

Parcerias Estratégicas

Volume 21 - Número 42 - Junho 2016

Entrevista

O assessor técnico do CGEE, Antonio Rocha Magalhães, fala sobre a atuação do Centro na temática clima, desenvolvimento sustentável, recursos naturais e terras secas

Políticas do SNCTI sobre meio ambiente

- Barragem subterrânea no Semiárido do Ceará: caracterização e análise da viabilidade econômica
- A linha de véu: a biodiversidade brasileira desconhecida
- Desflorestamento no sul do Amazonas: embate entre o desenvolvimento econômico e a conservação ambiental

Contribuições do CGEE ao SNCTI

- *Cubesats* e oportunidades para o setor espacial brasileiro

Cooperação internacional em CT&I

- Diplomacia de ciência: razões, justificações e abordagens na intersecção da investigação e internacionalização
- Ciência, tecnologia e inovação na agricultura: 25 anos de cooperação internacional no Semiárido
- Educação e desenvolvimento na cooperação em CT&I entre Brasil e Japão: contribuições das pesquisas conjuntas e das tecnologias sociais

Memória

- O esvaziamento de recursos humanos no Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia: encolher a ciência na Região Norte é a melhor estratégia para o Brasil?

O Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE) edita publicações sobre diversas temáticas que impactam a agenda do Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (SNCTI).

As edições são alinhadas à missão institucional do Centro de subsidiar os processos de tomada de decisão em temas relacionados à ciência, tecnologia e inovação, por meio de estudos em prospecção e avaliação estratégica baseados em ampla articulação com especialistas e instituições do SNCTI.

As publicações trazem resultados de alguns dos principais trabalhos desenvolvidos pelo Centro, dentro de abordagens como produção de alimentos, formação de recursos humanos, sustentabilidade e energia. Todas estão disponíveis gratuitamente para *download*.

A instituição também produz, semestralmente, a revista Parcerias Estratégicas, que apresenta contribuições de atores do SNCTI para o fortalecimento da área no País.

Você está recebendo uma dessas publicações, mas pode ter acesso a todo o acervo do Centro pelo nosso site: <http://www.cgEE.org.br>.

Boa leitura!

Parcerias Estratégicas

v. 21, n. 42, junho de 2016, Brasília-DF

ISSN 1413-9375

Parc. Estrat. | Brasília - DF | v. 21 | n. 42 | p. 204 | jan-jun 2016

Parcerias Estratégicas – v.21 – n.42 – junho 2016

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. Disponível eletronicamente em: <http://seer.cgee.org.br/index.php/parcerias_estrategicas>.

Editora

Maisa Cardoso

Conselho editorial

Adriano Batista Dias (Fundaj)

Eduardo Baumgratz Viotti (Consultor)

Evando Mirra de Paula e Silva (CGEE)

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

Ricardo Bielschowsky (Cepal)

Ronaldo Mota Sardenberg (Consultor)

Projeto gráfico

Núcleo de Design Gráfico do CGEE

Capa, diagramação e infográficos

Eduardo Oliveira / Laryssa Ferreira

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

E-mail: 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; Qualis/Capes.

Parcerias Estratégicas / Centro de Gestão e Estudos Estratégicos – Vol. 1, n.1 (maio 1996) • Brasília: CGEE, 2002–

Semestral

De 1996 a 2001 editada pelo Centro de Estudos Estratégicos (CEE/MCT).

ISSN1413-9375

1. Ciência e Tecnologia – Periódicos 2. Inovação tecnológica – Brasil I. CGEE.

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, Inovações e Comunicações (MCTIC). 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

Membros natos

Eduardo Moacyr Krieger – *Presidente do Conselho*

Alysson Paolinelli – *CNA*

Celio Cabral de Sousa Junior – *Sebrae*

Helena Bonciani Nader – *SBPC*

Helena Tenório Veiga de Almeida – *BNDES*

Hernan Chaimovich Guralnik – *CNPq*

Marcos Vinicius de Souza – *MDIC*

Rafael Lucchesi – *CNI*

Rogério César de Cerqueira Leite – *MCTIC*

Membros eleitos

Evando Mirra de Paula e Silva –

Representante dos associados

Francilene Procópio Garcia – *Consecti*

Francisco Saboya – *Anprotec*

Isac Almeida de Medeiros – *Foprop*

Julio Cezar Rodrigues Martorano – *Abipti*

Mario Neto Borges – *Confap*

Nelson de Chueri Karam – *Dieese*

Pedro Wongtschowski – *Representante do*

Empresariado Nacional

Ronald Martin Dauscha – *Anpei*

Esta edição da revista Parcerias Estratégicas corresponde a uma das metas do Contrato de Gestão CGEE/MCTIC/2016.

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

Tiragem: 800 unidades. Impresso em 2016. Coronário Editora e Gráfica Ltda.

Sumário

05 Aos leitores

Seção 1 Entrevista

09 O assessor técnico do CGEE, Antonio Rocha Magalhães, fala sobre a atuação do Centro na temática clima, desenvolvimento sustentável, recursos naturais e terras secas

Seção 2 Políticas do SNCTI sobre meio ambiente

17 Barragem subterrânea no Semiárido do Ceará: caracterização e análise da viabilidade econômica
Francisco Mavignier Cavalcante França, José César Vieira Pinheiro e Rosemeire Melo Carvalho

45 A linha de véu: a biodiversidade brasileira desconhecida
William Ernest Magnusson, Noemia Kazue Ishikawa, Albertina Pimentel Lima, David Valentim Dias, Flávio Magalhães Costa, Ana Sofia Sousa de Holanda, Graciliano Galdino Alves dos Santos, Maria Aparecida de Freitas, Domingos de Jesus Rodrigues, Flávia Fonseca Pezzini, Marliton Rocha Barreto, Fabricio Beggiato Baccaro, Thaise Emilio e Ruby Vargas-Isla

61 Desflorestamento no sul do Amazonas: embate entre o desenvolvimento econômico e a conservação ambiental
Raimundo Vitor Ramos Pontes, Marconde Carvalho de Noronha e Kelem Rodrigues de Melo Pontes

Seção 3

Contribuições do CGEE ao SNCTI

91 *Cubesats* e oportunidades para o setor espacial brasileiro

Thyrso Villela, Alessandra Brandão e Rodrigo Leonardi

Seção 4

Cooperação internacional em CT&I

117 Diplomacia de ciência: razões, justificações e abordagens na intersecção da investigação e internacionalização

Sônia Arroz e Sandro Mendonça

137 Ciência, tecnologia e inovação na agricultura: 25 anos de cooperação internacional no Semiárido

Maria Clotilde Meirelles Ribeiro

163 Educação e desenvolvimento na cooperação em CT&I entre Brasil e Japão: contribuições das pesquisas conjuntas e das tecnologias sociais

Nanahira de Rabelo e Sant'Anna

Seção 5

Memória

187 O esvaziamento de recursos humanos no Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia: encolher a ciência na Região Norte é a melhor estratégia para o Brasil?

Antônio Ocimar Manzi, Célio Magalhães, Claudia Keller, José

Laurindo Campos dos Santos, José Luís Campana Camargo, Maria

Teresa Fernandez Piedade e William Ernest Magnusson

Aos leitores

Após dois números temáticos, a revista *Parcerias Estratégicas* recebe, mais uma vez, importantes trabalhos de seus colaboradores externos. A edição atual reúne artigos produzidos por alguns dos representantes do público leitor do periódico, como docentes de universidades públicas e pesquisadores de notáveis unidades do Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (SNCTI), como o Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa).

O número 42 da *Parcerias Estratégicas* ainda brinda o leitor com a inauguração da seção *Entrevista*. Nesse novo espaço, o Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE) busca aprimorar suas iniciativas de disseminação de informação em Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I), dando voz a atores do SNCTI que tiveram importante participação em experiências e contribuições de destaque na melhoria das políticas públicas do setor.

Ainda do conjunto de colaborações dos leitores, resulta a seção *Políticas do SNCTI* sobre meio ambiente, onde o primeiro artigo trata da viabilidade econômica das barragens subterrâneas no Semiárido do Ceará. No mesmo bloco, dois outros artigos perpassam a região amazônica. Uma dessas abordagens discute a chamada “linha do véu” para defender a revelação de informações que possam proporcionar o conhecimento real sobre a biodiversidade brasileira. O último texto do bloco, por sua vez, apresenta o embate, entre o desenvolvimento econômico e a conservação ambiental, que permeia as questões relacionadas ao desmatamento no sul do Amazonas.

A seção *Cooperação internacional em CT&I*, também derivada de colaborações dos leitores, é aberta com o artigo de dois autores de Portugal, que ressaltam, entre outros pontos, como a diplomacia científica tem sido vista como potencial solução para fortalecer e melhorar as relações entre os países. No próximo artigo desse bloco, a autora revisita os 25 anos de cooperação internacional em CT&I na agricultura do Semiárido. Outro texto, sobre educação e desenvolvimento na cooperação em CT&I entre Brasil e Japão, encerra a seção.

O artigo sobre “*Cubesats* e as oportunidades para o setor espacial brasileiro” é o destaque da seção *Contribuições do CGEE ao SNCTI*. Já a seção *Memória* traz o artigo que discute os impactos da redução dos recursos humanos no Inpa para a condução de ações de conservação da biodiversidade e dos serviços ambientais na Amazônia.

Com mais esse número da *Parcerias Estratégicas*, o CGEE busca cumprir uma de suas missões, no sentido de divulgar temas estratégicos relacionados à CT&I e, desse modo, oferecer subsídios à tomada de decisão sobre políticas no setor.

Boa leitura!

SEÇÃO 1
ENTREVISTA

Atuação do CGEE na temática clima, desenvolvimento sustentável, recursos naturais e terras secas

Entrevista por Bianca Torreão

Terras secas, mudança do clima, desenvolvimento sustentável e recursos naturais são alguns dos temas cujos debates têm recebido importantes colaborações do Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE), na agenda internacional, nos últimos anos. E para falar sobre o protagonismo do Centro nessas discussões e na elaboração de propostas de soluções para as demandas que envolvem essas temáticas, o economista Antonio Rocha Magalhães, estudioso das questões ligadas ao desenvolvimento sustentável do Semiárido e ao Combate à Desertificação, concedeu entrevista à revista *Parcerias Estratégicas*.

Ele relata essa trajetória com a autoridade de quem presidiu o Comitê de Ciência e Tecnologia da Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação. Foi, ainda, membro do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC) e do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas (PBMIC). Entre outras atuações, trabalhou no Banco Mundial, como oficial principal do País; no Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão,

como secretário executivo; e no Governo do Estado do Ceará, como secretário de Planejamento. Ex-professor de Economia da Universidade Federal do Ceará e de Políticas Públicas na Universidade do Texas, atualmente coordena estudos e pesquisas sobre o Semiárido no CGEE.

Imagem: Emília Félix



Para Antonio Magalhães, não pode haver um Brasil desenvolvido com um Semiárido não desenvolvido.

O CGEE participou ativamente das atividades da reunião internacional *Clima, desenvolvimento sustentável e recursos naturais*, realizada em Agadir, no Marrocos, como uma etapa preparatória para a Conferência das Partes da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (COP 22). Como o senhor avalia os resultados dessa iniciativa?

O CGEE, juntamente com o Instituto de Pesquisa para o Desenvolvimento (IRD), da França, e a Universidade Ibn Zohr, de Agadir, no Marrocos, promoveu essa reunião internacional, de 11 a 13 de maio de 2016, com os objetivos de discutir resultados recentes de estudos e análises metodológicas relacionados com ciência, tecnologia, inovação (CT&I) e mudança climática,

“**Uma das recomendações [da Declaração de Agadir] foi a de criação de um Centro ou uma Plataforma de Pesquisa pela Universidade Ibn Zohr, orientada para educação, pesquisa e inovação, no contexto de mudança climática e desenvolvimento sustentável.**”

no contexto da nova agenda de desenvolvimento sustentável das Nações Unidas, e também debater oportunidades para a cooperação e o intercâmbio de experiências nessa temática, entre a África, a América Latina e a Europa.

Além do Brasil, da França e de Marrocos, participaram representantes de muitos outros países dos três continentes, inclusive México e Senegal. Foram três dias de apresentações e debates profícuos, que tiveram, entre outros desdobramentos, a produção da Declaração de Agadir, com as principais recomendações do encontro. Os resultados, em geral, foram muito positivos e deverão orientar debates e ações futuras de cooperação entre os países participantes dos três continentes, especialmente no tocante às chamadas terras secas. Uma das recomendações foi a de criação de um Centro ou uma Plataforma de Pesquisa pela Universidade Ibn Zohr, orientada para educação, pesquisa e inovação, no contexto de mudança climática e desenvolvimento sustentável. Uma instituição com tais características poderá desempenhar um papel importante no intercâmbio de conhecimentos, de experiências e de pesquisadores entre África, Europa e América Latina.

O Centro tem desenvolvido, ao longo de vários anos, diversos estudos sobre a temática terras secas. Em sua opinião, como essa contribuição tem impactado o Semiárido brasileiro?

O CGEE tem promovido, nos últimos anos, em parceria com outras instituições brasileiras e estrangeiras, várias iniciativas importantes sobre o tema das terras secas, em geral, e do Semiárido, em particular. Um evento relevante foi a realização, em 2010, da Conferência Internacional sobre Clima, Sustentabilidade e Desenvolvimento em Regiões Semiáridas, denominada de ICID+18

(em função de ter ocorrido 18 anos após a primeira ICID, em 1992). Os principais parceiros do CGEE nessa programação foram o governo do Ceará e os ministérios da Ciência e Tecnologia; do Meio Ambiente; e da Integração Nacional. Essa conferência, que ocorreu em Fortaleza e era preparatória para a Rio+20, reuniu cerca de 3 mil participantes, oriundos de 84 países de todos os continentes e das instituições internacionais mais reconhecidas. Além do seu impacto direto, que foi levado à Rio+20, a ICID+18 contribuiu para a realização de outras duas importantes conferências regionais, a ICID Mendoza, na Argentina, e a ICID Niamey, no Níger, ambas em 2011. Esse processo permitiu o desdobramento em decisões que levaram a um acordo tripartite entre França, Brasil e um bloco de países africanos para a realização de pesquisas sobre as terras secas

“ O CGEE tem promovido, nos últimos anos, em parceria com outras instituições brasileiras e estrangeiras, várias iniciativas importantes sobre o tema das terras secas, em geral, e do Semiárido, em particular. ”

naquele continente. Essa foi uma iniciativa que envolveu ativamente, além do CGEE, o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), do Brasil; o IRD e sua agência, AIRD, da França; e a Agência Pan-africana para a Grande Muralha Verde (APGMV), da África, que representa mais de 10 países daquele continente. Várias pesquisas de destaque, envolvendo times das três partes, ainda se encontram em implementação.

Outras iniciativas desenvolvidas pelo CGEE no período incluíram a produção de livros sobre temas ligados ao Semiárido brasileiro, como *A questão da água no Nordeste*; o estado da arte sobre *Desertificação, degradação da terras e secas no Brasil*; e as implicações para o Brasil no cumprimento da meta 15.3 dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável, que trata de esforços para alcançar um mundo neutro em termos de degradação de terras até 2030. O CGEE também coordenou a realização de um Plano de Ciência, Tecnologia e Inovação para o Desenvolvimento Sustentável do Nordeste, organizou um Portfolio de Tecnologias para o desenvolvimento sustentável do Semiárido e preparou uma base de dados com mais de 5 mil pesquisadores brasileiros que têm como tema de estudos esse bioma brasileiro. Essas iniciativas oferecem grande contribuição para organizar o conhecimento sobre a Região Semiárida e para elevar o nível de conscientização da população e dos tomadores de decisão.

Qual é o papel da ciência, tecnologia e inovação para o desenvolvimento sustentável da região Semiárida?

A CT&I tem um papel fundamental para o desenvolvimento do Semiárido. Diferentemente de outras regiões onde clima e solo não são restrições tão acentuadas, o Semiárido tem limites mais estreitos para o desenvolvimento de atividades que dependem dos recursos naturais. Por exemplo, é sempre possível melhorar um pouco a produtividade da agricultura de sequeiro. No entanto, as limitações de solo e água impõem um freio para o aumento de produtividade. Os

riscos climáticos tornam a atividade agrícola pouco interessante, de modo que o retorno de investimentos nessa área é sempre muito incerto. Nesse quadro, a CT&I é importante para permitir aumentar um pouco a produtividade e melhorar as condições da região semiárida, de modo a manter uma população e uma civilização. Sem a contribuição da CT&I, os limites de vida no Semiárido podem ser muito mais estritos.

No caso de atividades que são pouco dependentes dos recursos naturais, como, por exemplo, aquelas que tratam de questões industriais e urbanas, a CT&I pode ter um papel ainda mais importante.

[...] a CT&I é importante para permitir aumentar um pouco a produtividade e melhorar as condições da região semiárida, de modo a manter uma população e uma civilização. Sem a contribuição da CT&I, os limites de vida no Semiárido podem ser muito mais estritos.

A interiorização do ensino superior e técnico, por exemplo, tem um papel importante na melhoria das condições de vida da região. Esse papel da CT&I no desenvolvimento regional poderia ainda ser aumentado se fossem assegurados investimentos adequados em centros de pesquisa e de tecnologia, de modo a criar maior capacidade de invenção e de desenvolvimento de novas oportunidades no Semiárido. Isso, evidentemente, depende de investimentos que

exigem decisões políticas. Tais decisões políticas se justificariam facilmente, considerando-se que o desenvolvimento do Semiárido interessa não apenas aos moradores da região, mas a todos os brasileiros. Não pode haver um Brasil desenvolvido com um Semiárido não desenvolvido.

O CGEE foi um dos principais articuladores da Iniciativa de CT&I para o Desenvolvimento Sustentável das Terras Secas da América Latina e Caribe (AridasLAC), criada em 2013. Qual é a importância dessa iniciativa para a região e, em particular, para o Brasil?

A Iniciativa AridasLac decorreu diretamente do processo da ICID+18, realizada em 2010. Durante essa Conferência, uma reunião em Mesa de Diálogo entre parceiros latino-americanos e europeus identificou claramente a necessidade de maior articulação e ação no tocante aos estudos e às pesquisas sobre as terras secas da América Latina e do Caribe. O tema continuou em debate na ICID+19, em Mendoza, e também na Rio+20, no Rio de Janeiro. Em 2013, ao longo da programação da I Conferência Científica da Iniciativa Latino-americana e Caribenha de Ciência e Tecnologia para o Combate à Desertificação (ILACCT), realizada em Sobral, no Ceará, várias instituições nacionais e internacionais assinaram um documento chamado Acordo de Sobral, criando oficialmente a Iniciativa AridasLac. Esse documento foi assinado por órgãos e instituições como o Ministério da Integração Nacional; a Agência Nacional de Águas; a Secretaria de Ciência, Tecnologia e Ensino Superior do Ceará; o IRD, da França; a Comissão Econômica para a América

Latina (Cepal) e o Instituto Argentino de Pesquisa sobre Zonas Áridas (IADIZA), entre outros. O CGEE foi o principal organizador e promotor dessa iniciativa. A AridasLac deveria criar uma rede de pesquisadores e instituições de pesquisa, ciência e tecnologia, em toda a região, bem como elaborar um Panorama da Degradação de Terras e Desertificação na América Latina e no Caribe

“Embora as fontes de recursos ainda não estejam equacionadas, espera-se que a Iniciativa [AridasLac] se coloque amplamente em movimento, produzindo mais informações e ligando pesquisadores e estudiosos de toda a região na busca de soluções para os problemas das terras secas.”

(AridasLac Outlook - como se convencionou chamar em inglês). Com esse objetivo, o CGEE conduziu, no Brasil, com a parceria da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (Funceme), um levantamento completo sobre a situação de degradação de terras, desertificação e secas no Semiárido brasileiro, como uma contribuição brasileira para a Iniciativa AridasLac. Esse estudo foi publicado em livro pelo CGEE e representa uma das principais contribuições já realizadas até hoje sobre a situação das terras secas do Nordeste brasileiro.

A Iniciativa AridasLac ainda se encontra em construção. O seu Comitê Gestor, formado por representantes de importantes instituições da

América Latina e da Europa, se reúne duas vezes por ano. Embora as fontes de recursos ainda não estejam equacionadas, espera-se que a Iniciativa se coloque amplamente em movimento, produzindo mais informações e ligando pesquisadores e estudiosos de toda a região na busca de soluções para os problemas das terras secas. Esse trabalho é da maior importância porque preenche uma lacuna de conhecimento sobre uma das questões mais importantes para o desenvolvimento do continente, isto é, a situação das secas, da degradação de terras e da desertificação na América Latina e no Caribe.

Além desse lançamento recente do livro sobre *Desertificação, degradação da terra e seca no Brasil*, o CGEE também divulgou, em 2016, as versões em Português e Inglês da publicação *Degradação neutra da terra: o que significa para o Brasil?* Em sua avaliação, como o País tem lidado com esses temas? Podemos apontar avanços? O senhor considera que essa temática tem sido priorizada para promover o desenvolvimento sustentável?

A primeira das publicações citadas [*Desertificação, degradação de terras e seca no Brasil*] representa um trabalho de grande envergadura, realizado nos últimos dois anos pelo CGEE, em parceria com a Funceme. Esse trabalho traz o estado da arte sobre o tema no nosso País, incluindo um novo mapa sobre a situação de desertificação (degradação extrema) em áreas do Semiárido brasileiro. Foram coordenadas contribuições de vários estudiosos e pesquisadores de universidades e instituições

de pesquisa do Nordeste, com a utilização de imagens de satélites e a validação de especialistas locais. O segundo trabalho é, na verdade, uma brochura sobre o tema da degradação neutra de terras e suas implicações para o Brasil. Trata-se de uma avaliação feita por um grupo de especialistas brasileiros, especialmente da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) e da Funceme, reunidos pelo CGEE para identificar a questão e discutir as implicações para o nosso País referentes ao cumprimento da meta aprovada pelas Nações Unidas, no que diz respeito a alcançar

Esse conhecimento, na verdade, ainda precisa ser trazido para o nível dos tomadores de decisão, de modo que os temas envolvidos possam ser transformados em prioridades para o desenvolvimento sustentável do País.

Esses temas precisam ser mais conhecidos e mais debatidos para que possam ser priorizados na agenda de desenvolvimento sustentável do País. Sem dúvida, são dois assuntos importantes e que, em vários pontos, se confundem. No entanto, o conhecimento sobre eles ainda está, muitas vezes, restrito aos especialistas e pesquisadores do tema, isto é, àqueles cientistas que se dedicam ao estudo da desertificação e da degradação de terras, bem como da recuperação de terras degradadas. Esse conhecimento, na verdade, ainda precisa ser trazido para o nível dos tomadores de decisão, de modo que os temas envolvidos possam ser transformados em prioridades para o desenvolvimento sustentável do País. Daí a importância do trabalho realizado pelo CGEE, na sua contribuição para aprofundar e disseminar o conhecimento e propiciar a ligação entre os cientistas, os tomadores de decisão e os negociadores do País em fóruns internacionais.

um mundo neutro em termos de degradação de terras. A conclusão é a de que o Brasil pode não apenas cumprir essa meta com folga, como, sobretudo, teria muito a beneficiar-se do seu cumprimento, em razão de dispor de tecnologias e de experiências que potencialmente ajudam não somente a organizar os trabalhos internamente no País, mas também a subsidiar a participação do Brasil em processos de cooperação Sul-Sul e Sul-Norte-Sul.

SEÇÃO 2

POLÍTICAS DO SNCTI SOBRE MEIO AMBIENTE

Barragem subterrânea no Semiárido do Ceará:
caracterização e análise da viabilidade econômica

A linha de véu: a biodiversidade brasileira desconhecida

Desflorestamento no sul do Amazonas: embate entre o
desenvolvimento econômico e a conservação ambiental

Barragem subterrânea no Semiárido do Ceará: caracterização e análise da viabilidade econômica

Francisco Mavignier Cavalcante França¹,

José César Vieira Pinheiro² e

Rosemeire Melo Carvalho³

Resumo

As limitações de solo e a pluviosidade do Semiárido cearense desafiam os agentes governamentais na busca de melhorias para as condições de vida do homem do campo e de redução da pressão sobre o meio ambiente. Uma alternativa que pode contribuir para esta melhoria é a barragem subterrânea. Por meio da análise custo-benefício, identificou-se a viabilidade financeira e econômica de uma barragem subterrânea padrão. Para investimento de R\$ 14.717,00 e custos operacionais de R\$ 3.236,00 aplicados na barragem padrão, encontrou-se: lucratividade de 58,0%, recuperação dos investimentos em 3,5 anos e renda familiar de R\$ 865,16/mês. Quanto à análise custo-benefício econômica do projeto, a Relação Benefício-Custo (B/C) foi de 2,14 e a Taxa Interna de Retorno

Abstract

The limitations of soil and rainfall at Ceará's semiarid challenge the government agents in pursuit of improving the living conditions of the countryside man and reduce pressure on the environment. An alternative that can contribute to this improvement is the underground dam. Through cost-benefit analysis, it was identified the financial and social viability of a standard dam. For investments of R\$ 14,717.00 and operating costs of R\$ 3,236.00 applied on the standart underground dam, it was found: 58,0% of profitability, 3,5 years for recovery of investments, family income of R\$ 865,16 per month. About the economic cost-benefit (B/C) analysis of the project, the ratio B/C was 2.14 and the internal rate of return (IRR) was 212%. From a financial approach the IRR was 60.62% and the B

1 Doutor em Desenvolvimento e Meio Ambiente Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (Prodema) da Universidade Federal do Ceará da (UFC), Técnico do Instituto Centro de Ensino Tecnológico do Ceará.

2 Doutor, Professor da Universidade Federal do Ceará, Departamento de Economia Agrícola.

3 Doutora, Professora da Universidade do Ceará, Departamento de Economia Agrícola, Campus do Pici.

(TIR), de 212%. Sob o enfoque financeiro, a TIR foi de 60,62% e a B/C, de 1,63. Os indicadores encontrados sinalizam a alta viabilidade da barragem subterrânea.

/ C was 1.63. The indicators found indicate the high viability of underground dam.

Palavras-chave: Barragem subterrânea. Análise custo-benefício. Semiárido do Ceará.

Keywords: Underground dam. Cost-benefit analysis. Ceará's semiarid.

1. Introdução

A zona semiárida do Estado do Ceará, segundo Pereira Jr. (2007), corresponde a 86,8% de seu território e insere-se na porção do Semiárido brasileiro com as maiores limitações de solo e pluviosidade. As principais características dessa região, relacionadas com o objeto deste artigo, são: a) pluviosidade baixa e irregular; b) rios intermitentes; c) balanço hídrico negativo durante grande parte do ano; d) insolação muito forte (2.800 horas/ano); e e) solos oriundos de rochas cristalinas, rasos, pouco permeáveis, sujeitos à erosão e de razoável fertilidade natural.

Para esse cenário, Silva *et al.* (2007b) afirmam que uma alternativa tecnológica que contribui com a redução dos efeitos negativos dos longos períodos de estiagem (junho a dezembro) é a barragem subterrânea. Essa alternativa consiste em uma técnica para incrementar a disponibilidade de água no solo e reduzir os riscos das explorações agrícolas, viabilizando a agricultura em pequenas e médias propriedades rurais.

A utilização de barragem subterrânea não é recente nem se restringe ao Brasil. Cirilo *et al.* (2003) referem-se às regiões agrícolas italianas da Calábria e da Sicília, que utilizam irrigação de pomares e plantações de hortaliças a partir de barragens subterrâneas. Informam, também, a existência de “diques subterrâneos” no rio Los Sauces, na Argentina, e relatam experiências antigas, na utilização desta tecnologia, da época do Império Romano e no norte da África.

No Brasil, especialmente na Região Nordeste, as experiências são muito significativas e tiveram início na década de 1980. Em praticamente todos os estados nordestinos, foram construídas tais barragens.

Este estudo objetiva analisar a viabilidade, sob a ótica financeira e econômica, da implantação e operação de barragens subterrâneas no Semiárido do Ceará. Assim, por meio da análise custo-benefício de uma barragem subterrânea padrão, espera-se que os resultados obtidos sirvam para subsidiar políticas públicas e ações dos agentes privados, orientadas para a convivência sustentável com o Semiárido.

O contexto desta análise enfoca os esforços empreendidos para a disseminação das barragens subterrâneas na região semiárida do Brasil, que padecem do mesmo viés verificado com os perímetros públicos de irrigação, ou seja, dá-se ênfase à construção da obra de engenharia, ficando em segundo plano o envolvimento e a capacitação do irrigante, bem como o planejamento e a viabilização das explorações econômicas e dos usos sociais. A propósito, Cirilo *et al.* (2003) registram os resultados de uma pesquisa sobre a utilização de 151 barragens subterrâneas localizadas em Pernambuco (PE), identificando “94 barragens ativas: aquelas que já foram utilizadas pela comunidade ao menos uma vez após a sua construção; e 57 barragens inativas: nunca foram utilizadas pela comunidade”.

A partir dessas constatações, este artigo pretende, dentre seus objetivos, oferecer subsídios para mitigar esta problemática.

O artigo está estruturado em quatro partes, iniciando com a *Introdução*, onde se encontram a justificativa, a importância e os objetivos da abordagem. A segunda parte traz a *Revisão de literatura*, com foco na temática de barragem subterrânea, considerando, ainda, incursões na experiência internacional e encerrando com os comentários referentes à metodologia utilizada. No item especificamente referente à *Metodologia*, é feita a caracterização da barragem subterrânea e são expostas experiências exitosas, vantagens e desvantagens, potencialidades, legislação ambiental, estrutura de investimentos e custos e receitas. São apresentados, também, os métodos utilizados para as avaliações financeira e econômica, com destaque para a análise custo-benefício.

Na sequência, são abordados os *Resultados e as reflexões*, a partir da utilização das técnicas selecionadas e dos indicadores analisados: renda bruta, renda líquida, *payback*, taxa interna de retorno, além do valor presente líquido e da relação custo-benefício.

2. Revisão de literatura

Neste tópico, serão abordados apenas os aspectos relacionados à avaliação financeira e econômica de projetos que envolvem barragens subterrâneas, com destaque para: investimentos iniciais, custos, receitas operacionais e indicadores de viabilidade. Em uma avaliação econômica, feita por meio da análise custo-benefício, busca-se medir os efeitos de decisões de investimentos sobre o bem-estar dos países, das regiões ou dos grupos sociais alcançados e/ou beneficiados pelos projetos. Quando a avaliação for financeira, o objetivo é conhecer os impactos nos empreendimentos privados, numa ótica microeconômica.

Os estudos alusivos à exploração agropecuária em barragens subterrâneas são poucos e as informações registradas não são suficientes para estabelecer um padrão de análise consistente. Silva *et al.* (1998) apresentam uma conta cultural por hectare (ha) - valores corrigidos para dezembro de 2012 - para exploração de feijão *caupi* (R\$ 297,00), milho (R\$ 261,00) e sorgo (253,75) em barragem subterrânea, localizada em Petrolina (PE). Também, apresentam a conta cultural para fruteiras (manga, graviola, limão, goiaba e acerola) na base de R\$ 488,00 por hectare.

A Tabela 1 apresenta o valor do investimento na construção de barragem subterrânea encontrado no Brasil e no exterior:

Tabela 1. Valor do investimento de barragens subterrâneas, segundo a localidade

Fonte da informação	Valor em Real - (dez/2012) ¹		Localização
	Investimento barragem	Investimento produção agrícola	
Oliveira (2010)	5.380,00	---	Nordeste do Brasil
VSF.Belgium (2006)	4.278,00	---	Quênia/África
Silva <i>et al.</i> (2007a)	3.920,00	---	Nordeste do Brasil
Waldir Duarte ² - 2003	7.148,00	---	Nordeste do Brasil
Foster e Tuinhof (2004)	6.154,00	10.194,00	Pernambuco/Brasil
Barragem subterrânea proposta neste artigo	4.993,00	9.002,00	Ceará/Brasil

Fonte: elaboração dos autores com base nas fontes constantes da primeira coluna desta tabela.

(¹) Valores atualizados pelo Índice Geral de Preços do Mercado (IGP-M) da Fundação Getúlio Vargas.

(²) Entrevista concedida à Universidade Livre do Meio Ambiente do Nordeste (Unieco), disponível em: <<http://ibps.com.br/tag/noticias/page/265/>>.

Silva *et al.* (2007b) afirmam que “a barragem subterrânea permite ao agricultor cultivar, com sucesso, conforme a tradição da região, os plantios tradicionais de grãos (milho e feijão), forragem (sorgo e capim), algodão, macaxeira, mandioca, cana-de-açúcar e hortaliças, entre outros”.

O único estudo identificado pelos autores, com avaliação financeira, foi o de Cirilo *et al.* (2003), em que são analisados os indicadores financeiros das 19 barragens da região de Mutuca (PE). Por meio da análise custo-benefício financeiro, encontraram relação benefício-custo = 1 e uma taxa interna de retorno (TIR) de 6,48%, considerando um horizonte de 10 anos e uma taxa de desconto de 12% a.a.

A inviabilidade identificada no grupo de barragens de Mutuca (PE) parece ter sido motivada pelo uso de parâmetros muito elevados para este tipo de projeto. Caso a taxa de desconto tivesse sido de 6%, equivalente à taxa de remuneração da poupança, e se fossem desconsideradas as barragens inapropriadas para utilização produtiva, certamente haveria viabilidade financeira do projeto.

Existem algumas críticas quanto à aplicação de metodologias de análise custo-benefício, por serem propostas por organismos internacionais. Para Da Motta (1988), as críticas baseiam-se, principalmente, no entendimento de que esses métodos, ao adotarem como parâmetros os preços internacionais, a taxa de desconto maior que a de mercado e o custo social da mão de obra menor que o privado, estariam inviabilizando todo o processo de industrialização brasileiro, via substituição de importação.

Mesmo admitindo a sensatez das críticas, em termos práticos, os principais financiadores de projetos do tipo barragem subterrânea são internacionais, tais como Banco Mundial e Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID), que exigem a análise custo-benefício nos financiamentos que concedem.

Sob o ponto de vista da otimização dos recursos disponíveis no estabelecimento rural, o referencial teórico básico deste artigo está embasado no postulado da ciência econômica denominado “economia de escopo”, que é medida pela porcentagem de redução nos custos, ao se produzir dois ou mais produtos conjuntamente, ao invés de produzi-los individualmente (PINDYCK; RUBINFELD, 2005). Segundo Guimarães; Guanziroli (2005), “as economias de escopo são muito comuns nas áreas rurais e nos estabelecimentos familiares, cujos sistemas produtivos se caracterizam por combinar duas ou mais atividades ou linhas de produção (módulo de produção) numa mesma firma, sendo, assim, mais eficientes que os que produzem separadamente”.

Por sua vez, sob a ótica da eficiência alocacional da barragem subterrânea e da consequente distribuição de renda, o referencial teórico considerado diz respeito aos postulados da economia do bem-estar. Esta procura determinar, simultaneamente, a eficiência de alocação dentro de uma economia e a distribuição de renda a ela associada.

3. Metodologia

3.1. Objeto e área de estudo

Os objetos desse estudo são a barragem subterrânea e sua utilização plena, considerando essa tecnologia social como muito apropriada para a região semiárida do Nordeste do Brasil.

Para o Instituto de Tecnologia Social (ITS) (2004), a tecnologia social diz respeito ao “conjunto de técnicas e metodologias transformadoras, desenvolvidas e/ou aplicadas na interação com a população e apropriadas por ela, que representam soluções para inclusão social e melhoria das condições de vida”.

Cirilo *et al.* (2003) a definem como sendo “uma obra caracterizada por um barramento artificial do fluxo de água subterrânea, construído comumente encaixado no leito do riacho, com o[s] fim[s] de manter elevado o nível freático, aumentar o armazenamento de água e estabelecer condições favoráveis de captação à montante. Tais características evitam que a água, no aquífero aluvional, continue a escoar até que se esgote com o fim do período de chuvas”.

Oliveira *et al.* (2010), por sua vez, afirmam que barragem subterrânea consiste em construir um septo no depósito aluvional de um rio ou riacho, com a finalidade de impedir que a água, nele acumulada, continue a escoar durante o período de estiagem. Como resultado, tem-se, à montante, um substrato úmido para cultivo agrícola e oferta de água para o consumo humano e animal. A barragem subterrânea é uma estrutura hídrica de baixo custo, de processo simples de construção e operação, podendo ser construída em grande escala, desde que as condições naturais sejam favoráveis.

A barragem subterrânea pode ser construída por meio de várias modalidades, destacando-se, no Nordeste do Brasil, as modalidades denominadas de *Caatinga*, *Costa e Melo* e *CPATSA/Embrapa*. O modelo *Costa e Melo* (Figuras 1 e 2) foi o escolhido para a análise deste estudo por apresentar várias facilidades de construção e manejo, além de ser o mais disseminado. Esse tipo de barramento apresenta, como característica básica, a utilização de lona plástica como material impermeável na construção do septo da barragem. “A maior parte das barragens, numa percentagem superior a 90%, possui profundidade máxima de 3 m [metros] e extensão máxima de 50 m do eixo barrável” (CIRILO; COSTA, 1999).

Este estudo orienta-se na experiência do Programa de Desenvolvimento Hidroambiental (Prodhm)⁴, executado no município de Canindé, Ceará (CE). O referido programa foi conduzido pela Secretaria dos Recursos Hídricos (SRH) do Estado do Ceará e financiado pelo Banco Mundial. Além da microbacia hidrográfica do rio Cangati, em Canindé, foi estendido a mais três microbacias, em ações realizadas de 1999 a 2009. Nessas quatro localidades, foram construídas, em parceria com as comunidades locais e em propriedades privadas, 27 barragens subterrâneas. Considerando o caráter experimental e didático do Prodhm, todo o custo e/ou a orientação técnica do processo de escolha do local, a construção e o aproveitamento socioeconômico das barragens subterrâneas foram assumidos pelo projeto (FRANÇA *et al.*, 2010).



Figura 1. Desenho esquemático e detalhe da construção de uma barragem subterrânea no Modelo Costa e Melo

Fonte: Cirilo; Costa (1999).

⁴ O Prodhm é um projeto de caráter piloto, ações articuladas e sustentáveis, que tem como objetivo a recuperação e conservação hidroambiental de microbacias hidrográficas situadas em áreas degradadas do semiárido cearense, como Rio Cangati, Rio Pesqueiro, Riachos Salgado/Oiticica e Rio Batoque, nos municípios de Canindé, Aratuba, Pacoti/Palmácia e Paramoti, respectivamente. Fonte: <<http://www.sohidra.ce.gov.br/index.php/prodhm>>.



Figura 2. Aspecto da construção e exploração econômica de uma barragem subterrânea.

Fonte: Oliveira et al. (2010).

A barragem *Modelo Costa e Melo* caracteriza-se por: a) escavação (manual ou mecânica) de uma trincheira retilínea perpendicular à direção do escoamento; b) septo impermeável ao longo da trincheira, com uso de lona de polietileno; c) um ou mais poços amazonas à montante, d) encaixe enfileirado de pedras, sem rejunte, sobre o septo; e e) um ou mais piezômetros ao longo da bacia hidráulica da barragem.

As principais vantagens desse modelo de obra geoambiental são: a) rapidez de execução (um a dois dias, se mecanizada); b) baixo custo de construção; c) execução com mão de obra local; d) condições de controle do processo de salinização; e) permissão de monitoramento do nível da água ao longo do ano; f) utilização de forma conjunta à exploração agropecuária em regime de subirrigação; g) fonte de água potável para os animais e as famílias da comunidade do entorno; e h) fonte de renda para o agricultor durante a entressafra.

As desvantagens são: a) custo maior que o modelo Caatinga; b) não adequação a todo tipo de ambiente; c) falta de conhecimento básico sobre barragem subterrânea por parte dos agricultores; e d) ausência de percepção da importância dos estudos de locação.

O potencial fisiográfico do Estado do Ceará para a construção de barragens subterrâneas reside no fato de existirem 195.700 ha de solos do tipo neossolo flúvico, ou seja, aluviões de rios e riachos, onde podem ser construídas as barragens subterrâneas (IPLANCE, 1997). Atualmente, essas manchas de solo são subaproveitadas e vislumbra-se que poderão ser, em grande parte, potencializadas com explorações agrícolas, por meio das barragens subterrâneas.

As barragens subterrâneas são, necessariamente, localizadas em áreas de preservação permanente, em razão de serem barramentos de cursos de rios e riachos, e caracterizam-se como uma obra típica de agricultura de vazante. Para isso, a Resolução nº 425/2010 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama) define os casos excepcionais de interesse social, em que o órgão ambiental competente pode regularizar a intervenção ou supressão de vegetação em Área de Preservação Ambiental Permanente (APP) para agricultores familiares.

A área estudada, objetivando fornecer os principais subsídios para a construção e avaliação do padrão de barragens subterrâneas, abrange a microbacia hidrográfica do rio Cangati, em Canindé, onde foram construídas quatro barragens subterrâneas (Tabela 2).

Com a finalidade de delinear um padrão de exploração sustentável para barragens subterrâneas no Semiárido do Estado do Ceará, foram incorporados à proposta deste artigo os seguintes procedimentos, técnicas e enfoques, compatíveis com a natureza dessa tecnologia: (i) adoção das tecnologias de exploração de vazantes em bases mais modernas; (ii) consideração da barragem subterrânea e sua área de influência como um módulo de produção da propriedade; (iii) produção de bens que alcancem preços mais elevados, por serem produzidos na época de estiagem (entressafra); (iv) utilização da subirrigação (vazante), por requerer pouca mão de obra e energia elétrica; (v) exploração dos cultivos, visando à produção agroecológica; e (vi) 100% de mão de obra familiar utilizada no módulo de produção.

Tabela 2. Dados básicos das barragens subterrâneas existentes na microbacia hidrográfica do rio Cangati, em Canindé (CE)

Barragens	Localização coordenadas	Profundidade média (m)	Comprimento do eixo (m)	Bacia hidráulica (ha)
Riacho Chicote	458151 N 9484074 S	4,5	39,6	1,3
Riacho Salgadinho	458526 N 9488844 S	2,7	25,5	3,9
Riacho Felão I	455500 N 9489822 S	4,6	51,9	7,6
Riacho Felão II	456094 N 9489636 S	3,7	42,5	
Valores médios	---	3,9	39,9	4,2

Fonte: elaborado pelos autores, com base em SRH-CE/Funceme (2010).

O padrão de barragem subterrânea proposto, dentre as várias alternativas estudadas, teve como referência a realidade das barragens construídas pela SRH-CE/Prodham, em Canindé, e as dimensões médias consideradas foram: 50 m de comprimento do eixo barrado, 3,5 m de profundidade e 3 hectares de área agricultável, sendo 2 ha à montante e 1 ha à jusante.

A planilha de custos e receitas utilizada para essa análise foi a do ano de estabilização do fluxo financeiro (ano 2), que é de 10 anos, por ser o prazo que os bancos financiadores adotam para os projetos que demandam crédito para tais atividades.

Os preços dos insumos, serviços e das vendas praticadas representam valores médios conservadores do que foi verificado no ano de 2012. Nos preços de venda, não incidem impostos, nem custos de comercialização, uma vez que correspondem a vendas na porteira da fazenda.

A estrutura de custos e receitas adotada é representativa de um nível tecnológico razoável, superior à média geral vigente, porém compatível com o perfil socioeconômico e cultural dos agricultores familiares. Dois fatores são marcantes na proposta. Um é a utilização da barragem subterrânea como um módulo de produção e o outro é a participação da família como supridora de 100% da mão de obra. Estima-se, com base em BNB (2009), que uma barragem padrão requer 61 homens/dia na sua exploração. Essa mão de obra familiar é alocada no período de entressafra da produção agropecuária, ou seja, no período de estiagem e de preços mais elevados dos produtos agrícolas.

Serão utilizadas as técnicas de *análise de rentabilidade simples* e *análise custo-benefício*, cujas estruturas de custos e receitas e medidas de resultados, a serem adotadas neste estudo, são as recomendadas pelo Instituto de Economia Agrícola de Secretaria de Agricultura de São Paulo.

3.2. Natureza e fonte das informações utilizadas

Considerando que as explorações agropecuárias praticadas em barragens subterrâneas no Nordeste do Brasil não seguem um padrão empresarial que caracterize um segmento econômico profissional, o delineamento da proposta padrão de exploração econômica desse tipo de barragem não é tarefa simples.

Assim, recorreu-se a uma série de fontes primárias e secundárias para obtenção das informações, com o objetivo de delinear o sistema de exploração que melhor retrate a realidade atual e as perspectivas futuras. Procurou-se, portanto, conhecer o perfil dessas unidades produtivas

(barragens subterrâneas) que, em seu conjunto, reflete o que em estatística descritiva é denominado de “Moda”, uma das medidas de tendência central.

Para se delinear a proposta com o máximo de realismo, foram adotados os seguintes procedimentos:

- a) pesquisa exploratória com visita às barragens subterrâneas localizadas na microbacia do rio Cangati, em Canindé (CE);
- b) entrevistas com agentes públicos e agricultores envolvidos com construção e explorações de barragens subterrâneas;
- c) entrevistas com técnicos da Secretaria dos Recursos Hídricos e da Secretaria do Desenvolvimento Agrário (SDA), ambas do Estado do Ceará, e com quatro agricultores, proprietários de áreas com barragem subterrânea;
- d) pesquisa bibliográfica aprofundada sobre o tema central deste estudo, inclusive nos anais da *2nd International Conference: Climate, Sustainability and Development in Semi-arid Regions* (ICID+18), realizada em Fortaleza, em 2010; e
- e) levantamento da experiência do Banco do Nordeste no fornecimento dos coeficientes técnicos, em estudos e pesquisas, na análise, aprovação e acompanhamento de projetos de financiamento de pequenos agricultores familiares.

Por meio de todos esses contatos e prospecções, foram coletadas as informações locais de preços, índices técnicos, conceitos, perfil tecnológico das explorações e opiniões abalizadas dos atores envolvidos.

3.3. Modelo de análise de custos e rentabilidade simples

a) Caracterização dos itens de custos

A estrutura de custos e receitas adotada neste estudo segue a metodologia proposta pelo Instituto de Economia Agrícola de Secretaria de Agricultura de São Paulo, por ser o procedimento mais moderno e compatível com os objetivos da barragem padrão que se propõe. Tal procedimento é relatado nos estudos *Análise Econômica da Ovinocultura no Distrito Federal* (UNB, 2004) e *Análise da Viabilidade Financeira e Econômica do Modelo de Exploração de Ovinos e Caprinos no Ceará por Meio do Sistema Agrossilvipastoril* (FRANÇA et al., 2011).

Assim, a caracterização dos custos e receitas definidos nos próximos parágrafos baseia-se nos estudos anteriormente referidos:

- Custo operacional efetivo: refere-se aos custos variáveis ou diretos e alguns itens de custos fixos incorridos, por meio de desembolso real. Neste componente de custos, estão incluídas as despesas normais para a obtenção da produção no período considerado.
- Custo operacional total: é composto pelo custo operacional efetivo mais os custos indiretos, representados pela depreciação e pelo valor da remuneração da mão de obra familiar.
- Custo total: é o mesmo que custo econômico e é representado pelo custo operacional total, acrescido do custo de oportunidade.

Dentre os componentes da estrutura de custos, merece destaque a remuneração do capital investido, que é definida como a taxa de retorno que o capital (fixo), empregado na produção, obteria em investimento alternativo.

b) Medidas de resultados financeiros

Esses indicadores de renda são utilizados para análise da eficiência financeira de uso dos fatores de produção. Para Gomes (2002) apud Pereira (2003), “são os seguintes os indicadores de resultado: margem bruta, margem líquida, lucro, lucratividade e recuperação dos investimentos. Justificam-se esses diferentes indicadores financeiros porque eles têm mais ou menos importância, dependendo da unidade de tempo em referência. Assim, no curto prazo, o produtor deve estar mais preocupado com a margem bruta, no médio prazo, com a margem líquida e, no longo prazo, com o lucro”.

3.4. Modelo de avaliação com taxa de desconto - Análise custo-benefício

3.4.1. Sob a ótica financeira

A análise custo-benefício consiste em comparar todos os custos de cada projeto de investimento com os benefícios a serem gerados, a partir de um fluxo de caixa a uma determinada taxa

de atratividade do investimento. A viabilidade de projetos deverá resultar de uma análise de benefícios e custos econômicos de longo prazo, atendendo ao princípio de maximização da rentabilidade social do investimento, em que o valor presente dos benefícios totais, gerados pelo projeto, seja maior que o valor presente de todos os custos necessários a sua implantação e posterior funcionamento, ambos descontados com a mesma taxa.

Nas análises de empreendimentos produtivos, é desejável que se conheça todos os indicadores financeiros e econômico. Cada indicador utiliza medidas de resultados que permitem a avaliação do projeto por parte dos empreendedores e dos tomadores de decisões. Os primeiros indicadores dizem respeito, primordialmente, à ótica financeira, em que o foco refere-se às relações entre custos e receitas. Por sua vez, os indicadores do segundo segmento (econômico), pouco utilizados em análises de natureza similar a este estudo, identificam índices relacionados com a ótica econômica ou social, mais abrangente, por ter reflexos na dimensão socioeconômica.

Pela ótica financeira, são mostrados indicadores que mensuram o nível de atratividade do projeto para o empreendedor, bem como as condições de sustentabilidade e solvência. Para tanto, são utilizados os procedimentos:

- Fluxo Líquido de Caixa (FC): consiste na diferença entre as entradas e saídas do projeto em um horizonte de tempo compatível com a natureza do projeto. As entradas são obtidas pela soma de receitas/benefícios auferidas(os) e as saídas são os investimentos e custos realizados pelo produtor.
- Valor Presente Líquido (VPL): um projeto será rentável se seu VPL (descontado a uma determinada taxa) for maior que zero, pois, nesse caso, o valor monetário dos benefícios obtidos é maior que os recursos utilizados. A fórmula matemática do VPL é apresenta no quadro a seguir:

$$VPL = \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1+i)^t} \quad (1)$$

Onde:

FC_t = fluxo de caixa por período

t = período (anos)

n = tempo total do projeto (anos ou meses)

i = taxa de desconto

- Taxa Interna de Retorno (TIR): a regra de decisão é aceitar aqueles projetos cuja TIR seja maior que a taxa de desconto mínima exigida. A seguir, apresenta-se a fórmula matemática da TIR:

$$TIR = \sum_{t=0}^T \frac{B_t - C_t}{(1+i)^t} = 0 \quad (2)$$

Onde:

B_t = benefícios no período t

C_t = custos no período t

T = último ano em que se sentem os efeitos do projeto

- Relação Benefício-Custo (BC): se a RBC for igual a 1 ($VPL = 0$), significa que o valor presente dos fluxos de benefícios e de custos, descontados à mesma taxa, é igual. Se for maior que 1, significa que os benefícios superam os custos. A fórmula matemática da RBC é mostrada no quadro:

$$\text{Relação B/C} = \frac{\sum_{t=0}^T \frac{B_t}{(1+i)^t}}{\sum_{t=0}^T \frac{C_t}{(1+i)^t}} \quad (3)$$

Onde:

B_t = benefícios no período t

C_t = custos no período t

T = último ano em que se sentem os efeitos do projeto

t = período (anos)

i = taxa de desconto

- Recuperação do Investimento ou *Payback* (PB): este indicador mostra o número de períodos (anos) necessários para recuperar os recursos despendidos (investimentos) na implantação do projeto. O *payback* clássico é calculado por:

$$\text{Payback} = \frac{I_0}{(B_t - C_t)} \quad (4)$$

Onde:

I_0 = custos de investimento inicial, consistindo de todos os custos de investimento

$(B_t - C_t)$ = fluxo de caixa anual

As variáveis e os procedimentos selecionados neste estudo para a montagem do fluxo de caixa foram: a) fluxo de saída: valor dos investimentos iniciais e de despesas operacionais; b) fluxo de entrada: estimativa dos benefícios (receitas), além da receita de desinvestimento; c) adoção de uma taxa de desconto de 6% e de 12% ao ano; e d) fluxo financeiro para um horizonte de 10 anos.

Para a análise, optou-se pela seleção de duas taxas de desconto: i) uma, de 6% a.a., correspondente à remuneração média da caderneta de poupança, por ser compatível com a realidade financeira dos agricultores familiares; e ii) outra, de 12% a.a., por retratar a taxa Selic⁵ prevista pelo Banco Central.

O fluxo de caixa, caracterizado aqui, configura a situação-base da análise, a partir da qual será construído o fluxo de caixa para a ótica econômica e para as várias simulações da análise de sensibilidade.

3.4.2. Sob a ótica econômica

Pela ótica social, procura-se determinar a atratividade do empreendimento para a sociedade como um todo. Trata-se de avaliar os fluxos de entradas e saídas, levando-se em conta os custos reais, isto é, sem as distorções dos preços de mercado, introduzidas por intervenções do governo, tais como tributação, subsídios e outras distorções do sistema de preços.

Na avaliação privada (financeira), os investimentos e fatores de produção, em geral, são valorados pelo preço de mercado. No entanto, nem todos os preços vigentes no mercado refletem adequadamente os benefícios e os custos incididos sobre sociedade. Dessa forma, é necessário que se estime o preço social (preço-sombra) dos fatores de produção, bens e serviços.

Como os preços econômicos ou preços sociais não são observados diretamente, via mercado, é necessário que se utilize algum critério ou metodologia de cálculo para se chegar até eles. Neste estudo, são adotados os fatores de conversão propostos pelo Banco Mundial, conforme Tabela 3.

5 A taxa Selic é um índice por meio do qual o mercado se orienta no estabelecimento das taxas de juros.

Tabela 3. Conversão dos itens de investimento de preços de mercado para preços de eficiência

Componentes do investimento e custos operacionais	Fator de conversão ¹
Mão de obra não qualificada	0,46
Mão de obra qualificada	0,81
Materiais e insumos nacionais	0,83
Equipamentos nacionais	0,80
Fundação de culturas	0,78 ²
Valor da terra	1,00
Subtotal de investimentos	---
Custos operacionais	0,78 ²

Fonte: *Contador (2008)* e *Carrera-Fernandez; Garrido (2002)*.

(¹) Valores usualmente recomendados pelo Banco Mundial.

(²) Fator de conversão médio.

O enfoque utilizado para este trabalho foi o método aceito pelo Banco Mundial, tendo como precursores os autores L. Squire e H. G. Van der Tak, que procuraram operacionalizar as técnicas de Little; Mirrlees (1968).

4. Resultados e reflexões

4.1. Estrutura de investimentos, custos e receitas

Na simulação do padrão de uso da barragem subterrânea considerou-se como tecnologia de exploração a de vazante, porém, em patamares superiores à média vigente. Em Silva *et al.* (2007b), encontra-se o relato de que, nas áreas agricultáveis das barragens subterrâneas, “o preparo do solo é semelhante ao sistema de agricultura de vazante⁶, feito, geralmente, por tração animal”. A exploração é realizada dentro dos princípios da agroecologia. O financiamento da

6 A agricultura de vazante, praticada quando cessam as chuvas, consiste em cultivar nas faixas de terras situadas às margens úmidas dos açudes, barragens, lagoas e leitos dos rios, em declive suave, à medida que a água vai baixando (ANTONINO; AUDRY, 2001).

barragem padrão proposta poderá ser feito por meio do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf), nas modalidades Pronaf-Semiárido e Pronaf-Agroecologia, em que as bases e condições do financiamento são compatíveis com a renda do agricultor familiar.

Assim, os orçamentos de implantação e custeio das culturas exploradas foram feitos a partir dessa tipologia tecnológica. As tabelas 4, 5, 6 e 7 registram todas as informações concernentes à exploração agrícola da barragem.

Na Tabela 4, são apresentados os três estratos de custos de implantação que somam R\$ 14.717,00. A base física da barragem (terra e cercas) equivale ao valor de R\$ 4.332,00, os itens correspondentes à construção da barragem, por sua vez, somam R\$ 4.993,00 e, por fim, os investimentos com a implantação das culturas e aquisição de equipamentos perfazem um total de R\$ 5.392,00.

Ressalte-se que os dois parâmetros para estimar o custo com a barragem foram a extensão do eixo barrável de 50 m e a profundidade de 3,5 m. O investimento com a construção da barragem representa apenas 33,9% do investimento total.

Tabela 4. Valor dos investimentos totais de uma barragem subterrânea padrão no Ceará, considerada como um módulo de produção do estabelecimento rural

(R\$ 1,00 – dezembro de 2012)				
Estrato	Item	Discriminação	Valor (R\$)	Fonte da informação
Base física da barragem	Estimativa do valor da terra nua	3 ha de terra do estabelecimento correspondentes à bacia hidráulica da barragem e às áreas limítrofes	722,00	Consulta direta a agropecuaristas
	Cercas perimetrais	Cerca para proteger cultivos	3.610,00	BNB (2009)
	Subtotal		4.332,00	
Construção da barragem	Estudos prévios da barragem	Estudos de locação de barragem a ser feito por um especialista	602,00	Cirilo <i>et al.</i> (2003)
	Construção da barragem	Escavação mecânica, anéis e tampos de concreto, brita, manta de polietileno, reaterro, encaixe enfileirado de pedras e mão de obra. Dimensão: 50 m de extensão e 3,5 m de altura	4.091,00	Consulta direta a SRH-CE e Cirilo <i>et al.</i> (2003)
	Capacitação da família do agricultor para exploração racional da barragem	Realização de eventos para disseminar técnicas de cultivo de vazantes, uso da água do poço, seleção das culturas mais adequadas e manejo racional da barragem	300,00	Consulta direta ao Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (Senar/CE)
	Subtotal		4.993,00	

(R\$ 1,00 – dezembro de 2012)				
Estrato	Item	Discriminação	Valor (R\$)	Fonte da informação
Exploração agrícola da barragem	Fundação de capineira	1 ha de capim de corte. 12 toneladas de matéria seca (t/MS)	722,00	BNB (2009)
	Fundação de culturas	Milho, feijão, batata, jerimum, melancia, cana-de-açúcar	2.202,00	SILVA <i>et al.</i> (1998)
	Máquina forrageira	Equipamento de pequeno porte	1.806,00	Pesquisa direta
	Arado manual	Arado mais animal de tração	662,00	Pesquisa direta
	Subtotal		5.392,00	
Total geral			14.717,00	

Fonte: elaboração dos autores com base nas fontes indicadas na coluna 5 da tabela.

Tabela 5. Valores da depreciação; conservação e manutenção; e receita de desinvestimento de uma barragem subterrânea padrão no Ceará, considerada como um módulo de produção do estabelecimento rural

(R\$ 1,00 – dezembro de 2012)					
Discriminação	Vida útil (anos)	Valor atual	Depreciação linear	Conservação e manutenção (2% a.a.)	Desinvestimento (ano 10)
Barragem	25	4.693,00	188,00	94,00	1.408,00
Cercas perimetrais	10	3.610,00	361,00	72,00	722,00
Máquina forrageira	10	1.805,00	180,00	36,00	-
Arado+animal	10	662,00	66,00	13,00	--
Total	-	10.770,00	795,00	215,00	2.130,00

Fonte: elaboração dos autores.

Os custos operacionais (Tabela 5 e 6), considerados no segundo ano do projeto (estabilização), somaram R\$ 3.452,00, ou seja, 23,45% do total. Os valores considerados tomaram por base a exploração de vazante, que é uma situação intermediária entre exploração irrigada e em sequeiro.

Tabela 6. Valor dos custos operacionais de uma barragem subterrânea padrão no Ceará, considerada como um módulo de produção do estabelecimento rural

(R\$ 1,00 – dezembro de 2012)			
Item	Discriminação	Valor (R\$)	Fonte da informação
Custeio das explorações agrícolas	Inclui mão de obra a partir do ano 02 do fluxo:		
	1,5 ha de feijão, milho, melancia e jerimum = R\$ 1.360,00	2.082,00	BNB (2009) e Pesquisa Direta
	1,0 ha de capim de corte = R\$ 361,00		
	0,5 ha de cana forrageira = R\$ 361,00		
Energia com a forrageira	6 meses	144,00	Estimativa do autor
Conservação e manutenção	2% do valor da barragem, cercas, forrageira e arado	215,00	BNB (2009)
Depreciação	Barragem, cercas, forrageira e arado	795,00	---
Total		3.236,00	

Fonte: elaboração dos autores com base nas fontes indicadas na Coluna 4.

Nas estimativas das receitas apresentadas na Tabela 7, considerou-se o nível dos preços pouco mais elevado que o dos praticados na época da safra, redundando no valor de R\$ 6.973,00. Outro benefício gerado pelo projeto é a valorização da terra nua (externalidade positiva), sob a influência da barragem, estimado em R\$ 4.700,00.

Tabela 7. Valor das receitas diretas da barragem padrão no Ceará, de porte médio, considerada como um módulo de produção do estabelecimento rural

R\$1,00 – dezembro de 2012)				
Item		Discriminação	Valor (R\$)	Fonte da Informação
Milho e feijão	Milho: 0,5 ha - 1.000 quilogramas (kg) Feijão: 0,5 ha - 450 kg	Preços elevados de entressafra. Valor do autoconsumo	1.745,00	BNB (2009) e Silva <i>et al.</i> (2007a)
Batata, melancia e jerimum	0,5 ha - 2.500 kg	Preços elevados na entressafra	3.008,00	Silva <i>et al.</i> (2007a)
Capineiras	1,0 ha	Produção 60 t/ano-12 t de MS	866,00	BNB (2009)
Cana-de-açúcar	0,5 ha - 22,5 t	Para alimentação animal	1.354,00	BNB (2009) e Silva <i>et al.</i> (2007a)
Total			6.973,00	

Fonte: elaboração dos autores com base nas fontes indicadas na Coluna 5.

Outra informação relevante para subsidiar políticas públicas é que, segundo Oliveira (2010), uma barragem subterrânea de porte médio acumula⁷ em torno de 15 mil metros cúbicos (m³) de água.

4.2. Análise de custos, receitas e medidas de resultados

A partir da Tabela 8, são visualizados todos os componentes – incluindo as medidas de resultados - necessários para a análise de custos e receitas da barragem padrão. Os valores dos itens constantes da referida tabela são decorrentes dos procedimentos metodológicos, da sondagem de campo e de subsídios fornecidos pelas Tabelas 4, 5, 6 e 7. Na composição dos custos diretos, não constam os itens de assistência técnica, assumidos pelo Governo, nem encargos sociais, em função do caráter familiar do empreendimento.

Tabela 8. Demonstrativo de custos, receitas e medidas de resultados da barragem subterrânea padrão, em um período de seis meses

Especificação	Total da Atividade (R\$) (R\$ 1,00 – Dez/2012)
Renda Bruta (RB)/Benefícios	7.443,00
Vendas da produção + valor do autoconsumo	6.973,00
Varição patrimonial-1/10 da valorização da terra nua	470,00
Custo de Produção	
Explorações agrícolas* (30% do total de R\$ 2.082,00)	625,00
Energia elétrica (forrageira, etc.)	144,00
Conservação/manutenção	215,00
Custo Operacional Efetivo (COE)	984,00
Mão de obra familiar (70% do total de R\$ 2.082,00)	1.457,00
Depreciação	795,00
Custo Operacional Total (COT)	2.252,00
Remuneração do capital investido	872,00
Custo Total (CT)	3.124,00
Medidas de Resultado	

7 Parâmetros para o cálculo da disponibilidade de água de uma barragem subterrânea padrão:

L = largura média do depósito aluvional: 70 m.

C = comprimento da área à montante do barramento: 500 m.

E = espessura saturada média do depósito aluvional: 3 m.

X = coeficiente de porosidade: 15%.

Fórmula para o cálculo do volume de água disponível: $V = L \times C \times E \times X$.

Especificação	Total da Atividade (R\$) (R\$ 1,00 – Dez/2012)
Margem Bruta (RB – COE)	6.459,00
Margem Líquida (RB - COT)	5.191,00
Lucro Líquido (RB - CT)	4.319,00
Lucratividade (%)	58,0
Recuperação do Investimento (Anos)	3,5
Margem Líquida Mensal Média – R\$ (seis meses)	865,16
Renda Familiar Disponível Mensal – R\$ (seis meses)	1.108,00

Fonte: elaboração dos autores.

(*) Excluído o custo com mão de obra, que se insere no item mão de obra familiar

Dos custos diretos, destacam-se apenas os gastos com as explorações agrícolas no valor de R\$ 625,00. O custo operacional efetivo representa apenas 13,2% da receita total, ficando o percentual restante do custo total representado pela mão de obra familiar (R\$ 1.457,00), depreciação (R\$ 795,00) e remuneração do capital investido (R\$ 872,00).

Os valores encontrados denotam a viabilidade da exploração proposta, tendo em vista que a margem líquida, no período de exploração da barragem, alcançou o valor de R\$ 5.191,00, representando uma lucratividade de 58,0%. A margem líquida mensal, por sua vez, foi de R\$ 865,16. Já a renda familiar mensal de R\$ 1.108,00 foi gerada no período de seis meses e composta pela soma da margem líquida mais a remuneração da mão de obra familiar, que representa 1,78% do salário mínimo.

Ainda com base na Tabela 4, a recuperação dos investimentos, no valor de R\$ 14.717,00 (Tabela 4), ocorreria em 3,5 anos, caso fosse utilizado todo o lucro líquido do módulo de produção. Por outro lado, caso tais investimentos, excluindo-se a terra, fossem oriundos de financiamento orientado para agricultores familiares - no prazo de 10 anos, com juros reais igual a zero, por se tratar de pequeno produtor localizado no Semiárido nordestino -, o reembolso corresponderia a R\$ 1.400,00/ano, comprometendo apenas 27% da margem líquida, sendo uma situação confortável para o produtor e plenamente aceita pelos bancos financiadores.

4.3. Indicadores da análise custo-benefício

a) Indicadores Obtidos

Para obtenção dos indicadores, por meio da análise custo-benefício financeira e econômica, foi feita a estimativa do orçamento do projeto (R\$ 14.717,00) e foram reagrupados os valores, objetivando levantar os componentes de custos, de acordo com a estrutura constante da coluna 1 da Tabela 3, para efeito de aplicação do fator de conversão de preços de mercado para preço de eficiência, conforme demonstrado na Tabela 9.

A partir desses novos valores de investimento (R\$ 11.435,00) e de custos operacionais (R\$ 2.524,00), foi construído o fluxo de caixa, sob a ótica econômica, para a barragem-padrão. Essa nova planilha difere da planilha do fluxo financeiro-base apenas nos itens de investimentos e custos operacionais.

Assim procedendo, para a análise financeira (privada), os indicadores (Tabela 10) foram bem razoáveis, tendo em vista que a TIR atingiu o percentual de 60,62%, muito superior à taxa de desconto de 6% e de 12%. Como consequência, os demais indicadores (Relação B/C, VPL e *payback*) foram, também, sinalizadores de retorno muito acima dos custos.

Tabela 9. Valor dos investimentos e dos custos operacionais da barragem subterrânea padrão, a preços de mercado e a preços de eficiência

Componentes do investimento ¹	Valor do investimento (preços de mercado)	Valor do investimento (preços de eficiência) ²
Mão de obra não qualificada	1.731,00	796,00
Mão de obra qualificada	2.367,00	1.917,00
Materiais e insumos nacionais	4.688,00	3.891,00
Equipamentos nacionais	2.286,00	1.829,00
Fundação de culturas	2.923,00	2.280,00
Valor da terra	722,00	722,00
Subtotal de investimentos	14.717,00	11.435,00
Custos operacionais	3.236,00	2.524,00

Fonte: elaboração dos autores com base nas tabelas 3 e 4.

(¹) Orçamento do projeto conforme tabelas 4, 5 e 6.

(²) Transformação feita com base na Tabela 3.

Quando se analisa a viabilidade do projeto da barragem subterrânea padrão, sob a ótica econômica, os indicadores sinalizam altíssima viabilidade. A TIR obtida foi de 212,07%, quando 12% já garantiria viabilidade.

Tabela 10. Indicadores financeiros e econômicos decorrentes da análise custo-benefício

Indicadores	Fluxo financeiro	Fluxo econômico (ótica social)
Relação Benefício/Custo	1,63	2,14
Valor Presente Líquido a 6% - R\$	20.568,40	29.903,31
Valor Presente Líquido a 12% - R\$	14.570,16	22.743,66
Taxa Interna de Retorno - %	60,62	212,07
Payback – anos	3,5	2,7

Fonte: elaboração dos autores.

Conforme dados apresentados na Tabela 10, a TIR do empreendimento em análise foi de 60,62%, na ótica financeira, e 212,07%, na ótica econômica. Essa situação demonstra que a diferença entre as duas taxas resulta na contribuição que os produtores familiares repassariam indiretamente à sociedade. Em outras palavras, os agricultores familiares, ao adotarem a barragem padrão, gerariam um valor presente líquido anual (6% de taxa de retorno) de R\$ 29.903,31, mas só se apropriariam de R\$ 20.568,40, ficando a diferença, de R\$ 9.334,90, com a sociedade, na forma de tributação, transferências, câmbio desvirtuado e outras distorções no sistema de preços.

b) Análise de sensibilidade

O estudo de sensibilidade, que, de um modo geral, é uma análise de riscos, apresenta alternativas de viabilidade para variações, para mais ou para menos, em componentes de custos e receitas, em perspectivas probabilisticamente aceitáveis. Os aumentos ou as reduções de custos de implantação da barragem poderão ocorrer em função da impossibilidade de se conhecer tais valores previamente, pois são muito variáveis. As receitas poderão variar em função da característica da quadra invernososa: caso seja de poucas chuvas, as receitas devem aumentar e, se for rigorosa e longa, os benefícios monetários são reduzidos.

As simulações feitas na análise de sensibilidade (tabelas 11 e 12) denotam que aumentos nos custos afetam fortemente a viabilidade do projeto, ensejando a necessidade de cuidados no

planejamento e na execução das obras e nas explorações agrícola e social, no sentido de cumprir os orçamentos e evitar aumento nos custos, o que tornaria o projeto inviável. Em todas as simulações feitas, com cenário de variações nos custos e nas receitas, a TIR ficou muito acima de 12%. Para o fluxo financeiro, nas quatro simulações (Tabela 10) feitas para taxa de desconto de 6% e 12%, a TIR oscilou entre 24,60% e 29,48%. Já na ótica econômica, a TIR variou de 69,70 a 82,40%. Estes indicadores asseguram a robustez da viabilidade financeira e econômica desse padrão de exploração agrícola centrado na barragem subterrânea.

Tabela 11. Indicadores observados sob a ótica financeira para a análise de sensibilidade

Indicadores	Incremento de 20% nos Custos	Redução de 20% nos Benefícios	Incremento de 10% nos custos e Redução de 10% nos Benefícios
Relação Benefício-Custo	1,36	1,31	1,34
Valor Pres. Líquido a 6% - R\$	12.609,95	8.496,27	10.553,11
Valor Pres. Líquido a 12% - R\$	7.565,65	4.651,62	6.108,64
Taxa Interna de Retorno - %	29,48	24,60	27,23

Fonte: elaboração dos autores.

Tabela 12. Indicadores observados sob a ótica econômica para a análise de sensibilidade

Indicadores	Incremento de 20% nos Custos	Redução de 20% nos Benefícios	Incremento de 10% nos custos e Redução de 10% nos Benefícios
Relação Benefício-Custo	1,78	1,71	1,75
Valor Pres. Líquido a 6% - R\$	23.811,83	17.831,17	20.947,58
Valor Pres. Líquido a 12%-R\$	17.373,85	12.825,11	15.176,29
Taxa Interna de Retorno - %	82,24	69,70	76,29

Fonte: elaboração dos autores.

Assim, as conclusões mais relevantes extraídas da análise da viabilidade da exploração agropecuária de barragem subterrânea feita neste artigo são as seguintes:

- a exploração agropecuária na bacia hidráulica de barragem subterrânea é financeira e economicamente viável para o agricultor familiar;
- é um empreendimento que requer baixo investimento para ser implantado;

- tem relevância social em função de ocupar mão de obra familiar, de ofertar alimentos e água potável no período de entressafra (estiagem);
- apresenta elevada lucratividade com retorno rápido dos investimentos; e
- os indicadores de viabilidade financeira são desfavoráveis ao agricultor se comparado aos indicadores sob a ótica econômica.

Referências

- ANTONINO, A.C.D.; AUDRY, P. **Utilização de água no cultivo de vazante no semiárido do Nordeste do Brasil**. Recife: UFPE/IRD, 2001. 100 p.
- BANCO DO NORDESTE DO BRASIL - BNB. **Sistema de elaboração e análise de projetos SEAP: orçamentos**. Fortaleza: versão 2009.
- CARRERA, F.J.; GARRIDO, R.J. **Economia dos recursos hídricos**. Salvador: EDUFBA, 2002.
- CIRILO, J.A . *et al.* Soluções para o suprimento de água de comunidades rurais difusas no semiárido brasileiro: avaliação de barragens subterrâneas. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**. v. 8, n. 4, p. 5-24 out./dez. 2003.
- CIRILO, J.A.; COSTA, W.D. Barragem Subterrânea: Experiência em Pernambuco subsurface inpoudments, The experience of the Pernambuco State. In: INTERNATIONAL RAINWATER CATCHMENT SYSTEMS CONFERENCE, 9., Brasil, 1999 in Portuguese. **Anais...** Brasil, 1999.
- CONTADOR, C.R. **Projetos sociais**. São Paulo: Atlas, 2008.
- DA MOTTA, R.S. **Análise de custo-benefício: uma revisão metodológica**. Rio de Janeiro, RJ: Ed. IPEA / INPES, Relatório Interno n.7, 1988.
- FOSTER, S.; TUINHOF, A. **Brasil, Kenya: subsurface dams to augment groundwater storage in basement terrain for human subsistence**. Washington-DC/USA: The World Bank, 2004. (Case Profile Collection, 5).

FRANÇA, F.M.C. *et al.* Análise da viabilidade financeira e econômica do modelo de exploração de ovinos e caprinos no Ceará por meio do sistema agrossilvipastoril. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 42, n. 2, abr./junho 2011.

_____. **Avaliação socioeconômica dos resultados e impactos do Projeto de Desenvolvimento Hidroambiental do Estado do Ceará PRODHAM e sugestões de políticas**. Fortaleza: Secretaria dos Recursos Hídricos, 2010. 174 p.

FUNDAÇÃO CEARENSE DE METEOROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS – FUNCEME. Secretaria dos Recursos Hídricos - SRH-CE. **Avaliação geoambiental de práticas conservacionistas implantadas na microbacia do rio Cangati, Canindé-CE**. Fortaleza: 2010. 390 p.

FUNDAÇÃO INSTITUTO DE PESQUISA E INFORMAÇÃO DO CEARÁ – IPLANCA. **ATLAS DO CEARÁ**. FORTALEZA: 1997. 65 P.

GUIMARÃES, G.A.M.C.; GUANZIROLI, C.H. Desenvolvimento regional rural sustentável e economias de escopo na agricultura: um exemplo a explorar. In: CONGRESSO DA SOBER, 43. Ribeirão Preto-SP, 24 a 27 de julho de 2005, **Anais...** Ribeirão Preto-SP, 2005.

INSTITUTO DE TECNOLOGIA SOCIAL – ITS. **Caderno de Debate Tecnologia Social no Brasil**. São Paulo: 2004.

LITTLE, M.I.D.; MIRRLEES, J.A. **Manual de projetos industriais nos países em desenvolvimento**. Paris, França: Ed. OCDE, 1968.

OLIVEIRA, J.B. **Práticas inovadoras de controle edáfico e hidroambiental para o semiárido do Ceará**. Fortaleza: SRH-CE, 2010.

OLIVEIRA, J.B.; ALVES, J.J.; FRANÇA, F.M.C. **Barragem subterrânea**. Fortaleza: Secretaria dos Recursos Hídricos, 2010. 31p.

PEREIRA JUNIOR, J.S. **Nova delimitação do semiárido brasileiro**. Brasília: Câmara dos Deputados, 2007. 25 p.

PEREIRA, G. F. **Estudo da rentabilidade de um sistema de produção de leite de cabra no estado do Rio Grande do Norte**. Monografia (Especialização) - UFRN, Natal: 2003.

PINDYCK, R.S.; RUBINFELD, D.L. **Microeconomia**. 6. ed. 3. reimpr. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

SILVA, M.S.L. *et al.* Exploração agrícola em barragens subterrânea. **Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 33, n. 6, jun.1998.

SILVA, Ma.S.L. *et al.* Barragem subterrânea: água para produção de alimentos. In: BRITO, L.T. de L.; MOURA, M.S.B. de; GAMA, G.F.B. eds. **Potencialidades da água de chuva no semiárido brasileiro**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2007a. cap. 6, p. 121-137.

SILVA, Ma.S.L. **Barragem subterrânea**: uma opção de sustentabilidade para a agricultura familiar do semiárido do Brasil. Recife: Embrapa Solos, 2007b. Circular Técnico, 36.

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA - UnB. **Análise econômica da ovinocultura no Distrito Federal**. Brasília: 2004.

VÉTÉRINAIRES SANS FRONTIÈRES - VSF. **SubSurface dams**: a simple, safe and affordable technology for pastoralists. Belgium: 2006. Disponível em: <http://friendsofkitui.com/images/PDFs/Sub_surface_dams_VSF.pdf>. Acesso em: 20 mai 2011.

A linha de véu: a biodiversidade brasileira desconhecida

William Ernest Magnusson¹, Noemia Kazue Ishikawa¹, Albertina Pimentel Lima¹,
David Valentim Dias², Flávio Magalhães Costa², Ana Sofia Sousa de Holanda², Graciliano Galdino Alves dos Santos²,
Maria Aparecida de Freitas²,
Domingos de Jesus Rodrigues³, Flávia Fonseca Pezzini^{1 e 3}, Marliton Rocha Barreto³,
Fabricio Beggiato Baccaro⁴,
Thaise Emilio⁵, Ruby Vargas-Isla⁵

Resumo

É difícil encontrar todas as espécies, mesmo em lugares bem amostrados, e este impedimento ao conhecimento da biodiversidade é chamado de “a linha de véu”. Existe, também, um impedimento resultante do viés geográfico de amostragem, que coloca um véu sobre o conhecimento da biodiversidade brasileira. Somente um programa de investimento inovativo estratégico, envolvendo vários ministérios e a capacitação de pessoas no interior, pode levantar este véu e permitir a revelação das informações necessárias para que a biodiversidade brasileira seja conhecida e aproveitada plenamente.

Abstract

It is difficult to encounter all species, even in places that are well sampled, and this impediment to biological knowledge is called the veil line. There is also an impediment that results from the geographic bias in sampling that places a veil over knowledge of Brazilian biodiversity. Only an innovative and strategic program of investment by several ministries, and training of local people, could lift the veil and reveal the information necessary to describe and take advantage of Brazilian biodiversity.

1 Doutores, Pesquisadores, Coordenação de Biodiversidade, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia.

2 Mestres, Colaboradores e/ou Bolsistas, INCT-CENBAM - Centro de Estudos Integrados de Biodiversidade da Amazônia.

3 Doutores, Professores. Núcleo de Estudos da Biodiversidade da Amazônia Mato-grossense, Universidade Federal de Mato Grosso.

4 Doutor, Professor, Departamento de Biologia, Universidade Federal do Amazonas.

5 Doutora, Bolsista e/ou Colaboradora, INCT-CENBAM - Centro de Estudos Integrados de Biodiversidade da Amazônia.

Palavras-chave: Biodiversidade. Financiamento. Regionalização. Capacitação. Conhecimento tradicional. **Keywords:** *Biodiversity. Financing. Regionalization. Capacity building. Traditional knowledge.*

1. Introdução

Em 1948, o pesquisador Frank Preston escreveu um trabalho pioneiro comparando a abundância das espécies (PRESTON, 1948). Ele notou que o número de espécies com poucos indivíduos é subestimado e atribuiu esse viés ao processo de amostragem. Pelo acaso, espécies menos frequentes têm menor chance de serem amostradas que espécies mais abundantes. Preston demonstrou esse viés graficamente e considerou que existe uma linha entre o lado direito do gráfico, que mostra bem o número de espécies, e o lado esquerdo, onde muitas espécies estão escondidas pelo processo de amostragem. Essa divisão ficou conhecida como a **linha de véu** e, para Preston, ela é estatística. Neste, trabalho, entretanto, vamos mostrar que existe uma linha do véu escondendo a biodiversidade brasileira e essa linha é produzida pelo viés geográfico, na distribuição de financiamento a estudos da biodiversidade no País.

Em anos recentes, o conceito de biodiversidade ganhou destaque porque muitos dos seus elementos proporcionam serviços ambientais que valem bilhões de reais por ano e podem ser comercializados; são necessários para manter a qualidade da vida; estão intimamente relacionados com muitos dos conhecimentos e das culturas tradicionais; e compõem a base da maioria das atrações turísticas. Por outro lado, a biodiversidade está sendo perdida numa velocidade nunca antes vista na história (NATIONAL SCIENCE FOUNDATION, 2002). O Brasil é a nação com maior biodiversidade (LEWINSOHN & PRADO, 2002) e, portanto, tem enormes responsabilidades em relação à Convenção sobre a Diversidade Biológica (CDB), tratado que existe, em grande parte, por causa do esforço do governo brasileiro. Sem dúvida, o conhecimento e a conservação da biodiversidade são ações estratégicas para o País, fato reconhecido nas Diretrizes da Política Nacional de Biodiversidade (Decreto 4.339, de 22/08/2002).

A pesquisa em biodiversidade no Brasil é tão antiga quanto a nossa história. Logo depois da colonização do País por imigrantes europeus, os bandeirantes foram para o interior e trouxeram relatos de uma biodiversidade exuberante e largamente desconhecida. Naturalistas seguiram e, em alguns casos, acompanharam os bandeirantes, coletando e levando as riquezas da biodiversidade para os museus da Europa e os centros urbanos da costa brasileira. Durante a revolução na ciência brasileira, na segunda metade do século 20, esse processo se intensificou, instalando a maior parte da capacidade de estudar a biodiversidade brasileira nas regiões costeiras.

As coleções credenciadas como fiéis depositárias pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) estão concentradas naquelas regiões (Figura 1A).

Coleta estilo bandeirante é útil para obter uma ideia inicial sobre alguns grupos, especialmente vertebrados, plantas lenhosas e os invertebrados maiores. Sem desmerecer as grandes contribuições dos colecionadores, essa forma de acumular conhecimento sobre a biodiversidade não necessariamente é a melhor estratégia para o século 21. A biodiversidade não consiste só de unidades estáticas chamadas espécies. Também é representada por processos como estocagem de carbono, ciclagem de nutrientes, polinização e seleção genética críticas para a viabilidade de indústrias extrativistas, biotecnológicas e agropecuárias. É reconhecido, ainda, que grande parte da biodiversidade está nos micro-organismos e podem ser necessários anos de estudos intensivos para se começar a ter uma ideia da biodiversidade oculta dentro do solo e dos tecidos de outros seres vivos. Porém, um conhecimento mais aprofundado da biodiversidade requer a presença de capacidade profissional e técnica instalada na região, preparada para lidar com as variações sazonais e os extremos de clima - cada vez mais comuns -, e com habilidade para reconhecer a dinâmica e as potencialidades da diversidade biológica.

A concentração de investimentos também pode ser reconhecida na educação. No final do século 20, um grande esforço foi iniciado para melhorar a qualidade de ensino na graduação e pós-graduação, levando a um salto na qualidade da pesquisa no Brasil. No entanto, depois da euforia inicial, foi reconhecido que este processo estava colocando grande parte dos recursos para educação nas Instituições de Ensino Superior (IES) e concentrando a produção em alguns centros urbanos. Depois de alguns anos, a limitação deixou de ser financeira, em relação às IES, e passou a ser a qualidade da formação dos alunos que saíam do ensino fundamental, especialmente nas regiões mais afastadas das da costa do País. Foi reconhecido que o próximo salto requeria ações estratégicas no ensino básico e isso deveria ser feito em todo território nacional, de forma planejada e não puramente competitiva. Não seria adequado incitar o diretor de uma escola de ensino médio, no interior do Nordeste, a competir academicamente por recursos com o reitor de uma grande universidade no Sudeste. No restante do artigo, buscaremos mostrar que a mesma lógica deve ser aplicada ao desenvolvimento da capacidade brasileira em relação à biodiversidade.

2. A biodiversidade revelada?

Como não é possível tratar de todas as formas de financiamento de pesquisa em biodiversidade, vamos considerar, então, somente estudos da biodiversidade em três grandes programas de pesquisa: o programa de Projetos Ecológicos de Longa Duração (Peld); os Institutos Nacionais

de Ciência Tecnologia e Inovação (INCT); e o Programa de Pesquisa em Biodiversidade (PPBio). Estes representam os maiores investimentos em estudos da biodiversidade, em anos recentes, e refletem a distribuição geral do financiamento de pesquisa no Brasil.

Peld

O Programa Ecológico de Longa Duração (Peld) teve início em 1998, com uma previsão de financiamento de 10 anos (TABARELLI *et al.*, 2013). O Peld foi continuado, está na sua segunda fase e é uma versão brasileira do programa americano *Long-Term Ecological Research* (LTER). Este último teve início nos EUA, a partir do reconhecimento de que a maioria dos processos biológicos importantes somente pode ser entendida por meio de estudos de longo prazo, feitos por pessoas com acesso constante à região (NATIONAL SCIENCE FOUNDATION, 2002). O LTER teve grandes repercussões, especialmente em relação ao esclarecimento de processos de degradação ambiental, como a chuva ácida (LIKENS, 2010). Muitas das descobertas mais importantes em ecologia e meio ambiente foram feitas em sítios de estudo de longo prazo (BILLICK & PRICE, 2010).

No programa brasileiro, foi reconhecido que todos os biomas deveriam ser representados, mas a ênfase em estudos de longo prazo levou à alocação da maior parte dos recursos em unidades de conservação de proteção integral, situadas próximas a centros com grande tradição acadêmica. Esse processo resultou na concentração dos sítios Peld nas regiões Sul e Sudeste do País. Como na primeira fase só existia um sítio Peld na Amazônia, foi levantada a seguinte questão: um sítio de pesquisa é suficiente para representar um bioma que ocupa mais da metade do País? No entanto, deixemos para uma fase posterior a discussão sobre o uso de biomas como critério de alocação de recursos. Nesta seção do artigo, vamos continuar a apresentar a estrutura e a capacidade instalada dos outros programas.

A distribuição de sítios Peld, na atualidade, continua concentrada nas zonas costeiras, mas o eixo Belém-Manaus é melhor representado nos últimos anos que em períodos anteriores (Figura 1B).

O Peld teve muitos objetivos e um deles foi a criação de um repositório de dados que permitiria a comparação entre sítios e facilitaria as avaliações, do estado da biodiversidade, requeridas em vários tratados internacionais, inclusive a CDB. Diversas reuniões presenciais e virtuais foram feitas com os intuítos de padronizar alguns dos estudos e permitir comparações entre sítios. No entanto, depois de uma década de financiamento, um dos únicos sítios que disponibilizou grande parte dos dados coletados, em um repositório de livre acesso para o público que financiou os estudos, foi o Peld da Amazônia. Além disso, os únicos estudos comparativos entre sítios, com

uso de métodos padronizados, foram justamente: entre o sítio Peld da Amazônia e outros sítios que oficialmente não faziam parte do Peld no Brasil; e com um sítio LTER, na Austrália.

INCT

Os Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia representam, atualmente, o maior investimento em um só programa de pesquisa. Foram criados para impulsionar a pesquisa brasileira de melhor qualidade e alinhar estas iniciativas com o setor privado⁶. A biodiversidade foi uma das áreas estratégicas identificadas no primeiro edital da criação dos INCTs, em 2008, porque esta é intimamente associada com tantos outros objetivos da sociedade, como melhoramento da saúde, da agropecuária e da bioprospecção. Atualmente, muitos dos 126 INCT financiados envolvem elementos da biodiversidade. Por outro lado, alguns INCT não têm ligações diretas com a biodiversidade brasileira, por exemplo, os direcionados a estudos dos EUA e estudos de Energia Nuclear. Alguns INCT envolvem redes que cobrem grande parte do País e outros são limitados a poucos laboratórios na mesma cidade.

A distribuição das 36 instituições sede dos INCT envolvidos com biodiversidade (Figura 1C) não mostra as áreas de atuação das redes, mas reflete muito bem a distribuição da capacidade instalada no País. A distribuição das sedes dos INCT está concentrada na zona costeira, exceto para as instituições em Belém Manaus na Amazônia e Cuiabá no Centro-Oeste.

PPBio

O Programa de Pesquisa em Biodiversidade (PPBio) foi desenvolvido pela Secretaria de Políticas e Programas de Pesquisa e Desenvolvimento (Seped) do então Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), em consonância com os princípios da CDB e com as Diretrizes da Política Nacional de Biodiversidade (Decreto 4.339 de 22/08/2002) (PEIXOTO *et al.*, 2016). O Programa foi oficializado pela Portaria MCT nº 268, de 18 de junho de 2004, que define seu objetivo principal e seus quatro objetivos específicos, modificada pelas Portarias MCT nº 382, de 15 de junho de 2005, e MCT nº 388, de 22 de junho de 2006⁷.

Inicialmente, como não houve recursos suficientes para financiar estudos em todos os biomas, foi decidido que as ações começariam pela Amazônia. Muitas reuniões foram feitas com

6 Fonte: <http://estatico.cnpq.br/programas/inct/_apresentacao/docs/livro2013.pdf>. Acesso em 15 de maio de 2016.

7 Fonte: <<http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/7913.html>>. Acesso em 15 de maio de 2016.

potenciais parceiros e usuários e o modelo de atuação foi decidido por consenso. Como não havia capacidade instalada suficiente em muitas áreas críticas da Amazônia, o modelo adotado foi baseado em núcleos regionais, que receberiam apoio de um núcleo executor com maior tradição de pesquisa de ponta. Mesmo que, isoladamente, cada um dos núcleos regionais não tivesse capacidade instalada suficiente, a capacidade instalada da rede como um todo seria suficiente para garantir resultados por meio de trabalhos em conjunto. O modelo teve grande sucesso, foi adotado por outros órgãos e até em outros países (MAGNUSSON *et al.*, 2013). Logo depois, a realização de semiáridos foi oficialmente incluída no PPBio⁸, mas os pesquisadores daquele bioma não tinham sido incluídos nas reuniões iniciais e eles adotaram um sistema mais semelhante à pesquisa tradicional.

No início, todos os recursos foram concentrados nos núcleos executores, mas isso não foi eficiente do ponto de vista administrativo e não promoveu o desenvolvimento de competências de gestão nos núcleos regionais. Portanto, no segundo edital, de 2013, foi decidido que parte dos recursos seria repassada diretamente para os núcleos regionais, com supervisão dos núcleos executores descritos no primeiro edital do PPBio. A estratégia teve grande sucesso, fortalecendo coleções, permitindo a capacitação de pesquisadores em diversas áreas, como genética e bioprospecção, e estabelecendo meios de disponibilização de dados que, atualmente, estão sendo incorporados ao Sistema de Informação sobre a Biodiversidade Brasileira (SiBBr). O PPBio também criou muitos sítios de pesquisa de longa duração que foram distribuídos no País para complementar os sítios Peld das regiões mais desenvolvidas economicamente⁹.

No último edital do PPBio (*Chamada MCTI/CNPq/Nº 35/2012 – PPBio/Geoma - Redes de Pesquisa, Monitoramento e Modelagem em Biodiversidade e Ecossistemas*), o programa foi estendido para incluir outros biomas. O objetivo desse edital foi escrito da seguinte forma:

Pretende-se dar continuidade ao PPBio, por meio de apoio a Redes de Pesquisa em Biodiversidade abaixo identificadas:

- Rede Amazônia Oriental;
- Rede Amazônia Ocidental;
- Rede Semiárido;
- Rede Mata Atlântica;
- Rede Cerrado; e
- Rede Campos Sulinos.

8 Fonte: <<http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/7913.html>>. Acesso em 15 de maio de 2016.

9 Leia mais em: <<http://ppbio.inpa.gov.br/sitios>>. Acesso em 15 de maio de 2016.

Cada rede deverá ser composta por um projeto de Coordenação de Rede e um conjunto de Projetos de Pesquisa Associados, cujas instituições de execução deverão estar sediadas na região de interesse de cada Redex.

O objetivo, portanto, não previa mais que uma rede por região, com exceção do Bioma Amazônico, uma vez que sua extensão é maior que todos os outros biomas em conjunto.

O PPBio foi criado com o objetivo central de articular as competências regionais para que o conhecimento sobre a biodiversidade brasileira fosse ampliado e disseminado, de forma planejada e coordenada, por meio de redes de pesquisa voltadas à identificação, caracterização, valorização e ao uso sustentável da biodiversidade¹⁰. No entanto, o último edital previa projetos isolados, ao invés de núcleos regionais definidos geograficamente, resultando em uma mistura de redes semelhantes às inicialmente concebidas no PPBio e aos outros modelos similares aos projetos rotineiramente financiados pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Apesar da importância estratégica de haver cobertura para o País inteiro, metade da Amazônia não recebeu financiamento e foram criadas duas coordenações de rede para a Mata Atlântica e duas coordenações de rede para o Cerrado, resultando numa concentração de financiamento semelhante às dos outros grandes programas, como o Peld e os INCT (Figura 1D).

3. Os biomas como unidades para a tomada de decisão sobre a biodiversidade

Os biomas brasileiros são coerentes em termos de redes de drenagem e fatores climáticos grosseiros. No entanto, não são necessariamente unidades apropriadas para entender a biodiversidade. Por limitações óticas, nós percebermos mais detalhes em objetos próximos que em paisagens mais distantes. A mesma coisa acontece em escalas maiores. Os pesquisadores que delimitaram os biomas brasileiros moravam no Sul e Sudeste. Naturalmente, eles viram mais detalhes por perto, enquanto as paisagens mais distantes ficaram mais homogêneas. Por isso, os biomas brasileiros são menores no Sul e Sudeste e ficam maiores em proporção da distância do sul. O viés introduzido em termos da biodiversidade não é somente proporcional à área. Existem muito mais espécies por quilômetro quadrado (km²) nos trópicos que nas áreas mais frias (BROWN, 2014). Mesmo se os biomas a sudeste da linha de véu fossem de igual tamanho, os biomas ao noroeste da linha teriam mais espécies.

10 <<http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/7913.html>>. Acesso em 18 de maio de 2016.

A Amazônia ilustra bem as limitações de se usar os biomas oficiais. A área verde uniforme que vemos no mapa esconde os fatos de que a Amazônia tem a montanha mais alta do Brasil, a maior área de floresta inundada do planeta, a maior área de mangue do Brasil, áreas de canga lateríticas expressivas e muitas outras formações únicas. Os campos amazônicos cobrem uma área maior que os campos sulinos e provavelmente têm tanto quanto ou mais espécies. No entanto, não existe um Bioma “Campos Nortinos” ou Amazônicos. As Campinaranas têm muitas espécies de aves (BORGES, 2004) e plantas (HUBER, 1988; PRANCE, 1996) endêmicas. As plantas endêmicas das Campinaranas representam as linhagens mais antigas das plantas neotropicais. Por sua vez, as linhagens mais recentes se diversificaram e dispersaram exclusivamente nesses ambientes, como as famílias *Rapateaceae* e *Bromeliaceae* (GIVNISH *et al.*, 2004). Há pouco tempo, apenas uma espécie de *Potalia* (Gentianaceae) era conhecida como representante do gênero nas Campinaranas, mas, atualmente, são reconhecidas oito espécies, sendo três endêmicas desses ambientes (FRASIER *et al.*, 2008).

As Campinaranas do sul de Roraima e norte de Amazonas são chamadas coloquialmente de “O Pantanal da Amazônia”, mas as Campinaranas amazônicas cobrem uma área muito maior que o Pantanal. Cohn-Haft e Adeney (2008) sugeriram que as Campinaranas merecem ser reconhecidas como um bioma. Isso levanta a seguinte pergunta: se os pesquisadores que definiram os biomas brasileiros tivessem morado na Amazônia, eles teriam criado um Bioma Campinarana e considerariam aquelas pequenas áreas de campo, floresta e pântano no Sul do País um único bioma?

4. Programas estratégicos ou convenientes?

Programas estratégicos nem sempre são fáceis de implementar. Os resultados veem em longo prazo e existem muitos problemas urgentes que demandam respostas imediatas. Muitas pessoas veem as áreas ao noroeste da linha de véu como fronteiras a serem exploradas para produzir soja ou gerar eletricidade. Muitas delas consideram a biodiversidade como um impedimento e não como uma oportunidade. No entanto, essa é uma visão extremamente limitada. É verdade que a biodiversidade está acabando na maior parte do mundo, mas ela representa uma oportunidade enorme para o Brasil. As leis econômicas determinam que o valor de um recurso aumente com sua escassez.

É natural que existam diferenças entre localidades, em termos de investimentos e capacidade instalada. A distribuição de investimento em biodiversidade reflete a distribuição industrial do país (DINIZ, 2013). No entanto, ações estratégicas devem evitar distorções grosseiras. A soma de

projetos Peld, INCT ligados à biodiversidade e PPBio por Estado ilustra algumas das distorções no sistema atual. O pequeno Estado do Rio de Janeiro tem 13 projetos e o Estado de Rio Grande de Sul tem 10. Estados na zona fronteira, com alta diversidade de ambientes e estradas fazendo ligações para outros países, como Amapá e Roraima, não têm nenhum. O Estado do Acre, que faz fronteira com a Bolívia e está no começo da Estrada do Pacífico, tem somente um. Os Estados mencionados neste parágrafo têm tamanhos semelhantes, mas uma comparação por Estado pode ser enganosa. Por exemplo, o Estado de Amazonas tem nove projetos, mas todos estão sediados em Manaus. A região a oeste do rio Negro, no Estado do Amazonas, tem uma área maior que toda a região sul, tem uma estrada com conexão para Venezuela, além da maior concentração de povos indígenas do País. No entanto, não sedia projeto estratégico.

Atualmente, a biodiversidade é considerada somente no final do planejamento da instalação de obras de infraestrutura, como estradas e usinas hidroelétricas. Neste cenário, quando a decisão já foi tomada e a obra iniciada, qualquer interferência resultante de considerações sobre a biodiversidade só pode ter repercussões negativas.

5. Caminhos para romper a linha de véu

No presente artigo, já foi exposto que o Planejamento Sistemático da Conservação (PSC) pode ter grandes vantagens em relação à diminuição de custos (p.ex. redução de perda de energia e de custos de implementação de obras de infraestrutura) e benefícios (p.ex. o uso da biodiversidade para gerar melhorias econômicas e/ou ambientais). No entanto, para isso, é necessário ter as informações sobre a biodiversidade no início do planejamento, que normalmente ocorre de 10 a 20 anos antes do começo da obra. Um programa para levantar as informações necessárias, em estudos espacialmente padronizados, teria custos muito inferiores àqueles normalmente envolvidos em estudos de impactos ambientais durante a construção de uma obra. Isso raramente produz resultados práticos e frequentemente atrasa a construção. Não é uma questão de aumentar os gastos, é uma questão de gastar de uma forma mais econômica e eficiente.

Essas obras também deveriam fazer parte de uma estratégia para corrigir o viés no financiamento de sítios de pesquisa de longa duração (sítios Peld). Por exemplo, uma usina hidroelétrica resulta na destruição quase total da biodiversidade existente na área antes da formação do reservatório. No entanto, a vida útil de uma represa geralmente é maior que 100 anos e a usina gerará divisas para o país durante todo este tempo. Atualmente, as compensações para danos ambientais são pagos durante poucos anos, sem levar em consideração a perda permanente da biodiversidade. Hoje em dia, o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

(Ibama) exige levantamentos da biodiversidade espacialmente padronizados durante as fases de implementação da obra, mas esse investimento é perdido em pouco tempo, tendo em vista resultar em monitoramento dos impactos ambientais consequentes da implementação do empreendimento durante poucos anos. Uma proporção muito pequena dos rendimentos da eletricidade produzidos anualmente (p. ex. 0,01%) seria suficiente para as instituições locais manterem as áreas dos levantamentos, como sítios Peld, indefinidamente, sem precisar afetar os recursos destinados ao programa Peld das regiões mais desenvolvidas.

Grande parte da região noroeste da linha de véu é coberta por reservas indígenas. Existem alguns aspectos da biodiversidade tratados na Política Nacional de Gestão Territorial e Ambiental de Terras Indígenas (PNGATI). Os antropólogos e pesquisadores buscam acessar o conhecimento tradicional das comunidades indígenas. No entanto, muitas comunidades indígenas querem mais que isso. O conhecimento tradicional está muito ligado a um senso de lugar (LAM, 2014). Grupos indígenas querem treinamento em como aproveitar as novas oportunidades ligadas ao ambiente e à biodiversidade (p.ex. mercados de carbono, indústrias extrativistas, bioprospecção), ao mesmo tempo em que querem oportunidades de documentar e conservar o conhecimento tradicional sobre a biodiversidade (MARTINS *et al.* 2016; Sanuma *et al.* 2016).

Esta não é uma tarefa de curto prazo e somente será efetiva com a formação de biólogos indígenas financiados para trabalhar nas suas próprias terras. Somente eles poderiam saber o potencial do uso de seus recursos naturais e, ao mesmo tempo, ter a sensibilidade de aproveitar as novas oportunidades, levando em conta os valores culturais e religiosos da comunidade. Existem programas para formar agrônomos e professores indígenas, mas não para formar biólogos indígenas, situação estranha considerando a ligação estreita entre as culturas indígenas e a biodiversidade. Na reunião anual do PPBio Amazônia Ocidental, em 2012, foi decidido que dois núcleos regionais do PPBio liderariam um programa para a formação de biólogos indígenas. Esses núcleos incluiriam universidades que já tem cursos específicos para grupos indígenas em outras disciplinas. Infelizmente, a iniciativa de criar cursos específicos para formar biólogos indígenas precisou ser adiada, uma vez que o CNPq não financiou um desses núcleos regionais e aumentou o número de coordenações de rede ao sudeste da linha de véu.

As áreas ao noroeste da linha de véu também têm um aspecto estratégico para a soberania do País. A área dentro de 160 km das fronteiras com outros países é considerada estratégica para a defesa dos interesses nacionais. Quase toda essa área ocorre ao noroeste da linha de véu e corresponde às localidades mais remotas em relação aos grandes centros econômicos. Estudos da biodiversidade naquelas áreas não são importantes somente para o conhecimento científico (SOUZA & CASTELLÓN, 2012), são relevantes para a tomada de decisões políticas estratégicas. Várias redes internacionais foram criadas para estudar a biodiversidade amazônica - p.ex. Rede

Amazônica de Inventários Florestais (RAINFOR) e *Amazon Tree Diversity Network* (ATDN) -, mas as sedes dessas redes estão na Europa, o que as coloca ainda mais afastadas que os centros econômicos do Brasil ao sudeste da linha de véu. Vários núcleos regionais do PPBio eliminados no último edital ainda fazem parte dessas redes (p.ex. TER STEEGE *et al.*, 2013; e MITCHARD, *et al.* 2014). Seria ideal se eles também fizessem parte de uma rede brasileira de pesquisas em biodiversidade, estruturada e de longo prazo.

Ao invés de enfraquecer as redes de biodiversidade ao noroeste da linha de véu, elas devem ser fortalecidas. É imperativa a criação de um Centro de Capacitação em Biodiversidade para fortalecer os centros acadêmicos situados ao nordeste da linha de véu. Não é necessário criar uma estrutura totalmente nova, uma vez que a capacidade instalada existe apenas está dispersa na rede. Somente é necessário criar condições para que os pesquisadores e professores possam oferecer treinamentos em locais estratégicos. O Brasil já desempenha um papel muito importante na capacitação de profissionais de outros países amazônicos, uma atividade não só eticamente correta, mas estratégica. As cabeceiras da maioria dos rios amazônicos estão em outros países. O mau uso dessas áreas afetaria toda a bacia em território brasileiro.

Durante a primeira fase do PPBio, foram discutidas várias opções para ordenar as prioridades para a atuação do programa, como: (1) investir proporcionalmente à área geográfica; (2) investir proporcionalmente ao número de espécies na área; (3) investir onde há menos capacidade instalada; (4) investir onde o acesso logístico é limitado. Cada uma tem limitações sob a perspectiva de um plano estratégico, mas, também, cada uma tem aspectos positivos. Em contraste, a opção efetivamente adotada no último edital do PPBio foi de investir somente onde já existe capacidade instalada. Essa opção não tem vantagens estratégicas para a biodiversidade como um todo e duplica esforços de outros programas do balcão do CNPq.

É necessário aumentar o investimento em pesquisas sobre a biodiversidade, mas o Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicação (MCTIC) não deve atuar sozinho nesse desafio. O Ministério da Educação (MEC) poderia criar postos específicos para professores com o perfil para trabalhar em redes multidisciplinares da biodiversidade, em cada uma das universidades ao noroeste da linha de véu. Mesmo que existam relativamente muitos professores trabalhando em redes intradisciplinares (p.ex. redes de laboratórios de genética e redes de laboratórios de fitoquímica), profissionais com o perfil para trabalhar em estudos integrados de cadeias de produção de conhecimento multidisciplinares são raros nos dois lados da linha de véu. Programas como o Programa Universidade para Todos (ProUni) melhoraram o acesso à educação. Com a descaracterização do PPBio, o que precisamos agora é um programa ProBiodiversidade, para que possamos romper a linha de véu que esconde a biodiversidade e, dessa forma, todos os brasileiros tenham acesso aos benefícios dessa biodiversidade.

O Brasil está perdendo uma oportunidade grande de ser o País com a maior biodiversidade do mundo. Somente um programa inovativo, que instale pesquisas da biodiversidade nas regiões mais estratégicas, poderia gerar os conhecimentos necessários para que a biodiversidade brasileira seja conhecida e aproveitada plenamente.

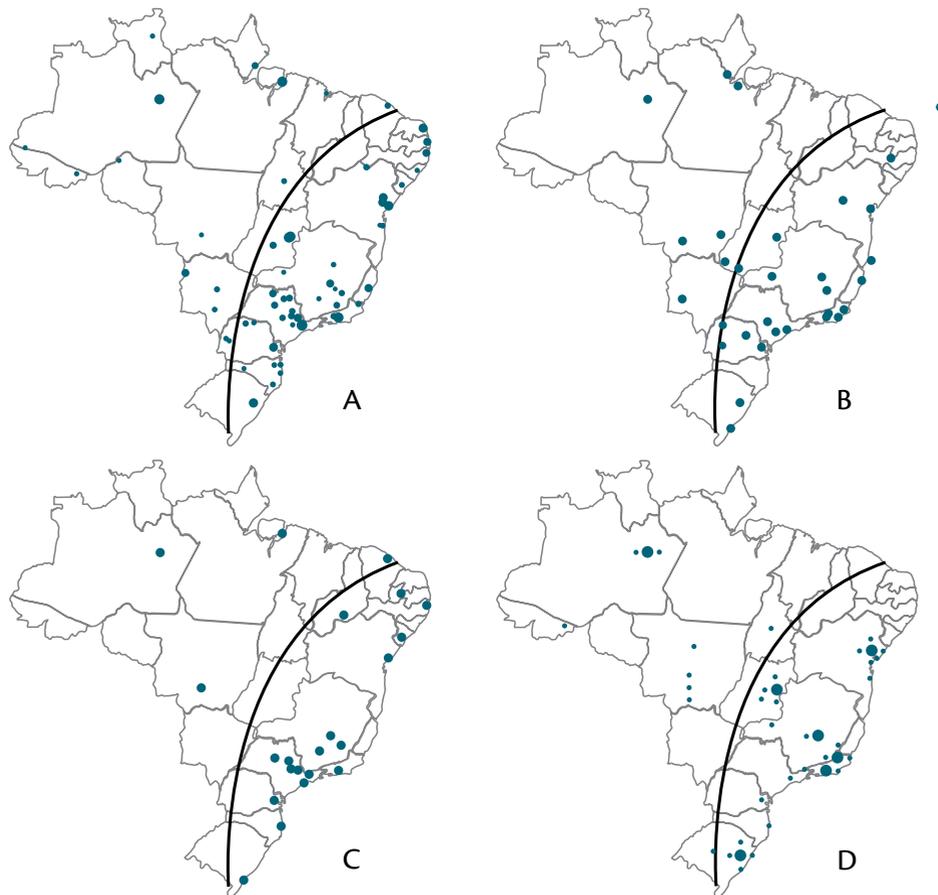


Figura 1. Mapas demonstrando a distribuição do investimento em pesquisas que envolvem biodiversidade no Brasil. A) Distribuição de coleções reconhecidas com fiel depositário pelo Instituto Chico Mendes da Biodiversidade (ICMBio). Os tamanhos dos símbolos são proporcionais ao logaritmo do número de coleções naquele local. B) Distribuição dos sítios de Pesquisa Ecológica de Longa Duração (Peld). C) Distribuição das cidades sedes de Institutos Nacionais de Ciência Tecnologia e Inovação (INCT) com alguma ligação com a biodiversidade. D) Distribuição de sedes de projetos de pesquisa do Programa de Pesquisa em Biodiversidade (PPBio) aprovados no edital de 2012. Os símbolos maiores representam as sedes das Coordenações de Redes e os símbolos menores representam as sedes dos projetos associados.

Referências

- BILLICK, I.; PRICE, M. **The ecology of place**. Chicago, IL, USA: University of Chicago Press, 2010.
- BORGES, S.H. Species poor but distinct: bird assemblages in white sand vegetation in Jaú National Park, Amazonian Brasil. **Ibis**. v.146, p.114-124, 2004.
- BROWN, J.H. Why are there so many species in the tropics? **Journal of Biogeography**, v. 41, p. 8-22, 2014.
- COHN-HAFT, M.; ADENEY, M. Amazonian Campos are Wetlands. IN: INTECOL INTERNATIONAL WETLANDS CONFERENCE, 8., Cuiabá, July 2008, **Proceedings...** 2008.
- DINIZ, C.C. **Dinâmica regional e ordenamento do território brasileiro: desafios e oportunidades**. Belo Horizonte: UFMG/CEPELAR, Texto de Discussão n. 375, p.1-29. 2013.
- FRASIER, C.L.; ALBERT, V.A.; STRUWE, L. Amazonian lowland, white sand areas as ancestral regions for South American biodiversity: Biogeographic and phylogenetic patterns in Potalia Angiospermae: Gentianaceae. **Organisms, Diversity & Evolution**. v. 8, p. 44-57. 2008.
- GIVNISH, T.J.; MILLAM, K.C.; EVANS, T.M.; HALL, J.C.; PIRES, J.C.; BERRY, P.E.; SYTSMA, K.J. Ancient vicariance or recent long-distance dispersal? Inferences about phylogeny an south American-African disjunctions in Rapateaceae and Bromeliaceae based on ndhF sequence data. **International Journal of Plant Sciences**. v. 165 n.4 Suppl., p. S35-S54, 2004.
- HUBER, O. Guayana highlands versus Guayana lowlands, a reappraisal. **Taxon**, v. 37, n. 3, p. 595-614. 1988.
- LAM, M.E. Building ecoliteracy with traditional ecological knowledge: do, listen, and learn. **Frontiers in Ecology and Society** v. 12, p. 250-251. 2014.
- LEWINSOHN, T.M.; PRADO, P.I. **Biodiversidade Brasileira: síntese do estado atual do conhecimento**. Brasília: Editora Contexto. 2002.
- LIKENS, G. The role of science in decision making: does evidence-based science drive environmental policy? **Frontiers in Ecology and Environment**, v. 8, p. 1-9. 2010.

MAGNUSSON, W.E.; BRAGA-NETO, R.; PEZZINI, F.F.; BACCARO, F.; BERGALHO, H.; PENHA, J.; RODRIGUES, D.; VERDADE, L.M.; LIMA, A.; ALBERNAZ, A.L.; HERO, J.M.; LAWSON, B.E.; CASTILHO, C.; DRUCKER, D.; FRANKLIN, E.; MENDONÇA, F.; COSTA, F.R.C.; GALDINO, G.; CASTLEY, G.; ZUANON, J.; VALE, J.; SANTOS, J.L.C.; LUIZÃO, R.; CINTRA, R.; BARBOSA, I.R.; LISBOA, A.; KOBLITZ, R.V.; CUNHA, C.N.; PONTES, A.R.M. **Biodiversidade e monitoramento ambiental integrado: o sistema RAPELD na Amazônia**. 1. ed. Santo André - SP: Attema Editorial, 2013.

MARTINS, M.S.; SANUMA, C.; AUTUORI, J.; SANUMA, L.R.; SANUMA, M.; SANUMA, O.I.; APIAMÖ, R.M. **Sanöma samakönö sama tökö nii pewö oa wi ĩ tökö waheta: salaka pö = Enciclopédia dos alimentos yanomami Sanöma: peixes, crustáceos e moluscos**. 1 ed. São Paulo – SP: Hutukara Associação Yanomami e Instituto Socioambiental, 2016.

MITCHARD, E.T.A.; FELDPAUSCH, T.R.; BRIENEN, R.J.W.; LOPEZ-GONZALEZ, G.; MONTEAGUDO, A.; BAKER, T.R.; LEWIS, S.L.; LLOYD, J.; QUESADA, C.A.; GLOOR, M.; TER STEEGE, H.; MEIR, P.; ALVAREZ, E.; ARAUJO-MURAKAMI, A.; ARAGÃO, L.E.O.C.; ARROYO, L.; AYMARD, G.; BANKI, O.; BONAL, D.; BROWN, S.; BROWN, F.I.; CERÓN, C.E.; CHAMA MOSCOSO, V.; CHAVE, J.; COMISKEY, J.A.; CORNEJO, F.; CORRALES MEDINA, M.; DA COSTA, L.; COSTA, F.R.C.; DI FIORE, A.; DOMINGUES, T.F.; ERWIN, T.L.; FREDERICKSON, T.; HIGUCHI, N.; HONORIO CORONADO, E.N.; KILLEEN, T.J.; LAURANCE, W.F.; LEVIS, C. MAGNUSSON, W.E.; MARIMON, B.S.; MARIMON JUNIOR, B.H.; MENDOZA POLO, I.; MISHRA, P.; NASCIMENTO, M.T.; NEILL, D.; NÚÑEZ VARGAS, M.P.; PALACIOS, W.A.; PARADA, A.; PARDO MOLINA, G.; PEÑA-CLAROS, M.; PITMAN, N.; PERES, C.A.; POORTER, L.; PRIETO, A.; RAMIREZ-ANGULO, H.; RESTREPO CORREA, Z.; ROOPSIND, A.; ROUCOUX, K.H.; RUDAS, A.; SALOMÃO, R.P.; SCHIETTI, J.; SILVEIRA, M.; DE SOUZA, P.F.; STEININGER, M.K.; STROPP, J.; TERBORGH, J.; THOMAS, R.; TOLEDO, M.; TORRES-LEZAMA, A.; VAN ANDEL, T.R.; VAN DER HEIJDEN, G.M.F.; VIEIRA, I.C.G.; VIEIRA, S.; VILANOVA-TORRE, E.; VOS, V.A. WANG, O.; ZARTMAN, C.E. MALHI, Y.; PHILLIPS, O.L. Markedly divergent estimates of Amazon forest carbon density from ground plots and satellites. **Global Ecology and Biogeography**, Early view, p. 1-12. 2014.

NATIONAL SCIENCE FOUNDATION. **Long-term ecological research program: Twenty year review**. Estados Unidos: 2002. Disponível em: <http://intranet.iternet.edu/archives/documents/reports/20_yr_review/>.

PEIXOTO, A. L.; LUZ, J.R.P.; BRITO, M.A. **Conhecendo a biodiversidade**. 1. ed. Brasília - DF: Vozes, 2016.

PRANCE, G.T. Islands in Amazonia. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London B Biological Sciences**. v. 351, p. 823-833. 1996.

PRESTON, F.W. The commonness and rarity of species. *Ecology*. v. 29, n. 3, p. 254–283. 1948.

SANUMA, O.I.; TOKIMOTO, K.; SANUMA, C.; AUTUORI, J.; SANUMA, L.R.; SANUMA, M.; MARTINS, M.S.; MENOLLI JR., N.; ISHIKAWA, N.K.; APIAMÖ, R.M. **Sanöma samakönö sama tökö nii pewö oa wi ĩ tökö waheta: Ana amopö = Enciclopédia dos alimentos yanomami Sanöma: cogumelos**. 1 ed. São Paulo – SP: Hutukara Associação Yanomami e Instituto Socioambiental, 2016.

SOUZA, L.A.; CASTELLÓN, E.G. **Projeto Fronteiras: desvendando as fronteiras do conhecimento na região Amazônica do Alto Rio Negro**. Manaus: INPA, 2012.

TABARELLI, M.; DA ROCHA, C.F.D.; ROMANOWSKI, H.P.; ROCHA, O.; LACERDA, L.D. **PELD – CNPq: dez anos do Programa de Pesquisas Ecológicas de Longa Duração do Brasil: achados, lições e perspectivas**. Recife: Editora Universitária UFPE, 2013.

TER STEEGE, H.; PITMAN, N.C.A.; SABATIER, D.; BARALOTO, C.; SALOMAO, R.P.; GUEVARA, J.E.; PHILLIPS, O.L.; CASTILHO, C.V.; MAGNUSSON, W.E.; MOLINO, J.F.; MONTEAGUDO, A.; NUNEZ VARGAS, P.; MONTERO, J.C.; FELDPAUSCH, T.R.; CORONADO, E.N.H.; KILLEEN, T.J.; MOSTACEDO, B.; VASQUEZ, R.; ASSIS, R.L.; TERBORGH, J.; WITTMANN, F.; ANDRADE, A.; LAURANCE, W.F.; LAURANCE, S.G.W.; MARIMON, B.S.; MARIMON, B.H.; GUIMARAES VIEIRA, I.C.; AMARAL, I.L.; BRIENEN, R.; CASTELLANOS, H.; CARDENAS LOPEZ, D.; DUIVENVOORDEN, J.F.; MOGOLLON, H.F.; MATOS, F.D.D.A.; DAVILA, N.; GARCIA-VILLACORTA, R.; STEVENSON DIAZ, P.R.; COSTA, F.R.C.; EMILIO, T.; LEVIS, C.; SCHIETTI, J.; SOUZA, P.; ALONSO, A.; DALLMEIER, F.; MONTOYA, A.J.D.; FERNANDEZ PIEDADE, M.T.; ARAUJO-MURAKAMI, A.; ARROYO, L.; GRIBEL, R.; FINE, P.V.A.; PERES, C.A.; TOLEDO, M.; AYMARD, G.A.; BAKER, T.R.; CERON, C.; ENGEL, J.; HENKEL, T.W.; MAAS, P.; PETRONELLI, P.; STROPP, J.; ZARTMAN, C.E.; DALY, D.; NEILL, D.; SILVEIRA, M.; PAREDES, M.R.; CHAVE, J.; LIMA FILHO, D.D.A.; JORGENSEN, P.M.; FUENTES, A.; SCHONGART, J.; CORNEJO VALVERDE, F.; DI FIORE, A.; JIMENEZ, E.M.; PENUELA MORA, M.C.; PHILLIPS, J.F.; RIVAS, G.; VAN ANDEL, T.R.; VON HILDEBRAND, P.; HOFFMAN, B.; ZENT, E.L.; MALHI, Y.; PRIETO, A.; RUDAS, A.; RUSCHELL, A.R.; SILVA, N.; VOS, V.; ZENT, S.; OLIVEIRA, A.A.; SCHUTZ, A.C.; GONZALES, T.; TRINDADE NASCIMENTO, M.; RAMIREZ-ANGULO, H.; SIERRA, R.; TIRADO, M.; UMANA MEDINA, M.N.; VAN DER HEIJDEN, G.; VELA, C.I.A.; VILANOVA TORRE, E.; VRISENDORP, C.; WANG, O.; YOUNG, K.R.; BAIDER, C.; BALSLEV, H.; FERREIRA, C.; MESONES, I.; TORRES-LEZAMA, A.; URREGO GIRALDO, L.E.; ZAGT, R.; ALEXIADES, M.N.; HERNANDEZ, L.; HUAMANTUPA-CHUQUIMACO, I.; MILLIKEN, W.; PALACIOS CUENCA, W.; PAULETTO, D.; VALDERRAMA SANDOVAL, E.; VALENZUELA GAMARRA, L.; DEXTER, K.G.; FEELEY, K.; LOPEZ-GONZALEZ, G.; SILMAN, M.R. Hyperdominance in the Amazonian Tree Flora. *Science*. v. 342, p. 325-335. 2013.

Desflorestamento no sul do Amazonas: embate entre o desenvolvimento econômico e a conservação ambiental

Raimundo Vitor Ramos Pontes¹,
Marconde Carvalho de Noronha²,
Kelem Rodrigues de Melo Pontes³

Resumo

O sul do Estado do Amazonas vem sofrendo com o crescente desmatamento causado por atividades econômicas oriundas dos Estados vizinhos localizados no Centro-Oeste brasileiro. A produção pecuária e o cultivo da soja têm avançado do norte do Mato Grosso e nordeste de Rondônia, chegando ao sul do Amazonas na sub-região do Purus, trazendo preocupações tanto ao governo do Estado quanto ao governo federal, que procuram neutralizar a dinâmica do desmatamento por meio de medidas políticas estabelecidas em legislação específica. Contudo, ainda não se obtiveram resultados concretos

Abstract

The southern Amazonas state has suffered from increasing deforestation caused by economic activities coming from the neighboring states located in the Brazilian Midwest. Livestock production and cultivation of soybean have northern advanced Mato Grosso and northeastern Rondônia coming south of the Amazon in Purus Subregion bringing concerns to the State Government as well as the federal government seeking to neutralize the dynamics of deforestation through policy measures set out in specific legislation. However, they not yet obtained concrete results that allow a continuity solution to the problem. Thus, this article aims

1 Doutorando em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia pelo PPGCASA/UFAM, mestre em Desenvolvimento Regional, bolsista da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (Fapeam). Docente do Curso de Administração do Instituto de Ciências Sociais Educação e Zootecnia/UFAM.

2 Doutorando em Biodiversidade e Desenvolvimento Sustentável – PPG/Bionorte/UFAM/UEA, mestre em Desenvolvimento Regional. Professor de Economia da Fundação Centro de Análise e Pesquisa Industrial (Fucapi).

3 Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Serviço Social e Sustentabilidade na Amazônia (PPGSS/UFAM). Bolsista da Fapeam.

que permitissem uma solução de continuidade para o problema. Assim, este artigo procurou trazer evidências de que o desmatamento está relacionado à produção pecuária e ao cultivo da soja, fazendo também uma análise da falha metodológica do Código Florestal Brasileiro, mostrando que do ponto de vista econômico a imposição de solução uniforme para problema ambiental de natureza diversa se caracteriza pela ineficiência dos seus resultados. Buscou-se, também, contribuir com a simulação de uma proposta orientada à flexibilização do padrão de qualidade ambiental estabelecido pelo novo Código Florestal Brasileiro, que permitisse a cada agente desmatador uma redução no seu nível de desmatamento até o patamar que corresponde ao seu Custo Marginal de Redução (CMR), independente do CMR de outros agentes desmatadores. A conclusão evidencia a compreensão de que o problema do desmatamento no sul do Amazonas traduz o embate entre o desenvolvimento econômico do País e a conservação dos ecossistemas amazônicos, fenômenos que se mostram difíceis de gerenciar quando se busca desenvolver um e conservar o outro.

Palavras-chave: Sul do Amazonas. Desmatamento. Código Florestal.

to bring evidence that deforestation is related to livestock production and the cultivation of soy, also making an analysis of the methodological failure of the Brazilian Forest Code showing that the economic point of view to uniform solution enforcement for environmental nature problem diverse characterized by inefficiency of its results. It sought to contribute to the simulation of a proposal geared to easing the standard of environmental quality established by the new Brazilian Forest Code that would allow each deforester agent a reduction in their level of deforestation to the level that matches your Reduction Marginal Cost (CMR), regardless of CMR other loggers agents. In conclusion, it was understood that the problem of deforestation in the southern Amazon reflects the clash between the country's economic development and conservation of Amazonian ecosystems, phenomena that prove difficult to manage when it seeks to develop one and save the other.

Keywords: South of the Amazon. Deforestation. Forest Code.

1. Introdução

O Brasil é possuidor de imensa floresta, que comporta inúmeros ecossistemas e cujo bioma é rico em diversidades animais e vegetais. Os seres humanos que nela habitam, em sua grande maioria, ainda vivem em simbiose com todas as espécies que povoam este biótopo⁴, de forma tal que estas interações se traduzem em conservação para o bioma por meio de novas dinâmicas de equilíbrio entre os humanos e as espécies.

A pressão do crescimento econômico⁵ fundamentada na racionalidade econômica, entretanto, põe em perigo todo este equilíbrio. A Amazônia brasileira se estende do extremo oeste do Estado do Amazonas até o extremo leste do Estado do Maranhão; extremo norte do Estado de Roraima ao sul do Estado do Mato Grosso, na região central do Brasil. Entretanto, ela não está mais intacta. Grandes áreas de florestas no Maranhão, Pará, Mato Grosso, Rondônia e Acre foram extintas.

Se ocorrer na Amazônia o que vem ocorrendo nas florestas da China, os custos ambientais e sociais derivados das atividades produtivas impostas pela racionalidade econômica do mercado serão incalculáveis e irreversíveis. Neste caso, a “cor do gato”⁶ importa muito para a floresta Amazônica. Se algum dia, no futuro, Leonard (2008, p. 55-56) sobrevoar a Amazônia, espera-se que não tenha a mesma visão quando de suas viagens a Pequim:

“[...] eu sempre sei quando o avião entra no espaço aéreo chinês: a poluição é tanta que não consigo ver o solo. O ar, o solo e a água da China estão sendo profanamente desperdiçados pela implacável busca pelo crescimento econômico. Conforme o desenvolvimento avança nas costas ao leste, as terras do interior estão se tornando lugares estéreis e devastados [...]. As fábricas da China expelem gases tóxicos e despejam substâncias químicas e dejetos nos rios e lagos. A agricultura chinesa utiliza fertilizantes que são proibidos no resto do mundo. Um quarto do solo chinês já se transformou em deserto, como resultado do desmatamento e de sua propagação de 2.460 km por ano”.

4 Edgar Morin utiliza este termo para conceituar o meio geofísico onde os ecossistemas interagem e se reproduzem por meio do conjunto de interações denominado biocenose (MORIN, 2005, p. 33).

5 O Brasil ainda é um grande produtor e exportador de commodities. Grande parte do seu produto interno bruto depende da exportação da carne bovina, carne de frango, café e soja. Diretamente o crescimento econômico do País se fundamenta na pecuária e na monocultura. Quanto ao parque industrial brasileiro, este sempre teve um histórico de baixa concorrência no mercado internacional motivado por falta de investimentos em tecnologias, e nos últimos anos sofreu impactos estruturais negativos decorrentes da crise econômica mundial iniciada em 2008.

6 Quando nos anos 80 do Século XX Deng Xiaoping - então autoridade máxima da China -, estabeleceu o acelerado programa de crescimento econômico para o país, disse: “*Não importa se o gato é branco ou preto. O que importa é que ele peque o rato*”.

No sul do Estado do Amazonas há alguns anos se iniciou um processo de degradação ambiental capitaneado por desmatamentos florestais, trazendo como consequência a antropização de imensas áreas e conflitos sociais. Fez-se um esforço para tentar compreender as possíveis causas estruturais que demandaram tal problema, culminando assim na hipótese de que ele está possivelmente associado ao incremento produtivo da pecuária e da soja dos Estados do Centro Oeste brasileiro e dos Estados do sudoeste da Amazônia. Este artigo pretende trazer discussões e sugestões relativas a essa problemática.

2. A pecuária e a soja do Centro-Oeste brasileiro no sul do Amazonas

Existe todo um contexto histórico e econômico do País que, amalgamado a algumas evidências, justificam seguir a linha de pensamento que aponta a produção pecuária e o cultivo da soja do Centro-Oeste brasileiro como as possíveis causas estruturais do acelerado desmatamento florestal que avançaram no sul do Amazonas.

A economia brasileira tem no setor primário as bases de sua riqueza cuja ênfase produtiva principal se concentra na pecuária e na monocultura da soja. Na composição do Produto Interno Bruto brasileiro essas duas atividades econômicas assumem importância fundamental. Estudos da Companhia Nacional de Abastecimento (Conab) e de organizações do próprio setor produtivo, como a Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne (Abiec) e o Instituto Mato-grossense de Economia Agropecuária (Imea), indicam que, nas últimas décadas, a pecuária e a soja se tornaram os principais motores do crescimento econômico dos Estados do Centro-Oeste brasileiro e do sudoeste da Amazônia. Algumas evidências que sustentam essas assertivas serão tratadas a seguir.

Dados da produção pecuária do Acre, Rondônia e Mato Grosso mostram que essa atividade tem mantido um paulatino crescimento na região. Mesmo com a crise econômica que o País atravessa, a atividade pecuária não tem demonstrado enfraquecimento nesses Estados. Em um comparativo de abates bovinos verificou-se que, em 2014 o Acre abateu 269.765 cabeças de gado; Rondônia, 2.174.772; e Mato Grosso, 5.219.459. Em 2015, o Acre abateu 259.014; Rondônia, 2.444.392; e Mato Grosso, 4.682.331. No primeiro semestre de 2016 o Acre abateu 175.783; Rondônia 1.725.889; e Mato Grosso 2.896.271. A dimensão desses números mostra uma efetividade da produção pecuária nesses Estados⁷, fazendo crer que essa produção está bem assentada nessas regiões.

7 Fonte: Dados disponíveis em: <<http://sigsif.agricultura.gov.br>>. Acesso: 17/08/2016.

Outra evidência se relaciona ao número de frigoríficos cujas plantas estão distribuídas nos três Estados. A Figura 1 um mostra um tipo de “arco de frigoríficos” que cercam a Amazônia. O número acentuado de frigoríficos no norte do Mato Grosso, norte e nordeste de Rondônia, e sul do Acre, deixa claro o tamanho e a dimensão da produção pecuária que chegou ao sul do Amazonas. Todos estes frigoríficos possuem o selo do Sistema de Inspeção Federal (SIF) do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, porque todos são exportadores de carne e o certificado chancela a qualidade da carne para a exportação. É justificada a quantidade de frigoríficos na região, pois só no norte do Mato Grosso, no período de quase dez anos, o rebanho bovino saltou de 4,81 milhões de cabeças de gado em 2006, para 5,21 milhões de cabeças em 2015, denotando-se um paulatino crescimento de 17,82% (Imea, 2016, p.12).

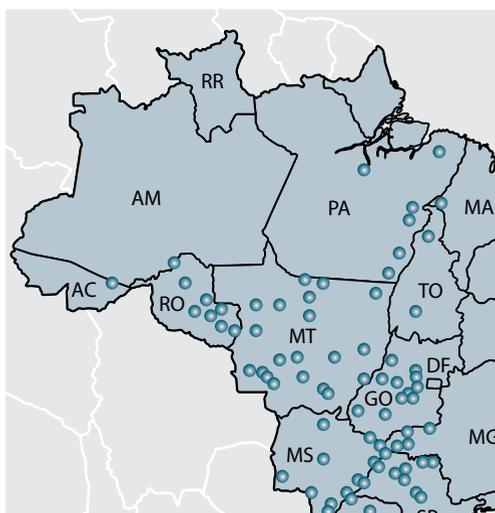


Figura 1. Planta dos frigoríficos distribuídos nos Estados do Acre, Rondônia e norte do Mato Grosso, configurando a dimensão da pecuária na região.

Fonte: Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne (Abiec).

A soja é outra poderosa atividade econômica da região que vem tendo crescimento acentuado em direção ao norte. Segundo as estimativas do Imea (2016, p.1), as regiões do Mato Grosso que possuem expectativa de registrar os maiores aumentos de áreas cultivadas são o norte e o noroeste, com elevação em relação à safra 2015/16 de 3,5% e 1,2%, respectivamente. Assim, a produção aguardada para a temporada 2016/17 nesta primeira intenção de safra recebeu influência positiva do incremento aguardado na produtividade. A projeção inicial aponta para uma produção de 29,39 milhões de toneladas, representando um aumento de 1,85 milhão de toneladas em relação à safra 2015/16. A Figura 2 mostra as áreas de plantio da soja no Mato Grosso e em Rondônia apontando a tendência de ascender ao sul do Amazonas.

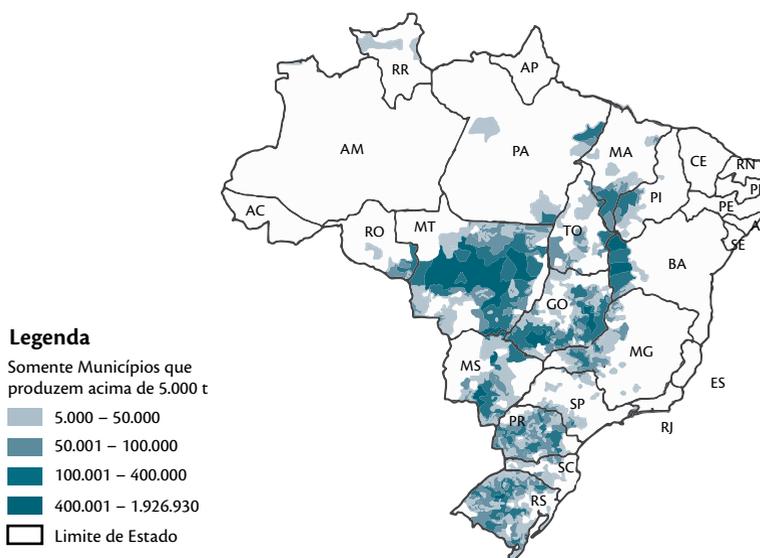


Figura 2. Produção de soja no Mato Grosso e em Rondônia. O avanço do cultivo em direção ao sul do Amazonas.

Fonte: Conab 2013.

No Mato Grosso, maior produtor nacional, a expectativa é que a área para a próxima safra seja ligeiramente maior, mesmo considerando a possibilidade do forte aumento da área de soja dos Estados Unidos, aliado às boas condições climáticas das lavouras americanas observadas até o momento. Em Rondônia, a soja localiza-se em sua maior parte na região sul utilizando em seus processos alta tecnologia. O Estado possui grandes áreas com pastagens e a expectativa é de que partes dessas áreas sejam transformadas em um futuro próximo em lavouras de soja (Conab, 2013, p.108).

A produção pecuária e o cultivo da soja colocam os Estados do Mato Grosso, Rondônia e Acre como os principais vetores do perigo que cerca a sobrevivência da biodiversidade no sul do Amazonas. Uma vez que as suas exportações de carne bovina para outros países têm se expandido a cada ano, entende-se que a necessidade de terras para pastagens precisam também sofrer expansão, e esta aponta para o Norte. Não se poderia deixar de assinalar que o modelo produtivo da pecuária utilizado nesses Estados é a pecuária extensiva, ideal para a produção de gado de corte por requerer grandes extensões de pastos com baixo investimento.

Os números da produção pecuária e do cultivo da soja são positivos para o crescimento econômico desses Estados e para a economia brasileira, mas se mostram deletérios para a

parte das florestas que se situam no sul do Estado do Amazonas. Por essa causa, o governo do Amazonas, nos últimos anos, tem voltado a sua atenção ao enfrentamento do desmatamento no sul do Estado, utilizando a legislação ambiental como instrumento da tentativa de encontrar solução de continuidade para o problema. No entanto, o resultado até o momento se mostrou aquém do esperado, como se verá ao longo deste artigo.

O governo federal também procura contribuir promulgando inúmeras leis que tratam de questões ambientais no País. Dentre essas, a mais utilizada no momento para atenuar a dinâmica do desmatamento não só na Amazônia, mas em todo o Brasil, é a Lei Federal nº 12.651/2012 que estabelece um conjunto de normas denominado de Código Florestal Brasileiro⁸. A legislação determina o padrão de qualidade ambiental a ser seguido em todo o território nacional. Porém, notou-se uma falha metodológica na concepção da sua aplicação por impor soluções políticas uniformes para equacionar problemas ambientais de natureza diversa.

Nos próximos tópicos deste artigo buscou-se fazer uma análise do processo de desmatamento no sul do Estado do Amazonas com o objetivo de mostrar que esse fenômeno está ligado ao processo de desenvolvimento econômico do País, tendo a produção pecuária e o cultivo da soja como seus vetores principais. Também serão feitas críticas à falha metodológica na aplicação do novo Código Florestal Brasileiro, mostrando que, do ponto de vista econômico e social, a imposição política de solução uniforme para problemas ambientais de natureza diversa se caracteriza pela ineficiência dos seus resultados e não contribui efetivamente para impedir que o bioma brasileiro, principalmente a floresta amazônica, corra riscos oriundos do crescimento econômico.

3. O contexto da exploração ambiental na Amazônia

Um dos maiores problemas enfrentados pela sociedade contemporânea é a sua incapacidade de sustentar o seu crescimento econômico sem degradar, de forma sistemática e irreversível, o sistema ambiental na conjuntura do atual modelo produtivo. Leff (2013, p.56) considera que “a degradação ambiental emerge do crescimento e da globalização da economia [...]”. Não há como comprovar, mas também não há como negar as palavras de Leff, pois não é difícil entender que a economia de mercado e a sociedade de consumo são dimensões que se complementam no contexto dos problemas ambientais enfrentados hoje no mundo, não se podendo negar a existência de uma relação direta entre crescimento econômico e os problemas ambientais.

8 Daqui para frente nos referiremos a ele apenas como “Código Florestal”.

A extinção, a exaustão e a degradação de vários recursos naturais na sua concretude obrigaram o homem a aceitar a importância do sistema ambiental e a se preocupar com a sua conservação e preservação. Nos últimos cinquenta anos, o pensamento humano sobre o meio ambiente veio sofrendo várias alterações conceituais, e as práticas de enfrentamento dos problemas ambientais vieram acompanhando essas alterações. Antes, a ênfase do pensamento humano se concentrava somente na preservação das espécies e dos ecossistemas, porém forçava um afastamento entre o homem e a natureza, onde aquele não se sentia parte desta. Hoje, a ênfase recai na alteridade entre homem e natureza, forçando o homem a se sentir parte dela e a sentir também o resultado de sua degradação (Mace, 2014, p.1559).

O efeito das alterações conceituais do pensamento humano sobre o sistema ambiental pode ser exemplificado nas preocupações com a crescente degradação da floresta Amazônica. As degradações derivadas de atividades antropizantes em solo amazônico e a sua relação simbiótica com a sobrevivência de seus habitantes e com o equilíbrio climático no mundo tem permeado os debates em nível nacional e mundial.

Margulis (2003, p.11) afiança que na Amazônia brasileira a degradação ambiental se localiza no desmatamento florestal intensificado a partir da década de 1990, causado principalmente pela pecuária em grande escala adaptada às condições geoecológicas da região que permitiram ganhos de produtividade a custos baixos. Trazendo a análise do problema para o sul do Amazonas, Munden (2013, p. 11) observou que:

A dinâmica mais característica do uso do solo tem um caráter itinerante: ocupação da terra com floresta virgem, retirada de madeira de lei, agricultura e pecuária de baixo rendimento, instalação de uma pecuária extensiva mais produtiva com concentração da terra em propriedades médias ou grandes, instalação das plantações de soja sobre as pastagens improdutivas com deslocamento da pecuária, ampliação da infraestrutura para o agronegócio, finalizando com a migração destas forças para outras áreas, um ciclo vicioso que se auto-alimenta.

Essas características elencadas por Munden se traduzem em uma super exploração da floresta trazendo efeitos devastadores sobre os ecossistemas e os grupos sociais que neles habitam, cuja degradação, segundo Coria & Sterner (2011, p.3), é alimentada por direitos de propriedade imprecisos, avaliação incorreta dos insumos e produtos decorrentes da exploração dos recursos naturais, indisponibilidade de informações, acordos de monopólio ou de outras formas de poder de mercado, e decisões de investimentos mal feitos por órgãos dos governos estaduais. Macedo

et al (2011, p.01) ainda colocam que no “arco do desmatamento”⁹, localizado no sul do Amazonas e Pará, fronteiriços aos Estados do Mato Grosso e Rondônia, a expansão agrícola na região trouxe mudanças ambientais drásticas (Figura 3).

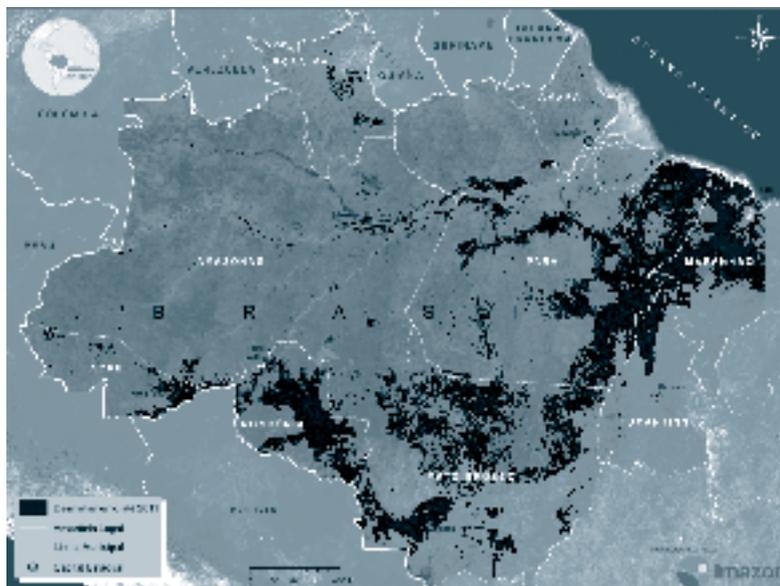


Figura 3. As partes mais escuras no mapa da Amazônia Legal indicam “o arco do desmatamento” que avança para o Norte trazendo efeitos ambientais drásticos.

Fonte: Imazon (2012).

4. O desmatamento no sul do Amazonas

O Estado do Amazonas é a maior unidade federativa do Brasil, possuindo uma área de 1.570.745,7 km² de extensão, representando 18,5% do território brasileiro e 31% da área da Amazônia brasileira. Deste total, 700 mil de km² correspondem a áreas protegidas, equivalendo a 44,6% de seu território.

⁹ Região onde a agricultura e a pecuária avançam em direção à floresta contabilizando os maiores índices de desmatamento da Amazônia. São 500 mil km² de terras que vão do leste e sul do Pará em direção oeste, passando por Mato Grosso, Rondônia e Acre. Informação disponível em: <<http://www.ipam.org.br/saiba-mais/glossariotermino/Arco-do-desmatamento/92>>.

A força econômica do Estado se concentra no Pólo Industrial de Manaus (PIM), que acomoda inúmeras indústrias de montagem de produtos desde fábricas de papelão a fábricas de eletroeletrônicos e motocicletas. Do setor industrial dependem os setores de serviços e comércio, sendo estes bem atuantes, principalmente na capital Manaus.

O sul do Estado é formado pelos municípios de Boca do Acre, Pauini, Canutama, Lábrea, Tapauá, Apuí, Borba, Humaitá, Manicoré e Novo Aripuanã. O seu contexto ambiental é formado por floresta ombrófila densa, caracterizada por árvores entre 40 e 50 metros de altura, cercadas de arbustos, com áreas úmidas ou encharcadas. O contexto também possui floresta ombrófila aberta, caracterizada por palmeiras, bambuzal e cipós, em uma espécie de fronteira com a vegetação do Centro-Oeste brasileiro.¹⁰

Há alguns anos, esses municípios do sul vêm enfrentando problemas com a intensificação do desmatamento, cujas causas estão fortemente relacionadas com as atividades do setor primário, representadas pela pecuária e pelo cultivo da soja que avançam do Centro-Oeste para o Norte. Antes de desenvolver uma análise do problema, faz-se necessário esclarecer que o Amazonas não se afigura entre os grandes produtores de carne bovina como o Pará, Rondônia, Mato Grosso e Acre, dentre outros. O próprio Estado é um grande importador de carne processada ou “*in natura*”.

Em um estudo sobre a cadeia produtiva do gado de corte de um dos municípios considerado grande produtor de carne bovina da região, Pontes e Lima (2012, p. 47) averiguaram que “do volume de carne bovina consumida em Manaus, capital do Amazonas, somente 20% eram abastecidos pelos municípios amazonenses, enquanto que os outros 80% eram abastecidos com carne importada de outros Estados, tais como Mato Grosso, Rondônia, Acre e municípios do oeste do Pará”. Verifica-se então que o desmatamento no sul do Amazonas, a princípio, possui características exógenas às principais atividades econômicas do Estado. No ano de 2007, um estudo da Cepal (2007, p. 19, 63) identificou as possíveis causas desse desmatamento:

O Estado do Amazonas apresenta níveis elevados de conservação da natureza e de biodiversidade. Há, entretanto, pressões ambientais, sobretudo no sul, no sentido do avanço da fronteira agropecuária [...]. Grande parte do desmatamento recente no Amazonas está concentrada em áreas localizadas em alguns municípios do sul do Estado. [...] O processo de expansão da fronteira agropecuária no sul do Estado é classificado em três grandes categorias: A primeira caracteriza-se por um processo de abandono da produção familiar,

10 Para mais informações sobre essas tipologias florestais ver: Manual Técnico da Vegetação Brasileira. Rio de Janeiro.92 p. (Séries Manuais Técnicos em Geociências, n. 1). 1992.

que é substituída pela pecuarização. Essa frente ocorre nas regiões de Apuí, Manicoré e Novo Aripuanã, em áreas de assentamentos do INCRA (Acari, Juma e Matupi). A segunda categoria se encontra nas regiões fronteiriças com o Acre e Rondônia, nos municípios de Lábrea e Boca do Acre e corresponde aos processos migratórios oriundos dos Estados vizinhos ao longo das BR364 e BR317, impulsionados pela expansão da pecuária e pela extração predatória de madeira. A terceira se localiza nas áreas de campos naturais nos municípios de Manicoré, Humaitá, Canutama e Lábrea, correspondendo à implantação de culturas intensivas de grãos, com alta tecnologia e investimentos empresariais.

Mesmo que as análises se refiram ao ano de 2007, a Cepal descreveu com propriedade o funcionamento do processo e desmatamento que com certeza ocorre no sul do Amazonas. Depreende-se do estudo que o problema tenha se agravado, mesmo com as ações coercitivas de órgãos governamentais de policiamento, como o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama), cuja finalidade de frear o desmatamento pela aplicação de pesadas multas nos agentes desflorestadores não surtiu os efeitos desejados. A Figura 4 exhibe um mapa criado pela Cepal mostrando as frentes de desmatamentos que avançaram do Centro-Oeste, especificamente do Mato Grosso, que penetraram no norte de Rondônia e no norte e nordeste do Acre, cercando o sul do Amazonas.

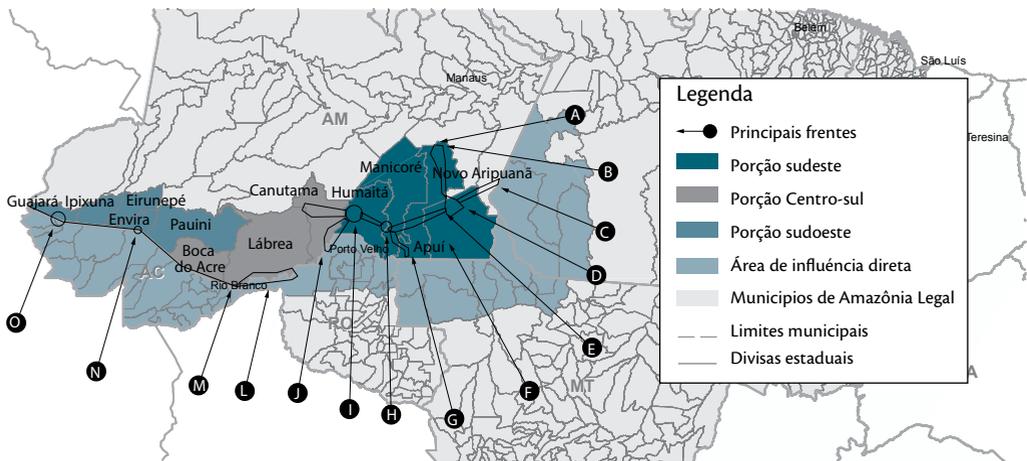


Figura 4. Frentes de Desmatamento no Sul do Amazonas (Ano de 2007)

Fonte: *Análise Ambiental e de Sustentabilidade do Estado do Amazonas – Cepal, 2007.*

Os meios de comunicação têm propagado nos últimos meses percentuais de decréscimo no desmatamento em todo o Estado do Amazonas, porém, o problema tem se mostrado grave

e crescente no sul do Estado. De acordo com informações contidas na página do Ibama em dezembro de 2014, o órgão implantou uma base de operações no município de Apuí, distante 445 km de Manaus, tendo em vista o monitoramento da ação das madeireiras em consequência dos altos índices do desmatamento na sub-região do Purus¹¹.

A Figura 5 apresenta a situação do desmatamento no sul do Amazonas no ano de 2015. A expansão da produção pecuária e do cultivo de soja no Mato Grosso são as prováveis causas de as grandes áreas desmatadas se estenderem até a fronteira sul do Amazonas. As linhas vazadas denotam um quadro preocupante com grandes extensões de florestas destruídas ultrapassando a fronteira geopolítica dos dois Estados, chegando ao município de Apuí. Os municípios de Lábrea e Boca do Acre, pela pressão da produção pecuária de Rondônia e do Acre, também estão em processo de expansão do desmatamento em suas áreas.

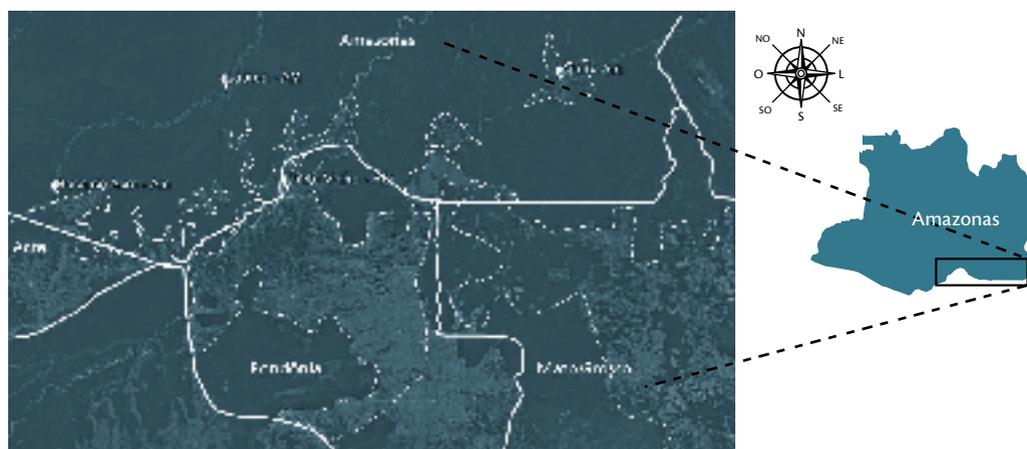


Figura 5. Divisão geopolítica dos Estados do Amazonas, Mato Grosso e Rondônia. As linhas cheias representam as fronteiras geopolíticas dos Estados. As linhas vazadas representam o contorno do desmatamento nos Estados em 2015.

Fonte: Adaptado pelo autor de imagens do Satélite Landsat 8. Disponível em: <<http://siscom.ibama.gov.br>>.

Dados estatísticos oficiais que relacionem a expansão da produção pecuária ao incremento do desmatamento nesses municípios são escassos. Contudo, houve a possibilidade de se fazer

¹¹ No Amazonas as subdivisões geopolíticas acompanham as extensões dos grandes rios afluentes do Rio Amazonas. Ao longo do Rio Purus, afluente da margem direita do Rio Amazonas, na parte Sul do Estado, estão situados os municípios de Tapauá, Canutama, Lábrea, Pauini e Boca do Acre, formando assim a Sub-Região do Purus, sendo esta a área mais afetada pelo desmatamento.

algumas inferências baseadas no “Atlas do Setor Primário do Amazonas” do ano de 2013¹². O documento apontou estarem nos municípios de Lábrea, Boca do Acre e Apuí as maiores criações de bovinos em sistema de pecuária extensiva do Estado, apontando também que estes municípios detêm os maiores desmatamentos por km² da região. Concluem-se destas inferências que há uma relação simétrica entre a criação de bovinos e o desmatamento no Sul do Estado do Amazonas (Figura 6).

A hipótese de que o desmatamento no sul do Amazonas tem sua origem na produção pecuária e no cultivo da soja provenientes da expansão da produção dos Estados do Mato Grosso, Rondônia e Acre (este em menor potencialidade) se mostra mais clara. Porém, essas atividades produtivas contam ainda com outra força, ambígua, mas tributária de sua expansão. Essa força é o Estado e a sua estrutura jurídica.

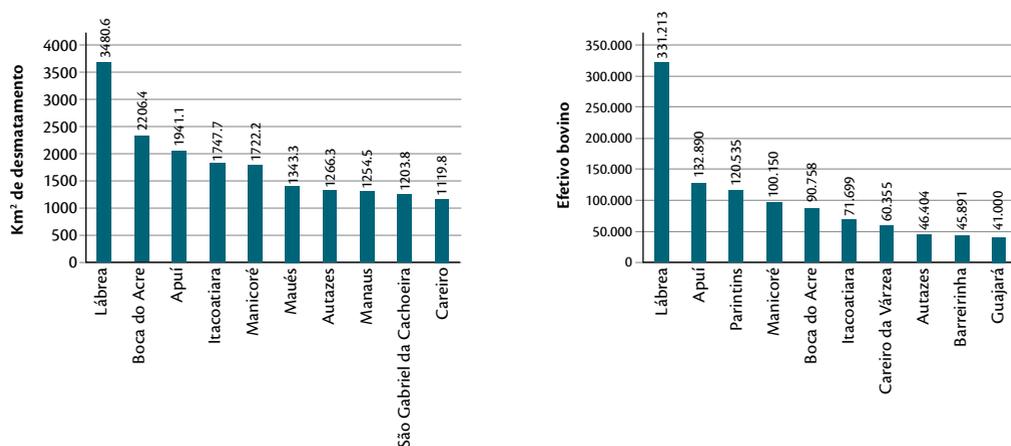


Figura 6. Gráficos comparativos indicando os municípios do Sul do Amazonas com os maiores desmatamentos por km² em relação à criação de bovinos, no ano de 2013.

Fonte: Adaptado do Atlas do Setor Primário no Amazonas 2013 (p. 48) e Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável do Amazonas (SDS).

O governo do Amazonas vem fazendo a sua parte na fiscalização do desmatamento em todo o Estado, porém a enorme dimensão territorial e a precária infraestrutura financeira e de recursos humanos dos órgãos de monitoramento impedem ações que contribuam para resultados mais eficazes. As unidades de conservação (UC's), implantadas como forma de combater tal problema vêm abrandando o progresso do desmatamento, porém as mesmas se constituem também em

¹² Foi tomado o Atlas do ano de 2013 como referência, por não estarem disponíveis os documentos relativos aos anos posteriores.

objetos do desmatamento sofrendo os danos causados pelas extrações ilegais de madeira e pelo posterior aproveitamento das áreas desflorestadas por pecuaristas e plantadores de grãos, situação resultante de direitos de propriedade imprecisos, acordos de monopólio ou de outras formas de poder de mercado, e de decisões de investimentos mal feitos por órgãos governamentais conforme indicam os estudos de Coria & Sterner (2011, p.3) e Munden (2013, p. 16-22).

Esta breve análise do desmatamento no Sul do Amazonas, das causas que o sedimentam e dos mecanismos utilizados pelo governo para o seu enfrentamento induzem à compreensão de que uma solução eficaz para o problema está muito além da imposição de padrões ambientais generalizados para a regulação de atividades econômicas diversificadas que atuam no bioma amazônico. O padrão de qualidade ambiental proposto pelo novo Código Florestal Brasileiro traz fragilidades em sua aplicação e é passível de trazer resultados ineficazes no futuro por impor soluções uniformes para problemas ambientais de natureza diversa. Em termos práticos é uma solução que se assemelha ao mito da “cama de Procasto”¹³. Este é o assunto do próximo tópico.

5. O Código Florestal Brasileiro, a legislação ambiental e o desmatamento no sul do Amazonas

Desde o início das preocupações mundiais com os problemas ambientais na segunda metade do século XX, muitas formas de combater as degradações derivadas de ações antrópicas surgiram nos países mais avançados. Contudo, os resultados sempre apresentaram efeitos diversos pela carência de métodos de mensuração e avaliação eficientes à compreensão de ocorrências difusas das degradações em todo o mundo.

Para enfrentar tal problema, há décadas o Brasil veio adotando uma “abordagem política”, por meio de legislações que estabelecem “padrões de qualidade ambiental” para o País. Com o objetivo de adequar a nação às novas demandas ambientais e econômicas, o Legislativo brasileiro aprovou e o governo federal implantou o novo padrão de qualidade ambiental denominado de Código Florestal Brasileiro, amparado na Lei nº 12.651/2012¹⁴.

¹³ Procasto é um personagem da mitologia grega. Conta-se que a sua cama era feita de ferro e do seu exato tamanho. Quando hospedava algum viajante, se este fosse demasiadamente maior que a cama, as partes de seu corpo que excediam ao tamanho da mesma eram amputadas por Procasto, ou se era de estatura baixa, o seu corpo era esticado até atingir o comprimento da mesma.

¹⁴ A versão seminal do Código Florestal Brasileiro data de 1934, por meio do Decreto 23.793 do Governo Getúlio Vargas, o qual obrigava os proprietários de terra a preservar 25% de suas áreas com a cobertura de mata original. O Código sofreu atualização em 1965, pela Lei nº 4.771 no Governo Castelo Branco, onde foram estabelecidos os limites mínimos das Áreas de Preservação Permanente – APP's e os percentuais mínimos das Áreas de Reserva Legal – ARL's, sendo de 50% para a Amazônia e 20% para

Os padrões ambientais estabelecidos por lei são conhecidos como “padrões de ambiente” e, de acordo com Thomas e Callan (2012, p.94), “os padrões de ambiente determinam o nível de qualidade desejado de alguns elementos do meio ambiente [...]”. Uma vez implantado o padrão, a sua forma de gerenciamento se dá por meio de ações de comando e controle¹⁵ do governo. É importante salientar que fora dos “Padrões de Ambiente” existem outras formas de combate à degradação ambiental, sendo a abordagem de mercado uma delas. Ela se utiliza instrumentos econômicos tais como as licenças para a comercialização da poluição; as permissões negociáveis de poluição e eficiência; os depósitos-reembolso; o sistema de caução; e os subsídios de poluição; dentre outros (RIVAS, 2014, p. 119-130).

Desconsiderando as críticas feitas ao seu conteúdo e à sua aplicabilidade, o novo Código Florestal Brasileiro se preocupa, dentre outras coisas, com a preservação da Amazônia. No seu artigo 3º, inciso I, ele a define como “Amazônia Legal”. Essa definição se baseia na Lei Complementar nº 124, de 02 de janeiro de 2007, que estabeleceu também os limites geopolíticos desta, incluindo os Estados do Acre, Pará, Amazonas, Roraima, Rondônia, Amapá e Mato Grosso e as regiões situadas ao norte do paralelo 13°S nos Estados de Tocantins e Goiás, e a oeste do meridiano de 44°W, no Estado do Maranhão.

O código também explicita o arcabouço legal do processo de gestão relativo à conservação e preservação¹⁶ de todo o conjunto ecossistêmico que compõe o bioma amazônico e os biomas distribuídos pelo resto do País. Destacam-se nesse arcabouço dois instrumentos de gestão essenciais para o gerenciamento ambiental da floresta amazônica, quais sejam:

- a) A Área de Preservação Permanente - APP, caracterizada no inciso II como área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitando o fluxo gênico de fauna e flora, protegendo o solo e assegurando o bem-estar das populações humanas; e
- b) A Reserva Legal – RL, caracterizada no Inciso III como área localizada no interior de uma propriedade ou posse rural delimitada nos termos do art. 12, com a função de assegurar

as demais regiões. A partir de 1996 o Código ainda sofreu várias modificações por meio de diversas medidas provisórias, até ser totalmente reformulado em outubro de 2012, no Governo Dilma Houssef.

15 Estrutura regulatória que fundamenta a gestão governamental por meio de ações coercitivas com o fim de alcançar os objetivos estabelecidos no Padrão Ambiental.

16 Em Odum (2004, p. 650): “O verdadeiro objetivo da conservação é, assim, duplo: (1) o de assegurar a preservação de um ambiente de qualidade que garanta tanto as necessidades estéticas e de recreio com as de produto e (2) o de assegurar uma produção contínua de plantas, animais e materiais úteis, mediante o estabelecimento de um ciclo equilibrado de colheita e renovação”.

o uso econômico de modo sustentável dos recursos naturais do imóvel rural, auxiliar a conservação e a reabilitação dos processos ecológicos e promover a conservação da biodiversidade, assim como o abrigo e a proteção da fauna e da flora nativa.

O Código Florestal ainda define outros instrumentos de gestão tais como: A Área Rural Consolidada; A Pequena Propriedade ou Posse Rural Familiar; O Uso Alternativo do Solo; O Manejo Sustentável, dentre outros que não servirão ao propósito deste trabalho. O arcabouço de gestão definido para a Reserva Legal estabelece maiores limites específicos para a preservação da floresta nativa em propriedades ou posses rurais na Amazônia Legal. Conforme o art. 12 do Código Ambiental, todo imóvel rural deve manter área com cobertura de vegetação nativa, a título de Reserva Legal, sem prejuízo da aplicação das normas sobre as Áreas de Preservação Permanentes, observados os seguintes percentuais mínimos: a) 80% (oitenta por cento) no imóvel situado em área de florestas; b) 35% (trinta e cinco por cento) no imóvel situado em área de Cerrado; e c) 20% (vinte por cento) no imóvel situado em área de campos gerais. Esta é a forma que o governo federal encontrou para gerir a crise ambiental na Amazônia e no resto do País.

Quanto à legislação ambiental do Estado do Amazonas, ao longo dos últimos vinte e cinco anos o governo veio estruturando o seu marco regulatório substanciado na proteção e na conservação da fauna e da flora local por meio de leis, decretos, resoluções e instruções normativas, tendo se iniciado com o estabelecimento dos primeiros parâmetros legais relativos ao tema na Constituição do Estado, promulgada em 05 de outubro de 1989.

Desde então, inúmeras normas, leis e decretos já foram promulgados pelo governo do Estado objetivando regular o gerenciamento de questões ambientais por meio da criação de órgãos específicos, tais como a Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável – SDS, o Instituto de Proteção Ambiental do Amazonas (Ipaam), o Conselho Estadual do Meio Ambiente (Cema-AM), a Agência de Desenvolvimento Sustentável do Amazonas (ADS), dentre outros órgãos. Dentre estas organizações, destaca-se o Centro Estadual de Unidades Conservação (Ceuc), criado dentro da estrutura da SDS com o objetivo de executar as políticas estaduais relacionadas à criação e gestão de Unidades de Conservação (UC's) como forma de o Estado conservar e preservar o seu bioma, objetivando também enfrentar o desmatamento ilegal.

Conforme legislação pertinente, as UC's são criadas com o objetivo de garantir a biodiversidade e os recursos genéticos, além de proteger os processos ecológicos essenciais, contribuindo para regular o clima, dar qualidade de vida às populações humanas, proteger as espécies ameaçadas de extinção, preservar e restaurar a diversidade de ecossistemas naturais e degradados e promover o desenvolvimento sustentável. Schafer (2011, p.84) diz que:

No Brasil, a Lei nº 9.985/2000, que instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC) prevê dois tipos de áreas protegidas: as públicas e as privadas ou particulares. As Unidades de Conservação (UCs) são também divididas em dois grupos e 12 categorias: Proteção Integral – voltadas para a manutenção dos ecossistemas livres de alterações causadas por interferência humana, admitindo apenas o uso indireto dos seus atributos naturais. Nesse grupo, incluem-se Estações Ecológicas, Reservas Biológicas, Parques, Monumentos Naturais e Refúgios de Vida Silvestres. Uso Sustentável - São unidades de conservação onde é permitida a exploração do ambiente de maneira a garantir a perenidade dos recursos ambientais renováveis e dos processos ecológicos, mantendo a biodiversidade e os demais atributos ecológicos, de forma socialmente justa e economicamente viável. Nesse grupo estão as Áreas de Proteção Ambiental, Áreas de Relevante Interesse Ecológico, Florestas Nacionais, Reservas Extrativistas, Reservas de Fauna, Reservas de Desenvolvimento Sustentável e Reservas Particulares do Patrimônio Natural.

Este arcabolo jurídico relativo às UC's é aplicado no sul do Amazonas. A região comporta várias unidades de conservação, algumas criadas e geridas pelo governo federal. Outras são criadas e geridas pelo governo estadual, distribuídas nos grupos de "Proteção Integral" e "Uso Sustentável", abrangendo as várias categorias inerentes a cada uma dessas tipologias. A criação dessas UC's, além dos objetivos de conservação e preservação do bioma dessa localidade, também se comporta como estratégia de contenção do desmatamento que vem caminhando a passos largos do Centro-Oeste impelido pelo crescente mercado de exportação da carne bovina, somado às atividades de plantação de grãos e da conseqüente atuação de madeireiras. O governo estadual utiliza esse método de contenção porque o mesmo possibilita a coerção com mais eficiência, porém não com tanta eficácia como se verá posteriormente.

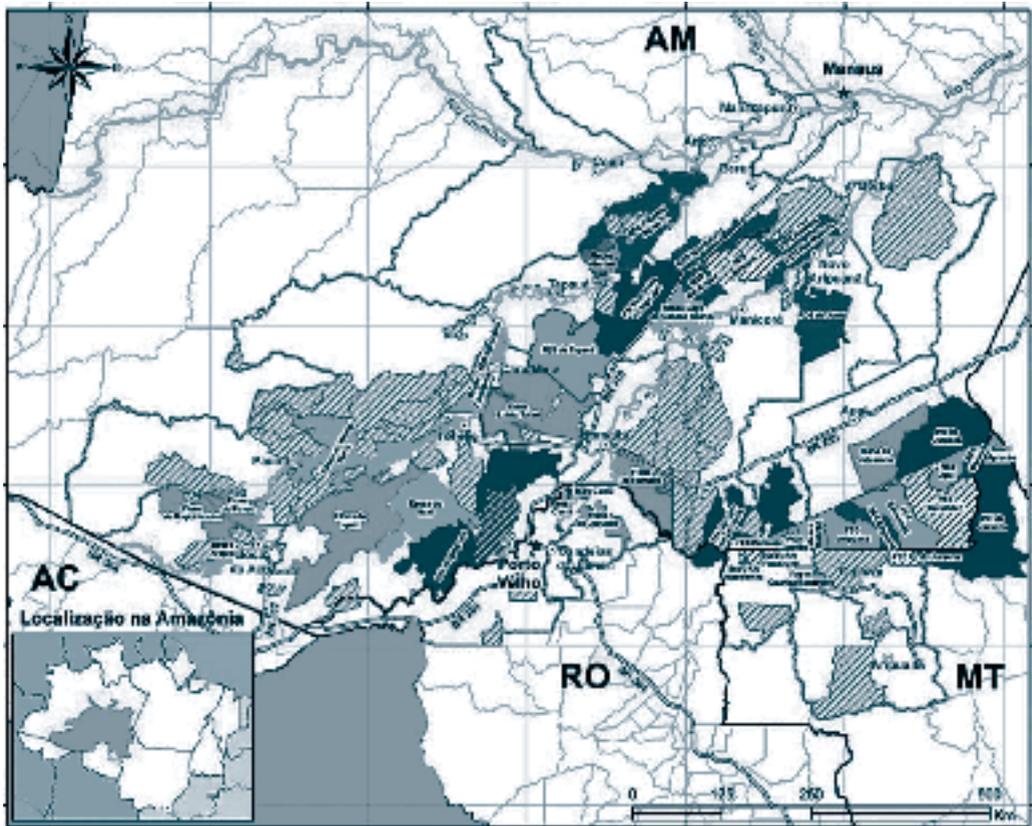


Figura 7. Unidades de Conservação (UC) estaduais e federais situadas no Sul do Amazonas, Nordeste de Rondônia e Norte de Mato Grosso.

Fonte: Instituto Internacional de Educação do Brasil (IEB) (2013).

A Figura 7 apresenta o emaranhado de UC's criadas pelo governo federal e estadual no sul do Amazonas, nordeste de Rondônia e norte do Mato Grosso cujo objetivo primordial é a conservação dos ecossistemas ali situados como estratégia de enfrentamento ao desmatamento. Na prática, essa estratégia tem surtido efeitos irrelevantes quanto aos seus objetivos. Observa-se, pelas análises precedentes, que o desmatamento avança em expressivas proporções derivadas das atividades pecuárias associadas às ações do cultivo de soja que vêm buscando acelerada expansão de suas produções para as terras virgens das florestas no sul do Estado.

O padrão de qualidade ambiental consubstanciado no novo Código Florestal Brasileiro e na legislação ambiental do Estado carece de infraestrutura orgânica e administrativa robustas para funcionar no sul do Amazonas. Dados levantados pelo IMAZON (2014, p.5) trouxeram a seguinte constatação a respeito da região: "Quanto ao desmatamento em janeiro de 2014,

a maioria (66%) ocorreu em áreas privadas ou sob diversos estágios de posse. O restante foi registrado em Assentamentos de Reforma Agrária (20%), Unidades de Conservação (13%) e Terras Indígenas (1%)”.

Uma conclusão parcial faz compreender que, apesar de a legislação ambiental brasileira se alinhar ao pensamento global na busca de soluções para problemas ambientais derivados do desenvolvimento econômico mundial, o espírito dessas leis não se fez presente ainda nos grupos humanos que habitam no sul do Amazonas. Notou-se que a primeira preocupação de pecuaristas, sojicultores, assentados da reforma agrária e indígenas é com o viés econômico, não com o sistema ambiental onde estão inseridos. Assim, se caracteriza a expansão do desmatamento nessa região como derivado da produção pecuária e do cultivo de soja oriundos do Mato Grosso, Rondônia, e também do Acre, com a aquiescência da própria legislação ambiental cuja aplicação das normas não tem surtido os efeitos desejáveis.

6. Escolha eficiente e escolha ótima: uma alternativa de abrandamento do desmatamento no Sul do Amazonas

O problema do desmatamento no sul do Amazonas, ou mesmo na Amazônia, se insere em um universo amalgamado de dimensões políticas, econômicas, sociais, culturais e ambientais, caracterizado por interesses e características próprias, cujas propostas de solução para serem efetivas precisariam atender as exigências de todas essas dimensões, o que se mostra inconcebível. Porém, não é inconcebível simular uma proposta alternativa de abrandamento do problema em uma possível complementaridade entre o atendimento de exigências da dimensão política e exigências da dimensão econômica, por meio da flexibilização jurídica e gerencial do padrão ambiental constante no Código Florestal.

Para sustentar tal simulação, suponha-se que o problema do desmatamento no sul do Amazonas possivelmente ocorra em um cenário de áreas privadas de grandes e pequenos proprietários; áreas de assentamentos derivados de programas governamentais ou sob diversos estágios de posse, alimentadas por direitos de propriedade imprecisos e decisões de investimentos mal feitos por órgãos dos governos estaduais e federais.

Economicamente, a metáfora da “Tragédia dos Comuns” de Garret Hardin, teoricamente explicaria o desmatamento no sul do Estado compreendendo-se que os mercados da pecuária, da soja e da madeira que lá atuam, à medida que acrescentassem unidades marginais à sua

produção, apontariam explicitamente para uma super exploração da floresta que ao longo do tempo a levaria à extinção.

Essa super exploração geraria gigantesca degradação ambiental traduzida em externalidade negativa¹⁷ para aqueles que não participassem das decisões econômicas relativas a esses mercados, ocasionando elevados custos ambientais e sociais, para índios, ribeirinhos e todo o planeta, haja vista que em sentido econômico, a floresta ou parte dela possui características de bem privado, mas em sentido ecológico, na sua totalidade, ela possui características de bem comum. A externalidade negativa se constitui em uma falha de mercado, assim também como a competição imperfeita, a informação imperfeita, os bens públicos e a intervenção inapropriada do governo. Rivas (2014, p.52) traduz a falha de mercado como:

A incapacidade do mercado de alocar recursos eficientemente [...] onde as forças que levam o mercado ao equilíbrio não potencializam os benefícios sociais líquidos igualando os benefícios marginais sociais com os custos marginais sociais [...] criando divergência entre os custos privados e os custos sociais.

Simulando apenas a falha de mercado da pecuária no sul do Amazonas conforme a Figura 08, e tomando Rivas (2014, p.53) como norte, suponha-se que os pecuaristas ajam em resposta aos seus custos privados e aos preços, assim como os consumidores de carne bovina reajam aos benefícios privados e aos preços. A mão invisível do mercado se encarregaria de equilibrar a quantidade ofertada e o preço demandado, onde o Custo Marginal Privado (CMP) do produtor se igualaria ao Benefício Marginal Privado (BMP) do consumidor, conforme indicado em Q_1 (mais conhecido como equilíbrio de mercado ou equilíbrio eficiente).

Contudo, este nível eficiente de quantidade e preço em Q_1 , ignoraria os Custos Marginais Externos (CME) absorvidos pela sociedade traduzidos no desmatamento florestal derivado das atividades agropecuárias. Assim, a diferença entre Q^* e Q_1 representada pela área sombreada no gráfico se traduziria no custo social da degradação da floresta que não seria internalizado pelos pecuaristas por não estarem incorporados nas negociações do mercado de carne.

Para que houvesse o deslocamento da curva do CMP para uma simetria com a curva do Custo Marginal Social (CMS) seria necessário agregar ao CMP do pecuarista o CME representado pelo desmatamento derivado das atividades pecuárias, passando o equilíbrio de mercado da posição

¹⁷ Em sentido econômico a externalidade é definida como o efeito associado a um processo produtivo ou ao consumo em determinado mercado, que se estende a terceiros que desse mercado não fazem parte. A externalidade positiva se define quando esse efeito gera benefícios a esses terceiros e a externalidade negativa se define quando esse efeito gera custos a esses terceiros.

de eficiente em Q_1 para a posição de ótimo em Q^* . Como se faria isto? Talvez por meio de mecanismos tecnológicos, ou ações de comando e controle dos governos, ou se utilizando de instrumentos de mercado.

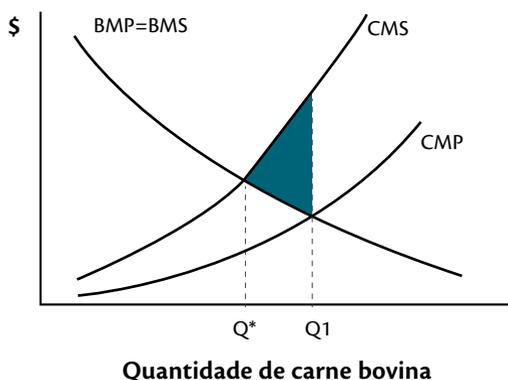


Figura 8. Gráfico da simulação da falha de mercado da pecuária no Sul do Amazonas.

Fonte: Adaptado de Rivas (2014, p. 53).

Entende-se que os governos, tanto estadual quanto federal, tem o poder de equacionar o problema do desmatamento no sul do Amazonas se atentassem mais para detalhes importantes do processo de gestão da crise que se colocam muito além da aplicação de multas a agentes desmatadores, uma vez que um padrão de qualidade ambiental de gerenciamento das florestas brasileiras já foi implantado (o Código Florestal) e nele foram estabelecidos os limites que cada agente poderia desmatar. Portanto, seria um gerenciamento de comando e controle que se fosse devidamente executado poderia aproximar o CMP do CMS no contexto desse mercado. Os desmatamentos que paulatinamente ocorrem em toda a Amazônia manifestam que este gerenciamento não está sendo feito pelos governos.

No entanto, mesmo que os governos utilizassem o gerenciamento de comando e controle para equacionar os problemas do desmatamento na Amazônia, ainda assim estariam pecando na questão da eficiência alocativa,¹⁸ haja vista, neste sentido, o Código Ambiental demonstrar falhas por impor uniformidade a todos os agentes desmatadores como se o custo da redução do desmatamento fosse simétrico a todos. Assim, o padrão força o “desmatador” de alto custo a reduzir o desmatamento na mesma proporção do “desmatador” de baixo custo, havendo um desequilíbrio.

¹⁸ No contexto ambiental a eficiência alocativa demanda que os recursos naturais sejam apropriados de forma que os benefícios adicionais para a sociedade decorrentes de seu uso sejam iguais aos custos que essa sociedade absorveu para serem produzidos. Ainda nesse contexto, não existe eficiência alocativa quando se usa um padrão uniforme para resolver problemas de degradação ambiental originários de diferentes fontes, resultando em desperdício de recursos econômicos.

Adaptando os cálculos sugeridos por Thomas e Callan (2012, p. 105-108), para a redução de poluição, com o objetivo de ilustrar a proposta de flexibilização do padrão de qualidade constante no Código Florestal para a redução do desmatamento aqui tratado, vamos supor a existência de apenas dois agentes desmatadores no sul do Amazonas, cada um desmatando 10 equitares, totalizando 20 equitares por mês. O governo, então, decide que cada um deve reduzir o desmatamento em 05 equitares, perfazendo um total de redução de 10 equitares por mês objetivando atender o disposto para a manutenção da Reserva Legal estabelecida em lei. Os custos de redução de cada um dos agentes estão constituídos no modelo matemático abaixo:

Custo Marginal de Redução (CMR) do desmatador 1: $CMR_1 = 2,5A_1$

Custos Totais de Redução (CTR) do desmatador 1: $CTR_1 = 1,25(A_1)^2$

Custo Marginal de Redução (CMR) do desmatador 2: $CMR = 0,625A_2$

Custos Totais de Redução (CTR) do desmatador 2: $CTR_2 = 0,3125(A_2)^2$

Onde:

A_1 é o volume de desmatamento reduzido pelo desmatador 1, e;

A_2 é o volume de desmatamento reduzido pelo desmatador 2.

Feitos os cálculos, chegou-se a conclusão que o CMR do desmatador 1 é de R\$ 12,50 e seu CTR é de R\$ 31,25. Concluiu-se também que CMR do desmatador 2 é de R\$ 3,13 e seu CTR é de R\$ 7,81. Assim, o custo total de redução do desmatamento para a região é de R\$ 39,06, que seria o recurso utilizado para atender às exigências do padrão estabelecido. Contudo, o desmatador 2 possui uma vantagem de R\$ 9,37 no seu custo de redução em relação ao desmatador 1, podendo aquele reduzir um volume maior de desmatamento. Isso apontaria para uma falha na eficiência alocativa do padrão ambiental estabelecido no Código Florestal.

Para suavizar essa falha, o governo poderia reverter o problema flexibilizando o padrão estabelecido, optando por uma solução custo-efetividade¹⁹, utilizando aquilo que na microeconomia se conhece como o “princípio da equimarginalidade da escolha ótima”, onde cada desmatador desmataria até o nível que correspondesse ao seu CMR. Para ilustrar o comportamento dos custos de cada desmatador, retornaremos ao modelo dos dois desmatadores na região, de acordo com os modelos dos custos de cada um abaixo:

¹⁹ O custo-efetividade demanda que uma quantidade mínima de recursos seja utilizada para alcançar um objetivo.

Passo 1: Determinar $CMR_1 = CMR_2 \rightarrow 2,5A_1 = 0,625 A_2$

Passo 2: Determinar $A_1 + A_2 =$ Padrão de redução $\rightarrow A_1 + A_2 = 10$

Passo 3: Resultado do sistema de equações por meio do método da soma: $A_1 = 2$; $A_2 = 8$

Resultado do cálculo do CMR dos desmatadores A_1 e A_2 :

A_1 : $2,5 A_1 = R\$ 5,00$

A_2 : $0,625 A_2 = R\$ 5,00$

Resultado do cálculo do CTR dos desmatadores A_1 e A_2 :

$CTR_1 = 1,25(2)^2 = R\$ 5,00$

$CTR_2 = 0,3125(8)^2 = R\$ 20,00$

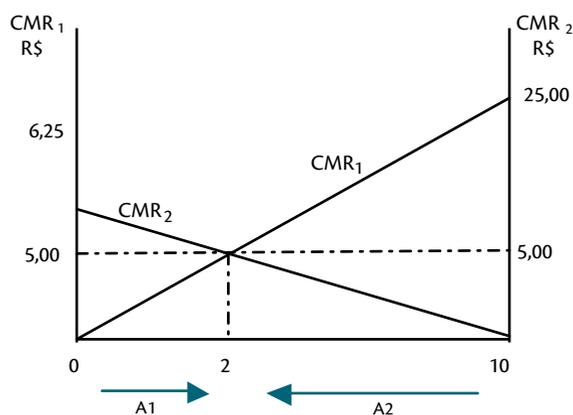


Figura 9. Solução custo-efetividade para a redução do desmatamento no Sul do Amazonas em um modelo de dois desmatadores.

Fonte: Adaptado de Thomas e Callan (2012, p.107).

A Figura 9 ilustra o resultado destes cálculos. Ela mostra, da esquerda para a direita, o (CMR_2) do desmatador A_2 , e da direita para a esquerda o (CMR_1) do desmatador A_1 . Assim, o modelo manifesta que de forma equitativa o desmatador A_1 reduziria em 02 equitares o seu desmatamento a um Custo Marginal de Redução (CMR) de R\$ 5,00 e a um Custo Total de Redução (CTR) de também R\$ 5,00. Da mesma forma, o desmatador A_2 reduziria o seu desmatamento em 08 equitares a um Custo Marginal de Redução (CMR) de R\$ 5,00 e a um Custo Total de Redução (CTR) de R\$

20,00. Deste modo, nessa flexibilização do padrão, o custo total de redução do desmatamento na região seria de R\$ 25,00, bem abaixo do custo de R\$ 39,06 do padrão uniforme estabelecido. Essa proposta denota que mesmo com os avanços da legislação no Código Ambiental, ela carece de certa racionalidade e capacidade de gestão ao equacionar os problemas de desmatamentos tais como os enfrentados no sul do Amazonas.

7. Considerações finais

Este artigo procurou tratar do problema do desmatamento no sul do Amazonas. O que se considera nas entrelinhas é o embate entre o desenvolvimento econômico do País, que tem suas bases no setor primário, principalmente nas atividades produtivas da pecuária e do cultivo da soja, e a conservação do bioma amazônico que vem sofrendo antropização à medida que esse desenvolvimento se expande, ampliando-se também as áreas geográficas essenciais às suas atividades produtivas.

A polaridade entre o desenvolvimento econômico e a conservação ambiental no Brasil e no mundo se reflete localmente nos problemas do desmatamento que estão ocorrendo no sul do Amazonas. Nessa arena, temos de um lado os pecuaristas e os sojicultores, e do outro lado temos sistema ambiental. Entre eles, temos o governo e as legislações ambientais que tentam gerenciar os problemas oriundos de seus embates. É notório que o governo não pode tolher a capacidade produtiva dessas atividades, mas também não pode permitir que elas destruam o bem comum a todos os que habitam nessa região.

Procurou-se mostrar teoricamente que, mesmo utilizando a abordagem de comando e controle, a esfera governamental teria possibilidades de equacionar soluções para o avanço do desmatamento no sul do Amazonas. Um outro nível mais eficiente foi proposto no sentido da flexibilização do padrão de qualidade ambiental estabelecido no Código Florestal, que uniformiza o tratamento jurídico dado ao problema como se os custos de atuação de cada desmatador fossem simétricos. A característica de uniformidade no tratamento dos custos de redução do desmatamento imposto a todos os agentes contribui para um custo elevado no processo dessa redução do ponto de vista econômico, com conseqüências negativas para a floresta e para a sociedade.

Como tomador de decisão, o governo tem possibilidades de optar por escolhas ótimas do ponto de vista social e ambiental, e não somente escolhas eficientes - apenas do ponto de vista econômico. Neste caso, a escolha ótima deveria ser pela flexibilização do padrão de qualidade ambiental existente, pois teoricamente a economia de R\$ 14,06 (39,06 – 25,00) representa os custos desnecessários que a sociedade tem que arcar se o governo continuar optando pelo

padrão uniforme. Haveria ainda a possibilidade do Custo Marginal Privado (CMP) se tornar mais simétrico ao Custo Marginal Social (CMS) na solução do problema da degradação ambiental no sul do Estado do Amazonas.

Esta simulação não está isenta de incertezas econômicas e políticas. Economicamente a simulação foi feita considerando apenas o mercado da carne bovina representado pela atividade pecuária. No entanto, existe um universo de atividades econômicas paralelas e concorrentes, e muitas vezes inerentes ao tecido estrutural do mercado de carne bovina com inúmeras variáveis com dinâmismos próprios cujas especificidades necessitariam ser consideradas antes da tomada de qualquer decisão. E no contexto político esta simulação é passível de encontrar empecilhos técnicos e volitivos dos governantes, pois a dimensão política de resolução do problema de desmatamento no sul do Amazonas está impregnada de interesses de classes ou organizações, muitas vezes contraditórios ou divergentes, que atuam no contexto econômico, social e ambiental daquela região.

Referências

- AMAZONAS. SECRETARIA DE ESTADO DE PLANEJAMENTO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO - SEPLAN. **Atlas do setor primário no Amazonas 2013**. 1. ed. Manaus, 2013. Disponível em: <<http://www.seplan.am.gov.br>>.
- COMISSÃO ECONÔMICA PARA A AMÉRICA LATINA E CARIBE – CEPAL. **Análise ambiental e de sustentabilidade do Estado do Amazonas**. Colección Documentos e Proyectos. Publicações das Nações Unidas. LC/W126. Nações Unidas, jun. 2007.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. v. 1. n. 3. 2013. Brasília: 2013.
- CORIA, J.; STERNE, T. **Natural resource management: challenges and policy options**. *Annu. Rev. Resour. Econ.* n. 3, p. 203-30. 2011. Doi: 10.1146/annurev-resource-083110-120131
- INSTITUTO DO HOMEM E MEIO AMBIENTE DA AMAZÔNIA – IMAZON. **Transparência ambiental: Amazônia Legal**. Jan. 2014 Boletim informativo.

INSTITUTO MATO-GROSSENSE DE ECONOMIA AGROPECUÁRIA - IMEA. **Boletim semanal de bovinocultura**. n. 416, 12 ago. 2016.

_____. **1ª. Estimativa da safra de soja – 2016/2017**. Mai.2016.

LEFF, E. **Saber ambiental: sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder**. 10. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2013.

LEONARD, M. **O que a China pensa? O despertar chinês está moldando a nova ordem mundial**. São Paulo: Larousse Brasil, 2008.

MACEDO, M.N.; DeFRIES, R.S.; MORTON, D.C.; STICKER, C.M.; GALFORD, G.L.; SHIMABUKURO, Y.E. **Decoupling of deforestation and soy production in the southern Amazon during the late 2000s**. Ed. TURNER, B.L. Tempe, AZ.: Arizona State University, 2011. PNAS Early Edition. Disponível em: <www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1111374109 PNAS>.

MACE, G.M. Whose conservation? Changes in the perception and goals of nature conservation require a solid scientific basis. **Science** n. 345, 1558 2014; DOI: 10.1126/science.1254704.

MARGULIS, S. **Causes of deforestation of the Brazilian Amazon**. World Bankworking paper; n. 22. 2003.

MORIN, E. **O método 2: a vida da vida**. Trad. Marina Lobo. Porto Alegre: Sulinas, 2005.

MUNDEN, L. **Instrumentos econômicos para redução do desmatamento da Amazônia**. Rio de Janeiro: Funbio, 2013.

ODUM, E.P. **Fundamentos de ecologia**. 6. ed. São Paulo: Fundação Calouste Gulbenkian, 2004.

PONTES, R.V.R.; LIMA, M.R. de S. Políticas de regionalização e condições favoráveis à competitividade: um estudo na cadeia agroindustrial de produção da carne bovina em município do norte do Brasil. **Parcerias Estratégicas**, v. 17, n. 34. Jun. 2012.

RIVAS, A. Org. **Economia e valorização dos serviços ambientais utilizando técnicas de preferências declaradas**. Manaus: EDUA, 2014.

SCHAFFER, W.B. et. al. **Áreas de preservação permanente e unidades de conservação & áreas de risco.**

O que uma coisa tem a ver com a outra? Relatório de inspeção da área atingida pela tragédia das chuvas na Região Serrana do Rio de Janeiro. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2011.

THOMAS, J.M.; CALLAN, S.J. **Economia ambiental: fundamentos, políticas e aplicações.** São Paulo:

Cengage Learning, 2012.

SEÇÃO 3

CONTRIBUIÇÕES DO CGEE AOS SNCTI

Cubesats e oportunidades para o setor espacial brasileiro

Cubesats e oportunidades para o setor espacial brasileiro

Thyrso Villela¹, Alessandra Brandão², Rodrigo Leonardi³

Resumo

O uso de *cubesats* vem se configurando como uma tendência tecnológica no setor espacial que tem conquistado novos adeptos em diversos países. Os relativos baixos custos de desenvolvimento desses satélites facilitaram o acesso ao espaço a novas instituições e países. As plataformas *cubesats* veem promovendo inovações que impactam desde as práticas de desenvolvimento de sistemas espaciais até as estratégias de lançamento de satélites. Os *cubesats* são desenvolvidos com uma abordagem de aceitação de riscos diferente da comumente usada no setor espacial, o que viabiliza a realização de missões espaciais com curtos prazos de desenvolvimento, orçamentos baixos e equipes pequenas. Os eventuais riscos decorrentes do

Abstract

The use of cubesats is becoming a space technology trend that is attracting new users in many countries. The low development costs of these satellites allowed new stakeholders to access space. Cubesats are promoting innovations that affected space systems development practices and launching strategies. Moreover, their development approach is based on a flexible risk acceptance which allows attractive solutions for some space missions in short development schedules, with low budgets and small teams. The risks associated with the use of less reliable spacecrafts are compensated by the possibility of fast replacement of these artifacts in case of failure. In this article, we present a short review

-
- 1 Assessor técnico do CGEE e pesquisador titular do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe). Foi diretor de Satélites, Aplicações e Desenvolvimento da Agência Espacial Brasileira (AEB) (2008-2012) e presidente da Sociedade Astronômica Brasileira (2000-2002). É doutor em Ciências, Astronomia, pela Universidade de São Paulo (1987).
 - 2 Assessora técnica do CGEE. Foi coordenadora interina de Satélites e Aplicações da AEB e assessora técnica do Conselho Nacional de Ciência Tecnologia. É doutora em Ciências do Comportamento pela Universidade de Brasília (2009).
 - 3 Assessor técnico do CGEE. Trabalhou na Agência Espacial Europeia (2009-2015) e foi um dos responsáveis pelo gerenciamento e planejamento das operações científicas do satélite Planck. É doutor em Astrofísica pelo Inpe (2006).

uso desses artefatos de menor confiabilidade são compensados pela possibilidade de reposição também rápida desses satélites em caso de falhas. Neste artigo, apresentamos uma breve revisão do panorama mundial de *cubesats* – aplicações utilizadas, estatística de objetos lançados, produção técnico-científica – e examinamos a situação do Brasil em relação à situação internacional. Em vista dessa comparação, percebe-se que o Brasil pode se beneficiar do uso de *cubesats*, caso acompanhe essa tendência tecnológica internacional e invista em uma estratégia de desenvolvimento de satélites de pequeno porte para atender a algumas necessidades de interesse do setor espacial nacional, como o treinamento de pessoal, o acesso a aplicações espaciais, o desenvolvimento da indústria e o domínio de tecnologias críticas.

Palavras-chave: *Cubesats*. Satélites de pequeno porte. Setor espacial brasileiro.

of the use of cubesats worldwide – applications, statistics of objects, technical and scientific productions – and examine the Brazilian situation compared to the international scenario. From this comparison, one can notice that Brazil can benefit from the use of cubesats if investments in small satellite development are carried out as a strategy to address some national needs, such as human resources training, access to space applications, industry development, and domain of critical technologies.

Keywords: *Cubesats*. Small satellites. Brazilian space sector.

1. Introdução

O termo *cubesat* é um acrônimo formado pela palavra *cube* (cubo, em inglês) acrescida das três primeiras letras da palavra satélite. É usado para designar um satélite de pequeno porte em forma de um cubo, cuja aresta mede 10 centímetros e que obedece ao padrão *cubesat* descrito por uma especificação de domínio público (CAL POLY, 2014). Um *cubesat* fornece um volume útil de um litro, confinado em uma estrutura com massa de até 1,3 quilograma. Essa configuração constitui uma unidade convencionalmente denominada de 1U, que pode ser combinada para desenvolver satélites com maior capacidade (3U ou 6U, por exemplo).

A motivação original para a construção de *cubesats* foi meramente educacional. Esses artefatos foram inicialmente propostos como projetos acadêmicos que permitissem, na medida do possível e em um curto período de tempo, emular uma missão espacial real para o treinamento de estudantes (e.g. TWIGGS, 2008). Dada essa motivação, era imperativo que os custos de

desenvolvimento e operação fossem baixos, incluindo os associados ao lançamento. Para que isso pudesse ser satisfeito, entre outras restrições, foi necessário impor que a massa do satélite fosse da ordem de 1 a 3 quilogramas. Entretanto, rapidamente percebeu-se a utilidade dessa abordagem para teste e qualificação de algumas tecnologias de interesse da área espacial, como componentes e equipamentos que consomem pouca energia, ocupam pouco volume e têm pouca massa. Posteriormente, provou-se que esses pequenos satélites poderiam também cumprir missões com alguma relevância para o setor espacial. Mais recentemente, *cubesats* vêm sendo adotados em diversas aplicações espaciais, civis e militares, tais como sensoriamento remoto e desenvolvimento tecnológico, bem como na capacitação de profissionais.

Dependendo da aplicação, um *cubesat* pode ser completamente desenvolvido em um período inferior a 18 meses e chegar a custar menos de US\$ 100 mil. Essa enorme redução nos custos e no tempo de desenvolvimento permite que o setor espacial possa explorar novas estratégias e novos modelos de negócio. De fato, já existem iniciativas direcionadas a fornecer respostas rápidas para o atendimento de demandas inesperadas, que necessitam soluções espaciais, tais como as decorrentes de desastres naturais ou de situações de conflito. Por exemplo, em 2007, os Estados Unidos criaram o *Operationally Responsive Space Office*, com o objetivo de assegurar o desenvolvimento de novas capacidades espaciais militares que pudessem rapidamente ser colocadas em operação. O atendimento desse tipo de demanda impõe uma nova lógica pertinente à aceitação de riscos e à confiabilidade de missões espaciais. Nesse sentido, os *cubesats* vêm sendo considerados como uma solução altamente competitiva e que, em muitos casos, permite um equilíbrio aceitável entre as variáveis tempo, custo e confiabilidade.

Os *cubesats* são também o expoente de uma tendência recente de miniaturização dos satélites. Em muitas ocasiões, o progresso tecnológico permitiu reduções significativas no volume dos mais variados equipamentos, tais como relógios, computadores e componentes eletrônicos em geral. Mas, só recentemente, com o advento do padrão *cubesat*, é que essa tendência começou a ser também observada em equipamentos espaciais.

O acesso de *cubesats* ao espaço também apresenta mudanças significativas em comparação ao acesso tradicional. Em geral, um veículo lançador coloca um ou poucos satélites em órbita a cada lançamento. Com os *cubesats*, essa lógica está sendo alterada. Há a possibilidade de inserção em órbita de dezenas desses objetos a cada lançamento, o que torna o custo individual de lançamento bastante reduzido. Por exemplo, em 2013, 84 desses pequenos satélites foram levados à Estação Espacial Internacional como carga comum e, de lá, inseridos em órbita. Em 2014, 37 satélites foram colocados em órbita por meio de um único lançamento do veículo Dnepr, da Rússia.

Em suma, quando os primeiros *cubesats* surgiram, havia a percepção que eles eram uma categoria de satélites de brinquedo utilizados por estudantes universitários e amadores. Alguns preconizavam o seu uso apenas como elementos de treinamento de recursos humanos ou, talvez, para teste de algumas tecnologias. No entanto, os *cubesats* se mostraram uma inovação bastante atraente no setor espacial. Hoje em dia, vários tipos de usuários estão envolvidos no desenvolvimento de *cubesats*, desde amadores e instituições universitárias, até companhias comerciais e empresas que foram criadas com o propósito de colocar no espaço constelações de *cubesats* para explorar aplicações como sensoriamento remoto da Terra e, até mesmo, telecomunicações.

Os *cubesats* estão sendo desenvolvidos por meio de uma arquitetura aberta para os subsistemas mais comuns, o que favorece o conceito de “containerização” e facilita o uso de módulos, tanto para o desenvolvimento de missões quanto para o lançamento dos satélites ao espaço. Essa padronização das funcionalidades por módulos simplifica a metodologia de testes, fornece flexibilidade de lançamento e tem atraído a atenção dos mais variados *stakeholders*, em diversos nichos de aplicações e de mercado. Outra característica atraente para a adoção de *cubesats* é o emprego de componentes comerciais de uso rotineiro conhecidos como *commercial off-the-shelf* (Cots), que contribuem para a diminuição do custo e do tempo de desenvolvimento de missões espaciais.

No entanto, há desvantagens. Por exemplo, o aumento sem precedentes do número de objetos lançados ao espaço nos últimos anos gerou uma preocupação entre os setores que tradicionalmente utilizam as aplicações espaciais, como o comercial e o militar. Essa preocupação se deve ao fato de que pequenos satélites, em especial os *cubesats*, são potenciais geradores de detritos espaciais. Em vista disso, em 2014, foram propostas ações que levassem a uma padronização dos requisitos relacionados a satélites de pequeno porte, por meio de normas ISO. A *International Academy of Astronautics* (IAA) também iniciou estudos visando a esse objetivo. Como consequência dessas discussões, a expressão *lean satellite* foi recentemente sugerida como a mais apropriada para descrever os satélites desenvolvidos com abordagens de aceitação de riscos diferentes das comumente usadas no setor espacial, o que incluiria vários satélites de pequeno porte, entre esses, os *cubesats*. Dessa forma, não seriam a massa e o volume dos satélites que os enquadrariam nessa definição de *lean satellites* e sim a metodologia de desenvolvimento relacionada à sua confiabilidade, que visa à construção rápida de artefatos a um custo baixo e com equipes pequenas. O tamanho desses artefatos seria uma consequência natural da aplicação dessa metodologia (cf. CHO, 2015).

O Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE) conduz um projeto denominado Observatório de Tecnologias Espaciais (OTE) que busca identificar tendências tecnológicas relevantes para o setor espacial brasileiro. O primeiro boletim do OTE apresentou alguns dados sobre o uso de *cubesats* no setor espacial (CGEE, 2016). Neste artigo, são revisados os dados mais recentes sobre o uso de *cubesats* e são mostradas algumas oportunidades que esses pequenos satélites representam para o setor espacial brasileiro.

2. Atividades técnico-científicas relacionadas a *cubesats* no período entre 2005 e 2015

De acordo com Swartwout (2013), o ano de 2005 pode ser adotado como o início oficial da era dos *cubesats*. No entanto, historicamente, cabe mencionar que o primeiro *cubesat* foi de fato lançado ao espaço em 2003 e alguns outros objetos lançados poucos anos antes são considerados precursores do atual padrão *cubesat*. Entre os anos de 2005 e 2012, em um período dominado pelo pioneirismo e desenvolvimento tecnológico, foram lançados ao espaço cerca de um *cubesat* por mês. Entre 2013 e 2015, a taxa de lançamento subiu para cerca de nove *cubesats* por mês, marcando um claro aumento das atividades relacionadas a esses satélites, tal como pode ser percebido na distribuição do número de *cubesats* em função do ano de lançamento, fornecida no Gráfico 1. Até o final de 2015, um total de 434 *cubesats* tinha sido lançado ao espaço. Nesta seção, apresentamos alguns dados de uma década de atividades de *cubesats*, visando a descrever características gerais dessa tendência tecnológica⁴.

4 Existem algumas bases de dados públicos sobre satélites que podem ser utilizadas para a obtenção de estatísticas sobre *cubesats*. Neste trabalho, foi adotada a da *Saint Louis University*, EUA (SWARTWOUT, 2013) que, no conhecimento dos autores, é a base de dados sobre *cubesats* mais completa e confiável até a presente data.

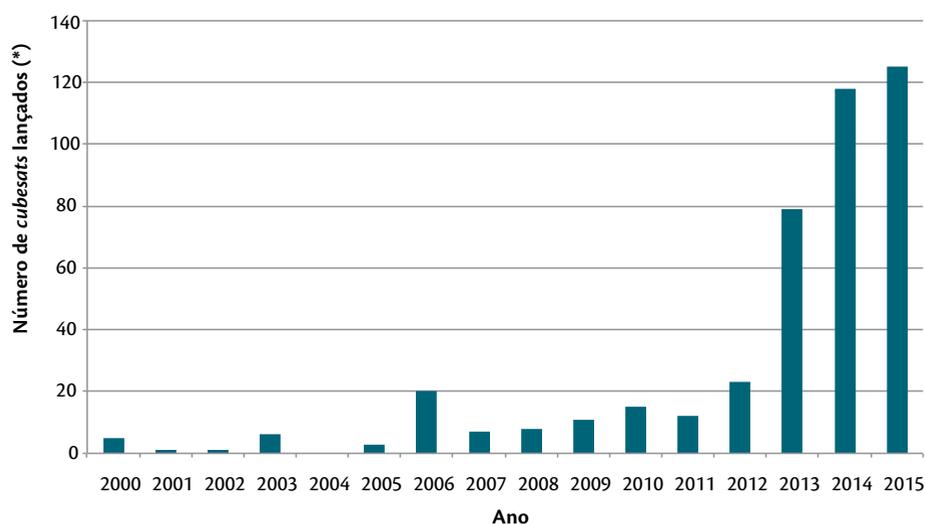


Gráfico 1. Distribuição do número de *cubesats* em função do ano de lançamento. Até o final de 2015, um total de 434 *cubesats* tinha sido lançado ao espaço. Desse total, 421 foram lançados no período entre 2005 e 2015.

(*) De acordo com o banco de dados de *cubesats* da Saint Louise University

Os Estados Unidos são inquestionavelmente o país líder no setor de *cubesats*, sendo responsáveis por 76% dos objetos lançados até o final de 2015. Mesmo assim, essa tendência tecnológica tem transbordado fronteiras e vem conquistando adeptos a ponto de ter se tornado um fenômeno global, dado que, até 2015, 36 países já haviam operado pelo menos um *cubesat* no espaço. A Figura 1 apresenta o histórico de lançamentos de *cubesats* por país. O Brasil, por exemplo, lançou seu primeiro *cubesat* em 2014, tendo lançado no total, até 2015, três *cubesats*. Alguns outros *cubesats* brasileiros estão em desenvolvimento e deverão ser colocados em órbita em um futuro próximo.

País	Número de <i>cubesats</i> lançados															Total de <i>cubesats</i>	
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014		2015
China														4			4
Uruguai														1			1
Ucrânia														1			1
Taiwan														1			1
Israel														1			1
Rússia														2			2
Lituânia														2			2
Bélgica														2			2
Brasil													1	2			3
Suécia													1				1
África do Sul													1				1
Paquistão													1				1
Equador													2				2
Argentina													2				2
Peru													1	2			3
Reino Unido													2	1	1		4
Singapura													1	2	3		6
Romênia													1				1
Polônia													1				1
Hungria													1				1
França													1				1
Vietnã													1	1			2
Espanha													1	2			3
Itália													2		1		3
Índia																1 1	2
Suíça																1 1	2
Turquia																1	2
Países Baixos																1 2	3
Colômbia																1	1
Coreia do Sul																3	4
Noruega																1 1	3
Alemanha																1 2 5	9
Canadá																1 1	2
Dinamarca																2 2 2	9
Japão																2 1 3 1 1 3 3 4 1	19
Estados Unidos	5	1	1	1			15	6	3	6	10	11	12	51	95	112	329

Figura 1. Número de lançamentos de *cubesats* em função de ano e país. Algumas iniciativas ocorrem em colaborações internacionais com diversas organizações e países envolvidos. Os países identificados nesta figura correspondem às nações onde estão situadas as sedes das organizações que lideraram o desenvolvimento e a integração dos satélites.

Essa tendência também é percebida em outros indicadores, tais como os tipos de aplicações, o número de publicações técnico-científicas e o número de depósitos de patentes relacionados a *cubesats*. Esses indicadores ajudam na compreensão do panorama atual das atividades relacionadas a esses satélites e apontam que os *cubesats* estão se consolidando no setor espacial como uma alternativa interessante para o atendimento de várias demandas por aplicações espaciais.

O Gráfico 2 mostra os tipos de aplicações para as quais os *cubesats* já foram utilizados e a evolução temporal dos lançamentos. Basicamente, *cubesats* têm sido empregados para fins educacionais, científicos, militares, de demonstração de tecnologias, de comunicação e de sensoriamento remoto da Terra. O uso para fins educacionais tem permanecido aproximadamente constante ao longo dos anos e, recentemente, percebe-se um aumento significativo no uso de *cubesats* em aplicações para sensoriamento remoto e desenvolvimento tecnológico.

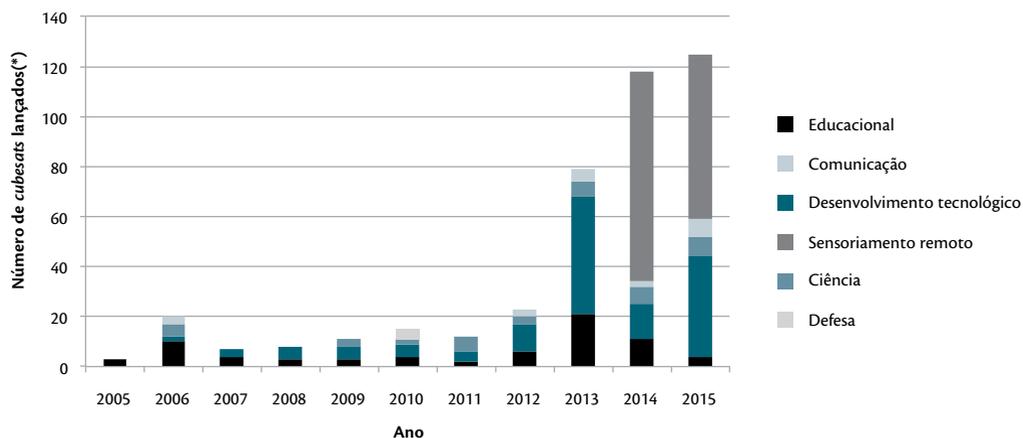


Gráfico 2. Número de *cubesats* lançados por ano no período entre 2005 e 2015 e as aplicações genéricas para as quais foram destinados.

(*) De acordo com o banco de dados de *cubesats* da Saint Louise University

Alguns *cubesats*, a partir de 2014, passaram a integrar a frota de satélites brasileiros em uma indicação de transbordamento, para o Brasil, dessa tendência que vem se firmando no setor espacial mundial. O NanoSatC-Br1, lançado em 2014, foi o primeiro *cubesat* brasileiro enviado ao espaço. Trata-se de um satélite de 1U do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe) para desenvolvimento tecnológico, aplicações científicas (teste de circuitos integrados projetados no Brasil e estudo da Anomalia Magnética do Atlântico Sul) e treinamento de estudantes. Partes desse *cubesat*, como a plataforma e o magnetômetro utilizado na carga útil, foram compradas de empresas estrangeiras, como as holandesas *Innovative Solutions In Space* (ISIS) e *Xensor*

Integration. A ISIS é uma empresa fundada em 2006 por profissionais oriundos da *Delft University of Technology*, nos Países Baixos, e que apostou nas possibilidades de negócios que o mercado de pequenos satélites estava sinalizado. As partes desenvolvidas no Brasil consistiam em circuitos integrados projetados por instituições nacionais para serem testados quanto à resistência à radiação no ambiente espacial, um dispositivo para acionamento remoto de cargas úteis, e um *software* para gerenciar os problemas causados por efeitos da radiação ionizante em um *field-programmable gate array* (FPGA).

O AESP-14 foi o segundo *cubesat* brasileiro enviado ao espaço. Lançado da Estação Espacial Internacional em fevereiro de 2015, esse *cubesat* apresentou uma falha no sistema de abertura de uma antena de transmissão que, infelizmente, impediu o seu funcionamento. Ambos contaram com o apoio de um convênio firmado entre a Agência Espacial Brasileira (AEB) e o Laboratório de Sistemas Integráveis Tecnológico (LSI-TEC). O Serpens foi o terceiro *cubesat* brasileiro enviado ao espaço. Lançado em agosto de 2015, esse satélite tinha como principal objetivo qualificar engenheiros, estudantes e pesquisadores no Brasil. O Serpens operou com sucesso até março de 2016. Outros *cubesats* estão sendo desenvolvidos no País, como é o caso do Itasat-1, do 14-BISat e do NanoSatC-Br2. Há também uma concepção de constelação de *cubesats*, chamada Conasat, que visa a qualificar um *transponder* de coleta de dados desenvolvido no Inpe. Até o momento, as aplicações a que foram dedicados os *cubesats* nacionais se restringiram ao teste de algumas tecnologias de interesse do setor espacial brasileiro, à exploração de alguns temas científicos e ao treinamento de estudantes universitários. Esse panorama nacional é consistente com o que ocorreu nos EUA nas primeiras missões *cubesats* daquele país.

Diferentes instituições ao redor do mundo estão envolvidas no desenvolvimento e na utilização de *cubesats*. Universidades continuam sendo um grande motor desse desenvolvimento, mas, atualmente, empresas como Planet Labs, Skybox e OneWeb têm alterado essa situação e devem revolucionar o mercado de satélites com o oferecimento de serviços em áreas tradicionalmente dominadas por grandes companhias comerciais. Demandas por aplicações espaciais, como sensoriamento remoto da Terra, telecomunicações e defesa, podem, na atualidade, ser atendidas por alternativas interessantes às formas tradicionais, com a possibilidade de utilização de satélites mais baratos e de curto tempo de desenvolvimento. O Gráfico 3 exibe a distribuição de *cubesats* lançados em função do tipo de organização que liderou o desenvolvimento e a integração desses satélites. É importante ressaltar que a participação de organizações comerciais já abarca mais de 40% da frota de *cubesats*. No Brasil, organizações governamentais e instituições de ensino superior têm participado diretamente no desenvolvimento de *cubesats*. Dentre estas, encontram-se o Inpe, a AEB, o Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), o Instituto Federal Fluminense (IFF), o Instituto Mauá de Tecnologia, a Universidade de Brasília (UnB) e as demais

universidades federais de Santa Maria (UFSM), do ABC (UFABC), de Minas Gerais (UFMG) e de Santa Catarina (UFSC).

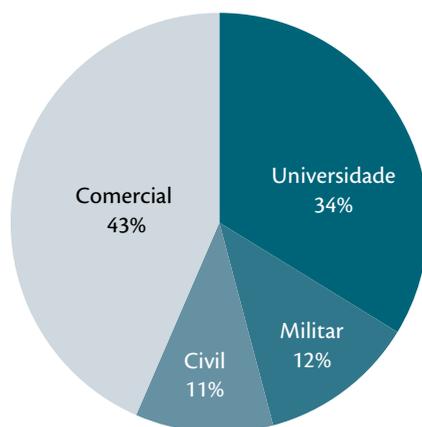


Gráfico 3. Distribuição de *cubesats* lançados no período entre 2005 e 2015 em função do tipo de organização que liderou o desenvolvimento e a integração do satélite.

Fonte: Saint Louis University cubesat database.

Apesar de, nos últimos anos, a tendência do uso de *cubesats* ter aumentado consideravelmente, ainda persistem desconfiças sobre a eficácia da nova metodologia de projeto, construção e testes adotada no desenvolvimento desses satélites. O índice de falhas nos lançamentos pode preocupar, uma vez que vários artefatos podem ser destruídos ao mesmo tempo. Cerca de 30% dos objetos inseridos em órbita não cumpriram satisfatoriamente suas missões. Esse número ainda justifica a relutância de alguns críticos quanto à confiabilidade das missões espaciais que empregam *cubesats*. Os Gráficos 4a, 4b e 4c expõem a estatística de sucessos dessas missões. É interessante notar que as falhas de *cubesats* em voo diminuiram nos últimos anos. Contudo, os insucessos no lançamento permanecem altos devido à estratégia de lançamentos múltiplos. Por exemplo, em outubro de 2014, a empresa Planet Labs perdeu 26 *cubesats* em um único lançamento.

Outra maneira de examinar a tendência de emprego de *cubesats* para missões espaciais é inspecionar a produção técnico-científica, da última década, relativa a esse tema. No período entre 2005 e 2015, a base de dados Scopus registra 1.337 documentos técnico-científicos publicados por meio de artigos em periódicos e anais de congressos. Foi utilizado como palavra-chave de busca apenas o termo *cubesat*⁵. O Gráfico 5 exibe as áreas do conhecimento relacionadas ao uso de *cubesats* nessas publicações.

5 Não foram considerados como palavras-chave os termos nanossatélite e picossatélite. Ao se adicionar tais termos, o número total de documentos passa para 1.801. Assim, foi feita a opção de manter como palavra-chave apenas o termo *cubesat* para padronizar buscas sobre outros indicadores, como patentes e evolução temporal de termos.

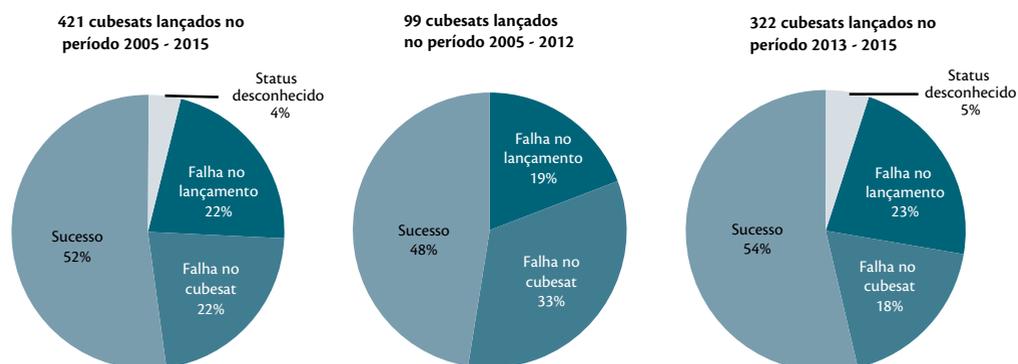


Gráfico 4. (4a, 4b e 4c) -Estatísticas de falhas e sucessos das missões *cubesats*.

Fonte: Saint Louis University cubesat database.

Nota: O Gráfico 4a mostra a estatística relativa ao período entre 2005 e 2015; o Gráfico 4b representa o período entre 2005 e 2012; e o Gráfico 4c expõe o período entre 2013 e 2015, quando houve um aumento substancial do número de lançamentos de *cubesats*, conforme apresentado no Gráfico 1.

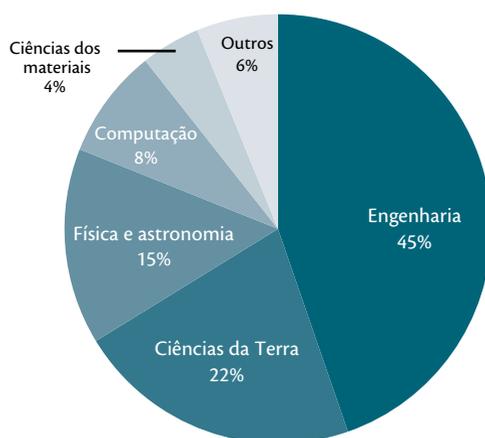


Gráfico 5. Áreas do conhecimento relacionadas ao uso de *cubesats* citadas em publicações técnico-científicas no período entre 2005 e 2015.

Fonte: Scopus.

É possível perceber, por meio do Gráfico 6, o crescimento do número de contribuições técnico-científicas relacionadas a *cubesats* neste mesmo período. Esses dados corroboram a tendência de aumento de interesse por esse tipo de artefato no setor espacial.

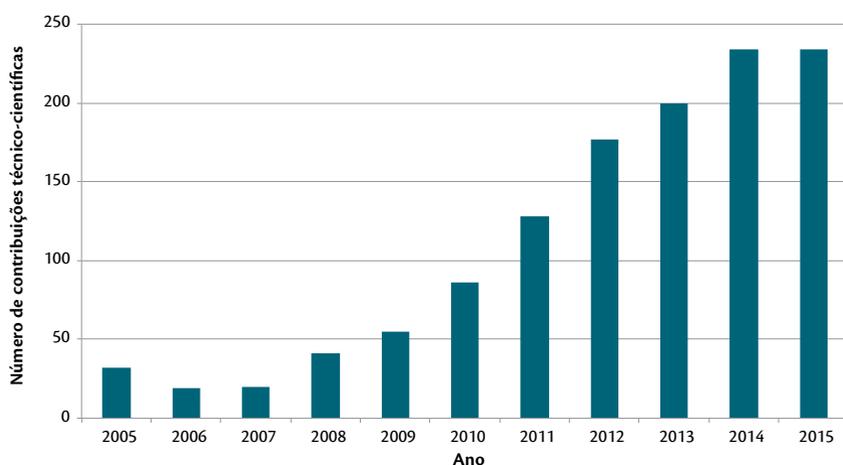


Gráfico 6. Distribuição do número de contribuições técnico-científicas relacionadas a *cubesats* no período entre 2005 e 2015. O gráfico evidencia um total de 1337 documentos técnico-científicos publicados em artigos em periódicos e anais de congressos.

Fonte: Scopus.

O Gráfico 7 apresenta o número de contribuições técnico-científicas por país. O Brasil apresenta uma participação que pode ser considerada boa nesse cenário, apesar de não ser muito expressiva.

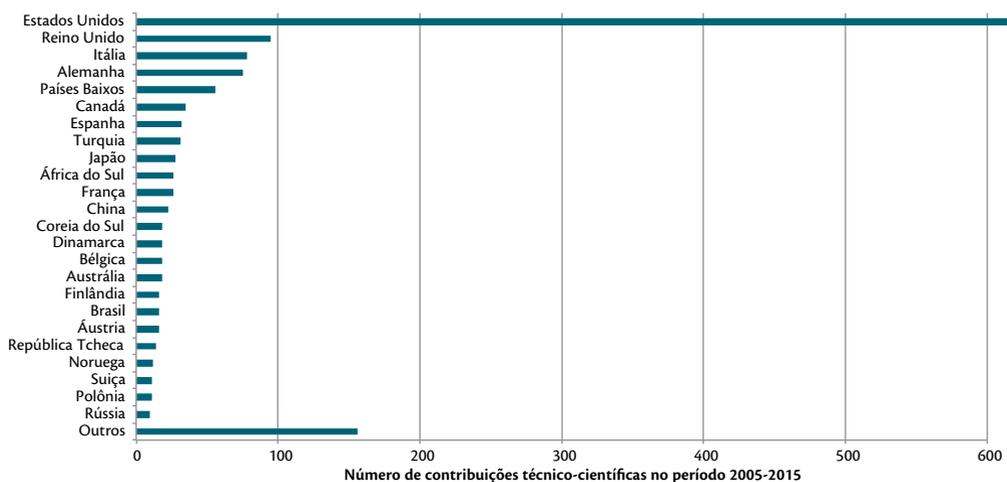


Gráfico 7. Número de contribuições técnico-científicas por país, no período entre 2005 e 2015. Alguns artigos internacionais foram contabilizados para mais de um país.

Fonte: Scopus.

O número de depósitos de patentes relacionadas a *cubesats* também vem aumentando nos últimos anos, acompanhando, de forma similar, a tendência de aumento de outros números relativos a essa classe de satélites, como o de lançamentos, de aplicações, de publicações técnico-científicas e de empresas que atuam no setor. O *European Patent Office* (EPO) registra, no período compreendido entre 2005 e 2015, um total de 112 depósitos desses documentos, nos quais a palavra-chave de busca foi *cubesat*⁶. Houve um aumento considerável desse número entre 2005, quando apenas 2 patentes foram registradas, e 2015, quando houve 47 depósitos. O Gráfico 8 expõe esses dados. Nenhuma dessas patentes é de autoria de instituição ou inventor brasileiros.

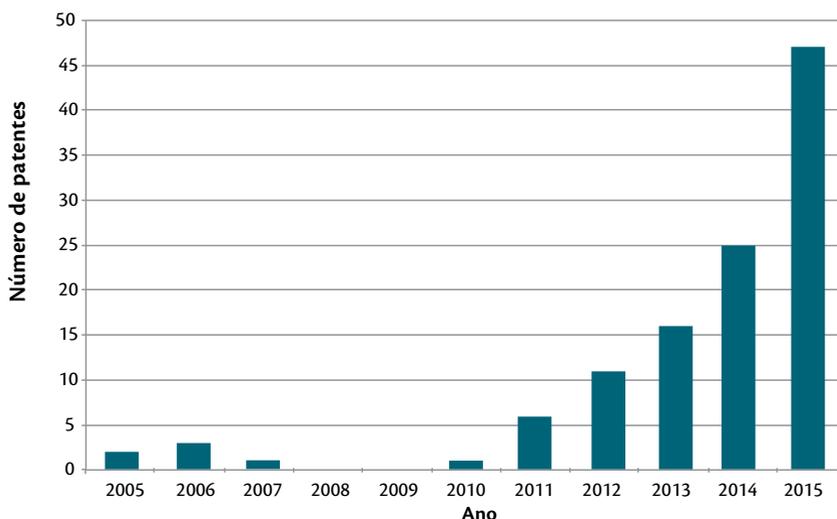


Gráfico 8. Número de patentes depositadas por ano no período entre 2005 e 2015, totalizando 112 relacionadas a *cubesats*.

Fonte: *European Patent Office*.

O Gráfico 9 revela os principais detentores de patentes relacionadas a *cubesats*. É interessante notar, entre esses, a presença de empresas privadas, como *Raytheon*, *Aerospace Corporation*, *Northrop Grumman* e *Skybox*. Esta última, por exemplo, tem planos ambiciosos para explorar o nicho relacionado a *cubesats*.

⁶ Não foram considerados como palavras-chave os termos nanossatélite e picossatélite. Ao se adicionar tais termos, o número total de patentes passou para 135. Foi feita a opção de manter como palavra-chave apenas o termo *cubesat* para padronizar buscas sobre outros indicadores, como publicações e evolução temporal de termos.

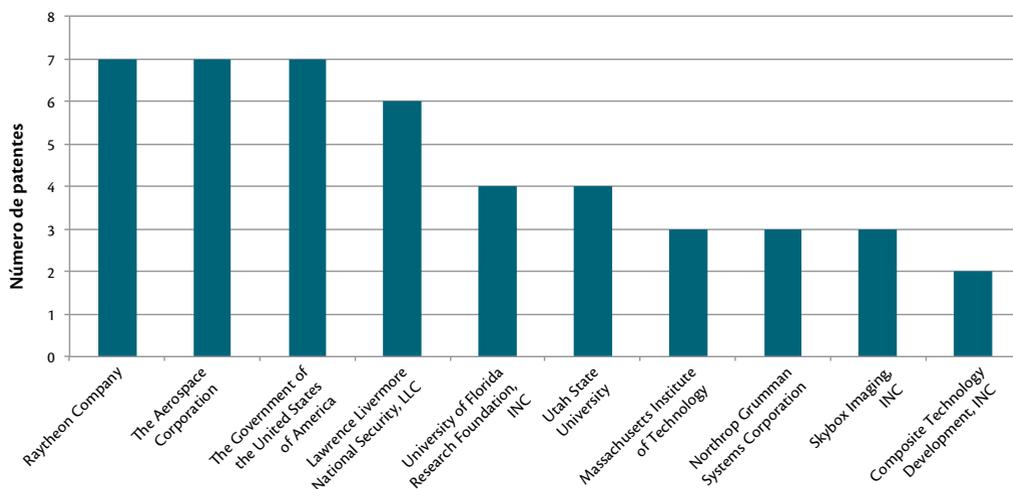


Gráfico 9. Principais detentores de patentes depositadas no período entre 2005 e 2015.

Fonte: European Patent Office.

Ainda no período de 2005 e 2015, os EUA aparecem como o país que mais depositou patentes (87%), por meio de instituições públicas, universidades e empresas. A China vem na sequência (4%). O Gráfico 10 mostra a distribuição de patentes por país.

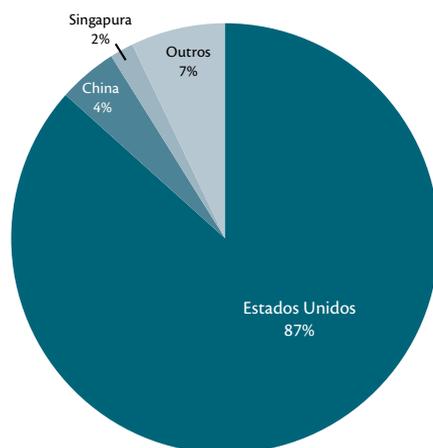


Gráfico 10. Principais países detentores de patentes depositadas no período entre 2005 e 2015.

Fonte: European Patent Office.

Com o intuito de fazer um levantamento da evolução temporal de termos relacionados a *cubesats* em alguns tipos de publicações, como artigos técnico-científicos divulgados em periódicos especializados e anais de congressos, foi utilizada a ferramenta *insightData* do CGEE,

que é capaz de ser ajustada para fazer buscas em diversas fontes de informação e gerar um banco de dados de acordo com as expressões utilizadas para realizar tais buscas. O aumento da frequência de termos na literatura técnico-científica é um indicador do interesse que um dado tema, identificado por certos termos ou expressões textuais, vem despertando na comunidade técnico-científica. Foram analisados 509.272 documentos referentes ao período compreendido entre 2005 e 2015 e que se encontram na base de dados do CGEE relacionados a *cubesats*. Desses, 1976 referiam-se a sistema de controle de atitude e órbita (AOCS, do inglês, *attitude and orbit control system*), que é uma das tecnologias de interesse do Programa Espacial Brasileiro. Dentro dessa categoria, a expressão “*attitude control*” foi utilizada para ilustrar a evolução temporal dessa tecnologia no âmbito dos *cubesats*. O Gráfico 11 ilustra essa evolução.

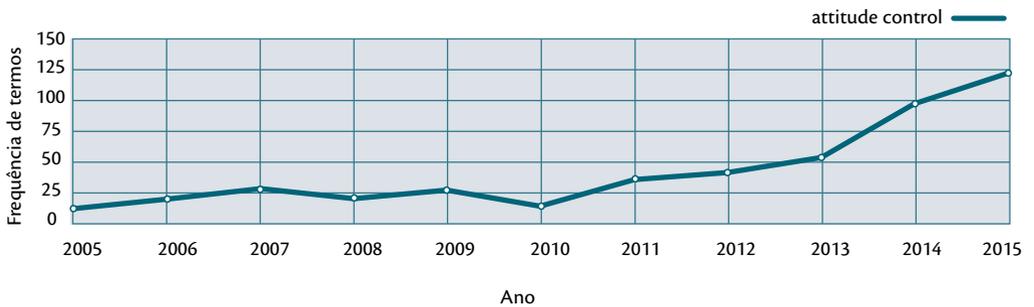


Gráfico 11. Evolução temporal da expressão “*attitude control*” relacionada a *cubesats* no período 2005-2015.

De forma a avaliar os recursos humanos no Brasil que já estejam desenvolvendo trabalhos relacionados a *cubesats*, foi utilizada a ferramenta *InsightNet* do CGEE para formar a rede de conhecimento sobre esse tema, com base nas informações curriculares que constam na Plataforma Lattes do CNPq. Tais informações registram contribuições efetivamente realizadas pelos autores, de modo que se constituem em um indicador confiável sobre a capacidade técnico-científica nacional em diferentes áreas do conhecimento. No total, a ferramenta encontrou 157 pessoas, em diferentes níveis de especialização, cujas informações curriculares evidenciam contribuições relacionadas ao tema *cubesat*. Os níveis de formação desses profissionais são: 31 graduados, 27 mestres, 66 doutores, 4 especialistas e 29 estudantes de graduação. A Figura 2 ilustra como se dão os relacionamentos nessa rede.

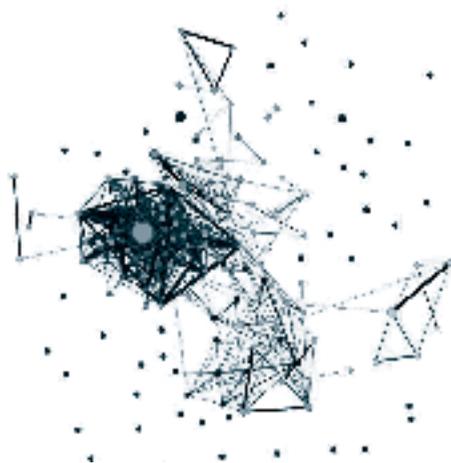


Figura 2. Rede de conhecimento relacionada a *cubesats* no Brasil.

Nota: O diâmetro dos círculos representa a produção técnico-científica 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 profissionais que possam desenvolver trabalhos relacionados a *cubesats*. A rede representada nesta figura é composta por um total de 157 profissionais.

3. Oportunidades que os *cubesats* representam para o setor espacial brasileiro

As diferentes aplicações para as quais os *cubesats* foram dedicados, as instituições e países envolvidos nos seus desenvolvimentos, o número de objetos lançados e a produção técnico-científica, incluindo patentes, mostram que o interesse nesse tipo de artefato tem aumentado de forma significativa nos últimos anos e que essa tendência tem se consolidado nos EUA e transbordado para diversos outros países.

Tomando como base de comparação o ano de 2005, por exemplo, verifica-se que, após uma década de atividades, o número de *cubesats* colocados em operação experimentou um aumento que variou de 1 novo *cubesat* em operação a cada 4 meses para 1 novo *cubesat* em operação a cada 3 dias. Nesse mesmo período, o número de publicações técnico-científicas, de acordo com a base de dados Scopus, aumentou de 32 para 234 e o número de depósitos de patentes, de acordo com a base EPO, passou de 2 para 47.

Os *cubesats* deixaram de ser uma tecnologia desenvolvida com fins meramente educacionais e acadêmicos para se tornar uma tecnologia atrativa para uso por parte de organizações comerciais (SPACEWORKS, 2016) e militares (GALLIAND, 2010). Esses números e fatos indicam que os *cubesats* se tornaram uma forte tendência no setor espacial e, além disso, trazem consigo um considerável potencial inovador disruptivo, pois, em função de seus baixos custos de desenvolvimento e de lançamento, diversas aplicações espaciais passaram a ser acessíveis a países e instituições que não tinham acesso ao espaço.

Os números apresentados neste trabalho sugerem que a tendência de uso de pequenos satélites está se estabelecendo de forma sustentável. Tal tendência cria inúmeras oportunidades no uso de aplicações espaciais para atender a diferentes demandas, assim como oportunidades de negócios para empresas privadas. Tais oportunidades podem ser exemplificadas pela situação das empresas nos EUA. De acordo com a *Satellite Industry Association* (SIA, 2016), dos 119 satélites que foram construídos pelos EUA e lançados em 2015, 89 eram *cubesats*. Os *cubesats* foram responsáveis por dobrar a participação da indústria dos EUA na construção dos satélites lançados em 2015, que saltou de 32% para 64%, embora tal fato não tenha se traduzido em aumento significativo de receita (o aumento foi menor que 1%).

Ademais, em 2005, as universidades foram responsáveis por 100% dos *cubesats* construídos. Desde então, elas veem dando lugar às empresas que, em 2015, desenvolveram 62% desses artefatos. Assim, percebe-se que o conceito de privatização do espaço tem nos *cubesats* um exemplo interessante.

Os *cubesats* mostram-se como uma oportunidade excelente para que empresas brasileiras possam ingressar na atividade espacial de forma rápida e eficaz. Uma das vantagens da arquitetura aberta de *cubesats* é que ela proporciona oportunidades claras para desenvolvedores se adaptarem de maneira objetiva e rápida aos padrões vigentes. Assim, a compra de *kits* no exterior, por instituições nacionais, poderia ser uma possibilidade cada vez menos utilizada, o que geraria oportunidades de negócios para empresas nacionais.

Por obedecerem a uma nova lógica, na qual a confiabilidade e, conseqüentemente, os custos de construção e de testes podem ser diminuídos, o tempo de desenvolvimento como um todo é igualmente reduzido. Os riscos associados ao uso de artefatos espaciais com confiabilidade menor que a exigida pela atual geração de satélites são amplamente compensados pela possibilidade de rápida reposição desses artefatos, em caso de falhas. Mais ainda, por se configurarem como alternativa rápida e de baixo custo de acesso ao espaço, os *cubesats* podem prover dados de forma muito mais ágil e a um custo muito menor em relação à atual forma de explorar as aplicações espaciais por meio de satélites de maior porte.

Naturalmente, a atual forma de utilização de aplicações espaciais com satélites de alta confiabilidade e de maior porte não deve ser evitada. Os *cubesats* não se apresentam como uma substituição desse modelo, mas, sim, como uma alternativa para alguns tipos de aplicações. Convém destacar que setores brasileiros potencialmente beneficiários, de forma direta, das aplicações espaciais, como os de defesa e de monitoramento ambiental, podem ter nos *cubesats* uma forma bastante objetiva de atendimento rápido de suas necessidades de informações sobre o território nacional e a um custo muito mais baixo que os inerentes à forma tradicional de acesso ao espaço.

Há um exemplo recente no Brasil que pode ser citado para ilustrar o fato de que *cubesats* poderiam ter sido utilizados para ajudar no monitoramento do território nacional: em abril de 2010, o satélite CBERS 2B parou de funcionar. No entanto, só foi possível colocar em órbita outro satélite para desempenhar função semelhante em dezembro de 2014. Caso tivesse havido uma resposta rápida do setor espacial brasileiro, por meio do lançamento de pequenos satélites – mesmo com tempos curtos de vida útil no espaço e com instrumentos mais simples que os utilizados por satélites de grande porte –, teria sido possível gerar informações básicas sobre o território nacional, evitando, dessa forma, o hiato temporal de falta de dados. Evidentemente, há sempre a possibilidade de compra de dados ou recebimento gratuito de dados de outros satélites estrangeiros, mas a capacidade nacional de gerar dados próprios para atender, de forma autônoma, os interesses do País, deve ser perseguida.

Além das vantagens da arquitetura aberta, a padronização de métodos de teste e de aceitação de subsistemas e sistemas relacionados a *cubesats* certamente impulsionará ainda mais o desenvolvimento desse tipo de artefato e facilitará o acesso de novos atores ao mercado de satélites de pequeno porte. Atualmente, está em discussão a norma ISO/TC20/SC14, que visa à padronização de testes para os “*lean satellites*”. Outra norma em discussão é a ISO/CD/19683 (*Design Qualification and Acceptance Tests of Lean Satellites and Units*), que descreverá os requisitos mínimos de teste e os métodos para qualificação de satélites comerciais, incluindo a aceitação do produto final. O objetivo desta última é contribuir para a redução das falhas que podem ocorrer imediatamente após a colocação do satélite em órbita, mantendo as premissas de baixo custo e rapidez para o acesso ao espaço. O estabelecimento dessas normas ISO é uma clara demonstração de que um novo paradigma está se firmando no setor espacial. Esse novo modelo traz consigo várias oportunidades com potencial de serem exploradas pelo setor espacial brasileiro, principalmente por empresas. A qualidade dos equipamentos colocados em órbita tem também preocupado algumas instituições, como a *National Aeronautics and Space Administration* (NASA), que atualizou uma publicação sobre o estado da arte de tecnologias empregadas em satélites de pequeno porte e seus respectivos níveis de maturidade tecnológica

(NASA, 2015). Um estudo da Academia Nacional de Ciências dos Estados Unidos recomendou, recentemente, o aumento do apoio financeiro para criação de oportunidades de uso de plataformas *cubesats* (NAS, 2016).

Ao confrontar as informações do cenário internacional com as do nacional, vê-se que o Brasil segue os passos que os EUA deram no início da era desses pequenos satélites, no que diz respeito ao envolvimento de universidades. Há, no Brasil, o interesse de grupos universitários nesse tipo de atividade e há capital humano em número necessário para aproveitar essa tendência. No entanto, o Brasil não possui patente referente a *cubesats*, apesar de já terem sido depositadas 131 patentes sobre esse assunto em escala mundial. Também não há empresas brasileiras dedicadas ao desenvolvimento de *cubesats*, diferentemente do que ocorre nos EUA e na Europa, onde, por exemplo, está sediada a empresa ISIS, fornecedora de partes e equipamentos para algumas das iniciativas brasileiras. Essas informações indicam que o Brasil ainda não despertou totalmente para as oportunidades que os *cubesats* oferecem, tanto para atender demandas objetivas por aplicações espaciais quanto para empresas se inserirem nesse novo mercado.

É oportuno salientar que uma das primeiras iniciativas oficiais para a promoção do desenvolvimento de satélites de pequeno porte no Brasil se deu por meio da Agência Espacial Brasileira (AEB) em 2008. Tal iniciativa se materializou em 2009, na forma de um convênio com a Associação do LSI-TEC, ligada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, com a finalidade de “promover estudos para a elaboração de plano estratégico para iniciativas de capacitação nacional em satélites de pequeno porte”. Na justificativa de celebração desse convênio (AEB, 2009), constava:

Um programa de desenvolvimento de satélites de pequeno porte é de interesse direto do Programa Espacial Brasileiro por ter a capacidade de diminuir o ciclo de desenvolvimento da tecnologia espacial e dos próprios satélites, além de capacitar equipes e atender, mesmo que por um curto período, demandas da sociedade. A diminuição do ciclo de fabricação dos satélites é uma grande forma de se acelerar o processo de desenvolvimento, qualificação, homologação e produção em série dos diversos componentes e das diferentes soluções que integram os satélites. Ainda se alinha com as diretrizes da Política Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais (PNDAE) e o Programa Nacional de Atividades (PNAE) 2005-2014, onde se prevê um significativo índice de participação da indústria nacional em um futuro próximo.

Os satélites de pequeno porte, de modo geral, apresentam uma série de vantagens, do ponto de vista filosófico e político, que podem ser fundamentais para um rápido desenvolvimento do setor. Podem ser testadas novas metodologias de gestão de projetos, como o *design*

conjunto dos subsistemas, funcionando como um laboratório de concepções de soluções alternativas e inovadoras e melhorando as novas ferramentas de gestão de projetos.

As inovações normalmente ocorrem nas universidades, ao passo em que formam recursos humanos altamente qualificados, e seguem um padrão passando por centros de pesquisas e atingem a maturidade quando são transferidas para a indústria e posteriormente produzidas para a sociedade por meio dos *spins-offs*. Neste sentido, os satélites de pequeno porte são praticamente imbatíveis quando se trata da reutilização dos subsistemas e a utilização da inovação em um subsistema com redundância, onde está presente o novo sem deixar de lado o já qualificado, propiciando o desenvolvimento regional através de um acesso rápido e barato ao espaço, numa abordagem até então inexistente no Brasil.

Além da vocação de formação existente nos satélites de pequeno porte há também os objetivos técnicos, como científicos, meteorológicos e até sociais. Destacam-se as aplicações de ordem científica, meteorológica e também de sensoriamento remoto, as quais podem ser utilizadas em prol dos estudos demográficos, do manejo florestal, da defesa das fronteiras, do planejamento urbano, da agricultura e da defesa civil.

Por fim, o modelo de negócios envolvido nos programas de satélites de pequeno porte possui o foco voltado para a formação de recursos humanos e desenvolvimento de componentes realizado no País, fortalecendo a indústria e evitando problemas com embargos estrangeiros. Os subsistemas desenvolvidos são reutilizáveis, o que diminui o custo individual, com o aumento de missões, e o tempo de desenvolvimento, fabricação e integração, o que torna o programa menos propenso a rotatividade nas equipes envolvidas. No futuro, é possível tornar comercial este modelo proposto e iniciar vendas dos kits de satélites para países parceiros interessados.

Portanto, há cerca de 7 anos, quando ainda não havia se intensificado no mundo o uso de *cubesats* para atender às mais diversas aplicações espaciais, já havia uma iniciativa para promover o desenvolvimento de satélites de pequeno porte no Brasil, de uma forma estruturada, promovida pelo órgão responsável pela coordenação das atividades espaciais no Brasil, a AEB. Outras iniciativas, como a de grupos de pesquisa ligados ao Inpe, também foram feitas nessa época, sendo que, uma delas, resultou no projeto NanoSatC-Br1.

4. Considerações finais

O Brasil ainda não se engajou de forma clara nessa nova tendência tecnológica, como mostram os dados compilados neste trabalho. O País poderia se utilizar de satélites de pequeno porte para acelerar o domínio de várias tecnologias relevantes para o setor espacial brasileiro, além de treinar recursos humanos para esse setor (e.g. VILLELA *et al.*, 2014). Espera-se que seja possível haver um planejamento do setor espacial nacional que inclua a utilização de satélites de pequeno porte no rol de ações a serem levadas a cabo imediatamente, para que o Brasil possa usar em seu benefício as oportunidades apresentadas pelo novo paradigma que emerge no cenário mundial.

Os cubesats estão proporcionando inovações em vários segmentos da atividade espacial, que não se restringem apenas à forma como são desenvolvidos, mas se estendem até às maneiras como são lançados ao espaço. Diferentemente da lógica tradicional vigente, em que a maioria dos lançamentos de satélites se dá por meio de veículos dedicados, com poucos lançamentos compartilhados (múltiplos ou em modo piggy-back), os *cubesats*, em função da motivação de sua origem, não são os artefatos principais nos lançamentos. Por isso, estão gerando também uma inovação no mercado de lançadores. Com os cubesats, a utilização de lançamentos múltiplos teve um aumento considerável nos últimos anos. Essa nova tendência aponta claramente para a necessidade de um veículo lançador capaz de colocar em órbita, a custos reduzidos, *cubesats* para as mais diversas aplicações. Provavelmente, num futuro próximo, haverá demanda para veículos lançadores exclusivos desses artefatos.

Nesse ponto em particular, parece haver uma grande oportunidade para o Brasil preencher esse nicho de mercado, uma vez que há uma sinergia com o projeto de construção do Veículo Lançador de Microsatélites (VLM). É conveniente citar que a NASA e o Departamento de Defesa dos EUA estão considerando a possibilidade de desenvolver um veículo dedicado exclusivamente ao lançamento de *cubesats* que possa colocar em órbita tais artefatos a um custo inferior a US\$ 2 milhões por veículo lançador (NASA, 2013).

Os dados mostram também que o uso de *cubesats* para atender a diferentes tipos de aplicações espaciais (e.g. NSF, 2013) e para treinamento de pessoal vem se firmando nos EUA e já está influenciando outros países (e.g. MUYLEAERT *et al.*, 2010). Caso o aumento do número de *cubesats* lançados nos últimos 3 anos seja mantido, é de se esperar que algumas centenas desses objetos sejam lançados nos próximos 5 anos. Essa possível popularização dos *cubesats* traz à tona inúmeras oportunidades para países, instituições e empresas. Vários países já estão se adaptando a essa nova tendência, de forma que parece ser interessante ao Brasil também aproveitar essa oportunidade.

É importante frisar que o Brasil reúne as condições essenciais mínimas para aproveitar tais oportunidades: há recursos humanos disponíveis no País em número e qualidade, com capacidade de produção em várias áreas científicas e tecnológicas; há infraestrutura de lançamento, de montagem e testes de satélites; há um projeto de lançador, como o VLM; há empresas com capacidades em vários setores tecnológicos; e, mais uma vez, há demandas claras do País, como as relacionadas ao meio ambiente, defesa, de domínio tecnológico, etc. Várias dessas demandas poderiam ser atendidas por meio do uso de *cubesats*, como, por exemplo, o desenvolvimento de sistemas de controle de atitude e órbita para satélites de grande porte, uma tecnologia que há anos vem sendo perseguida, que pode se beneficiar com testes reais em órbita com *cubesats* (e.g. TARABA *et al.*, 2009); o sensoriamento remoto do território nacional, foco constante do setor espacial brasileiro, também poderia testar várias soluções com *cubesats* (e.g. SELVA e KREJCI, 2012). Por outro lado, há ainda obstáculos que precisam ser transpostos, como o fato de as atividades com *cubesats* estarem ainda limitadas aos meios acadêmico e de pesquisa e a inexistência de iniciativas privadas de desenvolvimento de tais artefatos por meios próprios, sem participação governamental, como está ocorrendo em alguns países.

Assim, em vista do exposto, percebe-se que o setor espacial brasileiro pode se beneficiar do uso de *cubesats* caso acompanhe essa tendência tecnológica mundial e invista em uma estratégia de desenvolvimento de satélites de pequeno porte para atender algumas necessidades de interesse do setor espacial nacional, como o treinamento contínuo de pessoal, o acesso constante a aplicações espaciais, o desenvolvimento consistente da indústria e o domínio de tecnologias críticas.

Referências

- AGÊNCIA ESPACIAL BRASILEIRA – AEB. **BRASIL, SICONV 2016, Programa de desenvolvimento de satélites de pequeno porte** - Convênio AEB/LSI-TEC, 2009. Disponível em: <<https://www.convenios.gov.br/siconv/ConsultarProposta/ResultadoDaConsultaDeConvenioSelecionarConvenio.do?idConvenio=26140&destino=>>>. Acesso em: 25 ago. 2016.
- CALIFORNIA POLYTECHNIC STATE UNIVERSITY - Cal Poly. **CubeSat Design Specification (CDS Rev 13)**. Disponível em: <<http://www.cubesat.org>>. 2014
- CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS – CGEE. **Boletim OTE**, v. 1, n. 1, 2016.

- CHO, M. 2015: Nano-satellite reliability and standardization: introduction of lean satellite concept. In: 2015 INTERNATIONAL CONFERENCE ON SPACE SCIENCE AND COMMUNICATION, 10-12 August 2015, Langkawi, Malásia, 2015. **Conference Presentation...** Langkawi, Malásia, 2015.
- GALLIAND, C.L. Study of the small: potential for operational military use of Cubesats, SSC10-III-2, In: ANNUAL AIAA/USU Conference on Small Satellites, 24., 2010. **Conference presentation...** 2010.
- MUYLAERT, J.; REINHARD, R.; ASMA C. QB50: An international network of 50 CubeSats. In: ANNUAL CUBESAT DEVELOPERS' WORKSHOP, 7., San Luis Obispo, California, USA, April 21-23, 2010, **Proceedings...** San Luis Obispo, California, USA, 2010. Disponível em: <http://www.cubesat.org/images/cubesat/presentations/DevelopersWorkshop2010/2_1020_qb50_vki_muylaert_apr2010_calpoly.pdf>
- NATIONAL ACADEMIES OF SCIENCES, ENGINEERING, AND MEDICINE. **Achieving Science with CubeSats: thinking inside the box.** Washington, DC: The National Academies Press. 2016. doi:10.17226/23503
- NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION – NASA. **Small spacecraft Technology State of Art**, NASA/TP–2015–216648/REV1, 2015.
- _____. Goddard Space Flight Center. **Goddard Tech Transfer News**, v. 11, n. 2, Spring 2013. Disponível em: <<http://itpo.gsfc.nasa.gov>>. Acesso em: 31 ago. 2016.
- NATIONAL SCIENCE FOUNDATION – NSF. **Cubesat-based science missions for geospace and atmospheric research**, Annual Report. 2013. Disponível em: <<http://www.nsf.gov/geo/ags/uars/cubesat/nsf-nasa-annual-report-cubesat-2013.pdf>>. Acesso em: 31 ago. 2016.
- SATELLITE INDUSTRY ASSOCIATION – SIA. **State of the satellite industry Report**, The Tauri Group, 2016.
- SELVA, D.; KREJCI, D. A survey and assessment of the capabilities of Cubesats for Earth observation. **Acta Astronautica**, v. 74, p. 50–68, 2012.
- SPACEWORKS. **2016 Nano/microsatellite market forecast**. Disponível em: <http://spaceworksforecast.com/docs/SpaceWorks_Nano_Microsatellite_Market_Forecast_2016.pdf>. Acesso em: 31 ago. 2016.
- SWARTWOUT, M. The first one hundred CubeSats: A Statistical Look. **JoSS**, v. 2, n. 2, p. 213-233, 2013.

TARABA, M.; RAYBURN, C.; TSUDA, A.; MACGILLIVRAY, C. Boeing's CubeSat TestBed 1 attitude determination design and on-orbit experience, SSC09-X-6. In: ANNUAL AIAA/USU Conference on Small Satellites, 23., 2009. **Apresentação...** 2009.

TWIGGS, R. Origin of CubeSat. In: HELVAJIAN, H.; JANSON, S.W. **Small satellite: past, present and future.** El Segundo, CA: The Aero-space Press. 2008. p. 151-173.

VILLELA, T.; BRANDÃO, A.M.; MAIA, J.M. Considerações sobre gerenciamento tecnológico e de recursos humanos na área especial. **Parcerias Estratégicas**, Brasília-DF, v. 19, n. 39, p. 99-118. jul-dez 2014

SEÇÃO 4

COOPERAÇÃO INTERNACIONAL EM CT&I

Diplomacia de ciência : Justificações e abordagens na intersecção da investigação e internacionalização

Ciência, tecnologia e inovação na agricultura:
25 anos de cooperação internacional no Semiárido

Educação e desenvolvimento na cooperação em CT&I
entre Brasil e Japão: contribuições das pesquisas
conjuntas e das tecnologias sociais

Diplomacia de ciência: razões, justificações e abordagens na intersecção da investigação e internacionalização

Sónia Arrozi¹, Sandro Mendonça²

Resumo

A importância da ciência no mundo moderno vai além dos objectivos da pura investigação. A ciência é uma linguagem comum e tem sido utilizada por cientistas e Estados para avançar o compromisso político entre países. Ciência pode fazer diplomacia. A diplomacia científica tem sido vista como potencial solução para fortalecer e melhorar as relações entre os países, promovendo a boa vontade e os interesses nacionais. Mas diplomacia também pode fazer ciência. A diplomacia pode ajudar a reforçar as interconexões internacionais entre distintos sistemas científicos e tecnologias e, assim, fazer avançar as fronteiras do conhecimento. Numa era de globalização, é importante compreender as dinâmicas de interligação, de modo a desenvolver

Abstract

The importance of science in the modern world goes beyond the goals of pure research. Science is a common language and has been used by scientists and governments to advance the cooperation between countries and their research and innovation systems. Science can do diplomacy. Scientific diplomacy has been seen as a tool with a potential to strengthen and improve the relations between countries, promoting the goodwill. But diplomacy can also promote science. Diplomacy can help strengthen international partnerships between different science and technology communities while advancing the knowledge across borders. In an era of globalisation it is important to understand the dynamics of intellectual interconnection in

1 Técnica superior no Instituto Português do Mar e da Atmosfera (IPMA).

2 Professor auxiliar no ISCTE Business School. Investigador da Business Reseach Unit, Instituto Universitário de Lisboa (BRU-IUL), da Unidade de Estudos em Complexidade na Economia do Instituto Superior de Economia e Gestão (UECE-ISEG) e do Science Policy Research Unit (SPRU/University of Sussex). Gestor científico do Programa Ibero-Americano de Ciência e Tecnologia para o Desenvolvimento (CYTED).

uma diplomacia para uma política pública que apoie o desenvolvimento de uma economia do conhecimento e uma sociedade em rede.

order to develop diplomacy policies that support a knowledge-based economy and a network society.

Palavras-chave: Diplomacia científica. Política de ciência e tecnologia. Internacionalização.

Keywords: *Science diplomacy. Politics of science and technology. Internationalisation.*

1. Introdução³

Vivemos um tempo histórico de mudança, num contexto de oportunidades e desafios voláteis, em que a ciência e tecnologia (C&T) continuam a contribuir para o desenvolvimento e a vitalidade das economias. A capacidade para obter, armazenar e consolidar conhecimento é considerada um factor de desempenho entre as organizações (DODGSON *et al.*, 2013) e entre os países (FAGERBERG *et al.*, 2004). Num ambiente de globalização económica (crescente competitividade, multipolaridade estratégica, etc.) e de grandes desafios sociais (mudança climática, envelhecimento populacional, segurança alimentar, etc.), a investigação e a inovação ganham importância e papéis renovados. Essa reflexão aborda uma área emergente, onde os estudos de inovação e as relações internacionais (RI) se encontram: a *diplomacia científica*.

A agenda da diplomacia científica (DC) é ainda relativamente recente e, como tal, insuficientemente compreendida. A aplicação da C&T aos problemas contemporâneos tende a transformar a sociedade e acaba por interferir com os equilíbrios em nível global, acarretando necessariamente consequências económicas, sociais e políticas. A definição de DC é problemática e os seus usos são ainda pouco mapeados. A noção de DC parece sugerir a utilização de ciência para fins de coordenação interpaíses/interagentes num quadro de colaboração técnico-científica (um eixo de cooperação), mas também de rivalidade económica e competição por influência e prestígio internacionais (um eixo de competição). Trata-se, assim, de uma intersecção de esferas, das quais resultam alguma ambiguidade conceptual, bem como algumas tensões normativas.

Essas dificuldades podem, no entanto, ser tomadas como um produtivo ponto de partida. É o que o presente artigo busca fazer. Da incompleta precisão e dos possíveis sentidos equívocos da expressão *diplomacia científica*, colhemos duas interrogações-base, às quais se procurará dar resposta. Em primeiro lugar, como definir DC? Em segundo lugar, como posicionar a DC? Procuramos, assim, perseguir dois objectivos: sistematizar os entendimentos contemporâneos sobre DC; e também derivar implicações para o desenho de DC. Por outras palavras: procura

3 Neste artigo, foi mantida a grafia adotada em Portugal (pré-“AO90”).

dar-se um contributo que consiste em destilar ensinamentos atualizados sobre DC (quais as características-chave da DC?) com vistas, depois, a propor caminhos para atividades de DC (como desenhar DC?).

A infraestrutura teórica dessa reflexão situa-se na escola neo-schumpeteriana dos estudos de inovação. A abordagem ensaiada estende parte dessas intuições para o campo das relações internacionais. Assim, o contributo encontra-se organizado da seguinte forma. Na Secção 2, é feito um enquadramento teórico neo-schumpeteriano. Na seguinte, Secção 3, é feita uma revisão da literatura sobre as RI e DC. Na secção 4, por sua vez, procede-se a uma discussão do cruzamento destas duas linhas de trabalho. Por fim, na Secção 5, é feita uma revisão crítica dos pontos estudados e são introduzidas pistas para passos futuros.

2. Mudança e abertura nas economias em rede baseadas no conhecimento

2.1. Entre a globalização e a terceira revolução industrial

Segundo Caraça (2001) a atividade de um agente no mundo é uma combinação entre a *ação* (material) e a *comunicação* (imaterial) que ele desenvolve com outros. Por um lado, a ação implica movimento e deslocação, por outro, a comunicação ocorre quando estão em causa envolvimento e avaliação de uma situação. São duas dimensões essenciais para a compreensão da vida e das sociedades.

O capitalismo industrial emergiu, sobretudo, como acção material, mas este foi abalado no fim do século 20. Com a *terceira revolução industrial*, a comunicação e os intangíveis instalam-se no epicentro de mais uma vaga de globalização (FREEMAN e LOUÇÃ, 2001). Com essa transformação estrutural do sistema económico, a *Revolução da Informação*, surge aquilo que em sociologia se designa como *Sociedade em Rede*, em que as competências de processamento e distribuição de informação são o recurso de referência (CASTELLS, 2010). Num mundo interdependente e baseado em tecnociência, a capacidade de interação simbólica torna-se, assim, fundamental (CARAÇA, 2010).

2.2. Os sistemas de inovação num contexto de diluição de fronteiras

O termo Sistema Nacional de Inovação (SNI) tem sido explorado há mais de 30 anos e, atualmente, tornou-se amplamente difundido entre os formuladores de políticas e estudiosos do processo de inovação. Podemos definir o SNI como a rede de atores e instituições de sectores públicos (Estado), privados (empresas) e não-lucrativos/não-governamentais (entre outras, as universidades), cujas atividades e interações geram, importam, modificam e difundem novas tecnologias (FREEMAN, 1987). Nessa perspetiva, o *mix* de atores importa e molda historicamente a evolução dos SNI. Portanto, trata-se de uma visão institucionalista e estruturalista do SNI (CASTELLACCI *et al.*, 2005). Importa reter, aqui, a diversidade dos atores e a pertinência do seu quadro normativo. Por exemplo, é possível seguir essa perspetiva para nomear atores clássicos como laboratórios associados, organizações de transferência de tecnologia, empresas inovadoras, agentes financeiros estratégicos ou instituições de enquadramento.

Nas economias modernas de tipo ocidental, porém, destacam-se como núcleo central a empresa de base tecnológica e um conjunto de atores que estão no entorno desta para que ocorra a inovação. O reconhecimento das práticas de relacionamentos para o conhecimento e de *aprendizagem interativa* dos SNI origem, sobretudo, na escola de Aalborg (LUNDVALL, 1992). Segundo essa perspetiva, a construção de conhecimento economicamente útil é um processo social em que a partilha produtor-utilizador e as influências recíprocas entre estes imperam (CASTELLACCI *et al.*, 2005). Na perspetiva da *aprendizagem interativa*, é o *mix* de relações dos SNI que impulsiona o dinamismo do próprio sistema económico. Essas relações são, elas mesmas, variadas, podendo acontecer ao longo de cadeias de valor ou em espaços de proximidade geográficas. Contudo, é importante também considerar os laços específicos e as modalidades de contacto estabelecidos por elementos habitualmente pouco considerados na caracterização dos SNI. Essas especializações *não clássicas* podem ser observadas na imprensa (em particular os jornalistas de ciência) ou nas relações públicas (por exemplo, agências de comunicação).

No quadro da globalização, o dinamismo das práticas inovadoras causa tensões em nível nacional, isto é, o ambiente doméstico de inovação deixa de ser a inquestionável unidade de referência (PATEL e PAVITT, 1998). A base nacional de conhecimentos não garante necessariamente todos os recursos que as empresas precisam para assegurar a sua competitividade. A liberalização de trocas comerciais, a diferenciação das vantagens tecnológicas nacionais, o leque crescente de aplicações da investigação potencialmente útil estão a abrir os atores a relações fora das suas geografias tradicionais. A criação de zonas de comércio livre, de mercados comuns ou mesmo de uniões monetárias vem contribuir para alargar os espaços económicos, como se o tradicional espaço nacional já não constituísse a escala óptima para o desenvolvimento (MOITA, 2015). Os laços entre os vários atores evoluem, então, para serem mais complexos, numerosos e transnacionais. Assim é num prisma estritamente económico, mas também crescente em termos de uma economia baseada no conhecimento.

No quadro do estudo exposto no presente artigo, essa observação implica uma sensibilidade para relevar as práticas e rotinas de *interface*, isto é, de aprendizagem entre actores (CARAÇA *et al.*, 2009). Contudo, a implicação desses padrões no nível macroscópico é ainda insuficientemente explorada. É útil, nesse contexto, fazer uma intersecção temática entre inovação e relações operacionais. Assim, entendemos a interacção entre SNI como o âmbito da diplomacia de conhecimento, isto é, a que tem como alvo operacional as relações científicas e tecnológicas, de investigação e inovação, de empreendedorismo e criatividade cultural (MENDONÇA, 2015). Em particular, a aproximação entre SNI implica olhar com atenção para as funções exercidas em relações bilaterais entre Estados (diplomatas, *staff* ministerial e pessoal do aparelho de Estado vocacionado para negócios exteriores), bem como para tomadores de decisões em organizações internacionais e multilaterais (veja-se o caso da Comissão Europeia e dos âmbitos de política de investigação).

2.3. A comunicação nos modelos de negócio contemporâneos

Os modelos de negócio contemporâneos são intensivos em inovação. Segundo a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico [OCDE, (2005)], essa inovação ocorre na indústria ou nos serviços e pode ter um carácter tecnológico e não-tecnológico. A inovação pode ser de produto ou de processo, organizacional ou de *marketing*. Ou seja, os recursos, os processos e os resultados da inovação são diversificados e podem ser desenvolvidos por actores também diversos.

A inclusão do *marketing* como uma modalidade de inovação não-tecnológica no Manual de Oslo veio ressaltar a importância das funções suporte, que permitem comunicar e promover, junto aos públicos-alvo, os comportamentos favoráveis à realização dos próprios objectivos dos atores inovadores. Em particular, a OCDE (2005, p. 49) define inovação comercial ou de *marketing* como:

“[...] a implementação de um novo método de *marketing* envolvendo mudanças significativas no desenho do produto ou na embalagem, no posicionamento do produto, na promoção do produto ou no estabelecimento de preços.”

O *marketing*, segundo a tradição norte-americana, é definido como a geração de benefícios indo ao encontro da satisfação das necessidades do consumidor (KOTLER *et al.*, 2013). Como argumenta Prabhu (2014, p. 53), o *marketing* e a inovação estão ligados devido à necessidade de antecipar, criar e acompanhar as necessidades e os desejos dos clientes. Um programa de *marketing* coerente procura estabelecer um *posicionamento* (uma oferta distintiva) num

determinado *segmento de mercado* escolhido como *público-alvo*. Importa destacar, em particular, a *promoção* como ferramenta privilegiada. Esta é tipicamente definida como:

“Atividades que comunicam o bem ou serviço e os seus méritos a clientes específicos para os persuadirem a comprar.” (KOTLER, 1998, p. 110).

A promoção é em si mesma um “mix” que consiste numa combinação específica de ferramentas de publicidade, promoção de vendas, venda pessoal e relações públicas que uma organização utiliza para perseguir os seus objectivos de *marketing*. Esses instrumentos devem ser integrados numa estratégia de comunicação coerente. As quatro principais ferramentas de promoção são, assim, em detalhe, as seguintes:

- a) *Publicidade* – feita por uma marca ou fornecedor de bens/serviços divulgados e devidamente identificados, corresponde a qualquer forma paga de divulgação não-pessoal e reforço de ideias, bens ou serviços;
- b) *Promoção de vendas* – incentivos de curto prazo para estimular a compra ou venda de um produto ou serviço;
- c) *Venda pessoal* – apresentações e conversas com um ou mais compradores potenciais para os propósitos de fazer as vendas e construir relacionamentos;
- d) *Relações públicas* – construir boas relações com os diversos públicos da empresa, por meio da conquista de reputação favorável, da construção de uma boa imagem, da composição de narrativas e da organização de eventos.

A comunicação comercial tem a função, por um lado, de disponibilizar informação e, por outro, de influenciar o próprio comportamento dos públicos-alvo. As novas tendências do *marketing* têm sido endereçadas às necessidades de uma variedade de actores que navegam em ambientes exigentes e desafiantes, sempre informacionalmente densos. Não só as empresas disputam a atenção dos públicos a quem se dirigem, portanto, nem só para elas as técnicas de *marketing* se aplicam. Por exemplo, a administração pública e as agências governamentais precisam, atualmente, desenhar e acompanhar a recepção das suas mensagens de acordo com uma filosofia orientada para os cidadãos (LEE e KOTLER, 2006). Organizações sem fins lucrativos também utilizam técnicas de *marketing* social. A caixa de ferramentas do *marketing* serve para que estas estimulem a adesão a *boas causas*, atraíam apoiantes ou patrocinadores e alcancem outras audiências-chave (KOTLER 1998, p. 26). Situados em contextos incertos, os actores do SNI dificilmente escapam à necessidade de desenvolver parte dessas aptidões.

3. As relações internacionais numa economia global baseada no conhecimento

3.1. Das relações internacionais à política externa

Segundo um texto clássico do diplomata Calvet Magalhães (2005, p. 53), as relações internacionais (RI) são entendidas como “política internacional”, compreendendo o conjunto das diferentes políticas externas, sendo a diplomacia um dos seus instrumentos. Um manual recente define amplamente o objeto de relações internacionais como sendo as “relações externas entre nações, estados e povos” (DEVETAK *et al.*, 2011, p. 2). A visão padrão seria, portanto, uma de RI como o campo das relações interestados, talvez mesmo um domínio da “alta política” ou das “elites” (SUTCH e ELIAS, 2007, p. 4). Nesse panorama, o actor-chave seria o Estado-nação e a disputa de interesses entre as nações passaria, então, pelas grandes decisões de paz e guerra, hegemonia e alianças.

Sutch e Elias (2007, p. 2) vêm, na evolução no âmbito das RI, a inevitabilidade de se considerar as relações *transnacionais* como as corporizadas por organizações oficiais globais, como a Organização das Nações Unidas (ONU) ou o Fundo Monetário Internacional (FMI), e regionais, como a União Europeia (UE) e a Associação de Nações do Sudeste Asiático (Asean), mas também organizações não governamentais (ONG), como a Cruz Vermelha, e organizações privadas, como as empresas multinacionais. Nesse contexto, mais difuso e mutável, questões humanitárias e ambientais, desafios sobre migrações e saúde pública entram na esfera da RI.

A *política externa* pode ser vista como um subdomínio das RI, que ultimamente tem vindo a recuperar alguma atenção até aqui perdida. Carlsnaes (2012) refere-se à política externa como o processo de deliberação e os procedimentos de formulação de política. A política externa, tipicamente o trabalho de ministérios dos *negócios estrangeiros* ou *das relações exteriores*, é, então, uma área concreta de atuação pública.

3.2. Da política externa à diplomacia

Na condução da política externa entre os vários Estados soberanos estaria, assim, a *diplomacia*. De acordo com uma definição convencional, num volume recém-publicado em Portugal sobre RI, entende-se por diplomacia:

“[...] o] conjunto de atividades profissionais exercidas no âmbito das relações entre Estados e outros atores internacionais, tanto no quadro bilateral como no multilateral.” (JESUS, 2014, p. 151).

O sociólogo Raymond Aron (1964, p. 141) começa por definir diplomacia como os procedimentos de condução de transações ou das relações entre os Estados. Contudo, acaba por considerar a diplomacia como uma negociação, ou seja, um instrumento pacífico de política externa. Na sua aceção⁴ enquanto *instrumento*, a diplomacia é tida aqui como um meio que serve para efetuar uma determinada operação de maneira fluida. A diplomacia é, portanto, um meio específico da política pública:

“[...] enquanto os Estados se mantêm em paz, devem custe o que custar, viver em comunicação. Salvo recurso à força procuram convencer-se. No dia em que se combatem, procuram constranger-se. Neste sentido, a diplomacia pode considerar-se como a arte de convencer sem utilizar a força, a estratégia, a arte de vencer com o menor custo possível.” (ARON, 1964, p. 36).

A destreza na implementação do método permite a prossecução dos objectivos internacionais dos Estados por vias pacíficas. Diplomacia é, então, uma *arte prática*, pois está ao serviço da execução de uma política externa pré-definida. Assim, quando vemos na literatura que se define a diplomacia enquanto uma *ciência* ou *arte* da negociação, é no sentido de um instrumento que coloca em contacto os governos de dois ou mais Estados.

Mesmo admitindo um papel cada vez menos central do aparelho formal do Estado moderno vestefaliano como ator independente e nominalmente soberano, uma peça na maquinaria institucional seria, então, a diplomacia (SHARP, 1999). Para este autor, a noção de diplomacia pode descolar em relação à sua associação ao Estado e deve ser situada ao nível das relações humanas. Para Sharp (1999, p. 33), a diplomacia “é uma prática humana discreta constituída pela construção explícita, representação, negociação e manipulação de entidades necessariamente ambíguas”.

4 Na grafia brasileira, acepção, ou seja, interpretação.

3.3. A especialização da diplomacia e a emergência dos seus usos funcionais

O processo de globalização leva a um mundo político e económico mais interdependente, mas também mais fluido e contestado. Acompanhando a evolução dos desafios no ambiente internacional, e a diluição das fronteiras interno/externo e privado/público, a diplomacia ramificou-se e especializou-se em várias vertentes. Entre estas, podem ser detectadas várias (JESUS, 2014, p. 152). Assim, entre as mais citadas, estão:

- *Diplomacia pública* - virada para a criação de imagens positivas de um país junto à população do próprio país ou em outros países;
- *Diplomacia económica* - a administração pública passa dirigir-se a atores-alvo com fins económicos;
- *Diplomacia cultural* - a promoção de diálogo intercultural, incluindo cooperação no domínio da língua, do património, da arte, etc.

Num quadro mundial competitivo, a diplomacia económica tem, desde a década de 1960, ganho tração. Esta atuará na intersecção entre a política externa e a política económica, nomeadamente a ligada ao comércio externo e ao investimento direto estrangeiro. Segundo Leal (2014, p. 153), a diplomacia económica inclui: “a exploração, promoção e captação de oportunidades de comércio e de investimento entre um país e os demais, mediante o uso de canais diplomáticos”. Os mecanismos podem passar pela abordagem *das chancelarias* (protocolos, missões, etc.) ou *no terreno* (privilegiar relações com as empresas domésticas e estrangeiras) (idem, p. 154). Uma ecologia de atores encontra lugar nesse espaço em crescimento, tais como grupos de interesse, associações profissionais, grandes empresas, etc.

Mas, a *ordem económica mundial* evolui e, com ela, novos atores, geografias e atividades ganham importância. Assim, e à medida que a ênfase no conhecimento e na inovação como fontes de competitividade ganha lugar, não será de se estranhar que novas formas de diplomacia se desenvolvam e atraiam atenção de praticantes e estudiosos.

4. Diplomacia científica como nova agenda

4.1. Uma agenda recente no cenário global

Os interesses em ciência e diplomacia têm crescido num momento em que as relações internacionais têm mudado. Governos, instituições multilaterais, sistema diplomático, redes de reguladores, advogados, organizações não governamentais, os media e os organismos científicos, juntos, fornecem o pano de fundo para a governança global (SLAUGHTER, 2004). Parece provável que cada vez mais ocorram avanços que suportem a interação entre Estados e sociedade civil, incluindo os atores da comunidade científica. Mas os esforços para definir e fortalecer o papel dos cientistas nesta arquitetura de mudança de governo e da diplomacia ainda estão num estágio inicial. Charles Weiss (2015), o primeiro conselheiro de C&T para o Banco Mundial, também salienta que os profissionais das relações internacionais precisam compreender a dimensão científica e tecnológica das questões internacionais e os seus impactos económicos, políticos, legais e culturais para mobilizar conhecimento que subsidie a resolução de problemas globais críticos (os assim designados “desafios societais”).

4.2. Variedades de Diplomacia Científica

A *Royal Society* produziu recentemente um relatório sobre as novas fronteiras da DC. A premissa é que nenhum país sozinho conseguirá fazer face a problemas globais como alterações climáticas, segurança alimentar, redução da pobreza e o desarmamento nuclear. Com a contribuição de ministros do governo, cientistas, diplomatas, jornalistas, decisores políticos e líderes empresariais de 20 países de todos os continentes, essa instituição de referência avançou para uma caracterização daquilo que é um programa da DC nos seus vários possíveis desdobramentos. Nesse contributo, a *Royal Society* (2010) distingue as seguintes dimensões:

- *Ciência na diplomacia* – Reforçar a contribuição da ciência para objectivos de política externa;
- *Diplomacia para a ciência* – Facilitar a cooperação científica internacional;
- *Ciência para a diplomacia* – Utilizar a cooperação científica para melhorar as relações entre os países.

Esses três tipos de aspectos da DC poderão justificar a densidade de mais uma ramificação da diplomacia e a sua pertinência no quadro mundial da C&T. Vejamos alguns exemplos para melhor compreender os cenários apresentados:

Exemplos de *ciência na diplomacia* são as declarações das academias de ciência publicadas em 2009, sobre a acidificação do oceano, como uma contribuição para negociações sobre mudanças climáticas das Nações Unidas.⁵ O uso eficaz de aconselhamento científico na diplomacia exige que os decisores de política internacional tenham um nível mínimo de literacia científica e também requer cientistas a comunicar o seu trabalho de uma forma acessível e inteligível, sensível ao contexto político mais amplo.

Projetos internacionais emblemáticos, como o *International Thermonuclear Experimental Reactor* (ITER) e o *Large Hadron Collider* (LHC), podem ser vistos como uma abordagem de *diplomacia para a ciência*. Aqui, muitos países são mobilizados para um fim comum de implementação de cooperação científica multilateral. Em outros casos, a ciência pode ser uma ponte para as comunidades onde os laços políticos são mais fracos, desenvolvendo relacionamentos nessas localidades, onde os cientistas podem necessitar de assistência diplomática. Veja-se o caso do historiador israelita Dan Bitan e do investigador palestino Hasan Dweik, que dirigem, juntos, a Organização Israelo-Palestina para a Ciência.⁶

Na *ciência para a diplomacia*, acordos de cooperação científica têm sido usados para simbolizar a melhoria das relações políticas. Os Estados Unidos da América (EUA) e a Líbia assinaram, em 2004, um acordo bilateral, oficializando o compromisso em implementar ações concretas de cooperação científica e tecnológica. Posteriormente, a Líbia veio a abandonar o seu programa de armas nucleares biológicas e químicas, um exemplo de *soft power* que se baseia em interesses e valores comuns para atrair, persuadir, influenciar e ser usado para reduzir tensões (NYE, 1990).

É possível, ainda, estender e adaptar o contributo de Archibugi e Michie (1995) sobre a *globalização da tecnologia* para o caso ciência: a) *geração* conjunta de investigação; b) *colaboração* para o desenvolvimento de pesquisa; e c) *extração* conjunta dos resultados.

5 <<http://www.interacademies.net/>>.

6 <<http://www.ipso-jerusalem.org>>.

4.3. Usos da diplomacia científica

Muitos países industrializados como Suíça, Inglaterra e EUA têm feito uso da DC para fortalecer capacidades de inovação (FLINK e SCHREITERER, 2010). Têm, ainda, promovido intercâmbios nos domínios do ensino superior e da C&T (MENDONÇA, 2015). Têm também promovido o ambiente científico para os actores do seu país no estrangeiro, como nos casos bilaterais descritos por Suttmeier (2010) e Dolan (2012), que analisam as relações entre EUA e China e entre os EUA e Japão no âmbito da C&T. A DC tem, do mesmo modo, um efeito estabilizador nas relações entre países com ideologias e sistemas políticos divergentes (ROYAL SOCIETY, 2010). A circulação de conhecimento por meio da internacionalização das parcerias e o envolvimento dos diversos *stakeholders* poderão igualmente produzir resultados multiplicadores que ultrapassem o efeito da soma das participações (COSTA, 2014).

Talvez o emprego mais simples da C&T no domínio da *realpolitik*⁷ externa seja como instrumento a ser utilizado para um objetivo claramente definido enquanto ferramenta de acordos em relações bilaterais. Esses acordos abrangem um diversificado número de áreas, fomentando a colaboração científica internacional, protegendo a propriedade intelectual e repartindo os benefícios entre as duas partes. Para Dolan (2012), esses acordos bilaterais são uma ferramenta importante de *soft power*, permitindo:

Transformar uma relação diplomática: ao construir pontes usando a ciência como um instrumento, por meio de decisões baseadas no mérito, na transparência e em evidências.

Promover a diplomacia científica pública: ao divulgar as recentes descobertas científicas, ao promover a educação, ao incentivar a inovação nas economias e ao alavancar o respeito pela ciência;

Destacar a cooperação durante uma visita diplomática: mostrar o valor dos compromissos de C&T aos diplomatas que estão, na maioria das vezes, centrados em questões como a ameaça de terrorismo, escolhas económicas duras ou disputas por territórios;

Contribuir para a proteção da segurança nacional: construção de relacionamentos com benefícios de longo prazo para mitigar e suavizar os conflitos internacionais.

⁷ Realpolitik (do alemão real “realístico”, e Politik, “política”) refere-se à política ou diplomacia baseada principalmente em considerações práticas, em detrimento de noções ideológicas. Fonte: <<https://pt.wikipedia.org/wiki/Realpolitik>>.

Ou seja, DC ultrapassa o âmbito científico. É nesse sentido que Skolnikoff (1993) também defende que inovações científicas e tecnológicas levaram a uma redefinição de conceitos básicos na DC, tais como a soberania e a segurança. Cada país terá de encontrar o equilíbrio entre as suas capacidades de C&T e os orçamentos para Investigação e Desenvolvimento (I&D), orientando os seus objectivos para captar novos talentos, novas ideias e novos recursos.

4.4. Os objectivos últimos da diplomacia científica

No contexto das operações diárias de diplomacia científica, encontramos uma diversidade de atores e preocupações, e conseqüentemente diferentes objectivos e motivos, mas podemos organizar as políticas e estratégias para promover a cooperação científica internacional por meio da DC, em três grandes objectivos – acesso, promoção e influência (FLINK e SCHREITERER, 2010). Essas três funções podem ser compreendidas para dar conteúdo à noção geral de DC:

O acesso a investigadores, a resultados de investigação, a centros de pesquisa, a recursos naturais e a capital contribuirá para o objectivo diplomático de melhorar a competitividade e a capacidade nacional de inovação. Dessa forma, é possível interpretar melhor as políticas internacionais e ter acesso a novas tecnologias e a descobertas científicas por apreensão de novos mercados e novos conhecimentos. Ter acesso poderá também permitir atrair investimentos e talentos estrangeiros extremamente importantes para projetos *Big Science*.

A promoção de um país no que se refere às suas investigações e ao desenvolvimento poderá conduzir a uma estratégia de *marketing* muito concreta, como o caso de visibilidade que a Suíça ganha com a *Swissnex*. Cada vez mais a DC, em colaboração com a C&T, está decidida em contribuir para atrair os melhores estudantes, pesquisadores e as melhores empresas de todo o mundo. Essa intenção poderá tornar o país mais competitivo, melhorar a sua reputação e torná-lo mais atrativo para investimento.

A influência na utilização da DC poderá atrair talento, capital e apoio político, melhorando a projeção internacional do país. Mesmo em países com sistemas políticos menos democráticos e mais autoritários, as ações de DC vêm reforçar o desenvolvimento pacífico e a resolução de conflitos. Associadas à ciência, existem normas como racionalidade, deliberação, universalismo, respeito aos melhores dados e aos melhores argumentos fundamentados e ausência de segundos interesses.

4.5. O interesse estratégico em diplomacia científica

Já se sabia que os países desenvolvidos podem melhorar a sua produtividade por meio da promoção da inovação dentro de um ambiente de negócios propício (PORTER, 1990). Mas muitos deles já implementam algum tipo estratégia para incursão dos seus SNI em redes globais de C&T. Essas redes geralmente incluem C&T, colaboração para a inovação e o empreendedorismo, cooperação em projectos estratégicos (*big science, global infrastructures, societal challenges*), intercâmbio de estudantes e pesquisadores, etc. (BERG, 2010).

Os benefícios da DC estão diretamente ligados à maximização do acolhimento da C&T de um determinado país no estrangeiro e também à recepção dessa C&T como instrumento adicional de política externa. Exemplo prático desse conceito é a *Swissnex*, uma rede de C&T administrada pelo Estado, que tem como objectivos primeiros estabelecer e preservar uma teia estável de contactos e, numa segunda etapa, adaptar-se para uma cooperação sustentável voltada a instituições e pessoas. No estudo de caso analisado em Schlegel *et al.* (2012), a colaboração foi estabelecida entre a Suíça e a China, onde o primeiro país percebeu a importância crescente que o segundo direccionava aos campos da ciência e da inovação para alavancar produtos de baixo valor. Mas, se à Suíça interessa expandir o seu mercado *científico*, à China não escapou o *branding* da Suíça como potência no domínio da excelência científica. A *Swissnex* é, assim, uma forma de capitalizar a *marca* do país em áreas como a ciência, tecnologia e inovação. A Suíça não é tímida ao enfatizar pontos fortes: vantajosa localização da Suíça para a C&T; instituições com fortes interesses na internacionalização; redes entre clientes interessados em C&T; práticas de cooperação e fluxo de informação técnica, etc. No entanto, manobras como esta (interacção Suíça-China) têm de ter em conta o ambiente económico, cultural e político de cada país e não esquecer que os resultados podem arrastar-se por vários anos e décadas.

Parece claro que os países estão atentos à DC como variável de política num fenómeno de C&T em globalização. Mas cada país tem as suas especificidades dependendo dos seus objectivos, da fase de maturação do SNI e das formas de governança da I&D. No caso de Portugal, por exemplo, devido a factores históricos e culturais, é importante o trabalho de reforço da Língua Portuguesa como língua de ciência no âmbito da Comunidade dos Países de Língua Portuguesa (CPLP). No que diz respeito à Espanha, também pelas mesmas razões, a cooperação Ibero-Americana é uma prioridade política duradoura - veja-se o lançamento, na década de 1980, do Programa Ibero-Americano de Ciência e Tecnologia para o Desenvolvimento (CYTED) -. Em países maiores, os determinantes de reposicionamento na economia mundo ou questões geoestratégicas têm tido um papel importante moldando a DC. Programas de estudo e mobilidade são uma ilustração interessante. No caso do Brasil, o programa *Ciência Sem Fronteiras* (mobilidade para *fora*), de grande repercussão internacional nessas matérias, consistiu num objetivo de convergência do seu SNI e inseriu-se num plano de acumulação de massa crítica em rede. Já para os EUA, a

experiência tem sido maior e mais longa com programas como as bolsas *Fulbright* (mobilidade para *dentro*) a contribuírem para que os novos especialistas, quando regressados aos seus países de origem, tenham os EUA como referência para as suas agendas científicas e de aconselhamento de política pública.

5. Conclusões: SNI + RI = DC

5.1. DC como articulação inter-SNI

Na confluência dos processos de globalização económica e de transformação tecnológica, os imperativos de gestão da comunicação são atualmente sentidos por uma gama crescente de organizações. É necessário compreender a emergência da DC situando-a nesse enquadramento espaço-temporal. Isto é, num ambiente aberto, denso do ponto de vista da informação, em que a inovação é factor primordial da competitividade internacional.

O SNI é, então, um ponto de partida. Mas a globalização e a revolução das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) trazem o imperativo dos atores comunicarem através de fronteiras. Na intersecção dos fenómenos da inovação e da internacionalização, novas especializações e novas funções emergem com papéis reforçados. As atividades de *marketing*, promoção e relações públicas são favorecidas nesse cenário. Do ponto de vista macroscópico, a DC pode ser vista como uma atividade de projeção imaterial e simbólica dos SNI.

5.2. Ciência por entre os equilíbrios de poder globais

Com a revisão da literatura, foram identificados vários caminhos para a DC que vão se diversificando em diferentes trilhos de diversos países, mostrando perspectivas e abordagens sobre o tema, esclarecendo que não há um consenso sobre o que é ou deverá ser DC. Existe uma enorme disparidade de actores, sejam organizações ou instituições governativas, o que conduz a uma sobreposição com outros domínios de política pública.

Os negócios exteriores não são, nos dias atuais, redutíveis ao forjar de tratados entre soberanos. Das RI à especialização DC, vai-se tornando claro que há vantagem em estabelecer relações construtivas de internacionalização intraempresas (entre filiais e centros de excelência das multinacionais), interpaíses (entre pontos de soberania de diversos Estados), interinstituições

(entre organizações internacionais), interpúblicos (entre detentores de interesses pertencentes a vários países e várias culturas), etc. O conhecimento é um elemento propício, onde se podem cruzar essas agendas.

5.3. Pistas para investigação futura

A ação da diplomacia científica traduz uma visão do mundo global que favorece o poder da persuasão, com base em evidência. O aumento de internacionalização da I&D conduz a um crescente nexos concorrência-cooperação entre SNI. Por exemplo, alguns países (estabelecidos) concorrem para estreitar as melhores relações possíveis com outros países (emergentes). Tipificar as estratégias nacionais nessa área é uma tarefa para o futuro.

O setor privado (empresas, fundações, *think tanks*) ainda tem apreciado pouco as vantagens da colaboração científica internacional. Essa é uma zona de sobreposição entre política de C&T, política externa e política económica. Além da partilha de custos, os consórcios multinacionais oferecem oportunidades de conquista de mercados. Nesse sentido, poderá ser interessante considerar, no futuro, o paralelo entre DC e diplomacia económica e que outras funções convergentes para além da responsabilidade pela atracção de investimento estrangeiro poderão surgir.

Outra pista possível a explorar no âmbito da DC é o papel dos campos e dos circuitos lusófonos e ibero-americanos. O alcance de uma possível aliança ou cooperação entre a Américas/Europa/África, recentrando no Oceano Atlântico os aspectos inovadores, tanto no nível económico como societal, recuperando e actualizando uma posição que chegaram a partilhar no passado (COSTA, 2014). Temas de mútuo interesse num mundo incerto, como o mar ou a língua, ou a necessidade de partilha de bases de dados e de dinâmicas de citação cruzada, podem ser dispositivos de enfoque capazes de motivar ferramentas de cooperação. Daqui será explorar de possíveis acordos de promoção e cooperação de C&T, fazendo uma avaliação das melhores estratégias.

Referências

BARCHIBUGI, D.; MICHIE, J. The globalisation of technology: A new taxonomy. *Cambridge Journal of Economics*, v. 19, p. 121-40. 1995.

ARON, R. *Paix et guerre entre les nations*, Paris: Calmann-Levy. 1964.

BERG, L. Science diplomacy networks, **Politorbis**, v. 49, p.9-11. 2010.

CARAÇA, J. **Do saber ao fazer: Porquê organizar a ciência**. 2.ed., Lisboa: Gradiva. 2010.

_____. **O que é a ciência**. Lisboa: Quimera. 2001.

CARAÇA, J.; LUNDVALL, B.A.; MENDONÇA, S. The changing role of science in the innovation process: from Queen to Cinderella?, **Technological Forecasting and Social Change**, v. 76, n. 6, p. 861-7. 2009.

CARLSNAES, W.; RISSE, T.; SIMMONS, B.A. **Foreign policy: theories, actors, cases**. Oxford: Oxford University Press. 2012.

CASTELLACCI, F.; GRODAL, S.; MENDONÇA, S.; WIBE, M. Advances and Challenges in Innovation Studies, **Journal of Economic Issues**, v. 39, p. 91-121. 2005.

CASTELLS, M. **The rise of the network society**. London: John Willey and Sons. 2010.

COSTA, M. Internacionalização como contexto para novas políticas de ciência e tecnologia, **Parcerias Estratégicas**, v. 19, p. 27-34. 2014.

DEVETAK, R.; BURKE, A.; GEORGE, J. **An Introduction to international relations: the origins and changing agenda of a discipline**. Cambridge: Cambridge University Press, 2011.

DODGSON, M.; GANN D.M.; PHILLIPS, N. Orgs. **The Oxford handbook of innovation management**. Oxford: Oxford University Press, 2013.

DOLAN, B.M. Science and technology agreements as tools for science diplomacy: A U.S. case study. **Science & Diplomacy**, v. 1 4, 2012. Disponível em: <<http://www.sciencediplomacy.org/>>.

EUROPEAN COMMISSION **Overview of international science, technology and innovation cooperation between member states and countries outside the EU and the development of a future monitoring mechanism**. Brussels: EC, 2013.

FAGERBERG, J., MOWERY, D.C.; NELSON, R.R. Orgs. **The Oxford handbook of innovation**, Oxford: Oxford University Press, 2004.

FLINK, T.; SCHREITERER, U. Science diplomacy at the intersection of S&T policies and foreign affairs - Toward a typology of national Approaches. **Science and Public Policy**, v. 37, n. 9. 665-77. 2010, p

- FREEMAN, C. **Technology policy and economic performance: lessons from Japan**. London: Frances Printer Publishers, 1987.
- FREEMAN, C.; LOUÇÃ, F. **As Times goes by. from the industrial revolutions to the information revolution**. Oxford: Oxford University Press, 2001.
- JESUS, J.D. Diplomacia. In: COUTINHO, P.C.; MENDES, N.C. Eds., **Enciclopédia das relações internacionais**. Lisboa: D. Quixote, 2014. p. 151-53.
- KOTLER, P. **Marketing. European edition**. Nova Jersey: Prentice Hall. 1998.
- KOTLER, P.; ARMSTRONG, G.; HARRIS, L.; PIERCY, N.F. **Principles of Marketing European Edition**. Nova Iorque: Pearson. 2013.
- LEAL, C.M. Diplomacia económica. In: COUTINHO, P.C.; MENDES, N.C. Eds., **Enciclopédia das relações internacionais**. Lisboa: D. Quixote, 2014. p.153-6.
- LEE, N.R.; KOTLER, P.R. **Marketing in the Public sector: a roadmap for improved performance**. Nova Iorque: Pearson Education. 2006.
- LUNDEVALL, B.A. **National systems of innovation: towards a theory of innovation and interactive learning**, Londres: Frances Pinter, 1992.
- MAGALHÃES, J.C. de. **A Diplomacia pura**, 1.ed., Lisboa: Editorial Bizâncio. 2005.
- MENDONÇA, S. Diplomacia científica e tecnológica, comunicação de inovação e empreendedorismo. **Janus**, p. 46-7. 2015,
- MOITA, L. Novos contornos territoriais: Integração regional e multilateralismo, **Janus**, p. 102-3. 2015,
- NYE, J. Soft +ower. **Foreign Policy**, v. 80, p. 153-71. 1990.
- ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT - OCDE. **Oslo manual - guidelines for collecting and interpreting innovation data**, 3.ed. Paris: 2005.

- PATEL, P.; PAVITT, K. National systems of innovation under strain: The internationalisation of corporate R&D, In: BARREL, R.; MASON, G.; O'MAHONEY, M. Orgs, **Productivity, innovation and economic performance**, Cambridge: Cambridge University Press, 1998, p. 217-35.
- PORTER, M.E. **The Competitive advantage of nations**. Nova Iorque: The Free Press, 1990.
- PRABHU, J. Marketing and innovation. In: DODGSON, M.; GANN, D.; PHILLIPS, N. Orgs. **The Oxford handbook of innovation management**. Oxford: Oxford University Press, 2014, p. 53-68.
- ROYAL SOCIETY. **New Frontiers in science diplomacy**, London: Techset Composition Limited, 2010.
- SCHLEGEL, F.; JACOT, O.; FETSCHERIN, M. Science diplomacy with Swissnex China: A Swiss nation brand initiative. **Journal of Place Branding and Public Diplomacy**, v. 7, n. 4, p. 289-98. 2012.
- SHARP, P. For diplomacy: Representation and the study of international relations. **International Studies Review**, v. 1, p. 33-57. 1999,
- SKOLNIKOFF, E.B. **The Elusive transformation: science, technology, and the evolution of international politics**. Princeton: Princeton University Press, 1993.
- SLAUGHTER, A.M. **A New world order**. Princeton: Princeton University Press, 2004.
- SUTCH, P.; ELIAS, J. **International relations: the basics**, Londres: Routledge, 2007.
- SUTTMEIER, R.P. From Cold War science diplomacy to partnering in a networked world: 30 years of Sino-US relations in Science and Technology. **Journal of Science and Technology Policy in China**, v. 1, n.1, p. 18-28. 2010,
- WEISS, C. How do science and technology affect international affairs?, **Minerva**, v. 53, p. 411-30. 2015,

Ciência, tecnologia e inovação na agricultura: 25 anos de cooperação internacional no Semiárido

Maria Clotilde Meirelles Ribeiro¹

Resumo

O estudo interdisciplinar argumenta que um componente intrínseco dos processos de geração de conhecimento na atualidade é a cooperação internacional e enfatiza a crescente relevância da dimensão internacional da produção de conhecimento científico-tecnológico. Focalizando a agricultura, apresenta a produção de conhecimento e geração de inovações, neste setor, produzidas nas iniciativas de cooperação internacional em ciência e tecnologia (C&T), incluindo transferência técnica, recebidas Embrapa Semiárido a partir de 1990. O artigo decorre de pesquisa qualitativa que envolve entrevistas censitárias junto aos pesquisadores e gestores do órgão em foco, além de levantamentos documentais e bibliográficos. Aporta elementos conceituais dos campos de conhecimento

Abstract

The interdisciplinary study argues that an intrinsic component of the knowledge generation processes today is the international cooperation, and stresses the growing importance of the international dimension of the scientific and technological knowledge production. Focusing on agriculture, it presents the knowledge production and generated innovation in this sector within science and technology international cooperation initiatives (S & T), including technical transfer received by the Embrapa Semi-Arid from 1990. This work results of a qualitative research that carries out a survey interviewing researchers and managers of the body, as well as a documentary and bibliographic survey. The study brings conceptual elements of involved fields and claims that, in the literature,

¹ Doutora e mestre em Administração pela Universidade Federal da Bahia (UFBA), com estágio doutoral na University of Toronto (Canadá), é especialista em Engenharia de Sistemas pela Université de Versailles/França, bacharel em Processamento de Dados/Ciência da Computação (UFBA) e professora adjunta da Universidade Federal do Vale do São Francisco (Univasf) É pesquisadora membro do Laboratório de Análise Política Mundial, antena Salvador, da UFBA.

envolvidos e alega que, na literatura, poucos autores lidaram com os impactos da C&T nos assuntos da esfera internacional. Os achados apontam uma significativa contribuição da cooperação internacional à produção de conhecimentos e inovações no setor agrícola no Semiárido, bem como uma agenda diversificada na direção das demandas globais. Esta incluiu economia verde, energias renováveis, tecnologias sociais, biodiversidade, mudanças climáticas e desertificação, com enfoques distintos, conforme cooperantes e modalidades da cooperação. Não obstante, o estudo traz à tona aspectos inquietantes, alguns remetendo à gestão dessa cooperação no órgão em análise e outros à possível fragmentação entre a Política de C&T e a Política Externa brasileira, ou seja, aos âmbitos micro e macro desta cooperação.

Palavras-chave: Ciência e Tecnologia. Inovação. Cooperação internacional. Agricultura. Semiárido.

just few authors have dealt with the S & T impacts on matters of international level. These findings indicate a significant contribution of international cooperation in the production of knowledge and innovation in agriculture in the Semiarid region, as well as a diverse agenda towards the global demands. It included green economy, renewable energy, social technologies, biodiversity, climate change and desertification, with different approaches, in line with donors and modalities of cooperation. Nevertheless, the study sheds light to unsettling aspects, some referring to the management of this cooperation on the focused body, and others concerning to the possible fragmentation between the Brazilian Foreign Policy and the National S & T Policy, or the micro and macro levels of this cooperation.

Keywords: Science and Technology. Innovation. International cooperation. Agriculture. Semiarid region.

1. Introdução

A produção de conhecimentos foi fundamental para a transformação da agricultura brasileira e fez o Brasil passar de importador líquido de alimentos, nos anos 1960, para produtor estratégico, nos anos atuais, como destaca Alves (2012). Como se sabe, desde a década de 1990, a agricultura brasileira já exibia um crescimento sustentado, enquanto a produção mundial apresentava estagnação produtiva. A relevância dos ganhos de produtividade e da utilização de novos conhecimentos na moderna agricultura é corroborada por esse autor, afirmando que a agricultura é intensiva em tecnologia. Isso devido à função de produção, na qual um aumento na renda bruta de 100% é explicado pelo composto de 68% dos insumos tecnológicos, 9% da terra e 23% do trabalho. Ou seja, a agricultura depende da produção do conhecimento e de novas tecnologias para promover saltos em produtividade e em qualidade. Por seu turno, a inovação é fundamental no nível microeconômico, conferindo competitividade e sustentabilidade ao sistema produtivo. Nesse sentido, na atual economia, a competitividade dos países torna-se crescentemente dependente da geração e aplicação do conhecimento científico. Esse conhecimento, alimentando o processo de inovação, a partir da criação de novos produtos e

processos (FORAY, 2006), fundamenta essa dependência. Ademais, os conhecimentos científicos e tecnológicos, e os processos de inovação, relacionam-se diretamente com o desenvolvimento econômico e os processos de governança.

Sebastián e Benavides (2007) enfatizam que um componente intrínseco dos processos de geração de conhecimento na atualidade é a cooperação internacional. Na visão dos autores, esta é a base da *big science*² em investigações como em física de altas energias, espaço, astrofísica, fusão nuclear e sequenciamento do genoma. Além disso, a dimensão internacional aumenta as possibilidades de colaboração e, em consequência, as potencialidades dos grupos e instituições, como afirmam eles. Esses argumentos, dentro do contexto atual, fundamentam a consideração de que a cooperação científica e tecnológica é um eixo essencial das estratégias de cooperação internacional dos países. Um exemplo da relevância, cada vez maior, da dimensão internacional da produção de conhecimento científico é o aumento do número de copublicações científicas de caráter internacional em especial, na América do Norte e Europa, mas também na Ásia, América Latina e África, nestes três últimos, em menor escala. Comparando a realidade da produção científica brasileira frente à mundial, os autores corroboram a visão de Sebastián e Benavides (2007) e alertam para a premente necessidade da internacionalização da pesquisa científica e tecnológica do Brasil, salientando que “o isolamento e a autossuficiência exageradamente nacionalistas são uma estratégia suicida para o país” (p. 38). Hoje, mesmo ocupando o 150 lugar na produção científica mundial desde 2013 (Base Scopus³), o índice de internacionalização da produção científica do Brasil é bastante baixo, tendo despencado na última década, passando de cerca de 37% em 1996 para menos de 25% em 2013, abaixo dos emergentes Rússia e África do Sul, esta última com quase o dobro do índice brasileiro de copublicações internacionais científicas.

Contini e Séchet (2005) destacam que a estratégia de desenvolvimento de países emergentes, como o Brasil, passa necessariamente por alianças estratégicas com centros de excelência de geração do conhecimento, mediante:

[...] treinamentos formais e informais, parcerias em projetos conjuntos e outras formas criativas de inserção no mundo da pesquisa, como a presença física de pesquisadores seniores em laboratórios do exterior, realizando pesquisas estratégicas em parcerias e fazendo monitoramento de ciência e tecnologias em suas áreas de especialização (Contini e Séchet, 2005, p. 38).

2 Corresponde a um novo período na história da ciência, iniciado em 1944 com o Projeto Manhattan, que levou à bomba atômica dos Estados Unidos da América. Nele, as pesquisas passam a ser realizadas por *pools* de pesquisadores de diversas instituições, distribuindo atividades, muitas vezes em rede, envolvendo recursos e estruturas como até então nunca se fizera (BAIARDI, 1997).

3 Fonte: Base Scopus. SJR, SCImago Journal & Country rank. Disponível em: <<http://www.scimagojr.com/>>. Acesso em abril de 2016.

Múltiplos fatores contribuem ou são decisivos para a internacionalização da ciência e tecnologia, alguns externos e outros internos aos sistemas de inovação, concebidos, por Lundvall (1997), como sendo compostos por elementos e relações que interagem na produção, difusão e no uso do conhecimento. Entre aqueles internos, estão a crescente interdisciplinaridade da pesquisa, a complexidade e interdependência de problemas, a necessidade de infraestruturas e equipamentos singulares e a busca complementação de capacidades e habilidades de grupos de pesquisa, levando ao aumento das colaborações científicas entre países. Isso se deve também aos padrões das relações internacionais vigentes, ao contexto político, econômico e sociocultural e à busca de modelos sócio e ambientalmente sustentáveis. Nessa conjuntura, o processo de inovação não pode prescindir da dimensão interativa, devido à sua elevada divisão de trabalho e ao caráter pervagante e ubíquo de suas atividades, combinando a face do usuário com a do produtor de conhecimento. O quadro traçado justifica o crescente peso da dimensão internacional, na atualidade, nas atividades de pesquisa e nos modos de produção do conhecimento.

Esse *paper* baseia-se na investigação realizada pela autora no âmbito do seu doutorado, cujos resultados, em parte, são aqui trazidos. O estudo envolveu o mapeamento da produção de conhecimento e geração de inovações na agricultura, registradas a partir de 1990 nas iniciativas de cooperação internacional em C&T, incluindo transferência técnica, recebidas pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) na sua unidade descentralizada do Semiárido (Embrapa Semiárido). Ribeiro (2015) salienta que a Embrapa é central na operacionalização da cooperação internacional brasileira no setor, tanto no eixo do recebimento, quanto da oferta, sendo primordial no sistema brasileiro de pesquisa agropecuária. Foram levantadas iniciativas do eixo centralizado, onde prepondera a participação de organizações de Estados, e iniciativas do eixo descentralizado, onde são organizações não pertinentes aos governos centrais que conduzem a intervenção. Este artigo explora o eixo centralizado da cooperação recebida pela Embrapa Semiárido no período, ou seja, sob liderança de governos e organizações de Estados, sejam bilaterais, multilaterais ou redes intergovernamentais.

Do ponto de vista teórico-conceitual, o estudo parte das categorizações de inovações sistematizadas no Manual de Oslo pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE, 1997; 2005), embasadas nos precursores estudos de Schumpeter (1988) e Dosi (1988). Sob a ótica da cooperação internacional, distingue cooperação em C&T e cooperação ou transferência técnica, recorrendo a Sebastián e Benavides (2007), Quiñones e Tezanos (2011) e Troyjo (2003), e ressalta que o binômio ciência e tecnologia é parcamente tratado na teoria de relações internacionais (RI), dirigindo-se a Flink e Schreiterer (2010) e Skolnikoff (1994).

2. Metodologia

De caráter qualitativo, a pesquisa tem a Embrapa Semiárido como unidade de estudo e recorreu ao uso de métodos mistos, combinando a técnica de estudo de caso com pesquisa documental e bibliográfica da produção científica dos pesquisadores do órgão, catalogada junto ao seu acervo. Adotou, portanto a estratégia de triangulação, olhando o fenômeno de interesse a partir de várias fontes, visando a limitar os vieses e ampliar a confiabilidade da pesquisa (YIN, 2010).

Para o mapeamento das iniciativas de cooperação, foram realizadas entrevistas, no período de março de 2013 a janeiro de 2015, em duas etapas: 1) exploratória, conduzida junto à quase totalidade dos pesquisadores ativos (98% destes, correspondendo a 80) e à totalidade dos gestores (quatro), identificando-se aqueles que vivenciaram iniciativas de cooperação internacional; e 2) aprofundamento das iniciativas identificadas junto àqueles que as vivenciaram (46% do quadro). As entrevistas foram realizadas no centro de pesquisa sito em Petrolina, Pernambuco, região do Submédio São Francisco, a 42 km da sede desse município, Zona Rural. Foram ainda entrevistados *stakeholders*⁴ importantes, citando-se um político ligado ao desenvolvimento regional desde 1970 e diretores de órgãos internacionais que atuaram e ainda atuam nessas cooperações, quais sejam, CIRAD/ INRA / CGIAR⁵. A pesquisa documental, também realizada na sede do órgão, incluiu a análise de relatórios anuais de atividades, de viagens internacionais de pesquisadores e de implantação de projetos de cooperação, além de panfletos informativos e jornais institucionais. A pesquisa bibliográfica envolveu o levantamento da produção científica dos pesquisadores a partir do acervo físico local e das bases eletrônicas da Embrapa. As iniciativas de cooperação e os conhecimentos e inovações levantados foram categorizados e agrupados para posterior análise.

3. Conhecimento e inovação na atual economia

O aumento, em escala crescente, da economia do conhecimento é inegável no mundo contemporâneo (FORAY, 2006, p.9; 38). Nessa economia, a magnitude de emprego de conhecimento intensivo é predominante ou, pelo menos, significativamente maior do que no passado, considerando a expansão do percentual de capital intangível no estoque do capital real. Ela requer, porém, não só a capacidade de aquisição, mas também, e principalmente, de absorver

4 Públicos de interesse de uma organização, sendo partes interessadas e envolvidas voluntariamente ou não com a mesma.

5 Acrônimos: *Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement* (CIRAD); *Institut National de Recherche en Agriculture* (INRA); *Institut National de Recherche en Agriculture* (CGIAR); *Stakeholders* entrevistados: Bernard Mallet (diretor do CIRAD e INRA), Francisco J. B. Reifschneider (Ex-diretor do CGIAR) e Osvaldo Coelho, político atuante da região à época.

e de difundir conhecimentos. Nesse contexto, a aplicação do conhecimento altera a estrutura da economia e a inovação é central no processo.

Uma distinção recorrente é feita entre o conhecimento dos tipos básico e aplicado, ainda que sejam complementares e funcionais e que seja tênue a fronteira entre eles. Na visão clássica da literatura (STOKES, 2005, p.22-26), o que distingue conceitual e analiticamente esses tipos de conhecimentos são os objetivos para os quais se voltam as pesquisas geradoras. Enquanto a pesquisa básica procura ampliar a compreensão dos fenômenos de um campo da ciência, a pesquisa aplicada busca uma utilidade ou aplicação, por parte de um indivíduo ou grupo da sociedade. Sebastián e Benavides (2007) atentam para uma característica que diferencia o conhecimento de outros fatores de produção, como capital, trabalho, recursos naturais e físicos: ele é um ativo intangível com retornos marginais crescentes, isto é, a sua utilização não o destrói para posterior utilização, mas, ao contrário, melhora o mesmo, aumentando o seu valor.

O precursor do pensamento sobre a influência da inovação na produção e na sociedade foi Adam Smith, em 1776, focalizando novas técnicas de produção e novas divisões do trabalho (CHAVES, 2010). Porém, foi Schumpeter (1988) que tentou definir, pela primeira vez, a mudança tecnológica e criou os fundamentos para diferenciar inovação de produto, de processo e organizacional. Considerou a inovação resultante da ação do empresário e analisou as influências que o mercado e o ambiente institucional exercem sobre a sua geração, propondo cinco tipos de inovações: i) introdução de novo produto ou mudança qualitativa em produto existente; ii) inovação de processo novo para uma indústria; iii) abertura de novo mercado; iv) desenvolvimento de novas fontes de fornecimento de matérias primas e insumos; e v) mudanças na organização industrial. Schumpeter (1988) distingue inovações radicais de incrementais, ressalta que as primeiras modelam grandes mudanças no mundo e as últimas correspondem a um processo de mudança contínua. Acrescenta que, com a inovação de produto, a empresa conquista uma posição de monopólio temporário, seja legal, via patente, ou por atraso dos concorrentes para imitá-lo. Freeman (1987) acrescenta duas categorias de inovação, apontando mudanças do sistema tecnológico e do paradigma técnico-econômico.

O Manual de Oslo (OCDE, 2005) destaca que a inovação é o fator dominante no crescimento econômico nacional e nos padrões internacionais de comércio e cataloga quatro tipos de inovação: produto, processo, marketing e inovações organizacionais. Define inovação em produto e processo como:

A technological product innovation is the implementation/commercialization of a product with improved performance characteristics such as to deliver objectively new or improved services to the consumer. A technological process innovation is the implementation/adoption of new or

*significantly improved production or delivery methods. It may involve changes in equipment, human resources, working methods or a combination of these (OECD, 2005, p.9)*⁶.

Já a inovação do tipo organizacional é definida pelo aludido manual como:

*The introduction of significantly changed organisational structures; ii) the implementation of advanced management techniques; or iii) the implementation of new or substantially changed corporate strategic orientations (OECD, 1997, p.36-37)*⁷.

A distinção entre inovação de processo e organizacional é considerada a fronteira mais frequente da inovação, pois ambas buscam reduzir custos por meio de conceitos novos e mais eficientes de produção, distribuição e organização. Muitas inovações poderiam conter aspectos dos dois tipos e, para distingui-los, o ponto de partida seria o tipo de atividade: inovações de processo lidam com implementação de novos equipamentos, *softwares*, técnicas ou procedimentos, enquanto inovações organizacionais lidam com pessoas e a organização do trabalho. Por exemplo, se a inovação compreende o uso de novos métodos organizacionais nas suas práticas, na organização do local de trabalho ou nas relações externas, ela seria uma inovação organizacional. Por sua vez, seria inovação de processo se envolve novos métodos de produção, buscando reduzir custos ou aumentar qualidade do produto/serviço (OECD, 2005).

É nesse contexto da atual economia que as conexões externas das organizações passam a ser estratégicas, compelindo-as à busca de parceiros para partilhar conhecimentos, custos e riscos da inovação. O modelo de inovação “fechada”, limitando o processo inovativo aos conhecimentos, conexões e tecnologias desenvolvidas dentro das organizações é alterado para um modelo “aberto”, que abre as fronteiras da empresa para possibilitar inovações a partir de combinações de recursos internos e externos. Nesse quadro, a cooperação internacional em C&T constitui-se instrumento essencial para a geração e implementação de inovações, sejam inexistentes no repertório mundial ou inovações do tipo *soft*, como reconhecidas pela OCDE (2005). Nessa perspectiva, podem ser produzidos avanços quando um país introduz produtos e processos que são novos para aquela nação, mas não para o resto do mundo, o que indica que a “imitação tecnológica” é aceita como parte do processo de inovação.

6 A inovação tecnológica de produto é a implantação/comercialização de um produto com características melhoradas de desempenho, tais como a prestação de serviços novos ou melhorados para o consumidor. A inovação tecnológica de processo é a implantação/adoção de métodos de produção ou distribuição novos ou significativamente melhorados. Pode incluir mudanças de equipamentos, recursos humanos, métodos de trabalho ou uma combinação destes. (tradução nossa).

7 A introdução de mudanças organizacionais significativas; ii) a implementação de técnicas avançadas de gerenciamento; ou iii) a implementação de novas ou substancialmente modificadas orientações corporativas estratégicas. (tradução nossa).

4. Aspectos centrais da cooperação internacional e sua interseção com a evolução científico-tecnológica

A inexistência de consenso na literatura entre o tratamento da cooperação em C&T e o da cooperação técnica deve-se ao fato de que as fronteiras entre ambas não são nítidas, pois, necessariamente, há alguma horizontalidade nessa cooperação, já que, ao menos, deve haver um nível mínimo de compatibilidade entre os países envolvidos para que tais iniciativas possam ser exequíveis. Não desconhecendo as sutilezas das distinções no tratamento desses dois tipos de cooperação, esse estudo adota o caráter inovativo das iniciativas como diferenciador entre elas, como visto por autores como Sebastián e Benavides (2007), Quiñones e Tezanos (2011) e Troyjo (2003). Nessa direção, iniciativas da cooperação internacional no eixo da C&T seriam aquelas que buscam construir novos conhecimentos e podem vir a produzir inovações, enquanto a cooperação ou transferência técnica seria aquela voltada para a transmissão e o intercâmbio de conhecimentos e tecnologias já existentes. Segundo esta visão, as tecnologias transferidas já presentes nos doadores podem ser inovadoras para o recipiendário, considerando-se a categoria de inovação branda ou *soft* citada.

Uma peculiaridade de magnitude que Troyjo (2003) ressalta, no caso de cooperação cuja matéria-prima e cujo produto essencial é o conhecimento, é que, apesar dos objetivos serem definidos conjuntamente, o que se busca, malgrado os protocolos do acordo, é passível de interpretações e apropriações distintas e, portanto, de ganhos científico-tecnológicos, políticos, econômicos e sociais diferentes por parte dos cooperantes.

A profunda complexidade da cooperação em C&T, por sua vez, é consenso na literatura e decorre da pluralidade de atores, mas, sobretudo, em função das suas diversas lógicas. Estas se distinguem pelos objetivos da cooperação, tipos de atores - podendo ser da esfera pública, privada e do terceiro setor - e pelo grau de simetria (ou assimetria) entre esses, além dos aspectos político-estratégicos e da gama de modalidades e arranjos organizativos que podem concretizá-la. Assim, a cooperação em C&T pode transitar exclusivamente no eixo estatal central, chamada "centralizada", ou percorrer o extremo do espectro de lógicas, sem envolver qualquer organização do governo central, aqui sendo cooperação "descentralizada". Nesta, preponderam outras esferas e é envolvida a presença maciça, mas não exclusiva, do setor de produção de conhecimento, como universidades e centros de pesquisa, podendo incluir entidades subnacionais que não fazem parte da administração central do Estado (municípios, províncias, regiões) e organizações do terceiro setor. Além dessas configurações, existem arranjos cooperativos híbridos, envolvendo diferentes estruturas organizativas, muitas vezes conjugando instituições de Estado, dentre essas, organizações multilaterais intergovernamentais (OIG) e bilaterais, com organizações de mercado e da sociedade civil.

Por sua vez, a cooperação em C&T que transita na esfera de Estado pode ocorrer no âmbito da chamada Cooperação Internacional para o Desenvolvimento (CID), com regras e critérios oficiais construídos pelos países do Norte, doadores tradicionais na lógica Norte-Sul da CID, modelo que supõe profunda assimetria entre doador e recipiendário. Esta é definida no Comitê de Ajuda para o Desenvolvimento da OCDE como:

[...] um sistema que articula a política dos Estados e atores não governamentais, um conjunto de normas difundidas (ou, em alguns casos, prescritas) por organizações internacionais e a crença de que a promoção do desenvolvimento em bases solidárias seria uma solução desejável para as contradições e as desigualdades geradas pelo capitalismo no plano internacional. (MILANI, 2012, p. 211).

No âmbito da CID também transitam diferentes lógicas, sendo centrais a cooperação Norte-Sul e a Sul-Sul, esta entre países em desenvolvimento (PED) com similar nível de progresso científico-tecnológico. Contrariamente ao modelo Norte-Sul, o argumento político que sustenta o modelo Sul-Sul de cooperação é que os PED podem e devem cooperar para resolver os seus problemas, com base em identidades compartilhadas (MILANI, 2012). Além desses, têm surgido muitos arranjos inovadores de cooperação em C&T, como o trilateral Norte-Sul-Sul e Sul-Sul-Sul ou, ainda, conjugações de organismos de origens distintas, a exemplo de PED e organizações multilaterais, como detalha Ribeiro (2015), que identifica na sua tese uma miríade de arranjos colaborativos na cooperação no Semiárido.

No foco das modalidades e dos instrumentos para a cooperação internacional, centralmente estão a cooperação *bilateral* - provida entre Estados, via agências oficiais - e a *multilateral* - se é provida por organizações multilaterais, ou seja, organismos e agências intergovernamentais -. Por sua vez, na cooperação *triangular* ou *trilateral*, dois atores (dois países ou um país e um organismo internacional) empreendem iniciativas em um terceiro país - nesse caso, um país em desenvolvimento -. Na zona cinzenta entre esses dois tipos de cooperação, há várias formas híbridas, a exemplo da cooperação bilateral para organizações regionais e a cooperação bilateral para programas multilaterais.

No entendimento da interseção da C&T com a cooperação internacional, Flink e Schreiterer (2010) e Skolnikoff (1994) destacam que poucos autores trataram dos impactos da C&T na evolução dos assuntos internacionais e aqueles que o fizeram adotaram uma perspectiva teórica superficial, tratando C&T como uma "caixa preta". Consideram que a profunda distinção entre as comunidades de C&T e de RI, no que tange a interesses e métodos utilizados, pode responder, em parte, por tal realidade. Acrescentam, ainda, que C&T não se encaixam bem nas estruturas teóricas das RI. Em trabalho anterior, Skolnikoff (1977) aponta efeitos acarretados pela tecnologia

que impactam no sistema internacional, analisando a interdependência, o significado da guerra, os novos padrões de interação com novas sociedades dominantes, o desenvolvimento de novas classes econômicas e o processo de política interna. Porém, mesmo considerando ter sido substancial a evolução da tecnologia no mundo, entende que ela não alterou a grande maioria dos conceitos básicos que são pilares na teoria de RI.

5. A cooperação internacional recebida no Semiárido: produção de conhecimento e transferências tecnológicas

Ainda que o recorte temporal feito por esse estudo abranja 25 anos da cooperação no Semiárido a partir de 1990, é importante dar um relance nos primórdios da cooperação internacional recebida nessa região. A aproximação dessa região com entidades e governos estrangeiros foi iniciada em 1960, no foco da irrigação, com a presença da *Food and Agriculture Organization* (FAO), capitaneada pela Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (Sudene). À época, a FAO começou a realizar estudos, visando a trazer experiências do Vale do Tennessee para o Vale do São Francisco (SÁ e BRITTO, 1995). Na década de 1970, ocorrem missões técnicas dos governos da Espanha e França - os quais atuam em transferência de tecnologias, via transposição de modelos -, além de parceria comercial estabelecida com Israel, esta fora do conceito de cooperação discutido. Na década de 1980, por sua vez, com apoio da Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco (Codevasf), iniciou-se uma cooperação "ligada" com o governo da Hungria. A iniciativa foi claramente desenvolvida com base em interesses mútuos, devido à diferença na balança comercial entre os dois países. Essa cooperação voltou-se para os eixos da vinicultura, da piscicultura, da vacaria e para a criação de infraestrutura de pesquisa em biotecnologia vegetal, e teve a Embrapa Semiárido como executora das atividades realizadas no Semiárido. Ainda nessa década, a Embrapa Semiárido contou com a cooperação do Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura (IICA) em pesquisas na área de pastagens (BRESCIANI e GUSTAFSON, 1988).

Ainda na década de 1980, verifica-se presença intensa da França no Semiárido, com pioneiros estudos estruturantes de solo e de processos de irrigação, via cooperação do CIRAD, do INRA, do *Institut Français de Recherches Scientifiques pour le Développement en Coopération* (IRD) e do antigo *Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-mer* (ORSTOM). Este já mantinha cooperação com o Brasil desde 1960 e, em 1990, contava com 35 pesquisadores alocados de modo permanente no País (LEPRUN, 1995).

A partir de 1990, os achados da pesquisa empreendida deixam clara a mudança de perfil dessa cooperação. Quando inicia, é uma cooperação Norte-Sul robusta e estruturante, no enfoque temático, com técnicos estrangeiros vindo atuar no Semiárido por longos períodos, sob a égide de consultores, muitos vinculando-se ao Brasil. Posteriormente, o que ainda persiste, a cooperação assume um caráter mais simétrico, com reduzidos escopo e horizonte de ação - dois anos em média -, vindo os especialistas estrangeiros agora como pesquisadores. O diálogo desses com a Embrapa passa a ser mais horizontalizado, dado que o Brasil passa a ser um *player* mundial e um dos principais atores na produção de alimentos e bioenergia, embora nas áreas de mudanças climáticas e de agricultura de precisão mostre fragilidades, consoante entrevistados.

A modalidade multilateral predominou nas iniciativas de cooperação centralizada recebidas a partir de 1990, com 41% das 60 ocorrências mapeadas. Por sua vez, as iniciativas bilaterais representaram o significativo percentual de 24% deste total, seguidas daquelas em estrutura de redes interestaduais (21%) e, ainda, de intervenções onde houve participação coadjuvante de organizações de eixo não estatal (10%), como demonstrado no Gráfico 2. Foram produzidos 25 novos conhecimentos, com leve preponderância de ocorrências gerando conhecimento aplicado (56%), metade desses voltada para processo e 25% para o eixo social, com apenas 13% voltados para produto. O índice de conhecimentos básicos foi de 44% do total (Gráfico 1), voltando-se para a grande área de ciências agrárias, focalizando: i) melhoramento vegetal (abrangendo filogenia, genética convencional e engenharia genética); ii) zootecnia (manejo animal e apicultura); iii) recursos hídricos aplicados à irrigação; iv) pedologia; e v) na área de ciências sociais aplicadas, concentrando-se em associativismo e gestão da agricultura familiar.

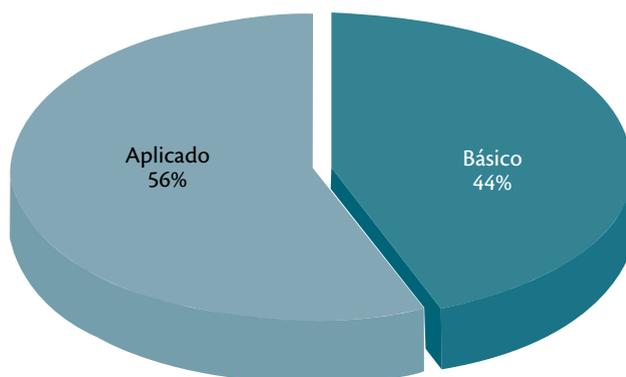


Gráfico 1. Tipos de conhecimentos produzidos na cooperação centralizada

Fonte: Pesquisa de campo

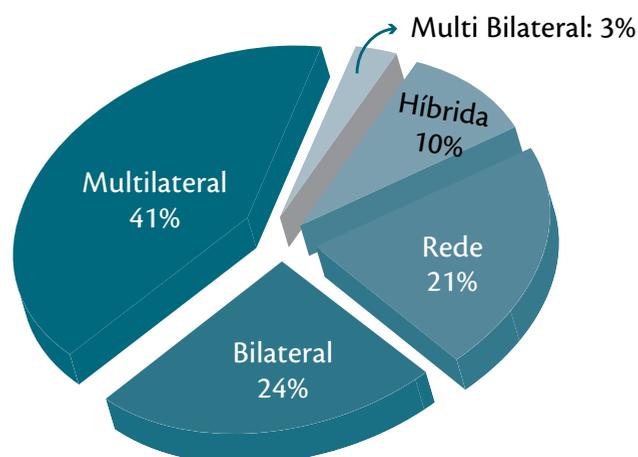


Gráfico 2. Modalidades da cooperação centralizada recebida

Fonte: Pesquisa de campo

O Quadro 1 especifica os distintos conhecimentos nas categorias básica e aplicada produzidos na cooperação internacional centralizada. Essa alocação foi feita com base na visão dos entrevistados, esta, porém, sendo discutível. Isso porque consideram como básicos os conhecimentos produzidos que ainda não se transformaram em tecnologias, ou seja, que não foram ainda transferidos e apropriados pelo setor produtivo, mesmo que muitas dessas pesquisas representem uma expansão da fronteira do conhecimento já associada a aplicação futura, divergindo conceitualmente da literatura (STOKES, 2005).

Ainda como o Quadro 1 exhibe, os conhecimentos aplicados produzidos nessa cooperação voltaram-se para diversas áreas, incluindo produção animal, como a caprinocultura (inseminação artificial para aumento de produtividade); recursos hídricos (avaliação de qualidade da água para agricultura); combate a pragas e doenças; e identificação de variedades para introdução e cultivo nas áreas com déficits hídricos. Vários processos, com a cooperação francesa - alguns com contribuição também do *International Center for Agricultural Research in Dry Areas* (ICARDA) -, produziram conhecimentos substanciais no campo das metodologias sociais e institucionais, motivando a aplicação destas em meio real no Semiárido. Nesse rol, incluem-se as metodologias de caráter participativo de P&D, de transferência técnica, de animação de processo e de desenvolvimento territorial integrado, acrescentando-se metodologia para elaboração de diagnóstico rural, todas fortalecendo instituições ligadas à agricultura familiar.

Quadro 1. Conhecimento produzido na cooperação internacional centralizada

Básico	Aplicado
1 Identificação de melhores práticas que promoveram adaptação da rotina de cultivo no Semiárido para prestação do serviço ambiental	1 Metodologia de elaboração de diagnóstico rural
2 Identificação dos agentes causadores da Mastite nas cabras e seu controle	2 Metodologia participativa de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D)
3 Identificação de abelhas potenciais nativas para produção de mel	3 Metodologias participativas para transferência técnica e desenvolvimento territorial integrado
4 Identificação de plantas para fins ornamentais, medicinais e fruteiras locais	4 Ferramenta de animação de processo
5 Metodologia de Zoneamento Agroecológico do NE	5 Calendário para produção de hortaliça
6 Entendimento da relação entre a disponibilidade de água no meio agrícola e a pobreza	6 Inseminação artificial com o uso do dispositivo CIDR para sincronização do estro
7 Ferramentas de biotecnologia, com marcadores microsatélites usados em análise genética-molecular	7 Utilização de ferramentas metodológicas para avaliação do uso da água na agricultura
8 Identificação de tipos de espécies adaptadas à região semiárida (área de filogenia)	8 Plano de manejo para baraúna, aroeira, quixabeira e umburana de cheiro (espécies em extinção)
9 Seleção de procedências superiores de Pinhão Manso	9 Plano de manejo para algaroba (espécies invasoras)
10 Mapeamento do potencial de compostos bioativos presentes em frutas nativas	10 Soluções para praga em diferentes tipos de goiabeira
11 Estudos socioeconômicos de avaliação de impacto do projeto	11 Tratamento de moscas estéreis adultas aromáticamente com óleo de gengibre
	12 Identificação de compostos que podem ser isolados dos compostos bioativos para gerar um novo produto
	13 Melhoria nutricional da abóbora com aumento do betacaroteno
	14 Identificação de variedades de forrageiras menos susceptíveis à espécie cigarrinha

Elaboração: Autora com base na pesquisa de campo

Na direção da transferência tecnológica, o mapeamento identificou 11 intervenções com participação de organismos de Estados ou intergovernamentais em seis categorias de tecnologias transferidas (Gráfico 3). As tecnologias de sistemas de produção responderam por quase 40% do total, enquanto as tecnologias sociais de convivência com a seca e aquelas de pesquisa participativa estiveram no patamar de 18%.



Gráfico 3. Tipos de tecnologias transferidas na cooperação centralizada recebida

Fonte: Pesquisa de campo. Base: 11 iniciativas

No terceiro patamar, estiveram: 1) as tecnologias transferidas para desenvolver nichos de mercado para a agricultura orgânica; 2) as tecnologias transferidas para o eixo da vitivinicultura, esta por meio do *International Symposium on Tropical Wines*, realizado em Petrolina, com apoio da Organização das Nações Unidas para a Educação e Cultura (Unesco) e participação da Organização Internacional do Vinho (OIV); e 3) a transferência de recursos genéticos, com envio, feito pelo *United States Department of Agriculture (USDA)*, de germoplasma de acerola para a Embrapa Semiárido.

O Quadro 2, por sua vez, especifica as tecnologias transferidas, evidenciando que essa cooperação foi voltada prioritariamente para: 1) agricultura familiar e 2) temáticas gerais, como pragas e doenças, ou globais, como o uso da água de bacias relevantes do planeta e o uso sustentável da terra. No que diz respeito à empresa agrícola, esta foi alvo da ação de difusão tecnológica da vitivinicultura da região, como mencionado, esperando-se, ainda, resultados de pesquisa em curso dirigida para a vitivinicultura, com cooperação do INRA e da Universidade de Lisboa.

Por seu turno, a cooperação descentralizada recebida foi presença em programas doutorais de pesquisadores e em iniciativas não doutorais. Apesar dessa modalidade não ser objeto deste *paper*, cabe notar que teve ampla diversidade temática, contou com universidades como cooperantes principais e apresentou predominância de produção de conhecimento básico (76% do total). Quase 70% das iniciativas tiveram a empresa agrícola como alvo exclusivo e, em apenas 16,7% dessas, o pequeno produtor foi alvo único das ações, ainda que tenha também sido focalizado em outras 16,7% de intervenções.

Quadro 2. Transferências tecnológicas dos processos de cooperação centralizada

Transferências tecnológicas	
1	Processo produtivo do leite com fluxo otimizado de ordenha
2	Tecnologias voltadas para sistemas de produção animal
3	Tecnologias voltadas para sistemas de produção vegetal
4	Técnicas de pós-colheita
5	Tecnologias específicas da vitivinicultura
6	Metodologia de pesquisa participativa
7	Metodologia de animação de processo
8	Tecnologias sociais de convivências com a seca, apropriadas ao Semiárido (cisternas e barragens)
9	Tecnologias de manejo de solo e água
10	Transferência de recurso genético / germoplasma de acerola
11	Tecnologias de desenvolvimento de nichos de mercado (agricultura orgânica)

Fonte: Pesquisa de campo

6. Inovações geradas junto à cooperação internacional

Os resultados obtidos das iniciativas centralizadas de cooperação mostram que 56% dos pesquisadores que experienciaram tais processos obtiveram resultado exclusivo de produção de novos conhecimentos, enquanto 23% atuaram em processos onde ocorreu apenas transferência de conhecimentos e tecnologias já existentes para apropriação local. A outra parcela, de 21%, correspondeu à geração de inovação, não necessariamente no seu sentido *stricto sensu*, mas, em grande parte, referindo-se a inovações brandas, conforme OCDE (1997; 2005). Esse tipo de atuação torna-se sinérgica e converge para mitigar as condições precárias de sobrevivência e trabalho do pequeno produtor familiar na região Nordeste, representante da parcela da população detentora do mais baixo índice educacional do Brasil e que sofre com o maior percentual de extrema pobreza, com 87% dos estabelecimentos agropecuários nesta condição, como mostram os indicadores oficiais (VIEIRA FILHO, 2014).

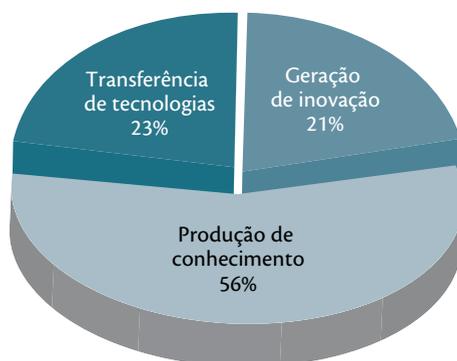


Gráfico 4. Pesquisadores e resultados da cooperação internacional centralizada vivenciada (% de entrevistados)

Fonte: Pesquisa de campo

No caso de geração de inovações brandas, as iniciativas impulsionaram processos de transferências de tecnologias, com frequência demandando novas metodologias, muitas delas voltadas para animação de processo e associadas a ações de capacitação, buscando habilitar o pequeno produtor familiar a absorver as inovações.

Vale lembrar a sutil fronteira entre inovações de processo e inovações organizacionais: as inovações de processo lidam, sobretudo, com a implementação de novas técnicas, procedimentos, equipamentos ou softwares que visam a reduzir custos unitários ou aumentar a qualidade do produto/serviço, enquanto as inovações organizacionais fazem uso de novos métodos nas práticas das instituições, lidando com pessoas, com a estruturação do trabalho em si e com as relações externas por elas travadas.

Partindo da categorização das inovações apontadas, houve preponderância da geração de inovações organizacionais no eixo das metodologias sociais, respondendo por 50% das ocorrências no período analisado, seguidas das inovações de processo, com 30% do total, e de produto, com 20% (Gráfico 5 e Quadro 3).

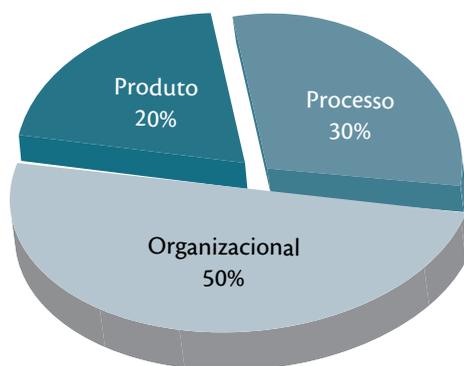


Gráfico 5. Tipos de Inovações geradas na cooperação internacional centralizada

Fonte: pesquisa de campo

Uma consideração relevante deve ser feita no que tange ao alvo e à apropriação das inovações geradas nessas iniciativas: das inovações citadas, apenas uma, que se encontra em estágio de patenteamento, poderá ser apropriada pelo produtor. Trata-se da produção do híbrido do *Psidium* resistente ao nematoide das galhas, praga das goiabeiras, tendo, as demais, outra direção de apropriação. Na produção de insetos machos estéreis, com utilização de energia nuclear e por meio de cooperação da Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA), a inovação foi apropriada pela MoscaMed, organização da sociedade civil de interesse público (OSCIP) atuante no Semiárido. Por seu lado, a nova metodologia de zoneamento agroecológico foi dirigida para o setor governamental, habilitando a Embrapa Semiárido a realizar o zoneamento que subsidia bancos de fomento na orientação de políticas de concessão de créditos aos produtores. Similarmente, as metodologias participativas de P&D, de transferência tecnológica e de desenvolvimento territorial integrado foram apropriáveis pelo setor de governo, passando a ser adotadas pela Embrapa Semiárido. Nessa direção, esteve o projeto Lupis⁸ para subsidiar a formulação de políticas públicas para uso do solo, tendo sido interrompido em 2008, devido à crise na Europa.

8 O Projeto LUPIS cujo acrônimo inglês corresponde ao projeto voltado para “Política de uso da terra e o desenvolvimento sustentável em países em desenvolvimento” foi iniciado em 2007 e finalizado em 2010 (3,5 anos). Entretanto, no Brasil foi interrompido em 2008, em decorrência de restrição dos recursos a ele alocado para alguns países de melhor renda média per capita, devido à crise na Europa. Fonte: <http://www.daad.org.br/imperia/md/content/aussenstellen/asbrasilien/rodrigues__saulo_-_projeto_lupis__pol__ticas_de_uso_da_terra_e_o_desenvolvimento_sustent__vel_em_pa__ses_em__desenvolvimento.pdf>. Acesso em 26 de abril de 2016.

Quadro 3. Tipologia das inovações geradas na cooperação internacional centralizada

Inovações geradas		Quantidade de iniciativas
Processo	Melhorias dos sistemas produtivos no nível das unidades produtivas	2
	Nova metodologia para tratamento do inseto estéril com óleo de gengibre	1
	Metodologia para realização de zoneamento agroecológico em região semiárida	1
Organizacional	Metodologias participativas de P&D	3
	Metodologias participativas de transferência tecnológica	3
	Metodologias participativas de desenvolvimento territorial integrado	2
	Metodologia de animação de processo	1
	Políticas públicas formuladas a partir de resultado de pesquisa sobre uso de polinizadores	1
Produto	Híbrido do <i>Psidium</i> resistente ao nematoide das galhas	1
	Criação de insetos machos por meio de energia nuclear para combate à praga da mosca de frutas	1
Total		16

Fonte: Pesquisa de campo

Analisando-se as estratégias de inovação identificadas nas iniciativas de cooperação internacional, com base na visão de Mac Rae *et al.* (1989) referida por Scoones *et al.* (2008), percebe-se nitidamente a presença das três estratégias - de substituição, agroecológica e global -, sendo preponderantes as duas primeiras. Diversas iniciativas buscaram leves adaptações dos sistemas de produção existentes à realidade do Semiárido e outras aplicaram conceitos e princípios agroecológicos. Alguns exemplos concerniram a biodiversidade, relações entre produção e mercado, ligações entre agricultores, consumo, consórcio e redes de comercialização. Esse foi o caso do projeto para diversificar a atividade agrícola, apoiando lavouras orgânicas, no Vale do São Francisco, que teve financiamento da Comissão Europeia e participação da Universidade de Bolonha (Itália). Outro exemplo é o PROBIO 2⁹, iniciativa que obteve recursos do Banco Mundial e foi desenhada no interesse de apoiar sistemas sustentáveis conduzidos por pequenos produtores. Já na linha da estratégia interessada em resolver questões em escala planetária, foi mapeado o *Challenge on*

9 O PROBIO 2 atuou em cinco vertentes: i) potencial da flora ornamental, forrageira e medicinal; ii) plantas medicinais e ornamentais; iii) abelhas nativas; iv) microorganismos; e v) fruteiras. Fonte: RIBEIRO (2015).

*Water and Food Program*¹⁰, com cooperação provida pelo CGIAR. Este foi voltado para estudos sobre o uso da água nas principais bacias do mundo, dentre elas, a do Rio São Francisco, tendo sido, entretanto, interrompido logo após seu início. Três outras iniciativas foram mapeadas: i) o projeto de pesquisa financiada pela Comissão Europeia, voltada para o melhoramento da *Jatropha curcas* (Pinhão manso) para produção de biodiesel; ii) pesquisa em curso voltada para estresse de sementes a mudanças climáticas, em cooperação com o *Kew Botanical Garden* (Inglaterra); e iii) pesquisa com o *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) para avaliação de emissão de gases de efeito estufa em sistema de produção animal. Nota-se, assim, que os quatro últimos exemplos acima, fincados na estratégia global de cooperação internacional, inserem-se no âmbito das maiores preocupações planetárias contemporâneas.

7. Considerações finais

É incontestável que a gravidade das complexas questões planetárias que preocupam e ameaçam o futuro da humanidade, sobretudo nos focos ambiental, alimentar e energético, exige uma abordagem cooperada no plano mundial. O panorama dos 25 anos de cooperação da Embrapa Semiárido revela que isso já vem ocorrendo. Apesar das descrenças e críticas, algumas não sem fundamento, constata-se clara mobilização de atores internacionais em prol do avanço da ciência e tecnologia, em um processo cooperativo em escala mundial e o setor da agricultura é um dos líderes dessa orquestra. Como sinaliza o fiel da balança das experiências da Embrapa Semiárido trazidas, os ganhos dessas conexões podem superar os riscos. Os achados evidenciam que a contribuição mais significativa da cooperação internacional em C&T no Semiárido se deu no plano da pesquisa básica e da aplicada, servindo para criar novas competências no órgão e desenvolver pesquisas, em planos mais simétricos, com países detentores de C&T em estágio avançado de desenvolvimento. Em termos de inovações, o número foi reduzido, porém, os novos conhecimentos produzidos constituem base propícia à geração de inovações futuras, apropriáveis pelos tecidos produtivos e agentes públicos. Além desses, tanto os agentes produtivos regionais quanto os pesquisadores desse centro também se beneficiaram com transferências tecnológicas realizadas.

Não se pode, ainda, deixar de considerar como inovação o resultado subjacente à aplicação das novas metodologias aportadas pela cooperação internacional, visto que contribuíram para a evolução do Sistema Local de Inovação da Agricultura, na sua dimensão interativa. De fato, nas iniciativas analisadas, estiveram presentes em articulação, junto à Embrapa Semiárido, os

¹⁰ Ver <<https://wle.cgiar.org/>> e <<https://waterandfood.org/>>. Acesso em 26 de abril de 2016.

diversos agentes produtivos da região, além dos órgãos produtores de conhecimento e da esfera do desenvolvimento, dentre esses citando-se: Codevasf, Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola (EBDA), Bahia Pesca, Companhia de Desenvolvimento e Ação Regional (CAR), Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (Senai) e Federação das Indústrias do Estado de Pernambuco (Fiepe), além de organizações do terceiro setor, incluindo ONG.

Para além das contribuições indicadas, duas outras, de relevância no plano macro estratégico, foram recorrentemente apontadas, advindas, sobretudo, da cooperação provida por OIG, órgãos bilaterais e redes interestatais, quais sejam: i) a mudança de paradigma da Embrapa Semiárido e da própria Embrapa como um todo, que evolui do modelo vigente em 1980, voltado para o combate à seca, para um modelo com base na convivência com a seca, alterando profundamente sua estratégia e *modus operandi*; e ii) o aprendizado no eixo da socioeconomia, principalmente com metodologias de pesquisa participativa, com envolvimento do produtor no processo desenvolvido em meio real. Na visão dos entrevistados, essas novas metodologias apropriadas pelo Embrapa Semiárido trouxeram profunda mudança no seu modo de fazer pesquisa, carreando novas atividades e novos papéis para os agentes produtivos e contribuindo decisivamente para a apropriação dos resultados por parte dos públicos-alvo, preocupação crucial da agricultura.

Entretanto, não apenas benefícios emergiram no balanço final da cooperação internacional recebida pela Embrapa Semiárido. Alguns aspectos inquietantes surgiram e devem ser trazidos à tona. No plano externo, não se pode negar a possibilidade de interesses econômicos e geopolíticos estratégicos dos cooperantes, ainda que isso nem sempre se mostre claro para os executores, visto que tais interesses se delineiam no contexto das agências de cooperação dos países. Já no plano interno do órgão em análise, a primeira inquietação se refere à inexistência de ações cooperativas internacionais em C&T vivenciadas junto aos países do BRICS e do IBAS¹¹, nos 25 anos analisados, estes sabidamente de interesse da política externa brasileira para aproximação estratégica. Similarmente, inexistiu cooperação voltada para sistemas de previsão de desastres naturais no Brasil (uma única iniciativa foi iniciada, porém interrompida logo após seu início em 2008), contrariando o enfatizado na Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (2012). Esse tipo de sistema, de crescente relevância, poderia se beneficiar amplamente de uma perspectiva de cooperação internacional. O aprimoramento do sistema nacional de

11 O acrônimo BRICS identifica as economias emergentes do Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul, que, juntos, constituem uma nova entidade político-diplomática, visando à cooperação multissetorial entre os membros. Esta construção iniciou-se em 2008 e foi concluída em 2015. O Fórum de Diálogo IBAS, cujos membros são Índia, Brasil e África do Sul, foi criado em 2003 e reúne as três democracias multiétnicas do mundo em desenvolvimento, atuando nos aspectos de coordenação política, cooperação setorial e do fundo IBAS. Fonte: <<http://www.itamaraty.gov.br/pt-BR/politica-externa/mecanismos-inter-regionais/3673-forum-de-dialogo-india-brasil-e-africa-do-sul-ibas>>. Acesso em 01 de maio de 2016.

inovação foi também objetivo estratégico do Brasil que não esteve contemplado nas iniciativas analisadas. Tais constatações parecem apontar para algum nível de fragmentação entre as políticas nacionais de Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I) e de cooperação internacional e/ou para os âmbitos macro e micro da cooperação internacional em C&T, o que é propalado na literatura, a exemplo de Flink e Schreier (2010) e Martins (2003, p.220). Este advoga pela teoria da fragmentação na gestão pública e questiona se a “nova gestão pública seria fragmentadora na sua essência autonomista”, ou se “seriam os modelos orgânicos de gestão fragmentadores”.

No plano interno à gestão da Embrapa, os resultados desse estudo revelam que alguns aspectos devem ser repensados, no sentido de aproximá-la do avanço da fronteira do conhecimento científico e tecnológico e da sua inserção internacional, objetivos traçados no seu Plano Diretor 2008-2011-2023 (2008), cabendo citar: i) a otimização dos processos internos, item alvo de reiterados descontentamentos por parte de pesquisadores, com supressão dos gargalos burocráticos que lentificam processos e dificultam parcerias externas; ii) a qualificação da gestão dos recursos dos fundos oriundos da cooperação internacional, com alocação de fundações eficazes; iii) o incentivo à autonomia idiomática interna; iv) a construção de uma memória compartilhada dos processos de cooperação internacional; e v) o incremento do estímulo institucional à internacionalização da pesquisa junto aos quadros. O tímido índice de iniciativas internacionais captadas diretamente pela Embrapa Semiárido evidencia necessidade de reforço interno na cultura de valorização da internacionalização da pesquisa, pois a maioria das iniciativas adveio da Embrapa sede, de outras unidades descentralizadas ou de outros órgãos - sobretudo do Ministério das Relações Exteriores (MRE) e do então Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) -. É mister notar que essa mobilização torna-se ainda mais relevante em momentos em que conjunturas desfavoráveis, que são evidenciadas ciclicamente na administração pública brasileira, venham a produzir encolhimento nos investimentos do setor de produção de conhecimento, frente ao que a cooperação internacional pode significar um amenizador. Não se pode esquecer que o avanço da fronteira do conhecimento resulta de atuações junto a comunidades científicas de países com mais elevado índice de desenvolvimento científico e tecnológico.

Um registro crucial ainda deve ser feito: apesar das contribuições evidenciadas da cooperação internacional em C&T no Semiárido, não se pode garantir que houve apropriação dos novos conhecimentos e tecnologias junto ao produtor, tendo em vista a inexistência de acompanhamento institucionalizado dos resultados junto a esse público. Como é sabido, de nada adianta o progresso da ciência na agricultura, se ela não puder chegar ao beneficiário crucial da cadeia produtiva: o produtor. Nenhum novo conhecimento, ainda que gerado, será convertido em práticas agrícolas, isso só ocorrendo quando o produtor assim decide (JARRET, 1985). Torna-se imperativa assim, a adoção de medidas para garantir a apropriação dos novos conhecimentos e tecnologias pelo produtor, e tal adoção passa necessariamente pela linha de convergência e

fortalecimento institucional. Espera-se da Agência Nacional de Assistência Técnica e Extensão Rural (Anater), órgão criado em 2014, a contribuição nessa direção, não obstante seu modelo ter sido alvo de polêmica de diversos entrevistados nesse estudo.

Por fim, cabe a reflexão de que a dinâmica científico-tecnológica continuará a influenciar crescentemente os caminhos da economia mundial e se refletir nos aspectos internacionais. Tal premissa, clara na atualidade, engendra um tangenciamento da temática C&T por toda a interface de atuação fora das fronteiras. Diante disso, a política externa formulada no Brasil para esta cooperação deve contar com um planejamento estratégico eficaz, com envolvimento dos principais atores componentes do Sistema Nacional de Inovação. Permanecem, então, como desafios para o governo, o incremento do diálogo interinstitucional com a participação do Ministério de Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações e suas agências; do MRE; das estruturas da Educação (MEC/Capes/CNPq) e da própria Academia Brasileira de Ciências, além da sociedade como um todo, sem esquecer o diálogo com estruturas do setor agrícola, para questões que perpassam essa esfera. Em desfecho, como esse estudo foi conduzido junto aos pesquisadores, fica aberto um vasto campo para novas pesquisas a serem conduzidas junto aos produtores, que poderão responder questões como:

- Que objetivos dos governos foram alcançados pelas iniciativas de cooperação internacional? Estas tiveram consequências não declaradas nos programas?

Algumas das consequências poderiam ser a criação de relações de dependência de agricultores familiares para com cooperantes e empresas internacionais, a promoção de mudanças socioambientais danosas ou, ainda, o beneficiamento de alguns atores em detrimento de outros. Outras questões emergem, no que tange a sustentabilidade:

- O que foi apropriado pelas regiões alvo das intervenções, sobretudo na direção do pequeno produtor familiar, cuja luta pela sobrevivência pode dificultar mudanças/adoção de novas tecnologias?

Eis aqui um largo horizonte a ser percorrido, desafiando novos estudos e novas pesquisas.

Referências

- ALVES, E. Embrapa: a successful case of institutional innovation. In: MARTHA JUNIOR, G.B; FERREIRA FILHO, J.B.de S.(Orgs). **Brazilian Agriculture Development and Changes**. Brasília: Embrapa, 2012.
- BAIARDI, A. **Sociedade e estado no apoio à ciência e à tecnologia**. São Paulo: Hucitec,1997
- BRASIL. Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação - MCTI. **Estratégia nacional de ciência, tecnologia e inovação 2012–2015**: Balanço das Atividades Estruturantes 2011. Brasília: 2012.
- BRESCIANI, J.C.; GUSTAFSON, D.J. **Resumo dos convênios da cooperação técnica do convênio IICA/Embrapa-Banco Mundial na pesquisa de pastagens**. Brasília: IICA, 1988.
- CHAVES, R. de Q. **Inovatividade no Sistema Brasileiro de Inovação na Agricultura: uma análise baseada na política de cooperação internacional da Embrapa**. Tese (Doutorado) - UFRGS, Porto Alegre, 2010.
- CONTINI, E.; SÉCHET, P. Ainda há um longo caminho para a ciência e tecnologia no Brasil. **RBPG**, v. 2, n. 3, p. 30-39. mar. 2005.
- CRUVINE, P; LADISLAU M-N. Subsídios para o desenvolvimento do agronegócio brasileiro: o Programa Automação Agropecuária, visão e estratégias. 4p. **Série Embrapa Instrumentação Agropecuária. Comunicado Téc.** São Carlos: Embrapa Instrumentação Agropecuária, n. 32, p.1- 4. 1999.
- DOSI, G. Sources, procedures, and microeconomic effects of innovation. **Journal of Economic Literature**, Nashville, v. 26, p. 1120-1171. 1988.
- FLINK, T.; SCHREITERER, U. Science diplomacy at the intersection of S&T policies and foreign affairs: toward a typology of national approaches. **Oxford Journals. Science and Public Policy**. v. 37, n. 9, p. 665–677. 2010.
- FORAY, D. **L' economia della conoscenza**. Bologna: Il Mulino Universale Paperbacks, 2006.
- FREEMAN, C. **Technology policy and economic performance**. London: Pinter Publishers London and New York, 1987.

JARRETT, F.G. Sources and Models of Agricultural Innovation in Developed and Developing Countries. **Agricultural Administration**, v. 18, n. 4, p. 217-234, 1985.

LEPRUN, J.C. **Orstom-Brasil: trinta anos de cooperação científica**. Paris: ORSTOM Éditions, 1995.

LUNDEVALL, B-Å. National systems and national styles of innovation DRUID/IKE-group. In: INTERNATIONAL ASEAT CONFERENCE, 4. "Differences in 'styles' of technological innovation". Manchester, September 2-4, 1997. **Paper presented...** Manchester: 1997. Disponível em: <<http://www.business.aau.dk/~esa/evolution/docmaster/druidstuff/druidthemeC/papers/styles.pdf>>. Acesso em: 23 jul. 2014.

MARTINS, H.F. **Uma teoria da fragmentação de políticas públicas: desenvolvimento e aplicação na análise de três casos de políticas de gestão pública**. Tese (Doutorado) - Fundação Getúlio Vargas (FGV), Rio de Janeiro: 2003.

MILANI, C.R.S. Aprendendo com a História: críticas à experiência da Cooperação Norte-Sul e atuais desafios à Cooperação Sul-Sul. **CADERNO CRH**, Salvador, v. 25, n. 65, p. 211-231, Maio/Ago. 2012.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT - OCDE. **Oslo manual - guidelines for collecting and interpreting innovation data**, 3.ed. Paris: Eurostat Publications, 2005.

_____. **Oslo Manual: the measurement of scientific and technological activities. proposed guidelines for collecting and interpreting technological innovation data**. 2. ed. Paris: OECD Publications, 1997.

QUIÑONES, A.; TEZANOS, S.V. Ayuda oficial al desarrollo científico tecnológica: una evaluación macroeconómica de la distribución geográfica y sectorial. **Revista de Economía Mundial**, v. 29, 2011.

RIBEIRO, M.C.M. **Cooperação internacional em ciência e tecnologia: uma análise das experiências da Embrapa Semiárido**. Tese (doutorado) - UFBA/Escola de Administração, Salvador/Ba: 2015.

RIDDELL, R.C. **Does foreign aid really work?** NY: Oxford University Press, 2007.

SÁ E BRITTO, M.C. de. **Origem, fatos, vida, uma história**. Petrolina: Tribuna do Sertão, 1995.

SCHUMPETER, J.A. **A teoria do desenvolvimento econômico**. São Paulo: Nova Cultural, 1988.

_____. **Business cycles: a theoretical historical and statistical analysis of the capitalist process.** New York: McGraw Hill, 1939.

SCOONES I; Thompson, J.; Chambers, R. **Farmer first revisited innovation for agricultural research and development.** 2008. Disponível em: <<http://www.future.agricultures.org/farmerfirst/files/>>. Acesso em: 23 mai. 2012.

SEBASTIÁN, J; BENAVIDES, C. **Ciencia, tecnología y desarrollo.** Madrid: Artes Gráficas Palermo, 2007.

SKOLNIKOFF, E.B. Science technology and the international system. In: SPIEGEL-ROHING, I.; PRICE, D.S. (eds). **Science technology and society: a cross-disciplinary perspective.** Beverly Hills, California: Sage Publications, 1977. p 507-40.

_____. **The Elusive transformation: science, technology, and the evolution of international politics.** Princeton: Princeton University Press, 1994.

STOKES, D.E. **O quadrante de Pasteur: a ciência básica e a inovação tecnológica.** Campinas: UNICAMP, 2005.

TROYJO, M.P. **Tecnologia & diplomacia: Desafios da cooperação internacional no campo científico-tecnológico.** São Paulo: Aduaneiras, 2003.

VIEIRA FILHO, J.E.R. Transformação histórica e padrões tecnológicos da agricultura brasileira. In: BUAINAIM, A.M. *et al.* **O mundo rural do Brasil do século 21: A formação de um novo padrão agrário e agrícola.** Brasília, DF: Embrapa, 2014.

YIN, R.K. **Estudo de caso: planejamento e métodos.** Porto Alegre: Bookman, 2010.

Educação e desenvolvimento na cooperação em CT&I entre Brasil e Japão: contribuições das pesquisas conjuntas e das tecnologias sociais¹

Nanahira de Rabelo e Sant'Anna²

Resumo

Brasil e Japão apresentam relevante histórico de cooperação em diversas áreas, entre as quais ganham destaque ciência, tecnologia e inovação (CT&I), com projetos de significativo conteúdo educacional, envolvendo a realização de estudos e pesquisas conjuntas, o intercâmbio de especialistas e pesquisadores, programas de capacitação e treinamento de profissionais e estudantes, e conscientização comunitária. O presente trabalho identifica os projetos de cooperação em CT&I, realizados no período de 2007 a 2011, que apresentam significativo conteúdo educacional. Analisa, ainda, as contribuições desses projetos para o desenvolvimento social, que se pretende dinâmico e inclusivo no Brasil, considerando-se o impacto das pesquisas para a evolução conjunta em setores de alta tecnologia, assim como as repercussões das tecnologias sociais no bem-estar da população brasileira.

Abstract

Brazil and Japan have a relevant cooperation historical background in diverse areas, among which science, technology and innovation (ST&I), with projects that have significant educational content, involving the conduction of joint studies and research, the exchange of experts and researchers, programs for training and capacitating professionals and students, and community awareness. The purpose of the present work is to identify the S T&I cooperation projects held in the period between 2007 and 2011 that present significant educational content, and to analyze their contribution for social development, which is intended to be dynamic and inclusive in Brazil, considering the impacts of the research for the joint evolution in high technology sectors, as well as the repercussions of the social technologies on the Brazilian population well-being.

1 As traduções presentes no artigo são de responsabilidade da autora.

2 Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento, Sociedade e Cooperação Internacional da Universidade de Brasília (PPG-DSC/CEAM/UnB). Pesquisadora do Núcleo de Estudos Asiáticos (NEÁSIA) da UnB e da Associação Brasileira de Estudos Japoneses (ABEJ).

Palavras-chave: Cooperação. Ciência, Tecnologia e Inovação. Educação.

Keywords: *Cooperation. Science, Technology and Innovation. Education.*

1. Introdução

A educação tem constituído parte significativa dos projetos de cooperação entre Brasil e Japão nas esferas de ciência, tecnologia e inovação (CT&I), com vistas ao desenvolvimento conjunto de competências em setores de alta tecnologia e a contribuir para o alcance de melhores níveis de progresso econômico e bem-estar social. Com o presente artigo, pretende-se identificar os projetos de cooperação em CT&I iniciados e/ou em andamento no período de 2007 a 2011, cuja finalidade e ou metodologia envolvam educação, na forma de ensino e pesquisa, entre instituições de ambos os países, de modo a verificar as contribuições desses projetos no desenvolvimento brasileiro.

Neste trabalho, serão acessadas as contribuições dos projetos de cooperação internacional entre Brasil e Japão para o desenvolvimento de competências em CT&I por ambos os países, em setores prioritários para suas políticas públicas nesse trinômio. Serão verificadas, do mesmo modo, as repercussões desses projetos no desenvolvimento social brasileiro, a partir dos resultados obtidos e esperados de cada um deles. Considerando-se a educação como um caminho promotor do desenvolvimento, serão enfocadas as atividades de pesquisa conjunta e de ensino a comunidades, em vista das repercussões dos projetos analisados na aquisição de competências científico-tecnológicas, por parte de pesquisadores das instituições brasileiras, e na ampliação da consciência cidadã para a população brasileira.

Adotou-se como marco temporal o período entre 2007 e 2011, em razão do estabelecimento, pelo governo brasileiro, do Plano de Ação de Ciência, Tecnologia e Inovação para o Desenvolvimento Nacional 2007-2010 (Pacti). Além disso, o período concentra os projetos objeto de análise - sendo os de pesquisa conjunta iniciados a partir de 2009 -, como resultado da maior ênfase conferida à cooperação nas dimensões de CT&I por parte de ambos os governos, brasileiro e japonês, a partir de 2005, ano de visita presidencial ao Japão, considerada oportunidade de revitalização das relações bilaterais pelos governos dos dois países (MCTI, 2011a). No que diz respeito à estrutura do artigo, após apresentados o tema e os principais objetivos na Introdução, é exposta uma análise dos conceitos utilizados, além de um breve histórico da cooperação internacional bilateral. Em seguida, o artigo mapeia os projetos realizados ou em andamento no período selecionado, separando-os em seus objetivos de realização de pesquisas conjuntas e de capacitação de recursos humanos.

2. Abordagem histórica e conceitual

A análise do conteúdo educacional dos projetos de cooperação internacional em CT&I, entre Brasil e Japão, será precedida de esclarecimentos acerca dos principais conceitos envolvidos, assim como de breve descrição sobre as recentes políticas públicas em CT&I dos dois países selecionados e do histórico recente das relações bilaterais de cooperação, com foco no último quarto do século 20 e na primeira década do século 21.

2.1. Os conceitos de CT&I, desenvolvimento, educação e tecnologias sociais

Os domínios da ciência, da tecnologia e da inovação relacionam-se de forma interativa, apesar de designarem conceitos diferentes. A Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (Unesco) define ciência como sendo “o conjunto de conhecimentos organizados sobre os mecanismos de causalidade dos fatos observáveis, obtidos através do estudo objetivo dos fenômenos empíricos” (REIS, 2008). A organização entende a tecnologia como “o conjunto de conhecimentos científicos ou empíricos diretamente aplicáveis à produção ou melhoria de bens ou serviços”. A inovação, por sua vez, é conceituada pelo Manual de Oslo da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) (OCDE, 2007b) como “a introdução de produtos ou processos tecnologicamente novos e melhorias significativas em produtos e processos existentes”, envolvendo “uma série de atividades científicas, tecnológicas, organizacionais, financeiras e comerciais”. A sigla CT&I surge da estreita ligação entre os três termos, os quais interagem e repercutem reciprocamente no trato dos diversos assuntos a eles relacionados.

A partir das considerações de um dos fundadores dos Estudos Sociais da Ciência, John Bernal (1969), para quem a ciência pode ser definida em diferentes aspectos, dependendo do contexto e do momento histórico, o trabalho considera a ciência tanto como processo teórico de produção e acúmulo de conhecimentos quanto como atividade, instituição e parte de um processo geral de desenvolvimento social. A tecnologia, por sua vez, pode ser definida como um conjunto de conhecimentos científicos e empíricos ou como uma atividade, por meio da qual se buscam aplicações para conhecimentos existentes (SÁENZ; GARCÍA CAPOTE, 2002). A pesquisa científica é um conceito relevante para o tratamento da ciência como atividade de investigação e instituição produtora de conhecimentos. Segundo o Manual de Frascati da OCDE (OCDE, 2007a), pesquisa e desenvolvimento (P&D) são definidas como “o trabalho criativo levado a cabo de forma sistemática para aumentar o campo dos conhecimentos, incluindo o conhecimento do homem, da cultura e da sociedade, e a utilização desses conhecimentos para criar novas aplicações”.

Retomando o entrelaçamento entre as dimensões de C&T, verifica-se que uma proporção substancial dos conhecimentos tecnológicos contemporâneos baseia-se na ciência, enquanto que a ciência atual utiliza tecnologias na forma de equipamentos, materiais e procedimentos para a obtenção de resultados exatos e precisos. O surgimento de uma nova tecnologia conduz, frequentemente, ao desenvolvimento de pesquisas científicas e mesmo à origem de novas disciplinas da ciência. As pesquisas científicas, por sua vez, têm permitido o surgimento de novos ramos tecnológicos. A inovação tem sua relação com os domínios de C&T por consistir numa combinação de necessidades sociais e de demandas de mercado com os meios científicos e tecnológicos para resolvê-las. A presença de adequadas capacidades em C&T é um dos fatores que permitem a uma tecnologia desenvolver-se com possibilidades de entrar num processo inovativo (SÁENZ; GARCÍA CAPOTE, 2002, pp. 47-48, 69-70). A influência recíproca das dimensões que formam o trinômio CT&I está no fato de que o desenvolvimento de uma delas repercute significativamente no ritmo de evolução das outras, num processo em que a convergência de mudanças revolucionárias ou incrementais, nesse trinômio, crescentemente transforma as estruturas econômicas e as condições sociais da vida humana, contribuindo para o desenvolvimento das sociedades. No presente artigo, o “saber” científico, o “fazer” tecnológico, e a “novidade” da inovação são abordados como um tripé de fundamental importância para o desenvolvimento dos países na era do conhecimento.

O conceito de desenvolvimento, por sua vez, tem evoluído de um enfoque no crescimento econômico, por parte de autores da escola clássica da Economia, como Adam Smith, e teóricos da inovação tecnológica, no exemplo de Joseph Schumpeter, para a priorização da condição humana, com foco na melhoria das vidas humanas em suas diversas necessidades. Nesse aspecto, ganha relevância o conceito elaborado por Amartya Sen (2010, p. 16-62), de “desenvolvimento como liberdade”, definido como “um processo de expansão das liberdades reais que as pessoas desfrutam”, a ser alcançado mediante redução dos obstáculos às possibilidades de ser (intitamentos – direitos e oportunidades) e de fazer (capacidades de realização) das pessoas. O autor considera as disposições sociais e econômicas - entre as quais: industrialização, avanço tecnológico, serviços de educação e saúde - como importantes meios de expandir a liberdade humana e destaca, ainda, cinco liberdades instrumentais – liberdades políticas, facilidades econômicas, oportunidades sociais, garantias de transparência e segurança protetora – que tendem a contribuir para a liberdade humana e possuem efeito complementar umas às outras. Neste trabalho, ganha ênfase a criação de oportunidades sociais pela educação, a partir do exemplo japonês de desenvolvimento citado por Sen, por meio da ampla capacitação de recursos humanos, “antes de romper os grilhões da pobreza generalizada”. Diante do exposto, ganham destaque no presente trabalho, do mesmo modo, as liberdades na forma de oportunidades sociais, referentes às oportunidades de aprender e às capacidades de gerar conhecimentos, técnicas e novidades, como aspectos essenciais do desenvolvimento.

O artigo considera a educação em seu sentido emancipatório, alinhado à abordagem de Theodor Adorno (2006, p. 15-25), segundo a qual “o conteúdo da experiência formativa não se esgota na relação formal do conhecimento”, mas “implica uma transformação do sujeito no curso do seu contato transformador com o objeto na realidade”. É importante ressaltar o alerta do autor de que “assim como o desenvolvimento científico não conduz necessariamente à emancipação, por encontrar-se vinculado a uma determinada formação social, também acontece com o desenvolvimento no plano educacional”. Especialmente no que diz respeito aos projetos de ensino comunitário realizados como iniciativas da cooperação internacional entre Brasil e Japão, o artigo avaliará o sentido emancipatório da educação pela conscientização cidadã das pessoas e dos grupos beneficiados. Esse tratamento embasa-se no sentido de libertação discutido por Zygmunt Baumann (2000, p. 26-51), para quem “o indivíduo *de jure* não pode tornar-se indivíduo *de facto* (aquele que controla os recursos indispensáveis à genuína autodeterminação), sem antes tornar-se cidadão”. Compartilhando com esse autor a constatação de que a autonomia da sociedade precede a dos indivíduos e requer uma realização compartilhada de seus membros, considera-se a cidadania um valor de grande importância, como resultado da capacitação de pessoas e caminho para o desenvolvimento de uma sociedade.

As tecnologias sociais são aspectos muito relevantes nesse trabalho, no que diz respeito à verificação das contribuições dos projetos de cooperação entre Brasil e Japão, na forma de ensino e conscientização comunitária, em vista do desenvolvimento social brasileiro. O Instituto de Tecnologias Sociais (ITS) as conceitua como sendo um “conjunto de técnicas e metodologias transformadoras, desenvolvidas e/ou aplicadas na interação com a população e apropriadas por ela, que representam soluções para inclusão social e melhoria das condições de vida”. Nesse sentido, serão analisadas as implicações das tecnologias sociais envolvidas nesses projetos, especialmente as que remetem ao compromisso com a transformação social, a sustentabilidade socioambiental e econômica, a difusão e ação educativa, e o ao diálogo entre diferentes saberes e culturas³.

2.2. Políticas públicas de CT&I no Brasil e no Japão

O Brasil tem avançado na criação de um ambiente favorável ao desenvolvimento de CT&I no País, com o reconhecimento da importância do trinômio para o seu progresso econômico e social. O conhecimento da experiência de outros países, como o Japão, tem inspirado a estruturação do sistema nacional, o aperfeiçoamento do marco legal e a elaboração de políticas públicas de CT&I. As primeiras iniciativas para a promoção do trinômio no Brasil datam de 1975, quando o governo

³ Definição retirada do sítio do ITS. Disponível em: <<http://www.itsbrasil.org.br/conceito-de-tecnologia-social>>. Acesso em 13 de abril de 2016.

federal instituiu o Sistema Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, na forma do qual as entidades que utilizavam recursos governamentais para realizar atividades de pesquisas científicas e tecnológicas passaram a ser organizadas. A esse sistema nacional, seguiram-se Planos Básicos de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, administrados pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) - nascido Conselho Nacional de Pesquisas -, configuração mantida até 1985, quando foi criado o Ministério de Ciência e Tecnologia (MCT), como órgão central do sistema federal de C&T. A harmonização entre as políticas dos diversos órgãos e entidades que atuam na área tem sido assegurada pelo Conselho Nacional de Ciência e Tecnologia (CCT), criado em 1996 como órgão de assessoramento superior da Presidência da República para a formulação e implementação de políticas de ciência e tecnologia no País, integradas ao plano de desenvolvimento nacional (MCT, 2007). Vale mencionar que a experiência japonesa na criação de um conselho de C&T subordinado diretamente ao mais alto escalão de governo estimulou a ideia de se criar o CCT no Brasil (MCT, 2001. p. 20).

Um amplo debate acerca do papel do conhecimento e da inovação no desenvolvimento econômico e social do Brasil, no governo e nas esferas da sociedade interessadas no futuro de CT&I no País, conduziu à elaboração, por parte do MCT, do Livro Verde, em 2001 (Ibid.), ano de comemoração do cinquentenário de criação do CNPq, quando C&T tinha sentido para reduzida fração dos habitantes dos grandes centros urbanos do Brasil. O documento, que reconhece a importância das oportunidades da cooperação internacional em CT&I para o Brasil, resgata a trajetória desse trinômio no País e estimula a reflexão sobre seu futuro, fazendo referência ao papel da CT&I no acompanhamento e na participação pertinentes ao que se passa nas fronteiras avançadas do conhecimento e das tecnologias de ponta e no atendimento dos reclamos da sociedade, com a correção dos desequilíbrios e obtenção de melhor qualidade de vida para todos.

O Livro Branco (MCT, 2002) sintetiza os consensos acordados entre os interlocutores da Segunda Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação, realizada em 2001, com base nos escritos do Livro Verde, e expõe uma proposta estratégica de rumos para os 10 anos posteriores, com o objetivo de nortear o Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (SNCTI). Considerando o conhecimento como variável-chave do desenvolvimento, o Livro Branco evidencia que “o desafio da política sintetiza-se em ampliar a base desse conhecimento e transformá-lo em riqueza para todos os brasileiros”. Segundo disposições desse documento, a ampla reforma do SNCTI envolve, entre outras iniciativas, a “reconceituação da cooperação internacional, na busca de uma melhor inserção do Brasil na C&T mundial e no contexto da era do conhecimento”. Em vista do abrandamento, ou mesmo da eliminação, do forte déficit que caracteriza a cooperação em C&T entre países mais e menos avançados, ganha espaço “o desenvolvimento conjunto, compartilhado, da pesquisa e inovação, redução de custos e soma de conhecimentos”.

Segundo a Unesco (2010, p. 49), o Pacti representa um marco para o Brasil, por agrupar a maioria das iniciativas federais em C&T em um único documento. Elaborado no contexto da Política de Aceleração do Crescimento (PAC), também lançada em 2007, o plano apresenta as seguintes quatro linhas de ação principais: I) Expansão e Consolidação do SNCTI; II) Promoção da Inovação Tecnológica nas Empresas; III) Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação em Áreas Estratégicas; e IV) C&T para o Desenvolvimento Social. O presente artigo enfoca a realização dos dois últimos pontos, considerando a cooperação em CT&I entre Brasil e Japão, relacionando os projetos de pesquisa conjunta à terceira linha de ação do plano brasileiro e as tecnologias sociais à quarta. Na terceira linha, as ações de cooperação aparecem relacionadas aos setores de nanotecnologia; indústrias de eletrônica e de semicondutores; biodiesel; etanol; agronegócio; e conservação e desenvolvimento sustentável da Região Amazônica. Para a última linha, a cooperação internacional seria estabelecida “para a realização de eventos de educação e divulgação científico-tecnológica e de inovação” (MCT, 2007).

Com base nos resultados do Pacti, é lançada a segunda fase do plano, na qual as ações previstas foram fundamentadas no documento relativo à *Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação 2012-2015* (Encti). O documento relaciona, entre os desafios apresentados pelo atual estágio de desenvolvimento brasileiro, a “redução da defasagem científica e tecnológica que ainda separa o Brasil das nações mais desenvolvidas”, a “consolidação do novo padrão de inserção internacional do Brasil” e a “superação da pobreza e redução das desigualdades sociais e regionais”. No que diz respeito à cooperação internacional, o documento menciona estratégias de apoio à “geração do conhecimento e do desenvolvimento de produtos, processos e serviços nanotecnológicos” e ao “estabelecimento de instrumentos de cooperação internacional para o desenvolvimento de pesquisas oceanográficas e na Região Antártica” (MCTI, 2011b).

O Japão é um exemplo de país que considera educação, ciência e tecnologia como aspectos fundamentais nas políticas de desenvolvimento e onde a inovação está no coração de suas estratégias competitivas. O sucesso japonês na transição para um novo paradigma de desenvolvimento, no qual o conhecimento ocupa lugar central na produção e reprodução das novas relações econômicas e sociais, foi alcançado tendo como referência as práticas e os processos mundiais, considerando os indicadores mais avançados do mundo como metas a serem iguadas e superadas. Em que pese a atenção e os avanços obtidos em CT&I, o país busca novos caminhos para manter sua competitividade e seu padrão de desenvolvimento (ARBIX; SALERNO, 2008).

O recente desenvolvimento de CT&I do Japão foi baseado num profundo processo de reestruturação do Estado, iniciado na década de 1990, envolvendo planos de C&T que definem áreas estratégicas e montantes para investimentos; a revisão das leis que regem as agências de

financiamento de P&D e as universidades públicas; e a criação do Conselho para Política de Ciência e Tecnologia (CSTP), para tratar das questões de C&T no Gabinete do primeiro-ministro. Outros destaques dessa reestruturação são a criação do Ministério da Inovação; do Conselho Estratégico de Inovação; e da Orientação Estratégica de Longo Prazo (Inovação 25), todos no ano de 2006. Em 1995, havia sido publicada a Lei Básica de Ciência e Tecnologia, em seguimento à aprovação, pelo Gabinete japonês, da Política Básica para Ciência e Tecnologia, em 1992. Como decorrência dessas iniciativas, foram introduzidos os Planos Quinquenais de C&T do Japão, sendo quatro deles lançados até 2010 (ARBIX, 2010).

O Quarto Plano Básico de C&T japonês, instituído para o período de 2011 a 2015, tem como pontos principais: o reforço dos recursos humanos para a promoção do avanço da ciência e tecnologia; e a promoção da ciência e da política de inovação tecnológica, em estreita cooperação com a população (GOVERNMENT OF JAPAN, 2012). Os conceitos fundamentais apresentados no plano em análise são: “desenvolvimento integrado de políticas de CT&I”, “maior foco nos papéis dos recursos humanos e das organizações” e “realização de uma política a ser criada e promovida juntamente com a sociedade”. Com relação ao último conceito, o plano destaca a necessidade de se aprofundar as relações entre a sociedade e a CT&I, por meio da incorporação do ponto de vista do público no planejamento e na elaboração de políticas e da ampla comunicação sobre políticas e outros assuntos relacionados a CT&I para a sociedade, com a devida prestação de contas. A resposta aos temas éticos, legais e sociais é outro aspecto destacado nesse último conceito do quarto plano básico, envolvendo considerações de riscos e impactos sociais em áreas como as de bioética e organismos modificados geneticamente. Cabe destacar que as dimensões de CT&I são definidas no documento como sendo: “a criação de valores intelectuais/culturais baseados em novos conhecimentos obtidos da descoberta científica, invenção, etc.; e a inovação para desenvolver tais conhecimentos em valor econômico, social ou público” (CSTP, 2010).

Segundo o Quarto Plano Básico, duas das visões centrais a respeito do Japão são a de “um país que promove uma afluente alta qualidade de vida para a população”; e de “um país que toma iniciativa na solução de temas globais”, entre os quais, mudanças climáticas, recursos energéticos e doenças contagiosas. Para a realização dessa última visão, o papel da cooperação internacional é ressaltado, inclusive por meio da diplomacia em C&T com países em desenvolvimento da Ásia, África e América Latina, de modo a “contribuir para o desenvolvimento de C&T e de recursos humanos, etc., nesses países”. As medidas para tanto envolvem “pesquisa conjunta utilizando C&T avançada do Japão e cooperação técnica por meio da Ajuda Oficial ao Desenvolvimento” e “apoio a jovens pesquisadores de países contrapartes envolvidos na pesquisa acadêmica para a aquisição de seus graus acadêmicos no Japão, além de apoio continuado após retornarem aos seus países de origem”.

Os planos básicos anteriores também faziam referência à promoção de iniciativas internacionais, envolvendo atividades de cooperação para solucionar desafios de escala global, além de iniciativas de formação de recursos humanos em países estrangeiros. O histórico da cooperação entre Brasil e Japão, analisado a seguir, demonstrará a evolução da incorporação dos aspectos priorizados pelas políticas de CT&I desenvolvidas pelos dois países.

2.3. Breve histórico da cooperação internacional entre Brasil e Japão

A ideia de cooperação internacional remonta à época da criação da Liga das Nações, em 1919, quando já se falava na cooperação entre países como instrumento de manutenção da paz e segurança. A importância de se trabalhar pelo desenvolvimento de países menos industrializados se tornou mais evidente com a necessidade de se reconstruir nações afetadas pela 2ª Guerra Mundial, após a qual se efetivaram as primeiras políticas de cooperação técnica internacional. O conceito de cooperação utilizado no presente artigo remete à corrente pluralista das Relações Internacionais, que compreende o sistema internacional como o resultado das ações externas dos atores estatais e não estatais, somadas a todas as transações internas e internacionais (VIOTTI, 1999). A abordagem pluralista da Interdependência Complexa define a cooperação como um processo de coordenação de políticas, por meio do qual os atores ajustam seu comportamento às preferências reais ou esperadas dos outros atores. Desse modo, a efetivação da cooperação entre países como Brasil e Japão pressupõe a existência de interesses compartilhados; o ajuste mútuo por meio de acordos e negociações; e o permanente alcance de benefícios para as partes (KEOHANE, 1984).

Cabe ressaltar a diferença entre os termos cooperação e colaboração. Apesar de ambos significarem “trabalho em conjunto”, a colaboração é assimétrica, envolvendo a existência de um ator principal fornecedor, responsável pelos projetos e proprietário dos resultados mais importantes do ponto de vista de aplicação estratégica, industrial e comercial, enquanto que os outros membros, menos desenvolvidos, aparecem como apenas coadjuvantes. A cooperação, por sua vez, diz respeito a uma parceria mais equitativa, incluindo a negociação conjunta, a definição de projetos de comum acordo e o compartilhamento de custos (SILVA, 2007, p. 7-9; 20-22). Neste trabalho, demonstrar-se-á que as formas colaborativas bem-sucedidas entre Brasil e Japão, ainda que denominadas como sendo de cooperação, têm evoluído para um formato efetivamente cooperativo, sobretudo no que diz respeito à realização de pesquisas conjuntas.

Segundo a Agência Brasileira de Cooperação (ABC, 2012), a cooperação é denominada técnica quando sua política está voltada para auxiliar um país na promoção de mudanças significativas nos seus sistemas produtivos, como forma de superar restrições que dificultem o desenvolvimento,

por meio da transferência de conhecimentos técnicos específicos - envolvendo intercâmbio e treinamento de pessoal e de informações -, da realização de estudos de pré-viabilidade e do treinamento de pessoal. Essa modalidade de cooperação diferencia-se da cooperação em CT&I por envolver a assistência de um país detentor de conhecimentos e técnicas a outro no qual tais aspectos são ausentes ou insuficientes, enquanto que a modalidade CT&I, priorizada neste trabalho, envolve maior similaridade na capacidade de transferir conhecimentos e/ou na dotação de recursos científico-tecnológicos pelos países que engajam numa estratégia cooperativa.

Uma análise do histórico recente das relações de cooperação entre Brasil e Japão aponta para uma evolução da cooperação na forma de colaboração e assistência, tendo o Brasil como receptor de cooperação, para uma relação de maior horizontalidade, à medida que o País se qualificava e ampliava sua participação como prestador de cooperação a outras localidades do mundo em desenvolvimento. O registro da primeira cooperação entre Brasil e Japão data de 1959, com o envio de um engenheiro agrônomo como perito na área de irrigação. Tal iniciativa foi sucedida por diversos projetos em importantes setores para o desenvolvimento brasileiro, como o Programa de Cooperação Nipo-Brasileira para o Desenvolvimento dos Cerrados (Prodecer), que contribuiu para a melhoria da produção agrícola do Cerrado, a partir de 1979; e o Sistema Agro Florestal, iniciado na década de 1990, com vistas a promover a preservação ambiental, por meio de um sistema em que se cultiva criando uma floresta (JICA, 2011).

Em 1970, é assinado o Acordo Básico para Cooperação Técnica entre Brasil e Japão⁴, tendo como desdobramento, no ano de 1976, a abertura do Escritório brasileiro da Agência de Cooperação Internacional do Japão (JICA) – da sigla em Inglês, *Japan International Cooperation Agency* -, sendo unidade anexa da Embaixada do Japão. Atualmente, as áreas prioritárias de cooperação com o Brasil são: meio ambiente, desenvolvimento social e promoção da cooperação tripartite. A agência classifica os projetos de cooperação nas modalidades: cooperação técnica; cooperação técnico-científica; treinamento em grupo no Japão; projeto comunitário; e *follow-up*. São objeto de análise do presente artigo os projetos que incluem educação em CT&I classificados como de cooperação técnico-científica, envolvendo pesquisas conjuntas em altas tecnologias, e como projetos comunitários, incluindo tecnologias de pequena escala que contribuem para uma inclusão social participativa.

A cooperação científica e tecnológica entre o Brasil e o Japão, por sua vez, processa-se sob a égide do Acordo Básico de Cooperação em Ciência e Tecnologia, firmado em 1984. O documento dispõe que os governos brasileiro e japonês promoverão, entre si, a cooperação no campo da

4 O acordo foi promulgado no Brasil pelo Decreto nº 69.008, de 04/08/1971. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1970-1979/D69008.htm>. Acesso em 03 de abril de 2016.

ciência e da tecnologia, “com base nos princípios de igualdade e benefício mútuo”, podendo ser incluídos como modalidades de cooperação: encontros para o debate e intercâmbio de informações sobre ciência e tecnologia; envio e recebimento de cientistas e pessoal técnico; implementação de projetos e programas, conjuntos ou coordenados, para pesquisa científica e desenvolvimento tecnológico; e outras formas de cooperação que possam ser mutuamente acordadas⁵. Para fortalecer e estabelecer projetos de cooperação entre os dois países, em CT&I, foi instituído o Comitê Conjunto Brasil-Japão para Cooperação Científica e Tecnológica, cuja primeira reunião ocorreu ainda na época da assinatura do referido acordo.

Nos 20 anos seguintes à instituição do Comitê Conjunto, a cooperação em C&T entre os dois países ficou praticamente estagnada, retomando o pulso a partir de 2005, ano de visita presidencial ao Japão, quando os dois países apontaram como prioritárias para a retomada da cooperação bilateral as áreas de biomassa, biotecnologia, nanotecnologia e telecomunicações/TV digital. Ressaltaram, ainda, a importância do intercâmbio entre instituições oficiais e correlatas de ambos os países, do envio de missões, da realização de seminários e da troca de informações sobre atividades de pesquisa em C&T (MCTI, 2011b). Na oportunidade, foi criado o Grupo de Trabalho sobre Biomassa, com representações das duas nações, para estudar a utilização do etanol e do biodiesel como combustíveis (MRE, 2011). Foram assinados, além disso, diversos documentos, entre os quais, a Declaração Conjunta de Imprensa sobre Cooperação Técnica; o Memorando de Entendimento sobre Cooperação Bilateral nos Campos Social e Educacional; e o Comunicado Conjunto de Imprensa sobre a Agenda Comum Brasil-Japão em Temas de Desenvolvimento Sustentável. Com relação à cooperação técnica, os representantes de ambos os países destacaram que “as áreas do meio ambiente, da agricultura, da indústria, da saúde e do desenvolvimento social são prioritárias para a cooperação técnica no Brasil” e reconheceram que os programas “têm permitido a transferência de conhecimentos, técnicas e tecnologias, o intercâmbio de experiências bem sucedidas, o desenvolvimento de recursos humanos, a criação e a consolidação de instituições de excelência capazes de disseminar seus conhecimentos a terceiros países” (MRE, 2005).

A segunda reunião do Comitê Conjunto Brasil-Japão para Cooperação Científica e Tecnológica realizou-se em Tóquio, em maio de 2009, e foi organizada em seis subgrupos temáticos: biotecnologia e biomassa; nanotecnologia; geologia, mineralogia e produção mineral; meio ambiente, mudanças climáticas e observação terrestre; financiamento e inovação; e tecnologias de informação e comunicação. Na terceira reunião do referido mecanismo, realizada em dezembro de 2010, houve divisão dos setores representados no Comitê em sete subgrupos: biotecnologia, biomassa e agricultura; nanotecnologia; computação de alta *performance*; espaço,

5 Acordo promulgado pelo Decreto nº 71, de 26/03/1991. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1990-1994/D0071.htm>. Acesso em 03 de abril de 2016.

aplicação e uso de dados de satélite; geologia, prospecção de metais e mineração; petróleo, gás e energias renováveis; e ciências marinhas. Ambos os lados, brasileiro e japonês, concordaram em expandir a cooperação para novas áreas e em aumentar a troca de informações, o intercâmbio de pesquisadores e a capacitação de recursos humanos nas áreas selecionadas para discussão (MCTI, 2011b).

3. Projetos de cooperação em CT&I entre Brasil e Japão

Com base nas temáticas priorizadas por Brasil e Japão em suas políticas públicas de CT&I e nas estratégias de cooperação bilateral no trinômio, apresentadas no capítulo anterior, será realizada a análise dos projetos de cooperação que apresentam significativo conteúdo educacional, empreendidos no período entre 2007 e 2012. Num primeiro momento, serão abordados os projetos que envolvem atividades de pesquisa conjunta entre instituições de ambos os países. Nessa parte, serão descritos oito projetos, sete deles apoiados pela JICA. Em seguida, são verificados os projetos que envolvem capacitação de recursos humanos, com ênfase em programas de treinamento de técnicos brasileiros e em atividades de educação e conscientização comunitária.

3.1. Estudos e pesquisas conjuntas⁶

A JICA e a Agência de Ciência e Tecnologia do Japão (JST), a partir de 2009, têm apoiado projetos de pesquisas conjuntas entre instituições brasileiras e japonesas, em tecnologias de ponta, com vistas ao alcance de soluções de problemas de escala global, como preservação ambiental e saúde. Tais iniciativas são classificadas como “projetos de cooperação técnico-científica” pelo Escritório da JICA no Brasil. Nessa modalidade, registram-se três pesquisas ligadas a questões ambientais e uma referente ao combate a doenças infecciosas.

A primeira cooperação técnico-científica apoiada pela JICA no Brasil remete ao *projeto Produção de etanol a partir da biomassa, do bagaço e da palha da cana-de-açúcar*, iniciado em agosto de 2009, com previsão de três anos e desenvolvido conjuntamente pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), do lado brasileiro, e pelo Centro de Pesquisa de Biomassa do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia Industrial

⁶ As informações dos parágrafos dos títulos 3.1 e 3.2 foram obtidas com representantes do Escritório da JICA em Brasília e retiradas do sítio da instituição, disponível em: <<http://www.jica.go.jp/brazil/portuguese/office/>>. Acesso em 03 de maio de 2016.

Avançada (AIST), do Japão. Outro projeto apoiado pela JICA na modalidade selecionada é intitulado *Desenvolvimento de tecnologia de engenharia genética para culturas com tolerância a estresses contra a degradação do ambiente global*. Este teve início em março de 2010, com duração prevista de cinco anos e realização sob responsabilidade da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) e de três instituições japonesas: o Centro de Pesquisa Internacional para Ciências Agrícolas (JIRCAS) – da sigla em Inglês, *Japan Internacional Research Center for Agricultural Sciences* -; o Instituto de Pesquisa em Física e Química (RIKEN) – da sigla em Inglês, *Institute of Physical and Chemical Research* -; e a Universidade de Tóquio. O projeto *Dinâmica do Carbono da Floresta Amazônica*, por sua vez, é o mais recente na modalidade técnico-científica, tendo iniciado em maio de 2010, com previsão de 4 anos, envolvendo parceria entre quatro instituições, sendo duas brasileiras - o Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa) e o Instituto Nacional de Pesquisas Especiais (Inpe) -, e duas japonesas - o Instituto de Pesquisa em Florestas e Produtos Florestais (FFPRI) e a Universidade de Tóquio -.

Os três projetos citados no parágrafo anterior dizem respeito à pesquisa de soluções em preservação do meio ambiente, com repercussões em segurança alimentar, seja mediante utilização de álcool combustível derivado de resíduos da cana-de-açúcar, em substituição à gasolina, como alternativa para mitigar o aquecimento global, ou pela identificação de genes relacionados à tolerância da soja à seca e ao calor ou, ainda, por meio da elaboração de metodologia de aferição de estoque de carbono no bioma amazônico. Um quarto projeto de cooperação técnico-científica apoiado pela JICA tem foco em questões de saúde, diferentemente do enfoque ambiental dos três projetos anteriormente apresentados. Trata-se do projeto *Novas Abordagens Diagnósticas no Manejo de Infecções Fúngicas em Pacientes com AIDS e outras Doenças Imunossupressoras no Brasil*, iniciado em abril de 2010, e desenvolvido mediante parceria entre a Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) e, pelo lado japonês, a Universidade de Chiba e o Centro de Pesquisa Médica em Micologia (MMRC), com o objetivo de desenvolver uma metodologia de rápido diagnóstico da infecção por fungos, que possibilite o tratamento imediato e uma melhor recuperação dos pacientes soropositivos, cuja imunidade representa um grande risco de infecções por agentes patológicos. Para tanto, a Unicamp oferece seus laboratórios e a JICA provê insumos e equipamentos de alto custo, sendo previsto, ainda, o intercâmbio de pesquisadores para treinamentos.

Com relação a estudos e pesquisas conjuntas, outros três projetos são apoiados pela JICA, mas classificados como “cooperação técnica”, por combinarem o envio de peritos e consultores japoneses, o treinamento de brasileiros envolvidos e a doação de equipamentos necessários, sem, contudo, o caráter de pesquisa conjunta entre instituições de ambos os países em setores de alta tecnologia, o que assinala os “projetos de cooperação técnico-científica”. O mais antigo deles, iniciado em março de 2009 e finalizado em agosto de 2010, denomina-se *Estudo para*

o *Desenvolvimento de uma Solução Integrada relativa à Gestão de Resíduos Industriais no Polo Industrial de Manaus*, executado pela Superintendência da Zona Franca de Manaus (Suframa). Um segundo projeto, iniciado em novembro de 2009 e finalizado em dezembro de 2010, tem por denominação *Cenários Futuros de Mudanças Climáticas*, com vistas à avaliação da sociedade sobre sua vulnerabilidade às previsões meteorológicas. O projeto é executado pelo Inpe, com participação do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC), do Brasil, e do Instituto de Pesquisa Meteorológica (MRI), do lado japonês. Por último, menciona-se o projeto *Inclusão Social por Meio de Incentivo à Produção de Oleaginosas para a Geração de Biodiesel na Região Oeste do Estado do Rio Grande do Norte*. Executado pelo governo do respectivo estado, teve início em abril de 2009, com prazo de 4 anos. Esse projeto previa pesquisa para o aumento da produção de oleaginosas por parte de agricultores familiares, tendo em vista o fortalecimento das associações de produtores e a melhoria nas condições de vida desse segmento populacional.

No que diz respeito a projetos que envolvem estudos conjuntos, mas que não recebem apoio direto da JICA, destaca-se o intitulado *Pesquisa de tecnologia enzimática para produção de etanol celulósico*, na área de nano-biotecnologia, promovido pelo Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (Inmetro) e Instituto Nacional de Metrologia do Japão (NMIJ), como desdobramento do Memorando de Cooperação assinado por ambas as instituições em 2009, com o objetivo de promover o intercâmbio de conhecimentos científicos, tecnológicos e de capacitação técnica, nas áreas de metrologia acústica e de vibrações; metrologia química; nanometrologia; tecnologia da informação para metrologia; e outras áreas da metrologia de interesse comum (MCTI, 2011b).

3.2. Capacitação e treinamento de recursos humanos

O treinamento de técnicos brasileiros no Japão consiste numa das atividades de cooperação técnica apoiadas pela JICA, por meio da qual é patrocinado o recebimento de profissionais e/ou pesquisadores no Japão para a aquisição de conhecimentos e técnicas relevantes, em áreas diversas, de modo que sejam aplicados no desenvolvimento brasileiro. Nos últimos anos, a JICA tem oferecido oportunidades de treinamento no Japão para técnicos brasileiros nas áreas de agricultura, gerenciamento ambiental, energia e recursos naturais, ecoturismo, biomassa e biocombustíveis, planejamento urbano, transportes, gênero, governança, saúde, tecnologias da informação e comunicação, desenvolvimento do setor privado, responsabilização criminal frente à corrupção, entre outras. No ano de 2009, a JICA registrava um recebimento anual da ordem de 8 mil técnicos oriundos de países em desenvolvimento. No período de 2007 a 2011, mais de 650 bolsistas brasileiros foram treinados no Japão.

Dentre os projetos apoiados pela JICA na modalidade “cooperação técnica”, na qual são combinadas atividades de envio de peritos japoneses, treinamento de técnicos brasileiros e/ou doação de equipamentos, merece destaque na área de CT&I o *Programa de Cooperação Técnica Brasil-Japão para a Formação de Recursos Humanos de Alto Nível na Área de Microeletrônica*. Nesse projeto, realizado de março de 2010 a março de 2011, em Campinas, peritos japoneses vieram ao Brasil para realizar orientações nos centros de treinamentos de formação de projetistas de circuitos integrados na área de microeletrônica. A instituição executora desse projeto foi o Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer, localizado na cidade de Campinas, São Paulo.

Os programas comunitários apoiados pela JICA são aqueles nos quais organizações não governamentais (ONG), universidades, governos locais e entidades de utilidade pública do Japão implementam atividades de cooperação, em conjunto com países em desenvolvimento e no território desses países. Nessa modalidade, ocorre a transferência de conhecimentos e técnicas acumuladas pelas instituições japonesas, com vistas a contribuir diretamente para melhorar a qualidade de vida de pessoas e comunidades em situações desfavoráveis. Foram selecionados para análise cinco projetos registrados pela JICA no período entre 2007 e 2011, combinando atividades de capacitação e conscientização das populações locais.

Três dos projetos referidos no parágrafo anterior tiveram foco na temática da preservação do meio ambiente. O projeto *Estabelecimento de uma Organização para a Proteção de Florestas Úmidas da região do Amazonas*, realizado entre agosto de 2007 e julho de 2010, teve por objetivo apoiar a criação de uma associação de moradores voltada para a preservação do Parque Ecológico de Gunma, no município de Santa Bárbara, no Pará. As instituições executoras foram a ONG Programa Pobreza e Meio Ambiente na Amazônia (Poema), do lado brasileiro, e o governo da província japonesa de Gunma. Por sua vez, o projeto *Melhoria da Educação Ambiental e de Atividades para Conscientização Pública sobre Gerenciamento de Resíduos Sólidos na Cidade de São Paulo*, executado no período de setembro 2008 e março de 2011, envolveu a definição de métodos de análise quantitativa e qualitativa sobre redução, reutilização e reciclagem de resíduos sólidos, mediante parceria entre a prefeitura de Osaka (no Japão), o governo paulistano, escolas, comunidades, agentes comunitários de saúde e comerciantes de reciclados da cidade de São Paulo. O terceiro projeto com enfoque ambiental, denominado *Instalação de um Modelo de Melhoria da Qualidade da Água, em Conjunto com a Comunidade, na Cidade de Londrina*, no Paraná, teve início em 2010, com previsão de 2 anos. Com a finalidade de estabelecer um sistema de monitoramento da água e de disponibilização dos dados, foi realizado mediante parceria entre a comunidade, órgãos públicos paranaenses - Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (Sema/PR), Secretaria Municipal do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (Sema/Londrina) e Companhia de Saneamento do Paraná (Sanepar) -, além de instituições de

ensino superior, como a Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), da ONG Instituto Ecometrópole e da *Hyogo Environmental Advancement Association*, do Japão.

Dois outros projetos comunitários dizem respeito ao setor de saúde. O *Projeto para Melhoria e Conscientização sobre Saúde Infantil, por meio da Mobilização de Organizações Locais na Amazônia Oriental*, executado no período entre março e dezembro de 2010, envolveu a participação do governo do município de Manicoré, no Amazonas, da Pastoral da Criança, de ONG locais (Ideas e Projeto Arara) e da ONG japonesa Hands (Serviço de Saúde e Desenvolvimento). Esta ONG já integrou outros projetos na Região Amazônica, envolvendo fortalecimento da capacidade de atuação dos trabalhadores de saúde locais, melhorias nutricionais e promoção do sistema agroflorestal, desde 2003. O segundo projeto tem por denominação *Tampopo - Educação sobre Aids para pessoas deficientes e analfabetas, por meio do desenvolvimento de capacidade em uma organização de surdos*. Sua execução foi entre os anos de 2008 e 2011, com o objetivo de impedir o aumento da taxa de infecção por HIV/Aids entre surdos e pessoas com outras deficiências, incluindo aquelas que também fossem analfabetas. Nesse trabalho, a capacitação era direcionada a pessoas com deficiência auditiva, que se tornavam multiplicadoras do projeto ao promover a comunicação e levar materiais de divulgação adaptados, produzidos pelos próprios surdos, a outras pessoas com a mesma deficiência. A metodologia foi inspirada nas sementes da flor dente-de-leão (de nome *tampopo* na Língua Japonesa), que são levadas para longe com o vento para germinar novas flores.

4. Conclusões

A análise da evolução recente das relações de cooperação em CT&I entre Brasil e Japão demonstra uma crescente disposição conjunta em lidar com desafios de escala mundial, incluindo preservação ambiental e redução das desigualdades sociais, por meio de pesquisa em setores de alta tecnologia selecionados pelas políticas nacionais de CT&I e de programas de educação e conscientização comunitária, os quais têm contribuído para a construção da cidadania em populações diretamente – e negativamente – afetadas por questões de saúde e meio ambiente. A realização de pesquisas e a capacitação de pessoas em diversos níveis de CT&I são atividades cujos resultados e potencialidades configuram exemplos de que a educação tem sido reconhecida como o melhor caminho para a transformação da vida humana, ainda que sejam muitos os desafios para realizar o caráter emancipatório da educação, além do acréscimo de conhecimentos.

Verificou-se que as formas verticais de cooperação, mediante assistência técnica e doação de equipamentos por parte de um país desenvolvido para outro em desenvolvimento, tem cedido lugar à realização conjunta de pesquisa avançada, em bases crescentemente igualitárias no que diz respeito a conhecimentos, técnicas, equipamentos e instalações, contribuindo para a redução do hiato científico e tecnológico que separa o Brasil de outras nações avançadas. As pesquisas conjuntas têm aproveitado *know-how* brasileiro em setores-chave como agricultura e biocombustíveis, apontados como prioritários nas relações de cooperação internacional em CT&I, não apenas com parceiros desenvolvidos, mas também com nações em desenvolvimento, com as quais o Brasil tem estreitado relações na modalidade Sul-Sul como prestador de cooperação.

Muitas das atividades de cooperação empreendidas pelo Brasil com outros países em desenvolvimento das Américas do Sul e Central, da África lusófona e da Ásia têm sido realizadas de modo triangular, tendo o Japão como parceiro. Iniciada em 1985, a cooperação no formato tripartite tem crescido em vista da maior importância conferida pela comunidade internacional à cooperação Sul-Sul e do crescente envolvimento brasileiro nessa modalidade como prestador de cooperação, diferente da situação anterior, de apenas receptor de cooperação de países desenvolvidos. Fatores como crescimento econômico; estabilidade política; aumento do comprometimento com temas da agenda internacional; e desenvolvimento de competências em ciência e tecnologia têm contribuído para o Brasil alcançar esse *status*.

O contínuo aprimoramento social das populações beneficiadas por projetos comunitários, especialmente no que diz respeito à conscientização de seus direitos e deveres frente aos desafios globais e locais, é um resultado que merece ser destacado por chamar a atenção para a importância das tecnologias sociais no desenvolvimento das sociedades. A transformação da qualidade de vida realizada com o envolvimento ativo da própria população, em aspectos como preservação ambiental, aproveitamento de rejeitos, saneamento e saúde, torna-a beneficiária da própria capacitação em tecnologias sociais. Vale acrescentar a oportunidade de um diálogo intercultural entre cidadãos de Brasil e Japão, durante a realização dos projetos comunitários, com maiores repercussões em comparação ao contato entre diferentes culturas que ocorre durante as pesquisas conjuntas.

Com base nos resultados obtidos e esperados das pesquisas conjuntas tratadas no presente artigo, ao lado brasileiro cabe expandir a cooperação, também na forma de pesquisas conjuntas, para outros setores de alta tecnologia elencados pelo Pacti e pela Encti, além de garantir a aplicação concreta dos resultados das pesquisas no desenvolvimento econômico e social do País, mediante estímulos à utilização dos conhecimentos e das técnicas pelas empresas, nas quais o avanço da ciência brasileira ainda não se refletiu em correspondente aumento dos indicadores de

Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I) (DE NEGRI; KUBOTA, 2008). No que diz respeito à capacitação em tecnologias sociais, cabe às pessoas beneficiadas continuarem o seu caminho de agentes de transformação, mediante difusão dos conhecimentos e das técnicas aprendidas para outras sociedades no mesmo país ou em outras nações do mundo.

A ampliação da participação social na formulação e no acompanhamento das políticas e das realizações em CT&I constitui em requisito de democracia e demonstração de cidadania, que necessita ganhar maior atenção no Brasil, com vistas a um desenvolvimento econômico e social dinâmico e inclusivo. Tal inclusão deve afastar-se do viés assistencialista que tem ganhado força num contexto de fortalecimento de políticas sociais e compensatórias, com destaque para os programas de transferência de renda aos segmentos populacionais menos favorecidos. A realização da Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação, nos anos de 1985, 2001, 2005 e 2010, e da Semana Nacional de Ciência e Tecnologia, anualmente, desde 2004, são eventos que merecem destaque no que diz respeito à aproximação da ciência e da tecnologia com a população, apresentando oportunidades para a participação da sociedade brasileira na formação da agenda de CT&I para o Brasil, envolvendo não apenas o governo e a comunidade científica. As tecnologias sociais apresentam grande potencial de participação social ativa no desenvolvimento local e nacional, mediante educação, profissionalização e aproveitamento de vocações regionais para a produção.

Apesar dos esforços do governo brasileiro no sentido de despertar a sociedade para o valor estratégico de CT&I, a falta de conhecimento e de interesse da população em relação a esse valor muito contribui para retardar a constituição de uma agenda social de CT&I no País. Na academia, falta uma postura dos pesquisadores em favor da aplicabilidade dos resultados de seus trabalhos, os quais precisam ser cada vez mais tangíveis e inovadores na promoção do desenvolvimento econômico e social em níveis nacional, regional e local. A fraca valorização e o insuficiente desenvolvimento da educação no País fornecem grande parte da explicação para essa situação, mas também apontam caminhos para a sua solução. A cooperação em CT&I com o Japão, especialmente em seu conteúdo educacional, representa uma grande oportunidade de aprendizado com as lições de desenvolvimento de um país que tem na educação a base forte de seu sistema de CT&I e que, do mesmo modo, tem buscado ampliar a participação social nos rumos desse trinômio, como beneficiária e também promotora ativa. Uma inclusão social participativa deve ser o resultado emancipatório das estratégias de desenvolvimento pela educação, com significativo reforço pela cooperação internacional em CT&I.

Referências

- ADORNO, T.W. **Educação e emancipação**. São Paulo: Editora Paz e Terra, 2006.
- AGÊNCIA BRASILEIRA DE COOPERAÇÃO - ABC. **Via ABC**. Brasília: jul. 2005. Disponível em: <<http://www.abc.gov.br/documentos/via-ABC.pdf>>.
- AGÊNCIA DE COOPERAÇÃO INTERNACIONAL DO JAPÃO - JICA. **JICA no Brasil. Atuando como Parceiro Global**. Brasília: Representação da JICA no Brasil, mar. 2011.
- AGÊNCIA DE COOPERAÇÃO INTERNACIONAL DO JAPÃO – JICA. **Sítio da JICA**. Disponível em: <<http://www.jica.go.jp/Brazil/portuguese/office/>>.
- ARBIX, G. **Inovação: Estratégias de sete países**. Brasília: ABDI, 2010.
- ARBIX, G.; SALERNO, M. S. Sete países e uma política: inovação. **O Estado de S. Paulo**, Caderno Aliás, 09 mai. 2008. Disponível em: <<http://www.arbix.pro.br/wp-content/uploads/arbix-e-salerno-caderno-alias-9-05-08.pdf>>.
- BAUMANN, Z. **Modernidade líquida**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editores, 2000.
- BERNAL, J.D. **Science in history**. V. 1: The Emergence of Science. Cambridge, MA: M.I.T. Press, 1969.
- BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia - MCT. **Ciência, tecnologia e inovação para o desenvolvimento nacional. O Plano de ação 2007-2010**. Brasília: 2007.
- _____. _____. **Livro branco: ciência, tecnologia e inovação**. Brasília: 2002.
- _____. _____. **O debate necessário - Ciência, tecnologia, inovação – Desafio para a sociedade brasileira Livro Verde**. Brasília: MCT/Academia Brasileira de Ciências, 2001.
- BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação - MCTI. **Cooperação em ciência, tecnologia e inovação com o Japão**. Nota Técnica nº 7/2011/ASSIN/MCTI, 15 jun. 2011a.
- _____. _____. **Estratégia nacional de ciência, tecnologia e inovação 2012-2015. Balanço das atividades estruturantes 2011**. Brasília: 2011b.

BRASIL. Ministério das Relações Exteriores - MRE. **Documentos concluídos por ocasião da visita do Presidente Luiz Inácio Lula da Silva a Tóquio, Japão.** Nota n. 265, mai. 2005. Disponível em: <<http://www.itamaraty.gov.br/sala-de-imprensa/notas-a-imprensa/2005/05/26/documentos-concluidos-por-ocasio-da-visita-do>>.

_____. _____. **Visitas internacionais do Presidente Lula e visitas ao Brasil de Chefes de Estado e de Chefes de Governo 2003-2010.** Brasília: 2011. Disponível em: <<http://www.itamaraty.gov.br/temas/balanco-de-politica-externa-2003-2010/visitas-internacionais-do-presidente-lula-e-visitas-ao-brasil-de-chefes-de-estado-e-de-chefes-de-governo-2003-a-2010>>.

BRASIL. Presidência da República. **Sítio da Presidência.** Disponível em: <<http://www2.planalto.gov.br/presidencia/legislacao>>.

CERVO, A.L.; BUENO, C. **História da política exterior do Brasil.** 2. ed. Brasília: Editora UnB, 2002.

COUNCIL FOR SCIENCE AND TECHNOLOGY POLICY - CSTP. **Science and technology basic plan 2011-2015.** Dec. 24, 2010.

DE NEGRI, J.A.; KUBOTA, L.C. **Políticas de incentivo à inovação tecnológica no Brasil.** Brasília: IPEA, 2008.

GOVERNMENT OF JAPAN. **Science & Technology. What's the plan?** Japan: Public Relations Office, Highlighting Jan. 2012. Disponível em: <http://www.gov-online.go.jp/eng/publicity/book/hlj/html/201201/201201_08.html>.

INSTITUTO DE TECNOLOGIA SOCIAL – ITS. **Sítio do ITS.** Disponível em: <<http://www.itsbrasil.org.br/conceito-de-tecnologia-social>>.

KEOHANE, R.O. **After hegemony: cooperation and discord in the world political economy.** Princeton: Princeton University, 1984.

LONGO, W.P. Conceitos básicos sobre ciência e tecnologia. In: _____. **Ciência e Tecnologia: alguns aspectos teóricos.** Rev. Atual. Rio de Janeiro: ESG, 2004 LS 19-87. Disponível em: <<http://www.waldimir.longo.nom.br/publicacoes.html>>.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A EDUCAÇÃO, A CIÊNCIA E A CULTURA - UNESCO. **Relatório UNESCO sobre ciência 2010. O atual status da ciência no mundo.** Brasília: 2010.

ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E O DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO - OCDE. **Manual de Frascati. Proposta de práticas exemplares para inquéritos sobre investigação e desenvolvimento experimental.** Trad. More than Just Words. Coimbra, Portugal: F-Iniciativas, 2007a.

_____. **Manual de Oslo: Proposta de diretrizes para coleta e interpretação de dados sobre inovação tecnológica.** Trad. FINEP. Brasília: FINEP, 2007b.

REIS, D.R. **Gestão da inovação tecnológica.** 2. ed. Barueri, SP: Manole, 2008.

SÁENZ, T.W.; GARCÍA CAPOTE, E. **Ciência, inovação e gestão tecnológica.** Brasília: CNI/IEL/SENAI, ABIPTI, 2002.

SEN, A. **Desenvolvimento como liberdade.** São Paulo: Companhia das Letras, 2010.

SILVA, D.H. Cooperação internacional em ciência e tecnologia: oportunidades e riscos. **Rev. bras. pol. int** Brasília, v.50, n.1, Jan./Jun 2007.

VIOTTI, P.R. et. al. **International relations theory: realism, pluralism, globalism, and beyond.** Boston: Allyn and Bacon, 1999.

SEÇÃO 4

MEMÓRIA

O esvaziamento de recursos humanos no Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia: encolher a ciência na Região Norte é a melhor estratégia para o Brasil?

O esvaziamento de recursos humanos no Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia: encolher a ciência na Região Norte é a melhor estratégia para o Brasil?

Antônio Ocimar Manzi^{1,2}, Célio Magalhães^{3,3}, Claudia Keller^{4,4}, José Laurindo Campos dos Santos^{5,5}, José Luis Campana Camargo^{6,6}, Maria Teresa Fernandez Piedade^{7,7} e William Ernest Magnusson^{8,8}

Resumo

A conservação da biodiversidade e dos serviços ambientais na Amazônia é de importância estratégica para o Brasil. Na última década, a Região Norte do Brasil foi contemplada com linhas de fomento importantes para pesquisa e inovação tecnológica e a criação de novas instituições de ensino superior e pesquisa. No entanto, a densidade dessas instituições ainda é baixa na Amazônia em comparação com outras regiões do País, principalmente considerando

Abstract

The conservation of biological diversity and environmental services in the Amazon is of strategic importance for Brazil. Over the last decade, the Northern region of Brazil received substantial funding for research and technological innovation, and saw the creation of new universities and research facilities. Despite these efforts, the institutional density in the Brazilian Amazon is still very low, considering

- 1 Pesquisador(a) titular do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa).
- 2 Doutor em Física da Atmosfera, coordenador dos projetos Torre Amazon Tall Tower Observatory (ATTO) e Green Ocean Amazon (GOAmazon) no Inpa; a partir de 2016, coordena o Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe).
- 3 Doutor em Zoologia, curador da coleção de invertebrados não-Insecta do Inpa.
- 4 Doutora em Biologia, coordenou o Programa de Pós-graduação em Ecologia do Inpa de 2006 a 2012.
- 5 Doutor em Ciência da Computação, analista em Ciência e Tecnologia (C&T) sênior do Inpa, presidente do comitê de Tecnologia da Informação (TI) do Inpa.
- 6 Doutor em Ecologia, pesquisador da Associação para Levantamento Florestal do Amazonas (Alfa), coordenador do Projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais (PDBFF) do Inpa.
- 7 Doutora em Ecologia, coordenadora do convênio Inpa/Instituto Max-Planck.
- 8 Doutor em Ciências Biológicas, coordenador do INCT-Cenbam/Inpa.

a extensão territorial da região e sua relevância para a soberania nacional. Neste cenário, o Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa) constitui uma referência no Brasil e no exterior para a pesquisa científica nos trópicos. Apesar do volume e excelência de sua produção passada e presente, ele tem sofrido uma erosão crônica de recursos humanos nas últimas décadas, aproximando-se agora de um ponto crítico, que compromete a continuidade de sua produção científica e tecnológica.

its vast territorial extension and relevance for national sovereignty. The Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa) is a national and international reference for research in the tropics. Despite the volume and quality of its past and present scientific output, over the last decades Inpa has been undergoing a constant reduction in staff through retirement, resignation or death. The erosion of human resources now approaches a critical point in which the continuity of its scientific and technological production capability is seriously compromised, as is the still pivotal role of Inpa in amazonian research network leadership and training of highly qualified human resources for research in the tropics.

Palavras-chave: Política científica. Investimento. Desenvolvimento sustentável. Governo Federal.

Keywords: Scientific policy. Investment. Sustainable development. Federal government.

1. Introdução

O Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa), fundado em 1955, e o Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG), fundado no século 19 (WEIGEL, 2001), ambos unidades de pesquisa do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC), constituíram, durante décadas, os pilares de acesso ao conhecimento científico sobre a Amazônia brasileira. Nos últimos anos, o número de instituições de ensino superior e pesquisa aumentou significativamente na Região Amazônica, junto a um grande esforço de interiorização, para diminuir a concentração do acesso à formação acadêmica e técnica nas capitais dos Estados do Norte. Mesmo assim, a densidade de instituições ainda é muito inferior à de outras regiões do Brasil⁹ e muito aquém da demanda regional por formação e atuação de recursos humanos em pesquisa científica e tecnológica. Neste contexto, o Inpa ainda é uma das principais referências no Brasil e no exterior para a pesquisa científica nos trópicos. No entanto, apesar de sua importância estratégica na Região Norte, ele vem sofrendo uma erosão crônica de recursos humanos nas últimas décadas, que se aproxima atualmente de um ponto crítico em que se vê comprometida sua capacidade de manutenção e inovação científica.

9 Fonte: Alvarez, 2013; <www.capes.gov.br/avaliacao/cursos-recomendados-e-reconhecidos>. Acesso em 5 de maio de 2016.

A realização de vários concursos desde o final da década de 1990 não conseguiu manter o número de pesquisadores, que diminuiu 34% em relação à 1990 (Figura 1). Em contraste, somente entre 2000 e 2010, o número de pesquisadores ligados ao governo federal aumentou 61%¹⁰. A mesma tendência de declínio se observa para as demais classes funcionais do Inpa (tecnologistas, técnicos e pessoal administrativo e de gestão), com uma redução de 30% no quadro funcional entre 1994 e 2015 (Figura 1). Em 2013, um importante passo foi dado por meio da contratação por concurso de 89 novos servidores (78 deles, técnicos). No entanto, mesmo a incorporação ocasional significativa de novos servidores não foi suficiente para reverter a tendência de encolhimento do quadro funcional (Figura 1). Entre 2014 e 2018, está prevista a aposentadoria de mais 240 funcionários, entre pesquisadores, técnicos e pessoal de gestão. Menos que 60 dos 174 pesquisadores e tecnologistas ativos no Inpa, em dezembro de 2015, têm previstos mais de 10 anos de trabalho até cumprir os requisitos para aposentadoria.

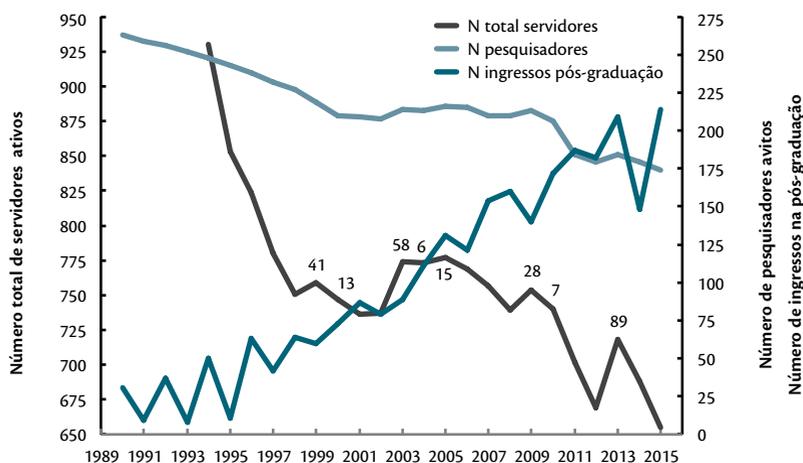


Figura 1. Evolução do número de servidores públicos ativos no Inpa de 1994 a 2015; do número de pesquisadores no Inpa de 1990 a 2015; e de ingressos na pós-graduação do Inpa de 1990 a 2015. Os números que acompanham a linha do número total de servidores indicam o número de novos ingressos por meio de concursos.

Fontes dos dados: Sistema Integrado de Administração de Recursos Humanos/Coordenação de Gestão de Pessoas (Siape/COGP/Inpa); relatórios anuais de atividades do Inpa de 1990 e 1994; relatório de gestão do Inpa do período 1996-1998. Autor: Claudia Keller

A pergunta crítica nesse contexto é: em face dos desafios científicos e tecnológicos que se apresentam para o desenvolvimento sustentável da Região Norte no novo milênio, quanta erosão de recursos humanos o Inpa poderá tolerar sem que seja afetada significativamente

¹⁰ Veja tabela 3.1.2 no website www.met.gov.br/index.php/content/view/2075.html.

sua capacidade de atuação? Neste artigo, mostraremos que o enfraquecimento do Inpa se aproxima de um nível crítico que compromete sua capacidade de atender suas responsabilidades crescentes de executar planos estratégicos para a Amazônia.

2. Pioneirismo e base da pesquisa na Amazônia

O Inpa foi criado em 1952 (mas sua fundação data de 1954), como parte do plano de governo para assegurar a soberania nacional sobre a Amazônia, então ainda uma vasta região inexplorada. Muitas das ações iniciais do Inpa, como a contratação de pesquisadores com doutorado, a implementação de laboratórios de análise e a criação dos primeiros cursos de pós-graduação da Região Norte, visaram atender a necessidade premente de produção de informação básica sobre a diversidade biológica e a capacidade de suporte dos ecossistemas amazônicos. Nos primeiros anos após sua criação, o Inpa esteve a cargo de grande parte das atividades de pesquisa na Amazônia, por meio de ações diretas ou de contrapartidas com instituições brasileiras de outras regiões e estrangeiras. Esse pioneirismo implicou na atuação do Inpa em um leque muito amplo de atividades, desde levantamentos da diversidade biológica, dinâmica florestal, o estudo de vetores e agentes de doenças tropicais, agricultura tropical, pesquisa tecnológica de alimentos e produtos de madeira e pesca, até a avaliação do impacto de atividades humanas sobre as florestas tropicais.

Nas décadas mais recentes, o Inpa se consolidou como referência de pesquisa no trópico úmido, constando sistematicamente do ranqueamento das melhores instituições de pesquisa no mundo (CILONI e BERBERT, 2013). Entre as instituições públicas de pesquisa brasileiras, o Inpa está listado no 7º lugar em número total de publicações indexadas em todas as áreas de pesquisa, e no 4º lugar na área de ciências da vida¹¹. O Instituto concentra 38% dos bolsistas de produtividade nível 1 do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) da Região Norte, entre eles, sete pesquisadores 1A¹² (100% dos pesquisadores deste nível na Amazônia Ocidental e 58% da Região Norte). O Inpa opera nove programas de pós-graduação, entre os quais, os únicos de níveis 6 e 5 no sistema de avaliação de programas de pós-graduação da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), na Amazônia Ocidental. O Inpa atua de forma decisiva em linhas de pesquisa estratégicas, como climatologia e dinâmica florestal em várzea e terra-firme, estimativa de serviços ambientais e

11 Fonte: CWTS Brazilian Research Ranking 2014, <<http://brr.cwts.nl/ranking>>. Acesso em 5 de maio de 2016.

12 Nível máximo de excelência em produtividade científica e capacitação em pós-graduação das bolsas de produtividade concedidas pelo CNPq.

impactos de degradação ambiental, inventários biológicos, ecologia, biogeografia, sistemática, evolução molecular e cadeias de produção baseadas na biodiversidade amazônica. Além de sua atuação histórica em pesquisa biológica básica, foram fortalecidas as linhas de atuação tecnológica, com a criação de uma incubadora de empresas, a solicitação regular de patentes para produtos e processos, e o desenvolvimento de plataformas de tecnologia de informação.

A atuação replicadora do Inpa fortaleceu outras instituições na Amazônia. Atualmente, instituições de ensino superior como a Universidade Federal do Amazonas (UFAM), a Universidade Federal do Pará (UFPA), a Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA), a Universidade Estadual do Pará (UEPA) e a Universidade Estadual do Amazonas (UEA) têm produção expressiva e programas abrangentes de interiorização do ensino superior. Isso poderia levar a pensar que o Inpa já realizou seu papel de catalizador no desenvolvimento científico e tecnológico da Região Norte. No entanto, esta seria uma visão equivocada da função contemporânea do Inpa na evolução da ciência na região, mesmo que atualmente o Instituto represente uma proporção relativamente menor de pesquisadores na Amazônia que há algumas décadas.

3. Formação e fixação de recursos humanos na Amazônia

No Brasil, existem 485 programas de pós-graduação (PPG) nas áreas de atuação do Inpa, segundo a Capes (Biodiversidade, Ciências Biológicas I, Ciências Agrárias e Geociências). Destes, apenas 30 (6,2%) estão sediados na Região Norte, nove deles no Inpa e, entre eles, três dos cinco PPG de alto nível da região (nota ≥ 5 na avaliação da CAPES). Na Amazônia Ocidental existem apenas 17 PPG, e, destes, o Inpa concentra 83% dos PPG da área de Biodiversidade, o único da área de Ciências Biológicas I e um de dois na área de Geociências. O PPG-Ecologia do Inpa é considerado pela Capes o único da Região Norte com capacidade de inserção internacional na área de Biodiversidade. A demanda por vagas na pós-graduação do Inpa tem aumentado constantemente ao longo dos anos, e o incremento dos ingressos anuais na pós-graduação está em contraste acentuado com a redução de funcionários que vem ocorrendo nas últimas décadas (Figura 1). Apesar do esvaziamento gradual de pesquisadores e pessoal de apoio à pesquisa, o Inpa continua sendo, hoje, um celeiro de profissionais com excelente formação em mestrado e doutorado, de alta demanda no mercado acadêmico, tecnológico e de gestão.

A Região Norte ainda é carente de profissionais de alto nível científico. Os PPG do Inpa atraem não só candidatos do Amazonas, mas de toda a Amazônia e das outras regiões do Brasil e do exterior, em exames de seleção altamente competitivos. Muitos destes profissionais optam

por permanecer na Região Norte após sua titulação. O exemplo mais claro deste efeito é o do PPG-Ecologia do Inpa, que obteve nível 6 na avaliação da Capes em 2013. Enquanto 70% de seus egressos desde sua fundação, em 1976, vieram de fora da Amazônia, 72% permaneceram atuando na Amazônia após sua titulação. Hoje em dia, egressos da pós-graduação do Inpa atuam amplamente no setor público e privado na região amazônica e contribuem de forma efetiva para alavancar o ensino, a pesquisa e a gestão ambiental na região. Egressos do Inpa atuam em mais de 30 entidades, entre universidades federais e estaduais, institutos de pesquisa, órgãos de gestão ambiental e organizações do terceiro setor no Amazonas, Pará, Mato Grosso, Amapá, Acre, Maranhão, em Roraima e Rondônia.

A fixação de egressos em outras instituições amazônicas iniciou um processo de nucleação que formou muitos novos grupos de pesquisa em universidades e institutos. Dos 30 PPG existentes hoje na Região Norte nas áreas de atuação do Inpa, 12 foram fundados entre as décadas de 1970 e 1990. Os 18 restantes foram implementados a partir de 2000. Atualmente, 80% destes PPG permanecem com nível 3 ou 4, as notas mais baixas na avaliação de desempenho da Capes. Esses dados evidenciam que a consolidação dos PPG regionais está acontecendo em ritmo inferior ao da criação de novos cursos de pós-graduação. Por outro lado, programas de sucesso, como o ProUni, estão gerando uma demanda por novos cursos de pós-graduação em várias regiões da Amazônia, especialmente na zona de fronteira, onde está situada a maioria dos povos indígenas brasileiros.

A colaboração com PPG consolidados é uma das formas mais eficientes de alavancar o rendimento de PPG de baixa produtividade. Editais específicos da Capes e do CNPq para fomentar a solidariedade entre PPG exigem que o PPG consolidado tenha, no mínimo, nível 5 da Capes. A colaboração é mais efetiva se o PPG consolidado também está localizado na Amazônia, pois tem familiaridade com as circunstâncias peculiares à pesquisa e ao ensino na região. Três dos cinco PPG consolidados de nível ≥ 5 da Região Norte são do Inpa. Nos últimos anos, os PPG do Inpa estabeleceram projetos e convênios de cooperação com PPG no Mato Grosso, Acre, Amapá e Roraima.

Um exemplo do efeito positivo da colaboração com um programa consolidado é o projeto Casadinho/CNPq entre o PPG-Ecologia do Inpa e o curso de mestrado em Ecologia e Conservação da Biodiversidade da UFMT (então com nível 3) de 2004 a 2006. Com a colaboração, o programa da UFMT atualizou o conteúdo de sua grade curricular, criou infraestrutura de campo, triplicou sua produção científica, recebeu recomendação da Capes para criação de um curso de doutorado, subiu para o nível 4 de avaliação no triênio seguinte e atualmente já atingiu nível 5.

Da mesma forma que a maioria dos PPG amazônicos no Brasil, os PPG dos países amazônicos vizinhos são escassos e de baixo nível de produtividade. O Inpa permanece como um dos principais formadores de recursos humanos em nível de pós-graduação nos países do Tratado de Cooperação Amazônica (TCA). Egressos da pós-graduação do Inpa ocupam cargos em órgãos de gestão governamental e institutos de pesquisa em países do TCA. Há uma crescente demanda para colaboração do Inpa com outros países, como Equador, Peru, Colômbia e Guiana. Essa demanda dificilmente poderia ser atendida pelo Inpa com um quadro funcional reduzido.

4. Liderança em redes de pesquisa integrada

Desde os anos de 1990, mas especialmente no novo milênio, a ciência começou a trilhar novos rumos, impulsionada pelos avanços na tecnologia da informação. A ênfase em estudos isolados foi reduzida, e os artigos de maior impacto passaram a ser associados a grandes redes de pesquisa, capazes de integrar os resultados de dezenas ou, em alguns casos, centenas de pesquisadores. Grandes redes de pesquisa foram criadas, como o Programa de Grande Escala da Biosfera-Atmosfera na Amazônia (LBA), o Programa de Pesquisa Ecológica de Longa Duração (Peld), o Programa de Pesquisa em Biodiversidade (PPBio) e o Sistema de Informação sobre a Biodiversidade Brasileira (SiBBR), entre outros. Conseqüentemente, o financiamento da pesquisa científica evoluiu de uma predominância de editais de auxílios individuais para uma tendência crescente de grandes editais para financiamento de linhas estratégicas, como os Institutos Nacionais de Ciência Tecnologia e Inovação (INCT), Projeto Fronteiras, Projeto Cenários e a Rede Bionorte. Esta tendência se observa de forma notável até 2012, quando a crise econômica passou a reduzir a oferta de recursos para financiamento de pesquisa (Tabela 1). O Inpa coordena grande parte desses projetos na Região Norte e, atualmente, é referência para este tipo de estudo integrado na Amazônia, tanto em nível nacional, como internacional.

Tabela 1. Número anual de projetos, soma total de recursos captados pelo Inpa e valor médio de recursos por projeto de 2006 a 2015.

ANO	N° projetos	Valor total (R\$)	Valor médio por projeto (R\$)
2006	139	22.491.296,68	161.807,89
2007	82	14.942.774,77	182.228,96
2008	80	41.233.205,16	515.415,06
2009	54	13.577.865,50	251.441,95
2010	30	8.407.803,91	280.260,13
2011	46	31.498.475,15	684.749,46
2012	30	33.152.068,10	1.105.068,94
2013	25	7.402.760,39	296.110,42
2014	44	17.786.473,87	404.238,04
2015	59	5.959.412,92	101.007,00

O Inpa exerceu um papel crítico no Programa LBA, desde sua criação como um projeto internacional (em colaboração com os Estados Unidos e a União Europeia) até sua consolidação como um programa brasileiro sob gestão do então Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI). O LBA abriga um grande número de projetos de estudo da dinâmica ambiental e da sustentabilidade dos serviços ambientais e sistemas de produção terrestres e aquáticos na Amazônia. Em 2014 iniciou uma nova fase do Programa, com 14 novos projetos multi e interdisciplinares. Em colaboração com o LBA foram criados quatro PPG na Amazônia Legal (PPG-Clima e Ambiente, Inpa/UEA, em Manaus-AM; PPG-Física Ambiental, UFMT, em Cuiabá-MT; PPG-Ciências Ambientais, UFPA/Embrapa/MPEG, em Belém-PA; e PPG-Recursos Naturais da Amazônia, UFOPA, em Santarém-PA). O LBA produziu, até hoje, mais de 1.500 artigos científicos e 600 alunos receberam sua titulação de mestrado ou doutorado em associação com o Programa, no Brasil e em outros países.

O projeto *Green Ocean Amazon* (GOAmazon) constitui o maior esforço observacional realizado até hoje no Brasil nas áreas de química da atmosfera, poluição urbana e física de nuvens nos trópicos úmidos. O Inpa coordena uma rede de cooperação de instituições brasileiras e norte-americanas com financiamento dos Estados Unidos, da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp) e da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (Fapeam). As medições foram iniciadas em 2014 em sítios experimentais em superfície na região

de Manaus, com sensores remotos (radares, balões e aviões de pesquisa). Os resultados do projeto serão de suma importância para aprimorar modelos de funcionamento do clima nos trópicos e reduzir incertezas dos cenários de mudanças climáticas futuras.

O Observatório Amazônico com Torre Alta (*Amazonian Tall Tower Observatory*) (ATTO) é um grande projeto de colaboração entre Brasil e Alemanha, coordenado pelo Inpa, Instituto Max Planck de Química (Alemanha) e pela Universidade do Estado da Amazônia (UEA), que reúne uma ampla rede de pesquisadores nacionais e estrangeiros. Em 2015 inaugurou uma torre de 325 m de altura na Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Uatumã (Amazonas), a maior instalação do gênero no hemisfério sul. A torre servirá para observação e compreensão do papel da dinâmica atmosférica sobre florestas de terra firme da Amazônia sob condições de mudanças climáticas globais.

O Programa Amazon-Face, coordenado pelo Inpa, pela Universidade Estadual Paulista (Unesp) e pelo Oak Ridge Laboratory (Estados Unidos) é uma iniciativa sem precedentes, com a participação de instituições do Brasil, Estados Unidos, Europa e Austrália. O projeto simulará os efeitos do enriquecimento de CO₂ atmosférico sobre a resiliência, biodiversidade e serviços ecossistêmicos da floresta, utilizando pela primeira vez nos trópicos a tecnologia *Free-air CO₂ Enrichment* (Face), instalada em parcelas experimentais em uma das reservas florestais do Inpa. Os efeitos do aumento de CO₂ devido às mudanças globais em florestas tropicais seguem inexplorados e não têm apenas interesse científico, mas também implicações econômicas e ambientais significativas para a bacia amazônica e para os ciclos de carbono e da água globais.

O Programa de Pesquisa em Biodiversidade (PPBio) iniciou em 2001. Ele foi concebido na Amazônia, onde estão seus principais núcleos executores, que são coordenados pelo Inpa na Amazônia Ocidental. Atualmente o Programa tem âmbito nacional. O Inpa desenvolveu o sistema de amostragem Rapeld¹³ e a política de dados associada, usados em todos os núcleos do Programa, inclusive no exterior (MAGNUSSON *et al.*, 2013). O PPBio do Inpa tem um papel crítico na consolidação de núcleos executores em outras regiões do País e na transferência do sistema de amostragem para órgãos e agências de tomada de decisão, como o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama) e o Serviço Florestal Brasileiro (SFB). O PPBio do Inpa foi o único núcleo executor do Programa na Amazônia contemplado com financiamento no último edital PPBio/CNPq. A importância estratégica deste, que é o maior programa de pesquisa em biodiversidade do País para a Amazônia, é enorme e a atuação do Inpa é essencial para a efetividade da coordenação e integração de ações do Programa.

13 Referência ao objetivo do sistema de permitir tanto amostragens biológicas rápidas (RAP) como Pesquisa Ecológica de Longa Duração (PELD).

O Inpa coordena, desde 1998, o sítio #1 do programa Peld/CNPq, e tem sido um modelo de geração de séries temporais de longo prazo de dados ecológicos para os trópicos. Uma das reservas incluídas no sítio #1, a Reserva Florestal Ducke, é um dos sítios de floresta tropical mais produtivos em pesquisa da América do Sul (PITMAN *et al.*, 2011). No final de 2012, um novo sítio Peld foi aprovado por meio de edital, constituindo o sítio Peld Maua “Áreas Úmidas”. Este novo Peld, também coordenado pelo INPA, visa gerar e disponibilizar informações científicas sobre as áreas úmidas amazônicas, que cobrem cerca de 30% da região (JUNK *et al.*, 2011) e são de fundamental importância ecológica e econômica, mas ainda pouco conhecidas.

O Projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais (PDBFF), que completa 37 anos de existência em 2016, é o primeiro experimento em larga escala para avaliação das consequências da fragmentação florestal nos trópicos. O PDBFF é coordenado pelo Inpa em parceria com o Instituto Smithsonian (EUA) e estabeleceu um programa de monitoramento da biodiversidade em um complexo de floresta intacta e fragmentada, criando um dos pouquíssimos bancos de dados de longo prazo para populações, indivíduos e processos ecológicos nos trópicos (LAURANCE e BIERREGAARD, 1997; LAURANCE *et al.*, 2011). O PDBFF apoiou os projetos de 200 alunos de pós-graduação, o treinamento de mais de 800 estagiários e a participação de mais de 1000 alunos do Brasil e da América do Sul em cursos de campo de renome nacional. Mais de 80 pesquisadores e técnicos do Inpa e de outras instituições do Brasil e do exterior colaboram com o PDBFF, e já produziram 700 artigos científicos de alto impacto. O PDBFF é uma referência mundial para assuntos relacionados com a fragmentação florestal e a conservação florestal.

O convênio de cooperação entre o Inpa e a Sociedade Max-Planck, da Alemanha, foi formalizada no início da década de 1960 e é o mais antigo convênio de cooperação científica ainda em andamento na Amazônia. Durante décadas foi coordenado em parceria com o Instituto Max-Planck de Limnologia, em colaboração com Harald Sioli e Wolfgang J. Junk, duas referências mundiais em limnologia amazônica. O convênio foi instrumental na criação do PPG-Biologia de Água Doce e Pesca Interior do Inpa. A cooperação já gerou mais de mil trabalhos científicos sobre ecologia de áreas alagáveis da Amazônia e contribuiu expressivamente para a formação de recursos humanos nesta área. Atualmente, o convênio tem como contrapartida alemã o Instituto Max-Planck de Química e é majoritariamente financiado por fontes brasileiras. O grupo de pesquisa derivado dessa profícua cooperação é referência no Brasil e na América Latina em estudos de áreas úmidas na Amazônia.

Os Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia (INCT) são considerados estratégicos para o desenvolvimento científico e tecnológico do país e representam o maior investimento em financiamento da pesquisa no Brasil nos últimos anos. A Amazônia, que contém mais da metade

do território nacional, precisa deste tipo de investimento para alavancar seu desenvolvimento econômico, social e ambiental de forma sustentável. No entanto, apenas nove dos 122 INCT aprovados em primeira fase estão sediados na Amazônia. Destes, quatro são coordenados por pesquisadores do Inpa, integrando as linhas de pesquisa de excelência do Inpa em serviços ambientais, ecologia e evolução em ambientes aquáticos, avaliação de biodiversidade e dinâmica florestal. No último edital de chamada para INCT (MCTI/CNPq/Capes/FAPs nº 16/2014), 13 de 252 projetos recomendados para financiamento são de instituições da Região Norte, dos quais sete são coordenados pelo Inpa.

Esses exemplos mostram que o Inpa é, na atualidade, referência na Amazônia para viabilizar grandes programas estratégicos de Ciência, Tecnologia e Inovação (CTI). A continuidade da excelência destes e de outros projetos e programas institucionais, bem como da capacidade de coordenação regional do Inpa, depende da manutenção de recursos humanos de pesquisa e apoio à pesquisa em níveis adequados. Projetos de fronteira científica e tecnológica, que coordenam tanto pesquisa local como de colaboração nacional e internacional, dependem de pesquisadores, tecnólogos, técnicos e administrativos locais que sejam qualificados para garantir a manutenção, operação logística e gestão administrativa da infraestrutura de pesquisa que estes projetos criaram, assim como a continuidade e excelência de sua produção científica. A demanda de recursos humanos destes e de outros projetos institucionais não tem sido atendida pelos últimos concursos para provimento de vagas no Inpa, e vem sendo atendida por meio de bolsistas e estagiários, muitas vezes de forma precária, limitando sua eficácia e abrangência de atuação.

5. Repositórios da biodiversidade amazônica

As coleções biológicas constituem importantes fontes de informação básica para estudos que visem o aproveitamento da biodiversidade. Por guardarem um testemunho da representatividade biológica de uma região em termos taxonômicos, geográficos e históricos, elas são repositórios de informações de áreas já transformadas, que normalmente não podem ser recuperadas de outra forma no futuro. No mundo inteiro, coleções biológicas são consideradas patrimônios históricos e econômicos estratégicos para a soberania nacional, de importância fundamental para subsidiar a tomada de decisões sobre bioprospecção e o planejamento de uso da terra. Na Amazônia, existem muitas pequenas coleções de referência, além de coleções fiéis depositórias. No entanto, as maiores coleções estão nos institutos do MCTIC, no Inpa e no MPEG (Tabela 2).

Tabela 2. Número de registros das principais coleções botânicas e zoológicas na Amazônia (status 2008).

Instituição	Registros herbário	Registros zoológicos
Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa), AM	252.645*	6.145.085
Museu Paraense Emilio Goeldi (MPEG), PA	SD	2.413.018
Universidade Federal do Amazonas (UFAM), AM	10.085	200.000
Embrapa-Amazônia Oriental, PA	181.061	0
Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Amapá (Iepa), AP	29.900	65.341
Universidade Federal do Acre (UFAC), AC	31.000	1.653
Universidade Federal de Roraima (UFRR), RR	0	20.000
Fundação Estadual do Meio Ambiente, Ciência e Tecnologia de Roraima (FMACT), RR	0	6.021
Universidade Federal de Rondônia (UNIR), RO	3.001	0

Notas:

* apenas espécimes férteis

SD é igual a "sem dados disponíveis".

Desde a fundação do Inpa, as coleções biológicas vêm sendo depositárias do material coletado em inventários realizados pelo Instituto ou por outras entidades da região, governamentais ou não, que não possuem coleções estruturadas (por exemplo, universidades federais e estaduais, em especial as da Amazônia Ocidental, Instituto Mamirauá, Instituto Piagaçu-Purus, Ibama, etc.). Como tal, as coleções do Inpa são utilizadas como provedoras e/ou depositárias de informações para políticas públicas na região, tanto na esfera federal, estadual, quanto municipal. Ademais, a crescente demanda por informações moleculares para estudos biológicos (sistemática, fisiologia, comportamento) e biotecnológicos (bioprospecção, desenvolvimento tecnológico) da biota amazônica demanda a necessidade de armazenamento de tecidos. O Inpa, como instituição fiel depositária do patrimônio genético, tem nas suas coleções biológicas uma importante fonte de informação para usuários em geral que, além dos próprios pesquisadores do Instituto, incluem estudantes de pós-graduação, universidades e instituições de pesquisa dos Estados da Amazônia, do País e do exterior, empresas públicas e privadas e entidades gestoras de políticas públicas (secretarias de saúde, desenvolvimento sustentável, ciência e tecnologia, entre outras). Porém, talvez, a maior contribuição das coleções biológicas ao desenvolvimento sustentável da Amazônia seja justamente a de oferecer um quadro tão completo quanto possível de sua biodiversidade, provendo informações detalhadas e acuradas sobre a fauna, flora e microbiota

da região. Isso implica em esforços significativos tanto na realização de coletas e inventários, quanto no tratamento e gerenciamento dos dados já presentes nos diversos acervos biológicos do Instituto (MAGALHÃES *et al.*, 2001).

O então MCTI, reconhecendo a importância e a necessidade de um sistema online com informações de qualidade, tanto para servir ao desenvolvimento das pesquisas científicas, quanto para embasar políticas públicas, lançou em 2013 o Sistema de Informação sobre a Biodiversidade Brasileira (SiBBR) (www.sibbr.gov.br). Essa iniciativa visa integrar informações sobre a biodiversidade e os ecossistemas brasileiros, atualmente dispersas em bancos de dados de diversos órgãos governamentais e outras fontes. A iniciativa do SiBBR vem ao encontro das necessidades do Inpa de melhorar a qualificação e o acesso aos dados de biodiversidade depositados em suas coleções biológicas, mas esbarra nas atuais limitações do Instituto, que vão desde falta de espaço físico e número reduzido de curadores e demais servidores ligados às coleções até a falta de um suporte técnico especializado em questões de bioinformática.

A manutenção adequada desses acervos e da gestão dos dados e metadados associados são essenciais e altamente dependentes de recursos humanos técnicos qualificados. A redução gradual de funcionários no Inpa está comprometendo a manutenção de suas coleções biológicas, o que pode gerar perdas irreparáveis ao patrimônio existente e diminuir o ritmo de processamento e inclusão de material novo. Atualmente, as coleções biológicas do Inpa estão estruturadas em quatro grandes áreas: coleções botânicas, microbiológicas e zoológicas, compreendendo 12 curadorias, sob a responsabilidade de dez curadores. Em 2016, a idade média desses curadores é de 53 anos, sendo que a maioria está a menos de quatro anos da possibilidade de requerer a aposentadoria. Devido à responsabilidade institucional na manutenção desses acervos biológicos, urge ao Inpa a necessidade de repor essa força de trabalho.

6. Repositórios de dados sobre a biodiversidade

O novo perfil da Ciência conta com o apoio de infraestrutura e ferramentas computacionais modernas, robustas e escaláveis, com o propósito de gerenciar dados científicos, analisá-los e disseminá-los de forma rápida e intensa, preferencialmente na Web. Avanços em computação em nuvem (*cloud computing*) e outras tecnologias de informação revolucionarão a maneira de fazer pesquisa no futuro. Dados que antigamente eram descartados depois da finalização do estudo, hoje podem ser armazenados para utilização em novos estudos. Há que considerar também que a nova Lei Nacional de Acesso à Informação determina que todos os dados

coletados por funcionários públicos, com financiamento público, ou em terras públicas, devem ser disponibilizados publicamente. Entretanto, poucas instituições amazônicas têm hoje a capacidade de lidar com esta nova demanda por tecnologias de armazenamento e disponibilização de grandes quantidades de dados.

Existem grandes bancos de dados internacionais que podem receber os dados produzidos no Brasil, mas isso implica que o país se tornaria dependente de decisões políticas sobre o acesso à informação em outros países. A governança de tecnologia da informação, de maneira geral, está baseada em repositórios de dados científicos. Estes repositórios são, hoje em dia, críticos para a ciência, e requerem uma gestão dinâmica, baseada em ações estratégicas institucionais, planos de implementação precisa em escala temporal e investimento financeiro considerável. Atualmente, o Inpa é a instituição com a maior experiência em armazenamento e disponibilização de dados na Amazônia, em função do desenvolvimento de repositórios digitais de dados de seus grandes projetos, como LBA, Peld, PPBio e as coleções biológicas. A partir de 2016 o PPBio-Inpa torna-se o primeiro repositório de dados ecológicos da América do Sul a fazer parte da Rede de Dados de Observação da Terra (*DataONE - Data Observation Network for Earth's Foundation*), que é um dos maiores sistemas internacionais para gestão e análise de dados científicos.

O Inpa definiu um ousado plano de modernização de seus recursos computacionais, alinhado com os objetivos do então MCTI, e em parceria com a Rede Nacional de Ensino e Pesquisa (RNP) e o Laboratório Nacional de Computação Científica (LNCC), entre outros. A parceria garante grandes investimentos em infraestrutura. Com isso, o Inpa conta, atualmente, com uma rede de computadores de última geração, integrada à Rede Comunitária de Ensino e Pesquisa (Redecomep), MetroMAO, e com conexão direta ao ponto de presença da RNP em Manaus, além de três supercomputadores, sendo um nodo (Cenapad/AM) membro do Sistema Nacional de Processamento de Alto Desempenho do Brasil, coordenado pelo LNCC. Também participa da iniciativa de integração de Centros de Dados Compartilhados (CDC), um serviço de computação em nuvem, escalável e seguro, com objetivo de atender a comunidade acadêmica da região com as mais modernas plataformas tecnológicas, compatíveis com soluções computacionais adotadas pelas mais importantes instituições estrangeiras parceiras.

Este cenário coloca o Inpa como a instituição mais bem equipada da região amazônica no quesito TI para pesquisa, desenvolvimento e inovação aplicada à biodiversidade, permitindo o atendimento de demandas de grandes projetos científicos de instituições nacionais, em consonância com as leis de gestão de dados e metadados definidas pelo governo brasileiro. Desta forma, o Inpa torna-se independente de soluções e infraestruturas disponíveis no exterior. Esse tipo de infraestrutura é extremamente suscetível ao efeito de sucateamento acelerado de equipamento e à redução de recursos humanos que está ocorrendo no Inpa. A excelência do

sistema, como um todo, dependerá da capacidade institucional de garantir investimentos para manutenção preventiva e reparativa, aquisição de futuras tecnologias para esse ambiente e reposição de pessoal especializado de alto nível para operação e desenvolvimento de soluções tecnológicas avançadas no domínio da informática aplicada à biociência na Amazônia.

7. Conclusão: encolher o Inpa não é estratégico para a Amazônia

Como mostramos, o Inpa tem, hoje, uma função essencial na formação, fixação e nucleação de recursos humanos pós-graduados em todas as esferas de pesquisa, ensino e gestão ambiental na Amazônia. O Instituto conta com 60% dos programas de pós-graduação de alto nível da Amazônia e colabora ativamente para a consolidação de PPG de outras instituições da região. O Inpa concentra 58% dos pesquisadores nível 1A da Amazônia e quatro dos nove INCT em operação na Região Norte. Possui alta capacidade de captação de recursos de projetos de grande vulto e de desenvolvimento de plataformas tecnológicas. O Instituto tem, ainda, a maior coleção biológica da Amazônia e lidera redes de pesquisa que envolvem a coordenação de núcleos regionais em toda a Região Norte. Duas reservas florestais gerenciadas pelo Inpa (Arie PDBFF e Reserva Ducke) são, respectivamente, os 1º e 4º sítios de pesquisa científica mais conhecidos no mundo, considerando os biomas amazônico e andino (PITMAN *et al.*, 2011).

Apesar da atuação estratégica do Inpa no desenvolvimento científico e tecnológico da Amazônia, há uma tendência crônica de esvaziamento de seu quadro de pessoal, que se aproxima de níveis críticos para a manutenção do nível de excelência da atuação do Instituto. Vários laboratórios vinculados a pesquisadores aposentados foram fechados e linhas de pesquisa inteiras foram descontinuadas nos últimos anos por falta de reposição de pesquisadores. Parte da deficiência de pessoal pode ser suprida na forma de bolsistas de pesquisa e gestão. O número de editais para bolsas pós-doutorais tem aumentado no Brasil, para criar mercado de trabalho para o crescente contingente de doutores recém-formados no País. No entanto, a contratação temporária de recursos humanos, mesmo que altamente qualificados, não é uma solução de continuidade. A contribuição de bolsistas de alta qualidade é maximizada quando inserida em grupos sólidos e estruturados, que têm em sua base funcionários fixos, entre pesquisadores, técnicos e pessoal de apoio à gestão.

A desestruturação do Inpa enfraquecerá a cadeia de produção de conhecimento para o desenvolvimento científico-tecnológico da Amazônia brasileira. Portanto, o fortalecimento do Instituto deveria ser de importância estratégica para o Governo Federal. Redes de pesquisa de

larga escala para integrar estudos amazônicos estão sendo criadas em outros países, como o Rainfor, na Grã-Bretanha¹⁴, e o Amazon Tree Diversity Network (ATDN)¹⁵, na Holanda. Essas iniciativas gerarão conhecimento científico importante para a Amazônia, mas sua capacidade de investir na formação de recursos humanos e no fortalecimento de instituições locais é limitada.

Ao longo dos anos 2000, as unidades de pesquisa (UP) do então MCT (depois MCTI) foram submetidas a um choque de gestão com base em orçamento, recursos humanos de alto nível e infraestrutura, que se refletiu em um incremento substancial dos seus indicadores de produtividade científica e tecnológica (CILONI e BERBERT, 2013). Apesar do atendimento apenas parcial de reposição dos quadros de pessoal (CILONI e BERBERT, 2013), o MCT, expandiu suas UPs. Em 1999, o MCT fortaleceu sua presença na Amazônia, com a criação do Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá. Em 2014, foram criadas quatro novas unidades de pesquisa do MCTI no Brasil (Lei 12.954/2014). No entanto, não se identifica um plano estratégico de metas no MCTIC para reposição de pessoal em suas UPs na Amazônia. A reposição de pessoal é especialmente necessária nas UPs que, como o Inpa, possuem programas de pós-graduação (e que são consideradas como IES pela Capes) ou coleções biológicas e parques avançados de TI, que não podem sofrer descontinuidade de recursos humanos. Por sua própria escassez, a grande maioria das IES na Amazônia, independentemente do ministério ao qual estão subordinadas, é interligada por colaboração ou nucleação. O Inpa exerce a função de núcleo coordenador e catalizador em vários nodos desta rede de relações, com uma capilaridade de atuação regional que não se replica em outras instituições.

Uma solução para reverter a erosão de recursos humanos do Inpa seria a de aplicar às UPs do MCTIC a mesma regra que já se utiliza para as IES do Ministério de Educação e Cultura, de reposição automática de funcionários que se aposentam ou pedem demissão, o que já foi proposto por Nilson Gabas Júnior, diretor do MPEG (OSWALDO-CRUZ, 2010). A Lei 13243/2016, que define um novo marco de CTI no país, prevê a possibilidade de contratação temporária de pesquisadores, técnicos e tecnólogos nas UPs federais, o que pode vir a representar uma solução de continuidade em face da escassez crescente de funcionários estatutários, dependendo de como a Lei for regulamentada e de que a contratação temporária seja estendida também ao pessoal de gestão e administração.

A Lei 13243/2016 tem por objetivo a “promoção e continuidade dos processos de desenvolvimento científico, tecnológico e de inovação, assegurados os recursos humanos, econômicos e financeiros para tal finalidade”, além da “redução das desigualdades regionais”.

14 Leia mais em: <www.rainfor.org>.

15 Leia mais em: <testweb.science.uu.nl/Amazon/atdn/>.

Nas circunstâncias atuais, a simples reposição de cada funcionário aposentado no Inpa não seria suficiente para recuperar a dimensão do quadro funcional da década de 1990. A grande demanda nacional e internacional por soluções para a conservação e o desenvolvimento sustentável da Amazônia, e das regiões de trópico úmido em geral, requer uma política de governo de ampliação do quadro funcional atual do Inpa. Áreas emergentes, como a restauração de ecossistemas, ligadas à importância estratégica dos ecossistemas amazônicos para manter serviços ambientais em nível local e regional, requerem planejamento estratégico e ação proativa. Requerem, também, um quadro de pesquisadores com novas especialidades. Da mesma forma, a internacionalização plena da pós-graduação do Inpa depende do aporte de recursos humanos novos e de alto nível para ensino e orientação de projetos. Permitir o enfraquecimento e a desestruturação do Inpa seria um erro estratégico com conseqüências negativas previsíveis para o desenvolvimento da Região Norte.

Referências

- ALVAREZ, A.M.T. **Panorama e diagnóstico da oferta e qualidade da Educação Superior brasileira.** Relatório UNESCO. Projeto CNE/UNESCO. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=19042:projeto-cneunesco&catid=323:orgaos-vinculados&Itemid=1228>. 2013. Acesso em: 15 mar 2014.
- CILONI, A.D.; BERBERT, C.O. As unidades de pesquisa do Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação MCTI no contexto da ciência brasileira. **Parcerias Estratégicas**, Brasília. v.18, n.37, p.83-102. 2013.
- JUNK, W.J.; PIEDEDE, M.T.F.; SCHONGART, J.; COHN-HAFT, M.; ADENEY, M.; WITTMANN, F. A. Classification of major naturally-occurring Amazonian lowland wetlands. **Wetlands**, Wilmington, EUA. v.31, p.623-640. 2011.
- LAURANCE, W.F.; BIERREGARD, R.O. eds. **Tropical forest remnants: ecology, management and conservation of fragmented communities.** Chicago, EUA: University of Chicago Press, 1997. 616 p.
- LAURANCE, W.F.; CAMARGO, J.L.; LUIZÃO, R.; LAURANCE, S.G.; PIMM, S.L.; BRUNA, E.; STOUFFER, P.; WILLIAMSON, G.B.; BENITEZ-MALVIDO, J.; VASCONCELOS, H.; VAN HOUTEN, K.; ZARTMAN, C.E.; BOYLE, S.; DIDHAM, R.K.; ANDRADE, A.; LOVEJOY, T.E. The fate of Amazonian forest fragments: A 32-year investigation. **Biological Conservation**. v.144, p.56-67. 2011.

MAGALHÃES, C.; CAMPOS DOS SANTOS, J.L.; SALEM, J.I. Automação de coleções biológicas e informações sobre a biodiversidade da Amazônia. **Parcerias Estratégicas**, Brasília. n.12, p.294-312. 2001.

MAGNUSSON, W.E.; BRAGA-NETO, R.; PEZZINI, F.; BACCARO, F.; BERGALLO, H.; PENHA, J.; RODRIGUES, D.; VERDADE, L.M.; LIMA, A.; ALBERNAZ, A.L.; HERO, J.-M.; LAWSON, B.; CASTILHO, C.; DRUCKER, D.; FRANKLIN, E.; MENDONÇA, F.; COSTA, F.; GALDINO, G.; CASTLEY, G.; ZUANON, J.; DO VALE, J.; DOS SANTOS, J.L.C.; LUIZÃO, R.; CINTRA, R.; BARBOSA, R.I.; LISBOA, A.; KOBLITZ, R.V.; DA CUNHA, C.N.; MENDES-PONTES, A.R. M. **Biodiversidade e monitoramento ambiental integrado**. Manaus: Attema Editorial, 2013. 351 p.

OSWALDO-CRUZ, E. Atração e fixação de doutores na Região Amazônica. **Notícias da ABC**. Disponível em: <http://www.abc.org.br/article.php?id_article=703>. 2010. Acesso em: 15 mar. 2014.

PITMAN, N.C.A.; WIDMER, J.; JENKINS, C.N.; STOCKS, G.; SEALES, L.; PANIAGUA, F.; BRUNA, E.M. Volume and geographical distribution of ecological research in the Andes and the Amazon 1995-2008. **Tropical Conservation Science**. v.4, p.64-81. 2011.

WEIGEL, P. O papel da ciência no futuro da Amazônia: uma questão de estratégia. **Parcerias Estratégicas**, Brasília. n.12, p.32-83. 2001.



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 Gráfica Coronário - Certificada na Cadeia de Custódia - FSC



Centro de Gestão e Estudos Estratégicos
Ciência, Tecnologia e Inovação



Acesse www.cgee.org.br e
siga-nos no Twitter @CGEE_oficial

ISSN 1413-9375