implica o descrédito do conhecimento científico. Implica simplesmente a sua utilização contra hegemônica. Trata-se, por um lado, de explorar a pluralidade interna da ciência, isto é, as práticas científicas alternativas e, por outro lado, de promover a interação e a interdependência entre os saberes científicos e outros saberes, favorecendo a “ecologia dos saberes”, ou seja, “um conjunto de práticas que desenvolve uma nova convivência ativa de saberes, no pressuposto de que todos eles, inclusive o saber científico, podem se enriquecer neste diálogo” (SANTOS, 2004, p.107).

## Referências

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília: Congresso Nacional, 1988.

BRASIL. **Convenção nº 169 sobre povos indígenas e tribais e Resolução referente à ação da OIT / Organização Internacional do Trabalho**. Brasília: OIT, 1 v., 2011.

\_\_\_\_\_. Decreto Legislativo n. 143, junho de 2003. Ratifica a **Convenção n. 169 da Organização Internacional do Trabalho - OIT** sobre Povos Indígenas e Tribais. Brasília: Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, julho de 2003.

<sup>14</sup> Para Santos (2004, p.81) a ecologia de saberes é “uma forma de extensão ao contrário, de fora da universidade para dentro da universidade. Consiste na promoção do diálogo entre o saber científico ou humanístico que a universidade produz e saberes leigos, populares, tradicionais, urbanos, camponeses, provindos de culturas não ocidentais que circulam na sociedade” Para o autor, “o objetivo da ecologia dos saberes é obrigar o conhecimento científico a se confrontar com outros conhecimentos para, assim, reequilibrar aquilo que foi desequilibrado na primeira modernidade, a relação entre ciência e prática social”.

- \_\_\_\_\_. Decreto n. 5.051, de 19 de abril de 2004. Promulga a **Convenção n. 169 da Organização Internacional do Trabalho - OIT** sobre Povos Indígenas e Tribais. Brasília: Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, 19 abr. 2004.
- \_\_\_\_\_. **Leis de diretrizes e bases da educação nacional**. Lei n. 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Brasília: Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Ano CXXXIV, n. 248. 23 dez. 1996. 8. ed. de 08 mai. 2013.
- CUNHA, M.C. da. Relações e dissensões entre saberes tradicionais e saber científico. In: \_\_\_\_\_. **Cultura com aspás e outros ensaios**. São Paulo: Cosac Naify, 440 p. 2009. p. 301-310.
- FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1979.
- FUNDAÇÃO NACIONAL DO ÍNDIO – FUNAI. **Proteção e promoção dos direitos dos povos indígenas: balanço e perspectivas de uma nova política indigenista: PPA 2012-2015**. 2012.
- INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL - ISA. **Formação avançada indígena do Rio Negro: resultado do processo de consulta realizado entre 2009 e 2012 - relatório**. São Gabriel da Cachoeira: 2012.
- MEDEIROS, I.A. **Ecologia de saberes? Estudo de uma experiência de interação da universidade com o movimento indígena**. Tese (Doutorado) - Programa de Pós Graduação em Política Científica e Tecnológica. Campinas: UNICAMP/Instituto de Geociências, 2013.
- \_\_\_\_\_. Por uma relação mais simétrica. **Jornal da UNICAMP**, Campinas, n. 578, 07 out. a 13 out. 2013.
- SANTOS, B. de S. **A universidade no século XXI: para uma reforma democrática e emancipatória da Universidade**. São Paulo: Cortez, 2004.
- \_\_\_\_\_. Para uma sociologia das ausências e uma sociologia das emergências. In: \_\_\_\_\_. (Org.). **Conhecimento prudente para uma vida decente: um discurso sobre as ciências revisitado**. São Paulo: Cortez, p. 777-821. 2006.
- \_\_\_\_\_. Para além do pensamento abissal: das linhas globais a uma ecologia de saberes. **Novos Estudos Cebrap**, São Paulo, n.79, p.71-94, nov. 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/nec/n79/04.pdf>>. Acesso em: jul. 2010.

## Estudos de futuro de CT&I no Brasil

Cristiano Cagnin<sup>1</sup>

### Resumo

Globalmente, países e instituições avançados colocam, cada vez mais, ênfase em processos de estudos de futuro<sup>2</sup> que criam espaços de diálogo estruturado com foco em inovações sistêmicas ou transformadoras. Alinhada com a coordenação de atores sociais, o objetivo dessa iniciativa é aumentar a capacidade das nações de orientar os sistemas de Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I) para enfrentar desafios comuns. Desse modo, é reforçada a relevância dos estudos de futuro e de seus impactos nos processos de tomada de decisão. A fim de promover uma mudança transformadora nesse sentido e de apoiar a formulação e a implementação de políticas de CT&I no Brasil, o CGEE está mudando o enfoque de seus estudos de futuro, de um foco em otimização para um que constrói uma ponte entre otimização e contingência, ao mesmo tempo em que convida e incorpora a incerteza, a complexidade e a criatividade durante o processo. O intuito é usar o futuro como um mecanismo que possa despertar a imaginação e expandir a compreensão

### Abstract

*Globally, advanced countries and institutions put emphasis on foresight processes that create spaces for structured dialogue with a focus on systemic or transformative innovation. Aligned with the coordination of societal actors the aim is to increase their ability to orient innovation systems to address common challenges. In doing so it increases the relevance of foresight activities and its impacts in the decision-making processes. In order to promote a transformative change in this direction and support the design and implementation of Science, Technology and Innovation (STI) policies in Brazil, CGEE is shifting the focus of its foresight activities. It is moving from a focus on optimisation to one that builds a bridge between optimisation and contingency at the same time that it invites and embraces uncertainty, complexity and creativity throughout the process. The aim is to use the future as a trigger to spark imagination and expand the collective understanding of the present. These are then translated into actual recommendations for policy design and implementation or into new strategic*

<sup>1</sup> Assessor do CGEE, com PhD pela Universidade de Manchester, Reino Unido, bem como mestrado e graduação em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina. Atua nas áreas de inovação, estudos de futuro (foresight) e sustentabilidade, com vasta experiência em projetos nacionais e internacionais no âmbito da Comissão Europeia e de parcerias com instituições como UNIDO, UNEP e OCDE.

<sup>2</sup> Foresight

coletiva do presente. Essa compreensão expandida dos problemas ou desafios sob análise e de suas potenciais implicações, bem como das alternativas de solução, é então transformada em recomendações para a definição e a implementação de políticas ou em novas questões estratégicas que devem ser investigadas e enfrentadas, a fim de reorientar o Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (SNCTI) brasileiro.

**Palavras-Chave:** Estudos de futuro. Diálogo estruturado. Orientar o SNCTI. Lidar com incerteza, complexidade e criatividade. Expandir compreensão coletiva do presente.

*questions that should be investigated and addressed in order to reorient the Brazilian National Innovation System (NIS).*

**Keywords:** *Foresight. Structured dialogue. Orient the Brazilian NIS. Embrace uncertainty, complexity and creativity. Expand collective understanding of the present.*

---

## 1. Introdução

Em essência, o objetivo de estudos de futuro é moldar espaços para a criação de diálogos que promovam o engajamento, a criatividade e a reflexão, tanto individual como coletiva. Assim, o propósito é usar o futuro como um mecanismo que possa despertar a imaginação e expandir nossa compreensão do presente por meio de uma conversa estruturada para imaginar coletivamente o futuro e tomar decisões no presente (MILLER, 2007-2011 ab).

Uma série de métodos, ferramentas, instrumentos e técnicas é usada para estruturar o diálogo coletivo e moldar possíveis desenvolvimentos futuros. No entanto, fundamental na concepção e na implementação de um estudo de futuro é o entendimento da relação entre contexto, conteúdo e abordagem (Cagnin *et al.*, 2008). Além disso, resultados esperados e impactos associados, tanto tangíveis quanto intangíveis, devem ser definidos desde o início (DA COSTA *et al.*, 2008).

As distintas abordagens de estudos de futuro têm evoluído através de sucessivas gerações ou fases, que não são mutuamente excludentes (JOHNSTON, 2002, 2007; CUHLS, 2003; GEORGHIOU, 2001, 2007): i) previsão tecnológica ou das dinâmicas internas de uma tecnologia, com a participação de especialistas; ii) interação entre tecnologia e mercados, com a participação acontecendo no eixo academia-indústria; iii) interação entre mercados e atores sociais, com uma perspectiva orientada para o usuário e uma participação social mais ampla; iv) papel distribuído no sistema de ciência e inovação, com várias organizações executando exercícios adequados para fins individuais, mas coordenados com outras atividades; e v) mistura de exercícios distribuídos focados tanto em estruturas quanto em atores dentro do sistema de CT&I, ou sobre as dimensões científicas e/ou tecnológicas de desafios ou questões econômicas e sociais mais amplas.

A prática da prospectiva ou de estudos de futuro ocorre principalmente de duas formas ou modalidades, embora uma combinação de ambas seja possível e tem se tornado cada vez mais comum. Na modalidade 1, o objetivo é melhorar ou otimizar o sistema existente (WEBER, 2006; ERIKSSON; WEBER, 2006; HAVAS *et al*, 2007). Na modalidade 2, por outro lado, o foco é no debate e na promoção de mudanças fundamentais dos paradigmas estabelecidos (DA COSTA *et al*, 2008). Ao mesmo tempo, uma série de princípios norteia os estudos de futuro (adaptado de KEENAN *et al*, 2006.): i) orientação futura no médio e longo prazos; ii) participação ativa das partes interessadas; iii) uso de evidências e opiniões informadas, combinando, assim, abordagens criativas e interpretação; iv) coordenação; v) multidisciplinaridade; e vi) ação e orientação.

Países e instituições avançadas praticam uma combinação das gerações quatro e cinco, bem como das modalidades 1 e 2. Isso ocorre rotineiramente e com muita atenção aos seis princípios mencionados no parágrafo anterior. O objetivo é aumentar a relevância dos estudos de futuro e de seus impactos nos processos de tomada de decisão como, por exemplo, no desenho e na implementação de políticas públicas. O CGEE tem, portanto, avançado nessa direção ao invés de concentrar esforços apenas nas gerações de 1 a 3 e na modalidade 1 de estudos de futuro.

## 2. Evolução dos enfoques de estudos de futuro

Após a revolução industrial, que causou uma grande quantidade de transformações sociais e tecnológicas, um sentimento de preocupação em relação ao futuro tornou-se mais difundido. Naquele tempo, a atenção foi direcionada à melhoria dos processos de decisão e ao debate público, com foco na antecipação de tendências e nas implicações de longo prazo de decisões de curto prazo.

Nos séculos IX e XX, economistas clássicos centraram as suas análises no futuro das economias capitalistas. No início dos anos 1900, foram estabelecidos os princípios da extrapolação de tendências e os primeiros indicadores sociais. O termo *foresight* (estudos de futuro) apareceu em um discurso intitulado *A descoberta do futuro*, proferido por Herbert George Wells (H. G. Wells) para a *Royal Institution* (Instituição Real) do Reino Unido, em 1902, quando a tese de que o futuro pode ser conhecido ou compreendido cientificamente foi defendida. Os primeiros métodos sistemáticos de análise por especialistas foram desenvolvidos na segunda metade do século XX, como, por exemplo, Delphi e análise de impactos cruzados, bem como os primeiros estudos de simulação.

Nos anos 30 e 40, após a Primeira Guerra Mundial e sob os efeitos da Grande Depressão, uma nova ordem mundial olhou para C&T como um meio para a redenção. H. G. Wells publicou *Uma experiência em Profecia*, antecipando o mundo em 2000 e prevendo, então, que o transporte moderno dispersaria as pessoas, empurrando-as das cidades para os subúrbios; que haveria uma diminuição das restrições morais, devido à maior liberdade sexual; e que a União Europeia (UE) seria formada. Wells também defendeu, em 1932, a institucionalização do que ele chamou de “departamentos e professores de estudos de futuro”. Já em 1945, um comitê teve a tarefa de olhar 20 anos à frente para dizer para onde o setor de aviação estava evoluindo e como a Força Aérea dos Estados Unidos

chegaria lá primeiro. Estudos de futuro foram formalmente iniciados na segunda metade da década de 40, quando instituições como *Research and Development* (Rand) Corporation e *Stanford Research Institute* (SRI) foram criadas para desenvolver o planejamento de longo prazo, principalmente por meio da análise de tendências sistemáticas, para fins militares, logo após a Segunda Guerra Mundial.

Nos anos 50 e 60, após a Segunda Guerra Mundial e o estabelecimento da guerra fria, o foco de estudos futuros reduziu-se à antecipação de futuras tecnologias, principalmente para objetivos de defesa. O RAND e o SRI usavam análise de sistemas e desenvolveram a teoria dos jogos e métodos como cenários e Delphi. O foco estava em C&T e na engenharia desenvolvida por militares, para aplicações bélicas e grandes corporações. Um número limitado de especialistas e futuristas estava envolvido nessas atividades e os principais métodos utilizados foram *brainstorming* (sessões de debates), painéis de especialistas, bem como Delphi e cenários. As bases conceituais e metodológicas de estudos de futuro foram desenvolvidas neste período, que é considerado como o de nascimento da prática moderna de estudos de futuro baseada na eficiência da pesquisa operacional e com o objetivo de realizar intervenções deliberadas para canalizar a mudança em uma direção desejada. A principal preocupação foi na análise probabilística do que poderia acontecer no futuro com base em extrapolações do que aconteceu no passado (ou seja, a previsão). Os principais trabalhos neste período são: *A arte da conjectura* (BERTRAND DE JOUVENEL, 1963) e *Inventando o futuro* (DENNIS GABOR, 1964). Em 1966, o primeiro curso universitário orientado para o futuro foi desenvolvido nos EUA por Alvin Toffler, na The New School (Nova York). Esse período é considerado como o da prática da modalidade 1 e da primeira geração de estudos de futuro.

Durante os anos 70, o mundo compreende os limites da previsão, devido à crise do petróleo e ao fracasso de previsões como *Limites ao Crescimento* (MEADOWS *et al.*, 1972) e, da Fundação Bariloche, *Catástrofe ou Nova Sociedade?* (1976). Eventos imprevisíveis levam a um entendimento mais amplo de que os sistemas globais são incertos e complexos. A previsão torna-se menos determinista e passa a aceitar que o futuro não seja uma mera extensão do passado, que descontinuidades ocorrem. O Japão usa métodos de previsão com foco no futuro da C&T para orientar suas políticas, incluindo em suas análises necessidades sociais e econômicas, bem como avanços em C&T. Uma série de atividades em todo o mundo começa, tal como o Projeto *Futuribles* na França, o Comitê para os próximos 30 anos no Reino Unido e o Instituto Hudson nos EUA (uma *spin-off* da RAND). A União Europeia (UE) desenvolve o Programa *Forecasting and Assessment in the field of Science and Technology* (FAST), ou seja, previsão e avaliação na área de ciência e tecnologia, decorrente do estudo Europa +30. Uma das primeiras tentativas de institucionalizar uma atividade olhando para o futuro, por meio da avaliação dos impactos prováveis da tecnologia, foi a criação do Escritório de Avaliação de Tecnologia (em Inglês, OTA), nos EUA (funcionou de 1972 até 1995). Ainda na década de 70, os projetos foram orientados principalmente para objetivos sócio-políticos e para o uso de métodos que fornecessem diretrizes e fundamentos para a análise de situações alternativas e distintas escolhas, tais como cenário. A GE e a Shell começaram a usar cenários para apoiar suas decisões estratégicas; e, em 1976, a Shell anteviu o ano 2000, identificando descontinuidades na sua indústria. Após a crise do petróleo (1974), quase que a metade das empresas listadas na Fortune 1000 passou a usar técnicas de estudos

de futuro em seus processos de planejamento. O mesmo ocorreu na Europa (UNIDO, 2005). Essa década é considerada como a prática da modalidade 1 e da segunda geração de estudos de futuro.

No Brasil, a década de 70 é considerada como a “fase embrionária” de estudos de futuro (PORTO, 2012; MASSARI, 2013). Trabalhos teóricos e metodológicos são iniciados no País no final da década. Henrique Rattner lança o livro *Estudos Futuros – Introdução à antecipação tecnológica e social*. O primeiro grupo formal a pensar no longo-prazo (prospectivamente) sobre as políticas de C&T é estabelecido em 1979, por Amílcar Herrera, na Unicamp. O primeiro documento oficial explícito sobre política de C&T é lançado como parte do Plano Nacional de Desenvolvimento (I PND, 1972-1974): o Plano Básico de C&T para o Desenvolvimento (I PBDCT). Entretanto, apenas o II PBDCT integrado no II PND (1974-1979) trouxe inovações, tais como a criação do Sistema Nacional de Desenvolvimento de C&T (SNDCT) e do Programa Nacional de Pós-Graduação (PNPG). O II PBDCT demonstrou pela primeira vez uma harmonia entre o plano nacional e o da C&T (SALLES-FILHO, 2003). Em 1974, o Conselho Nacional para o Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) lança as sementes de estudos de futuro em políticas de C&T, dentro de seu programa de Estudos e Políticas de C&T. Esse programa foi reorientado, em 1982, para apoiar as políticas nacional e setoriais de C&T com foco em: i) avaliação dos impactos econômicos, sociais, políticos e ambientais; ii) tendências e perspectivas do sistema de produção e necessidades de C&T associadas; e iii) metodologias de estudos futuros aplicados em políticas de C&T, com especial atenção para cenários.

Na década de 80, exercícios globais consideram em suas análises futuros múltiplos, que incorporam incertezas sociais e mundiais. Em 1983, o termo *foresight* é ligado a C&T no *Science and Technology Policy Research* (SPRU), Inglaterra. Já em 1985, Michael Godet desenvolve a escola *La Prospective*. A institucionalização de estudos de futuro ganha a atenção de governos nacionais como uma atividade associada com a identificação de prioridades de longo prazo e o desenvolvimento de políticas de C&T. As atividades desenvolvidas na França (Colóquio Nacional de Pesquisa e Tecnologia) e na Holanda (Ministério da Educação e Ciência) são bons exemplos (PAPON, 1988; DIJK, 1991). A União Europeia (UE) lança os Programas FAST 2 e 3. Na América Latina, uma tentativa chamada *Prospectiva Tecnológica para América Latina*, em 1982, procurou identificar as principais tendências de mudanças tecnológicas que poderiam se tornar generalizadas nas próximas décadas e seus impactos sociais, ambientais e culturais para a América Latina. Este período é considerado como o da prática da modalidade 1 e da terceira geração de estudos de futuro.

No Brasil, a década de 80 é considerada como a “fase de emergência” de estudos de futuro (PORTO, 2012; MASSARI, 2013). Em 1985, o primeiro curso formal em estudos futuros foi entregue às agências e aos órgãos governamentais; e, em 1988, o primeiro Seminário Internacional em estudos futuros, avaliação e participação social foi organizado no País pelo CNPq. Cenários começam a ser utilizados na segunda metade da década por instituições governamentais que operam em setores de longo prazo, tais como energia. Exemplos são o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) incorporando cenários em seu processo de planejamento estratégico, por volta de 1984; a Eletrobrás/Eletronorte (empresa de energia), em 1987; e a Petrobrás (empresa de petróleo), em 1989, para análises de mercado e da demanda associada de energia e combustível. Na verdade, a Petrobrás

iniciou o uso de cenários em conjunto com o BNDES em 1986. Em 1987, o Centro de Pesquisas e Desenvolvimento da Petrobras (Cenpes) desenvolveu seus primeiros cenários tecnológicos e, em 1989, os cenários tornaram-se uma parte intrínseca do planejamento estratégico da empresa. Cenários tiveram influência tanto em negócios quanto nos ambientes acadêmico e político. Por exemplo, os resultados dos *Cenários para a Economia Brasileira – Integração competitiva* (BNDES, 1984) propuseram uma atualização da estrutura industrial do País, uma economia aberta e competitiva e a renegociação da dívida externa do Brasil a longo prazo e em melhores condições. Isso foi realizado no governo do presidente Collor, nos anos 90. Além disso, a criação do Conselho Nacional de C&T (CCT), em 1985, influenciou o renascimento do pensamento de longo prazo no Brasil, embora a sua frágil configuração institucional - inicialmente subordinada à Secretaria de Planejamento, Orçamento e Coordenação da Presidência da República (Seplan/PR) - e a preocupação excessiva com uma agenda de curto prazo tenham levado à descontinuação de um planejamento de longo prazo. A gestão ministerial de C&T no período conhecido como a Nova República melhorou os aspectos financeiros e operacionais, mas não corrigiu as deficiências de coordenação. Este período é considerado como o da prática da modalidade 1 e uma mistura da primeira e segunda geração de estudos de futuro (enquanto o mundo já praticava a terceira geração).

Na década de 90, estudos de futuro tornaram-se amplamente organizados por governos, grupos consultivos, orientadores de pesquisa, academias nacionais de ciências e diversos departamentos governamentais em todo o mundo, bem como por associações industriais e empresas. Programas de grande escala ocorreram na Alemanha, França e no Reino Unido, o que inspirou outros países da UE e da Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico (OCDE), bem como da América Latina e da Ásia (notadamente Japão, Coreia, China e Índia) a iniciarem seus próprios programas nacionais. C&T foi o foco central dessas atividades, que visaram a identificar áreas estratégicas de pesquisa e tecnologias emergentes que poderiam alavancar benefícios econômicos (competitividade) e sociais (visões, redes, educação e cultura). Grupos e instituições internacionais são criados, tais como o Grupo de Cenários Globais, o Projeto do Milênio e o Centro de Pesquisa Conjunto – Instituto de Estudos Prospectivos e Tecnológicos da Comissão Europeia (JRC-IPTS). Essa década é considerada como a da prática da modalidade um e da quarta geração de estudos de futuro.

No Brasil, a década de 90 é considerada como a da “fase de divulgação” de estudos de futuro (PORTO, 2012; MASSARI, 2013). A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) adota uma abordagem de longo prazo em seu planejamento estratégico. O agronegócio e as cadeias de valores tornam-se conceitos importantes para um entendimento sistêmico embutido em estudos de futuro. A criação de um novo Conselho Nacional de C&T (CCT) resulta no estabelecimento de outros conselhos: i) cooperação internacional, informação e prospectivo; e ii) desenvolvimento regional. O primeiro deles permitiu um debate aprofundado em torno do futuro do Sistema Nacional de Ciência e Tecnologia (SNCT), conduzindo a mais um renascimento do pensamento de longo prazo e à sua inserção no setor público. Temas como tecnologias do futuro e o papel da informação como instrumento de transformação ganharam atenção. Em 1997, foi proposto um estudo inspirado no Projeto Francês de Tecnologias-chave, visando a identificar tópicos tecnológicos prioritários de C&T em temas setoriais. Os objetivos foram orientar as decisões do CCT e garantir

a participação do Ministério da Ciência e Tecnologia e demais representantes do setor público no pensar sobre o futuro, a fim de definir prioridades e estratégias associadas. Em 1998, o projeto Brasil 2020, iniciado na Secretaria de Assuntos Estratégicos (SAE) da Presidência da República, foi a primeira experiência governamental recente na realização de um planejamento integrado para o País. Foi destinado a promover uma reflexão sobre qual país o Brasil gostaria de ser e o que seria necessário para transformar essa visão em realidade (SARDENBERG, 2001). Workshops e entrevistas geraram insumos para a construção de cenários e uma ampla consulta de diversos atores sociais tentou compreender as aspirações da sociedade. Equidade, justiça e qualidade de vida foram os aspectos centrais das esperanças e ambições da sociedade; todos ainda válidos hoje. Essa década é considerada como a da prática da modalidade 1 e uma mistura da segunda e terceira geração de estudos de futuro, enquanto o mundo praticava a quarta geração.

Como a complexidade das sociedades aumenta em todo o mundo, a partir do ano 2000, o escopo e o foco dos estudos de futuro são ampliados de forma a abranger uma diversidade de temas. Exercícios prospectivos mudam de uma ênfase no escopo e na cobertura para prestar mais atenção no processo. Métodos começam a ser usados com mais critério e de acordo com o contexto. As atividades prospectivas se adaptam a um mundo com maior complexidade, interconectividade e interdependência. Estas atividades tentam responder a grandes desafios e às necessidades de sustentabilidade das políticas públicas, de uma forma adaptável. A compreensão de sistemas complexos e de possíveis comportamentos futuros de atores sociais torna-se o ponto de partida e o foco passa a ser em desafios, em vez de silos de tomada de decisão. Busca-se a coordenação de atores sociais para a solução de problemas comuns e estudos de futuro são institucionalizados na Australásia (Austrália, Coréia, China, Taiwan, Cingapura, etc), além da UE e do Japão, entre outros países. A Unido inicia um ambicioso programa de Prospecção Tecnológica para a América Latina e o Caribe e a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (Unesco) desenvolve cenários possíveis e políticas sociais para a América Latina e o Caribe no projeto “Repensando a América Latina” (2011). Esse período é considerado como o da prática de uma mistura das modalidades 1 e 2, bem como da quarta e quinta geração de estudos de futuro.

No Brasil, a partir do ano 2000, o período é considerado como a fase da *generalização e divulgação contínuas* de estudos de futuro (PORTO, 2012; MASSARI, 2013). Os fundos setoriais e um movimento iniciado pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) levam a uma revolução na CT&I, no início da década. Entretanto, os mesmos foram remanejados e parcialmente descontinuados nos últimos anos. As sementes que germinaram a partir do CCT resultaram, contudo, na criação do Programa Prospectar (MCTI) e, até certo ponto, no Programa Brasileiro de Prospectiva Tecnológica Industrial (PBPTI) do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC) em parceria com a UNIDO. Delphi foi a principal técnica utilizada. O projeto *Tendências* do MCTI e do MDIC, apoiado pelo Fundo Setorial de Petróleo e Gás, buscou uma ampla compreensão das tendências futuras para o setor de óleo e gás para os próximos 10 anos. A metodologia adotou técnicas como cenários, diagnósticos, pesquisa documental, mineração de texto, painéis de especialistas, *webdelphi*, entre outras. O projeto *Diretrizes Estratégicas* resultou, em 2001, na II Conferência Nacional de C&T e na criação do CGEE, a fim de institucionalizar os estudos de futuro e de avaliação estratégica em nível

nacional. De acordo com Santos e Fellows-Filho (2009), outros resultados da II Conferência Nacional de C&T foram: a publicação *Ciência, Tecnologia e Inovação: desafios para a sociedade brasileira - Livro Verde* (mostrando a trajetória da CT&I ao longo dos últimos 50 anos, em conjunto com iniciativas transformadoras e oportunidades futuras) e a publicação *Livro Branco: Ciência, Tecnologia e Inovação* (apontando as linhas de CT&I que deveriam ser incluídas na política nacional do setor ao longo dos próximos 10 anos – até 2012 –, a fim de consolidar um sistema nacional de CT&I). O projeto “Brasil 3 Tempos” do Núcleo de Assuntos Estratégicos (NAE) da Presidência da República teve como finalidades definir os objetivos estratégicos de longo prazo para o País e estabelecer um pacto entre o Estado e a sociedade para o alcance dessas metas, além de tentar institucionalizar uma visão de longo prazo na gestão pública. O principal método empregado foi cenários. A Embraer utiliza cenários e Delphi rotineiramente e, mais recentemente, sistemas de simulação, a fim de detectar sinais emergentes e suas implicações. A prospectiva tecnológica no Brasil é utilizada como um instrumento para a formulação de políticas públicas de CT&I com foco em setores e cadeias de valor. No entanto, apesar de todas as atividades mencionadas, os resultados não alcançam os impactos esperados, como ocorreu em outros países. Aulicino (2006) observa que possíveis falhas estão presentes na forma em que esses exercícios foram formulados, planejados e executados. Segundo ele, houve pouca participação pública e falta de compreensão de conceitos, objetivos e impactos esperados nesses exercícios, que levaram a pouco engajamento e compartilhamento de ideias entre os atores sociais, bem como à ausência de novas redes que se esperava como um resultado. Esse período é considerado como o da prática da modalidade 1 e uma mistura da primeira à terceira geração de estudos de futuro.

Neste contexto, os estudos de futuro no Brasil ainda são marcados pela dicotomia entre a descontinuidade e a institucionalização de atividades que podem ser incorporadas explicitamente nos processos de tomada de decisão e de planejamento. Ao mesmo tempo, o foco precisa mudar, de um enfoque apenas tecnológico para um onde a inovação seja vista de uma forma mais ampla, a fim de identificar e articular o conhecimento coletivo necessário para reorientar o Sistema Nacional de CT&I de forma sistêmica, abrangendo, assim, os aspectos sociais, ambientais, econômicos, políticos, tecnológicos e comportamentais (valores), entre outros. A coordenação entre os silos de tomada de decisão - por exemplo, ministérios - e os atores sociais, fomentando uma ampla participação da sociedade, ainda deve ser promovida de forma mais ampla e com foco em desafios ou problemas comuns. Além disso, a promoção do diálogo e da participação, em vez de uma mera consulta às partes interessadas, é importante para o alcance de uma compreensão mais sistêmica dos desafios a serem enfrentados, bem como para reforçar o comprometimento dos atores individuais com relação às decisões coletivas. Finalmente, a promoção dessas mudanças significa que há uma necessidade de se alterar o foco das atividades de prospecção, da otimização para aquela que constrói uma ponte entre a otimização e a contingência, ao mesmo tempo em que incorpora no seu bojo a incerteza, a complexidade e a criatividade.

### 3. Orientando o Sistema Nacional de CT&I por meio de estudos de futuro<sup>3</sup>

Nos últimos anos, as formas por meio das quais sistemas nacionais de CT&I podem ser reorientados para lidar com grandes desafios têm sido amplamente debatidas. De acordo com Cagnin *et al.* (2012), esses são desafios complexos e de difícil ou mesmo impossível resolução por agências individualmente ou apenas por meio de enfoques de planejamento racional. Acadêmicos e ativistas têm compreendido isso há algum tempo e a articulação desses desafios não é nova. A novidade aqui está relacionada à crescente atenção dada a essas questões na formulação de políticas nacionais de CT&I. As razões para isso são complexas. Em parte, refletem a crescente percepção de urgência na busca de respostas a uma série de desafios, que podem ter consequências devastadoras em escalas local/global nas próximas décadas, se negligenciados. Mas, também refletem uma tentativa de redirecionar os esforços de CT&I, pelo menos os que são financiados pelo setor público, na busca de respostas explícitas a agendas políticas. A questão central reside em como apoiar tal missão, que é focada em desafios, para uma prática de inovação (FREEMAN, 1970; ROGERS, 1995; FREEMAN e SOETE, 1997; OCDE e do EUROSTAT, 2005; FAGERBERG *et al.*, 2004; HALL e ROSENBERG, 2010) se desenvolver de forma mais direcionada e transformadora por meio da utilização de métodos e abordagens de estudos de futuro (CAGNIN *et al.*, 2012).

Processos e abordagens de estudos de futuro oferecem aos tomadores de decisão a possibilidade de antecipar e compreender transformações perturbadoras ou disruptivas que são necessárias como solução para grandes desafios ou, ainda, que sejam causadas por tais desafios. A partir da necessidade de se transcender as barreiras epistemológicas e ontológicas para melhor compreender e enfrentar os grandes desafios, os estudos de futuro conectam perspectivas de longo prazo e diferentes bases de conhecimento ao processo de tomada de decisão. Nesse processo, a ênfase é colocada em abordagens múltiplas e holísticas, por meio das quais é possível identificar diversos mecanismos e instrumentos capazes de moldar a direção dos sistemas de CT&I. Esses processos também ajudam na utilização e na gestão das incertezas associadas com as atividades de inovação e as funções dos sistemas de CT&I (BACH; MATT, 2005; BERGEK *et al.*, 2008; EDQUIST, 2008; HEKKERT *et al.*, 2007; JACOBSSON; BERGEK, 2006; LENTE, 1993; HIPPEL, 2005; WOOLTHIUS *et al.*, 2005), bem como, de forma mais ampla, com o futuro. Esse processo se dá através da criação de espaços para atores sociais, econômicos e políticos se encontrarem e apreciarem, mutualmente, as suas posições *vis-à-vis* sobre os possíveis rumos da CT&I (CAGNIN *et al.*, 2012).

Do ponto de vista político, esse potencial de coordenação melhora a comunicação e o entendimento entre os diferentes silos de tomada de decisões, dando apoio, por conseguinte, para o surgimento de uma combinação eficaz de políticas que promovem a inovação. Por fim, o simples fato de participar de tais processos pode, por si só, ser transformador ao incentivar a adoção de novas perspectivas e o desenvolvimento de novas habilidades para detectar e processar os sinais fracos de mudança. Dessa forma, diferentes abordagens e processos podem permitir que distintos atores se tornem

3 Cf. Cagnin *et al.*, 2012

mais adaptáveis e capazes de realizar mudanças sistêmicas. Para tanto, os estudos de futuro podem assumir diferentes funções, a fim de orientar os sistemas de CT&I de modo que esses sejam mais capazes de responder aos grandes desafios (CAGNIN *et al.*, 2012). Esses papéis podem ser agrupados em (BARRÉ; KEENAN, 2008; DA COSTA *et al.*, 2008; CAGNIN *et al.*, 2011; CAGNIN *et al.*, 2012): informar o processo de tomada de decisão; estruturar e mobilizar redes de atores; e capacitar atores do sistema de inovação.

#### 4. Estudos de futuro no CGEE

A missão do CGEE é promover Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I) para fomentar o avanço do crescimento econômico, da competitividade e do bem-estar social no Brasil. Essa missão é levada a cabo através da execução de estudos de futuro e de avaliação estratégica, em combinação com abordagens e sistemas de gestão da informação e do conhecimento. No núcleo de suas atividades está a sua capacidade de articular os diversos atores do Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (SNCTI) brasileiro. Nesse contexto, um dos objetivos institucionais do CGEE ligados à sua missão é ser capaz de conduzir estudos de futuro ou prospectivos que gerem informações antecipadas para o SNCTI brasileiro em geral e, em particular, para o MCTI e suas agências.

Por meio de observações e de diálogos sistemáticos, a instituição está mudando o seu enfoque de estudos de futuro em alinhamento com a identificação e a compreensão de desafios e de novas questões estratégicas que mereçam uma investigação mais aprofundada. O objetivo é evoluir a sua prática de estudos de futuro para ser capaz de combinar as gerações de 1 a 5, bem como as modalidades 1 e 2 (ver introdução), no intuito de permitir que seus resultados sejam mais bem posicionados para apoiar uma reorientação do SNCTI brasileiro.

Nesse contexto, o CGEE está empreendendo um processo de transformação na sua abordagem de projetar, organizar, implementar, gerenciar e avaliar seus estudos de futuro. O objetivo é passar de um enfoque normativo e prescritivo para um que incorpore a complexidade, o emergente e a novidade. Tal movimento está ocorrendo pela promoção de uma melhoria na capacidade da instituição em usar abordagens sistêmicas e sistemáticas, além de desenvolver recomendações para o delineamento e a implementação de políticas, incorporando ideias e percepções compartilhadas. A instituição está caminhando nessa direção, a fim de melhorar a qualidade e a robustez de sua inteligência antecipatória e para aumentar o grau de preparo do SNCTI para eventos perturbadores (CAGNIN *et al.*, 2013). O CGEE está alcançando esse objetivo por meio da criação de espaços de diálogo entre os principais intervenientes de diferentes domínios, com pontos de vista e experiências divergentes. Esses espaços são concebidos para o desenvolvimento de visões compartilhadas e para a indução de processos de transformação guiados. Tal indução tem como objetivos moldar e fomentar diálogos sobre mudanças possíveis e sobre como se preparar para enfrentá-las por meio de políticas sistêmicas. Tem como finalidade, ainda, a construção de agendas de pesquisa e de inovação. Uma série de métodos, ferramentas e abordagens está sendo explorada para que a instituição possa avançar nesse sentido e seja capaz de usar o futuro para disparar e expandir o imaginário coletivo, assim como

para obter uma compreensão mais ampla e sistêmica do presente. É importante destacar que a abordagem que vem sendo desenvolvida pelo CGEE leva em consideração três temas integrantes<sup>4</sup> que determinam a qualidade de estudos de futuro (CAMERON, LOVERIDGE *et al*, 1996):

- perícia: compreensão da natureza do problema ou do desafio em mãos; reconhecimento do surgimento e dos padrões significantes provenientes de sinais fracos de mudança em um ambiente barulhento, bem como através da inteligência coletiva e distribuída;
- criatividade: na arte de adotar “conhecimentos conhecidos”, “conhecimentos desconhecidos”, “fatos desconhecidos que sejam conhecidos” e “fatos desconhecidos que sejam desconhecidos”, considerando-se, assim, conhecimentos, opiniões, especulações e conjunturas. Além disso, a criatividade reside na capacidade de imaginar, experimentar e interpretar novas e transformadoras possibilidades do futuro no presente; de abraçar o futuro emergente e de contar histórias por meio de narrativas e de distintas formas de visualização;
- interação ou alinhamento: entre o governo, a ciência, a indústria, os políticos e os praticantes de estudos de futuro, o que exige um “aperto de mãos”, tanto mental quanto físico.

Portanto, os objetivos dos estudos de futuro no CGEE passam a ser o equilíbrio entre um desenho de projeto contextualizado com abordagens qualitativas e quantitativas sistêmicas e sistemáticas, além de como ser receptivo ao desconhecido e à incerteza como fontes de novidades, fomentando, assim, um convite à criatividade e à improvisação, juntamente com o uso de evidências. Trabalhando com futuros possíveis, prováveis, desejáveis, plausíveis e reformulados<sup>5</sup>, pode-se proporcionar uma maneira de se trabalhar com futuros desconhecidos e novos quadros para se imaginar o futuro. De acordo com Miller (2007; 2011 a-b), isso é realizado pela exposição das premissas de antecipação e pela revelação dos processos sociais e dos sistemas utilizados para se inventar e descrever futuros imaginários. O autor afirma que tais processos aumentam nossa capacidade de imaginar a descontinuidade e a de colocar mais esforço em inventar o que é desconhecido, desenvolvendo, assim, uma maior capacidade de se usar o futuro; o que ele chama de “alfabetização de futuros”.

Desenvolver o equilíbrio acima mencionado implica na construção de uma capacidade de “andar sobre duas pernas”<sup>6</sup>: melhorar ou otimizar o sistema atual, ao mesmo tempo em que se move em direção a configurações novas e/ou perturbadoras do sistema. Ser capaz de operar tanto em sistemas conhecidos (de dentro para dentro, de dentro para fora e de fora para dentro), com mais eficiência e eficácia, bem como operar em sistemas desconhecidos (de fora para fora), de acordo com a Figura 1, irá permitir à instituição a elaboração de questões estratégicas para si e para seus clientes. Em outras palavras, olhando para fora do sistema com o qual estamos familiarizados, será possível apoiar não apenas o desenvolvimento como o enfrentamento de novas questões estratégicas, além do reconhecimento de novos elementos (por exemplo, desafios, tecnologias, transformações sociais,

4 O papel dos métodos é fornecer apoio a esses três temas de integração.

5 Alfabetização sobre o uso do futuro ou “alfabetização de futuros” (MILLER, 2011a-b).

6 Apresentações de Riel Miller em *workshops* realizados pela Unesco em parceria com o CGEE (FL Uknowlab).

etc.), por meio de observações sistemáticas e de diálogos, bem como na seleção daqueles que valem a pena serem investigados com mais profundidade a fim de identificar novas oportunidades.

	De dentro para dentro	De dentro para fora
De dentro para dentro	Otimização – futuros normativos e prescritivos	
De dentro para fora e de fora para dentro	Contingência – futuros alternativos	
De fora para fora	Novidade – incorporar complexidade e incerteza através da habilidade de reformular, de usar inteligência coletiva e de construir narrativas	

**Figura 1.** Operando em sistemas tanto Conhecidos Quanto Desconhecidos

Fonte: adaptado de Miller (2007 - 2011 a-b)

Em resumo, a otimização centra-se na melhoria dos sistemas existentes e vislumbra o futuro destacado do presente. Essa visão normalmente permite uma inovação incremental, fundamentada em um futuro normativo com ações prescritivas associadas. Prepara, ainda, pessoas para operarem em sistemas conhecidos ou “de dentro para dentro”. Em outras palavras, significa que os limites do sistema sob análise são bem compreendidos e apenas aquilo que reside dentro de tais limites é analisado.

Contingência, por outro lado, concentra-se em evitar que algo indesejável aconteça ou na preparação do sistema atual para que ele continue existindo no futuro. Essa visão também é direcionada para o futuro de forma destacada do presente, mas olha para futuros alternativos ao invés de apenas uma única direção (tendencial ou desejada). Os objetivos são permitir que as pessoas se preparem para diferentes possibilidades do futuro, independentemente de estas se materializarem ou não, e delinear um caminho desejável com pontos de controle associados que, uma vez monitorados, permitam aos indivíduos a adaptação a novas situações ou eventos ao longo do caminho. Nesse contexto, além de um olhar “de dentro para dentro” (sistemas conhecidos), esse enfoque permite também um olhar “de dentro para fora” e “de fora para dentro”. Em outras palavras, esse enfoque permite a identificação de como as mudanças no sistema que está sendo analisado (por isso conhecido, pelo menos parcialmente) podem afetar outros sistemas e vice-versa. A inovação promovida aqui também é incremental, mas com potencial para que ocorra uma inovação mais radical ou disruptiva.

Ser capaz de abraçar e incorporar a complexidade e a incerteza, no entanto, significa ser capaz de colocar uma maior ênfase nas narrativas e na capacidade de reformular (questões, conceitos,

culturas, etc.) nossas imagens e metáforas sobre o futuro. De acordo com Miller (2011 a-b), isso significa que o futuro não está mais destacado do presente, mas passa a ser uma parte intrínseca e alternativa do mesmo, o que nos permite abraçar o desconhecido e o inesperado no presente, enquanto o futuro se desenrola. O foco é em mais de um futuro transformador (de fora para fora) que esteja aberto a descontinuidades, bem como para processos de nascimento e renascimento. Essa abordagem permite tanto a inovação incremental quanto a radical ou disruptiva, sendo que a experimentação está no centro de nossa capacidade de cultivar e colher o novo e o inesperado (MILLER, 2011 a-b).

Com base no exposto, a direção para a qual os estudos de futuro estão evoluindo no CGEE objetiva capacitar a instituição para que esta possa operar em todos os sistemas acima descritos, em paralelo. Dessa forma, além de uma mera análise de evidências, passa a existir um convite explícito à incerteza, à complexidade e à criatividade ao longo do processo, que são articuladas e traduzidas em recomendações para o desenho e a implementação de políticas ou em novas questões estratégicas que devem ser investigadas e tratadas, a fim de reorientar o SNCTI brasileiro.

## Referências

- AULICINO, A.L. **Previsão para políticas de CT&I com desenvolvimento sustentável: estudo de caso Brasil**, 306 p. Tese (Doutorado em Administração) - Departamento de Administração da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2006.
- BACH, L.; MATT, M. De fundamentos econômicos para ferramentas de política de C&T: uma análise comparativa dos paradigmas dominantes. In: MATT, M.; LLERENA, P. (eds.) **Política de inovação em uma economia baseada em conhecimento: teorias e práticas**, p. 17-40. Berlin: Springer. 2005.
- BARRE, R.; ANDKEENAN, M. Revisitando justificativas de prospectiva: que lições das ciências sociais e humanidades? In: CAGNIN, C.; KEENAN, M.; JOHNSTON, R.; SCAPOLO, F.; BARRE, R. (eds.) **Análise de tecnologia orientada ao futuro**, p. 41- 52. Heidelberg: Springer, 2008.
- BERGEK, A.; JACOBSSON, S.; CARLSSON, B.; LINDMARK, S.; RICKNE, A. Analisando a dinâmica funcional de sistemas de inovação tecnológica: um esquema de análise. **Política de Pesquisa**, v. 37, p. 407-29. 2008.
- BUARQUE, S.C. Experiências recentes de elaboração de Cenários do Brasil e da Amazônia brasileira. **Parcerias Estratégicas**, v.5, p. 1-26. 1998.
- CAGNIN, C.; LOVERIDGE, D.; SARITAS, O. FTA e equidade: novas abordagens de governança. **Futuros**, v. 43, p. 279-91. 2011.
- CAGNIN, C.; KEENAN, M.; JOHNSTON, R.; SCAPOLO, F.; BARRE, R., eds, **Future-oriented analysis tecnologia - inteligência estratégica para uma economia inovadora**. Heidelberg: Springer. 2008.
- CAGNIN, C.; AMANATIDOU, E.; KEENAN, M. Orientando sistema europeu de inovação para desafios globais e os papéis fta pode desempenhar. **Ciência e Políticas Públicas**, v. 39, p. 140-152. 2012.

- CUHLS, K. de. Processos previsão prospectiva a processos participativos - novas atividades prospectivas na Alemanha. **Journal of Forecasting**, v. 23, p. 93-111. 2003.
- DA COSTA, O.; WARNKE, P.; CAGNIN, C.; SCAPOLO, F. Impacto da previsão na construção de políticas: visões do processo FORLEARN de aprendizagem mútua. **Tecnologia de Análise e Gestão Estratégica**, v. 20, n.3. 2008.
- EDQUIST, C. Projeto da política de inovação, através da análise de diagnóstico: identificação de problemas sistêmicos (ou falhas). **CIRCLE Eletrônico Working Paper Series**, n.6. Lund: Universidade de Lund. 2008.
- ERIKSSON, E.A.; WEBER, M. **Previsão adaptativa: navegando na paisagem complexa de estratégias políticas**. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE SEVILHA SOBRE ANÁLISE DE TECNOLOGIA ORIENTADA AO FUTURO, 2. Sevilha, 28-29 de set. 2006.
- FAGERBERG, J.; MOWERY, D.C.; NELSON, R.R. **Manual da inovação de Oxford**. Oxford: OUP. 2004.
- FREEMAN, C.; SOETE, L. **A Economia da inovação industrial**, 3 ed. Londres: Pinter. 1997.
- FREEMAN, E. Teoria das partes interessadas da empresa moderna. In: HOFFMAN, M.; FREDERICK, R.E.; SCHWARTZ, M.S. (eds). **Ética empresarial - leituras e casos na moralidade corporativa**, 4 ed. New York: McGraw-Hill. 1970.
- GEORGHIOU, L. **Previsão de terceira geração** - Integrando a dimensão socioeconômica. In: Conferência Internacional sobre Previsão de Tecnologia - a abordagem e o potencial da nova tecnologia de previsão. Japão: Centro de Prospeção de Ciência e Tecnologia, Instituto Nacional de Política de Ciência e Tecnologia (NISTEP), Ministério da Educação, Cultura, Desporto, Ciência e Tecnologia. 2001.
- \_\_\_\_\_. Futura da previsão do desenvolvimento econômico, tecnologia. **UNIDO Foresight Summit**, Budapeste: 27-29 set. 2007.
- GLENN, J.C.; GORDON, T.J. **O Projeto do milênio - futuros da metodologia de pesquisa**, V2.0. 2008.
- HALL, B.H.; ROSENBERG, N. **Manual de economia da inovação**. Amsterdam: North Holland, Elsevier. 2010.
- HAVAS, A.; SCHARTINGER, D.; WEBER, K.M. Experiências e práticas de previsão de tecnologia na região europeia. **UNIDO Tecnologia Foresight Summit**, Budapeste: 29 set. 2007.
- HEKKERT, M.P.; SUURS, R.A.A.; NEGRO, S.O.; KUHLMANN, S.; SMITS, R. Funções dos sistemas de inovação: uma nova abordagem para analisar a mudança tecnológica. **Prospecção Tecnológica e Mudança Social**, v.74, p. 413-32. 2007. JACOBSSON, S.; BERGEK, A. A estrutura para orientar os formuladores de políticas de intervenção nos sistemas de inovação emergente nos países em desenvolvimento. **European Journal of Development Research**, v. 18, p. 687-707. 2006.
- JOHNSTON, R. **O Estado e a contribuição de previsão internacional: novos desafios - o papel da previsão na seleção de investigação sobre as prioridades das políticas de pesquisas**. In: SEMINÁRIO JRC-IPT, Sevilha, 13-14 de Maio. 2002.
- \_\_\_\_\_. Principais tecnologias industriais do futuro como estímulos ao desenvolvimento econômico e a competitividade. **UNIDO Summit de Previsão de Tecnologia**, Budapeste, 27-29 set. 2007.

- KEENAN, M.; MANTEIGA, M.; SAINZ DE LA FUENTE, G.; POPPER, R. Mapeamento da previsão na Europa e em outras regiões do mundo: o relatório anual de 2006. **Mapeamento da EFMN, Previsão Europeia de Monitoramento de Rede**. 2006.
- MASSARI, G. **Relatório final sobre mapeamento das atividades de prospectiva no Brasil**. Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. 2013.
- MILLER, R. Alfabetização futura : um método de cenário híbrido estratégico. **Futuros**, v. 39, p. 341-362. 2007.
- \_\_\_\_\_. Alfabetização futuras - abraçando complexidade e usando o futuro. **Ethos**, v. 10, p. 23-28. 2011a.
- \_\_\_\_\_. Estando sem existir: a comunidade de futuros em um ponto de retorno? Um comentário sobre a Previsão de Jay Ogilvy De frente para o rebanho. **Previsão**, v.13, n. 4, p. 24-34. 2011b.
- OCDE E EUROSTAT. **Manual de Oslo**: diretrizes para coleta e interpretação de dados sobre inovação, 3. ed. Paris: OECD. 2005.
- PORTO, C. **Foresight prospectivo no Brasil**: uma visão geral e casos, em: Oficinas de aprendizado mútuo sobre cenários, Brasília: CGEE, 05 dez. 2012.
- RATTNER, H. **Estudos do futuro**: introdução à antecipação tecnológica e social. Rio de Janeiro: FGV, 206 p. 1979.
- ROGERS, E.M. **Difusão de inovações**. 4 ed. New York: Free Press. 1995.
- SANTOS, D.M.; FELLOWS-FILHO, L. **Prospectiva na América Latina: evolução e desafios**. Bauru, SP: Canal6. 2009.
- VAN LENTE, H. **Tecnologia promissora, a dinâmica de expectativas em desenvolvimento tecnológico**. Tese (doutorado) - Universidade de Twente. 1993.
- VON HIPPEL, E. **Democratizar a inovação**. Cambridge, MA: MIT Press. 2005.
- WEBER, M. Prospectiva e planejamento adaptável como elementos complementares em tomada de decisão antecipatória: uma abordagem conceitual e metodológica. In: VOB J.-P.; BAUKNECHT, D.; KEMP, R. (eds). **Governança reflexiva para o desenvolvimento sustentável**. Cheltenham: Edward Elgar, p.189-221. 2006.
- WOOLTHIUS, R.K.; LANKHUIZEN, M.; GILSING, V. Um quadro de insuficiência no sistema para a formulação de políticas de inovação. **Technovation**, v. 25, p. 609-19. 2005.



# Percepções e prospecções sobre políticas públicas para a cadeia produtiva florestal brasileira

José Batuíra de Assis<sup>1</sup>

## Resumo

A cadeia produtiva florestal no Brasil pode ser analisada sob duas lentes, tendo como pano de fundo o presente e o passado. Contrapondo-se ao déficit no abastecimento, que compromete a imagem do governo e as florestas nativas, colocando em risco milhares de empregos, há um grande potencial, materializado nas condições de clima e solo, tecnologia de ponta, capacidade administrativa e mão de obra especializada. Em contraponto existem barreiras representadas por instrumentos legais e administrativos, desaguando no campo dogmático e da desinformação, inexistindo apoio governamental.

A crise de abastecimento é a senha para a criação de ambiente jurídico/ institucional capaz de projetar o Brasil no mercado mundial de produtos florestais. Idealiza-se a atividade florestal pautada pelas forças de mercado, livre da gestão ambiental que a diferencia das outras cadeias do agronegócio.

**Palavras-Chave:** Arranjo institucional. Avanço tecnológico. Barreiras culturais. Livre mercado. Marco Legal.

## Abstract

*Brazilian Forest Chain may be focused through two lens, in a background showing past and present: First, there is insufficient supply of forest row material, and this affects government image and threaten native forests. On the other hand, there is great potential for forest development, represented by good conditions of soil and climate, besides advanced technology and skilled labor. In opposition, wrong laws and rules; lack of government aid and interference of popular myths, form barriers that inhibit the normal forest activities. The present supply crises, is the password to build institutional and legal conditions to increase brazilian participation in the world forest products market. The forest chain must be regulated by market laws, splitting out of environmental structure and reaching the status of other agribusiness chains in the Country.*

**Keywords:** Institutional Arrangement. Technological Progress. Cultural Barriers. Free Market. Legal Framework.

<sup>1</sup> Engenheiro florestal e mestrando em Ciências Florestais na Universidade Federal de Viçosa, em Minas Gerais, Brasil.

## 1. Introdução

A cadeia produtiva florestal brasileira é muito diversificada, em parte, devido ao variado perfil dos usuários – consumo doméstico, infraestrutura rural e urbana, construção civil e indústria. Desponta, ainda, o estágio da matéria prima florestal, que varia de produtos “in natura” até aqueles submetidos a tratamentos mecânicos, químicos ou processos de pirólise. Após as devidas transformações, as matérias primas florestais tornam-se aptas a participarem das diversas cadeias secundárias, principalmente na indústria de transformação, a exemplo do ferro gusa a carvão vegetal.

Os produtos da biomassa florestal diferem, também, quanto à sua origem em relação às partes que compõem a árvore (tronco, folhas, casca e raízes). São exemplos típicos: as essências obtidas das folhas; a cortiça e as resinas oriundas da casca e do córtex; e os mais conhecidos, relativos aos produtos derivados de processamento da madeira sólida, como a celulose e os painéis de madeira. A pirólise do material lenhoso produz, além do energético e redutor carvão vegetal, materiais resultantes da condensação da fumaça gerada durante a carbonização. O seu processamento resulta em importantes produtos e resíduos, utilizados na farmacologia, alimentação e higiene, e como insumos agropecuários.

Se essa complexidade da cadeia produtiva pressupõe múltiplas opções de planos de manejo florestal, o cenário é potencializado pela possibilidade de se trabalhar com florestas plantadas e nativas espontâneas, que requerem tratamento diferenciado nas técnicas de condução, colheita e transporte.

Como o foco deste trabalho é em políticas públicas, torna-se importante contextualizar a disponibilidade de terras e aptidão dos meios de produção: tipos de solo, relevo e clima; domínio de tecnologias e técnicas de produção; existência de mão de obra especializada; capacidade administrativa e equipamentos adequados; e não competição por áreas essenciais à produção de alimentos.

O longo prazo de maturação florestal e a colheita, normalmente fatiada em áreas colhidas anualmente, fazem com que a sustentabilidade ocorra a partir do plantio de módulos plurianuais, correspondentes ao período de rotação. Planeja-se a colheita de uma área cuja produção seja suficiente para o atendimento da demanda, ano a ano, e a reforma ou plantio de outra, de produção igual ou superior à que foi colhida.

Uma abordagem estratégica da cadeia produtiva florestal deve considerar todas as suas nuances, incluindo aquelas ligadas aos instrumentos legais que regulam a produção, a logística e a comercialização. Deve-se ter em conta, também, as dificuldades impostas por estigmas e preconceitos arraigados no imaginário popular, que confundem colheita com desmatamento e propagam que florestas plantadas secam e prejudicam o solo, entre outras crendices.

Sem esgotar o assunto, mas fechando o ciclo de abordagens sobre percepções acerca da cadeia produtiva florestal, é indispensável citar os serviços ambientais prestados pela floresta e a crescente onda de precificação e comercialização de ativos financeiros ligados a externalidades, sobretudo o pujante mercado de créditos de carbono.

## 2. A questão conceitual

Os conceitos de sustentabilidade vêm, tradicionalmente, atrelados a valores explícitos inerentes a questões administrativas, econômico-financeiras e eventos tangíveis, como objetivos, estratégias, localização geográfica, tecnologia, recursos humanos, logística, entre outros, e são fundamentados em equações de oferta e demanda.

A multiplicidade de conceitos e terminologias para um mesmo evento e de conceitos semelhantes para eventos diferentes é marca do momento histórico em que vivemos nas diversas subcadeias ligadas às florestas e fruto de certo descuido do meio acadêmico em clarear o assunto. Expressões como setor florestal e agenda florestal, apenas para citar dois exemplos, normalmente não se limitam à atividade florestal e são usadas com a conotação de cadeia produtiva (que envolve diferentes usos e transformações da matéria-prima florestal, ou seja, projetam-se para além dos limites da silvicultura).

Ainda no campo dos conceitos, a palavra floresta tem sido indevidamente utilizada em várias circunstâncias, com significados diferentes e, o que é mais grave, isso ocorre até em textos da legislação vigente (o que, por si, justifica proposta de novo marco legal para a cadeia produtiva florestal). No dicionário Aurélio da língua portuguesa, encontramos as seguintes definições ligadas ao assunto florestas, importantes para trazer luz ao assunto:

- mato – terreno coberto por plantas agrestes [ervas, arbustos, árvores (grifo nosso)];
- mata – terreno coberto por árvores silvestres [portanto, a expressão mata nativa é um pleonasma, já que toda mata é nativa (grifo nosso)];
- floresta – grande extensão de terras, coberta por árvores cujas copas se tocam [nativas, exóticas, plantadas e espontâneas (grifo nosso)].

Apresenta-se, a seguir, a percepção histórica e da realidade, procurando-se embasar soluções à luz de conceitos atualizados, potencialidades e limitações da cadeia produtiva florestal e sua compatibilização com a sustentabilidade econômica, ambiental e social.

## 3. O estado da arte

A situação atual da cadeia produtiva florestal reflete uma trajetória errática (para o bem e para o mal), que pode ser resumida nos seguintes pontos:

- a. O processo de ocupação do solo no País pela agricultura e pecuária, desde o descobrimento até os dias atuais, foi feito à custa do desmatamento em importantes biomas brasileiros, destacando-se as matas Atlântica, Amazônica e o Cerrado;
- b. As áreas com florestas plantadas sob a égide dos incentivos fiscais – Lei 5.106 e Fundo de Investimento Setoriais (Fiset) Reflorestamento – cresceram e se consolidaram lado a lado com vícios operacionais. Destacam-se a concentração fundiária e a supressão de formações arbóreas nativas para sua

- implantação, além de mazelas sociais no aproveitamento de matérias-primas florestais, como, por exemplo, o processo empírico de carbonização – que à época era denominado carvoejamento;
- c. Em contrapartida, sobrevieram ganhos tecnológicos, técnicos e administrativos proporcionados por implantação, manejo e colheita de boa parte das florestas plantadas a partir dos incentivos fiscais, que colocaram o Brasil em posição de destaque no cenário florestal mundial, pela capacidade competitiva adquirida e pelo desenvolvimento de boas práticas de produção;
  - d. Entretanto, o aparato legal e normativo vigente - formado por um cipoal de leis e normas infralegais - desconhece os avanços obtidos, é fruto da preocupação em coibir o mau uso dos recursos naturais ocorrido no passado e foi concebido com inspiração na imagem do retrovisor;
  - e. Como agravante e também como fruto dos processos históricos, o imaginário popular polariza a floresta entre a preservação e a devastação. Isso inibe qualquer iniciativa pública de produção florestal sustentada, que esbarra em estigmas e preconceitos contra a cadeia produtiva florestal, mesmo que ela esteja, hoje, sob o manto de boas práticas de produção;
  - f. O respaldo institucional para a cadeia produtiva florestal deixou de existir no setor público, a partir do fim dos incentivos fiscais, em 1986, e da inclusão de sua gestão na estrutura orgânica de meio ambiente, muito embora apêndices estruturais nessa área (Serviço Florestal e Conselho Nacional de Florestas) tenham protagonizado movimentos isolados no sentido de reabilitá-lo, sem sucesso;
  - g. O poder público, ao longo de décadas e em todas as suas instâncias, não protagonizou políticas públicas de fomento ou apoio à cadeia produtiva florestal. Pode-se afirmar que o Estado teve participação espasmódica no extraordinário avanço tecnológico que ela experimentou, propiciado pela associação de empresas com escolas de engenharia florestal. O Estado só participou, efetivamente, em parcerias nos estudos que permitiram o mapeamento do genoma do eucalipto, ocorrido no âmbito do Centro Nacional de Recursos Genéticos (Cenargen);
  - h. Hoje, a questão institucional, ressalvados os infrutíferos esforços no âmbito da estrutura de meio ambiente, resume-se em arranjos internos do setor privado, para programas de fomento com produtores rurais e eventuais associações com a academia, restritas ao desenvolvimento tecnológico e técnico;
  - i. A obrigação legal do auto suprimento, imposta aos consumidores de matérias-primas florestais desde a década de 60, eliminou a lei de oferta e procura e afastou os produtores rurais dessa cadeia produtiva, tirando-lhes uma fonte alternativa de renda, além de privilegiar a monocultura florestal em extensas áreas contínuas, a concentração fundiária e o aumento do êxodo rural.
  - j. Devido ao longo prazo de maturação das florestas plantadas, que no Brasil situa-se, em média, no horizonte de sete anos, a instalação de novos empreendimentos industriais ou o aumento vegetativo do consumo, necessitam de estoques previamente formados de maciços florestais. Não existe, no País, política pública neste sentido.

#### 4. Evolução do perfil institucional

Para entender o atual estágio institucional da cadeia produtiva florestal no Brasil, torna-se necessário remontar à época dos incentivos fiscais, iniciada em 1965, com a edição da Lei 5.106, e consolidada

em 1967, por meio da criação do Fiset Reflorestamento e do Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF). Originalmente o instituto foi alocado no Ministério da Agricultura, com a função de operacionalizar o Fiset e controlar as cadeias produtivas secundárias.

É bom lembrar que esse não foi um movimento isolado, pois também em 1965 foi editado o Novo Código Florestal Brasileiro – Lei 4.711/65, que teve influência decisiva nos destinos das atividades lastreadas em florestas no Brasil, prevalecendo como seu marco regulatório até hoje, modificado pela Lei 12.651/2012.

A partir da década de 1980, com o fim dos incentivos fiscais, deixaram de existir quaisquer estruturas de apoio à atividade florestal. A expansão e até mesmo a manutenção do estoque florestal brasileiro ficaram comprometidas. Toda a estrutura de apoio à cadeia produtiva ruiu junto com o IBDF.

A cadeia produtiva florestal ficou restrita a empresas de produção integrada de celulose, siderurgia, produtos sólidos e painéis de madeira, além de empresas independentes, administradoras de projetos florestais implantados com recursos dos incentivos fiscais. Mais tarde, estas últimas venderam seus ativos florestais ao grupo das integradas ou adquiriram plantas industriais para integrar às suas florestas.

Com a extinção do IBDF, seu acervo foi absorvido pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama), ficando a questão florestal confinada nas estruturas do Ministério do Meio Ambiente (MMA) e das secretarias de Meio Ambiente, na esfera federal e estadual, respectivamente. Toda a atuação governamental ficou, assim, reduzida a ações de fiscalização via comando e controle, em detrimento de programas de apoio e fomento.

A vertente ambientalista do Código Florestal foi incrementada e fortalecida na Constituinte de 1988, com a criação do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) e abertura para a legislação ambiental Concorrente nos Estados.

## 5. Arranjo institucional - cenário atual

Hoje, não existem estratégias de desenvolvimento para a cadeia produtiva da biomassa florestal - planos, programas, projetos e ações -, nem um arranjo institucional adequado, em nível de governo. Adicionalmente, falta um marco legal com regras claras e duradouras, que tragam segurança jurídica e garantia para os empreendedores.

O marco jurídico que disciplina as atividades dessa cadeia produtiva é o Código Florestal (Lei 12561/2012), instrumento normativo ambíguo, que mistura preservação da biodiversidade, num extremo, e produção florestal, no outro. Torna-se necessário aprovar um marco regulatório próprio, promovendo a desvinculação da atividade florestal da gestão ambiental. O novo instrumento legal teria foco exclusivo na cadeia produtiva. As questões ambientais inerentes permaneceriam na norma original que, livre da gestão florestal, teria foco nos recursos naturais primários - água, ar e solo - e, mais adequadamente, poderia ser denominado Código Ambiental.

O novo perfil institucional deve ser, no mínimo, compatível com seus elos operacionais mais importantes: a) silvicultura; b) indústria; c) pesquisa e desenvolvimento florestal. O Ministério do Meio Ambiente, atual gestor da cadeia produtiva florestal, teria uma ação transversal à de seus pares e cuidaria do licenciamento, quando exigível, e demais controles ambientais de sua competência, atuando de acordo com as interações socioambientais de cada elo da cadeia.

## 6. Indicadores socioeconômicos, técnicos e ambientais

Todos os indicadores refletem o potencial de desenvolvimento da atividade florestal, que pode ser resumido nos seguintes pontos:

### 6.1. Ocupação e uso do solo

O processo de ocupação do solo no País pela agricultura e pecuária, desde o descobrimento até os dias atuais, foi feito à custa do desmatamento em importantes biomas brasileiros, destacando-se as matas Atlântica, Amazônica e o Cerrado. Comparativamente, temos a seguinte matriz de ocupação do solo no país:

Pela Tabela 1, depreende-se que, no Brasil, o eventual crescimento da área plantada com florestas não necessariamente competirá com a produção de alimentos, pois ela pode dar-se em terrenos desbravados pela atividade pecuária, muitos dos quais estão hoje subutilizados.

Tabela 1. Brasil - Ocupação e uso do solo

Tipo de uso	(Milhões de ha)	Porcentagem (Ocupação do solo)
Florestas nativas	444	52,5
Plantações florestais	7	0,8
Pastagens	176	19,9
Agricultura	42	5,0
Não agricultáveis	43	5,0
Outros	142	16,9

Fonte: AMS/ABRAF(2012)

## 6.2. Avanços tecnológicos

A ciência florestal tem protagonizado, a despeito de ser muito jovem no Brasil – não se passaram nem 50 anos desde a formatura da primeira turma de engenheiros florestais, enquanto a Alemanha, por exemplo, possui escolas de florestas desde 1610 -, avanços tecnológicos excepcionais, colocando o País à frente dos principais concorrentes em termos de florestas de rápido crescimento. Em menos tempo do que leva uma floresta plantada para atingir sua idade de rotação num país de clima temperado (50 a 70 anos), conseguiu-se elevar a produtividade das florestas de eucalipto no Brasil, de 8m<sup>3</sup>/ha/ano para 45m<sup>3</sup>/ha/ano, mais que quintuplicando a produtividade.

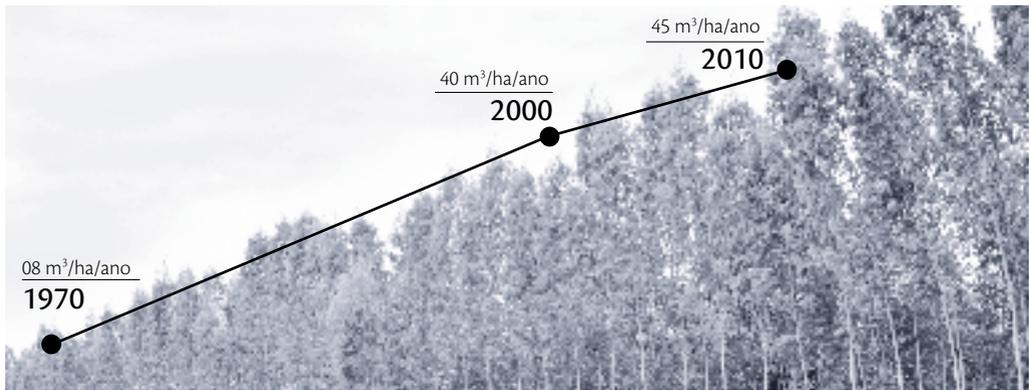


Figura 1. Brasil - Evolução da produtividade florestal

Fonte: AMS

## 6.3. Competitividade

Os gráficos a seguir ilustram a produtividade e o custo da matéria-prima florestal na fábrica, frente aos principais competidores internacionais.

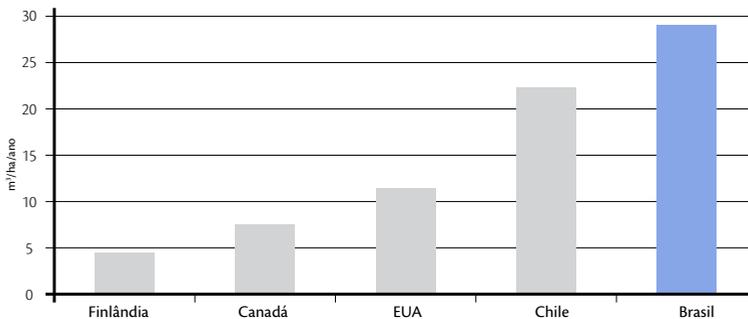
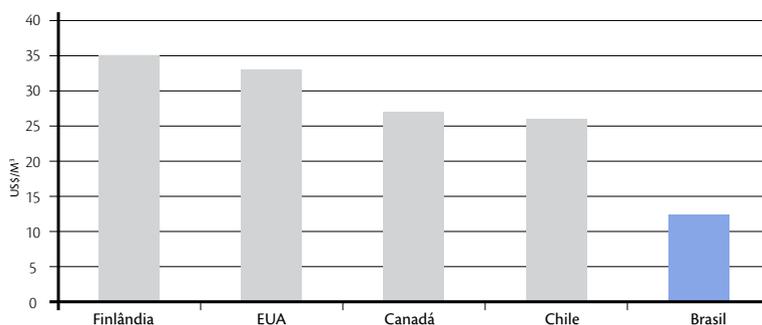


Gráfico 1. Competitividade do Brasil frente aos principais concorrentes - Produtividade da Floresta (m³/ha/ano)

Fonte: AMS (2005)



**Gráfico 2.** Competitividade do Brasil frente aos principais concorrentes - Custo na Fábrica (US\$/m³)

Fonte: AMS (2005)

## 6.4. Geração de empregos

Os empregos gerados pela cadeia produtiva florestal no Brasil estão na casa dos 4,4 milhões (ABRAF, 2012), a grande maioria fornecida no campo, absorvendo parcela da população de baixa escolaridade e/ou formação profissional. Os avanços tecnológicos, entretanto, têm levado a uma especialização da mão de obra e as relações de trabalho têm ganhado muito em qualidade - a mecanização das operações de colheita é um retrato recente desse fato. Como exemplo, cita-se a criação de Centros de Operações Florestais - aparelhados com sistema virtual de treinamento para formar operadores de equipamentos de colheita florestal - no Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (Senai) do Paraná e na Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, em Minas Gerais.

## 7. Principais gargalos ao desenvolvimento da cadeia produtiva florestal

### 7.1. Legislação equivocada

Sob o pretexto de proteger os remanescentes nativos, a legislação pertinente acaba por ser, ao mesmo tempo, extremamente restritiva, punitiva e prejudicial à atividade lastreada em plantações florestais. É um conjunto de normas fundamentada em estágios primários da atividade extrativa vegetal no Brasil e incompatível com o estado da arte. Tem faltado, também, a iniciativa dos profissionais, empresários e do governo, para reverter essa situação junto à opinião pública e aos legisladores.

### 7.2. Restrições ao livre comércio

A “viseira” do auto-suprimento, inserida na legislação há quase 50 anos - desde o Código Florestal de 1965 - e só abrandada na recente Lei 12.651 de 2012, inibiu historicamente o livre mercado, ao obrigar

os consumidores de matéria-prima florestal a serem auto suficientes, forçando-os a produzirem a floresta necessária ao seu próprio consumo. Em decorrência, o produtor rural convencional foi alijado do processo produtivo, pela simples razão de que, em tese, não haveria mercado para a sua produção. Talvez seja essa a razão para que o livre mercado de produtos florestais não tenha desenvolvido a contento o seu potencial no País.

Foi necessário um choque de demanda espontâneo - ocorrido entre 2003 e a crise internacional de 2008 - devido ao aumento expressivo da exportação de gusa a carvão vegetal e celulose para o mercado internacional, para que se abrissem os olhos para o apagão florestal reinante. Os ativos florestais foram valorizados e, em consequência, os produtores rurais passaram a plantar florestas e os governos a fomentar a atividade. Atualmente, podem ser encontrados programas de financiamento para o plantio de florestas, a exemplo do Pronaf<sup>2</sup> Florestal, destinado à agricultura familiar e o Propflora<sup>3</sup>, voltado para pequenos e médios produtores rurais. Para os segmentos de maior porte existem as linhas de financiamento BNDES Automático<sup>4</sup> e BNDES Florestal<sup>5</sup>, além de outras disponibilizadas pelos bancos da Amazônia e do Nordeste. Outros atores que passaram a investir em florestas foram os fundos de investimento privado.

### 7.3. Estoques florestais insuficientes

É fundamental entender que a formação de estoques florestais precede a instalação de empreendimentos industriais. Tornam-se necessárias, portanto, políticas públicas para incentivar e garantir investimentos na formação de estoques florestais. Faltam programas de fomento em regiões estrategicamente localizadas, no que diz respeito à vocação florestal, infraestrutura, mercado e logística, objetivando abastecer o parque industrial, substituir matérias primas fósseis importadas e atrair novos empreendimentos industriais.

A assertiva de que a formação de estoques florestais precede a atração de empresas é referendada pelas histórias de sucesso de empresas do Grupo Vale - Florestas Rio Doce (FRD), Flonibra e Celmar -, experiências estas que demonstram ser esse o caminho para atrair empreendimentos e promover o desenvolvimento regional. Exemplos como a criação da Cenibra e da Nova Era Silicon, em Minas Gerais (em áreas da FRD); da Bahia Sul e Veracel, no Sul da Bahia (plantios da Flonibra); e da fábrica prevista pela Suzano, no Maranhão (plantios da Celmar) confirmam o fato. A formação independente de estoques florestais pelo grupo Vale favoreceu, ainda, a expansão da Aracruz (atual Fíbria), com a disponibilização de cerca de 40 mil hectares de florestas plantadas no Núcleo Florestal de São Mateus, no Espírito Santo, pela Florestas Rio Doce (FDR), empresa do Grupo Vale.

2 Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf).

3 Programa de Plantio Comercial e Recuperação de Florestas (Propflora).

4 Leia mais em: <[http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes\\_pt/Institucional/Apoio\\_Financeiro/Produtos/BNDES\\_Automatico/](http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes_pt/Institucional/Apoio_Financeiro/Produtos/BNDES_Automatico/)>. Acesso em 24/11/2014.

5 Apoio ao Reflorestamento, Recuperação e Uso Sustentável das Florestas (BNDES Florestal).

#### 7.4. Carência de respaldo institucional

A cadeia produtiva florestal não possui identidade com qualquer instância executiva do setor público, isoladamente, pois a sua enorme abrangência não permite que ela caiba em um único lócus institucional. Por essa razão, o assunto florestas não se viabilizou em nível de governo, nem na estrutura da agropecuária, nem na de meio ambiente.

A questão florestal - nela inclusa a sua cadeia produtiva - carece, portanto, de um arranjo estrutural mais amplo, tendo em vista que ela permeia várias instâncias do Executivo.

#### 7.5. Barreiras culturais

Apesar de a ciência provar o contrário, ainda perduram barreiras históricas contra as plantações florestais, baseadas em mitos e preconceitos derivados das práticas do passado e da crença de que elas prejudicam o solo, poluem as águas e degradam o ambiente. O problema de fundo reside no entendimento da sociedade de que a fase final da rotação da floresta - a colheita florestal - significa desmatamento. Assim, o inconsciente coletivo funciona como inibidor do desenvolvimento da cadeia produtiva florestal, em benefício dos produtos importados. Quebrar esse paradigma é imprescindível e constitui-se no maior desafio para o governo, para os profissionais, para a ciência florestal e para a sociedade brasileira.

### 8. Ações estratégicas

#### 8.1. Arranjo institucional

Para conceber o cenário propício ao desenvolvimento florestal, o primeiro passo é montar uma estrutura específica para elaborar, submeter e monitorar políticas públicas para a cadeia produtiva. O modelo seria composto por um *colegiado de alto nível*, de caráter consultivo, e uma *agência reguladora* destinada a coordenar as ações dos diferentes órgãos do Executivo envolvidos com a cadeia produtiva florestal, nos seus respectivos elos (silvicultura, no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento; pesquisa e desenvolvimento, no Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação; e a atividade industrial, no Ministério do Desenvolvimento Indústria e Comércio Exterior). O Ministério do Meio Ambiente, nesse contexto, teria ação transversal e cuidaria do licenciamento e demais ações ambientais correspondentes a cada elo da cadeia, separadamente, de acordo com suas interações ambientais específicas.

#### 8.2. Marco regulatório

Como pré-requisito e compoendo o arranjo proposto, um marco legal próprio deve ser criado para a cadeia produtiva, abrangendo as florestas plantadas (exóticas e nativas) e as florestas nativas

espontâneas que sejam aptas a planos de manejo sustentado. Esse documento, além de criar a *agência reguladora*, definiria sua estrutura orgânica, suas funções, seu organograma e suas fontes de recurso.

### 8.3. Programa de abastecimento e formação de estoques

- a. Para o caso das florestas plantadas, o eixo do plantio deve ser mudado, deslocando-o das grandes empresas consumidoras para pequenos, médios e grandes fornecedores de matérias-primas florestais, por meio de programas de financiamento privado e fomento governamental para formação de estoques. Esse modelo promoveria a desconcentração dos plantios, em direção oposta às monoculturas e à concentração fundiária e traria, a reboque, desenvolvimento regional, diversificação e aumento de renda para os produtores rurais e investidores. Adicionalmente, fortaleceria o gosto e o respeito pelas florestas, de cuja presença beneficiam-se o meio ambiente e toda a sociedade. O parque industrial, livre das preocupações com a atividade florestal, poderia dedicar-se, com mais ênfase, ao seu negócio principal na busca de qualidade e competitividade.
- b. Para as florestas nativas, devem ser montadas estratégias lastreadas em parcerias público-privadas, com vantagens suficientes para atrair investidores. Do mesmo modo, devem ser garantidos planos e operações de manejo ambientalmente saudáveis e que sejam disponibilizados à visita de potenciais países compradores (ação de comunicação).

### 8.4. Pesquisa e desenvolvimento

Aparelhar o poder público para permitir-lhe compartilhar o extraordinário avanço tecnológico obtido na área florestal e manter-se na linha de frente das pesquisas, além de ampliar seu leque de ação a setores não contemplados pelo modelo vigente, a exemplo de pesquisas com essências e florestas nativas, são recomendações pertinentes à pesquisa e ao desenvolvimento para o setor.

### 8.5. Comunicação

A montagem de um plano de promoção e marketing, com vistas a dar maior visibilidade aos benefícios sociais, ambientais e econômicos da cadeia produtiva florestal e desconstruir mitos e preconceitos, é uma premissa estratégica indispensável. Deve-se criar e implementar programas de comunicação, com presença intensiva na mídia impressa e eletrônica, destinados a mostrar as boas práticas de produção e os benefícios da atividade florestal, em contraponto à abordagem quase sempre pejorativa sobre o tema.

### 8.6. Controle e fiscalização

No âmbito de controle e fiscalização, devem ser incorporados novos conceitos ligados à cadeia produtiva florestal, no contexto de políticas públicas. O resultado esperado é a mudança da lógica atual da fiscalização, focada no comando e controle, por uma ação que privilegie as boas práticas de produção. O rastreamento da matéria prima florestal, através de sua cadeia de custódia, passaria a ser o ponto alto do monitoramento de todos os elos da cadeia produtiva florestal.

## 8.7. Licenciamento

No intuito de diminuir os custos burocráticos e na esteira da proposta anterior, propõe-se entregar, a um grupo de especialistas, a responsabilidade pela proposição de mecanismos que viabilizem a aceitação das certificações florestais voluntárias como suficientes para respaldar tecnicamente os licenciamentos ambientais. Os empreendimentos e atividades certificadas ficariam dispensados de apresentar novos levantamentos técnicos em relação à área ambiental, dando-se à autoridade licenciadora a opção de validar ou não os estudos já existentes, acompanhar e fiscalizar as certificações e seus controles.

## Referências

- ANDRADE, E.N. **O eucalipto**. 2. ed. [s.l.: sn], 1961. 667 p
- ASSIS, T.F.; ROSA, O.P.; GONÇALVES, S.I. Propagação clonal de Eucalyptus por microestaquia. In: CONGRESSO FLORESTAL ESTADUAL, 7, 1992, Nova Prata. **Anais...** Santa Maria, RS: UFSM, 1992, 824 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS - ABRAF. **Anuário estatístico da ABRAF 2012**, ano base 2011. Brasília: ABRAF, 2012. 154p.
- BARROS, N.F.; NOVAES, R.F. **Relação solo-eucalipto**. Viçosa, MG: Folha de Viçosa, 1990, 330 p.
- EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DE MINAS GERAIS -EPAMIG. Integração Lavoura-Pecuária-Floresta. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte: v. 31, n. 257, p. 128, jul./ago. 2010.
- LEITE, H.G. A contribuição do setor florestal ao desenvolvimento socioeconômico-ambiental. In: SEMINÁRIO SOBRE FLORESTAS PLANTADAS NO VALE DO JEQUITINHONHA, 2., **Anais...**[s.l.]: UFVJM, 28 a 30 de abril de 2009.
- LIMA, W.P. **A silvicultura e a água: ciência, dogmas, desafios**. Rio de Janeiro, RJ: Instituto BioAtlântica, 2010. 64 p. (Cadernos do Diálogo, v. 1).
- MELLO, M.G. **Biomassa. Energia dos trópicos em Minas Gerais**. Belo Horizonte, LabMidia/FAFICH., 2001. 272 p.
- PEREIRA, O.D. **Direito florestal brasileiro**. Rio de Janeiro: Borsoi, 1950. 573 p.
- PROJETO DE DESENVOLVIMENTO E PESQUISA FLORESTAL - PRODEPEF. **Zoneamento ecológico esquemático para reflorestamento no Brasil** (2ª apr.). Brasília: PNUD/FAO/IBDF/BRA-45, 1978. 66p. (série técnica, 11).
- REZENDE, J.L.P. de; OLIVEIRA, A.D. de. **Análise econômica e social de projetos florestais**. 2. ed. Viçosa, MG: UFV, 2008, 386 p.
- TUNDISI, J.G. **Água no século XXI: enfrentando a escassez**. São Carlos, SP: RiMa, IIE, 2003. 248 p.

# Tecnologia Assistiva – Criação de modelo para implantação de centros integrados de solução em saúde

Antonio Batocchio<sup>1</sup>, Claudia Regina Cabral Galvão<sup>2</sup>, Gerson Gomes<sup>3</sup>, João Maurício Rosário<sup>4</sup>, Maricel Andaluz Ribeiro<sup>5</sup>, Milton Pombo da Paz<sup>6</sup>, Sigisfredo Luiz Brenelli<sup>7</sup>, Silvio Penteadó<sup>8</sup>

## Resumo

Este artigo resulta de uma reflexão em torno das políticas públicas de ciência, tecnologia e inovação. A forma como estas podem contribuir para a internacionalização do conhecimento, das práticas técnicas, da economia e dos mercados disponíveis é aqui debatida, bem como os comportamentos recentes da Eurozona (tanto no nível interno como de projeção externa) no que concerne a este tema. Entre os vários desafios detectados existem o recenrar da Europa e do Atlântico e a criação de uma opinião pública favorável ao investimento em ciência e tecnologia. Partindo de um painel de especialistas, dos documentos oficiais da União

## Abstract

*Persons with Disabilities have specific and complex needs and therefore in compliance with the results obtained in Study Skills Mapping in Assistive Technology (CGEE, 2012) this research was given from the perceived need to create a solution that integrates resources for health treatment of Persons with Disabilities. The results guided a set of recommendations for creating the Integrator Solution Center for the Health of People (CISP) in order to meet the DP, with exploratory focus the search of the challenges of ST & I in its broadest sense, to provide the arsenal processes, resources and services that promote independent living and social inclusion.*

1 Doutor em Engenharia Mecânica pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), professor da Faculdade de Engenharia Mecânica da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp).

2 Mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRGN), professora assistente da Universidade Federal da Paraíba (UFPB).

3 Especializado em Economia pelo Instituto Latinoamericano de Planificación Económica y Social do Chile (Ilpes), diretor do CGEE.

4 Doutor em Engenharia Mecânica pela (Unicamp), professor da Faculdade de Engenharia Mecânica da Unicamp.

5 Especializada em Saúde Pública pela Universidade de Ribeirão Preto (URP), terapeuta ocupacional do Stimuly Núcleo de Terapias Integradas, em São Paulo.

6 Mestre em Gestão do Conhecimento e TI pela Universidade Católica de Brasília (UCB), mestre em Ciências Navais pela Escola de Guerra Naval (EGN), assessor técnico do CGEE.

7 Doutor em Medicina pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), médico do Hospital das Clínicas da Unicamp.

8 Doutor em Engenharia Biomédica pela Universidade de São Paulo (USP), pesquisador da USP.

Europeia e da experiência do Brasil, averiguamos quais as possibilidades de gerir publicamente ciência e tecnologia como resposta à globalização.

**Palavras-Chave:** Tecnologia Assistiva. Saúde. Centro de Gestão. Design Universal. Pessoa com Deficiência.

**Keywords:** *Assistive Technology. Health. Universal design. People with disabilities.*

---

## 1. Introdução

O estudo denominado Tecnologia Assistiva – Criação de Modelo para Implantação de Centros Integrados de Solução em Saúde foi elaborado pelo Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE) em atendimento à demanda da Secretaria de Inclusão Social (SEICIS) do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) e visou apresentar um conjunto de recomendações para a criação do Centro Integrador de Solução para a Saúde da Pessoa (CISP), de modo a atender à Pessoa em Desvantagem Funcional (PDF). A sigla PDF engloba os termos Pessoa com Capacidade Reduzida (PcR), Pessoa com Deficiência (PcD) e Pessoa com Incapacidade (Pcl).

Conforme identificado em CGEE (2012) as PDF, “convivem com restrições de toda ordem e, dentre essas, destacam-se as sociais em relação ao acesso a Tecnologia Assistiva (TA), principalmente as de baixa renda. São múltiplas e complexas as dificuldades que regem suas vidas e suas necessidades apontam para a situação de falta de recursos de saúde em qualidade e quantidade, no que diz respeito às soluções holísticas e integradas, e que os alcancem, inclusive, suas residências”.

O foco exploratório desse Estudo foi estabelecido pela busca dos desafios de CT&I, em seu sentido mais amplo, para prover o arsenal de processos, recursos e serviços que contribuem para proporcionar ou ampliar habilidades funcionais das PDF e, conseqüentemente, promover a vida independente e inclusão social. Destaca-se a estreita relação entre esse Estudo e o Estudo de Subsídios em CT&I para uma Política em Segurança no Trânsito (CGEE1, 2012), onde muitas das vítimas sobreviventes dos acidentes de trânsito são apontadas como possíveis usuárias de TA.

### 1.1. Contextualização

A população brasileira que requer, em distintos graus, o suporte de recursos tecnológicos dessa natureza é estimada em 45 milhões de pessoas. A maior parte desse contingente carece das condições econômicas para adquirir, no mercado, os bens necessários à melhoria de sua qualidade de vida e de trabalho.

O lançamento pelo Governo Federal, em 17 de novembro de 2011, do plano “Viver sem Limites - Plano Nacional dos Direitos da Pessoa com Deficiência do Governo Federal”, coordenado pela Secretaria de Direitos Humanos da Presidência da República, constitui um passo importante em direção ao equacionamento dos problemas e insuficiências hoje existentes nessa esfera. O Plano está estruturado em torno a quatro eixos: acesso à educação, acesso à saúde, inclusão social e acessibilidade.

O Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) tem um papel central na formulação e implementação de políticas de apoio aos objetivos do plano “Viver sem Limites”. Por intermédio da sua Secretaria de Ciência e Tecnologia para Inclusão Social, estão sendo promovidas diversas iniciativas que se inscrevem nesse contexto, com destaque para o Catálogo Nacional de Produtos de Tecnologia Assistiva, a criação de um Centro de Referência em Tecnologia Assistiva, abrigado no CTI Renato Archer, em Campinas, São Paulo, o estabelecimento pela Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) de linhas de fomento para o desenvolvimento de Tecnologia Assistiva e a abertura de linha de crédito, no Banco do Brasil, para a aquisição de equipamentos pelas Pessoas com Deficiência, em condições de crédito diferenciadas para os segmentos de renda familiar média inferior a R\$ 5.000,00.

A Tecnologia Assistiva, de acordo com a *Assistive Technology Act* de 1998<sup>9</sup>, é compreendida como qualquer item, parte de um equipamento ou equipamento assistivo, que pode ser adquirido comercialmente, modificado ou personalizado, usado para melhorar a capacidade funcional de uma pessoa com deficiência.

Entre as diversas categorizações, Cruz (2013) cita as que estão voltadas para intervenções clínicas e de pesquisa: adequação postural, comunicação alternativa, acesso ao computador, adaptações veiculares, equipamentos para o esporte e recreação, adaptações no meio ambiente (residencial, escolar, trabalho) e as adaptações cognitivas.

A integração entre o cliente e suas atividades deve estar em harmonia. É preciso identificar onde é necessário melhorar o seu desempenho e como será preciso facilitá-lo, pontos primordiais para o sucesso da indicação de um equipamento.

A experimentação dos equipamentos antes de sua prescrição, a disponibilização de *showroom* e um bom diálogo com os fornecedores dos produtos são necessários para que o terapeuta e os demais profissionais da equipe envolvidos no processo de diagnóstico, identificação, seleção, delineamento e preparação dos equipamentos que serão utilizados nas soluções para as PDF possam testá-los e ajustá-los à cada situação.. Posteriormente, como manutenção do processo, é imprescindível o acompanhamento do treino e uso destes equipamentos.

Os serviços de Tecnologia Assistiva estão sendo ampliados cada vez mais e de modo acelerado. Há novos investimentos do governo federal incentivando esse crescimento, por meio dos editais direcionados ao desenvolvimento de pesquisa na área da Ciência, Tecnologia e Inovação; e pela criação de novos serviços de reabilitação e oficinas ortopédicas na área de Saúde. Essas ações estão previstas dentro do programa estabelecido nas atividades do Plano Viver sem Limite, que estão atreladas às iniciativas contínuas da Política Nacional para a Integração da Pessoa com Deficiência.

Portanto, a proposta de criação do CISP visa a favorecer a qualidade de vida e inclusão social das pessoas com deficiência, dos idosos e obesos, por intermédio de ações e do desenvolvimento do

9 Um ato legal do Congresso dos EUA de apoio aos programas de subvenções aos seus 50 estados e seis territórios para atender às necessidades de TA às Pessoas com Deficiência e para outros fins. Fornece financiamento federal do Departamento de Educação dos EUA a cada estado e território para apoiar os esforços do Estado para melhorar o fornecimento de TA às PDF, de todas as idades, por meio de programas estaduais de assistência relacionados à tecnologia.

trabalho em equipe, com profissionais de características interdisciplinares e das várias áreas do conhecimento, oferecendo a prestação de serviço, recursos, metodologias, estratégias e práticas profissionais para promover a funcionalidade dessas pessoas assistidas; para preservar e/ou restaurar sua autonomia e independência.

Essa produção teve uma abordagem de estudo de futuro e seu propósito foi fundamentar as recomendações por meio de observações em diversas dimensões de análise, tais como mercado; tecnologia; cultura; inovação; integração; e infraestruturas física, institucional, sócio-político-legal, e socioambiental, dentre outras, além da pesquisa de tendências nessas dimensões. Entretanto, ainda existem situações culturais que necessitam de modernização e agilidade para a transformação do País no atendimento às demandas das PDF.

Conforme apresentado na seção *Requisitos Fundamentais das Recomendações*, qualquer ação a ser adotada nesse tema deve considerar como condições indispensáveis o Planejamento, a Coordenação, a Integração e a Disciplinaridade. Para que as iniciativas derivadas desse estudo alcancem o efeito desejado, que é o sucesso na implementação das soluções, recomenda-se que as mesmas *sejam planejadas e tratadas de maneira coordenada e integrada, a partir de escolhas inter, multi e transdisciplinares*, respeitando os conceitos científicos. Ainda há muito o que se construir, mas o País tem expertise necessária, recursos financeiros, técnicas, tecnologias, métodos e processos que podem ser utilizados para transformar a realidade do atendimento às demandas emergenciais e perenes das PDF.

## 2. Aspectos conceituais e ambientais

Alguns aspectos fundamentais relativos a TA foram identificados e organizados em seis partes: Deficiência, Tecnologia Assistiva, Mudança Demográfica no Mundo, Demografia no Brasil, Acessibilidade e Design Universal. Eles foram a fonte orientadora da abordagem de desenvolvimento do estudo e possibilitaram o delineamento das ações de levantamento de informações relevantes no tema do estudo e no desenho das recomendações.

Deficiência: foi referenciada no Relatório Mundial sobre a Deficiência, publicado pela Organização Mundial da Saúde (OMS, 2011), que expõe: “a deficiência é complexa, dinâmica, multidimensional e questionada”. O conceito de deficiência tem evoluído bastante nas últimas décadas. De um ponto de vista médico, baseado principalmente na perspectiva individual das pessoas com impedimentos de longo prazo, passou-se adotar um ponto de vista social, que busca compreender as barreiras estruturais e sociais que envolvem a deficiência.

A CIF (2011) também enxerga a deficiência através do prisma da funcionalidade, em que esta se define por meio de uma relação dinâmica entre alterações de estruturas e funções corporais, limitações para a realização individual de atividades e restrições à participação em atividades, sobretudo envolvendo o coletivo. Ainda, essas três áreas da funcionalidade interagem com outros aspectos, como as condições de saúde do indivíduo, outros fatores pessoais e ambientais.

Por sua vez, a Convenção sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência das Nações Unidas (CDPD) faz uso de similar perspectiva no Artigo 1º ao definir a Pessoa com Deficiência (PcD):

Pessoas com deficiência são aquelas que têm impedimentos de longo prazo de natureza física, mental, intelectual ou sensorial, os quais, em interação com diversas barreiras, podem obstruir sua participação plena e efetiva na sociedade em igualdades de condições com as demais pessoas. (Nações Unidas, 2006).

**Tecnologia Assistiva:** o termo *Assistive Technology (AT)*, traduzido no Brasil como Tecnologia Assistiva (TA), foi criado em 1988 como importante elemento jurídico dentro da legislação norte-americana conhecida como *Public Law 100-407* e foi renovado em 1998 como *Assistive Technology Act de 1998 (P.L. 105-394, S.2432)*<sup>10</sup>. Compõe, com outras leis, o ADA - *Americans with Disabilities Act*<sup>11</sup>, que regula os direitos dos cidadãos com deficiência nos EUA, além de prover a base legal dos fundos públicos para compra dos recursos e serviços que estes necessitam.

Historicamente, diferentes terminologias foram aplicadas para se referir ao conjunto de recursos tecnológicos voltados à pessoa com deficiência e à ampliação da funcionalidade. Alguns dos termos utilizados foram Ajudas Técnicas e Tecnologias de Apoio. No contexto da Subsecretaria Nacional de Promoção dos Direitos da Pessoa com Deficiência (SNPD), ligada à Secretaria Nacional para Promoção dos Direitos Humanos (SNPDH), foi instituído pela Portaria N° 142, de 16 de novembro de 2006<sup>12</sup>, o Comitê de Ajudas Técnicas (CAT), formado por especialistas e representantes dos distintos órgãos governamentais e propõe o seguinte conceito para a Tecnologia Assistiva (TA):

Tecnologia Assistiva é uma área do conhecimento, de característica interdisciplinar, que engloba produtos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços que objetivam promover a funcionalidade, relacionada à atividade e participação de pessoas com deficiência, incapacidades ou mobilidade reduzida, visando sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social (ATA VII - Comitê de Ajudas Técnicas (CAT) - Coordenadoria Nacional para Integração da Pessoa Portadora de Deficiência (CORDE) - Secretaria Especial dos Direitos Humanos - Presidência da República)<sup>13</sup> (SEDH, 2009), (CAT, 2006).

A TA tem por objetivo proporcionar às PDF, aos indivíduos com mobilidade reduzida e idosos, maior independência, qualidade de vida e inclusão social, por meio da ampliação de comunicação, mobilidade, controle de seu ambiente, habilidades de seu aprendizado e trabalho. Deve-se, então, entender a expressão Tecnologia Assistiva em seu sentido mais amplo, ou seja, estendendo o conceito apresentado em SEDH (2009), como *um conjunto de serviços, produtos, recursos, procedimentos,*

10 *Assistive Technology Act de 1998 (P.L. 105-394, S.2432)*. Disponível em: <[http://en.wikisource.org/wiki/Assistive\\_Technology\\_Act\\_of\\_1998#Sec.\\_3](http://en.wikisource.org/wiki/Assistive_Technology_Act_of_1998#Sec._3)>, Acessado em: 10 de maio de 2012.

11 *Americans with Disabilities Act de 1990*. Disponível em: <<http://www.ada.gov/pubs/ada.htm>>, Acessado em: 10 de maio de 2012.

12 Disponível em: <<http://portal.mj.gov.br/corde/arquivos/doc/PORTARIA%20institui%20comitê%20de%20ajudas%20técnicas%20-%20revisada31.doc>>, Acessado em: 10 de maio de 2012.

13 (ATA VII - Comitê de Ajudas Técnicas (CAT) - Coordenadoria Nacional para Integração da Pessoa Portadora de Deficiência (CORDE) - Secretaria Especial dos Direitos Humanos - Presidência da República. Disponível em: <[http://portal.mj.gov.br/corde/arquivos/doc/Ata\\_VII\\_Reunião\\_do\\_Comite\\_de\\_Ajudas\\_Técnicas.doc](http://portal.mj.gov.br/corde/arquivos/doc/Ata_VII_Reunião_do_Comite_de_Ajudas_Técnicas.doc)>, Acessado em: 10 de maio de 2012.

*processos, práticas, estratégias, sistemas, métodos, técnicas, tecnologias e mecanismos gerais de apoio às PcD para que essas tenham acesso pleno à vida em sociedade e possam se manifestar naturalmente como cidadãos.* A realidade é que todos serão usuários de TA um dia.

**Mudança Demográfica Mundial:** estudos desenvolvidos em 1998, na Universidade Estadual da Carolina do Norte, EUA, apontavam que, no início do século XX, as pessoas idosas e as pessoas com deficiência eram minoria, devido à carência de cuidados médicos, e a expectativa de vida era por volta dos 47 anos. Hoje em dia, essa realidade mudou em função de melhores condições de vida, atendimento médico, medicamentos, higiene sanitária, etc. O RMD (2012) informa que:

O número de pessoas com deficiência está crescendo. Isto acontece porque a população está envelhecendo – pessoas mais velhas apresentam maior risco de deficiência – e por conta do aumento global das condições crônicas de saúde associadas à deficiência, tais como diabetes, doenças cardiovasculares e doenças mentais (RMD, 2012).

Para o Fundo de População das Nações Unidas (*United Nations Fund for Population Activities – UNFPA, 2011*), o crescimento da população idosa (com 60 anos ou mais) nas regiões desenvolvidas, segundo a Organização das Nações Unidas (ONU), aponta aumento percentual de: 8,0% em 1950; 11,0% em 2009; e 22,0% até o ano de 2050.

Observa-se, na Tabela 1, a contribuição do envelhecimento para a prevalência de alguma forma de deficiência em determinados países, em função do nível de renda *per-capta* do país (RMD, 2012).

**Tabela 1.** Tendências globais de envelhecimento: idade média por renda de cada país.

Tendências globais de envelhecimento: idade média por renda de cada país				
Nível de renda do país	Idade Média (anos)			
	1950	1975	2005	2050
Países de alta renda	29,0	31,1	38,6	45,7
Países de média renda	21,8	19,6	26,6	39,4
Países de baixa renda	19,5	17,6	19,0	27,9
Mundial	23,9	22,4	28,0	38,1

Fonte: RMD, 2012, pág.36.

Para o RMD (2012), “Estima-se que mais de um bilhão de pessoas vivam com alguma forma de deficiência, algo próximo de 15% da população mundial”.

**Demografia no Brasil:** um dos principais aspectos diz respeito à estimativa da população brasileira que potencialmente teria benefícios funcionais a partir da utilização de recursos de TA. Entretanto, informações completas acerca da demanda por recursos de TA não estão disponíveis, visto que ainda

não foi realizado estudo que integre dados de censos demográficos com informações provenientes dos serviços de saúde e similares. Nesse contexto, a Tabela 2, obtida por meio do Censo Demográfico 2010 (IBGE, 2011), pode ser utilizada para fornecer uma estimativa preliminar da demanda por recursos de TA no Brasil.

**Tabela 2.** População com algum de grau deficiência no Brasil. Tabela construída com dados preliminares da amostra do Censo Demográfico 2010.

Classificação por deficiência, % da população					
Descrição	Auditiva	Visual	Motora	Intelectual	Alguma deficiência
Norte	4,65	18,81	6,08	1,16	23,04
Nordeste	5,79	21,19	7,77	1,56	26,63
Centro-Oeste	4,5	18,04	5,83	1,21	22,5
Sudeste	4,78	17,91	6,74	1,31	23,03
Sul	5,25	16,89	7,11	1,38	22,51
Brasil	5,10	18,76	6,96	1,37	23,92

Fonte: IBGE, 2011.

As informações referentes ao Censo Demográfico 2010 revelam uma prevalência expressiva das deficiências na população brasileira, similares às informações de outros países (OMS, 2011). Observou-se o crescimento do número de pessoas que declararam algum tipo de deficiência no senso do IBGE (2011). Nota-se, ainda, a ausência de levantamento preciso de dados demográficos que considerem a demanda por recursos de TA no que diz respeito à multiplicidade de usuários dessas tecnologias, conforme conceituação da Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde (CIF). De fato, ao considerar que dentre grande parte da população idosa, ou mesmo daqueles usuários de serviços diversos de reabilitação, o número total de potenciais usuários aumenta consideravelmente. Além disso, com o envelhecimento e a conseqüente diminuição da população economicamente ativa, além do aumento da renda da população, entre outros fatores, a demanda por recursos TA tende a crescer nas próximas décadas.

Em caráter primordial deve-se melhorar as estatísticas nacionais sobre a incapacidade e, frente a esta realidade, cabe se pensar em uma atitude de mudança de paradigma no que diz respeito a Gestão da Informação sobre o tema, solucionando definitivamente essa questão. Então, há que se pensar urgentemente em uma atitude de transformação nas ações de solução, buscando a união de todos os *stakeholders* no tema.

Essa mudança poderá ocorrer a partir de uma reorganização do pensamento social, de modo a não mais fomentar os assistencialismos temporais prementes, no que tange à visão equivocada que se tem acerca das PcD e suas demandas, e na busca por não associar as PcD à condição de doença.

Ao contrário, proporcionar oportunidades a esse público, sem desigualdade, tendo em vista sua característica diferenciada.

Assim, podem-se elencar algumas ações a serem adotadas para o oferecimento dessas oportunidades, como, por exemplo: 1) Criação de um código dos direitos das PcD, com amplo escopo no que se refere ao cumprimento das leis existentes e revisão das mesmas; 2) Aprimoramento dos serviços de reabilitação; 3) Garantia de acessibilidade nos mais diversos ambientes; 4) Garantia da TA necessária às PcD; e 5) Permissão de escolha e acesso ao ensino e ao mercado de trabalho para o pleno exercício da cidadania. Essas orientações atendem o que preconiza o RMD (2012): “Empregar uma *abordagem para as dificuldades funcionais* ao invés de uma *abordagem para deficiência*, a fim de determinar a sua prevalência e captar melhor a extensão da deficiência”.

Diante do exposto acerca da crescente situação de deficiência no mundo, conclui-se que medidas urgentes devem ser tomadas no sentido de atender a essa nova demanda social, de maneira que se incluam essas pessoas na sociedade produtiva e também se minimizem os impactos sobre a estrutura de saúde das cidades.

**Acessibilidade:** torna-se fácil imaginar uma sociedade na qual todos têm os mesmos direitos, independente de sua condição social, econômica, de origem e ou de limitações, de ordem natural ou adquiridas, que comprometam suas habilidades de desempenho funcional. Porém, é utópico conceber que todos os ambientes sejam acessíveis, pois nem sempre os investimentos necessários são exequíveis. Por outro lado, um ambiente acessível, além de ser, na maioria das vezes, essencial na vida das pessoas idosas e para as PcD, traz benefícios a todos, sem discriminar e constranger, compondo uma sociedade verdadeiramente inclusiva.

Acessibilidade é um processo de transformação do ambiente e de mudança da organização das atividades humanas que diminuem o efeito de uma deficiência. Esse processo se desenvolve a partir do reconhecimento social de que deficiência é resultante do grau de maturidade de um povo para atender os direitos individuais de cidadania plena. Deficiência é resultante do desajuste entre as características físicas das pessoas e as condições onde elas atuam. Não é, portanto, algo associado de forma específica a um tipo de pessoa. Não é coisa de “deficiente”, a não ser que se entendam cada um de nós sermos deficientes em lidar com a busca do aprimoramento pessoal e de ambientes mais adequados às nossas necessidades (GUIMARÃES, 2002).

A questão da acessibilidade está intimamente conectada à realidade das PcD e ao setor de TA, pois, sem o devido respeito às leis e normas de acessibilidade, será furtado à PcD o objetivo proposto de conquista de autonomia e independência quando da utilização de uma TA. Nessa condição, a PcD estará sujeita aos entraves e às restrições impostos pelo ambiente, seja este qual for, rompendo portanto, com toda uma cadeia de possíveis sucessos para a inclusão.

**Design Universal (DU):** é considerado um movimento mundial, baseado no conceito de que todos os produtos, ambientes e meios de comunicação, etc., sejam concebidos de modo a atender às

necessidades da grande maioria dos usuários (NCSU, 1998). A filosofia do Design Universal não deve ser confundida com a filosofia da Acessibilidade. A diferença entre os dois conceitos existe e deve ser pontuada:

- a. Acessibilidade prevê a garantia do livre acesso às pessoas com deficiência, levando em conta as características de sua desvantagem funcional quando da eliminação das barreiras arquitetônicas e sociais, quando do equacionamento da sua relação de interface com vários produtos existentes, sejam estas edificações, produtos de consumo e os serviços, etc.; e
- b. Design Universal é guiado pelas diferenças cognitivas, sensoriais, culturais, sociais existentes no amplo espectro social.

Tendo em vista tais princípios, o conceito de DU apresenta não apenas uma forte relação com os recursos de TA, mas também uma estratégia de produto adequada em termos comerciais. Entretanto, deve-se considerar que, economicamente, seria impraticável pretender projetar todos os produtos para a utilização por todos. Existem determinados produtos que serão sempre projetados para atender necessidades específicas, como por exemplo: próteses ortopédicas, órteses e as adaptações, denominados de equipamentos de TA.

### 3. O estudo

As escolhas prioritárias para as políticas públicas devem atender à critérios que visem à reinserção social das Pessoas em Desvantagem Funcional (PDF), aumentando sua qualidade de vida. Entretanto, devido à grande quantidade de recomendações propostas por este estudo, sugere-se que o universo de PDF a ser atendido inicialmente atinja prioritariamente os seguintes espectros de escolhas (CGEE, 2012):

- a. População menos favorecida, incluindo as de baixa renda e de maior faixa etária; e
- b. Maior prevalência das deficiências: Maior quantidade da população afetada; Tipos de deficiência que criam maior déficit à qualidade de vida; e Tipos de deficiência que criam maior impacto no sistema de saúde.

#### 3.1. Objetivos

O estudo teve como objetivo geral apresentar um conjunto de orientações estratégicas para viabilizar a implantação e difusão regional de Centro Integrador de Solução para a Saúde da Pessoa (CISP), em caráter piloto, a partir dos resultados alcançados no Estudo de Mapeamento de Competências em Tecnologia Assistiva (CGEE, 2012). O CISP foi concebido para conter diferentes especificidades, sendo subordinado ao Sistema Único de Saúde (SUS), de maneira a oferecer atenção prioritária às PDF e que demandam cuidados especiais e tratamento diferenciado, principalmente às de baixa renda, uma solução integrada para o atendimento das necessidades dessas pessoas.

Visando propor ações para a consecução do objetivo geral, foram identificados diversos objetivos específicos, dentre os quais: 1) estabelecer as estratégias de implantação do CISP; 2) especificar as necessidades de recursos para a implantação do CISP; 3) propor formas de monitoramento e controle para a implantação do CISP; e 4) considerar a intensa interação entre o CISP e centros associados, bem como com os atores externos, que deverá ser realizada por meio de protocolos de comunicações rígidos e uso intenso de Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) para a organização de modelos de cada centro e observatório.

### 3.2. Dimensões de estudo e análise

Para desenvolver este estudo, diferentes dimensões de investigação e análise foram estabelecidas com o duplo objetivo de possibilitar uma compreensão maior do tema e organizar as recomendações elencadas. Em seguida, o trabalho foi estruturado em tópicos escolhidos para favorecer uma análise de perspectivas para a abordagem, bem como a elaboração de propostas de ação. Em relação ao diagnóstico, foram então selecionadas dimensões de estudo que possibilitem reconhecer o contexto do setor de TA, bem como suas particularidades no que diz respeito a áreas temáticas semelhantes. Foram consideradas as seguintes dimensões nessa etapa: desenvolvimento de TA; mercado; marco legal; saúde e disponibilização de TA; industrial; e recursos humanos (talentos).

Na elaboração da análise de perspectivas, foram consideradas mais algumas dimensões (vetores) que compõem a base de apoio e permitem identificar elementos relativos à evolução do setor no Brasil. Tais dimensões nortearam oficinas de trabalho com especialistas, projetadas para discutir as perspectivas para o setor e que, em uma etapa posterior, alicerçaram o trabalho de elaboração de recomendações de ações. Foram consideradas as seguintes dimensões nessa etapa: PD&I, economia, investimentos, comunicação, educação, gestão administrativa, gestão da informação, gestão do conhecimento, gestão operacional, cadeia produtiva, cadeia de valor e logística. Outros aspectos considerados são: cultural, socioambiental, de agilidade, interação, integração, cooperação, articulação, parceria, flexibilidade, integração social, administração, metodologia, negócio, estratégia, processos de negócio, atores, gestão (da informação, do conhecimento, de processos de negócio, de negócio, de projetos, de CT&I, de PD&I, estratégica, de riscos, administrativa, financeira, da TIC), jurídico, comunicação social, inovação e riscos.

### 3.3. Aspectos metodológicos

O estudo utilizou como referencial a metodologia científica, por meio de pesquisa de campo, bibliográfica, qualitativa e quantitativa. Complementarmente, foi utilizada a abordagem metodológica empregada pelo CGEE e adaptada para este trabalho, que se baseia no conceito de *foresight* e tem como princípio a construção coletiva, onde lideranças empresariais e de governo são reunidas com especialistas da academia e de centros tecnológicos para discutir estratégias de longo prazo para o setor. Assim, o estudo envolveu profissionais que são referência nesses segmentos para a elaboração de notas técnicas e a estruturação de relatórios preliminares e finais.

Essa metodologia prevê a aplicação de ferramentas de prospecção e de avaliação, mas foram consideradas apenas as etapas de diagnóstico e de análise de perspectivas e tendências. Para cada etapa da metodologia aplicada relaciona-se um produto, uma discussão e validação. São consideradas quatro etapas principais, sequenciais e inter-relacionadas: Etapa Inicial - Planejamento; Etapa 1 - Levantamento de Informações; Etapa 2 - Análise de Perspectivas e Tendências; e Etapa 3 - Proposta de Plano de Implantação para o CISP e recomendações.

As atividades gerais foram realizadas por meio de entrevistas e oficinas de trabalho com especialistas e representantes de organizações, bem como de levantamento de informações bibliográficas e de campo, considerando fontes de dados relevantes de organizações ligadas ao tema em estudo.

O método desse estudo foi idealizado para que seu ciclo de vida atuasse de maneira cíclica, além de iterativa e incremental, analogamente àqueles utilizados na Engenharia de *Software*, a fim de se obter celeridade necessária e consistência ao seu desenvolvimento.

Foram empregados os princípios de entendimento de *informação* encontrados nas orientações da Ciência da Informação e da Gestão da Informação, a partir da escolha de áreas realizada pela equipe de desenvolvimento, incluindo os conhecimentos dos colaboradores especialistas, a fim de se definir a da rota de pesquisa e abordagem dos problemas principais e adjacentes.

A lógica de desenvolvimento do estudo e sua estruturação consideraram Arquitetura da Informação<sup>14</sup> para possibilitar a integração e estruturação das diversas informações obtidas e a construção de um conjunto de recomendações aplicáveis do ponto de vista científico, de engenharia, de gestão e metodológico.

Dessa forma, foi possível criar o roteiro (sumário) da pesquisa que orientou a busca pelas informações relevantes, desde o diagnóstico até a análise de perspectivas e as tendências tecnológicas, passando pela a análise SWOT e chegando às técnicas de Engenharia do Conhecimento para oferecer o encadeamento dos aspectos a serem abordados para a criação das proposições de recomendações que se fundamentaram em princípios de Engenharia Prospectiva.

O estudo considerou de maneira parcial esse método desenvolvendo somente o diagnóstico ou panorama da situação atual e análise de perspectivas com as tendências. Entretanto, recomenda-se que em outra oportunidade as etapas de análise de perspectivas e análise prospectiva sejam desenvolvidas de maneira que o setor de TA possa ser mais bem explorado em sua total potencialidade. Nesse caso, poderiam ser construídas visões compartilhadas de futuro e elaborados os mapas de rotas tecnológicas e estratégicas, com horizonte temporal determinado para orientar melhor a tomada de decisão, pois foi observado que não haveria a necessidade nem a possibilidade de elaboração desses mapas.

<sup>14</sup> "O escutar, construir, habitar e pensar a informação como atividade de fundamento e de ligação de espaços, desenhados para desenhar". (LIMA-MARQUES, M.,2006).

### 3.4. Entidades representativas do setor e instituições colaboradoras

As entidades representativas do setor são: Associação Brasileira de Ortopedia Técnica (Abotec); - Associação Brasileira de Tecnologia Assistiva (Abteca); e Associação Brasileira das Indústrias e Revendedores de Produtos e Serviços para Pessoas com Deficiência (Abridef).

O estudo foi desenvolvido pelo CGEE, contando com o apoio da Secretaria de Ciência e Tecnologia para Inclusão Social do MCTI e a colaboração das entidades ligadas ao tema, em alguns casos, com participação no estudo anterior de Mapeamento de Competências em Tecnologia Assistiva, tais como: Ministério da Saúde (MS), Ministério da Justiça (MJ), Ministério das Cidades (MC), Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome (MDS), Secretaria de Direitos Humanos da Presidência da República (SDH/PR), Secretaria Nacional de Promoção dos Direitos da Pessoa com Deficiência da Presidência da República (SNPD/PR), Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), Conselho Nacional dos Direitos da Pessoa Portadora de Deficiência (CONADE/MJ), Instituto Nacional de Traumatologia (INTO), Instituto Nacional de Tecnologia (INT/RJ), Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer (CTI Renato Archer), Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Universidade de São Paulo (USP), Universidade de Campinas (Unicamp), Universidade Federal da Paraíba (UFPB), dentre outras.

### 3.5. Contribuições do estudo

As contribuições deste estudo foram elaboradas como um *framework* de recomendações e, por isso, sua lei de formação apresenta características, formato, arquitetura e abordagem de sua implementação e implantação conforme se segue e visa a fortalecer, amadurecer e criar qualidade na cadeia de valor da Tecnologia Assistiva. Elas foram apresentadas para solucionar as questões da TA baseadas nos seguintes resultados: 1) Atualização da análise de perspectivas do setor de TA, incluindo as tendências tecnológicas; e 2) Modelo e Plano de Implantação de Centros Especiais de Saúde coordenados por um Centro Integrador de Solução para a Saúde da Pessoa (CISP). Nesse contexto, os CISP devem contar com recursos técnicos para gerir a implementação desse Plano, além de adotar um modelo conceitual que envolvesse sua rede de centros no tocante à uniformidade de arquitetura e governança, entre outros aspectos.

A partir dos resultados desse estudo, observou-se que é imprescindível a criação de centros integrados de saúde com o objetivo de oferecer uma solução integral e integrada às PDF, tanto quanto às pessoas idosas, cujo número vêm aumentando significativamente nos últimos anos e que precisam de cuidados especiais, além de tratamento diferenciado. Esses centros deverão funcionar sob a forma de redes cooperativas, com previsão de existência de, no mínimo, um para cada unidade da federação e coordenado por um organismo regulador nacional denominado Centro Integrador de Solução para a Saúde da Pessoa (CISP) (CGEE, 2012).

O CISP deverá oferecer acesso a uma solução completa às PDF, atendendo ao modelo de centro de atendimento ao usuário e sua integração com o SUS, conforme delineado no estudo, e supervisionará cinco centros e um observatório, conforme estrutura da Figura 1:

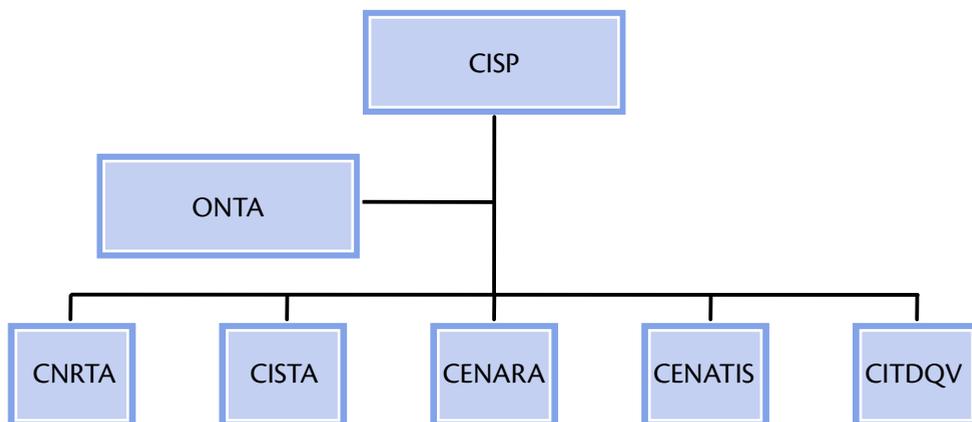


Figura 1. Estrutura do CISP e centros associados.

Os componentes do CISP e suas atribuições são:

- a. **Onta – Observatório Nacional de Tecnologia Assistiva** – realizar a gestão da informação: percepção real, representação do conhecimento, ferramenta e vontade política;
- b. **CNRTA – Centro Nacional de Referência em Tecnologia Assistiva** – possibilitar a interação entre as várias iniciativas e práticas no campo da Tecnologia Assistiva (TA), desenvolvidas tanto pelos setores acadêmico e produtivo, quanto por entidades especializadas no atendimento a pessoas com deficiências e órgãos governamentais;
- c. **Cista – Centro Integrador de Solução em Saúde em TA** – ser o elo entre os vários setores que tratam da saúde dos diversos tipos de usuários;
- d. **Cenara – Centro Nacional de Robótica Assistiva** – desenvolver e/ou adaptar sistemas robóticos para apoio e/ou substituição de partes do corpo humano;
- e. **Cenatis – Centro Nacional de Tecnologia de Informação em Saúde** – captar, trocar e disponibilizar as informações sobre saúde aos diversos tipos de usuários do CISP; e
- f. **CITDQV – Centro de Inovação Tecnológica e Design para Qualidade de Vida** – desenvolver e/ou apoiar a inovação tecnológica para a aplicação e a melhoria da qualidade de vida do seu humano.

Esses centros associados ao CISP atuarão na contribuição e parceria junto aos serviços já existentes da rede pública, nos âmbitos municipal, estadual e federal, por meio de uma rede inter-relacionada que, por sua vez, integrará uma agência de regulação.

O princípio de atuação se baseia em que constatada imediatamente a necessidade do usuário por uma TA, o mesmo terá acesso a uma solução integrada no CISP, conduzida por profissionais de áreas da saúde como terapia ocupacional, psicologia e assistência social. Por sua qualificação, esses profissionais poderão realizar o diagnóstico e especificar a real demanda do usuário. Nesse momento, deverá ser

recomendado o tipo de TA a ser utilizada, de maneira que o resultado final seja a completa reinserção social da PDF (PcD, PcR e Pcl). Ainda nessa etapa, será percebido o maior acesso das pessoas de baixa renda às TA e a forma de incentivo do governo ao funcionamento do CISP.

Para que alcancem o efeito desejado e como são muitas as necessidades das PDF em relação à frágil cadeia de valor da TA, sugere-se que as recomendações sejam tratadas de maneira coordenada, a partir de escolhas multidisciplinares e planejadas. Isto porque se forem conduzidas de maneira isolada, além de não atenderem às demandas existentes e crônicas, não terão os impactos desejados na cadeia de valor da TA, conforme identificado nesse estudo (CGEE, 2012).

Observa-se que essas recomendações são caminhos orientadores para a solução das demandas das PDF em relação às TA, especificamente, e de outras que compõem um mosaico necessário para que surtam efeito de completude. Por exemplo, não se agrega valor apenas apontar a necessidade de produção de cadeiras de rodas de toda natureza no País, se não houver um centro de atendimento especializado, com enfoque em Ciber Saúde<sup>15</sup>, para a adequada recepção das PDF e o diagnóstico sobre a TA mais apropriada ao atendimento das demandas dessa população (CGEE, 2012).

Finalmente, a implementação dessas recomendações necessita de investimentos em grupos de especialistas para a construção efetiva das políticas públicas desejadas e de muitas das ações aqui indicadas.

Como elemento importante para operacionalização dos CISP, sugere a criação do Centro Nacional Integrado da Saúde da Pessoa (CNISP). O objetivo desse modelo é apresentar uma visão conceitual do CNISP, de maneira a orientar a criação desse centro, usando como referência a proposta da Agência Nacional de Segurança Viária (ANAST) do Estudo de Subsídios em CT&I para uma Política de Segurança no Trânsito (CGEE1, 2012).

### 3.5.1. Justificativa

Os conceitos de observatórios focados na saúde surgiram em meados da década de 70, na França, e disseminaram por toda a Europa. Os autores Hemming e Wilkinson (2003), em um artigo publicado em 2003, consideram que a “observação da saúde” é uma função da saúde pública.

Em segundo lugar, consideram, também, que o documento publicado em 1974 pelo então Ministro da Saúde do Canadá, Marc Lalonde (Lalond, 1974) – “A new perspective on the health of Canadians”- marca o começo da agenda da “Nova Saúde Pública”, adotada por muitos países ocidentais, assinalada, ainda, por uma orientação crescente direcionada à prevenção da morte prematura e incapacidade, bem como ao desenvolvimento de políticas públicas saudáveis baseadas na evidência.

15 “A Organização Mundial da Saúde (OMS) define ciber saúde como o uso seguro e com boa relação custo-eficácia das tecnologias da informação e comunicação (TIC) para a saúde e áreas relacionadas. [...] A ciber saúde é um termo abrangente que cobre uma variedade de áreas, tais como a informática para a saúde, a saúde digital, a telesaúde, a telemedicina, o ciberensino e a saúde móvel.” Fonte: <[http://www.afro.who.int/index.php?option=com\\_docman&task=doc\\_download&gid=8597&Itemid=2593](http://www.afro.who.int/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=8597&Itemid=2593)>. Acesso em 15/11/2014.

Por sua vez, Portugal cria, em 2010, um Observatório de Saúde - tido atualmente como referência - que propõe, num primeiro momento, uma observação seguida por uma supervisão (monitoramento e vigilância) da situação da saúde pública, para que, posteriormente, possa investigar e analisar as causas de problemas, além de recomendar ações necessárias.

### 3.5.2. Requisitos fundamentais das recomendações

Em qualquer ação a ser adotada nesse tema, devem ser considerados como requisitos fundamentais o Planejamento, a Coordenação, a Integração e a Disciplinaridade. Para que as ações derivadas desse estudo alcancem o efeito desejado, recomenda-se que *sejam planejadas e tratadas de maneira coordenada e integrada, a partir de escolhas inter, multi e transdisciplinares*, respeitando os conceitos científicos para o sucesso na implementação de soluções.

O CNISP deverá ser um órgão em nível nacional que coordenará as atividades dos CISP. Ele terá a estrutura e as funcionalidades descritas nos próximos tópicos.

### 3.5.3. Requisitos de alto nível

Dentre os importantes requisitos que deverão nortear as atividades do CNISP se destacam: a agilidade; a capacidade de integração, de facilitação e de articulação; a autonomia (liberdade de ação); a inteligência estratégica e tecnológica; a capacidade de gestão de informação; a atuação no estado da arte; a representatividade; a ética; a transparência e a independência (apartidária). Cada um desses requisitos está detalhadamente descrito no relatório do estudo.

### 3.5.4. Estrutura organizacional do CNISP

Os conselhos constituem-se normalmente em órgãos públicos de composição paritária entre a sociedade e o governo, criados por lei, regidos por regulamento aprovado por seu plenário e de caráter obrigatório, uma vez que os repasses de recursos ficam condicionados à existência dessas normas e que assumem atribuições consultivas, deliberativas e/ou de controle (GOMES, 2003).

O papel dos conselhos, como instrumento para o controle popular da gestão pública, permite que os cidadãos se integrem à cogestão administrativa, identificando e contribuindo na constituição de políticas públicas que levam em consideração cada realidade representada. Os conselhos possibilitam o monitoramento da gestão pública e funcionam inequivocamente como canais de comunicação, viabilizando a transparência da gestão pública (MARQUES e SOUZA, 2012).

É nesse contexto que se encontra a importância do Conselho de Administração em uma empresa, como órgão encarregado não apenas de auxiliar a diretoria na elaboração das estratégias, mas também de definir, orientar e supervisionar os executivos quanto aos parâmetros de valores a serem considerados na definição dessas estratégias (NESTOR, 2007).

A estrutura organizacional do CNISP (Figura 2) será constituída por um conselho (Conselho de Administração - CA) e três importantes comitês, sendo um gestor operacional (CGO), um de gestão de informação (CGI) e o outro fiscalizador (CF). Além disso, terá as Diretorias Administrativa (DA) e Operacional (DO) e um Observatório Nacional de Tecnologia Assistiva (Onta), com suas funções e constituição descritos na sequência.

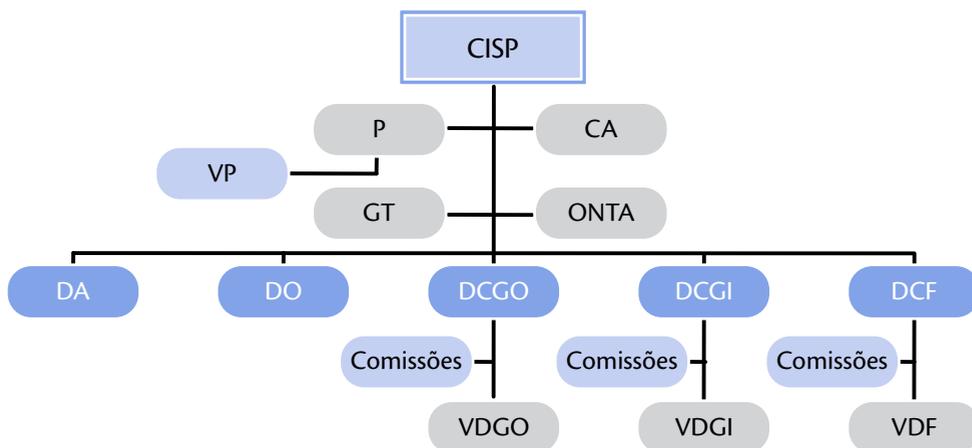


Figura 2. Estrutura Organizacional do CNISP.

P- Presidência; VP – Vice-Presidência; GT – Grupo de Trabalho; CA - Conselho de Administração; CGO - Comitê Gestor Operacional; CGI - Comitê Gestão de Informação; CF - Comitê Fiscalizador; DA - Diretoria Administrativa; DO - Diretoria Operacional; VDGO - Vice-diretoria de Gestão Operacional; VDGI - Vice-diretoria de Gestão da Informação; VPF - Vice-diretoria de Fiscalização.

O CNISP terá um funcionamento baseado em redes, de forma cooperativa e colaborativa e que disponibilize elementos importantes para a efetiva tomada de decisão. Além dos conselhos, poderão ser constituídos grupos de trabalhos multidisciplinares com membros dos conselhos para tratamento de temas específicos. A estrutura organizacional com suas funções e constituição estão descritos na amplamente no relatório do estudo.

### 3.5.5. Modelo de governança do CISP e do CNISP

O CNISP terá as atribuições de gerir os CISP e seus recursos. O modelo de governança do CNISP visa apresentar a forma conceitual de relações entre o esse centro nacional e seus parceiros, onde cada componente deve estar alinhado em termos de procedimentos unificados e suportados por tecnologias, principalmente a Tecnologia da Informação (TI) e a da Comunicação. O modelo apresenta os módulos funcionais da estrutura do CNISP e dos parceiros, que devem possuir uma gestão da informação integrada com os parceiros, visando apresentar resultados e proposições, atuando de forma proativa de maneira a melhorar a qualidade de vida das PDF.

Esse modelo deve ter uma forte relação com a sociedade e para ela atuar, a fim de se obter os resultados esperados. Suas funções e a infraestrutura física (espaço ambiental, TIC, *cloud computing*, infraestrutura humana), dentre outros, estão descritos no relatório do estudo.

### 3.5.6. Modelo de gestão de informação

A Gestão da Informação (GI) é um processo que consiste nas atividades de busca, identificação, classificação, processamento, armazenamento e disseminação de informações, independentemente do formato ou meio em que se encontra (seja em documentos físicos ou digitais). Seu objetivo é fazer com que as informações cheguem às pessoas que necessitam delas para tomar decisões no momento certo. A gestão da informação não necessariamente envolve todas as etapas citadas, muito menos nessa ordem. Resumidamente, tais etapas consistem em (LEONE, 2009): busca, identificação, classificação, processamento, armazenamento, e disseminação.

Os procedimentos para desenvolver a GI do CISP e do CNISP devem ter sua arquitetura desenhada de maneira que visem ser uma organização que cumpra fielmente seus princípios de alto nível. Essa arquitetura tem como propósitos apresentar a forma conceitual de relações entre as camadas e seus parceiros; e estabelecer as camadas do modelo e sua interação com os parceiros (governo federal, estadual e municipal, nos níveis executivo, legislativo e judiciário, academias, associações de classe, indústria, comércio, etc.). Essa arquitetura também deve ter uma forte relação com a sociedade e para ela atuar, a fim de se obter os resultados esperados.

Além disso, foram previstos procedimentos de normatização e padronização envolvendo métodos, processos, normas e padrões para que sejam os fundamentos do pleno desenvolvimento do órgão. Diversos aspectos devem ainda ser considerados, como gestão de recursos, gestão do CISP e da infraestrutura (localização, espaço físico, infraestrutura de TIC, etc.) para o funcionamento do CISP e sua rede.

## 4. Resultados e benefícios

O estudo desenvolvido para a proposta dos CISP, organismo que permitirá dar um salto qualitativo e quantitativo para o acolhimento e a valorização das PDF no País, apresenta os seguintes resultados:

- a. O estudo permitiu mapear aspectos importantes da cadeia produtiva relacionada às PDF e, do mesmo modo, visualizar e propor uma entidade que vai atender às expectativas desse contingente de pessoas que estão marginalizadas no País;
- b. Outro aspecto importante do estudo foi a identificação de qualificações e da inteligência nacional envolvidas direta e indiretamente com a problemática das PDF no País. Esse fato demonstra que a proposta desenvolvida no estudo tem potencial forte para se tornar realidade, em curto espaço de tempo;

- c. Novas tecnologias e técnicas foram mapeadas nesse estudo, demonstrando que o País está se preparando para dar um novo salto na saúde, desde que as condições de contorno sejam consideradas e ações políticas sejam colocadas em prática nessa direção. O País necessita de CISP na maioria das cidades brasileiras, já que suas funções e seu alcance permitirão a inclusão social de boa parcela da população nacional;
- d. A implantação dos CISP no Brasil permitirá a transferência de tecnologias desenvolvidas em universidades, centros de pesquisas e nos hospitais conveniados com os CISP, para a iniciativa privada, permitindo a fabricação e manutenção dos aparatos necessários às PDF;
- e. Essa transferência de tecnologia também permitirá o surgimento de novas empresas (as denominadas *Spin-offs*) e o desenvolvimento de novos produtos no País;
- f. Os novos produtos/serviços/materiais serão resultados das novas empresas, amenizando os transtornos enfrentados por muitos pacientes, no que diz respeito a problemas de manutenção, operação e reposição, além de elevados custos, no tocante a produtos importados;
- g. Em função da transferência de tecnologia e das novas empresas, serão gerados novos postos de trabalho, o que permitirá ao País reduzir a sua taxa de desemprego, melhorando as condições de vida da população;
- h. O estudo evidencia a possibilidade de integração dos recursos nacionais, pois os CISP e os parceiros estarão em constante comunicação, gerando tecnologia e soluções e atendendo às PDF do País; e
- i. Finalmente, o País poderá contar com um órgão de fundamental importância, regido por um Marco Regulatório Moderno na área da saúde e que ainda reunirá, as seguintes características: ser completo, funcional, acessível, ágil, impessoal, normatizado e padronizado.

Os benefícios são de muito impacto para os usuários e a sociedade, que terão à sua disposição os recursos humanos e tecnológicos do CISP. Esses centros deverão ser instalados na proporção mínima de uma unidade para cada Estado e Distrito Federal e, como projeto, o estudo para aplicação de outras unidades em cada cidade de médio e grande porte.

Toda a articulação do CISP deverá ser feita pelos executivos do CNISP e dos CISP, juntos a representantes de segmentos nacionais (governos, empresas, hospitais, associações, organizações não governamentais, etc.) e internacionais, o que trará benefícios tanto de recursos financeiros, como tecnológicos.

## 5. Conclusão

O estudo constatou que as questões que envolvem a TA já se conformaram em caso de saúde pública e extrapolam a capacidade de serem resolvidas por ações isoladas. Essas constatações permitiram observar que o tema TA é mais um que requer a quebra de paradigmas nacionais, em todos os níveis, para solução. Afinal, a situação e as necessidades das PDF afetam não somente a vida dos componentes desse grupo, mas, também, diretamente a vida de seus diversos parentes, o custo social, principalmente nos órgãos de saúde, e até as organizações onde trabalham.

As possibilidades evidenciadas no estudo de integração de recursos em nível nacional, desenvolvimento e a transferência de tecnologia, fortalecimento das empresas existentes, surgimento de novas empresas, criação de novos postos de trabalho e redução de dependência externa de artefatos e de equipamentos, demonstram a importância desse levantamento e de sua proposta do CISP no País.

A proposta desenvolvida nesse estudo, de um Centro Integrador de Solução para a Saúde da Pessoa, vem com claro objetivo de enfrentar os problemas vivenciados pelas PDF (PcD, PcR e Pcl) e de forma a oferecer um ambiente propício e adequado às necessidades dessas pessoas. No CISP as PDF estarão sendo acolhidas e terão a efetiva inclusão, existindo neste ambiente, todas as facilidades e modalidades médicas para o pronto e efetivo atendimento. A existência do Onta, uma grande base de dados de problemas e soluções, permitirão que os profissionais do CISP possam exercer suas atividades em base mais sólidas, através de um suporte computacional forte (tanto em termos de informações como de tecnologia).

Almeja-se que os serviços delineados para o CISP e sua rede de centros associados possam contribuir com a garantia dos direitos constitucionais relacionados à saúde, educação e assistência social, benefícios estes primordiais ao atendimento das complexas e crescentes necessidades das PDF. Também, espera-se que o CISP tenha a capacidade de congregiar importantes modalidades médicas e tecnológicas para apoio e acolhimento das PDF (PcD, PcR e Pcl), as quais hoje estão praticamente excluídas do atendimento em saúde.

Acredita-se e espera-se que a partir da implantação dos serviços do CISP e da rede de centros, se estabeleça um novo marco na história da vida das PDF. O Brasil poderá fazer jus ao compromisso assumido perante a ONU em 2011, quando se tornou signatário da Convenção dos Direitos da Pessoa com Deficiência. Assim, esse investimento possibilitará que o País seja reconhecido como aquele que respeita o direito da pessoa com deficiência, ou seja, dentre outros fatores, significa estar de acordo com as recomendações apresentadas no Relatório Mundial sobre a Deficiência, 2012, onde prevê que as nações signatárias se estruturam e integrem suas ações (envolve investimentos relativos ao suporte de TA, a implantação dos conceitos do desenho universal, priorização para ajustes e acessibilidade aos espaços urbanos, superação das barreiras, e demais soluções) em consonância ao núcleo de Metas de Desenvolvimento do Milênio de 2015. Para tal, a conclusão e concretização do CISP/Agência, Onta, Cista, Cenara, Cenatis e o Citdqv, juntamente a todos os atores envolvidos na

realização de suas ações, vem de encontro a esse compromisso mundial, contemplando efetivamente uma necessidade social.

O suporte para essas ações está relacionado aos investimentos e estruturação das parcerias com a academia e centros de pesquisa; as empresas e indústrias; e com o terceiro setor por meio das entidades, hospitais, entre outros. A implantação do CISP propõe a utilização de recursos humanos treinados para o trabalho em equipe, com a padronização dos procedimentos de avaliação, prescrição e aquisição de equipamentos de TA, acompanhamento do seu uso dos produtos concedidos.

Finalmente, há de se conhecer as origens daquilo que se quer ajudar a construir, por isso, identificar e conhecer a realidade da vida da PDF (PcD, PcR e Pcl), somada aos fatores ambientais e aos aspectos regionais, é fundamental para se estabelecer a direção para onde e como se quer chegar.

## Referências

- BRASIL. Presidência da República. Secretaria Especial dos Direitos Humanos. CAT. ATA VII: **Comitê de Ajudas Técnicas (CAT) - Coordenadoria Nacional para Integração da Pessoa Portadora de Deficiência (CORDE)**, 2006.
- \_\_\_\_\_. **Tecnologia Assistiva**. Subsecretaria Nacional de Promoção dos Direitos das Pessoas com Deficiência, Comitê de Ajudas Técnicas, Brasília. 2009.
- CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS - CGEE. **Mapeamento de competências em tecnologia assistiva**, Brasília, 2012. 381 p.
- \_\_\_\_\_. **Subsídios em CT&I para uma política de segurança no trânsito**, Brasília, 2012. 423 p.
- CRUZ, D.M. Utilização de dispositivos assistivos por alunos com deficiência em escolas públicas. **Cadernos de Terapia Ocupacional da UFSCAR**, v. 21,n.1,p.4-5, 2013.
- GOMES, E.G.M. **Conselhos gestores de políticas públicas: democracia, controle social e instituições**. Dissertação (Mestrado) - Escola de Administração de Empresas de São Paulo, Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, 2003. 111 p. Disponível em: <[http://www.planejamento.gov.br/secretarias/upload/Arquivos/seges/EPPGG/producaoAcademica/dissertacao\\_EduardoGranha.pdf](http://www.planejamento.gov.br/secretarias/upload/Arquivos/seges/EPPGG/producaoAcademica/dissertacao_EduardoGranha.pdf)>. Acesso em: 8 jun 2012.
- GUIMARÃES, M.P. **Acessibilidade: Diretriz para a Inclusão: a eliminação de barreiras possibilita aos portadores de deficiência agirem na sociedade**. 2002. Disponível em: <<http://saci.org.br/?modulo=ake mi&parametro=2248>>. Acesso em: 12 mai. 2012.
- HEMMING, J.; WILKINSON, J. What is a public health observatory? **J. Epidemiol. Community Health**, n. 57, p. 324-326, 2003. Disponível em: <[http://portal.arsnorte.min-saude.pt/portal/page/portal/ARSNorte/Conte%C3%BAdos/Sa%C3%BAde%20P%C3%BAblica%20Conteudos/Observatorios\\_Locais\\_Saude\\_Implementacao.pdf](http://portal.arsnorte.min-saude.pt/portal/page/portal/ARSNorte/Conte%C3%BAdos/Sa%C3%BAde%20P%C3%BAblica%20Conteudos/Observatorios_Locais_Saude_Implementacao.pdf)>. Acesso em: 11 mai 2013.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Censo demográfico 2000 - 2010**. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia\\_visualiza.php?id\\_noticia](http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia)>. Acesso em: 05 abr. 2012.

- \_\_\_\_\_. **Censo demográfico 2000 – 2010**. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/resultados\\_preliminares\\_amostra/default\\_resultados\\_preliminares\\_amostra.htm](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/resultados_preliminares_amostra/default_resultados_preliminares_amostra.htm)>. Acesso em: 11 mai. 2012.
- LALONDE M. **A new perspective on the health of Canadians. A working document**. Ottawa: Government of Canada, 1974. Disponível em: <<http://www.phac-aspc.gc.ca/ph-sp/pubef-pubf/perintrod-eng.php>>. Acesso em: 12 dez. 2013.
- LEONE, A. O que é gestão da informação? **Gestão da Informação**, 2009. Disponível em: <<http://informacaoparasuagestao.blogspot.com.br/2009/10/o-que-e-gestao-da-informacao.html>>. Acesso em: 22 dez 2013.
- MARQUES, V.T.; SOUZA, J.S. Conselho Gestores. **OGPP- Observatório de Gestão Pública Participativa**, Universidade Federal de Sergipe, Sergipe, 2012. Disponível em: <<http://ogpp.gid-ufs.org/glossario/conselhos-gestores/>>. Acesso em: 8 jun 2012.
- NAÇÕES UNIDAS. **Convenção sobre os direitos das pessoas com deficiência**. Assembleia Geral das Nações Unidas, New York, 2006.
- NESTOR, O. Conselho de Administração. **Administradores.com**, 2007. Disponível em: <<http://www.administradores.com.br/informe-se/producao-academica/o-conselho-de-administracao/442/>>. Acesso em: 13 June 2012.
- NORTH CAROLINA STATE UNIVERSITY – NCSU. The Center for Universal Design. **The Universal design file – designing for people of all ages and abilities**, 1998. Disponível em: <<http://www.ncsu.edu/project/design-projects/udi/center-for-universal-design>>. Acesso em: Mar. 2000.
- ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE - OMS. **Relatório mundial sobre a deficiência**. Genebra. 2011.
- \_\_\_\_\_. **RMD – Relatório Mundial sobre a Deficiência**. Publicado sob o título de World Report on Disability; tradução Lexicus serviços Linguísticos – São Paulo: SEDPcD, 2012. 344p.
- UNITED NATIONS FUND FOR POPULATION ACTIVIES - UNFPA. (Fundo de População das Nações Unidas). **Pessoas e possibilidades em um mundo de 7 bilhões**. In: **Relatório sobre a Situação da População Mundial 2011**. 2011.



# Considerações sobre gerenciamento tecnológico e de recursos humanos na área espacial

Thyrso Villela<sup>1</sup>, Alessandra de Moura Brandão<sup>2</sup>, Jackson Max Furtunato Maia<sup>3</sup>

## Resumo

Neste artigo são apresentados resultados do estudo desenvolvido pelo CGEE sobre gerenciamento tecnológico e de recursos humanos para o setor espacial brasileiro. São discutidos critérios e ferramentas de gerenciamento tecnológico e de recursos humanos com potencial de utilização por esse setor. Os critérios referem-se a processos de avaliação de níveis de maturidade tecnológica e de graus de criticidade de tecnologias. Por sua vez, a ferramenta usa técnicas de análise de redes complexas com base em coautorias e similaridade semântica entre *curricula* para realizar buscas automáticas de recursos humanos na Plataforma Lattes. Finalmente, apresenta-se o Observatório de Tecnologias Espaciais e suas propostas e serviços a serem oferecidos ao setor espacial brasileiro.

## Abstract

*In this paper we present results of a study conducted by CGEE on management of technology and human resources for the Brazilian space sector. We discuss criteria and tools employed for such managements. The criteria are related to processes to assess technology readiness and criticality levels. The tool employs complex network analysis techniques. It is based on co-authorships and semantic similarity between curricula in the Plataforma Lattes in order to perform automatic searches of professionals with potential to work for the Brazilian space sector. We also present a proposal for a Space Technology Observatory in Brazil.*

- 1 Pesquisador titular do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe) e assessor técnico do CGEE. Foi diretor de Satélites, Aplicações e Desenvolvimento da Agência Espacial Brasileira (AEB) e presidente da Sociedade Astronômica Brasileira. É doutor em Ciências (Astronomia) pela Universidade de São Paulo.
- 2 É assessora técnica do CGEE. Foi coordenadora interina de Satélites e Aplicações da Agência Espacial Brasileira (AEB) e assessora técnica do Conselho Nacional de Ciência Tecnologia (CCT). Doutora em Ciências do Comportamento pela Universidade de Brasília.
- 3 Analista em Ciência e Tecnologia Sênior do Inpe e assessor do CGEE. Foi coordenador técnico da Coordenação de Apoio à Pesquisa, Desenvolvimento e Aplicações (COAPD) do CNPq e da Coordenação de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação da AEB. É doutor em Ciências (Física) pela Universidade de São Paulo.

**Palavras-Chave:** Gerenciamento tecnológico para o setor espacial. Tecnologias críticas para o setor espacial. Análise de criticidade de tecnologias espaciais.

**Keywords:** *Space technology management. Critical space Technologies. Space technologies criticality analysis.*

---

## 1. Introdução

Hoje em dia, é clara a influência das tecnologias espaciais na vida das pessoas. A previsão meteorológica, o funcionamento da internet, o monitoramento ambiental e de fronteiras, as comunicações e os sistemas de navegação por satélite, entre outros exemplos fortemente dependentes dessas tecnologias, mostram que as aplicações espaciais constituem uma realidade irreversível. Poder utilizar várias dessas aplicações em benefício próprio é uma aspiração de vários países, mas, atualmente, são poucas as nações que têm o domínio tecnológico necessário para concretizar esse objetivo.

O mercado espacial, que engloba desde o desenvolvimento de artefatos espaciais até os serviços deles provenientes, movimenta em torno de 310 bilhões de dólares por ano [18], fato que, aliado ao caráter dual das aplicações espaciais, faz do setor um campo fértil no qual estratégias de domínio tecnológico florescem continuamente. Ser um ator importante do setor espacial traz inúmeras vantagens para um país, que vão desde o atendimento das necessidades básicas de uso das aplicações espaciais em proveito próprio, passando pelo aumento do prestígio internacional, que traz ganhos secundários interessantes, e chegando à possibilidade de ser um exportador de produtos de alto valor agregado.

Em especial, o Brasil, com uma vasta extensão territorial, precisa monitorar o seu território para proteger o meio ambiente, conhecer as riquezas minerais e vegetais e proteger as fronteiras e o mar territorial, entre outras necessidades. Assim, torna-se essencial que as aplicações espaciais estejam constantemente ao dispor do Estado brasileiro. Para isso, é necessário ao País ter uma capacidade mínima de acesso às tecnologias de seu interesse e não ficar sujeito a cerceamentos tecnológicos de países que as dominam e restringem sua exportação.

Apesar de ter um dos programas espaciais mais antigos do mundo, o Brasil ainda não conseguiu dominar as tecnologias necessárias para usufruir autonomamente das atividades espaciais de seu interesse. Quais seriam as razões para essa situação? Uma primeira aproximação para responder a essa questão é formular outras duas perguntas:

- O que os países que dominam as tecnologias espaciais fizeram no passado e o Brasil não fez?
- O que os países que dominam as tecnologias espaciais fazem hoje e o Brasil não faz?

Naturalmente, tanto essas perguntas quanto suas respostas não são suficientes para resolver o problema posto, mas certamente podem fornecer informações importantes para entender algumas das razões para as dificuldades do Programa Espacial Brasileiro (PEB). Além disso, não se trata de, apenas, adotar

práticas gerenciais empregadas por esses países desconsiderando a realidade brasileira. Problemas relacionados aos recursos financeiros disponibilizados ao longo do tempo para o PEB e ao arcabouço jurídico no qual as instituições do setor espacial estão imersas são óbices que precisam ser explicitados, mas não são os únicos que devem ser considerados para explicar a falta de domínio tecnológico no setor espacial. Dentre os aspectos que precisam ser mencionados, certamente se encontram aqueles relacionados ao gerenciamento tecnológico e à necessidade de engajamento do capital humano qualificado atualmente disponível no País no esforço de dominar tecnologias essenciais para o uso das aplicações espaciais de interesse nacional.

Para a primeira pergunta, a resposta engloba diversos fatores. Por exemplo, vários desses países sempre tiveram um planejamento consistente, com programas de apoio ao treinamento de cientistas e engenheiros e ao desenvolvimento tecnológico. Alguns desses países sempre usaram o potencial humano disponível nas suas universidades no esforço de avançar na área espacial. Um exemplo dessa prática é o dos Estados Unidos da América (EUA) que, no início da década de 1960, fizeram uma análise das necessidades do seu programa espacial e das competências instaladas nas universidades norte-americanas à época [1]. É conveniente notar que a *National Aeronautics and Space Administration (Nasa)*, desde o seu início, sempre se apoiou no capital humano das universidades de forma a evitar a duplicação de esforços e ter sempre à disposição de seus programas o pessoal altamente qualificado das universidades.

Para a segunda pergunta, uma das respostas reside no fato de esses países, ao se depararem com dificuldades para desenvolver ou ter acesso a tecnologias que os habilitassem a ter seus próprios artefatos espaciais, implantaram em seus programas ações voltadas para desenvolver tecnologias e treinar pessoal. Essas ações incluem, por exemplo, o uso de programas que permitem elevar a maturidade de tecnologias espaciais de uma forma objetiva, como é o caso de programas suborbitais, de satélites tecnológicos, entre outros. Além disso, alguns programas têm ações específicas de domínio de tecnologias essenciais ao seu desenvolvimento, as ditas tecnologias críticas, como é o caso da *European Space Agency (ESA)*.

Ações similares no PEB têm acontecido de forma esparsa no tempo. Assim, tendo em vista o contexto mundial e a situação em que se encontra o Brasil atualmente em termos de desenvolvimento de tecnologias da área espacial, fica claro que é necessário introduzir metodologias de gerenciamento de tecnologias e incorporar os recursos humanos disponíveis no País, principalmente nas universidades brasileiras, para o domínio de tecnologias de interesse do PEB.

De forma a colaborar com esse esforço, o Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE) conduziu, entre 2012 e 2014, estudos especificamente nesse sentido. Como resultados desses estudos, foram desenvolvidas metodologias de avaliação dos graus de maturidade e de criticidade de tecnologias, além de uma ferramenta de busca automática de recursos humanos disponíveis no Brasil que possam colaborar com o esforço de dominar tecnologias críticas para o PEB.

A metodologia de avaliação de níveis de maturidade de tecnologias seguiu os conceitos mundialmente aceitos, com base na norma ISO 16290 [11], mas acrescentou alguns elementos ao processo de avaliação, que, embora não alterem os critérios da métrica estabelecida por essa norma, incorporam informações importantes para o gestor ou gerente de projetos espaciais ao explicitar a forma de dependência do exterior de insumos, componentes, materiais, serviços, etc. [4]. Por sua vez, a metodologia de avaliação de criticidade de tecnologias é capaz de definir os graus de criticidade de uma dada tecnologia, tendo por base uma série de critérios [5]. Ao se combinar essas duas metodologias e a ferramenta de busca de recursos humanos para suprir as lacunas tecnológicas do PEB com diferentes programas de acesso ao espaço, é possível delinear uma proposta de plano de domínio tecnológico para o setor espacial.

## 2. Algumas considerações sobre gerenciamento tecnológico e de pessoal na área espacial

### 2.1. Aspectos gerais

É óbvio pensar que programas que envolvam alto risco, alto custo e longo prazo para alcançar seus objetivos sigam passos bem estabelecidos para as suas consecuições, como é o caso de programas espaciais. Esses passos são bem documentados na literatura do setor e envolvem planejamento, organização, coordenação e controle (e.g., [19]). É necessário garantir, de forma clara, que os objetivos e requisitos de um dado projeto espacial sejam alcançados dentro dos prazos estabelecidos. Para tanto, na fase de organização, deve ser feita uma avaliação criteriosa dos meios disponíveis, como infraestrutura e pessoal, para atender às necessidades do projeto. O artefato espacial a ser construído deve ser decomposto em seus respectivos subsistemas para que o trabalho seja distribuído entre os especialistas da forma mais eficiente possível. Na fase de coordenação, as atividades previstas para o desenvolvimento do projeto devem ser dirigidas de forma a fazer com que haja efetivamente uma sintonia entre elas. Na fase de controle, são estabelecidos procedimentos e regras para aferir os resultados obtidos durante o desenvolvimento do projeto, de forma a mitigar possíveis desvios do cronograma definido inicialmente. Essas fases são seguidas por todos os projetos dos programas espaciais do mundo, incluindo o brasileiro, porém algumas ferramentas não são ainda de uso disseminado no Brasil, como a análise dos graus de maturidade tecnológica e de criticidade de tecnologias.

Partindo de um conjunto de missões espaciais já definidas em uma etapa anterior de planejamento, podemos descrever uma forma simples de gerenciamento tecnológico que poderia ser aplicada ao PEB: a partir das informações oriundas do processo de definição das demandas, um comitê de especialistas, composto por representantes dos principais atores do PEB, deve elaborar um documento com as especificações preliminares das missões que devem ser levadas a cabo para contemplar as demandas levantadas. A seguir, um comitê que tenha como missão prover informações sobre a política industrial adotada pelo Brasil para a área espacial, cuja composição deve incluir representantes das indústrias nacionais, examinaria o documento produzido e daria um parecer sobre as capacidades da indústria

nacional para atender os requisitos definidos. As próximas atribuições desse comitê seriam examinar os planos tecnológicos do PEB e da indústria e verificar se as diretrizes da Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (ENCTI) e da Estratégia Nacional de Defesa (END) estariam sendo atendidas, para produzir um documento consolidado com as especificações finais da missão e a estratégia de participação da indústria nacional.

Esse processo deve ser dinâmico e constantemente alimentado por informações provenientes de um arranjo institucional com o propósito de coletar dados e produzir estudos sobre o setor espacial, nos moldes de um Observatório de Tecnologias Espaciais (OTE). Tal componente, no entanto, ainda não está implantado no PEB. Ele deveria ser o responsável pela busca contínua de novas informações de interesse da área espacial e gerar informações que guiarão as tomadas de decisão durante todo o processo de gerenciamento tecnológico. As informações oriundas das observações do OTE seriam compiladas e documentadas em forma de boletins informativos, relatórios, alertas, etc. As tarefas do OTE seriam:

- monitorar as ações do maior número possível de agências espaciais;
- monitorar no mundo o desenvolvimento e a evolução de tecnologias espaciais;
- monitorar, tanto no Brasil quanto no mundo, o desenvolvimento e a evolução de tecnologias que tenham potencial de aplicação na área espacial;
- obter informações sobre os processos e as estratégias de desenvolvimento e gerenciamento dessas tecnologias;
- identificar e analisar tendências tecnológicas mundiais;
- identificar e analisar lacunas, oportunidades e sinergias tecnológicas na área espacial no Brasil;
- utilizar ferramentas de mapeamento de redes de conhecimentos e de colaboração para auxiliar o esforço de domínio de tecnologias para a área espacial no Brasil;
- identificar e acompanhar novas oportunidades de parcerias técnicas e institucionais nos âmbitos nacional e internacional;
- gerar informações estratégicas e dados estatísticos sobre os principais resultados encontrados no processo de monitoramento e análise de tecnologias;
- auxiliar na estruturação de uma plataforma de ação de longo prazo, com a finalidade de subsidiar a formulação, o acompanhamento e a avaliação de políticas e programas da área espacial no Brasil;
- ampliar o processo de construção de competência em inteligência estratégica e análise de informações na área espacial.

De forma a estabelecer um programa que vise ao domínio das tecnologias necessárias para o desenvolvimento das missões definidas pelo processo relatado anteriormente, é imperativo que haja uma metodologia de gerenciamento tecnológico no PEB. Nesse sentido, será delineada a seguir

uma proposta de gerenciamento tecnológico para o setor espacial que tem como objetivo principal definir um plano de domínio de tecnologias críticas (PDTC). Porém, inicialmente, é importante conceituar o termo “tecnologia crítica”.

## 2.2. Tecnologias críticas

O tema tecnologia crítica (TC) já foi bastante explorado ([3], [15], [9]). Ele tem alguns aspectos inerentes aos ambientes e contextos em que é utilizado. De uma forma geral, pode-se dizer que tecnologias críticas da área espacial no Brasil são aquelas essenciais para atender algum objetivo estratégico do PEB. O PEB necessita de tecnologias que, seja por sua importância para o alcance de requisitos operacionais para um determinado projeto, seja pela dificuldade de sua aquisição no exterior, são consideradas como críticas.

O PEB, assim como outros programas espaciais do mundo, sofre cerceamentos tecnológicos, que são medidas que impactam o custo e o tempo de desenvolvimento dos projetos. Restrições relacionadas ao *Missile Technology Control Regime (MTCR)* e ao *International Traffic in Arms Regulation (Itar)*, instrumentos legais para limitação de exportação de tecnologia, impactam negativamente os projetos nacionais. Assim, é imperativa a adoção de medidas para minimizar os resultados desses impactos. É necessário também ter uma noção exata de quais elementos tecnológicos são críticos em um dado projeto, e que ações devem ser tomadas para que esses elementos não estranquem os desenvolvimentos nos quais são imprescindíveis.

Para se chegar a um consenso sobre o termo tecnologia crítica, equipes do CGEE, do Instituto de Aeronáutica e Espaço (IAE) e do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe), em estudos desenvolvidos em colaboração, propuseram a definição do termo “elemento tecnológico crítico” para o setor espacial brasileiro, tendo como referências documentos produzidos pelo *Department of Defense (DoD)* dos EUA [20] e pela ESA [6]. Em particular, a ESA utiliza um termo interessante que é a definição de *não-dependência tecnológica*, que se traduz pela circunstância de a Europa, embora possa não ter a capacidade de produzir dentro do seu próprio território uma dada tecnologia de que necessita para tornar operacional um dado sistema, ter acesso livre e irrestrito a essa tecnologia. Esse conceito de *não-dependência* pode ser aplicado ao caso brasileiro, como uma primeira estratégia de gerenciamento tecnológico. Para sermos mais precisos, é conveniente explicitar os demais termos utilizados na Europa para definir a situação de independência, que é quando uma dada tecnologia é produzida e se encontra disponível na Europa, e dependência, que é quando não há a disponibilidade de uma dada tecnologia na Europa e há restrições à sua livre aquisição e ao seu uso irrestrito. Assim, nesse contexto, foi definido como elemento tecnológico crítico aquele que:

- é fundamental para que o sistema espacial a ser desenvolvido alcance requisitos operacionais (dentro de limites aceitáveis de cronograma e custo);

- exige um desenvolvimento tecnológico<sup>4</sup> novo ou se insere em uma área com grande risco tecnológico na fase de projeto ou de demonstração;
- está sujeito a embargo para sua aquisição (ou existe grande possibilidade de haver embargo).

Uma definição única de TC proporciona um entendimento comum entre os gerentes e desenvolvedores de projetos espaciais acerca da identificação destas tecnologias. Tendo definido o conceito de TC, é necessário que haja uma metodologia para determinar como uma dada tecnologia ou elemento tecnológico seriam considerados críticos.

Novamente, uma estreita colaboração entre o CGEE e os principais executores do Programa Nacional de Atividades Espaciais, IAE e Inpe, produziu uma metodologia baseada em conceitos utilizados na Europa, como a necessidade de uma “abordagem orientada para o desenvolvimento de componentes estratégicos, concentrando-se nos componentes críticos selecionados, para os quais a dependência da indústria europeia dos fornecedores internacionais deve ser evitada, a fim de alcançar o equilíbrio ideal entre a independência tecnológica, a cooperação estratégica com os parceiros internacionais e a confiança nas forças de mercado” [6].

Várias tecnologias espaciais são dominadas pelo PEB. Algumas estão se tornando obsoletas e outras ainda são atuais. Nos dois casos, são necessárias ações que garantam a sua sustentabilidade e manutenção.

Além dessas tecnologias dominadas, tecnologias críticas não dominadas podem ser classificadas, quanto ao seu impacto na evolução do PEB, como niveladoras, avançadas ou disruptivas. As niveladoras são aquelas já dominadas por outros países e necessárias para o desenvolvimento de sistemas e subsistemas essenciais para missões e projetos do PEB, mas que não são dominadas de forma suficiente ou não são disponibilizadas de forma adequada pela indústria e por centros de pesquisa nacionais ou sofrem restrições para ser adquiridas no exterior, a ponto de comprometer o desenvolvimento autônomo de veículos lançadores e satélites.

Tecnologias críticas avançadas são aquelas alinhadas com a visão de futuro do PEB ou relacionadas direta ou indiretamente às necessidades das missões e dos projetos existentes, mas que ainda estão em desenvolvimento em nível mundial. Portanto, caso seja implantado um programa de gerenciamento tecnológico na área espacial, com ações de apoio ao desenvolvimento tecnológico e de treinamento de pessoal, as empresas brasileiras terão melhores condições de competir no mercado internacional.

Por fim, tecnologias críticas disruptivas estão relacionadas ao surgimento de uma inovação tecnológica radical que tenha o potencial de induzir uma mudança substancial nos roteiros estratégicos em vigor, mantendo a aderência aos objetivos do Programa Nacional de Atividades Espaciais (Pnae). A Figura 1 ilustra essas definições.

---

<sup>4</sup> Se o desenvolvimento a ser realizado é uma aplicação de tecnologia já existente ou disponível e está dentro da base de experiência do desenvolvedor, ele é considerado desenvolvimento de engenharia. Se o desenvolvimento está fora da base de experiência do desenvolvedor, ele se torna desenvolvimento tecnológico [2].

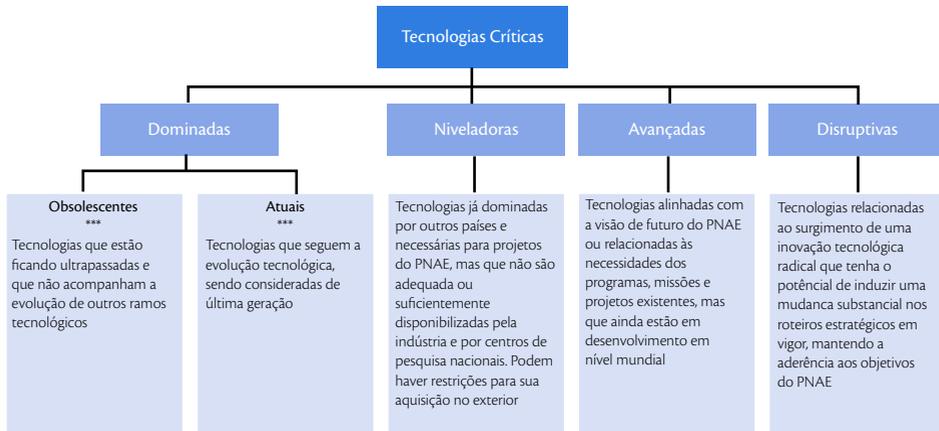


Figura 1. Definições de classes de tecnologias críticas.

Os critérios para a definição de uma tecnologia como crítica deverão contemplar aspectos como importância para sistemas ou serviços espaciais considerados estratégicos para o Pnae e dificuldade de aquisição nos âmbitos nacional e internacional. Critérios adicionais como tempo e custo de desenvolvimento, valor comercial para a indústria nacional, competências e infraestrutura disponíveis no País para o desenvolvimento necessário, potencial de aplicação em outros setores de atividade econômica, entre outros, podem ser usados como subsídios para uma tomada de decisão mais sólida quanto ao desenvolvimento ou à compra de um determinado componente tecnológico, processo conhecido como “make or buy”.

### 2.3. Métricas de avaliação de tecnologias

Metodologias objetivas para avaliar tecnologias certamente são importantes para a montagem de um plano de domínio tecnológico para o PEB. Há desde propostas metodológicas universais, como é o caso da relacionada ao grau de maturidade tecnológica - ou prontidão tecnológica [technology readiness level (TRL)] -, até casos específicos que dependem das circunstâncias de cada país, como na definição de criticidade de uma dada tecnologia. O CGEE, no âmbito dos estudos mencionados anteriormente, desenvolveu uma metodologia de avaliação de níveis de maturidade tecnológica baseada na norma ISO 16290, na qual foi adicionada a explicitação do grau de dependência do exterior para o alcance do grau de maturidade dessa tecnologia [4].

#### 2.3.1. TRL

Essa métrica, usada há um tempo ([13], [12], [16], [14]) por várias organizações ao redor do mundo, trouxe uma forma objetiva para estimar o grau de desenvolvimento em que se encontra um dado elemento tecnológico. O uso dessa metodologia é extremamente importante em diversos campos da engenharia, mas, em particular, no setor espacial (e.g. [10], [7], [17], [8]), no qual se originou.

Em uma missão espacial, não é conveniente o emprego de tecnologias que não tenham sido desenvolvidas suficientemente, seja no caso de satélites ou de foguetes. Diferentemente de outras áreas tecnológicas, como a automobilística, por exemplo, na área espacial a prática do recall não é exatamente uma forma eficiente de resolver problemas tecnológicos a posteriori, apesar de ter havido alguns poucos exemplos na área, como os reparos de satélites realizados em algumas ocasiões. Dessa forma, elementos tecnológicos com altos graus de maturidade tecnológica devem ser empregados em uma missão espacial operacional.

Ademais, ter o conhecimento exato do estágio de desenvolvimento de um dado elemento tecnológico é uma informação importante para que o gestor de um projeto possa avaliar os recursos materiais e humanos que devem ser utilizados para o completo domínio desse elemento, além, naturalmente, de permitir uma estimativa mais objetiva do tempo necessário para esse domínio. Também com esse conhecimento, é possível elaborar um cronograma e uma previsão de custo realistas para o projeto como um todo e antever, caso seja apropriado, se haverá em um horizonte próximo a superação dessa tecnologia por outra mais eficiente e menos onerosa. A tabela abaixo mostra os níveis de maturidade tecnológica e as condições que devem ser satisfeitas para que eles sejam alcançados.

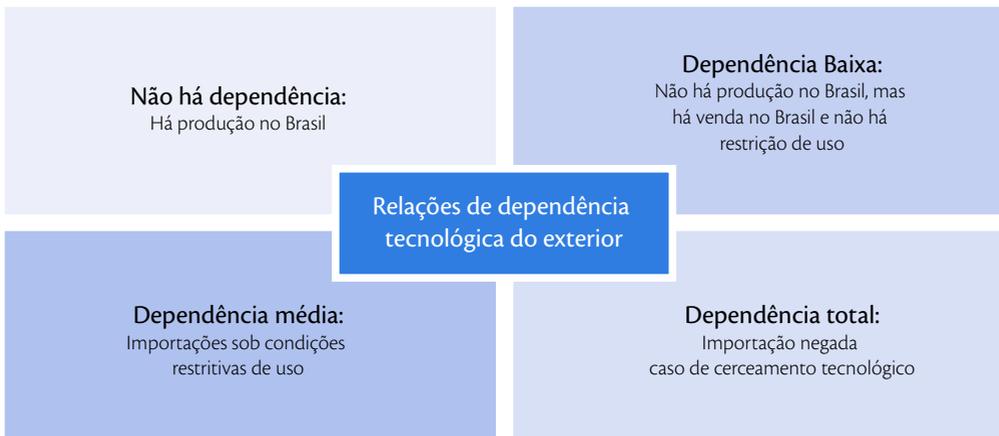
**Tabela 1.** Níveis de maturidade tecnológica para o setor espacial (adaptado de [11]).

Nível	Condições necessárias para o alcance do nível de maturidade tecnológica
TRL-1	Princípios básicos da ideia terem sido observados e documentados
TRL-2	Concepção geral da tecnologia ter sido formulada e documentada
TRL-3	Ter sido comprovado o conceito do produto tecnológico que se quer desenvolver
TRL-4	Modelo funcional do produto ter sido verificado em laboratório
TRL-5	Funções críticas do produto terem sido verificadas com modelos operando em ambientes representativos do ambiente real em que o produto operará
TRL-6	Modelo funcional avançado, compatível com o subsistema ou sistema real, ter sido testado e comprovado em ambiente representativo do ambiente real ou no espaço
TRL-7	Protótipo ou modelo de qualificação do produto final, compatível com o sistema real, ter sido testado e comprovado para funcionamento em ambiente operacional (se necessário, no espaço)
TRL-8	Produto final (modelo de voo) ter sido qualificado e aceito para voo espacial
TRL-9	Produto ter sido empregado com sucesso em voo espacial operacional

Atualmente, não há no País disponibilidade de todos os insumos necessários para os projetos espaciais em andamento. Muitas vezes, essa indisponibilidade é ditada por razões técnicas ou até mesmo econômicas. Assim, o desenvolvedor de um elemento tecnológico para o PEB pode se ver obrigado a importar alguns insumos para levar a cabo o projeto, caso esse insumo seja indispensável. Igualmente, pode haver casos em que seja necessária, por exemplo, a realização de testes ou tratamentos no exterior. Caso a importação desses insumos ou a realização desses processos sejam

negados ou fortemente controlados por algum país, temos, obviamente, um caso de dependência tecnológica do exterior.

Nesses casos, teremos situações de baixa dependência quando o insumo e/ou procedimento estiverem disponíveis no Brasil, mesmo não sendo produzidos aqui ou dominados por instituições brasileiras. Há os casos de dependência média quando há restrições acerca do uso desses insumos ou processos e, de dependência total, quando não é possível a importação desses insumos ou a realização de procedimentos no exterior, situação que se configura como cerceamento tecnológico. A figura a seguir ilustra essas situações. Naturalmente, para cada um dos casos de dependência do exterior, deve haver a previsão de ações que visem o domínio tecnológico desses elementos.



**Figura 2.** Graus de dependência do exterior para TRL (adaptado de [4]).

Agregar a determinação dos TRL às práticas de gerenciamento de projetos atualmente em vigor no País, como aquelas relacionadas ao uso do padrão de gerenciamento da ESA, *European Cooperation for Space Standardization (ECSS)*, e de classificação de componentes e materiais em graus de qualificação, certamente fará com que a busca de domínio tecnológico seja mais bem conduzida, com ações mais eficazes e eficientes.

### 2.3.2. Análise de criticidade

Tendo em vista as definições sobre tecnologias críticas, passamos a propor uma metodologia que pode ser empregada para determinar o grau de criticidade de uma dada tecnologia ou elemento tecnológico. Inicialmente, deve ser feita uma análise que indique se o elemento tecnológico em questão é potencialmente crítico ou não. Para isso, deve ser analisada a relevância do elemento tecnológico para o projeto a ser desenvolvido e avaliado o seu grau de desenvolvimento tecnológico ou, em outras palavras, o grau de maturidade tecnológica em que ele se encontra. Uma análise

complementar examina a viabilidade de desenvolvimento desse elemento em termos de custo e prazo. A Figura 3 representa a etapa de definição de elemento tecnológico crítico.



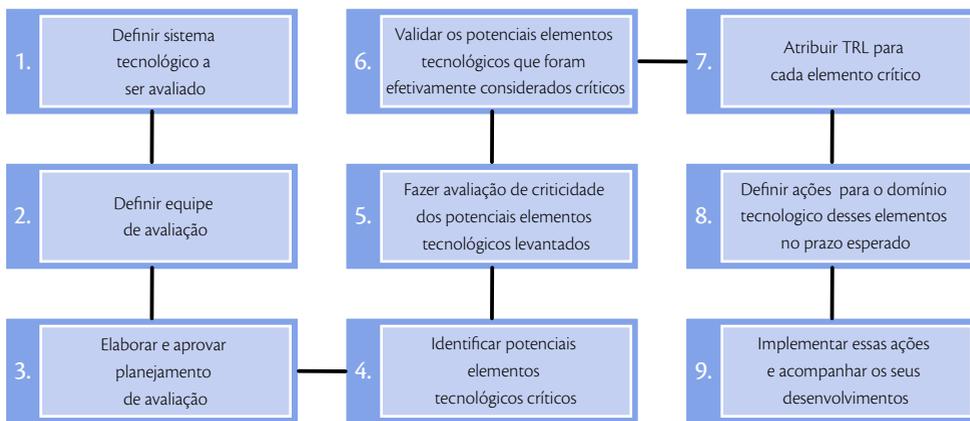
Figura 3. Processo de definição de elemento tecnológico potencialmente crítico (adaptado de [5]).

Caso seja considerado um elemento potencialmente crítico, ele seguirá para o segundo passo da metodologia, que é uma análise na qual diversas variáveis são consideradas, como disponibilidade e quantidade de fornecedores, tanto no Brasil quanto no exterior, entre outras. Como resultado dessa análise pode-se ter as seguintes possibilidades: a) o elemento considerado potencialmente crítico não se revelou crítico; b) o elemento se revelou crítico, porém o seu grau de criticidade é baixo, c) o elemento se revelou crítico e tem grau médio de criticidade e d) o elemento é crítico e seu grau de criticidade é alto. Associam-se a essas possibilidades ações de domínio tecnológico que variam de acordo com o grau de criticidade encontrado, podendo ser de curto, médio e longo prazos, além de preverem o uso de programas do plano de domínio de tecnologias críticas mostrado na última seção desse trabalho.

<b>Alta - A</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elemento crítico</li> <li>• Devem ser analisadas alternativas que viabilizem o seu desenvolvimento</li> </ul>
<b>Alta - B</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elemento crítico</li> <li>• Ações imediatas de domínio tecnológico devem ser tomadas</li> </ul>
<b>Alta - C</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elemento crítico</li> <li>• Já existem ações em andamento que devem ser monitoradas</li> </ul>
<b>Média</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elemento ainda não é crítico</li> <li>• Em curto prazo, ações de domínio tecnológico devem ser tomadas</li> </ul>
<b>Baixa</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elemento ainda não é crítico</li> <li>• Em médio e longo prazos, ações visando domínio tecnológico devem ser iniciadas</li> </ul>
<b>Não Crítico</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elemento não é considerado crítico</li> </ul>

Figura 4. Graus de criticidade tecnológica (adaptado de [5]).

O processo de análise de criticidade e de definição de ações que visem ao domínio tecnológico está resumido esquematicamente na Figura 5. Nessa figura, os passos de 1 a 3 referem-se à formalização do processo de definição do elemento tecnológico a ser analisado. O passo 4 é o que vai efetivamente iniciar o processo de identificação de elementos que têm potencial de ser críticos. O passo 5 representa o processo de análise propriamente dita de criticidade do elemento tecnológico definido no passo 1, que deve ser validado no passo 6. Já o passo 7 envolve o emprego da metodologia de análise de maturidade tecnológica que segue a métrica da norma ISO 16290, mas que agrega as informações sobre dependências do exterior definidas na Figura 2. Os passos 8 e 9 referem-se à definição das ações necessárias para o efetivo domínio tecnológico e devem fazer uso da ferramenta de busca de recursos humanos e do plano de domínio de tecnologias críticas que serão mostrados a seguir.



**Figura 5.** Fluxo de análise de criticidade de elementos tecnológicos e de definição de ações de domínio tecnológico (adaptado de [5]).

## 2.4. Ferramenta de busca de recursos humanos para o setor espacial

No âmbito dos estudos mencionados anteriormente, foi desenvolvida uma ferramenta de busca de recursos humanos que pudessem contribuir para o esforço de dominar tecnologias críticas para o PEB. Basicamente, são analisadas as coautorias e os temas de especialidades dos profissionais registrados na Plataforma Lattes, de forma a identificar redes de colaboração ou redes de conhecimento. Para formar as redes de conhecimento, essas análises são feitas tendo por base a similaridade semântica entre os temas de pesquisa a partir dos títulos de artigos listados nos *curricula* das pessoas. Essa ferramenta foi desenvolvida com o objetivo de selecionar pessoas que tivessem experiência em temas relacionados a algumas tecnologias de interesse do PEB. Foram realizados vários ensaios com diferentes tecnologias e os resultados foram bastante promissores, tendo sido possível identificar competências que estão hoje dispersas por várias instituições brasileiras. Agregar essas competências ao esforço nacional de dominar tecnologias críticas da área espacial é um desafio importante que deve constar de um plano de domínio tecnológico.

A figura a seguir mostra um exemplo de redes que se formaram tendo por base o tema “sistemas inerciais”. Os nomes foram omitidos, mas a ferramenta proporciona identificar os nomes das pessoas, as instituições em que elas atuam e as palavras-chave que caracterizam os seus respectivos campos de atuação. As linhas azuis significam que há trabalhos em conjunto feitos pelas pessoas, sendo que a largura da linha está relacionada à quantidade de trabalhos publicados conjuntamente. A ferramenta permite escolher entre vários tipos de publicação, como artigos em periódicos, anais de congresso, resumos e capítulos de livros. A linha cinza significa que há proximidade semântica entre as pessoas, apesar de não haver publicação em comum. A largura da linha identifica o grau de proximidade: quanto mais larga a linha, mais diretamente ligadas ao tema de busca as pessoas estão. A linha preta significa que há trabalhos em conjunto entre as pessoas (coautorias) e que elas estão também próximas semanticamente. Embora possa parecer óbvio, nem sempre a existência de coautorias define uma proximidade de temas de pesquisa entre as pessoas. Publicações que foram originadas da combinação de conhecimentos específicos para produzir um dado trabalho não necessariamente indicam que haja proximidade de campos de trabalho (especialidades) entre as pessoas. O diâmetro dos círculos representa a produção da pessoa e as cores dos círculos identificam as sub-áreas do tema em que elas atuam. A análise das redes obtidas por essa ferramenta é fundamental para selecionar os profissionais que efetivamente são de interesse para o desenvolvimento da tecnologia que se quer dominar.

No exemplo da figura, a busca foi feita para o tema “sistemas inerciais”. É possível ver vários grupos que atuam nesse tema em áreas como indústria automobilística, robótica, microeletrônica, etc. Investigar detalhadamente os componentes desses grupos é uma das tarefas que precisam ser feitas para definir que profissionais podem ser incorporados ao processo de domínio de uma dada tecnologia do setor espacial, uma vez que, independentemente de suas áreas de atuação, eles podem ter conhecimentos importantes para o desenvolvimento de tecnologias de interesse do setor espacial.

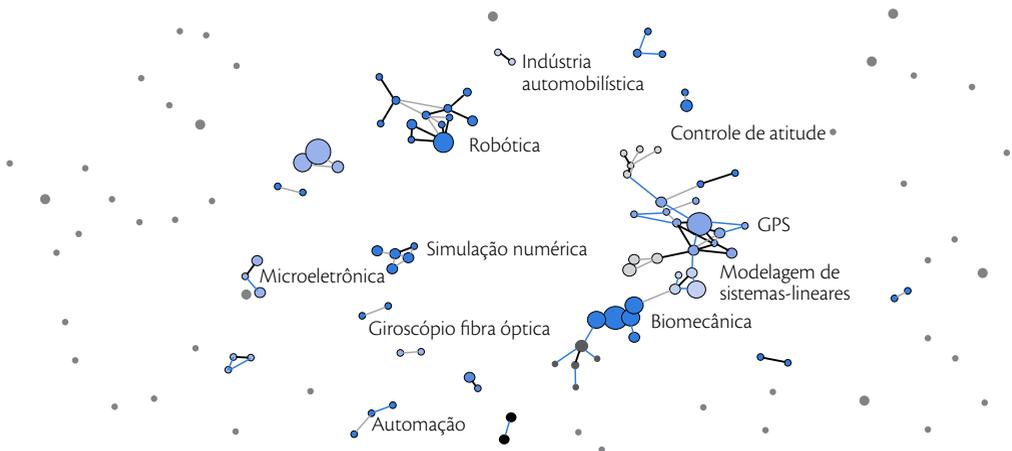


Figura 6. Rede de conhecimento relativa ao tema sistemas inerciais.

### 3. Proposta de um programa de domínio de tecnologias críticas

Um plano de domínio de tecnologias críticas (PDTC) para o setor espacial brasileiro que vise a dar respostas objetivas às perguntas colocadas no início desse artigo deve levar em conta vários programas e ações em diferentes áreas. Os primeiros fatores a serem considerados são o capital humano necessário para levar a cabo esse plano, a infraestrutura e os meios de acesso ao espaço disponíveis para que esse capital humano possa atuar de forma eficaz.

Formar e treinar pessoal, assim como buscar competências já existentes no País para trabalhar em projetos de interesse do PDTC são ações que deveriam ser incorporadas ao PEB. Usar, a exemplo do que é feito em outros países, metodologias e ferramentas de gerenciamento tecnológico, programas suborbitais e orbitais de baixo custo, entre outros, são fatores necessários para que o PDTC possa atingir o objetivo esperado, que é o de capacitar o País para usufruir das aplicações espaciais de seu interesse.

Inicialmente, convém fazer uma observação importante acerca do processo de domínio de tecnologia crítica. Em geral, há uma tendência em definir o processo de domínio de tecnologia crítica de uma maneira ampla, considerando apenas o campo no qual se inserem as tecnologias de interesse. Por exemplo, o domínio da tecnologia relacionada à propulsão líquida precisa ser mais explicitado em função do veículo no qual ela será empregada, com a definição do empuxo necessário, etc. Assim, buscar a competência em propulsão líquida pode ter duas abordagens: uma de curto e médio prazos, seguindo as necessidades de um determinado projeto atual, e uma de longo prazo, seguindo a busca do estabelecimento de competências básicas no setor que possam, no futuro, atender as necessidades de outros projetos. Naturalmente, haverá diferenças entre as ações para o domínio dessa tecnologia específica de acordo com a abordagem utilizada, que se traduzem na escala de tempo das ações. A figura abaixo ilustra esse processo.

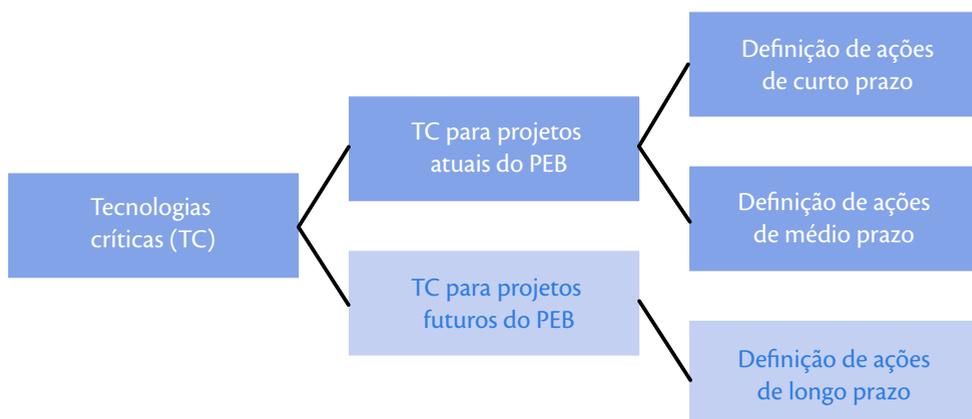


Figura 7. Tecnologias críticas e ações de domínio tecnológico.

Todas as ações propostas para domínios de tecnologias devem ser apoiadas, de forma integrada, por programas que levem em consideração a evolução contínua e, onde for possível, em paralelo, dos níveis de maturidade das tecnologias a serem desenvolvidos. A divisão de esforços (recursos humanos, financeiros, de infraestrutura, etc.) deve ser constantemente gerenciada. Essas ações e programas constituem o PDTC, que deve ser continuamente monitorado e avaliado de forma que essas ações sejam modificadas à medida que algumas das tecnologias críticas de interesse forem sendo dominadas. Essas ações devem contemplar o uso dos recursos humanos disponíveis e os que devem ser treinados ou formados, e o uso de programas de acesso com diferentes abordagens, que vão desde um acesso rápido e de baixo custo até os programas comumente utilizados de missões operacionais.

A definição de cooperações internacionais, outra dimensão importante do PDTC, deve ser feita de forma a encontrar, via acordos de colaboração internacional, as melhores oportunidades de fazer avançar rapidamente os TRL de interesse do PEB. É fundamental, portanto, que sejam conhecidas as possibilidades de se estabelecer cooperações com países que dominem tecnologias que sejam de interesse do PEB. Essa última capacidade deve ser estabelecida com as informações a serem obtidas pelo OTE, de maneira que as melhores oportunidades de parcerias sejam claramente identificadas. A seguir, serão descritos os programas e as ações que devem compor o PDTC.

### 3.1. Programa de acesso rápido e de baixo custo ao espaço (ARBE): TRL 5-8

O objetivo principal desse programa é proporcionar meios de teste para diferentes tecnologias que se encontram em níveis de maturidade entre 5 e 6 e têm níveis de criticidade médio e alto de forma a elevá-las ao TRL 7, no mínimo. Ele visa à utilização de plataformas orbitais e suborbitais de baixo custo para testes e demonstrações de tecnologias de forma a acelerar o processo de maturação de tecnologias. Permite também a realização de experimentos científicos e tecnológicos de forma rápida e com custos baixos, se comparados a um programa orbital convencional.

#### 3.1.1. Programa suborbital (PSO): TRL 5-7

O programa suborbital engloba o uso de balões estratosféricos, foguetes de sondagem e aviões. O uso de balões estratosféricos, foguetes de sondagem e aviões acelera o alcance de vários objetivos de um programa espacial a custos mais baixos e com logísticas de missão menos complexas. Um programa desse tipo proporciona o treinamento de recursos humanos (alunos, cientistas, engenheiros, técnicos e gestores) de uma forma rápida e constante e permite o teste de várias tecnologias que serão ou poderão ser utilizadas em futuros programas de satélites. Além disso, permite que as equipes formadas sejam constantemente treinadas e a infraestrutura instalada seja constantemente testada e aperfeiçoada.

#### 3.1.2. Programa orbital (PO): TRL 6-8

O programa orbital envolve o uso de satélites de pequeno porte (pico, nanosatélites, etc.) que devem ser colocados à disposição de pesquisadores e alunos das universidades, profissionais de instituições de ciência e tecnologia (ICT) e empresas, para testes e demonstrações de tecnologias e realização de experimentos científicos e tecnológicos. Ele deve ser utilizado também para formar e treinar

recursos humanos (nos níveis de graduação e pós-graduação) e manter ativas equipes científicas e técnicas e infraestruturas construídas. Em geral, esses satélites devem utilizar componentes comerciais [*Commercial off-the-shelf component (Cots)*]. Onde couber, deverão ser utilizadas também plataformas de reentrada atmosférica.

Toda missão científica apoiada por esse programa deve contemplar, necessariamente, pelos menos um item tecnológico de acordo com as prioridades definidas pelo programa de gerenciamento tecnológico do PEB. Será incentivada a industrialização de satélites de pequeno porte a partir de plataformas desenvolvidas nesse programa para aproveitar nichos de mercado competitivos para a indústria nacional.

### 3.2. Programa de acesso de médios prazo e custo ao espaço (Ampe): TRL 6-9

Esse programa tem como objetivos: 1) proporcionar à comunidade tecnológica nacional oportunidade de realizar testes e desenvolvimentos de tecnologias em ambiente relevante antes de usá-las em uma missão operacional, e 2) proporcionar à comunidade científica nacional oportunidades de abordar problemas que necessitem de dados obtidos a partir do espaço para serem resolvidos.

#### 3.2.1. Programa de missões tecnológicas (MT): TRL 6-8

Esse programa de desenvolvimento tecnológico deve ter como objetivo o estabelecimento de um vigoroso programa de testes de tecnologias em ambiente espacial, como é feito, por exemplo, no programa espacial japonês, que utiliza satélites dedicados para testes tecnológicos<sup>5</sup>. Devem ser oferecidas oportunidades de voo com a utilização de pequenos satélites lançados a cada dois anos ou de satélites de maior porte lançados a cada três ou quatro anos, por exemplo. Essas oportunidades de voo serão oferecidas a institutos de pesquisa, universidades e empresas. Obrigatoriamente, contemplarão apenas o desenvolvimento de tecnologias de interesse do PEB. Deverá ser estabelecida uma programação que faça com que o envolvimento desses atores se dê de forma coordenada fazendo com que os objetivos traçados pelo programa de gerenciamento tecnológico do PEB sejam plenamente alcançados.

#### 3.2.2. Programa de missões científicas (MC): TRL 6-9

O programa de missões científicas não deve ter um objetivo isolado apenas no caráter científico. Ao contrário, esse programa deve levar consigo uma visão estratégica importante, uma vez que, por suas características e seu público alvo, permite que vários objetivos estratégicos do PEB sejam simultaneamente alcançados. Esse programa é uma das formas mais eficientes de incorporar de maneira definitiva o capital humano disponível nas universidades e institutos de pesquisa brasileiros ao PEB, proporcionando treinamento eficaz para as novas gerações de cientistas, engenheiros e técnicos do setor espacial. A exemplo do programa Arbe, as missões científicas do Ampe deverão contemplar itens da lista do programa de tecnologias críticas do PEB.

<sup>5</sup> <http://global.jaxa.jp/projects/engineering/research/>

O programa MC pode proporcionar a participação brasileira em grandes projetos espaciais internacionais, o que faz com que haja grande possibilidade de absorção e transferência de tecnologias, tanto de uma forma induzida quanto por meio das interações entre cientistas e engenheiros envolvidos nesses projetos. De uma forma geral, essa é uma maneira eficiente de sustentar um programa de desenvolvimento tecnológico. Há várias experiências bem sucedidas de participações brasileiras em missões científicas que se revelaram importantes para o treinamento de recursos humanos em vários níveis e áreas do conhecimento, seja das ciências ou das engenharias.

### 3.3. Programa de longo prazo de acesso ao espaço (ALPE): TRL 8-9

Esse programa é a forma clássica para acomodar missões de aplicação e missões científicas mais complexas, que sejam de interesse do País. Missões de aplicações, como sensoriamento remoto, e científicas são formas muito eficientes de atrair o interesse de parceiros internacionais que podem contribuir por meio de aportes tecnológicos e com a divisão de custos para o alcance dos objetivos das missões.

### 3.4. Programa de recursos humanos (RH)

O objetivo desse programa é promover a atração, formação, capacitação e fixação no país (em universidades, centros de pesquisa e indústrias) de recursos humanos para atender às necessidades do PEB. Entre as ações possíveis de serem implantadas, podem ser citadas a criação de um programa de bolsas de pós-graduação específicas para a área espacial, com valores atraentes; a criação de programa de treinamento de especialistas, com ênfase em áreas do conhecimento de interesse do setor espacial e foco em missões de baixo custo, com cronogramas de execução curtos; o apoio a intercâmbios acadêmicos com financiamento de visitas de especialistas estrangeiros a órgãos executores do PNAE e a instituições acadêmicas nacionais; assim como estágios de técnicos brasileiros no exterior e nas instituições executoras. É importante que haja um programa de incentivo de atração e fixação de competências estrangeiras para trabalhar em áreas de interesse do PEB.

Os programas Arbe e Ampe devem ser utilizados especialmente para o treinamento de estudantes de graduação e pós-graduação. Em geral, os alunos de graduação seriam ligados ao programa Arbe e os de pós-graduação ao programa Ampe. O uso dos programas Arbe, Ampe e Alpe pelos profissionais que atuam no setor é uma maneira objetiva de mantê-los constantemente atualizados e motivados e de proporcionar que os seus conhecimentos sejam repassados às futuras gerações.

### 3.5. Programa de cooperação internacional (CI)

Esse programa deve ter como objetivo acoplar a cada uma das iniciativas anteriores a vertente da colaboração internacional, de forma a acelerar o processo de domínio das tecnologias necessárias para o desenvolvimento pleno do PEB. Deve ser mantida uma atividade constante de análise dos potenciais parceiros internacionais em termos da disponibilidade de tecnologias de interesse do PEB. Para isso, é fundamental que o uso dos serviços providos pelo OTE seja explorado de forma eficiente.

Uma vez definida a necessidade de recursos humanos para o domínio de uma dada tecnologia, o uso dos programas PSO e PO é essencial, uma vez que permite atrair o interesse de diversos países, por meio do oferecimento de oportunidades de voos com objetivos tecnológicos e/ou científicos.

A Figura 8 mostra, esquematicamente, o PDTC e como os recursos humanos seriam empregados nos seus diferentes programas.

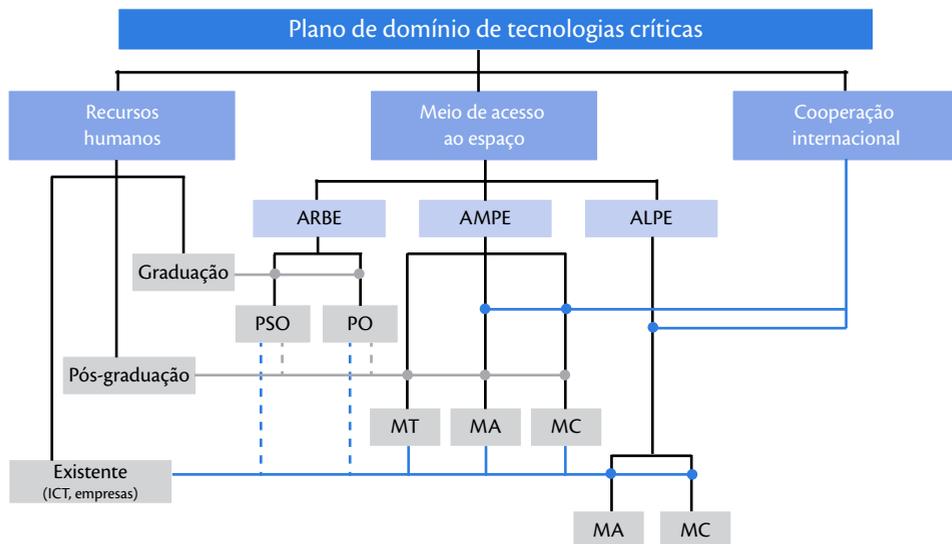


Figura 8. Diagrama esquemático simplificado do Plano de Domínio de Tecnologias Críticas.

### 3.6. Implantação do PDTC

A implantação do PDTC deve levar em conta o atual estágio de desenvolvimento do PEB e suas necessidades de curto prazo. O objetivo primordial do PDTC é fazer com que o domínio tecnológico do PEB seja nivelado ao restante do mundo em relação ao uso das aplicações espaciais de interesse do País.

Por exemplo, na fase de busca por nivelamento, é natural supor que a maioria dos recursos financeiros e humanos (75%) seja aplicada no desenvolvimento de tecnologias que tenham esse objetivo. Por outro lado, é crucial que as tecnologias já dominadas sejam mantidas, de forma a evitar perda de capacidade tecnológica por falta de ações gerenciais. Assim, é natural supor que entre 5 e 10% dos recursos humanos e materiais sejam direcionados para essas ações.

Levando-se em consideração que tecnologias avançadas podem proporcionar saltos tecnológicos que representem uma mudança de patamar do conhecimento e acelerar o processo de nivelamento tecnológico do PEB, é igualmente natural supor que, em curto prazo, uma aplicação de 10 a 15%

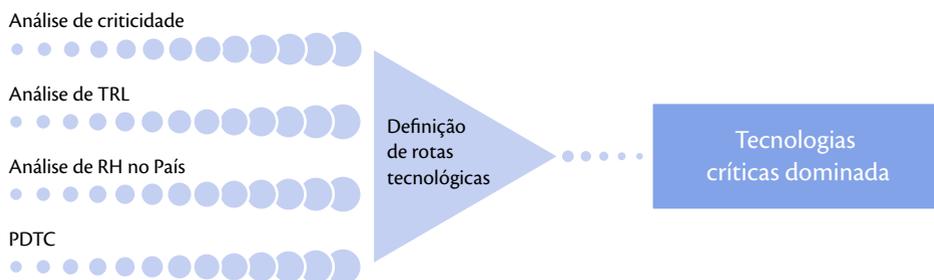
dos recursos nesse objetivo seja uma boa estratégia, de forma a manter a motivação dos recursos humanos e fazer uso eficiente da infraestrutura laboratorial instalada. Uma vez alcançado o nivelamento tecnológico mínimo do PEB com os demais programas do mundo, deve ser feito um esforço para manter as tecnologias dominadas e os recursos humanos constantemente treinados e motivados. Assim, deverão ser investidos mais recursos na busca do domínio de tecnologias avançadas.

Tendo sido estabelecidas as práticas de manutenção das tecnologias dominadas e conquistadas, além das bases gerenciais de domínio de tecnologias avançadas, espera-se que a estratégia de longo prazo seja permeada por uma tendência de maiores investimentos no desenvolvimento de conhecimentos e processos que possam levar à conquista de tecnologias disruptivas. Estas colocariam, de forma definitiva, o PEB em igualdade de competição com os demais programas espaciais do mundo.

É importante notar que, nesse nível, o aumento proporcional da ênfase em cooperação internacional é algo a ser perseguido, uma vez que, via de regra, essa é uma das práticas adotadas por programas espaciais que buscam autonomia e liderança tecnológica. Novamente, é importante ressaltar que cooperações internacionais devem ser estabelecidas tendo como principal objetivo o desenvolvimento e o domínio de novas tecnologias de interesse do Programa Espacial Brasileiro.

#### 4. Conclusão

O uso concomitante das metodologias e ferramenta apresentadas neste trabalho possibilita a definição de ações de domínio tecnológico bastante eficazes. O conhecimento claro do grau de criticidade de uma dada tecnologia e do capital humano disponível no País para desenvolver essas tecnologias, aliado ao uso dos vários programas do PDTC, proporciona um excelente apoio para a definição de rotas tecnológicas objetivas. A figura abaixo representa esse processo.



**Figura 9.** Diagrama esquemático da aplicação das metodologias e ferramenta de busca de RH apresentadas neste trabalho para apoio à definição de rotas tecnológicas.

## Referências

- AD HOC COMMITTEE ON NASA/University Relationships. **Space Science Board**. National Academy of Sciences, National Research Council, 1962.
- BILBRO, J. **TRLs and system readiness**. J B Consulting International. Disponível em: <<http://www.jbconsultinginternational.com/Pages/SystemReadinessAssessment.aspx>>. Acesso em: 5 mai 2014.
- BIMBER, B.; POPPER, S.W. **What is a critical technology?** Santa Monica, California, EUA: RAND Corporation, 1994.
- CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS – CGEE. **Recursos materiais e humanos para o PNAE – Relatório final: Proposta de uma metodologia de avaliação de níveis de maturidade tecnológica para projetos espaciais**. Brasília: 2014.
- \_\_\_\_\_. **Recursos materiais e humanos para o PNAE – Relatório final: Proposta de uma metodologia de avaliação de criticalidade de tecnologias para projetos espaciais**, 2014.
- CRITICAL space technologies for european strategic non-dependence list of urgent actions for 2012/2013.
- DE ALMEIDA, V.R. **Sensores inerciais fotônicos para aplicações aeroespaciais: nível de maturidade tecnológica**. ECEMAR, 5 set. 2008. (1202RP01 do Curso CCEM).
- DEPUTY UNDER SECRETARY OF DEFENSE FOR SCIENCE AND TECHNOLOGY. **Technology Readiness Assessment (TRA) Deskbook**. Departament of Defense. 2005.
- EUROPEAN non-dependence on critical space technologies: EC-ESA-EDA list of urgent actions for 2009, 2009.
- EUROPEAN SPACE AGENCY. **Technology readiness levels handbook for space applications. ESA document TEC-SHS/5551/MG/ap, issue 1, rev.6, Sep. 2008**.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **Space systems –definition of the Technology Readiness Levels (TRL) and their criteria of assessment, ISO 16290:2013(E)/ORGANISATION INTERNATIONALE DE NORMALISATION. Systèmes spatiaux – Définition des Niveaux de Maturité de la Technologie (NMT) et de leurs critères d'évaluation, ISO 16290:2013(F)**, 2013.
- MANKINS, J.C. **Approaches to strategic research and technology (R&T) analysis and road mapping. Acta Astronautica**, v. 51, p. 1-9, 2002.
- \_\_\_\_\_. **Technology readiness levels**, a white paper, NASA Office of Space Access and Technology, Advanced Concepts Office, April 1995.
- \_\_\_\_\_. **Technology readiness assessment: a retrospective. Acta Astronautica**, v. 65, 2009. NATIONAL critical technologies. 1995. Disponível em: <[http://clinton1.nara.gov/White\\_House/EOP/OSTP/CTIformatted/AppA/appa.html](http://clinton1.nara.gov/White_House/EOP/OSTP/CTIformatted/AppA/appa.html)>.
- NOLTE, W.L. **Did I ever tell you about the whale?, or, measuring technology maturity**, Charlotte, NC : IAP, ISBN 978-1-59311-963-8, 2008.
- SANTOS, B.V.; MARSHAL, P.M.; DARUIZ, V.T. **Avaliação dos atrasos dos contratos industriais dos programas CBERS e Amazônia e os graus de maturidade tecnológica (TRL) e de fabricação MRL**. São José dos Campos: INPE, 2013.
- SPACE FOUNDATION. **The Space report 2013**. Washington, DC.: 2013. SPAGNULO, M.; FLEETER, R.; BALDUCCINI, M.; NASINI, F. **Space Program Management - methods and tools**. Springer, 2013.
- U.S. DEPARTMENT OF ENERGY. **Technology readiness assessment guide**. Washington, DC : s.n., 2009. DOE G 413.3-4.

# Análise da dinâmica de redes de coautoria de publicações científicas

Ricardo Barros Sampaio<sup>1</sup>

## Resumo

Bases de dados de revistas e artigos científicos são uma grande e bem documentada fonte para a análise de redes complexas. A pesquisa aqui apresentada tem como foco uma rede de coautoria em trabalhos científicos sobre a leishmaniose, uma doença parasitária e conhecida como sendo negligenciada, além das palavras-chave ou descritores usados nessas publicações. A fim de compreender melhor o processo de formação do conhecimento e da inovação dentro dessa comunidade científica, analisamos a frequência das palavras-chave utilizadas nos artigos, as mudanças ao longo do tempo, o uso específico dentro de grupos de pesquisa e as relações com outras palavras-chave. O resultado é um conjunto de métodos que podem ajudar no estudo das comunidades científicas ou grupos de pesquisa, avaliando o comportamento específico dos pesquisadores quanto ao uso de palavras-chave em suas áreas de atuação.

**Palavras-Chave:** Análise de redes complexas. MeSH. Coautoria. Clusterização. Leishmania.

## Abstract

*Databases of scientific publications are a great and well-known source for complex network analysis. The present work focuses on a co-authorship network based on scientific publications for Leishmaniasis, a parasitic disease classified as a Neglected Disease, and key words or Medical Subject Headings used in these publications. In order to better understand the process of knowledge formation and innovation within this scientific community we analyzed the key words used in the articles, their frequency, changes through time, specific use within groups and relations to other key words. The result is a set of methods that can aid the study of scientific communities or research groups based on their specific behavior towards the use of key words in their research areas or subjects.*

**Keywords:** Complex Network Analysis. MeSH. Co-authorship. Clusterization. Leishmaniasis.

<sup>1</sup> Doutorando da Faculdade de Ciência da Informação da UnB. Mestre em Administração de Empresas pela Bond University (Bond), Austrália. Pesquisador do Núcleo de Redes e Colaboratório de Ciência Tecnologia e Inovação em Saúde da Fiocruz Brasília; membro do Comitê de Pesquisa do Vieille Stratégique, Scientifique et Technologique (VSST) - Observatório Estratégico, Científico e Tecnológico; professor nos cursos de especialização em Segurança da Informação e Gestão de Tecnologia da Informação na UnB.

## 1. Introdução

O uso de artigos de revistas e bases de dados científicos tem sido, por muito tempo, uma boa fonte de informação para a análise de redes complexas, fornecendo uma visão geral dos padrões de colaboração dentro da comunidade acadêmica e seus de autores. Coautoria de um documento pode ser vista como uma forma de colaboração entre dois ou mais autores. Essas colaborações formam uma rede de coautoria, em que os nós da rede representam autores e, as linhas entre os nós, a colaboração de autores que têm trabalhos conjuntos em um ou mais artigos. A estrutura dessas redes acaba por revelar muitas características interessantes das comunidades acadêmicas (M. E. J. Newman, 2004).

Nos últimos anos, o estudo de coautoria nas pesquisas científicas tem sido aplicado em diversas áreas, não só para os estudos de metodologias de análise de redes, mas para entender melhor as próprias áreas de pesquisa. Alguns dos primeiros pesquisadores na área de redes complexas, tais como Albert Barabási e Mark J. Newman usaram redes de coautoria em seus estudos (BARABASI *et al.*, 2002; MEJ NEWMAN, 2004; M.E.J. NEWMAN, 2001), o que proporcionou uma boa base para o trabalho que vem sendo realizado hoje. Quanto às áreas médicas, encontramos a pesquisa aplicada com o tipo de metodologia e *corpus* similares aos utilizados em nossa pesquisa (MOREL *et al.*, 2009; RAMOS, GONZALEZ-ALCAIDE e BOLANOS-PIZARRO, 2013).

O principal objetivo deste trabalho foi analisar as palavras do *Medical Subject Headings (MeSH)* utilizadas pelos diferentes autores e tentar vincular o seu uso com a estrutura de comunicação da rede de coautoria. A ênfase é, portanto, sobre o que e como os cientistas se comunicam. O universo de pesquisa foram os pesquisadores e o uso de MeSH em seus artigos, ao longo de um período de 32 anos.

A primeira análise teve como objetivo avaliar a frequência com que as MeSH eram utilizadas. Além disso, foi observada a frequência de surgimento de novas palavras com o passar dos anos. A segunda etapa da pesquisa teve como foco o estudo acerca da organização da rede em comunidades. Para isso, foi aplicado um algoritmo que usa o autovetor de matrizes desenvolvido por Newman (2006). O algoritmo divide a rede em comunidades de diferentes tamanhos, com base em seus valores de autovetores como consequência dos relacionamentos com os demais pesquisadores. Em seguida, analisamos as palavras MeSH utilizadas por cada grupo de autores, ou *clusters*, e a sua evolução através do tempo. Procuramos ver se esses diferentes grupos representam especialidades distintas no campo da pesquisa em Leishmania.

## 2. Metodologia

Os dados definidos para a análise foram capturados de publicações científicas em leishmaniose, uma doença tropical negligenciada ou, do inglês, *Neglected Tropical Disease (NTD)*. O termo NTD tem sido usado desde meados dos anos 90, quando tornou-se uma espécie de marca, referindo-se a um grupo

de doenças que são especialmente endêmicas em populações de baixa renda e que vivem em países tropicais e subtropicais (RAMOS, GONZALEZ-ALCAIDE, e BOLANOS-PIZARRO, 2013).

Usamos o PubMed<sup>2</sup> para a nossa análise, um serviço do *National Center for Biotechnology Information* (NCBI), que inclui milhões de publicações da Medline<sup>3</sup> e outras revistas de ciências da vida para artigos biomédicos. Fizemos a pesquisa no PubMed utilizando os termos/descriptores “leishmania” e “leishmaniasis” no título e nos resumos de trabalhos para o período de 1981 a 2012.

Uma vez baixados todos os artigos, estes foram tratados de maneira que as informações necessárias para a nossa análise estivessem disponíveis. As informações utilizadas na pesquisa foram a quantidade e a frequência anual dos autores, MeSH, revistas direcionadas à publicação dos artigos e países em que os autores registraram afiliação. Foram analisadas também as relações derivadas dos artigos para formar as redes de coautoria dos autores e de coocorrência da MeSH.

Uma rede “pode ser vista na sua forma mais simples como uma coleção de pontos, chamados nódulos ou vértices, unidas em pares por linhas, chamadas bordas” (M. NEWMAN, 2010). No trabalho realizado, os nós representam pesquisadores ou MeSH e dois nós estão ligados se eles aparecem no mesmo artigo, quer como coautor, no caso dos cientistas, ou como coocorrência para as MeSH.

Um total de 30.844 autores foi encontrado. A fim de pesquisar os autores mais importantes com base em sua relação com outros autores, foi utilizado o conceito de k-core. Um k-core é um subgráfico em que cada nó é adjacente a, pelo menos, um número mínimo (k) de outros nós no subgráfico (M. NEWMAN, 2010). Foram excluídos artigos baseados em ensaios clínicos e, portanto, o foco foi direcionado apenas a pesquisas científicas sobre a leishmaniose. Assim, foi obtido um total de 7.356 MeSH.

O tratamento e a análise de dados foram possíveis por meio do uso de três softwares diferentes: Tetralogie<sup>4</sup> para mineração de texto, os resultados bibliométricos e a transformação da matriz; R<sup>5</sup> linguagem de programação com o pacote IGRAPH<sup>6</sup> para os dados e manipulação de rede; e Gephi<sup>7</sup> para visualização da rede.

2 PubMed é um recurso gratuito desenvolvido e mantido pela Biblioteca Nacional de Medicina ou *National Library of Medicine* (NLM) dos Estados Unidos, que oferece acesso à mais de 24 milhões de referências de artigos da Medline e de revistas e livros de ciências da vida online. Fonte: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>>. Acessado em outubro de 2014.

3 Medline é uma base de dados da literatura internacional da área médica e biomédica, produzida pela NLM que contém referências bibliográficas e resumos de mais de 4000 títulos de revistas biomédicas publicadas nos Estados Unidos e em outros 70 países. Reúne, desde 1964, mais de 21 milhões de registros da literatura – datados a partir de 1946 – que cobrem as áreas de: medicina, biomedicina, enfermagem, odontologia, veterinária e ciências afins. Fonte: <<http://www.nlm.nih.gov/pubs/factsheets/medline.html>>. Acessado em outubro de 2014.

4 Tetralogie é uma ferramenta de tratamento e análise estratégica de dados. Disponível em: <<http://atlas.irit.fr/PIE/Outils/Tetralogie.html>>.

5 R é uma linguagem de programação, bem como um ambiente de análise descritiva, com foco estatístico. Disponível em: <[cran.r-project.org/](http://cran.r-project.org/)>.

6 Igraph é uma coleção de pacotes de softwares para serem utilizados no estudo da teoria dos grafos e na análise de redes.

7 Gephi é um software de ARS, livre e de uso não comercial. Disponível em: <[gephi.org](http://gephi.org)>.

### 3. Resultados bibliométricos

#### 3.1. Dados de publicações científicas

No banco de dados PubMed, foi feita a pesquisa usando o termo / descritor {[ leishmania (Title / Abstract) OR leishmaniasis (Title / Abstract)] NOT clinic\* NOT preclinical} e, nessa mesma fonte de informação, foram recuperados 19.437 artigos publicados de 1945 a 2012. Com base no número de publicações por ano, detectamos um aumento progressivo da quantidade de autores, a partir de 1981. Notamos também uma consistência no período de tempo em que os pesquisadores permaneceram na área após aquele ano. Com isso, foi escolhido o período de 1981 a 2012, com 16.490 artigos, para a realização da análise dinâmica, tomando-se como base períodos de quatro anos. O número de artigos por período foi: 1981-1984 = 878; 1985-1988 = 1.377; 1989-1992 = 1.561; 1993-1996 = 1.929; 1997-2000 = 1.981; 2001-2004 = 2.330; 2005-2008 = 2.922; 2009-2012 = 3.512.

Para obter uma melhor estimativa do número de autores, foi aplicado um algoritmo para ajuste dos nomes que registrou 30.844 pesquisadores. O número de autores por artigo teve uma média de cinco escritores, com um incremento progressivo de três por artigo em 1981, para 5,5 em 2012. O número máximo de autores por artigo foi de 191. Esse aumento no número de autores por artigo demonstra uma maior cooperação na área, incluindo as internacionais que estão ocorrendo com maior frequência.

No que diz respeito às revistas, foi visto que 1.498 diferentes periódicos foram usados para essas publicações. No entanto, apenas 10% dessas revistas tinham mais que 30 artigos publicados na área. Essa diferença demonstra que algumas revistas são realmente importantes na área, enquanto outras tiveram algum artigo sobre leishmania, mas não têm como foco do seu trabalho esse tipo de pesquisa.

Em relação aos países, é apresentado na Figura 1 um mapa com o número absoluto de autores por localidade. Quanto mais escuro, maior o número de publicações. Alguns países têm o seu número exposto para facilitar a diferenciação das cores. No trabalho de pesquisa, foi possível avaliar a evolução temporal das publicações por regiões. Descobriu-se, portanto, que países como Estados Unidos e Reino Unido estão deixando de ser os principais quanto à produção científica na área, enquanto outros, como Brasil e Índia, estão se afirmando. No total, 118 países foram representados.

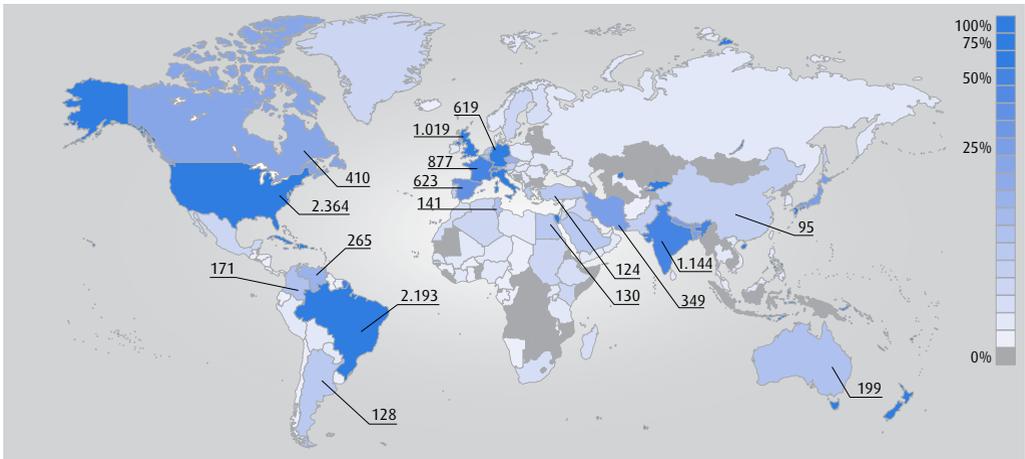


Figura 1. Mapa de frequência de publicações por país

### 3.2. Distribuição de frequência das MeSH

Um total de 7.356 MeSH foi encontrado em artigos de 1981 a 2012. Nesse montante, 2.425 palavras apareceram apenas uma vez e 1.072, duas vezes. Na outra extremidade da curva, também conhecida como cauda pesada, algumas palavras ocorreram mais de 10 mil vezes. Na figura 2, é mostrada a curva de distribuição de frequência cumulativa das palavras.

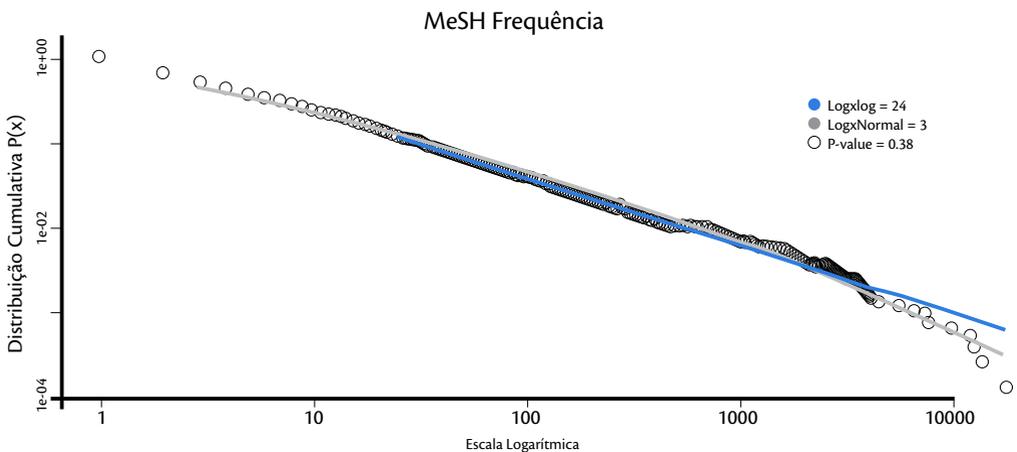


Figura 2. Curva de frequência das MeSH

Foi aplicado o algoritmo de Clauset e Newman (2006) para avaliar se a distribuição seguia a lei de potência. Em uma distribuição logarítmica real, presume-se um número muito elevado de palavras

com apenas poucas ocorrências e um número muito pequeno, na casa de  $1e-3$ , de palavras com alta ocorrência. As linhas azul e cinza na curva demonstram, de forma visual, curvas logarítmicas na base  $\text{Log} \times \text{Log}$  e  $\text{Log} \times \text{Normal}$ , onde a distribuição de frequência aparenta atender os dois casos. O valor  $p$  de 0,38 demonstra, por meio do algoritmo, que, no teste de hipótese, a curva pode ser considerada de distribuição logarítmica. Esse fator é importante para entender como certas palavras ou o conhecimento ocorrem quanto à utilização das MeSH.

### 3.3. Análise dinâmica das novas MeSH

O número total de palavras MeSH aumentou de 1.728, no primeiro período (1981 a 1984), para 4.145, no último período (2009 a 2012). No entanto, essa proporção de crescimento não se manteve para as novas MeSH a cada período. Isso pode ser uma característica de uma área que esteja se estabilizando ou mesmo diminuindo quanto ao interesse de pesquisa. O número total de novas MeSH variou de um mínimo de 797 palavras, do segundo para o terceiro período, e de 1.000 novas palavras, do sexto ao sétimo período. Os números de novas palavras para os demais períodos ficaram todos dentro do limite de 800 a 1.000.

Em seguida, foram feitas análises das palavras no período em que elas apareceram. Chamamos de novas MeSH as palavras que surgiram em um determinado período, mas não apareceram em períodos anteriores. A Figura 3 expõe, em formato de nuvem, um grupo de 30 palavras mais usadas por períodos: 2001-2004 em preto; em 2005-2008 em azul; e 2009-2012 em cinza, como uma amostra da análise.

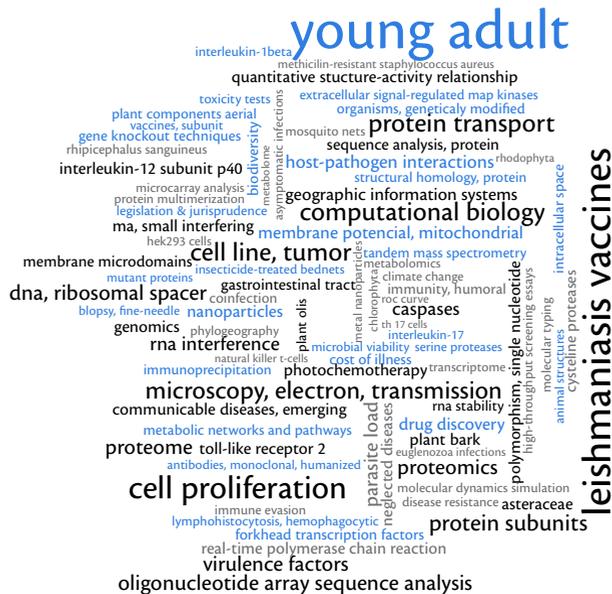


Figura 3. Nuvem de palavras em três períodos: 2001-2004 / 2005-2008 / 2009-2012.

Por causa do comportamento heterogêneo das MeSH, seu tamanho dentro da nuvem não é uma proporção direta de sua frequência, embora as mais frequentes sejam maiores em tamanho, em comparação com as demais palavras indicadas. Um resultado interessante é que combinações distintas de palavras aparecem em diferentes períodos de tempo.

Na análise, também encontramos algumas MeSH que deixaram de aparecer depois de um determinado período. As palavras Gluconatos, Dna Sondas, cavidade peritoneal, linfocinas e Acetato de Celulose Eletroforese não têm sido utilizadas desde 2001 e as palavras Interleucina Receptores e transativadores não têm sido usadas desde 1997. A mudança na frequência do vocabulário para cada período também é outra maneira de observar a flutuação de temas específicos. Embora não tenham deixado de aparecer, algumas palavras diminuíram ou aumentaram a sua frequência ao longo do tempo.

## 4. Resultados de rede

### 4.1. Detecção de comunidades

Um conceito importante para a nossa análise é a ideia de modularidade da rede. “A modularidade é uma medida da qualidade de uma divisão particular de uma rede” (ME NEWMAN e GIRVAN, 2004).

Aplicando o algoritmo para a detecção de clusters na rede (M.E.J. NEWMAN, 2006b), fomos capazes de obter 45 comunidades com seus tamanhos mostrados na Tabela 1. Dentro de cada comunidade, analisamos como os nós do grupo  $k$ -core foram distribuídos e sua porcentagem naquela comunidade. Aplicamos o  $k$ -core 11, que é a separação de uma sub-rede com nós que se relacionam apenas com outros nós que tenham, pelo menos, 11 graus ou número de colaborações. Essa sub-rede continha 2.592 nós. A análise da rede foi feita levando-se em consideração o componente principal ou gigante da rede, que tem um total de 26.852 autores dos 30.844 inicialmente encontrados. O componente gigante não leva em consideração os nós que não possuem relação com a rede principal. Portanto, a rede  $k$ -core 11 escolhida tem cerca de 10% dos nós do componente gigante.

No que diz respeito à distribuição dos nós dentro dos grupos, podemos ver grandes diferenças de tamanhos entre as comunidades. Outro resultado notável sobre a distribuição tem a ver com o número de nós, onde as primeiras 17 comunidades representam cerca de 85% da rede.

Considerando agora a distribuição de nós do  $k$ -core 11, podemos notar que quase todas as comunidades possuem os nós  $k$ -core dentro dele, com exceção das comunidades 22, 30, 36 e 39. Em termos de porcentagem, os nós  $k$ -core são razoavelmente bem distribuídos dentro das comunidades. Uma média de 10% de nós  $k$ -core pertence a cada comunidade, um percentual semelhante ao número total de nós. As grandes diferenças em relação à média de 10% podem ser vistas na comunidade 11, com apenas 1% dos seus nós pertencentes ao  $k$ -core 11, e nas comunidades 09 e 28, com 34% e 38% dos seus nós que respectivamente pertencem ao núcleo de  $K$ -11. Como resultado,

acreditamos que os nós k-core 11 são uma boa representação, no que diz respeito à formação de grupo e à utilização de MeSH da rede.

Tabela 1. Comunidades e distribuição dos Nós

Distribuição dos nós da sub-rede K-core11 dentro das comunidades											
Comunidade #	Nós	K-core	Percentual	Comunidade #	Nós	K-core	Percentual	Comunidade #	Nós	K-core	Percentual
1	2057	451	22%	16	271	37	14%	31	90	10	11%
2	394	56	14%	17	1077	84	8%	32	52	5	10%
3	2128	448	21%	18	28	1	4%	33	347	30	9%
4	1704	201	12%	19	236	38	16%	34	11	1	9%
5	1139	122	11%	20	651	42	6%	35	56	8	14%
6	734	112	15%	21	21	8	38%	36	17	0	0%
7	2164	199	9%	22	1	0	0%	37	220	16	7%
8	229	35	15%	23	146	7	5%	38	125	4	3%
9	29	10	34%	24	363	22	6%	39	41	0	0%
10	1733	214	12%	25	144	13	9%	40	100	10	10%
11	6006	50	1%	26	57	2	4%	41	174	19	11%
12	60	10	17%	27	67	7	10%	42	170	18	11%
13	1863	162	9%	28	314	9	3%	43	120	3	3%
14	333	40	12%	29	91	8	9%	44	204	6	3%
15	901	55	6%	30	3	0	0%	45	181	19	10%

A vantagem de se utilizar uma sub-rede é que o trabalho de análise das palavras chaves ou MeSH se torna mais claro. Por sua vez, com a utilização da sub-rede k-core 11, temos uma boa representação dos grupos e podemos afirmar com algum grau de certeza que as pesquisas realizadas ou as MeSH utilizadas por esses pesquisadores são características dos grupos aos quais eles pertencem.

A Figura 4 mostra a rede de comunidades e suas relações entre elas. O tamanho de cada nó representa aproximadamente o número de nós naquela comunidade. A comunidade de número 11 não está representada na figura devido ao fato de os pesquisadores da sub-rede serem em um número muito menor que o total de pesquisadores do grupo, apenas 1%. A espessura das linhas demonstra as relações ou cooperações entre as diferentes comunidades. Essas relações são as responsáveis pela disseminação do conhecimento que é gerado dentro de cada grupo.

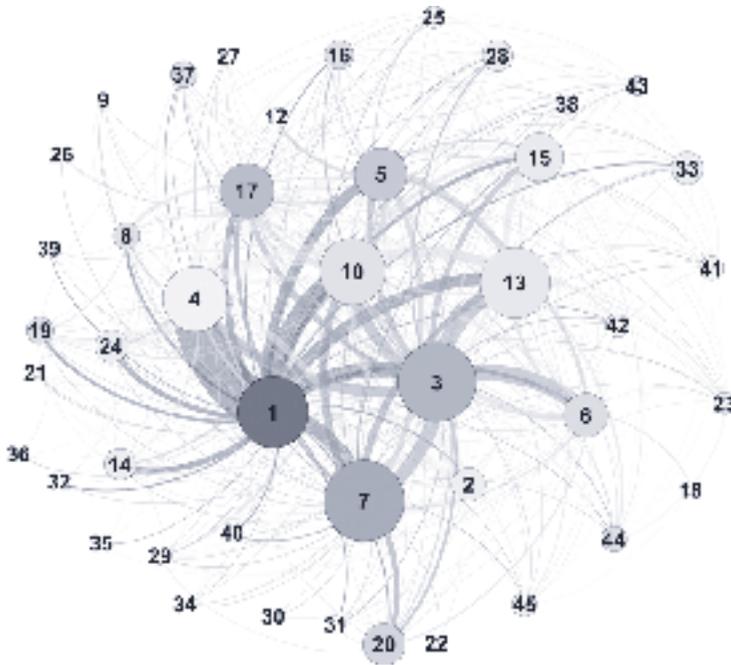


Figura 4. Relações de cooperação entre as comunidades

#### 4.2. MeSH dentro das comunidades

Para a análise das MeSH utilizadas em cada comunidade, levamos em consideração os nós k-core, na rede de coautoria, e as palavras utilizadas pelos autores. Buscou-se compreender como o uso dessas palavras ocorreu dentro das comunidades e se havia algum padrão específico em qualquer comunidade. Uma tabela com as diferenças de palavras entre cada grupo foi criada. No entanto, uma análise mais qualitativa dessas palavras se faz necessária para se conseguir entender se uma comunidade tem maior ou menor interesse em certos tipos de pesquisa dentro da leishmania.

Não foi notada uma grande diferença entre as comunidades, uma vez que foram utilizadas as palavras sem nenhum recorte, incluindo tanto aquelas com alta ocorrência quanto as com baixa ocorrência. Uma segunda análise deve ser feita quando da reavaliação por parte de especialistas na área, para dizer quais palavras devem ser mais ou menos consideradas em detrimento de outras.

Para a segunda abordagem da análise dentro das comunidades, foi avaliada a frequência das novas palavras MeSH para os últimos três períodos. Descobrimos que algumas das palavras MeSH eram comuns à maioria das comunidades. Estas palavras parecem ter sido adotadas por uma quantidade razoável de autores e suas respectivas comunidades. Outras palavras, mostradas na Tabela 2, foram mais específicas para determinados grupos e poderiam oferecer melhor compreensão das diferenças entre algumas comunidades e suas áreas específicas de pesquisa.

Tabela 2. Novas MeSH para as comunidades de 1 a 5

2001-2004		2005-2008		2009-2012	
Grupo 1	#	Grupo 1	#	Grupo 1	#
interferon-gamma	122	interferon-gamma	188	leishmania braziliensis	196
mice, inbred c57bl	89	leishmania braziliensis	180	cytokines	181
protozoan vaccines	84	mice, inbred c57bl	133	mice, inbred c57bl	147
macrophages	70	interleukin-10	99	interferon-gamma	139
lymphocyte activation	70	cells, cultured	97	leishmaniasis vaccines	136
Grupo 2	#	Grupo 2	#	Grupo 2	#
isoenzymes	35	phlebotomus	35	phlebotomus	43
leishmania donovani	22	isoenzymes	20	analogs & derivatives	18
phlebotomus	21	zoonoses	17	phylogeny	18
leishmania tropica	15	hiv infections	15	phosphorylcholine	18
electrophoresis, starch gel	15	polymorphism, genetic	15	molecular sequence data	17
Grupo 3	#	Grupo 3	#	Grupo 3	#
leishmania donovani	334	leishmania donovani	509	leishmania donovani	725
antiprotozoal agents	135	antiprotozoal agents	280	phlebotomus	146
macrophages	68	cricketinae	109	cytokines	140
cricketinae	58	phlebotomus	88	cellline	131
enzyme-linked immunosorbent assay	55	cytology	87	cricketinae	126
Grupo 4	#	Grupo 4	#	Grupo 4	#
leishmania braziliensis	58	antiprotozoal agents	79	leishmania mexicana	62
phylogeny	47	organometallic compounds	48	leishmania braziliensis	53
interferon-gamma	45	endemic diseases	47	molecular sequence data	41
protozoan vaccines	38	leishmania braziliensis	44	mice, inbred c57bl	40
disease models, animal	34	meglumine	43	macrophages, peritoneal	40
Grupo 5	#	Grupo 5	#	Grupo 5	#
leishmania mexicana	65	leishmania donovani	40	trypanosoma cruzi	39
th2 cells	44	polymorphism, restriction fragment length	39	leishmania donovani	38
interleukin-12	41	leishmania mexicana	35	leishmania mexicana	37
cysteine endopeptidases	40	phylogeny	34	chagas disease	34
th1 cells	39	interferon-gamma	32	mice, inbred c57bl	33

A Tabela 3 é uma amostra da análise onde são apresentadas as diferenças e semelhanças dos três últimos períodos, 2001 a 2012, sobre as primeiras cinco comunidades. Essa tabela expõe apenas as palavras que não eram comuns a mais de três dessas comunidades.

O estudo das comunidades específicas é muito interessante e pode auxiliar o entendimento das áreas de pesquisa. As comunidades são formadas a partir das relações e são uma boa representação dos diferentes laboratórios e grupos de pesquisas existentes formalmente. As instituições ou até mesmo os países que trabalham em conjunto tendem a formar grupos específicos devido ao aumento do número de publicações colaborativas. Se pudéssemos determinar, com base no uso das MeSH, a tendência de uma comunidade específica e como ela se relaciona com outras comunidades, poderíamos mapear o fluxo de informação na pesquisa de comunidades que, em alguns casos, representam as instituições ou até mesmo países.

## 5. Conclusão

Este trabalho buscou aplicar alguns métodos para a análise de palavras-chave ou MeSH em publicações científicas. Devido ao grande número de palavras e a uma rede densa, apenas a análise de amostras foi disponibilizada neste trabalho.

Mostramos que as ocorrências de MeSH não têm uma distribuição normal e, por isso, a análise das palavras não pode ser realizada com o exame da amostra estatística simples. As MeSH seguem uma classificação hierárquica onde as palavras do topo da lista se repetem diversas vezes, enquanto as palavras mais novas têm a sua frequência bastante reduzida. Como essas palavras, tanto as novas quanto as mais antigas, podem ser uma representação da pesquisa realizada na área é uma questão a se entender com a evolução da pesquisa.

Descobrimos também que aspectos importantes das áreas de pesquisa poderiam ser analisados, levando-se em consideração a formação de comunidades com base em relações de coautoria. A formação de comunidades é uma base para entender as áreas de pesquisa além da análise das palavras-chaves utilizadas por estes grupos.

## Referências

- BARABASI, A.L.; JEONG, H.; NEDA, Z.; RAVASZ, E.; SCHUBERT, A.; VICSEK, T. Evolution of the social network of scientific collaborations. **Physica A: Statistical Mechanics and its Applications**, v. 311, n.3-4, p. 590–614, 2002.
- MOREL, C.M.; SERRUYA, S.J.; PENNA, G.O.; GUIMARÃES, R. Co-authorship network analysis: a powerful tool for strategic planning of research, development and capacity building programs on neglected diseases. **PLoS Negl Trop Dis**. v. 3, n. 8, p. e501, 2009.
- NEWMAN, M. **Networks: An Introduction**. USA: Oxford University Press, 2010.
- NEWMAN, M.E.J. The structure of scientific collaboration networks. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v.98, n. 2, p. 404–9, 2001.
- \_\_\_\_\_. Coauthorship networks and patterns of scientific collaboration. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v.101 (suppl\_1), p. 5200–5205, 2004.
- \_\_\_\_\_. Modularity and community structure in networks. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**. v.103, n.23, p. 8577- 82. 2006a.
- . Finding community structure in networks using the eigenvectors of matrices. **Physical Review** v.E 74, n.3. 2006b.
- NEWMAN, M.E.J.; GIRVAN, M. Finding and evaluating community structure in networks. **Physical Review**, v.E 69, n.2, p. 026113. 2004
- RAMOS, J.M.; GONZALEZ-ALCAIDE, G.; BOLANOS-PIZARRO, M. Bibliometric analysis of leishmaniasis research in Medline (1945-2010). **Parasites & Vectors** v.6, mar. p.55, 2013.
- WASSERMAN, S.; FAUST, K. **Social network analysis: methods and applications**. Cambridge: Cambridge University Press. 1994.

# O programa CI-Brasil<sup>1</sup> como política pública de PD&I e de formação e fixação de recursos humanos

Alexandre Guilherme Motta<sup>2</sup> Jackson Max Furtunato Maia<sup>3</sup>

## Resumo

Este artigo trata de breves apresentação e avaliação do programa CI-Brasil, iniciado em 2002, mostrando como esta iniciativa tem colaborando na alteração do ecossistema da microeletrônica ano país, marcadamente no que toca à formação, capacitação e fixação de recursos humanos (RH) para o setor de *design* de circuitos integrados (CI). O setor de eletrônica embarcada, de modo geral, tem causado déficits na balança comercial brasileira, assim, as políticas públicas a ele direcionadas devem ser formuladas com extrema cautela e responsabilidade, de modo a aumentar a infraestrutura do setor e formar RH adequados às demandas de mercado - tanto em nível técnico, quanto na graduação e pós-graduação - e, ainda, capacitar esses técnicos em nível de aperfeiçoamento. Neste trabalho, nosso

## Abstract

*This paper concerns itself with a brief presentation and evaluation of the CI-Brasil program as such (i.e., a program). Initiated in 2002, it has helped the alteration of the microelectronic ecosystem in the country, especially regarding training and fixation of human resources for the integrated circuit design sector. Embedded electronics have been partially responsible for deficits in the Brazilian trade balance. Therefore, public policy must be formulated cautiously and responsibly so as to increase sector infrastructure and form adequate human resources regarding market demand, be it at technician, undergraduate or graduate levels, and training these professionals. This paper focuses on undergraduate degrees and other training initiatives. Finally, this paper aims to indicate indispensable requirements for the assimilation of these professionals*

- 
- <sup>1</sup> O CI Brasil é um programa da Secretaria de Política de Informática (Sepin), do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), direcionado à criação e organização de um ecossistema de microeletrônica, visando à inovação em produtos e a inserção do País no mercado de semicondutores. Fonte: <<http://ci-brasil.gov.br/index.php/pt/>. Acesso em 20/11/2014>.
  - <sup>2</sup> Analista em Ciência e Tecnologia e coordenador técnico da Coordenação de Apoio à Pesquisa, Desenvolvimento e Aplicações (COAPD) do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq); professor e pesquisador da Faculdade de Medicina da Universidade de Brasília (FM/Unb).
  - <sup>3</sup> Analista em Ciência e Tecnologia Sênior do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe) e assessor técnico do CGEE. Foi coordenador técnico da (COAPD) do CNPq e da Coordenação de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação da Agência Espacial Brasileira (AEB). É doutor em Ciências (Física) pela Universidade de São Paulo.

enfoque estará na graduação e no aperfeiçoamento. Por fim, busca-se apontar condições para que esses profissionais sejam absorvidos pelo mercado, com apoio e financiamentos públicos, em parceria com as universidades e as empresas (tripla hélice).

**Palavras-Chave:** Circuitos integrados. Formação e capacitação de projetistas de CI. Política pública para semicondutores. Modelos de PD&I.

*by the market, with public support and financing in partnership with universities and private enterprises (triple helix).*

**Keywords:** *Integrated circuit. Education and training of integrated circuit (IC) designers. Semiconductor policy. RD&I models.*

---

## 1. Introdução

A indústria eletrônica iniciou atividades no Brasil na década de 60 e teve seu apogeu na década de 80. Seu declínio teve como principais causas o fim da lei de reserva de mercado<sup>4</sup> para produção de equipamentos e de programas de informática e a demora por parte do governo na implementação de ações que permitissem à indústria nacional uma transição mais suave para as bases determinadas pela nova lei de informática<sup>5</sup>.

Como resultado dessa reestruturação abrupta, várias multinacionais do setor eletrônico instaladas no País mudaram os focos de seus modelos de negócios para a importação de produtos que fabricavam, com diversas linhas de montagem de semicondutores sendo desativadas em apenas seis meses:

“Entre 1990 e 2000, enquanto a indústria de bens eletrônicos crescia, a produção local de componentes sofria forte retração no Brasil. A falta de articulação e de complementaridade das políticas tecnológica e industrial – e mesmo de divergências entre elas – para os diferentes setores do complexo eletrônico agravou este quadro” (BRASIL, 2002: 24).

A principal consequência dessa desarticulação na indústria foi a elevação contínua do déficit da balança comercial brasileira para o setor.

Relacionado ou não à citada lei de reserva de mercado (7.232/84), é certo que, ao longo de sua vigência, foi consolidada uma estrutura de formação em recursos humanos nas diversas áreas de Tecnologias

---

4 Com a revogação pelo governo Collor da Lei Federal nº 7.232/84, que estabelecia a reserva de mercado para informática.

5 A *Lei de Informática* no 8.248/91, regulamentada em 1993 pelo Decreto 792, visa a incentivar a produção local de *hardware*, dando isenção do IPI a produtos que cumpram o Processo Produtivo Básico (PPB), definido na Lei no 8.387/91 como sendo “[...] o conjunto mínimo de operações, no estabelecimento fabril, que caracteriza a efetiva industrialização de determinado produto.” (BRASIL, 1991a, 1991b e 1993).

da Informação e Comunicação (TIC)<sup>6</sup>. Numa tentativa de aproveitar esses recursos humanos, alguns altamente qualificados<sup>7</sup>, e reduzir o déficit comercial em relação a componentes eletrônicos, foi criado o Programa Nacional de Microeletrônica (PNM) em 2002, numa ação do Ministério da Ciência e Tecnologia, hoje Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), coordenada com o Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC), a Financiadora de Estudos e Projetos (Finep), o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) (op. cit.).

O PNM buscou fomentar empresas e a formação de recursos humanos para atender as demandas nacionais por microeletrônica e semicondutores, promover a inclusão social com o desenvolvimento autóctone de equipamentos e sistemas de baixo custo. Em particular, o PNM tem o objetivo de suprir o mercado com circuitos integrados (CI) compostos por módulos de propriedade intelectual, ou *intellectual property* (IP), nacionais para setores críticos do País - defesa, automotivo, saúde etc. (SBMICRO, 2005), buscando, desta forma, explorar:

[...] as janelas de oportunidade abertas com a crescente desverticalização da indústria mundial de microeletrônica para promover o desenvolvimento de capital humano, o processo de inovação tecnológica e o adensamento da cadeia produtiva brasileira, ampliar o atendimento ao mercado interno e promover exportações (op. cit.: 5).

As ações que compõem o PNM são: uma ação para a distribuição de bolsas de mestrado e doutorado para a área de Microeletrônica, uma ação para estruturação de *foundries*<sup>8</sup> no País e o Programa CI-Brasil. Este último, objeto desse artigo, foi iniciado em 2005 e se subdivide em: Projeto Brazil-IP, Programa de Fomento a *Design Houses* (DHs) e Programa de Treinamento de Projetistas de CI. O Projeto Brazil-IP tem o objetivo de iniciar alunos de graduação em TIC na concepção de CI. O Programa de Treinamento visa especializar profissionais formados em TIC na gestão e concepção de CI. O Programa de Fomento a DHs apoia instituições com capacidade de comercializar os resultados, com bolsas de desenvolvimento tecnológico e industrial concebidas especificamente para o programa de bolsas do CNPq e com licenças de *software* (SW) especializados para projetos de CI financiados pela Finep.

Este artigo, em suas etapas seguintes, fará uma breve descrição da estrutura do programa CI-Brasil e de alguns de seus resultados, com foco nos seus aspectos de formação, capacitação e fixação. Procurará, ainda, demonstrar como a política pública em questão se encaixa em modelos teóricos

6 O conceito de Tecnologia de Informação (TI) abrange o conjunto de recursos mecânicos utilizados para armazenamento, processamento e comunicação da informação e a maneira como esses recursos estão organizados num sistema capaz de executar um conjunto de tarefas (GLYNN et al., 1995). O setor de TI não se restringe a equipamentos (*hardware*), Programas (*software*) e comunicação de dados, ou à informática propriamente dita, mas, também diz respeito a tecnologias relativas ao planejamento de informática, ao desenvolvimento de sistemas, ao suporte ao *software*, aos processos de produção e operação e ao suporte de *hardware* (op. cit.).

7 Em 2009 foi estimado que havia mais de 400 pesquisadores doutores em Microeletrônica no País (NEVES, 2010).

8 Fábricas de circuitos integrados - uma descrição mais completa do ecossistema moderno da indústria de semicondutores pode ser encontrada no artigo "Complexo eletrônico: o projeto em microeletrônica no Brasil" (GUTIERREZ E MENDES, 2009).

de desenvolvimento e fomento à inovação e como isto pode ser adequado para a formação e fixação de recursos humanos num setor crítico para a economia brasileira.

## 2. Descrição de ações e projetos do programa CI-Brasil

Atualmente, o CI-Brasil apoia com bolsas de desenvolvimento tecnológico industrial em diversas modalidades (CNPq: 2010a, 2010b, 2010c) seus projetos, ações e programas, além de fomentar, com recursos de capital e custeio 17 subprojetos do Projeto Brazil-IP (formação), três centros de treinamento (capacitação) e 20 DHs (fixação). Destas últimas, 15 são públicas ou sem fins lucrativos e cinco têm caráter empresarial, sendo que, nos casos de empresas, apenas bolsas são financiadas.

Como consequência da coordenação de suas diversas iniciativas de qualificação de recursos humanos especializados, o CI-Brasil implementou 2508 bolsas de formação e fixação de projetistas de CI, em seus diversos níveis e modalidades, para 1415 bolsistas diferentes, considerando suas progressões no sistema (números de março de 2014). Os resultados do programa contribuíram para a definição dos novos pilares para a política pública direcionada ao setor de semicondutores no Brasil: O Programa de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico da Indústria de Semicondutores (Padis); o Programa Nacional de Formação de Projetistas de Circuitos Integrados; e a consolidação do Centro Nacional de Tecnologia Eletrônica Avançada (Ceitec) e da Rede Nacional de *Design Houses* (ABDI: 2011).

### 2.1. Formação: Projeto Brazil-IP

Criado em 2001, o Projeto Brazil-IP (*Brazil Intellectual Property*) integrou-se ao CI-Brasil em desde 2005. Esse projeto objetiva a formação de pessoal qualificado em projetos de CI no Brasil em nível de graduação e, tendo o formato de um consócio de instituições de ensino e pesquisa, conta, hoje, com a efetiva participação de 17 subprojetos nas seguintes instituições: Universidade de São Paulo (USP), Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Universidade Federal do Pará (UFPA), Universidade Federal do Ceará (UFC), Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), Universidade Federal de Sergipe (UFS), Universidade Federal de Itajubá (Unifei), Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), Universidade Estadual Paulista (Unesp), Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Universidade Federal do Pampa (Unipampa), Universidade do Vale do Itajaí (Univali) e Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)<sup>9</sup>.

Os bolsistas, na sua maioria alunos de graduação, são treinados em laboratórios universitários de concepção de projetos de circuitos integrados com orientação a projeto. Na primeira fase do programa, foram apoiados 198 bolsistas, sendo 155 (78,3%) de iniciação tecnológica e industrial tipo A (ITI-A), exclusivas para alunos de graduação. Essa etapa obteve como resultado oito IP cores iniciados em janeiro de 2003, todos digitais e prototipados em *field-programmable gate array* (FPGA),

<sup>9</sup> <<http://www.brazilip.org.br>>.

sendo quatro validados também em silício e fabricados como *Application Specific Integrated Circuits* (ASIC). Na segunda fase, encerrada em janeiro de 2014, foram apoiados 196 bolsistas, dos quais 76 estavam ativos ao seu final. Os resultados dessa fase são: 13 IP digitais foram prototipados em FPGA, três permaneceram como protótipo, oito foram validados em ASIC e outros dois, validados diretamente em *register-transfer level* (RTL). Os três IP analógicos foram fabricados e caracterizados em ASIC<sup>10</sup>. Nessa fase, 88,3% das bolsas foram implementadas na modalidade ITI-A. Em ambas as fases, os demais bolsistas eram graduados que receberam bolsas DTI para dar apoio à coordenação do projeto. O projeto recebeu investimentos de cerca de R\$ 7 milhões.

## 2.2. Capacitação: Centros de Treinamentos

Para aperfeiçoamento de profissionais de nível superior na área de concepção de CI, no âmbito do Programa CI-Brasil, foram iniciadas em 2008 as atividades do programa de estruturação de Centros de Treinamento (CT) para Projetistas de CI, com a criação do CT#1 na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), em Porto Alegre (RS). Logo a seguir, o CT#2 foi inaugurado no Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer (CTI), em Campinas (SP). Esses centros de treinamento têm o objetivo de capacitar graduados das áreas de TIC não só para a confecção de projetos de CI, mas, também, para a gestão de empresas que os produzam. A capacitação inclui uma fase em que os estudantes (*trainees*) participam de estágios em centros de projeto do CI-Brasil ou empresas, vinculadas ou não ao programa. Os CT capacitaram neste modelo mais de 700 projetistas até abril de 2015.

Esses centros oferecem um programa curricular completo que abrange as técnicas e metodologias para projetos de circuitos digitais dedicados (ASIC) e reconfiguráveis (FPGA), circuitos analógicos de rádio frequência (RF) e circuitos de sinais mistos analógico-digitais (*mixed-signal*). Os cursos contam com licenças de uso para ferramentas no estado da arte de *software* de projetos, além de uma equipe de instrutores certificados por uma das principais empresas fornecedoras desse tipo de ferramentas, a *Cadence Design Systems*.

Os CT dispõem de todos os recursos de necessários de infraestrutura para seu funcionamento, tais como, estações de trabalho, servidores, roteadores, impressoras, equipamentos de videoconferência, linhas de comunicação de dados, dentre outros. Os centros também são dotados com recursos humanos e financeiros para a sua operação contínua, de acordo com as metas, os cronogramas e as atualizações técnicas da infraestrutura necessária.

## 2.3. Fixação: Programa de Fomento a Design Houses

As encomendas e chamadas públicas para a concessão de bolsas para projetistas de CI em DHs foram elaboradas para fomentar a criação (inicialmente) e a fixação deste tipo de instituição no País. DHs são organizações que atuam na fase de projeto de CI, embora não necessariamente os produzam fisicamente. Esse tipo de organização pode comercializar o projeto em si, partes do

<sup>10</sup> Dados de resultados obtidos junto à Coordenação Nacional do Programa, cuja coordenadora é a professora Edna Barros (UFPE).

projeto ou, ainda, vender o CI após sua produção realizada sob encomenda em *foundries*. Nessas ações, o CNPq implementou mais de 1300 bolsas, a maior parte durante a fase de criação das DHs, tendo, em março de 2014, 67 bolsistas em curso.

### 3. O CI-Brasil e o modelo da tripla hélice

O programa CI-Brasil não necessariamente foi pensado segundo algum escopo teórico, mas possível notar que ele se encaixa facilmente dentro de um modelo específico de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I) e de um paradigma contemporâneo de produção do conhecimento, como tenta-se mostrar adiante.

O programa apresenta bem a parceria entre universidade-indústria-governo proposta no modelo da tripla hélice de Etzkowitz e Leydesdorff (1998). Isso reforça a importância da atuação do governo, das empresas e dos centros de pesquisa (universidade e instituições de pesquisa) para a inovação, bem como, para a formação dos recursos humanos capacitados para o desenvolvimento tecnológico. Sugerem ainda os autores que esse modelo poderia facilitar a análise da forma de atuação conjunta dos três setores. Os autores acrescentam, como reforço para seu modelo, que inovação é inicialmente o resultado da “interação entre invenções científicas, difusão econômica e poder político” (op. cit., 202).

Entretanto, novos atores têm surgido e influenciado os processos de inovação, como por exemplo: estudantes (futuros trabalhadores); consumidores; e diversos setores organizados da sociedade, como organizações sociais, organismos internacionais, sindicatos e outros. Assim, Trigueiro (2001) aponta uma ampliação do modelo da tripla hélice, sugerindo que outros setores da sociedade fazem parte desse relacionamento, havendo portanto hélices “ênuplas” ou apenas, como propuseram Carayannis e Campbell (2009), hélices quádruplas, sendo a sociedade a quarta hélice. Novas hélices poderiam ser consideradas conforme a importância que se dê a este ou aquele setor que se queira estudar. Entretanto, como aponta Leydesdorff (2010), setores mais estruturados serão sempre os atores mais relevantes no processo de inovação e o modelo da tripla hélice permanece consistente na maioria dos casos. Park e Leydesdorff (2010) apregoam o cuidado com a adoção de novas hélices ao mostrarem a suficiência da tripla hélice como modelo de desenvolvimento e potencialização da inovação no caso da Coreia do Sul, onde as parcerias entre os três setores levaram o país a ter uma economia forte, baseada num setor produtivo altamente calcado em alta tecnologia.

É possível argumentar que algumas ICT que participam do CI-Brasil, por serem entes privados sem fins lucrativos, poderiam constituir uma quarta hélice desse sistema de inovação. Entretanto, considerando as fortes ligações – sejam históricas, institucionais ou mesmo financeiras – entre essas ICT e universidades, governo ou empresas, é recomendável exercitar a parcimônia metodológica sugerida por Leydesdorff (2010) e manter, também nesse caso, o modelo das três hélices como suficiente.

No CI-Brasil, os órgãos de estado participantes, liderados pelo MCTI, financiam a infraestrutura e as várias etapas de treinamento e lançam chamadas públicas para apoiar projetos específicos de CI, além

de realizar a gestão e o planejamento do programa. A academia participa provendo infraestrutura e instrutores para os treinamentos e contribuindo para a coordenação e o planejamento do programa. As empresas participam absorvendo os *trainees*, contratando bolsistas treinados, fixando egressos do programa e oferecendo produtos e serviços com os recursos disponibilizados. Vale dizer que atualmente são disponibilizados ao mercado CI comerciais projetados inteiramente no Brasil para o uso em setores tão distintos quanto pecuária, automação e controle, distribuição de energia elétrica e gerenciamento de energia.

#### 4. O CI-Brasil como instrumento de formação e capacitação consistente com o modo 2 de produção do conhecimento

No modo de produção do conhecimento globalmente praticado hoje, chamado por Gibbons et al. (1994) de modo 2, o conhecimento é produzido num contexto de aplicação, transdisciplinaridade, heterogeneidade, descentralização e controle de qualidade dos produtos determinado pela sua utilidade social (Tabela 1). Essas características definem demandas para a formação de profissionais especializados em setores com alto grau de sofisticação tecnológica, como é o caso da microeletrônica. Assim, programas que envolvam treinamento como o CI-Brasil devem ter como resultado profissionais com a capacidade de observar essas características em suas atuações, quer como pesquisadores – na academia ou em empresas - quer como projetistas em empresas. Independente da crítica às teses de Gibbons et al. (1994), como aquela feitas por Leydesdorf e Etzkowitz (2000) ao considerar que o modelo da tripla hélice já abarcaria tanto o modo 1 como o modo 2 do conhecimento, utilizamos aqui os conceitos da primeira referência para apontar que a formação e a capacitação de RH em Microeletrônica devem ser feitas num contexto próprio do modo 2, objetivando adequarem-se às necessidades contemporâneas do mercado.

**Tabela 1.** Característica dos modos de produção do conhecimento segundo Gibbons et al. (1994)

Características do Modo 1	Características do Modo 2
Problemas definidos e solucionados num contexto dominado pela comunidade acadêmica	Conhecimento produzido num contexto de aplicação.
Homogêneo, hierárquico e disciplinar	Transdisciplinar, heterogêneo e descentralizado
Controle da produção feito pelos pares	Controle de qualidade dos produtos feitos pela sua utilidade social

Como se pode ver, há uma mudança radical entre os modos de produção de conhecimento. Além disso, há o contexto de aplicação, em que os produtos resultantes das pesquisas científicas, quer obtidos na academia, quer em empresas privadas, devem ser colocados à disposição de uso social em curto prazo. Assim, o Programa CI-Brasil está formando recursos humanos integralmente na perspectiva do modo 2 de produção do conhecimento; conhecimento este adequado à demanda

de alta tecnologia que o setor de semicondutores demanda, inclusive com disciplinas em gestão de projetos e negócios.

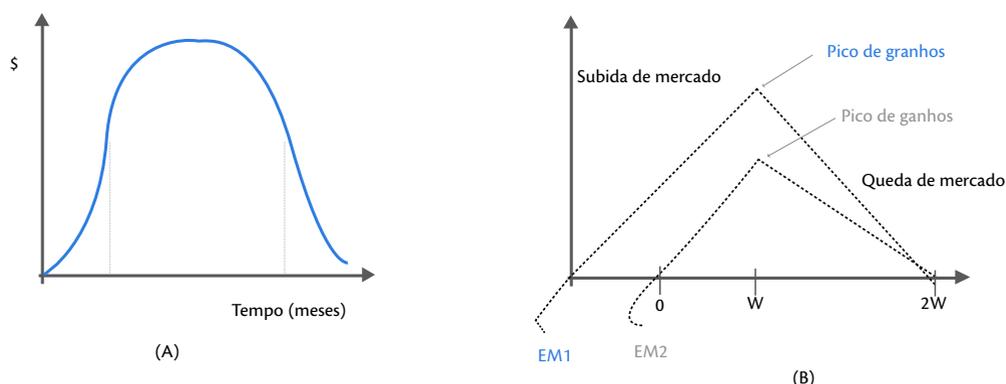
Acrescente-se que o conhecimento de alta tecnologia também é um fator preponderante para a indústria contemporânea, tornando-se, em muitos casos, o principal ativo de uma empresa. Isso acontece em maior proporção quanto mais fundamental e relevante for a sua base tecnológica, onde o conhecimento se incorpora ao capital da empresa. Empresas geradoras de inovação, tais como aquelas de *design* de CI, dependem de seus conhecimentos de ponta e de grandes investimentos na busca de melhores tecnologias para manterem-se no mercado. No caso de uma empresa de *software*, por exemplo, um produto que tenha sido criado e patenteado pode ser portado em mídias de baixíssimo custo e seu algoritmo pode ser escrito em algumas folhas de papel, mas é fruto de conhecimento tecnológico nela produzido e pode ser seu principal ativo.

A crescente importância do conhecimento como bem intangível tem justificado, inclusive, mudanças sensíveis na relação capital/trabalho. Por exemplo, não raro, em empresas de base tecnológica um funcionário altamente capacitado é contratado com altos salários e participação nos lucros, às vezes ganhando tão bem quanto seu proprietário, pelo fato de ter conhecimento indispensável para produzir um determinado programa de computador (MOTTA: 1990).

Chu, Khosla e Chai (2014) apontam que, historicamente, o setor de *design* de CI registra forte vocação para inovação e sofreu, nos últimos anos, uma aceleração nessa orientação, acrescentando-se uma competição ainda mais acirrada e com produtos com um ciclo de vida gradativamente mais curto.

Zuffo (2003) aponta para a necessidade da formação de profissionais preparados para entender e trabalhar naquilo que chama de *infossociedade* e *infoeconomia*, ou seja, recursos humanos capazes de perceber as rápidas mudanças de uma sociedade absolutamente permeada pelas TIC e produzir soluções para os diversos problemas postos a cada dia, sabendo que as soluções ficarão obsoletas rapidamente. Essa capacidade de adaptação a mudanças é explicitada por Vahid e Givargis (2002), ao ressaltarem que a janela de mercado típica de um produto com eletrônica embarcada é de cerca de oito meses. Este é o período no qual empresas conseguem maximizar seus lucros. Isso também significa que o *time-to-market* (período desde a concepção à distribuição do produto), que hoje frequentemente envolve intervalos de tempo maiores do que a própria janela de mercado, precisa ser cuidadosamente planejado.

No modelo proposto pelos autores (op. cit.) para determinar ganhos obtidos com produtos de CI no mercado, assume-se que o “pico de ganhos” ocorre na metade da vida útil do produto (W, na Figura 1), que não se altera mesmo quando o produto fica tardiamente disponível para venda. Com a vida útil determinada pela disposição do mercado em utilizar o produto, sua lucratividade é bastante afetada em caso de atrasos na entrada no mercado. Isso é explicitado na Figura 1, onde: EM1 mostra o ciclo de ganhos de um produto baseado em CI que tem sua entrada no mercado em tempo ideal; EM2 é o ciclo daquele que entra tardiamente no mercado; D é o atraso de disponibilidade do CI; e 2W é a vida útil do produto ou janela de mercado.



**Figura 1.** (A) Janela de mercado – (B) Modelo simplificado de receitas, mostrando a perda de ganhos decorrente da entrada tardia de produto no mercado. Adaptado de: Vahid e Givargis (2002, pág. 8)

Em eletrônica embarcada, marcadamente em se tratando de circuitos integrados, a obsolescência de componentes é grande e a demanda por projetos de CI produzidos de acordo com novos processos de fabricação é permanente, o que implica que os profissionais da área dominem não apenas a fase de projeto de CI, mas também tenham conhecimento sobre demandas de mercado e mantenham-se atualizados sobre o estado da arte nos processos de produção de semicondutores.

Com essa premência de mercado, é importante que os investimentos em PD&I, quer em empresas ou na academia, sejam planejados para contemplar processos eficientes de produção de conhecimento e de formação de recursos humanos criativos, capazes de conceber as inovações e de trabalhar com estas. É importante, do mesmo modo, que a sociedade – representada pelo governo e outras instituições – assumam seu papel de organizadora e fomentadora desse desenvolvimento tecnológico.

Aqui, vale uma reflexão sobre o significado de inovação que, no senso comum, muitas vezes é pensada apenas em relação a aspectos de fundo material/econômico para o maior incremento da qualidade e competitividade dos bens produzidos. Entretanto, o conceito de inovação usado aqui é muito mais amplo que o de inovação tecnológica. Deve-se pensar também nos processos de modernização, adequação ou melhoramento de tecnologias, nas formas de gestão de empresas e de pessoal e em métodos ou recursos que melhorem a qualidade e a competitividade, incentivem melhores relações de trabalho e ampliem a distribuição do conhecimento gerado<sup>11</sup>.

No setor de TIC a inovação é parte integrante das necessidades de uma empresa, tão importante quanto o capital financeiro, a noção de espaço no mercado para o produto a ser ofertado e a capacidade

<sup>11</sup> O conceito de inovação surge, originalmente, a partir de estudos de C. Freeman, e foi posteriormente adotado pela Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE). Para Dosi (1988), a natureza dos processos de inovação deve determinar áreas de “competência”, visando a adequar a pesquisa à eficiência de produção, ou seja, buscando mudanças nos processos produtivos e criando uma cultura de inovação – isto é, um ambiente de inovação apropriado. A concepção de inovação ainda é aquela vigente na OCDE (2010).

técnica. As alterações e evoluções nos produtos do setor geram demandas novas a cada instante; as soluções devem ser criativas e, dada a competição, devem ser concebidas tão logo a alteração seja demandada, daí a ênfase direcionada à flexibilidade e agilidade das empresas no atual paradigma produtivo. Em muitos casos, são necessárias redes de parcerias com outras empresas, universidades e institutos de pesquisa, caracterizando o conceito de inovação aberta (CHESBROUGH, 2003).

É importante que a academia se envolva profundamente no desenvolvimento do País<sup>12</sup> e crie processos eficientes de produção de conhecimento, com a sociedade assumindo seu papel de controladora e fomentadora do envolvimento acadêmico, pois em última instância, é a sociedade quem assume essas demandas, quer por ser “induzida” ao consumo de produtos (RETONDAR, 2007), quer pela necessidade de uso desses produtos para melhoria de qualidade de vida.

Como nem sempre é economicamente viável que uma empresa de base tecnológica (EBT) invista em pesquisa e desenvolvimento de alto risco de insucesso, que precisam ser realizados por profissionais com elevada formação superior para esse fim, há a necessidade de ou se encontrar parcerias de forma a diminuir custos e aumentar a eficiência ou de haver políticas públicas como a que apresentamos neste trabalho. No caso de países em desenvolvimento e com problemas econômicos e sociais ainda pungentes, como o Brasil, essa necessidade é ainda maior, e o governo tem sido o principal responsável pelos investimentos em PD&I. Isso se justifica ainda mais no caso de setores estratégicos para o desenvolvimento geral do País, como o de microeletrônica, onde os produtos gerados permeiam toda a produção industrial e podem ser uma fonte importante de divisas resultantes de exportação e comercialização.

## 5. Considerações finais

O Comitê da Área de Tecnologia da Informação (Cati)<sup>13</sup>, que é o Comitê Gestor do CT-Info<sup>14</sup>, fonte principal de recursos para o Programa CI-Brasil, tem a intenção de manter as políticas acima mencionadas para a área de microeletrônica de forma contínua, do mesmo modo que a Sepin/MCTI. Entretanto, dados os percalços recentes da economia, esses recursos vêm sendo reduzidos nos últimos anos, o que pode ser um problema por se tratar de uma política pública bastante onerosa.

As empresas do setor de *design* de CI são profundamente marcadas por condições próprias de mercado e a falta de recursos para investimento em PD&I pode fazer com que programas iniciados percam ou reduzam fortemente sua eficácia. O Programa CI-Brasil tem fomentado, em sua maior parte e até o momento, DHs em organizações de pequeno porte ou em laboratórios de ICT sem fins lucrativos, em oposição ao domínio do mercado mundial por empresas e corporações de grande porte, com uma nítida tendência a fusões (CHU, KHOSLA e CHAI: 2014).

<sup>12</sup> Como mostram os trabalhos de Etzkowitz e Leydesdorff (1998a) e Gibbons et al.(1994), entre outros.

<sup>13</sup> Vinculado à Sepin/MCTI.

<sup>14</sup> Fundo Setorial de Informática - <<http://sigcti.mct.gov.br/>> - Inclusive para acesso às atas com decisões do CT-Info.

Outro desafio para as DHs do CI-Brasil é a conquista de mercado, uma vez que, devido a seu porte pequeno, não podem se envolver em projetos muito complexos nem em mercados de consumo geral, o que gera dependências de parcerias ou mesmo o exercício de modelos de negócio baseados em prestação de serviços, o menos rentável (op. cit.). Sem o devido planejamento, as DHs hoje fomentadas, além do próprio risco de sobrevivência, podem ser relegadas a uma situação perene de dependência de empresas cujas tomadas de decisão não são feitas no País.

Ainda que em termos de profissionalização estejamos aquém da capacidade instalada do sistema de formação e capacitação, a boa qualidade dos recursos humanos egressos do programa tem sido mencionada nas reuniões do Cati e mesmo nas reuniões da Comissão de Coordenação do programa, não só por acadêmicos, mas também pelas empresas e DHs que têm recrutado estes profissionais. Isso mostra que os profissionais formados ou capacitados têm boa aceitação no mercado.

Na nova fase em que o programa deve entrar a partir da segunda metade de 2015, determinada pela Sepin e endossada pelo Cati, pode-se sugerir que sejam considerados os indicadores de mercado global de *design* de CI, bem como os relacionamentos entre os diversos atores da cadeia produtiva de semicondutores e suas parcerias, para o aprimoramento do modelo vigente, que certamente tem dado resultados positivos, mas ainda depois de quase 10 anos, não atingiu sua meta de alcançar parcela significativa do ecossistema de TIC do País.

## Referências

- AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL - ABDI. **As design houses Brasileiras**: relatório analítico. Brasília: 2011, 62 p.
- BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. **Programa Nacional de Microeletrônica: Contribuições para a formulação de um plano estruturado de ações**. Brasília: 2002.
- BRASIL. **Decreto 792** de 02 abril de 1993.
- BRASIL. **Lei nº 8.387**, de 30 de dezembro de 1991a.
- BRASIL. **Lei nº 8.248**, de 23 de outubro de 1991b.
- CHESBROUGH, H. **Open innovation: the new imperative for creating and profiting from technology**. Boston: Harvard Business School Press, 272 p. 2003.
- CHU, M.; KHOSLA, R.; CHAI, K. A cluster analysis of ic design industry. **International Journal of Innovation and Technology Management**, Singapore, v. 11, n. 2, 2014.
- CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO –CNPq - **Resolução Normativa no. 15** de 08 de Junho 2010a.
- \_\_\_\_\_. **Resolução Normativa no. 16** de 20 de abril 2010b.
- \_\_\_\_\_. **Resolução Normativa no. 16** de 08 de Junho 2010c.

- ETZKOWITZ, H.; LEYDESDORFF, L. The dynamics of innovation: from National Systems and 'Mode 2' to a triple helix of university–industry–government relations. **Research Policy**, v. 29, p. 109–123.
- \_\_\_\_\_. The triple helix as a model for innovation studies. **Science and Public Policy**, Surrey – UK, v. 25, n. 3, 1998.
- GIBBONS, M. et al. **The new production of knowledge**. London: Sage, 1994.
- GLYNN, K.; KOENIG, M.E.D.; COLLEGE, R. Small business and information technology. **Annual Review of Information Science and Technology**. v. 30, p.251-280, 1995.
- LEYDESDORFF, L. The knowledge-based economy and the triple helix model, **Annual Review of Information Science and Technology**, Blaise Cronin, v. 44, p. 367-417, 2010.
- LUNDVALL, B.A. **National systems of innovation: toward a theory of innovation and interactive learning**. London: Anthem Press, 388 p., 2010.
- MACIEL, M.L. Cultura e inovação no milagre italiano. **Política Comparada**. Brasília: Arko Advice, ano 1, v.1, n. 1, 1997.
- \_\_\_\_\_. Inovação e conhecimento. In: SOBRAL, F. et ali. **Alavanca de Arquimedes: ciência e tecnologia na virada do século**. Brasília: Paralelo 15, 1997b.
- MORIMOTO, N.I. **Projeto de formação de projetistas de circuitos integrados –Fase II – CT2**. São Paulo: SBMICRO, 2009.
- MOTTA, A.G. **Cultura empresarial e inovação: o setor de tecnologia da informação do distrito federal**. Monografia (Especialização) - Departamento de Sociologia, Universidade de Brasília, Brasília: 1990.
- NEVES, A.M. da S. **A rede social acadêmica da microeletrônica: Rumo ao aprendizado ativo**. Dissertação (Mestrado) - Centro de Desenvolvimento Sustentável. Universidade de Brasília, Brasília: 2010.
- ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT - OECD. **Boosting innovation: the cluster approach**; synthesis report of focus group on cluster mapping and cluster policy. Paris: 1999.
- \_\_\_\_\_. **The OECD innovation strategy - getting a head start on tomorrow**. Paris: 224 p. 2010.
- PARK, H.W.; LEYDESDORFF, L. Longitudinal trends in networks of university/industry government relations in South Korea: the role of programmatic incentives. **Research Policy**, v. 39, n. 5, p. 640-649, 2010.
- RETONDAR, A.M. **Sociedade de consumo, modernidade e globalização**. São Paulo: Ed. Annablume; Campina Grande: EDUFCC, 2007, 120 p.
- STEWART, D.W.; SHAMDASNI, P.N. **Focus groups: theory and practice**. London: Sage Publications, 1990.
- TRIGUEIRO, M.G.S. A comunidade científica, o estado e as universidades no atual estágio do desenvolvimento científico-tecnológico. **Sociologias (UFRGS)**, Porto Alegre, v. 3, n. 6, p. 30-51, 2001.
- VAHID, F.; GIVARGIS, T. **Embedded system design: a unified hardware/software introduction**. John Wiley & Sons, Inc. USA: 2002. 324 p.
- VELHO, L. O papel da formação de pesquisadores no sistema de inovação. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 59, n. 4, 2007.
- ZUFFO, J.A. **A Sociedade e a economia no novo milênio: macroeconomia e empregos**. Barueri, SP: Manole, livro II, 2003. 259 p.

# Programas nacionais de ciência e tecnologia: dos indivíduos às redes

Maria Carlota de Souza-Paula<sup>1</sup>, Adriana Badaró de Carvalho Villela<sup>2</sup>

## Resumo

Neste artigo procurou-se mostrar, de forma sucinta, a sequência de programas nacionais de apoio à Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I) no Brasil, desde a metade da década de 80 até o atual Programa Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia (INCT), focalizando, em especial, a mudança do fomento a projetos individuais para grupos de pesquisa e, mais recentemente, para as redes técnico-científicas. Mais que uma formalidade, essa mudança induz e, ao mesmo tempo, reflete a evolução da organização das atividades de pesquisa e das atividades científicas, tecnológicas e da inovação, em geral. Reflete, ainda, novas formas de articulação de múltiplos atores, competências e capacidades, como necessárias aos tempos de convergência científica e tecnológica e à potencialização do conhecimento e de sua utilização.

## Abstract

*This paper briefly presents a sequence of national programs to support ST&I in Brazil since the mid-1980s until the current program of the Brazilian National Institutes for Science and Technology (INCT). The main topic of this overview focuses on the changes in the types of funding ranging from individual projects to research groups and most recently to scientific and technical networks. More than a formality, these changes encourage and reflect the evolution in the research activities and in the science, technology and innovation sector. Furthermore, it reflects new forms of articulation between several actors, skills and capabilities as demanded by the time of convergence in science and technology and thus increasing the potential of knowledge and its application.*

1 Graduada em Ciências Sociais pela Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), mestre em Ciência Política pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e doutora em Ciência Política pela Universidade de São Paulo (USP). É pesquisadora associada da Universidade de Brasília (UnB). Atua em Política de Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I), com áreas de interesse em Avaliação e Acompanhamento (A&A) de políticas e programas em CT&I e em Cooperação Internacional em CT&I. Em 2010 e 2011, liderou, no CGEE, as atividades de A&A do Programa INCT.

2 Graduada em História pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e Mestre em Desenvolvimento Sustentável pela Universidade de Brasília (UnB). Atualmente, trabalha no Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE) em projetos de acompanhamento e avaliação (A&A) de programas em CT&I, estudos de futuro, desenvolvimento de metodologias e disseminação da informação.

**Palavras-Chave:** Programas de apoio à CT&I. Redes técnico-científicas. PADCT. Pronex. Institutos do Milênio. INCT.

**Keywords:** *National programs to support ST&I. Scientific and technical networks. PADCT. Pronex. Institutos do Milênio. INCT.*

---

## 1. Introdução

Durante o processo de avaliação pelo CGEE dos programas “Institutos do Milênio (IM)” e “Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia (INCT)”, considerou-se oportuno rever programas anteriores de natureza similar, de forma a identificar traços evolutivos do fomento à Ciência e Tecnologia (C&T) no Brasil, com ênfase em programas mais abrangentes e estruturadores da pesquisa no País. Dessa revisão derivou-se esta síntese para a seção Memória da revista Parcerias Estratégicas.

Muitas ações contribuíram para formar as bases de um programa da natureza e complexidade do INCT, universo este impossível de se abarcar neste documento. A escolha de alguns programas federais de fomento como foco principal dessa retrospectiva deve-se ao papel que eles têm representado para a organização da pesquisa, a articulação de atores e o fortalecimento institucional, da visão sistêmica e da integração de múltiplos componentes, com vistas a constituir e consolidar a base de conhecimentos e sua aplicação, além da inovação.

Inicia-se com uma introdução sobre o uso de programas como um dos instrumentos dos esforços brasileiros em C&T, seguindo-se a apresentação do Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (PADCT), do Programa de Apoio a Núcleos de Excelência (Pronex), do Programa Institutos do Milênio (IM) e do atual Programa Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia/INCT<sup>3</sup>.

## 2. Programas de fomento a C&T no Brasil: antecedentes

O uso dos programas para promover C&T não é recente e muitos adjetivos – estratégicos, integrados, mobilizadores, estruturantes, entre outros – são utilizados para os caracterizar. Também se estabeleceram “grandes programas”, verticais ou horizontais, de forma particular no campo tecnológico, embora não sejam casos muito comuns no Brasil (LONGO e MOREIRA, 2005). São instrumentos frequentes em políticas públicas cujos alvos dependem de muitos atores, de conhecimentos variados e da articulação entre múltiplos segmentos e instituições públicas, privadas, organizações não governamentais e outras.

---

3 Uma análise mais completa necessitaria considerar outros casos que também exerceram papel importante na evolução da C&T no País, como programas da Capes, da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) e da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp), além de casos como o Pronuclear, o Proálcool e o Procap-Petrobras, entre outros, muitos fora do eixo CNPq/MCT/Finep. Para mais detalhes sobre marcos da ação pública em C&T, incluindo os principais programas, ver REGO (1990); LONGO e DERENUSSON (1999); SCHWARTZMAN (2001); GUIMARÃES (1994); BALBACHESVSKI (2010); SOBRAL (2011), entre outros.

Os programas são vistos como forma de organização e implementação dessas políticas, em busca de maior eficiência e eficácia no atendimento das prioridades e finalidades estabelecidas.<sup>4</sup>

Em Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I), os programas foram associados a um “novo modelo” – correspondente a uma mudança nas relações entre ciência, técnica e sociedade –, por meio do qual se busca consolidar, de forma sistemática, interações que permitam produção conjunta de conhecimentos de base e de bens destinados a satisfazer uma demanda ou uma necessidade (CALLON, LAREDO, MUSTAR, 1997). Ou seja, realizar uma ação orientada, pela organização de diversos projetos e atividades articulados entre si, em busca de resultados para a solução de problemas específicos.

Os programas aparecem desde os princípios do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e, ao final da década de 1950, eram de desenvolvimento de recursos humanos e outros – temáticos, setoriais ou por área do conhecimento –, visando responder a necessidades técnicas associadas à industrialização, com maior apoio à pesquisa e destaque às pesquisas aplicadas (BRASIL/MCT, 2001, p. 34; BRASIL/MCT/CNPq, 2001, p.165).

Nos anos 60, o Fundo Tecnológico (Funtec), um “fundo/programa” criado pelo então Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico (BNDE) na primeira metade da década, com o objetivo de financiar a pós-graduação, principalmente nas engenharias, foi pioneiro como iniciativa estruturada para o fortalecimento da capacidade tecnológica nacional.<sup>5</sup> A Financiadora de Estudos e Projetos (Finep), criada em 1967, passou a representar, junto com o CNPq, um dos pilares para a implementação da política de C&T e também de diversos programas no Brasil.

Nos anos 70, grande parte das iniciativas de fomento foi organizada como programas. Foram criados, entre outros, o Programa Especial de Tecnologia Industrial [Ministério do Planejamento e Coordenação Geral (MPCG)/CNPq/Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID)]; Programas Especiais Integrados, como o Programa Trópico Úmido e o Projeto Radar na Amazônia (Radam); Programas Setoriais Prioritários – como os programas e projetos em saúde, Programa de Controle Esquistossomose (PCE) e Programa de Controle da Doença de Chagas (PCDCh) – depois Programa Integrado de Esquistossomose da Fundação Oswaldo Cruz (Pide) da Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz) –, entre outros. A pesquisa fundamental e a pós-graduação, então objetivos centrais da política de C&T, contavam com programas de pós-graduação, entre os projetos prioritários, por áreas do conhecimento.

4 Note-se, porém, que seu uso tornou-se tão generalizado e aberto que nem sempre é possível identificar aspectos que, em princípio, caracterizariam os programas, tais como: caráter indutivo, objetivos específicos, alvos bem dirigidos, metas claras, recursos previamente estabelecidos e prazos determinados. Muitos “programas” têm objetivos difusos e não atendem a essas condições, o que dificulta as atividades de gestão, a identificação de resultados e, em especial, a avaliação de impactos.

5 O BNDE, criado em 1950, transformou-se em Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) na década de 1980. Os principais instrumentos de ação são “Fundos” e “Programas”. Para Schwartzman (2001, p.276), “o envolvimento do BNDES [...] no campo da ciência e tecnologia constitui o traço mais interessante do novo período. Pela primeira vez em toda a história do Brasil, havia um esforço organizado no sentido de colocar a ciência e a tecnologia a serviço do desenvolvimento econômico, mediante o investimento de recursos substanciais.”

Nessa época, aprofunda-se a concepção sistêmica, buscando-se organizar o Sistema Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (SNDCT) – bem como sistemas estaduais e setoriais –, com diretrizes gerais por área e programas setoriais de pesquisa (BRASIL/MCT, 1998b).

Na segunda metade da década, em tempos de crise do petróleo, destacaram-se iniciativas voltadas para o setor energético, como o Programa de Recursos Humanos para o Setor Nuclear (Pronuclear) e o Programa Nacional do Álcool (Proálcool), caracterizados por Pirró e Longo (2005, p. 1541) como exemplos dos “programas mobilizadores” nacionais relevantes, com impactos substantivos em muitos campos de pesquisa. O CNPq também utilizava crescentemente o modelo de programas para organizar as ações diretas em C&T. Em 1977, já estavam propostos dez “programas integrados”.

Em 1982, o CNPq organizou os trabalhos de “Avaliação e Perspectivas”, que resultaram em 66 documentos por áreas e subáreas do conhecimento, tomados como base para a construção das “Ações Programadas” previstas no III Plano Básico de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (PBDCT). Esse processo mobilizou fortemente a comunidade acadêmica, resultando no desenho de ações setoriais e para o fortalecimento de grupos com maior visibilidade e atuação junto ao governo e às instituições de promoção e apoio à C&T.<sup>6</sup>

No entanto, as condições econômicas e políticas no período eram muito desfavoráveis e as agências de fomento à C&T enfrentavam sérias dificuldades para implementar suas atividades. Nesse contexto, em 1984, criou-se o I Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (PADCT), cujo significado para o fomento se apresentará à frente.

O Ministério de Ciência e Tecnologia (MCT) foi criado em 1985, mas o processo de reorganização institucional e de construção de uma política científica e tecnológica sofreu fortes limitações orçamentárias, além de grande instabilidade institucional, chegando-se à extinção do ministério e à recriação da Secretaria Especial de Ciência e Tecnologia da Presidência da República, em 1990, para, em 1992, reestabelecer-se o MCT.

Considerava-se necessária uma política para C&T efetivamente inserida na agenda do Estado, mas havia restrições e contingenciamentos de recursos, em um contexto instável, com forte desorganização institucional. A gravidade da situação chegou a motivar a Comissão Parlamentar Mista de Inquérito sobre o “Atraso Tecnológico no Brasil”.

Ainda em 1988, a Constituição Federal veio representar um marco na ação pública em C&T. A mobilização inédita no espaço legislativo<sup>8</sup> resultou na inclusão de um capítulo de C&T na nova Carta.

6 Sobre esse processo, ver Galvão, A.C., 1993, para quem “...o avanço da comunidade científica sobre o sistema de C&T constitui um dos traços mais marcantes da década de 80...” (p. 43).

7 Para mais detalhes sobre esse período, ver; Congresso Nacional (1992); Guimarães, R. (1994); Rego, P. (1994); Brasil. CNPq (2001).

8 Questões importantes sobre C&T podem ter surgido no Congresso, associadas a outros debates, como no caso da Indústria Farmacêutica, no início da década de 60. Mas, como foco específico e como campo estrategicamente associado ao desenvolvimento nacional nunca se havia firmado.

Os processos constitucionais dos estados incorporaram esse debate, consolidando novo marco institucional, com destaque para a organização e articulação de secretarias estaduais de C&T e das Fundações Estaduais de Apoio à Pesquisa (FAP), até então inexistentes em grande parte das unidades da Federação.

O foco em áreas estratégicas/novas tecnologias ganhou espaço cada vez maior, refletindo novas orientações para uma estratégia de desenvolvimento, com destaque para a promoção da competitividade. No MCT, foram criadas secretarias estratégicas de Biotecnologia; Química Fina; Novos Materiais; e Mecânica de Precisão; e incorporadas a Secretaria Especial de Informática (SEI) e iniciativas como o Programa de Formação de Recursos Humanos em Áreas Estratégicas (Rhae), para capacitação e inserção de pesquisadores em empresas.

Criaram-se instrumentos novos, seguindo a diretriz modernização/competitividade. No sistema do MCT e em suas agências, "... com vistas ao desenvolvimento tecnológico e ao fortalecimento do sistema nacional de inovações [...], foram organizados dois grupos de programas: 1) programas de fomento ao investimento em desenvolvimento tecnológico; e 2) programas executados pelo CNPq e Finep" (BRASIL, 1998d, p. 41-48).

Grande parte do fomento à pesquisa e capacitação no CNPq era organizada sob a forma de programas, orientados ou não. Os básicos – entre os quais havia indutores e regionais – atendiam às áreas tradicionais do conhecimento; e os especiais, a áreas estratégicas, campos multidisciplinares, questões setoriais, regionais e temáticas. Entre estes estavam o PADCT e o Rhae.

O "setor" e a política ainda se identificavam pelo binômio C&T, mas a inovação já se destacava como um dos objetivos centrais da política (BRASIL/MCT, 1998) e a constituição do Sistema Nacional de Inovação tornou-se prioridade. Nesse sentido, apontam-se vários avanços em termos de investimentos, estabelecimento de diretrizes, implementação de novos instrumentos e maior articulação interinstitucional, particularmente a partir de 1994, quando vários programas e outros instrumentos foram lançados com a finalidade de promover competitividade e modernização.

No entanto, "... apesar de todos esses efeitos positivos, a política tecnológica brasileira está sendo seriamente prejudicada pela deterioração do sistema público de pesquisa e pela falta de uma política industrial compatível (estratégica) com o avanço do novo paradigma tecnológico." (RESENDE, 2000, p. 30). Enfim, buscava-se uma recuperação, mas ainda havia dificuldades importantes, com queda no orçamento, redução do Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT), desativação do PADCT (renegociado ao final da década de 90), com grande descontinuidade da política federal de C&T (*op. cit.*).

Os Fundos Setoriais (FS) foram criados a partir de 1999, com o objetivo de estabelecer fontes mais estáveis de recursos, adicionais e complementares às fontes existentes. A exemplo do que se passara com o PADCT, esse propósito não se realizou e os FS chegaram a representar, em determinado momento, quase a totalidade do FNDCT.

O período 2000-2003 foi considerado como o de “retomada do processo de planejamento nas ações do setor público” (BRASIL/MCT. Livro Verde, 2001, p. 38) e os programas então formulados voltaram-se para o fortalecimento da base nacional de C&T, a organização do Sistema Nacional de Inovação, a capacitação para setores estratégicos e a inserção de C&T para o desenvolvimento social, com marcada preocupação com a concentração regional, a participação do setor privado e a necessidade de ampliar os recursos para C&T.

O Brasil chegou ao final da primeira década do século XXI com forte crescimento em alguns indicadores de CT&I. No entanto, observa-se ainda falta de continuidade das ações, instabilidade com relação à alocação de recursos, falta de clareza quanto aos resultados e impactos de muitas iniciativas, com necessidade de avaliações mais sistematizadas sobre os diversos programas.

O PADCT, o Pronex e o Institutos do Milênio são iniciativas que, cumulativamente, apesar de percalços, contribuíram de forma decisiva para a atual configuração da pesquisa científica e tecnológica no Brasil, em termos institucionais, de infraestrutura, de abrangência e desempenho. Como afirmou o então ministro de CT&I no e sobre o lançamento do edital do INCT, em julho de 2014, este “... é um passo decisivo para dar continuidade ao projeto, que começou com o Programa Institutos do Milênio e o Programa de Apoio a Núcleos de Excelência (Pronex)” (CAMPOLINA, cit. Em VERDELIO, 2014). A estes, precedeu o PADCT, visto a seguir.

### 3. PADCT

Várias lacunas relacionadas às bases institucionais e à infraestrutura, além da carência de recursos para apoiar setores prioritários de C&T no Brasil, haviam sido identificadas no início da década de 80, problemas que se acirravam face à forte crise econômica e política da época.

Nesse contexto, em 1984, deu-se a criação do Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (PADCT), concebido como um instrumento complementar ao fomento já existente à C&T. Este programa se realizaria mediante a ação coordenada entre CNPq, Finep, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) e a Secretaria de Tecnologia Industrial (STI) – o que já era, em si, uma novidade nas ações de fomento.

Considerava-se necessário fortalecer as condições básicas do SNDCT para gerar e aplicar conhecimentos, com um salto qualitativo na direção da inovação. Para isso, além do atendimento direto a áreas prioritárias, previamente definidas, o PADCT deveria contribuir para fortalecer a infraestrutura de apoio e serviços essenciais à operação do setor de C&T; promover articulações entre C&T e o setor produtivo; e fortalecer a coordenação do sistema.<sup>9</sup>

9 CNPq (sd) Programas de Apoio ao desenvolvimento Científico e Tecnológico. PADCT. Disponível em: <[www.cnpq.br](http://www.cnpq.br)>. Acesso em 14 de setembro de 2014.

As ações verticais do PADCT I voltavam-se para necessidades mais amplas do SNDCT, com Subprogramas de Desenvolvimento em “áreas prioritárias” – Educação para Ciências (SPEC); Geociências e Tecnologia Mineral (GTM); Química e Engenharia Química (QEQ); Biotecnologia (SBIO); e Instrumentação (SINST). As ações horizontais, por sua vez, voltavam-se principalmente para a recuperação da infraestrutura de universidades e institutos de pesquisa, por meio de Subprogramas de Apoio – Informação em C&T (ICT); Provimento de Insumos Essenciais; Manutenção (SPM); Tecnologia Industrial Básica (TIB); e Planejamento e Gestão em C&T (PGCT).

O PADCT foi renovado por mais dois períodos (1991 e 1998 até 2003). No PADCT II e III, a difusão e transferência tecnológica do setor acadêmico para o setor industrial e a promoção de instrumentos adequados de interação entre estes setores foram reafirmadas como objetivos centrais do programa (GONÇALVES et all, op. cit).

O PADCT II iniciou-se em 1991, incorporando diretrizes e prioridades das novas políticas, principalmente a política industrial e de comércio exterior e a política de informática. Dois novos Subprogramas foram abertos: Novos Materiais (SNM) e Ciências Ambientais (Ciamb). Criou-se o PADCT NET, considerado ferramenta importante para a avaliação dos projetos, dos subprogramas, das agências e do próprio PADCT.

No PADCT III, o apoio a projetos cooperativos com participação de investimentos privados, promovendo a difusão e a transferência de conhecimentos pela articulação universidades-institutos-empresas, foi enfatizado, assim como a capacitação regional e ampliação de conhecimentos em áreas estratégicas (BRASIL/MCT, 2002).

Consoante com esses objetivos, essa fase do programa teve três componentes básicos: o Componente de Desenvolvimento Tecnológico (CDT) voltava-se para a promoção e o apoio a projetos cooperativos com empresas, por meio de plataformas e parcerias em setores específicos; o Componente de Pesquisa em Ciência e Tecnologia (CCT) direcionava-se ao apoio à pesquisa e formação de RH, buscando consolidar as fases anteriores; e o Componente de Suporte Setorial (CSS) objetivava promover a prestação de serviços e a elaboração de estudos necessários à expansão e consolidação do setor de C&T no País e que estimulasse maior investimento do setor privado em C&T.

O PADCT foi o primeiro programa de fomento multidimensional e seus impactos no desempenho da ciência e tecnologia no Brasil são amplamente reconhecidos, apesar de alguns obstáculos, principalmente relacionados à carência de recursos para C&T.

Em 1984, as agências contavam com 29% dos recursos de 1979, com uma demanda reprimida muito grande (STAL & CERANTOLA, 1989). O PADCT “... tornou-se uma das principais fontes de financiamento das atividades de C&T no Brasil” (RANGEL, 1995, pag. 6), o que, para alguns analistas, comprometeu os propósitos iniciais do programa, inclusive, com pulverização dos recursos (STAL & CERANTOLA, op. cit.).

Por outro lado, permitiu a continuidade das ações em C&T, ao possibilitar recursos para a pesquisa. Como o modelo de financiamento previa contrapartidas internas, contribuiu ainda para garantir recursos nacionais e os oriundos de empréstimos para a área. Os investimentos por meio desse programa chegaram a US\$ 462 milhões entre 1985 e 1996 (CASTRO, *op.cit.*, p. 14), somados aqueles aplicados na Fase III.

Além dos recursos, o PADCT é avaliado positivamente pelo modelo que implantou: fomento indutivo, dirigido a suprir lacunas e atender prioridades; estruturação em subprogramas; estrutura organizacional (gestão compartilhada entre diferentes agências, colegiados); novas práticas de seleção de projetos (processo competitivo universal via editais públicos, institucionalização da avaliação por pares); novos mecanismos de gestão financeira; envolvimento da comunidade na gestão do programa; avaliação anual pelo CCT; e avaliações prévias às renovações, entre outros aspectos, são considerados como uma importante evolução nos sistemas de planejamento e gestão de C&T. Principalmente a partir do PADCT II, destaca-se também a perspectiva de articulação com o setor produtivo e ênfase no desenvolvimento tecnológico (STAL & CERANTOLA, 1989; CNPq s/d).

O modelo de fomento, antes exclusivamente em bases individualizadas, de “balcão”, passa a incentivar a formação e o fortalecimento de grupos de pesquisa, de projetos cooperativos e da infraestrutura laboratorial, condições básicas para a estruturação mais sólida da produção do conhecimento no País, para o aumento da produtividade científica e maior aproximação da pesquisa internacional. Nesse sentido, o PADCT viabilizou avanços posteriores no Brasil, para o fortalecimento de grupos de excelência e da internacionalização da pesquisa.

Além da manutenção do fomento à pesquisa e da nova forma de gestão do programa, as apreciações encontradas na literatura sobre a importância do PADCT indicam o fortalecimento, a estruturação e mesmo o impulso inicial do fomento a algumas áreas, setores ou temas no Brasil. Nesse sentido, apontam resultados e impactos que contribuíram para colocar o País em um novo patamar de C&T. Entre outros, destacam-se a consolidação de novas frentes de trabalho e áreas do conhecimento; o apoio a ações e a outros programas com focos específicos; a capacitação de recursos humanos diretamente associados a projetos; a implantação e/ou o fortalecimento de infraestrutura; a garantia do financiamento a áreas que se encontravam à margem do fomento anterior e o crescimento da produtividade científica. Essas avaliações abordam diferentes subprogramas do PADCT e diversas áreas do conhecimento e setores de atuação.<sup>10</sup>

Algumas dificuldades também foram apontadas, em grande parte no que se refere à viabilização dos novos mecanismos operacionais e de gestão, trâmites das propostas, provocando demora nas contratações e obstáculos à liberação de recursos. Apesar da ênfase na avaliação, menciona-se a falta

<sup>10</sup> Ver, entre outros, FERNANDES (2011); VIEIRA (1996); (ROXO, 1996); STAL & CERANTOLA (1989); CAPES, (1989 e 1996); GOMES, 1990); BARRETO DE CASTRO (2005); TEIXEIRA E RAPPEL (1991); CNPQ, SD.; STAL E CERANTOLA (1989); CASTRO E PRESCOTT (1997); PANIAGO, E. (1997); GADELHA E AZEVEDO (2003); GALEMBECK, (2005). RABI, J. (1997); CASTRO E PRESCOTT (1997); CORDER, S. (2006); RAPINI E RIGHI (2007); CAMPOLINA, Cit. em VERDÉLIO, 2014.

de acompanhamento e avaliação técnica dos projetos contratados, questão que ainda hoje marca grande parte do fomento no Brasil.

Em termos dos objetivos relacionados ao campo tecnológico, embora se indiquem avanços na interação com o setor produtivo, há análises que apontam o caráter mais científico-acadêmico das realizações e impactos do PADCT. Essa articulação segue como um desafio para a política e as ações de CT&I no Brasil, como bem o refletem a criação da Embrapii e o recém lançado programa de Plataformas do MCTI.

Após o PADCT, surgiram outros programas que, em princípio, representaram passos sucessivos para a consolidação e o avanço da base científica e tecnológica no País, fortalecendo: o apoio a grupos de pesquisa; o incentivo à constituição de redes e de consórcios de instituições; e o estímulo a outras formas de organização da pesquisa. Além disso, a contribuição da CT&I para o desenvolvimento social e regional repete-se com ênfase nos programas que sucederam ao PADCT, como o Pronex, o IM e, destacadamente, o INCT.

#### 4. Pronex<sup>11</sup>

O projeto que culminou com o Programa de Apoio aos Núcleos de Excelência (Pronex), em 1996, estava relacionado a propostas anteriores sobre a criação de Laboratórios Associados no Brasil e veio atender a demandas da comunidade no sentido de garantir a continuidade de grupos de excelência existentes no País (NUSSENWEIG, 2000<sup>12</sup> e BALBACHEVSKY, 2010).

A concepção do Pronex e os procedimentos operacionais para sua implementação foram gerados por um Grupo de Trabalho, criado pelo MCT. A proposta foi construída a partir de discussões com representantes da comunidade científica, dirigentes de FAP e outros segmentos.

O Pronex foi instituído como um instrumento de estímulo à pesquisa e ao desenvolvimento científico no País, “por meio de apoio continuado e adicional aos instrumentos hoje [então] disponíveis, a grupos de alta competência, que tenham [tivessem] liderança e papel nucleador no setor de sua atuação” (Decreto nº 1.857, de 10 de abril de 1996, grifos nossos). Tratava-se de um programa multidisciplinar e interinstitucional de pesquisa científica e desenvolvimento tecnológico que visava a possibilitar a execução de projetos de maior grau de complexidade e abordagem de problemas previamente definidos. Seus objetivos e instrumentos focavam a formação de recursos humanos de alta qualificação, concentrada em projetos; o atendimento a deficiências do sistema e prioridades do desenvolvimento nacional; a recuperação e ampliação de infraestruturas e instalações obsoletas;

11 “Pronex – Documento informativo – Subsídios à 19ª Reunião da Comissão de Coordenação” realizada na Coordenação do programa, no CNPq; informações da página eletrônica do CNPq ([www.cnpq.br](http://www.cnpq.br)); Documento da Comissão de Avaliação do Pronex/CNPq, 2000; Decreto 1.857, de 10 de abril e 1996; Regimento Interno do Pronex.

12 Professor Moisés Nussenweig - palestra à Sociedade Brasileira de Física (SBF); Reunião da Comissão de Coordenação do Pronex em 04 de julho de 2000, documento da Coordenação de Avaliação do Pronex/CNPq.

e a distribuição dos recursos aos núcleos de excelência das várias regiões do País, com a diretriz de interação com grupos emergentes, buscando, entre os impactos sinérgicos, catalisar núcleos de pesquisa de qualidade nessas regiões.

Como forma de atuação, destacava-se a necessidade de articulação entre agências, níveis de governo e setor produtivo: o esforço integrado de fomento à pesquisa, pelo conjunto das agências federais, dos órgãos estaduais e municipais; a articulação com o setor produtivo, ações comuns e complementares entre esses atores.

O programa propunha ainda desenvolver e adotar novas formas e mecanismos de financiamento que permitissem o uso descentralizado e flexível das verbas. Quanto à avaliação, deveria criar e aplicar mecanismos adequados de avaliação e controle de desempenho.

A gestão do Pronex contou com participação da comunidade científica, em várias instâncias de gestão e atividades – Comissão Nacional de Coordenação (CC) e Comissão de Acompanhamento e Avaliação (CAA), Comissões Setoriais, Comissões de Assessoramento e com consultores ad hoc na seleção dos núcleos/projetos, no acompanhamento e na avaliação.

O Pronex apoiou projetos em cinco áreas do conhecimento: Agropecuária, Ciências da Vida, Ciências Exatas e da Terra, Ciências Humanas e Sociais, e Tecnologia. Na fase “nacional” (editais de 1996, 1997, 1998), foram contratados 208 projetos, com um total de R\$188 milhões. No primeiro biênio da fase estadual, entre 2003-2004, período de lançamento de 14 editais no sistema de parceria, foram selecionados 177 projetos.<sup>13</sup>

As redes temáticas foram indicadas como a forma em que os pesquisadores e grupos de pesquisa deveriam se organizar para apresentar suas propostas aos editais do Pronex. Certamente, essas redes já existiam informalmente no Brasil, mas se ampliaram e se fortaleceram, na medida em que passaram a fazer parte dos critérios de seleção de projetos. Essa indução e incentivo à formação de redes associava-se à promoção da multidisciplinaridade, igualmente incipiente no País. Considera-se que este programa tenha contribuído para consolidar esse enfoque, tendo como principal resultado “...a alteração de paradigma na execução do trabalho científico ...”<sup>14</sup>

Além disso, o Pronex reforçava propósitos de programas anteriores, como o PADCT, tais como garantir continuidade e a regularidade do apoio; atender a demandas econômicas e sociais e contribuir para o aproveitamento sustentável das potencialidades e dos recursos naturais; contribuir para a competitividade e para a preparação da sociedade frente a desafios futuros – de forma a alçar o País a novos patamares científicos e tecnológicos.

13 A página do CNPq apresenta os dados agregados até 1998 e menciona os dados acima, de 2003-2004. Disponível em: <<http://www.cnpq.br/web/guest/dados-agregados>>. Acesso em: 12 de outubro de 2014. Ver também: <<http://www.memoria.cnpq.br/programas/pronex/historia.htm>>.

14 CNPq. Relatório final de avaliação do Edital 96 do Pronex recomenda continuidade. 18 de dezembro de 2002. Disponível em: <<http://www.memoria.cnpq.br/programas/pronex/noticias/021218.htm>>; ver também MACULAN e ZOUADIN, 1997; SELDIN e MACULAN, 2008.

Repetindo experiências anteriores, entretanto, persistiram problemas quanto à garantia de recursos do orçamento federal. Frequentes contingenciamentos de recursos tornaram impossível cumprir as metas de pagamento aos projetos, razão pela qual foram prorrogados para 4 ou 5 anos. Não foram realizados editais em 1999 e em 2000 e ocorreram dificuldades para pagamento de compromissos de editais anteriores, como observa ANDRADE, com o risco de se perderem os ganhos acumulados no período anterior, por “inanição” (ANDRADE, 1999; BALBACHEVSKY, 2010).

Fontes adicionais – incluindo os Fundos Setoriais – foram buscadas para superar a insuficiência de recursos. Mas, de certa forma, isso representa apenas a transferência dos problemas e o desvirtuamento dos objetivos originais de outras fontes.

Em termos da flexibilidade, também não houve avanços importantes. Exigências legais e trâmites burocráticos impediram mudanças mais importantes.

Essas dificuldades fizeram com que o programa estivesse praticamente parado por alguns anos, até que foi retomado, em 2003, sob o arranjo com os estados, quando passou a ser executado por meio de parcerias do CNPq com órgãos estaduais de C&T (secretarias de Estado e FAP).

O novo arranjo, ao mesmo tempo em que atende a diretrizes de descentralização da produção do conhecimento nacional, relaciona-se também à mencionada carência de recursos federais para C&T. Apesar disso, o arranjo estimulou os estados a aportar recursos para pesquisa em temas que considerassem prioritários, na medida em que têm de garantir contrapartidas correspondentes a 50% dos recursos transferidos pelo CNPq. Os parceiros estaduais são responsáveis pela execução, pelo acompanhamento e pela avaliação dos projetos, cabendo ao CNPq a supervisão do processo e a avaliação final da parceria (<http://www.cnpq.br>).

## 5. Institutos do Milênio<sup>15</sup>

O Programa Institutos do Milênio (IM) foi criado em 2001. Por meio do programa *Millennium Science Initiative*, o Banco Mundial oferecia recursos para a organização de “Institutos do Milênio”. Obteve-se um empréstimo de R\$90 milhões para fomento à pesquisa e coube ao MCT a coordenação do Programa, que foi executado pelo CNPq. Foram lançados dois editais que resultaram na seleção de 17 projetos, com a duração de três anos, e os recursos, acrescidos em cerca de R\$ 15 milhões destinados a bolsas para fixação de pesquisadores, chegaram à ordem de R\$ 105 milhões.

As prioridades estabelecidas pelo MCT contemplavam demandas das cadeias produtivas e o fortalecimento das ciências básicas. O Programa IM devia apoiar redes de pesquisa que pudessem contribuir para essas prioridades, gerando conhecimentos importantes para o aumento da competitividade da economia brasileira e para a resolução de grandes problemas sociais do País.

<sup>15</sup> BRASIL/MCT. 2001; BRASIL/MCT. s/d

Eram contemplados a pesquisa; o desenvolvimento tecnológico; a formação de recursos humanos de alta qualidade em áreas estratégicas; e a inovação. Quanto ao processo, o IM pretendeu consolidar o modelo institucional de operação de CT&I por meio da articulação de redes de pesquisa. Foi, portanto, um instrumento de continuidade e fortalecimento das ações – do próprio PADCT e de outras iniciativas do MCT – para apoiar a capacitação e a pesquisa, destacando-se o incentivo à cooperação e complementaridade entre competências e capacidades.

Nos editais estavam previstas atividades de avaliação sob responsabilidade de um Comitê Internacional de Avaliação, estabelecendo novas práticas associadas aos propósitos de gerar excelência e internacionalização da pesquisa. O Sistema de Gestão das Políticas Públicas definido em legislação específica pelo Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão (MPOG) trazia também um conjunto de novas normas para o acompanhamento dos projetos.

As redes de grupos de pesquisa apoiadas pelo Programa se constituíram em “Institutos virtuais” voltados para pesquisas científicas de excelência em áreas estratégicas, em temas induzidos ou espontâneos.

Entre as diretrizes e os critérios para a concessão de apoio pelo IM destacavam-se: o atendimento às demandas do setor produtivo público ou privado, dependentes de C&T; a abordagem de áreas temáticas de interesse social; a descentralização regional da capacidade em C&T – por meio de parcerias e capacitação regional, de forma a aumentar a produção científica e tecnológica nas regiões Centro-Oeste, Norte e Nordeste. Na primeira fase do programa, em 2001, o fomento a pesquisa contou com empréstimos do Banco Mundial e o financiamento de bolsas pelo CNPq. As áreas contempladas nos 17 projetos apoiados pelo programa foram: Engenharia e Ciências Exatas; Ciências da Vida; Ciências Humanas e Sociais Aplicadas<sup>16</sup>.

O edital para a segunda fase do IM – 2005-2008 – foi lançado em fevereiro de 2005, com previsão de recursos da ordem de R\$ 90 milhões, mantendo-se o critério de projetos induzidos e de livre escolha dos proponentes, bem como o foco nas redes de pesquisa com excelência. Para esta fase, foram aprovados 34 projetos.

O programa é considerado como continuidade dos esforços do PADCT, iniciados na década de 80 e como parte de novos mecanismos de promoção do desenvolvimento científico e de apoio à inovação (CAMPOS, E. cit. em RODRIGUES, 2007).

Um aspecto importante foi o montante de financiamento destinado a cada projeto/rede, muito superior aos patamares até então praticados no Brasil nesse tipo de programa, entrando em áreas avançadas que se consolidavam no País e outras já relativamente consolidadas e com grande potencial de aplicação econômica e social.

---

<sup>16</sup> Tomado de CNPq (sd): 2003-2006. Relatório Institucional do CNPq. pp. 26-27.

## 6. INCT<sup>17</sup>

O Programa Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia (INCT) foi criado em 2008, em sequência ao Programa Institutos do Milênio. Muitos dos IM foram aprovados como INCT, alguns se desmembraram em mais de um instituto e, em outros casos, pesquisadores de um IM passaram a participar de outros INCT, trajetória que, certamente, garantiu longevidade aos respectivos projetos e tem de ser levada em conta na avaliação desse programa (BARREIRO, cit. em ABC Notícias, 2014).

O INCT visa a promover a excelência nas atividades de ciência e tecnologia (C&T) no Brasil e consolidar a pesquisa científica em nível internacional, a formação de recursos humanos, a transferência de conhecimentos para empresas e para a sociedade em geral, a educação científica, difusão da ciência para a sociedade, assim como fomentar a participação mais equilibrada das diferentes regiões do País no processo de produção do conhecimento. Os projetos devem ser voltados para temas de fronteira e temas estratégicos e ser desenvolvidos por laboratórios e grupos de pesquisa mobilizados e organizados em redes científico-tecnológicas.

Embora muitas de suas características sejam, em princípio, semelhantes a programas anteriores, coloca-se a perspectiva de avanços importantes que venham a consolidar o Programa INCT como um instrumento diferenciado. No que se refere à articulação interinstitucional – para implementação e financiamento –, por exemplo, observa-se um esforço agregador sem precedentes, reunindo um grande número de parceiros e co-financiadores em nível federal e estadual.

As redes do INCT são consideradas como pilares do sistema de CT&I e tiveram suas diretrizes associadas às prioridades do Plano de Ação em Ciência, Tecnologia e Inovação (Pacti). No entanto, buscou-se garantir a abrangência das áreas estratégicas desse Plano, sem cercear outras possibilidades, razão pela qual são apoiados projetos em temas induzidos [áreas do Pacti] e outros projetos que podiam ser apresentados em temas de escolha dos proponentes [espontâneos].

O vulto do Programa se destaca com relação aos programas anteriores pelos objetivos e o pelo montante de recursos – em torno de R\$ 900 milhões na primeira fase; pelo número de redes aprovadas e pesquisadores a elas agregados – em 2013, participavam do Programa mais de 6 mil pesquisadores, distribuídos em 125 INCT; pela abrangência – os INCT são distribuídos pelo CNPq em oito grupos temáticos<sup>18</sup> com projetos em temas de fronteira e estratégicos, recebendo aportes substanciais, se comparados aos patamares mais frequentes no fomento realizado no Brasil; e também pela capacidade de mobilização dos principais agentes de promoção do desenvolvimento científico e tecnológico no País.

Além do MCTI, como organismo coordenador, e do CNPq, responsável pela gestão operacional, participam do Programa a Capes, os Ministérios da Saúde, da Integração Nacional e da Cultura, a

17 Esta síntese sobre o INCT deriva-se, em grande parte, do Relatório de Acompanhamento e Avaliação do INCT, realizado pelo CGEE (CGEE, 2013).

18 Ver CNPq <[http://estatico.cnpq.br/programas/inct/\\_apresentacao/por\\_tema.html](http://estatico.cnpq.br/programas/inct/_apresentacao/por_tema.html)>

Secretaria de Políticas de Promoção da Igualdade Racial da Presidência da República e o BNDES, na área federal; as FAP de dez estados e a Petrobrás. Com essas parcerias, o número de INCT foi ampliado: de 65 (45 a serem financiados com recursos do FNDCT e 20 de algumas FAP comprometidas desde o início), chegou-se, no primeiro edital, à seleção de 122 propostas. Posteriormente, foram criados mais três, contando hoje com 125 INCT.

No trabalho realizado pelo CGEE, com base nas avaliações realizadas por consultores externos por ocasião do 20. Seminário de Avaliação do INCT, pode-se observar a preponderância de resultados positivos em termos da contribuição dos institutos para a geração do conhecimento e a produção científica, o avanço do estado da arte e o cumprimento dos objetivos das propostas.

Alguns aspectos, como o fortalecimento das redes e a articulação intra e entre redes – cada vez mais necessária, dada a convergência entre áreas e tecnologias – necessitam ser reforçados. Além disso, precisam de uma avaliação mais aprofundada, com base nos resultados científicos e tecnológicos e, posteriormente, nos impactos que essa forma de organização e dinâmica de trabalho venha causar no ambiente e no desempenho de CT&I no País. No entanto, considera-se que os relatórios e as análises permitem identificar indícios de impactos muito positivos, assim como algumas dificuldades a serem superadas, em parte dos casos.

Observou-se significativo fortalecimento na difusão e divulgação científica, na maioria dos casos, com novas atividades e novos instrumentos. Esta é a parte mais visível do que se tem feito com relação à “transferência de conhecimentos para a sociedade”. Outras formas dessa transferência dependem, em grande parte, da utilização dos resultados dos projetos, já observada em alguns casos, mas que ainda não é possível na maioria deles. Apesar disso, indicativos de um alto potencial de aplicação – econômica, social, ambiental, cultural – são percebidos nos temas dos INCT e objetivos dos respectivos projetos.

Encontram-se avaliações muito positivas, tanto em relação à abrangência do programa quanto à continuidade de muitas experiências vindas dos Institutos do Milênio, possibilitando maior longevidade a projetos de maior porte e alta relevância, bem como aos resultados produzidos até o momento (ANDRADE e BARREIRO, em ABC, 2014).

O edital da nova fase do Programa INCT, lançado em junho de 2014 pelo Ministro de CT&I, prevê R\$ 641,7 milhões para consolidar as unidades de pesquisa e estimular novas redes de cooperação.

## 7. Considerações finais

Em termos gerais, observam-se similaridades entre os programas PADCT, Pronex, IM e INCT, principalmente no que se refere aos objetivos mais amplos. Com relação às experiências anteriores, certamente, o PADCT foi o programa mais inovador, em termos de objetivos e de modelo. Nos mais recentes, destaca-se a ênfase nas redes, consolidando um novo modelo de organização da

pesquisa, com uma dinâmica que, espera-se, promoverá, crescentemente, a interação sinérgica entre pesquisadores, instituições e áreas.

Em uma análise ampla, percebe-se um movimento de construção e fortalecimento das bases científicas, tecnológicas e de inovação no País nas últimas décadas. Ações mais estruturadas e meios para garantir a continuidade de políticas, programas e projetos são mais evidentes a partir da segunda metade da década de 1990. Mas, em grande parte dos casos, bases importantes foram estabelecidas anteriormente, destacando-se o papel do PADCT e, mais recentemente, do IM.

Uma comparação mais precisa entre os programas requer um grau maior de detalhamento, a partir dos processos e mecanismos de implementação de cada um deles e de seus componentes. É necessário observar os diferentes momentos, contextos e bases de construção dos mesmos, de modo particular as metas estabelecidas. Embora com avaliações positivas, essas análises são necessárias para compreender o processo de evolução do fomento, as lições dessas experiências e os desafios a enfrentar.

Seria importante desenvolver análises mais aprofundadas sobre as diferentes etapas do processo de fortalecimento da CT&I no Brasil, sobre o significado particular dos programas nesse processo, buscando: demonstrar as diferentes situações de entrada e saída, em cada caso; compreender os fatores intervenientes estruturais e conjunturais; mostrar os avanços e os percalços; e, sobretudo, extrair dessas experiências, de seus aspectos positivos e negativos, elementos para fundamentar novas estratégias para a contínua melhoria da política e da gestão de CT&I, como componentes estratégicos do desenvolvimento sustentável. Entre essas lições, sem dúvida, destaca-se a passagem do financiamento individual para a lógica de redes, buscando-se complementaridade e sinergia entre grupos e instituições, de forma a atender aos novos requisitos de um tempo de convergência científica e tecnológica, potencializar conhecimentos e sua aplicação.

## Referências

- ABC Notícias. Os INCTs e as Plataformas. 19/08/2014.
- FERREIRA, V. e BARREIRO, E. Qual é o modelo brasileiro de modernidade? Editorial. **Quím. Nova** vol.24 no.5 São Paulo Sept./Oct. 2001
- ANDRADE, J. B. O sonho continua... EDITORIAL. **J. Braz. Chem. Soc.** vol. 20 no.1 São Paulo 2009
- ANDRADE, J. B.; CADORE, S.; VIEIRA, P. C.; ZUCCO, C.; PINTO, A. C. Eixos mobilizadores em química. **Quím. Nova** v.26 n.3 São Paulo maio/jun. 2003
- ANDRADE, J. B. . Editorial. **Quím. Nova** vol.22 n.5 Sao Paulo Sept./Oct. 1999 <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-40421999000500001>>
- BALBACHEVSKY Elizabeth. Processos Decisórios em Política Científica, Tecnológica e de Inovação no Brasil: Análise Crítica (Projeto Nova Geração de Política Científica e Tecnológica) Nota Técnica para o CGEE. Março, 2010. Disponível em <[www.cgee.org.br/atividades/redirect.php?idProduto=6233](http://www.cgee.org.br/atividades/redirect.php?idProduto=6233)>

- BRASIL/CONGRESSO NACIONAL. Relatório da CPI do “Atraso Tecnológico”. 1992.
- BRASIL/MCT. Ciência, Tecnologia e Inovação. Desafio para a Sociedade Brasileira. Livro Verde. Brasília, julho 2001.
- BRASIL/MCT/CNPq. Programas de Apoio ao desenvolvimento Científico e Tecnológico. PADCT. Disponível em: <[www.cnpq.br](http://www.cnpq.br)>. Acesso em 14 set.2014.
- BRASIL/MCT/PADCT. **Relatório do Gestor Exercício de 2002**. Disponível em: <<http://www.lib.utexas.edu/benson/lagovdocs/brazil/federal/cienciatecnologia/relatorio-2002.pdf>>. Acesso em 10 set.2009.
- BRASIL/MCT/CNPq: 2003-2006. Relatório Institucional do CNPq
- BRASIL/MCT. Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (PADCT). **Programas Institutos do Milênio**, 2001.
- BRASIL/MCT. **Institutos do Milênio. Uma nova era para a pesquisa e o desenvolvimento no Brasil**. MCT. s/d
- CASTRO, L.A.B.C. – Strategies to assure adequate scientific outputs by developing countries – a scientometric evaluation of Brazilian PADCT as a case study. *Cybernetics. Issues Contents*: Vol. 9 (2005): Paper 1 1-27.
- Castro, L. A. B. & Prescott, E. (1997). O impacto do PADCT na química e engenharia química. *Química Nova*, 20(spe), 15-22
- CARVALHO J. P. Avaliação e perspectivas da área de ensino de matemática no Brasil. **Em Aberto**, Brasília, ano 14, n. 62, abr./jun. 1994. Pp. 74-88.
- GALEMBECK, F. Organização de pesquisa no Brasil: lições do passado, propostas para o future. **Quím. Nova** vol.28 suppl.o São Paulo Nov./Dec. 200 (Assuntos Gerais).
- DE LIRA, L. A. R. Uma abordagem histórica sobre os esforços da política e gestão na formação de professores de matemática e ciências no Brasil. PADCT/SPEC. 1984-1990-1996, Capes.
- FERNANDES, W. A. O Movimento da Qualidade no Brasil. BRASIL/MDIC/INMETRO. **Essencial Idea Publishing**. 2011.
- GADELHA, C. e AZEVEDO, N. Inovação em vacinas no Brasil: experiência recente e constrangimentos estruturais. **Hist. cienc. saude-Manguinhos**, v. 10, n. supl. 2, p. 697-724, 2003.
- Galvão, A.C. “Ciência, Tecnologia e Inovação no Brasil: avanços e retrocessos na década de 80”, 1993.
- GOMES, C. B. O PADCT e as Geociências. **Revista Brasileira de Geociências**. RGB Debate. 20(1-4):350-351, maio/dezembro de 1990.
- GONÇALVES et AL (sd). Os Fundos Setoriais e a Política Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação. Disponível em: <<http://www.ige.unicamp.br/geopi/documentos/22809819.pdf>>.
- GUIMARÃES, R. et al. A pesquisa no Brasil. **Ciênc Hoje**, v. 19, n. 109, 1995.
- GUIMARÃES, R. Avaliação e Fomento de C&T no Brasil: propostas para os anos 90. MCT/CNPq, 1994
- LASTRES, H. E CASSIOLATO, J. E. Contribuição do PADCT para a Melhoria das Condições de Competitividade da Indústria Brasileira. MCT/ABIPTI. Estudo preparatório ao PADCT III. 1985.
- LONGO, W. P. e DERENUSSON, M.S. FNDCT, 40 anos. **Revista Brasileira de Inovação**, Rio de Janeiro (RJ), 8 (2), p.515-533, julho/dezembro 2009
- LONGO, W.P. e MOREIRA, W. S.. Contornando o Cerceamento Tecnológico. Em “Defesa, Segurança Internacional e Forças Armadas”, Svartman, E.M., e org., Editora Mercado de Letras, p. 309-321, Campinas, SP (2010).

- MACULAN, A-M. e ZOUAIN, D. M. – Um novo paradigma para as instituições públicas de pesquisa. **RAP** 31 (6): 7-27. Nov/Dez 1997.
- PANIAGO, E. B. O impacto do PADCT na química brasileira: uma visão acadêmica. **Quím. Nova** vol. 20 n. especial São Paulo Dec. 1997. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-40421997000700005>>
- RANGEL A. de S. – Diagnóstico de C&T no Brasil. Estudo preparatório ao PADCT III. MCT. S.d.
- REGO, P. M. Ciência e Tecnologia: política e instituições. Brasília, 1990.
- REGO, P. E outros. Arcabouço político-institucional. Anais da I Conferência Nacional de Ciência e Tecnologia em Saúde. 1994.
- RODRIGUES, V. "Programa do Instituto do Milênio tem recurso de R\$ 90 milhões". **Agência Brasil**. 02/02/2007.
- ROXO, V.M. e TAFNER O estímulo aos investimentos tecnológicos: o impacto sobre as empresas brasileiras. TEXTO PARA DISCUSSÃO No 429, IPEA, RJ, Julho 1996
- SCHIEL D. Núcleo de Estudos da Divulgação Científica. Brazilianas.  
Depoimentos. Publicada em: 01/01/2001 às 11:11. Disponível em file: <///Users/usuario/Desktop/PADCT/Braziliana%20-%20Depoimentos%20-%20Dietrich%20Schiel.webarchive>
- SCHWARTZMAN, S. Um Espaço para a ciência: a formação da comunidade científica no Brasil. MCT. Brasília. 2001
- SELDIN, R e MACULAN, A-M. Mobilizing axes in chemistry - Collaborative research in Brazil: differences between public and private sectors networks. Paper presented in the VI **Globelics** Conference at Mexico City, September 22-24 2008
- SOBRAL, F. Novos horizontes para a produção científica e tecnológica. **Caderno CRH**. Salvador. V. 24. N. 63. Pp.519-534. Set/dez 2011.
- STAL, Eva & CERANTOLA, W.A. – PADCT: Uma Avaliação do Subprograma de instrumentação. In **Revista de Administração**, São Paulo 24 (2): 83-93, abr/jun 1989.
- TEIXEIRA, F. L. C. & RAPPEL, E. – PADCT: uma alternativa de gestão financeira para C&T. In **Revista de Administração**, São Paulo 26 (4): 113-118, out/dez 1991.
- VARGAS, J. I. Ciência e Tecnologia: Brasil no caminho da modernidade. (Entrevista). **BIOTECNOLOGIA Ciência & Desenvolvimento**.
- VERDÉLIO A. Brasil vai criar programa de C&T em parceria com o sistema empresarial. **EBC** –06/06/2014. Disponível em: <<http://agenciabrasil.ebc.com.br/pesquisa-e-inovacao/noticia/2014-06/brasil-vai-criar-programa-de-ct-em-parceria-com-o-sistema>>
- VIEIRA, A. S.- Informação tecnológica no Brasil pós-PADCT. In **Ci. Inf.**, Brasília, v. 25, n. 1, p. 59-75, jan./abril 1996.





O CGEE, consciente das questões ambientais e sociais, utiliza papéis com certificação (Forest Stewardship Council®) na impressão deste material. A certificação FSC® garante que a matéria-prima é proveniente de florestas manejadas de forma ecologicamente correta, socialmente justa e economicamente viável, e outras fontes controladas.

Impresso na Athalaia Gráfica e Editora - Certificada na Cadeia de Custódia - FSC



Centro de Gestão e Estudos Estratégicos  
*Ciência, Tecnologia e Inovação*