

Seminários temáticos para a 3ª Conferência Nacional
de Ciência, Tecnologia e Inovação

Parcerias Estratégicas

N. 20 (pt. 2) – junho 2005 – Brasília, DF



ISSN 1413-9375

Parc. Estrat. | Brasília, DF | n. 20 (pt. 2) | p. 555-948 | jun. 2005

PARCERIAS ESTRATÉGICAS – NÚMERO 20 – JUNHO 2005

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS (CGEE)

PRESIDENTE

Evando Mirra de Paula e Silva

DIRETORES

Marcio de Miranda Santos

Paulo Afonso Braccarense Costa

**TERCEIRA CONFERÊNCIA NACIONAL
DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO**

SECRETÁRIO GERAL

Carlos Alberto Aragão de Carvalho Filho

ASSESSORIA TÉCNICA

Ernesto Costa de Paula

Flávio Giovanetti de Albuquerque

Kley Cabral da Hora Maya Ferreira

Mara da Costa Pinheiro

Sandra Mara da Silva Milagres

REVISTA PARCERIAS ESTRATÉGICAS

EDITORA

Tatiana de Carvalho Pires

EDITORA-ASSISTENTE

Nathália Kneipp Sena

PROJETO GRÁFICO

Anderson Moraes

EDITORAÇÃO ELETRÔNICA

André Luiz Garcia

Parcerias estratégicas / Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. -
Vol. 1, n. 1 (maio 1996)- v. 1, n. 5 (set. 1998) ; n. 6 (mar.
1999)- . - Brasília : Centro de Gestão e Estudos Estratégicos :
Ministério da Ciência e Tecnologia, 1996-1998 ; 1999-

v. ; 25 cm.

Irregular.

Seminários temáticos para a 3ª Conferência Nacional de Ciência,
Tecnologia e Inovação.

Ed. especial: n. 20 (jun. 2005), incluindo: pt. 1. Inclusão social ;
pt. 2. Áreas de interesse nacional ; pt. 3. Gestão e regulamentação ;
pt. 4. Presença internacional ; pt. 5. Geração de riqueza.

ISSN 1413-9375

1. Política e governo – Brasil 2. Inovação tecnológica I. Centro
de Gestão e Estudos Estratégicos. II. Ministério da Ciência e
Tecnologia.

CDU 323.6(81)(05)

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS
SCN Quadra 2 Bloco A Edifício Corporate
Financial Center salas 1102/1103
70712-900 – Brasília, DF
Tel: (xx61) 3424.9600 / 3424.9666
e-mail: editoria@cgee.org.br
URL: <<http://www.cgee.org.br>>

Distribuição gratuita

CONFERÊNCIA NACIONAL DE C,T&I
Tel: (xx61) 3424.9670 / 9656 / 9635
e-mail: ecosta@cgee.org.br
URL: <<http://www.cgee.org.br/cncti3/>>

PARCERIAS ESTRATÉGICAS

Número 20 · junho/2005 · ISSN 1413-9375

Sumário

Áreas de interesse nacional

O veículo lançador de satélites <i>Adriano Gonçalves, Mauro Melo Dolinsky, Silvio Fazolli</i>	559
Sistema Regional de Inovação Aeroespacial: oportunidades e desafios <i>Aglíberto Chagas</i>	581
Desenvolvimento regional e inovação como instrumentos fundamentais para o desenvolvimento brasileiro <i>Antonio Carlos F. Galvão</i>	593
Ciência, tecnologia e informação para conhecimento e uso do patrimônio natural da Amazônia <i>Bertha K. Becker</i>	621
Programa Biota/Fapesp, o modelo brasileiro para gestão de um recurso estratégico: a biodiversidade <i>Carlos Alfredo Joby</i>	653
Necessidades para adequação da matriz institucional de ciência e tecnologia na Amazônia <i>Cássio Alves Pereira</i>	663
Interações biosfera-atmosfera na Amazônia: contribuições do projeto LBA ao conhecimento e ao desenvolvimento sustentável da região <i>Flávio J. Luizão</i>	681
Territórios digitais: as novas fronteiras do Brasil <i>Gilberto Câmara, Antônio Miguel Monteiro, Aldaíza Sposati, Frederico Roman Ramos, Dirce Koga, Ana Paula Dutra de Aguiar</i>	709

Recursos hídricos <i>José Galiztia Tundisi</i>	727
Ciência, tecnologia e desenvolvimento regional na faixa de fronteira do Brasil <i>Lia Osorio Machado</i>	747
Cooperação Sul-Sul para o desenvolvimento científico e tecnológico da Amazônia <i>Luis E. Aragón</i>	767
Estruturação da Economia do Hidrogênio no Brasil <i>Maria das Graças Silva Foster, Symone Christine de S. Araújo, Mário Jorge da Silva</i> ...	795
Aspectos para construção de um ambiente propício para implantação de uma política de inovação para a indústria brasileira <i>Maurício Cardoso Arouca</i>	821
Ciência, tecnologia, inovação e a defesa nacional <i>Maurício Pazini Brandão</i>	831
O Sistema Cartográfico Nacional: o desafio do ordenamento e gestão do território brasileiro <i>Paulo César Teixeira Trino</i>	861
Recursos minerais e sua contribuição ao desenvolvimento do país: desafios em ciência, tecnologia e informação <i>Roberto Dall'Agnol</i>	875
Os impasses para a produção de energia no globo e no Brasil <i>Rogério Cerqueira Leite Leite</i>	901
Mar-oceanografia/biologia pesqueira <i>Silvio Jablonski</i>	911

O veículo lançador de satélites

*Adriano Gonçalves**
*Mauro Melo Dolinsky***
*Silvio Fazolli****

IMPORTÂNCIA PARA O PAÍS

As pesquisas espaciais têm dado às nações a elas dedicadas uma autonomia em relação às demais, similar àquela que possuíam os países colonizadores europeus, capazes de construir embarcações e realizar navegações por meio dos oceanos, nos séculos XIV e XV. Essa característica redundava em poder que vai além do conhecimento científico e da capacidade de influir política ou militarmente. Abrange, principalmente, aspectos econômicos advindos das inúmeras oportunidades comerciais obtidas por meio da oferta de produtos e serviços consumidos pela sua população e também por grande parcela das nações que não puderam gerar essas facilidades.

Ao longo dos anos, a pesquisa espacial foi capitaneada pelos interesses políticos, científicos e militares. Hoje, o investimento nesta área traz consigo uma esteira de atividades comerciais das quais as telecomunicações são o exemplo mais marcante. Benefícios diretos e indiretos se verificam, também, em quase todas as áreas da atividade humana.

Nesse contexto, os veículos lançadores e os foguetes de sondagem constituem meios importantes para as pesquisas e utilização prática e comercial do espaço. Eles representam o meio de transporte pelo qual satélites, homens e estações habitadas são colocados em órbita da Terra,

* Adriano Gonçalves é coordenador técnico do Projeto VLS-1.

** Mauro Melo Dolinsky é vice-diretor de Espaço do Instituto de Aeronáutica e Espaço (IAE).

*** Silvio Fazolli é chefe da Coordenadoria da Qualidade e Confiabilidade do IAE.

experimentos são conduzidos dentro e fora da atmosfera terrestre e missões para exploração da Lua e outros planetas são realizadas.

O século XXI será marcado pelo domínio completo do espaço próximo a Terra e pelas incursões do homem rumo aos planetas do sistema solar. Mais uma vez, o domínio das ações caberá a um grupo restrito de nações como foram, no passado, as descobertas e conquistas dos novos continentes. Assim sendo, o Brasil, dentro de seu planejamento estratégico como nação que possui pretensão de ocupar uma posição de destaque entre as nações mais desenvolvidas, não pode prescindir de investimentos em capacitação na área espacial.

PANORAMA INTERNACIONAL

Os veículos espaciais representam uma classe particular de meio de transporte. Entretanto, quando são analisados do ponto de vista de suas funções ou missões, pouco diferem dos outros meios de transporte mais conhecidos, ou seja, a função do veículo de transporte espacial é a de conduzir uma determinada carga-paga de um ponto inicial a um ponto final, que em geral é uma órbita em torno da Terra. O que difere de fato é a dificuldade de acesso a estes pontos e a tecnologia exigida para cumprimento de tal missão. Esses fatores acabam restringindo bastante o número de países que podem prestar esse tipo de serviço.

Os países ou consórcio de países que hoje fabricam e operam seus veículos espaciais possuem esta atividade por uma opção e decisão de nação e não apenas por interesse isolado de uma iniciativa privada. Estados Unidos, Rússia, Comunidade Européia, China, Japão, Índia, Israel e Brasil chegaram à conclusão de que a atividade espacial na área de veículos é de fundamental importância estratégica e têm realizado investimentos nesta área. Com isso, alguns países alavancaram uma forte atividade comercial em torno de seus veículos e outros estão fomentando a participação de suas empresas nacionais no mercado de serviços de transporte espacial. Não há, até o momento, veículo lançador de satélites ou tripulado em que não tenha ocorrido investimento governamental no seu desenvolvimento. Todos os veículos em uso comercial hoje são oriundos de programas de governo para realizar missões de aplicação, científicas ou militares, e que foram, posteriormente, transformados em lançadores comerciais.

Atualmente, dedicam-se à construção e operação de veículos de transporte espacial: Estados Unidos, Rússia, consórcio de países da Europa, Ucrânia, China, Japão, Índia, Israel, Coreia do Norte e Brasil. Além destes, demonstram algum interesse em possuir um programa espacial visando à construção de seus próprios lançadores a Espanha, a Itália, a África do Sul e a Austrália.

Todos os veículos atualmente em operação, à exceção do *Space Shuttle* americano, são convencionais ou descartáveis, ou seja, uma vez cumprida a missão não são reutilizados. A entrada do *Shuttle* em operação estabeleceu um marco importante que foi a de operação de um veículo parcialmente reutilizável. Essa iniciativa ousada, embora de custo de desenvolvimento e operacional elevadíssimo, está abrindo caminho a outras iniciativas em direção aos veículos espaciais totalmente reutilizáveis, a exemplo do que são os aviões nos dias de hoje.

Para o transporte espacial no século XXI, há uma forte tendência em direção aos veículos totalmente reutilizáveis. Pode-se dizer que deverá haver uma convergência entre as características do transporte aeronáutico e as características do transporte espacial. A principal consequência da reutilização dos veículos espaciais será a redução de custos de transporte de cargas até uma órbita da Terra.

PANORAMA NACIONAL

O Brasil foi um dos primeiros países em desenvolvimento a executar atividades espaciais de forma institucionalizada, tendo estabelecido organizações governamentais desde o início da década de 60 dedicadas ao cumprimento de um programa de desenvolvimento de foguetes de sondagem, de complexidade e sofisticação crescentes, visando o domínio das tecnologias básicas para o desenvolvimento e operação de veículos lançadores de satélites.

As iniciativas nacionais no setor espacial ganharam novo impulso no final da década de 70 com o estabelecimento da Missão Espacial Completa Brasileira (MECB), sob a coordenação da Comissão Brasileira de Atividades Espaciais (COBAE), subordinada ao então Estado-Maior das Forças Armadas (EMFA), que definiu como metas o desenvolvimento de pequenos

satélites de aplicações (coleta de dados ambientais e sensoriamento remoto) e de um veículo lançador compatível com os portes e missões daqueles satélites.

Em 1994, foi criada a Agência Espacial Brasileira (AEB), autarquia federal, com a finalidade de promover o desenvolvimento das atividades espaciais de interesse nacional.

A partir de 1996, as atividades espaciais brasileiras foram organizadas de forma sistêmica com a instituição do Sistema Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais (SINDAE).

A AEB é o órgão central do Sindae e tem a responsabilidade de formular a Política Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais (PNDAE) e de elaborar o Programa Nacional de Atividades Espaciais (PNAE).

A política espacial brasileira estabelece os objetivos principais e as diretrizes para as atividades a serem desenvolvidas. A meta principal é definida como sendo a de proporcionar, ao país, a capacidade de utilizar os recursos e técnicas espaciais, de acordo com prioridades e critérios preestabelecidos, para solucionar problemas nacionais em benefício da sociedade brasileira.

Integram o Sindae como órgãos setoriais:

– o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe), do Ministério da Ciência e Tecnologia; e

– o Departamento de Pesquisas e Desenvolvimento (Deped), do Comando da Aeronáutica.

O Inpe está encarregado de projetos dirigidos ao desenvolvimento de satélites e tecnologias relacionadas, bem como pesquisa e desenvolvimento na área de Ciências Espaciais, incluindo Aeronomia, Astrofísica, Geofísica Espacial e Aplicações Espaciais, particularmente Sensoriamento Remoto, Oceanografia e Meteorologia.

O Deped é responsável pelo desenvolvimento de veículos lançadores, foguetes de sondagem e tecnologias associadas, além de parte do programa de infra-estrutura espacial, particularmente a implantação do Centro de

Lançamento de Alcântara (CLA) e a atualização e manutenção do mesmo e do Centro de Lançamento da Barreira do Inferno (CLBI).

As atividades desenvolvidas pelos órgãos do Deped já trouxeram resultados marcantes para a indústria nacional, notadamente nas áreas de:

- Química de propelentes, elastômeros, materiais ablativos e adesivos;
- Materiais compósitos e tecnologia de bobinagem de fios e fitas sintéticas;
- Aços especiais de alta resistência e tubos de alumínio sem costura; e
- Processos e meios industriais de usinagem, soldagem, tratamento térmico e de conformação de metais.

Ao considerar as iniciativas de esforço nacional para geração de tecnologia própria, deve-se ter sempre em mente, também, as restrições internacionais às exportações de equipamentos e tecnologia considerados de valor político-estratégico. Essas restrições impostas pelas nações desenvolvidas (proibição de fornecimento ou fornecimento sob condições de controle), são especificamente dirigidas a mísseis, mas dada à similaridade das tecnologias envolvidas, causam impacto direto sobre o setor espacial, especialmente no tocante a lançadores e foguetes de sondagem. Essas dificuldades adicionais engrandecem ainda mais os resultados alcançados pelo Brasil na área espacial, não apenas no que se refere aos veículos desenvolvidos mas, também, às inovações tecnológicas necessárias para se chegar aos produtos espaciais ou decorrentes do desenvolvimento (subprodutos).

HISTÓRICO DO DESENVOLVIMENTO DE VEÍCULOS ESPACIAIS NO BRASIL

Cronologicamente, as atividades espaciais no Brasil e a capacitação na produção de materiais para uso do espaço iniciaram-se com o programa de desenvolvimento de foguetes de sondagem.

O Sonda I (Figura 1), um foguete de dois estágios, especificado pelo então Ministério da Aeronáutica e desenvolvido pela indústria nacional, visava atender um programa internacional de sondagens meteorológicas. Seu primeiro lançamento ocorreu em 1967 e até sua retirada de operação 223



Figura 1. Sonda

vôos foram realizados. Desse veículo decorreram foguetes militares produzidos por uma empresa brasileira.

Em 1967 foi iniciado o projeto do foguete Sonda II, (Figura 2) de maiores dimensões que o Sonda I, embora monoestágio. A filosofia de trabalho implantada era de desenvolvimento dos protótipos dentro do Centro Técnico Aeroespacial (CTA), com a participação da indústria em componentes específicos, para os quais apresentasse competência ou potencial técnico.

Dentro dessa visão, os primeiros protótipos tinham não apenas seu projeto e fabricação estrutural realizados no CTA mas também seu propelente e proteções térmicas.

Além disto, matérias-primas consideradas estratégicas eram também ali pesquisadas e desenvolvidas. Em julho de 1969, era realizada a primeira tentativa de lançamento do foguete Sonda II, mas seu primeiro voo, com êxito, só seria realizado em abril do ano seguinte. O projeto continuou como uma espécie de laboratório de testes de novos componentes e de desenvolvimento de cargas úteis tecnológicas e científicas, essas últimas envolvendo outros centros de pesquisa e universidades brasileiras.



Figura 2. Sonda II

Em 1970, já havia sido iniciado o projeto do Sonda III (Figura 3), um foguete de sondagem de médio porte, bi-estágio, tendo como segundo estágio o propulsor do Sonda II. A partir de 1972, paralelamente ao desenvolvimento de foguetes no CTA/IAE (antigo Instituto de Atividades Espaciais, atual Instituto de Aeronáutica e Espaço), investiu-se, mais fortemente, no programa de desenvolvimento de instrumentações para estes veículos, de modo a permitir a avaliação das performances de seus subsistemas e do seu comportamento dinâmico durante o voo. Além disto, como introdução ao domínio das tecnologias envolvidas no controle de foguetes, desenvolveu-se, entre 1974 e 1979, um sistema de controle de atitude para cargas úteis, capaz de mantê-la apontada para o sol durante a sua fase balística.

Em 1974, durante a fase de desenvolvimento do Sonda III, e já visando dominar tecnologias necessárias para chegar-se a um veículo lançador de satélites, o CTA/IAE iniciou o desenvolvimento do Sonda IV (Figura 4), um foguete de dois estágios que empregava como segundo estágio o motor do primeiro estágio do Sonda III. O Sonda IV era extremamente mais



Figura 3. Sonda III

sofisticado que os seus antecessores, possuindo um sistema de controle nos seus três eixos e uma capacidade de carga útil muito superior.

Com o projeto Sonda IV foram implantadas as bases necessárias para iniciar o projeto do primeiro veículo brasileiro capaz de lançar satélites em órbita baixa, incluindo-se aí a implantação de uma Usina de Propelentes capaz de carregar motores de até dez toneladas de propelente sólido.

A partir de 1986, intensificaram-se os esforços de trabalho para o desenvolvimento do primeiro veículo lançador de satélites o VLS-1.

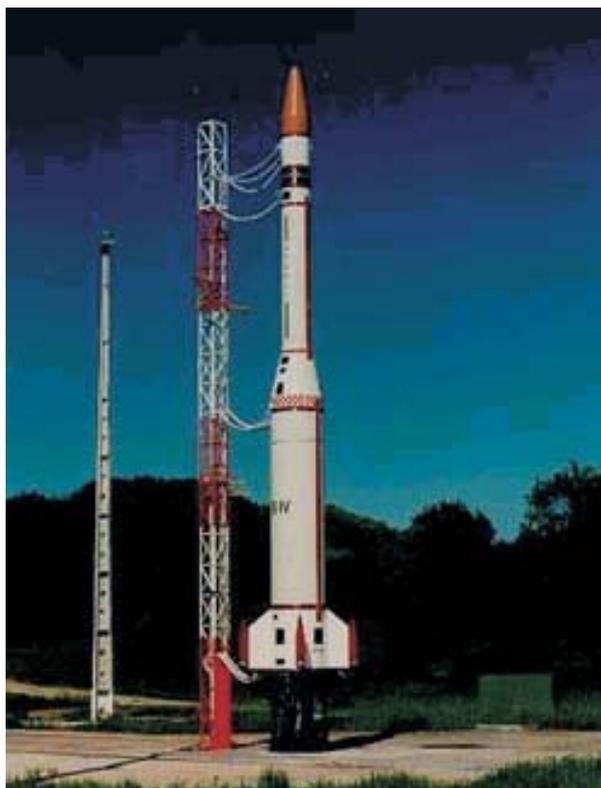


Figura 4. Sonda IV

Paralelamente aos desenvolvimentos acima, investiu-se muito na formação de pessoal com uma boa parte da força de trabalho, sobretudo de nível superior, sendo enviada ao exterior para especialização na área espacial, incluindo pós-graduação. Esses especialistas ao retornarem ao Brasil espalhavam seu conhecimento por meio de cursos e treinamento de equipes.

VEÍCULO LANÇADOR DE PEQUENO PORTE – CARACTERÍSTICAS DO VLS-1

O VLS-1 (Figura 5) é um veículo da classe de lançadores de pequenos satélites com capacidade de colocar satélites de até 350 kg em órbitas circulares baixas de pequenas inclinações, ou satélites de até 270 kg em órbitas polares de aproximadamente 200 km. Possui quatro estágios, comprimento total de 19m, propulsores com diâmetro de 1m e massa total na decolagem de 50 t, sendo 41,7 t de propelente sólido.

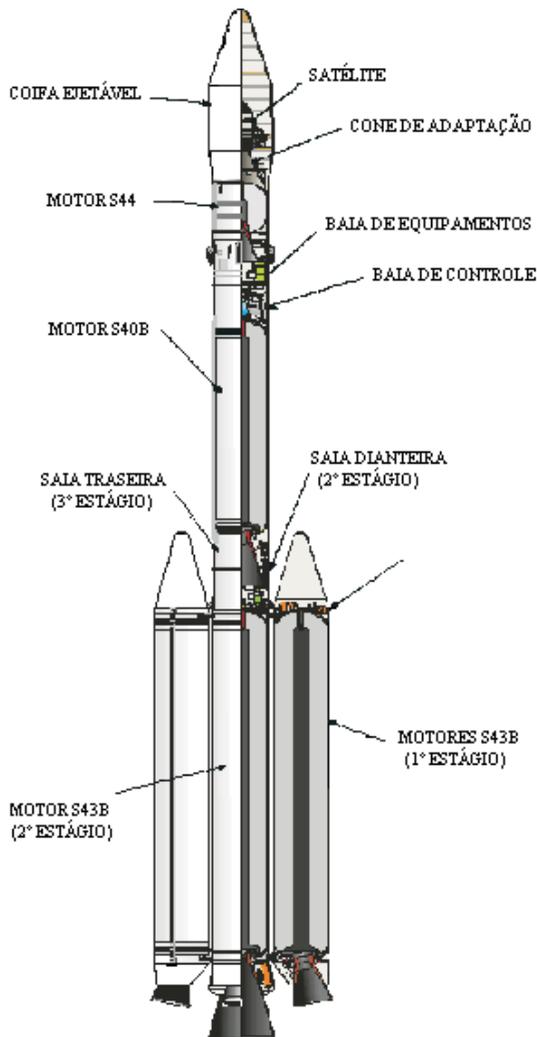


Figura 5. Desenho esquemático do VLS-1

BENEFÍCIOS DO PROGRAMA DE VEÍCULOS ESPACIAIS

A MECB (Missão Espacial Completa Brasileira), um dos pilares do programa espacial brasileiro, foi concebida para atingir a meta de lançar um satélite nacional, por meio de um veículo produzido no Brasil, a partir de um Centro de Lançamento localizado dentro do país. Tal objetivo deixa transparecer a clara determinação do Brasil em se tornar independente em área tão estratégica.

Para um país de dimensões continentais, que possui toda sua rede de telecomunicações baseada em satélites fabricados e lançados por outras nações, o próprio ciclo de aprendizado para o lançamento de um satélite em órbita baixa abre caminho para que se alcance a necessária soberania nesse setor.

Os resultados, em termos de subprodutos e qualificação industrial, puderam ser sentidos desde os inícios dos primeiros projetos. O Sonda I, forçava, na década de 60, a necessidade de mobilização do parque industrial brasileiro para a produção de tubos sem costura de ligas de alumínio, de alta resistência, até então não produzidos no país. Uma empresa paulista, a Termomecânica São Paulo S/A, empenhou-se para resolver este problema e permitiu o domínio dessa tecnologia. A aplicação dessa tecnologia foi usada na confecção de guia de válvulas de motores automobilísticos, área em que o país se tornou forte exportador por muitos anos.

Já foi citado que a empresa encarregada do desenvolvimento do Sonda I (Avibrás) aplicou o conhecimento adquirido nesse projeto naquela que se tornou uma de suas principais áreas de atuação: a produção e exportação de foguetes de aplicação militar.

Com o Sonda II novos desafios foram enfrentados e, mais uma vez, o parque nacional se beneficiou. A estrutura desse foguete, bem como a do Sonda III que viria a seguir, necessitava da utilização de laminados de aço de alta resistência (SAE 4130, 4140 e 4340) que não estavam disponíveis no Brasil no início desses projetos. A empresa Acesita atendeu aos pedidos do então Ministério de Aeronáutica e pouco tempo depois não só as necessidades da atividade espacial eram supridas, mas também as do parque industrial nacional.

Na área de química estes projetos permitiram o início do desenvolvimento de materiais ablativos e isolantes e dos combustíveis sólidos e seus principais insumos. Uma característica interessante na área de propelentes, é que, embora envolvendo tecnologia sensível, nenhuma tecnologia foi comprada do exterior e diversos empreendimentos industriais nacionais dela derivaram.

O perclorato de amônio, ingrediente obrigatório nos propelentes composites, foi o primeiro produto a ser desenvolvido. Inicialmente o seu desenvolvimento foi independente de parceiros industriais, chegando-se até uma usina piloto semi-industrial. Para a implantação de uma fábrica que

atendesse à demanda estratégica do programa espacial houve uma parceria com a empresa Andrade Gutierrez que investiu os recursos necessários. Na fase industrial atual, a empresa Aliança Eletroquímica (AEQ) produz o Perclorato de Amônio em condições de uso espacial, utilizando a tecnologia desenvolvida no IAE.

Esta mesma empresa, também utilizando tecnologia repassada pelo IAE, produz ácido perclórico, sendo a única produtora nacional desse item de larga aplicação em laboratórios químicos. Essas tecnologias, repassadas para a iniciativa privada, rendem economia de divisas pela substituição da importação e pela exportação destes produtos para outros países.

Ainda na área de Química, outro insumo nacionalizado foi a resina aglutinante, um elastômero líquido utilizado nos propelentes composites. Nesse caso, o IAE associou-se ao Centro de Pesquisas da Petrobrás (Cenpes) e, dos trabalhos conjuntos, foram geradas tecnologias referentes à produção de resinas líquidas reativas de polibutadieno (PBLH e PBLC), os aglutinantes mais modernos utilizados em propelentes composites. Essas tecnologias foram transferidas para a Petroflex (do grupo Petroquisa e hoje privatizada), deram origem a instalações industriais com capacidade de produção de PBLH (Liquiflex). Esse produto, com larga aplicação fora da área espacial (tintas, adesivos, borrachas, e até ração animal), tem sido consumido no mercado interno e exportado para outros mercados do exterior. Deve ser observado que os Estados Unidos que se negou a vender para o Brasil seu produto similar é hoje um dos maiores compradores do produto brasileiro.

Na área de fabricação mecânica também progressos feitos no IAE chegaram até o parque industrial com benefícios diretos em diversas áreas. Na área de soldagem, processos como o aplicado no Sonda IV (TIG) automático pulsante, foram desenvolvidos e otimizados por meio de trabalhos conjuntos com a iniciativa privada.

Na área de metalurgia, aços de ultra-alta resistência, como o 300M, cuja resistência chega a atingir 2100 MPa, foram desenvolvidos em cooperação com a indústria. Neste caso a empresa Eletrometal (hoje Villares Metals) produziu os lingotes de aço utilizando a técnica metalúrgica do eletroslag, a empresa Usiminas estudou e especificou em seus laboratórios os parâmetros de laminação e a empresa Acesita produziu industrialmente

os laminados de 300M. Esse tipo de material é utilizado na fabricação de trens de pouso de grandes jatos comerciais.

As atividades de pesquisa e desenvolvimento em materiais compósitos permitiram o domínio da tecnologia de bobinagem de fitas e fios sintéticos. Essas tecnologias foram transferidas para a empresa Cenic (denominação atual) que, além de fabricar envelopes motores e divergentes para a área espacial, possui em sua linha de produtos diversos itens de aplicação fora da área espacial resultantes da tecnologia repassada (vasos e tanques bobinados, etc.).

Os conceitos de estruturas otimizadas em materiais compósitos vêm sendo aplicados, de maneira crescente, no Programa Petrobras de capacitação tecnológica nacional para exploração de petróleo em águas profundas e a empresa está se capacitando para entrar nesse mercado utilizando o IAE como parceiro de desenvolvimento.

Técnicas desenvolvidas para a produção de cascas finas estruturais, calculadas por elementos finitos, permitiram a nacionalização de diversos tipos de ventiladores industriais.

É importante considerar o potencial do setor espacial para o crescimento e alavancagem do desenvolvimento nacional, como se verifica nos países desenvolvidos. Por ser um setor intrinsecamente tecnológico, o seu desenvolvimento é fundamental para estimular outros setores que possam se beneficiar das suas tecnologias, procedimentos e mão-de-obra qualificada. Deve-se ressaltar que um dos benefícios mais significativos para o país é a formação de recursos humanos do mais alto nível, capazes de atuar em diversos segmentos da sociedade.

Do desenvolvimento tecnológico obtido pela dedicação à pesquisa espacial, dado ao grau de qualidade e confiabilidade exigido, pode-se também extrair benefícios para outras áreas da atividade humana pela aplicação, muitas vezes imediata, dos materiais, produtos, processos e técnicas oriundas deste setor de atuação.

OBJETIVOS ESPERADOS

Normalmente, os especialistas ligados à área de planejamento orçamentário procuram argumentos para que os investimentos sejam para

aplicação em tecnologias que justifiquem o retorno à sociedade em curto prazo. Porém, na área espacial o retorno não pode ser medido de forma que os benefícios sejam advindos diretamente dos recursos alocados para o desenvolvimento das tecnologias espaciais.

Os recursos investidos pelos países desenvolvidos nas pesquisas espaciais são da ordem de bilhões de dólares e as receitas provenientes de tais aplicações são da ordem de milhões de dólares. Mas, então, o que traz a pesquisa espacial para a sociedade?

Vários os benefícios indiretos trazidos por esse tipo de desenvolvimento de tecnologia são conhecidos, entre eles destacam-se o aumento da capacitação de recursos humanos de uma nação, a geração de empregos de alta tecnologia e a produção de bens de alto valor agregado, benefícios estes difíceis de serem quantificados, mas que sem dúvida representam a alavanca do setor intelectual e produtivo dos países que se dedicam a essa área do conhecimento.

Outro ponto importante a se destacar está relacionado ao fator estratégico para o futuro de um país. A autonomia para produzir seus próprios satélites e lançá-los de seu próprio território é o objetivo perseguido pelos países desenvolvidos, incentivando as pesquisas e os desenvolvimentos espaciais, com orçamentos compatíveis.

Mesmo seguindo o modelo adotado no passado, apenas corrigindo suas falhas, o prosseguimento do desenvolvimento de lançadores com maior desempenho, representará um novo patamar tecnológico para o Brasil pois áreas como a de propulsão, sobretudo líquida, de pirotecnia, de eletrônica embarcada, de controle e guiagem, entre outras, envolverão vários segmentos da sociedade, gerando benefícios consideráveis. A demanda da alta tecnologia envolvida, a necessidade de novos processos de fabricação, a utilização de novos materiais resistentes às altas e baixas temperaturas, são desafios que deverão ser partilhados pelas competências existentes nas indústrias, centros de pesquisa e universidades, resultando em maior fortalecimento do poder aeroespacial do país.

Historicamente, nos desenvolvimentos de veículos aeroespaciais a indústria brasileira esteve sempre presente, quer absorvendo os resultados de pesquisas, quer produzindo seus próprios avanços diante das exigências de soluções criativas que os projetos impunham, mas a constante busca de uma maior participação das indústrias do setor deve ser fomentada.

Similarmente, o aumento da presença de instituições nacionais de ensino e pesquisa estimulará e sustentará o desenvolvimento de projetos e pesquisas na área espacial.

A cooperação internacional deverá, também, estar presente em muitas ações, constituindo alternativa essencial para a viabilização de algumas iniciativas de maior complexidade. Na verdade, nenhum dos países que atingiu a capacidade de produzir veículos lançadores o fez sem ajuda externa, mesmo os gigantes nessa área (EUA e Rússia) tiveram, pelo menos, o apoio dos cientistas alemães e se aproveitaram da tecnologia desenvolvida pela Alemanha com fins bélicos.

CONSIDERAÇÕES SOBRE O MODELO ADOTADO

Uma vasta quantidade de publicações oriundas de estudos e reflexões de técnicos, autoridades e de eméritos especialistas, tem apontado vários aspectos e circunstâncias que agem negativamente e que limitam o crescimento e o desenrolar da atividade espacial no Brasil. Explicitamente no que se refere ao segmento de veículos espaciais, os diagnósticos indicam problemas relativos a: recursos financeiros, recursos humanos, remuneração adequada dos servidores, legislação, entre outros.

O que mais chama a atenção é o fato de, apesar de terem esses óbices apontados de maneira contundente sendo indicadas soluções e caminhos coerentes para a resolução desses entraves, terem as ações necessárias e efetivas permanecidas estáticas ou ineficientes.

Recursos Financeiros: Em termos dos recursos financeiros, podemos voltar até o nascimento da MECB, onde se previa a aplicação de US\$ 432,17 M, entre 1980 e 1988, para atender ao planejado com relação às atividades do Deped, prevendo-se os seguintes projetos com as respectivas capacitações a serem atingidas:

Foguetes de Sondagem: continuação do programa chegando-se a lançamentos de engenhos de crescente porte e complexidade, visando no período de 1980/1985 o desenvolvimento do Sonda IV (veículo base para a realização do VLS).

Capacitações a serem atingidas:

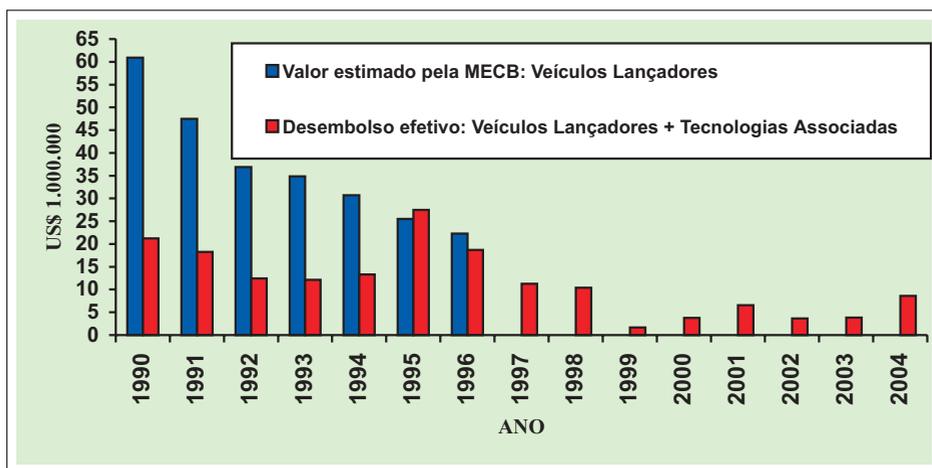
- Fabricação de blocos de propelente para foguetes de porte médio;
- Fabricação e ensaios de elementos estruturais de foguetes de grande porte;
- Pilotagem de foguetes por injeção secundária;
- Ensaio em voo de foguetes pilotados;

VLS:

- Desenvolver capacidade industrial brasileira para a produção de bens em qualidade compatível com os critérios exigidos pelos programas espaciais;
- Adquirir capacitação tecnológica necessária para o planejamento de um programa espacial e para a utilização efetiva da capacidade industrial brasileira;
- Estabelecer competência na área de lançadores para projetar, construir e utilizar os componentes necessários à realização de uma MECB;
- Permitir ao país colocar em órbita satélites de interesse para seus programas de aplicação.

Base de Lançamento de Foguetes: devido à dificuldade de se usar o CLBI para lançamentos para o Norte, com exigência de grandes desvios (*dog-leg*) e prejuízo da carga satelizável, define-se como adequada, no Norte de Alcântara, uma área mais próxima do equador geográfico suficientemente ampla para não sofrer restrições por razões de segurança. Considera a manutenção do CLBI como apoio à trajetografia e à implantação em Alcântara de infra-estrutura de serviços básicos, de zona habitacional e de meios de rastreamento, trajetografia e telecomunicações.

Embora esse valor tenha sofrido diversas atualizações, com extensão de prazos e adaptação do quadro de recursos humanos, nota-se, observando-se sobretudo os últimos anos do segmento MECB do programa espacial, uma nítida diferença entre os valores previstos para o programa e os realmente desembolsados (Figura 6). Essa tendência dá claros sinais desde o início dos anos 90. Ressalta-se que justamente no período esperava-se um aumento de recursos pois, além de se pretender consolidar as tecnologias alcançadas, almejava-se continuar novos desenvolvimentos, avançando em patamares ainda mais solicitantes, pois o segmento tem como objetivo a busca crescente de evolução tecnológica.



Fontes: MECB, AEB

Figura 6. Desembolso de recursos financeiros para a condução da vertente de lançadores e tecnologias associadas.

Outro aspecto que se pode deprender da análise dos recursos efetivamente alocados ao setor diz respeito ao montante disponibilizado anualmente. Os números mostram de maneira inequívoca que não há nenhuma constância na liberação dos aportes. Do final dos anos 90 até 2003, a situação entrou em fase crítica e sofrível, trazendo com ela a impossibilidade da realização das metas tão desejadas.

A Tabela 1 mostra os valores investidos no setor espacial e, em termos de comparação, verifica-se que as nações que prosperam neste campo investem valores substanciais e de maneira constante.

Tabela 1. Recursos alocados no setor espacial em US\$ milhões

EUA (Nasa)	13.000
Japão	3.100
França	1.800
Alemanha	1.000
Itália	600
Índia / Canadá/ Reino Unido	200 – 400
Brasil	60

Fonte Associação das Indústrias Aeroespaciais Brasileiras (AIAB 1999).

Recursos Humanos: Ainda voltando ao planejamento inicial da MECB, o quadro de pessoal previsto praticamente jamais foi atingido, sendo que a situação foi se degradando ao longo do tempo e só nos últimos anos (2002-2004), com a autorização da realização de concursos públicos para o CTA a situação mostra uma tímida recuperação. A curva de pessoal prevista na MECB previa, para a área espacial do CTA, uma evolução em oito anos de 594 profissionais até 1.245 quando o quadro permaneceria estável até a entrada de outro projeto de porte superior ao VLS. Já em 1987 a defasagem em relação a este último número era de 36%, chegando ao pior resultado em 2001 (68%). A partir daí ocorreu alguma melhoria e hoje a defasagem é de 57%. A evasão, na maioria das vezes, é de profissionais experientes que, por serem altamente qualificados, são absorvidos prontamente por empresas. O fato de estes levarem uma bagagem de conhecimentos técnicos significativos, não deixa de se caracterizar como sendo um benefício à sociedade. No entanto, o setor espacial por não encontrar no mercado substitutos a altura, padece com a falta desses colaboradores de tão alta qualificação.

A saída desses profissionais se dá, na esmagadora maioria dos casos, pela busca de melhores condições salariais. A inadequação dos atuais planos de carreira é apontada como uma possível causa de insatisfação dos profissionais existentes e da procura abaixo do esperado, em qualidade pelo menos na participação nos novos concursos públicos. Além disso, nos primeiros anos da MECB os servidores do programa eram celetistas e a remuneração recebida, embora quase sempre abaixo daquela oferecida pela indústria, era razoável e superior à do serviço público. A facilidade de demissão e contratação permitia manter bons quadros ou substituí-los de forma rápida.

Hoje, como não existem mecanismos legais para a contratação de pessoal que não seja o concurso público, é necessária a manutenção desses concursos para possibilitar o acesso de novos profissionais que, com treinamento e vivência no setor, certamente virão a ocupar postos e assumir responsabilidades pertinentes.

Legislação e Participação de Empresas: Desenvolvimentos no setor de veículos espaciais necessitam para sua realização compras de bens e serviços. Materiais especiais ou serviços específicos, tão característicos desse segmento, muitas vezes contam com a participação de empresas em suas

fases de concepção e aprovação. Mas, após essa fase, qualquer pedido de aquisição deve ser feito por meio de licitação pública. Dessa forma empresas que não estão engajadas diretamente ao programa e não têm vocação para a realização das tarefas solicitadas podem apresentar-se como candidatas potenciais.

Embora existam mecanismos legais efetivos para descaracterizar as empresas que não atendam aos requisitos especificados e exista a figura jurídica da dispensa de licitação por inexigibilidade, ou seja, empresas comprovadamente capazes e exclusivas para a execução de determinado serviço podem ser contratadas, eliminando a possibilidade de presença de aventureiros; todos esses trâmites tornam o processo longo, acarretando em atrasos na execução dos cronogramas.

O PNAE em vigor estabelece para o setor produtivo nacional os objetivos de estabelecer e manter um cadastro de indústrias nacionais vocacionadas para o setor espacial; o estabelecimento de legislação e normas nacionais, em sintonia com a legislação internacional; a criação de mecanismos de certificação de empresas e produtos para o programa espacial, o fomento de transferência de tecnologia para as empresas certificadas e a preparação de mecanismos legais de estímulo e de preservação de condições justas de competição para as empresas do setor industrial.

Essa iniciativa visa a proporcionar condições para que a indústria nacional participe cada vez mais do programa espacial brasileiro, com qualidade e processos que a torne competitiva no mercado mundial. Na área de veículos lançadores de satélites e de foguetes de sondagem, o país ainda não dispõe de uma empresa que assuma a liderança nacional para atuar no programa como um arquiteto industrial. Essa situação decorre de diversas causas mas, principalmente, da incerteza e escassez do orçamento brasileiro para o setor.

Apesar dessa dificuldade, existem mais de cem empresas brasileiras que participam do desenvolvimento dos veículos lançadores nacionais, ficando a tarefa de integração ainda sob a responsabilidade do CTA.

A Associação das Indústrias Aeroespaciais Brasileiras (AIAB), entidade que reúne empresas altamente qualificadas, mostra que já existe

no Brasil competência e capacidade para enfrentar, com a certeza de sucesso, os desafios propostos.

A Figura 7 apresenta um quadro com as empresas presentes no desenvolvimento e produção do VLS-1. Esta figura dá uma amostra da participação tão valerosa dessas empresas, presença essa que deve e precisa ser aumentada.

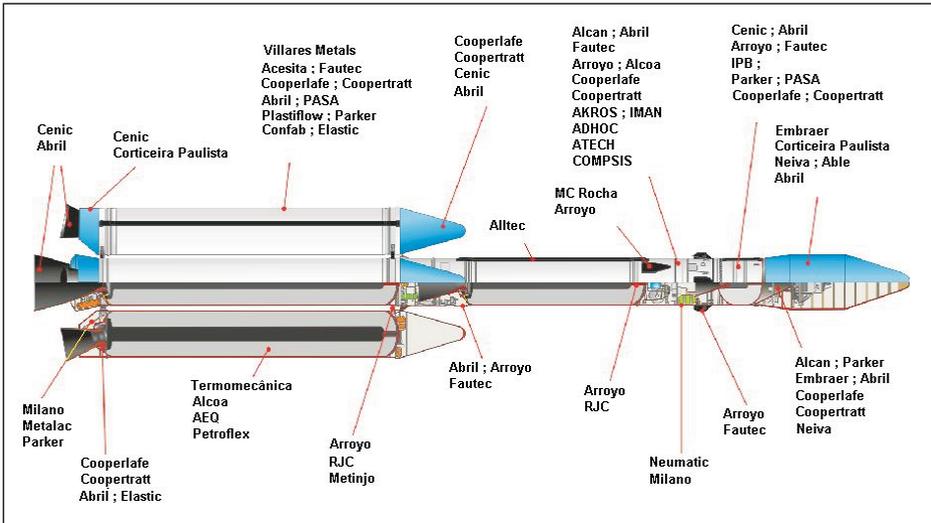


Figura 7. Participação das indústrias no projeto VLS-1

CONCLUSÃO

*“Para prever o que vai acontecer,
é preciso entender o que ocorreu antes”
(Maquiavel)*

Este documento foi realizado com o objetivo de apresentar uma visão histórica de uma vertente do programa espacial brasileiro, que embora ainda não tenha chegado, com êxito, ao seu evento mais marcante (vôo completo do VLS-1 com satelização), vem cumprindo ao longo dos anos seu papel de mobilizador, atingindo a muitos de seus objetivos e, por vezes, até superando o esperado (sobretudo quando comparado com os meios que deveriam ser disponibilizados). Ele foi feito, principalmente, com a finalidade de fornecer subsídios para a sua análise e estabelecimento de linhas de ações futuras.

Vimos que o modelo utilizado pelo CTA foi bem planejado e deu diversos frutos, conseguindo envolver a indústria (mais) e a universidade (menos), além de criar tecnologias ou melhorar processos que elevaram a capacidade da indústria nacional. Essa capacitação também foi ajudada, embora de forma dolorosa para o programa, pela evasão de profissionais treinados pelo IAE, no Brasil e no exterior.

As falhas do programa foram decorrentes do não fornecimento, no momento adequado, dos meios planejados e solicitados, além da dificuldade da legislação brasileira conviver com exceções que privilegie a qualidade do bem a ser adquirido.

Como foi visto, um novo programa, como o prosseguimento do desenvolvimento de lançadores com maior desempenho, representará um novo patamar tecnológico para o Brasil pois áreas como a de propulsão, sobretudo líquida, de pirotecnia, de eletrônica embarcada, de controle e guiagem, entre outras, envolverão vários segmentos da sociedade, gerando benefícios consideráveis. A demanda da alta tecnologia envolvida, a necessidade de novos processos de fabricação, a utilização de novos materiais resistentes às altas e baixas temperaturas, são desafios que deverão ser partilhados pelas competências existentes nas indústrias, centros de pesquisa e universidades, resultando em maior fortalecimento do poder aeroespacial do país.

Para a consecução desse novo programa é preciso que todas as falhas anteriores sejam corrigidas, destacando-se:

1. o atendimento ao planejado (recursos humanos e financeiros), preferencialmente com o projeto sendo tratado como um projeto de Estado (a fim de não se submeter às mudanças de prioridade de cada governo);
2. um maior envolvimento das universidades e centros de pesquisa;
3. a seleção de um parceiro industrial forte que exerça o papel de arquiteto industrial, liberando o CTA para as atividades de projeto, pesquisa e desenvolvimento e permitindo uma maior flexibilidade, por ser empresa privada, na aquisição de bens e serviços de terceiros.

O êxito de tal programa levaria à necessária autonomia que um país deve possuir com relação à colocação de seus satélites em órbita, não se submetendo aos interesses políticos, econômicos e militares das nações que detêm esta capacitação.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA ESPACIAL BRASILEIRA (Brasil). *Programa nacional de atividades espaciais: PNAE, 1998-2007*. Brasília, 1998.
- B. NETTO, Daniel. *SINDAE, PNDAE e PNAE*. Brasília: MCT, 1999.
- BARTELS, Walter. *A participação industrial no programa nacional de atividades espaciais: PNAE*. Brasília: MCT, 1999.
- COMANDO DA AERONÁUTICA (Brasil). Departamento de Pesquisas e Desenvolvimento. Centro Técnico Aeroespacial. *Desenvolvimento de veículos espaciais: plano estratégico, 2003-2007*. [S.l.:s.n.], 2003.
- DOLINSKY, Mauro M. *IAE: presença brasileira no espaço: relatório técnico*. São José dos Campos: CTA/IAE, 1990.
- MEIRA FILHO, Luiz G.; FORTES, Lauro T. G.; BARCELOS, Eduardo D. Considerações sobre a natureza estratégica das atividades espaciais e o papel da Agência Espacial Brasileira. *Parcerias Estratégicas*, Brasília: MCT, n. 7, out. 1999.
- RIBEIRO, Tiago S. Veículos lançadores de satélites: cenário atual e futuro. *Parcerias Estratégicas*, Brasília: MCT, n. 7, out. 1999.
- SANTOS, José M. A. *Veículos lançadores de satélites e sondagens: benefícios e aspectos estratégicos*. Brasília: MCT, 1999.
- SANTOS, Reginaldo dos. O programa nacional de atividades espaciais frente aos embargos tecnológicos. *Parcerias Estratégicas*, Brasília: MCT, n. 7, out. 1999.
- TERACINE, Edson B. Os benefícios sócio-econômicos das atividades espaciais no Brasil. *Parcerias Estratégicas*, Brasília: MCT, n. 7, out. 1999.

Sistema Regional de Inovação Aeroespacial: oportunidades e desafios

*Agliberto Chagas**

INTRODUÇÃO

Embora a industrialização de São José dos Campos remonte a década de 40, a região só assumiu a condição de pólo tecnológico a partir da criação e instalação do Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA) e do Centro Técnico Aeroespacial (CTA), na década de 50. Foi com o advento do CTA que se criou a massa crítica necessária para o estabelecimento de um arranjo produtivo aeroespacial de longo prazo. Entretanto, do ponto de vista industrial, a responsável pela alavancagem do setor foi a Embraer.

A combinação desses fatores criou as condições necessárias para o estabelecimento de um Sistema Regional de Inovação complexo. Atualmente, a produção de inovações tecnológicas no setor aeroespacial conta com uma rede dividida em dois segmentos. O primeiro, capitaneado pelo Programa Espacial Brasileiro (PEB), tem como centro as atividades ligadas a produção de satélites e de veículos lançadores, desenvolvidos pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe) e pelo Instituto de Atividades Espaciais (IAE), respectivamente. O segundo, formado pelo conjunto de atividades produtivas e de P&D ligadas ao segmento aeronáutico, cujo centro articulador é a Embraer. Ambos tem importância estratégica, tanto na criação e difusão de tecnologia e inovação como no estabelecimento de empresas fornecedoras do setor.

Em que pese o sucesso do setor aeroespacial brasileiro até os dias atuais, um fator merece nossa atenção: a competitividade das empresas.

* Agliberto Chagas é sociólogo, gerente executivo do Centro para a Competitividade e Inovação do cone leste paulista (Cecompi).

O PAPEL DO PODER PÚBLICO COMO INDUTOR DA COMPETITIVIDADE DO SETOR

Embora o desenvolvimento de P,D&I no setor aeroespacial tenha contado com o incremento de investimentos privados – notadamente após a privatização da Embraer em 1994, a participação do Sistema Público de Fomento a P,D&I ainda é relevante, principalmente, no apoio as MPEs.

No Brasil, a indústria aeroespacial desenvolve e produz aviões comerciais, militares, leves e de médio porte, helicópteros, planadores, foguetes de sondagem e de lançamento de satélites, satélites, equipamentos e sistemas de defesa, mísseis, radares, sistemas de controle de tráfego aéreo e proteção ao voo, sistemas de solo para satélites, equipamentos aviônicos de bordo e espaciais, além de reparos e manutenção em aviões e motores aeronáuticos.

Um dado característico da cadeia produtiva da indústria aeronáutica, em particular, e da indústria aeroespacial, como um todo, é sua grande dependência das atividades de pesquisa e desenvolvimento. Elas permeiam praticamente todos os elos dessa cadeia e se desenvolvem, principalmente, nos centros de pesquisas e nas grandes integradoras e fabricantes.

Assim, o grau de dependência principalmente por parte das MPEs, das instituições de pesquisa em sua maioria, governamentais, aumenta consideravelmente.

Nesse contexto, o CTA merece destaque. Além de contar com o órgão de certificação e homologação do setor – IFI – abriga o ITA, que do ponto de vista da formação de recursos humanos, destaca-se como ativo competitivo para o setor.

A publicação do “livro branco da ciência, tecnologia e inovação”, expressão dos resultados da Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação, realizada em setembro de 2001, pelo Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), contém uma proposta estratégica de rumos da C,T&I no Brasil para os próximos dez anos.

Uma delas é a de promover a inovação para aumentar a competitividade e a inserção internacional das empresas brasileiras, acrescentando que se

deve intensificar o apoio à incubação de empresas de conteúdo tecnológico e apoiar, na intensidade requerida, a transformação de idéias nascidas nas universidades em invenções, e dessas em inovações.

É preciso também reforçar a capacitação em gestão da inovação e tratar da institucionalidade das incubadoras, em particular de sua inserção no meio acadêmico, ampliar a base de financiamento – dependente em quase 100% do setor público –, fortalecer a fase de pós-incubação e intensificar ações orientadas à alimentação do processo de criação de novas empresas de base tecnológica.

Em vários países do mundo os parques tecnológicos têm se constituído um *locus* apropriado para o florescimento de empresas de elevado conteúdo tecnológico, e várias cidades brasileiras concentram, hoje, competência científica e tecnológica suficiente para sediar tais tipos de empreendimentos.

Aliado a essas necessidades, o Fórum de Competitividade – Diálogo para o Desenvolvimento, coordenado pelo Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio (MDIC) e gerenciado pela Secretaria do Desenvolvimento da Produção (SDP), por meio de seu documento básico, datado de 02/12/2002, constitui um espaço de diálogo entre os setores produtivos e o governo para promover a busca do consenso em relação aos gargalos, oportunidades e desafios das cadeias produtivas que se entrelaçam na economia brasileira, propondo ações e metas para a solução dos problemas e aproveitamento das oportunidades.

Genericamente, a Cadeia Produtiva Aeroespacial (aeronáutica militar, civil, espacial e de defesa), no desenvolvimento e na fabricação de seus produtos, caracteriza-se por exigir elevados investimentos; utilizar basicamente mão-de-obra altamente qualificada; integrar atividades multidisciplinares; ser geradora de tecnologias de ponta com rápida evolução; ser de difícil automação devido à pequena escala de produção e processos empregados; propiciar a transferência de inovações a outras indústrias; e possuir, nos produtos, alta densidade tecnológica e longo ciclo de desenvolvimento e produção.

MECANISMOS DE TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA PÚBLICO-PRIVADO

O que se tem observado na prática empresarial é o alto grau de dificuldade de transferência de tecnologia das instituições de P,D&I governamentais para o setor produtivo. Além disso, o descompasso entre a produção de inovações e a transferência das mesmas para o ambiente de negócios gera um gargalo de competitividade no setor, notadamente, por se tratar de uma estrutura industrial intensiva em alta tecnologia.

Um outro aspecto relevante é o perfil das empresas que compõem o setor. Se de um lado temos o estado da arte em tecnologia e desenvolvimento, representado por grandes empresas com inserção global, do outro temos um largo espectro de micro e pequenas empresas, que – em sua maioria – dependem de mecanismos de apoio de transferência de tecnologia.

A exemplo do que ocorre com as demais tomadas de decisão para investimento, as decisões sobre P,D&I, são motivadas pela taxa de retorno que a tecnologia ou inovação vá agregar a performance competitiva da empresa. Assim, o que dita o ritmo das inovações ou o desenvolvimento de novas tecnologias é o mercado. Temos com isso o desafio de implantarmos mecanismos de transferência de tecnologia que possibilitem que as instituições de P,D&I governamentais respondam a essa lógica.

EXEMPLOS DE SUCESSO

PARCERIA CTA / ITA / FUNDAÇÃO CASIMIRO MONTENEGRO FILHO-FCMF

A Fundação Casimiro Montenegro Filho apóia projetos em pesquisa e desenvolvimento, aproximando empresas e universidades, prioritariamente o ITA, difundindo conhecimentos na área de tecnologia avançada e promovendo a capacitação dos recursos humanos envolvidos, atividades que vem ao encontro destas duas principais frentes incentivadas pelo governo brasileiro, contribuindo com a constante busca da competitividade para o setor aeroespacial, complementando os esforços de inovação gerados pelo CTA para atender as necessidades da indústria a qual fomentou o nascimento e permitindo a constante capacitação e atualização tecnológica dos recursos humanos especializados em suas diversas áreas – engenharia aeronáutica, eletrônica, mecânica fina, materiais compostos, etc.

PROGRAMAS DE APOIO AO DESENVOLVIMENTO DE P,D&I DA FCMF/ITA

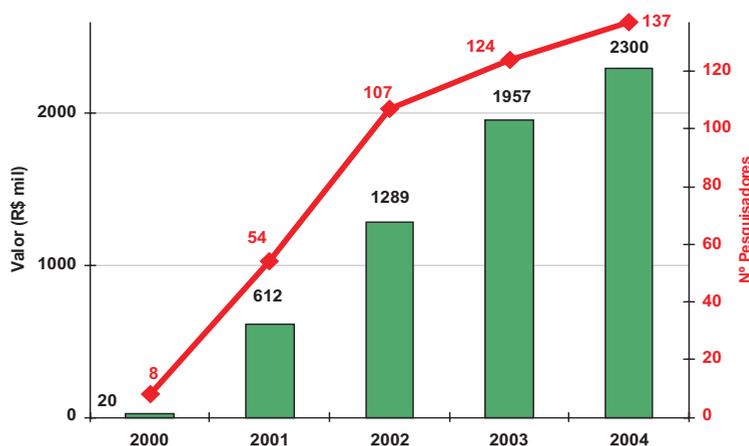
1. Fundos de Desenvolvimento e outros fundos criados para o apoio de diversas atividades do ITA

- FDD – Fundo de Desenvolvimento Didático: voltado principalmente ao apoio da infra-estrutura de salas e laboratórios do ITA;
- FDCT – Fundo de Desenvolvimento Científico e Tecnológico: voltado à concessão de bolsas de pesquisa para professores e pesquisadores;
- Fundo de Bolsas: voltado à concessão de bolsas de estudos a alunos graduandos ou pós-graduandos;
- Vestibular do ITA: voltado à gestão de recursos, desde inscrições até as necessidades de infra-estrutura para a execução do mesmo.

2. Labtec

O Laboratório de Desenvolvimento Tecnológico (Labtec) da FCMF no ITA, destina-se à implementação de projetos relacionados aos Programas de Capacitação e Desenvolvimento Tecnológico, principalmente nas áreas de aeronáutica, informática, telecomunicações e energia. Em seu terceiro ano de operação, disponibilizou todo o seu espaço para as equipes de desenvolvimento, tornando-se um espaço de centralização tecnológica dentro do campus do ITA.

Participação de professores e pesquisadores em projetos



3. IncubAero

A IncubAero é uma incubadora de empresas e projetos de base tecnológica, criada para desenvolver o setor aeroespacial, contando com a parceria do Instituto Tecnológico de Aeronáutica/Centro Técnico Aeroespacial e de entidades de fomento tecnológico e principalmente a Prefeitura Municipal de São José dos Campos. Conta ainda com o apoio do Sebrae e do Ciesp.

Do ponto de vista formal, a IncubAero é um empreendimento da FCMF com autonomia administrativa e financeira, criada por meio de Convênios de Cooperação entre ITA/CTA, FCMF, Sebrae/SJC, Ciesp/SJC e PMSJC. É aberto também a entidades investidoras, tais como Fapesp, Finep e outras.

Possui estrutura organizacional formada pelo conselho deliberativo da FCMF, conselho de orientação (constituído por representantes dos participantes do convênio de cooperação), conselho técnico, gerente, secretaria e consultores.

É dotada de processo de seleção com procedimentos caracterizados por: elaboração do edital de convocação; divulgação do edital; pré-seleção das propostas apresentadas; workshop para os pré-selecionados; encontros com consultores para esclarecimentos adicionais; análise dos planos de negócios; entrevista com os empreendedores; seleção final.

PAPÉIS DOS ATORES NO SISTEMA REGIONAL DE INOVAÇÃO

Temos observado ao longo dos últimos dez anos que as melhores práticas no Brasil, relativas à produção de P,D&I, são aquelas ligadas a redes de colaboração e cooperação. Essa prática tem se intensificado, notadamente, nas fundações de amparo à pesquisa e nas instituições de apoio as universidades e centros de pesquisa.

Cabe ressaltar que no caso específico do setor aeroespacial essa proposta merece uma atenção diferenciada, uma vez que as instituições de pesquisa, as universidades, as instituições de apoio e a estrutura produtiva concentram-se em uma única região.

Assim, os resultados nos indicam que devemos continuar a perseguir esse caminho. Entretanto, para otimizarmos esse processo faz-se necessário um amplo debate a cerca dos papéis dos atores da produção de P,D&I. Dessa forma, poderíamos pensar na seguinte divisão de papéis:

GOVERNO FEDERAL

- Incrementar os investimento nos fundamentos de ciência e tecnologia;
- Provisão de fundos com contrapartida para estratégias estaduais e regionais de desenvolvimento;
- Promoção de estratégias de desenvolvimento regional que enfatizem inovação;
- Aperfeiçoamento do contexto para políticas de inovação;
- Alocação de fundos federais para reforço do desenvolvimento competitivo do *cluster aeroespacial*;
- Provisão de melhores dados para a medição da composição e do desempenho econômico do *cluster aeroespacial*.

GOVERNO ESTADUAL

- Investimento nos fundamentos de C&T;
- Aperfeiçoamento de sistemas de informação para a regular coleta de dados e a medição do desenvolvimento do *cluster aeroespacial*;
- Ênfase na dimensão regional em estratégias estaduais de desenvolvimento de *clusters*;
- Patrocínio de programas que promovam o desenvolvimento do *cluster aeroespacial*;
- Focalização do recrutamento empresarial em função das necessidades do *cluster aeroespacial*.

GOVERNO LOCAL

- Forte suporte à educação básica,
- Promoção do desenvolvimento do *cluster* aeroespacial – estabelecimento de parques industriais e de pesquisa que promovam a competição baseada em inovação;
- Aperfeiçoamento da infra-estrutura básica de negócios [comunicação, transporte, etc.];
- Desenvolvimento de uma estratégia regional que envolva os principais tomadores de decisão.

UNIVERSIDADES E INSTITUTOS DE PESQUISA

- Reconhecimento da importância do seu papel no desenvolvimento regional;
- Apoio aos esforços de estabelecimento de empresas start-up por parte de professores, alunos e pesquisadores;
- Criação e suporte de escritórios de transferência de tecnologia;
- Participação ativa em esforços de desenvolvimento do *cluster* aeroespacial;
- Alinhamento do currículo universitário e de programas de pesquisa para atendimento das necessidades do *cluster* aeroespacial.

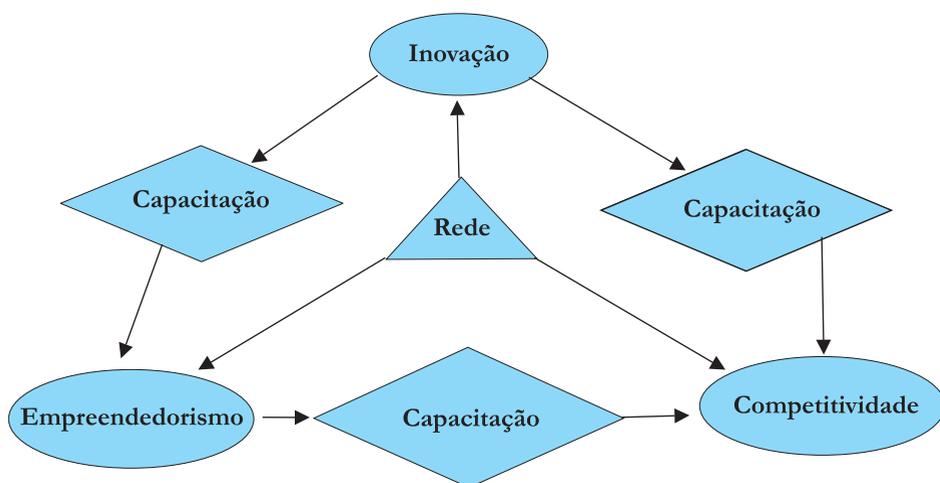
SETOR PRODUTIVO

- Reconhecimento da importância da localização para vantagem competitiva;
- Contribuição ativa para atividades de desenvolvimento do *cluster* aeroespacial;
- Exercício de um papel ativo no aperfeiçoamento do ambiente de negócios;
- Entendimento do *cluster* como um ativo competitivo.

INSTITUIÇÕES PARA COLABORAÇÃO E APOIO

- Promoção da importância do estabelecimento do *cluster* de inovação aeroespacial;
- Ampliação do seu quadro de integrantes, de modo a incluir todos os componentes do *cluster*;
- Engajamento no diagnóstico contínuo da posição competitiva do cluster aeroespacial;
- Desenvolvimento de programas de treinamento técnico e capacitação gerencial, notadamente, para MPEs;
- Participação ativa em atividades de recrutamento empresarial.

Modelo de rede de interdependência e colaboração



DESAFIOS PARA GANHO DE COMPETITIVIDADE A PARTIR DA P,D&I

Os próximos dois anos trazem para as empresas do setor um grande desafio: aumento de competitividade. Esse desafio torna-se ainda maior se considerarmos que, em sua maioria, as empresas são de pequeno e médio portes. Assim, a formulação de uma política para incrementar a produção de P,D&I, passa, necessariamente, por esse fator. A título de exemplo, um plano de ação para atender essa demanda deveria contemplar, minimamente, os seguintes itens:

Desenvolvimento tecnológico: aprimoramento tecnológico utilizando o conhecimento adquirido pelos pesquisadores, docentes, graduandos e pós-graduandos das instituições educacionais, no desenvolvimento de novos projetos, novos módulos, novas interfaces.

Capacitação tecnológica: desenvolver e incrementar o conhecimento e a competência das empresas e instituições de ensino, por meio de projetos, envolvendo a capacitação e o aperfeiçoamento de seus profissionais e proporcionando a interação entre a teoria e a prática.

Um outro aspecto, não menos importante, são as barreiras enfrentadas pelas empresas no que diz respeito à estruturação dos negócios no setor, entre as quais podemos destacar:

1. Tributação dos insumos de P,D&I;
2. Barreiras para contratação de pessoal ligados às instituições públicas;
3. Barreiras legais que impedem a utilização de infra-estrutura de pesquisa (laboratórios de pesquisa e ensaios) das instituições governamentais.

MODELO DE ATUAÇÃO¹

Tem sido bastante complexo o estabelecimento de redes colaborativas que promovam a competitividade de *clusters*.

Aspectos como sua abrangência de atuação e o comportamento dos *clusters*, os quais podem ser considerados redes socioeconômicas complexas e adaptativas, tornam essa questão trabalhosa e de abordagem indireta.

Essa abordagem permite, ao mesmo tempo, não só avaliar o comportamento de um dado *cluster* de modo isolado, como compará-lo a referências internacionais, desde que respeitados certos princípios na organização dos indicadores e correspondente métrica. Esse aspecto é de fundamental importância para identificarmos o grau de competitividade das empresas.

¹ Modelo proposto no plano diretor do Centro para a Competitividade e Inovação do Cone Leste Paulista (Cecompi).

A efetiva capacidade de visão e atuação sistêmica junto às lideranças dos agentes socioeconômicos locais, estaduais e federais é que será, em última instância, o critério maior de avaliação do desempenho dessas redes.

Enfim, a formação de redes com o papel de promover, incentivar e facilitar os processos de inovação, de gestão de conhecimentos, além dos aspectos econômicos do *cluster* aeroespacial, mantendo uma visão sistêmica voltada para a competitividade e o desenvolvimento sustentado.

CONCLUSÃO

Como conclusão, creio que podemos deixar para reflexão a necessidade de estabelecermos um plano de ação baseado na Gestão de conhecimento e inteligência competitiva, inserção e promoção de redes colaborativas, apoio à pesquisa e desenvolvimento e apoio ao mercado. Com isso, as empresas do setor, notadamente, as MPEs, terão acesso a informações estratégicas e ações de suporte ao incremento da competitividade do *cluster* aeroespacial, baseado, principalmente, na produção intensiva de P,D&I. Para o sucesso dessa empreitada faz-se necessário a urgente concertação de esforços com o objetivo de otimizar os resultados esperados.

Desenvolvimento regional e inovação como instrumentos fundamentais para o desenvolvimento brasileiro

*Antonio Carlos F. Galvão**

1. INTRODUÇÃO

Este artigo compreende um apanhado das idéias recentes sobre o tema da inovação e do desenvolvimento regional. Objetiva criar bases para uma reflexão sobre a importância da política nacional de desenvolvimento regional para o Brasil e demonstrar oportunidade para que se articule esta política com iniciativas de apoio à inovação, especialmente nas escalas subregionais.

2. POLÍTICA DE DESENVOLVIMENTO REGIONAL NO SÉCULO XXI

O lento processo de regressão da política de desenvolvimento regional brasileira desde seu auge na virada para os anos 60 levou, por fim, à extinção de seu símbolo maior, a Sudene. Sem que seja necessário grandes raciocínios ou esforços de memória e recompilação de dados e fatos, isso significa que o espaço real e virtual da política de desenvolvimento regional no contexto das políticas de desenvolvimento ficou crescentemente restrito, secundário e marginal no Brasil.

O grande esforço de organização de uma nova estratégia espacial, baseada em eixos nacionais de integração e desenvolvimento (Consórcio Brasileira 2000), com propósitos declarados de renovar as iniciativas regionais, terminou por ajudar a consolidar a trajetória de declínio da velha política de desenvolvimento regional ao se recusar a assumir explicitamente

* Antonio Carlos F. Galvão é doutor em Economia Aplicada, secretário de Políticas de Desenvolvimento Regional do Ministério da Integração Nacional.

responsabilidades sobre a reversão das desigualdades regionais. Colocou-se como que um ponto final no já muito desgastado aparato institucional herdado do final dos anos 50.

Faltou na promissora experiência dos “eixos” uma visão de política regional, para além do diagnóstico espacial do desenvolvimento brasileiro e da mera espacialização das iniciativas governamentais em curso ou “em carteira” (Galvão e Brandão 2003). Suspeito mesmo que o exercício de sua formulação envolveu um preconceito com relação à política de desenvolvimento regional. O estudo foi desenvolvido como se a idéia de cuidar de um certo equilíbrio espacial, a exemplo dos carcomidos instrumentos de política regional sobreviventes, não merecesse apoio governamental. Nestes tempos de globalização, seria inaceitável adotar um política aparentemente contraditória com os requisitos de competitividade reclamados. Assim, a política de constituição de eixos nacionais de integração e desenvolvimento, que parecia propor uma renovada maneira de lidar com o território, terminou efetivamente condicionando a maior parte de sua abordagem substantiva a uma visão particular do problema da inclusão brasileira nos circuitos econômicos internacionais (Galvão e Brandão 2003).

No Brasil, país campeão de desigualdades sociais e, por extensão, regionais, o refluxo das políticas ativas de desenvolvimento foi acachapante, relegadas como exemplos do velho e deplorável jeito de organizar as intervenções. Campos de atuação do setor público assemelhados ao regional também foram pesadamente afetados como, por exemplo, as políticas setoriais ativas de promoção de investimentos industriais. Súbito parecia não haver mais sentido em apoiar empreendimentos ou setores específicos, mas apenas lidar com políticas horizontais, supostamente de alcance generalizado e, por isso, inofensivas à operação dos mecanismos de mercado.

Alargando nossos horizontes, quando se olha para o que se passa em outras partes do mundo a visão parece oposta. As políticas regionais foram fortalecidas em vários países, embora nem sempre com enfoques semelhantes. De fato, estruturaram-se perspectivas variadas, algumas mais pesadamente voltadas para a redução de disparidades, outras menos, mas invariavelmente articuladas a missões de desenvolvimento. Afinal,

desigualdades regionais não são um problema de mesma natureza e grau de intensidade para todos os países.

Diante do grau de desigualdades regionais que se observa no país, não seria possível imaginar políticas ativas de desenvolvimento que não se descuidassem do problema regional e mantivessem, ao menos, uma perspectiva de colaborar para a convergência dos níveis de renda das diversas regiões e mesmo dos indivíduos?

A resposta, adiantamos, é sim. No mundo da globalização, com todas as forças centrípetas e disruptivas da nacionalidade que engendra, há lugar para ações e regulações que lidem com a questão das desigualdades. Mesmo se considerarmos o estrito figurino das iniciativas devotadas ao desenvolvimento regional pelo mundo afora, veremos que essas preocupações não foram abandonadas. Elas foram até mesmo objeto de importantes iniciativas, consentidas pelos que defendem as orientações maiores do sistema econômico mundial.

Parece um contra-senso que um país que apresenta tão elevados níveis de desigualdade não faça uso intensivo de mecanismos e instrumentos excepcionais, que são tolerados e aceitos internacionalmente.

3. A GLOBALIZAÇÃO, SUA ESPACIALIDADE E IMPACTO NO BRASIL

Quais são, afinal as características do desenvolvimento no mundo da globalização? Qual é a configuração das forças que impulsionam o essencial das economias no novo cenário?¹ O quadro 1, a seguir, apresenta uma síntese dos principais fenômenos assinalados.

¹ Existem várias resenhas que abordam as relações econômicas e sociais no mundo da globalização. Além das clássicas ou de “primeira hora” como os famosos Piore e Sabel 1984 ou Harvey 1989, pode-se sugerir Chesnay 1996; Furtado 1998; Veltz 1999, Carneiro 1999, Castells 1999, Fiori 1999, UNCTAD 1999 ou Eichengreen 2000. Cf. também Fernandes 2001 e Galvão 2004.

Quadro 1. Principais fenômenos associados à globalização

Plano nacional	Plano internacional
<ul style="list-style-type: none"> • abertura da economia e liberalização dos mercados; 	<ul style="list-style-type: none"> • novo paradigma informacional
<ul style="list-style-type: none"> • quebra das barreiras ao livre trânsito de mercadorias e, especialmente, de capitais; 	<ul style="list-style-type: none"> • regimes de câmbio flutuante e aceleração da mobilidade dos capitais;
<ul style="list-style-type: none"> • desproteção do mercado de trabalho; 	<ul style="list-style-type: none"> • hegemonia da dimensão financeira;
<ul style="list-style-type: none"> • desarticulação das políticas ativas de desenvolvimento (Estado mínimo); orçamentos equilibrados; 	<ul style="list-style-type: none"> • revisão de práticas comerciais (OMC) e menor tolerância c/ protecionismo (sobretudo para alguns);
<ul style="list-style-type: none"> • estabilidade monetária; 	<ul style="list-style-type: none"> • blocos comerciais (Nafta, UE, Mercosul);
<ul style="list-style-type: none"> • privatizações e concessões de serviços públicos etc.; 	<ul style="list-style-type: none"> • fusões e aquisições conformando mega corporações transnacionais;
<ul style="list-style-type: none"> • redemocratização 	<ul style="list-style-type: none"> • fim da guerra fria e exacerbação da hegemonia norte-americana

A constituição do novo paradigma tecno-econômico e a consolidação da liberalização financeira constituíram os dois pilares das transformações associadas à globalização. A eles associou-se amplo ideário neoliberal que apontava para formas de regulação relacionadas aos mercados em detrimento do Estado, sobretudo no que respeita às determinações de sua instância nacional² (Boyer, 1998). Um movimento que se explica em grande medida pelo vácuo institucional deixado pela profundidade das mudanças.

O Brasil começou a se ajustar aos novos tempos após resistir por longo tempo às pressões internacionais, em parte por causa do seu sucesso relativo anterior na trilha do crescimento econômico, em parte porque não sabia bem como reagir aos sinais do “novo” capitalismo homogêneo e desregulado. Mas, também, porque durante o interregno de dez anos, aproximadamente, faltaram-lhe condições mínimas de estabilidade monetária e financiamento para que pudesse retomar, com segurança e alguma autonomia, uma trajetória de desenvolvimento. Foram tempos de crise da dívida e de aceleração forte da inflação, que corroe a precária estabilidade monetária.

A perspectiva de recuperação do apoio externo necessário ao reequilíbrio das contas internas, já que a dívida havia sido assumida pelo

² Boyer (1998) defende a idéia de um movimento cíclico associado à hegemonia de cada uma dessas formas preponderantes de regulação da economia. Evidente que, como uma não depende da outra, prevalece na maior parte do tempo uma salutar divisão de tarefas. Segundo o autor, o predomínio neoliberal já vem engendrando as condições para a reversão desse quadro, ao expor as denominadas “falhas de mercado” que têm se exacerbado.

Estado, impunha condicionalidades à economia do país, que vão se materializar no princípio dos anos 90.

Entre outros processos defendidos ardorosamente, cabia dispor-se a reduzir drasticamente os níveis tarifários e os eventuais contingenciamentos às importações, abrir o mercado externo à produção globalizada sem contrapartidas em termos de recepção de nossas exportações, no suposto simplório de que isso promoveria um aumento da eficiência relativa da economia brasileira. Além disso, devíamos favorecer o trânsito dos capitais pelos circuitos globais a partir dos nodos existentes na nossa economia. Competia, também, promover a remoção de inúmeras barreiras legais, tornando o ambiente econômico mais favorável à convivência com o capital estrangeiro.

Um dos segmentos mais visados foi o mercado de trabalho, cuja flexibilização era questão que por razões óbvias, atraía o apoio dos empresários locais.³

Cabia, ainda, proporcionar uma estabilidade mínima aos capitais dispostos a vir para o país, oferecendo-lhes uma ambiência macroeconômica favorável. O que não significava, naturalmente, ir além da instabilidade usual esperada de uma economia periférica, que proporcionasse uma remuneração elevada para as aplicações financeiras relacionadas à flutuação cambial e à elevada e volátil taxa de juros.

Por fim, cabia encetar processos de privatização e concessão de serviços públicos, abrindo setores estratégicos antes restritos à atuação dos segmentos privado nacional e estatal. Pela via do enfraquecimento da posição patrimonial dessas frações do capital, então esmagadas pela incapacidade de se financiar em moeda forte, abriu-se larga oferta de aquisição de empreendimentos de rentabilidade assegurada pelos oligopólios globais instalados nos setores como telecomunicações, energia e outros de menor expressão relativa. Com isso drenou-se o mais valioso ativo erigido nos anos de maior ritmo de crescimento, as poucas empresas nacionais de porte

³ No Brasil, o debate se aguçou especialmente no caso do setor de informática, face ao dispositivo legal aprovado pelo Congresso Nacional que previa uma reserva de mercado para os fabricantes nacionais. Certamente, um mau exemplo para terceiros países, a ser impiedosamente extirpado do ambiente global.

mundial, invariavelmente estruturadas a partir do capital estatal.⁴ Pode-se afirmar, sem dúvida, que todos esses pontos estavam negociados à contento dos formuladores internacionais no princípio dos anos 90.

Quais as formas espaciais que prevalecem nesse mundo da globalização? Temos, hoje, melhores condições de perceber suas implicações espaciais. A globalização se caracteriza pela presença de uma “rede-arquipélago” de grandes pólos, centrados nos segmentos ou setores financeiros e da indústria de alta tecnologia (Veltz 1999). O que ocorreu? Os processos de compressão do tempo e do espaço – na feliz conceituação de Harvey (1989) –, ao invés de significarem uma economia pura de fluxos indiferentes ao espaço, resultaram numa enorme polarização geográfica da atividade econômica, que concentra ainda mais seus recursos nas grandes metrópoles.

De fato, a literatura realça o reforço do processo de metropolização, que faz emergir uma dominância ainda mais avassaladora dos grandes centros urbanos. As “cidades mundiais” seriam os nodos das redes articuladas em escala global e a localização preferencial dos grandes blocos de capitais, liderados por seus poderosos braços financeiros (Sassen 1999; Castells 1999; Veltz 1999). Ao contrário do que assinalavam as análises do fenômeno da emergência do novo paradigma tecno-econômico no sentido de patrocinarem uma crescente possibilidade de deslocamentos espaciais quase sem restrições, o resultado final antes sublinhava as tendências concentradoras e aglomerativas presentes nas economias mundiais.

Por que a aglomeração ainda se mostrou importante, realçando o valor da proximidade⁵, apesar das considerações teóricas abstratas sobre o fim da distância? Entre outras razões porque o sistema capitalista ainda mantém suas mais íntimas leis em vigor e opera sob o estrito jugo da concorrência.⁶ Como bem assinalou Sassen (1999), as cidades ainda representam o locus do comando concentrado que as estruturas do capital almejam. Elas são o

⁴ Outros países, como a República da Coreia, patrocinaram em momentos passados vasta conversão das empresas patrocinadas pelo Estado para a propriedade de alguns empresários (Wade, 1989; Vioti, 1998).

⁵ Há toda uma escola sobretudo francesa estruturada em torno à idéia de “proximidade”. Ver, por exemplo, o sítio <<http://www.univ-tlse1.fr/lereps/proximate>> .

⁶ Observam-se processos de desconcentração espacial das plantas e estruturas específicas de produção, comercialização etc. Mas elas constituem, quase sempre, partes dos blocos centralizados de capital, cada vez mais agigantados pelos circuitos globais.

lugar por excelência das empresas financeiras e prestadoras de serviços especializados, carregam para si os maiores e melhores esforços de inovação e, por fim, constituem os mercados preferenciais para os novos produtos gestados.

Adicionalmente, segmentos sociais específicos dessas megacidades estão conectados às redes globais, estando as demais frações da sociedade local, que não lhes interessam diretamente, desconectadas (Castells, 1999). Isso é particularmente verdadeiro no caso dos segmentos de ponta do sistema econômico, a exemplo de setores financeiro e de alta tecnologia. Produz-se, assim, um distanciamento das estruturas relevantes da economia para com os problemas sociais presentes nesses centros, ou seja, o espaço das grandes empresas globais e também dos outros elos locais das respectivas cadeias de produção e geração de valor se afasta da vida das populações locais que nelas residem.

A autonomização desses circuitos globais resulta na cobrança de menores contrapartidas dessas empresas, contribuindo simultaneamente, de um lado para a redução acelerada de custos e a ampliação dos ganhos por ela auferidos e, de outro, para o aumento dos problemas sociais com perda de recursos públicos e deterioração dos respectivos serviços.

Economia e sociedade ‘dessolidarizam-se’ na maioria das situações. Mas se isso constitui um problema, pois nem todo o conjunto social articula-se efetivamente à rede, por outro lado, significa que existe vida social produtiva para além desses circuitos, suscitando formas de se burlar as determinações imperativas do mundo globalizado.

Por debaixo dos espaços articulados pela rede, subsistem outros, menos dinâmicos, mas ainda importantes, que respondem por fatia não desprezível dos recursos disponíveis na sociedade. No caso do mundo desenvolvido, esse espectro de população é indiretamente engajado por meio de transferências aos circuitos econômico oficiais, reduzindo tensões sociais.⁷ No caso dos países subdesenvolvidos, no entanto, engordam uma massa crescente de desprotegidos, que vagam muitas vezes à margem das condições mínimas de sobrevivência, instabilizando os respectivos sistemas político-sociais.

⁷ Considere-se, por exemplo, a ampla gama de serviços de baixa produtividade sustentados por via indireta nos EUA ou a vasta profusão de subsídios concedidos à agricultura européia produzindo os mesmo efeitos.

Mas há um elemento adicional a ser melhor investigado. Afinal, qual a relação que prevalece entre desenvolvimento regional e globalização? É fato que a globalização ativa e estimula as iniciativas à escala regional mas o faz de forma que seus tentáculos possam extrair o melhor de cada local.⁸ A rede busca competências específicas que possam resultar em melhores condições de valorização dos capitais por ela articulados. Nesse movimento, são as redes que cobram várias contrapartidas das localidades e respectivas estruturas sociais⁹, sob a forma de benefícios fiscais, infra-estruturas, recursos humanos treinados e qualificados, padrões de qualidade de vida, inclusive culturais, mesmo que em sítios específicos, separados ou protegidos de frações do conjunto social, como condomínios, *shopping centers*, etc.

Naturalmente essas tendências se manifestam de maneira distinta conforme cada localidade e a posição que ocupam na hierarquia socioeconômica mundial. Quanto mais débil a inserção da localidade, maiores as contrapartidas que os capitais globais conseguem auferir das estruturas sociais locais. A esse respeito, mesmo São Paulo, nosso maior representante na rede está classificado como um “centro regional global”, uma inserção especializada (Castells 1999).

Mas é preciso estar alerta para as contradições que essa forma espacial engendra, sobretudo quando se trata de pensar políticas. A rede não é de forma nenhuma estável, cabendo sempre atinar para as oportunidades econômicas a explorar em cada local, em cada região, em cada país. A oportunidade de conexão a ela não define para todo o sempre o destino da região. A fragmentação que resulta da inserção parcial de suas estruturas sociais pode suscitar arranjos singulares, autonomizados e, em certa medida,

⁸ Isso fica evidente a partir das análises associadas às “cadeias de valor” (*value-chain*), que recuperam elementos da vertente teórica da “divisão territorial do trabalho”, particularmente no que respeita à consideração das relações de poder. Avançando para além do arcabouço original das “cadeias globais de mercadorias” (*commodity-chain*), procura discutir a geografia mutante do mundo da globalização prestando atenção à distribuição do valor adicionado e da riqueza nas redes globais de produção de mercadorias e serviços. Define que essas redes globais nada mais operam que uma complexa mas articulada divisão territorial do trabalho, “macroregional” no sentido internacional, segmentando essencialmente espaços de comando e detentores de competências nobres daqueles ofertantes de condições adequadas para a exploração de diferenciais de custos de mão-de-obra e outras habilidades de menor significado estratégico. Naturalmente, as cadeias são organizadas conforme as maiores possibilidades de geração de lucros corporativos (Smith *et alli*, 2002; Dunford 2002).

⁹ A trajetória da indústria automotiva brasileira nos anos 90, em meio ao processo de “guerra fiscal”, oferece um bom exemplo disso. Ver Prado (1999), Prado e Cavalcante (2000) e Alves (2001).

complementares – ou conflitantes, conforme o ponto de vista – aos observados na rede em si. Uma política de desenvolvimento regional deve obrigatoriamente buscar criar sinergias e solidariedades onde elas aparentemente não têm porque surgir diante da lógica da globalização.

4. DOIS MODELOS CARICATURAIS DE DESENVOLVIMENTO REGIONAL

Que elementos são importantes reter para discutirmos o desenvolvimento regional? Para responder essa questão sugerimos contrapor duas estratégias ou modelos de desenvolvimento caricatas, que realçam as diferenças entre passado e presente e entre as escalas espaciais ajudando, assim, a esclarecer o essencial.

O primeiro modelo corresponde a uma estratégia de desenvolvimento regional que busca apenas uma inserção passiva, mesmo que extremamente especializada, na grande rede mundial. Ela possui alguns requisitos de partida para que as regiões se habilitem:

- apresentar estrutura produtiva de porte mínimo, compatível com a empreitada;
- prover condições mínimas em termos de infra-estrutura e oferta de serviços;
- oferecer, pelo menos, algum elemento atrativo diferenciador (mercado, baixo custo da mão-de-obra, oferta abundante de algum recurso natural etc.);
- conceder “privilégios” para certos mundos da produção não compartilhados a princípio com os locais;
- proporcionar um ambiente macroeconômico de certa estabilidade e relações capital/trabalho comportadas.

Aqui, tende-se a centrar atenção nas empresas e nas relações interindustriais em si, tirando-se menos proveito dos fatores sistêmicos locais e relações sociais profícuas, que podem ou não estar presentes. De certa maneira, a estratégia induz a uma lógica mais afeta ao “grande capital”, prevalecendo interesses que “pairam acima” dos locais. Não sem razão, a adoção dessa estratégia cobra menor engajamento dos atores locais e também importa numa drenagem mais elevada de recursos da região para fora. A

região representa, nesse caso, mais um receptáculo de empreendimentos alienígenas. A região, aqui, é subordinada ao global.

De outro lado, pode-se delinear um modelo que aponta uma estratégia de inserção ativa, baseada na construção de nexos mais orgânicos entre as capacidades e potencialidades locais – institucionais, humanas, naturais e infra-estruturais – e as estruturas produtivas envolvidas. Aqui, seriam requisitos à adoção desse tipo de estratégia:

a) apresentar relações interindustriais intensas, que admitem a inclusão de estruturas de porte mais reduzido;

b) promover sinergias e estimular associação/consórcio dos atores regionais, também favoráveis a uma operação em múltiplas escalas espaciais;

c) favorecer o aprendizado, a inovação e a capacitação para a competição, preocupando-se com a qualificação da mão-de-obra, o aprimoramento constante das empresas e a provisão de serviços necessários ao seu bom desempenho;

d) regular dinamicamente os incentivos concedidos, escalonando-os temporal e setorialmente, de forma a estimular um avanço das estruturas capazes de proporcionar a geração de maiores valores agregados;

e) proporcionar relações capital/trabalho fundadas na cooperação, com a oferta de condições de trabalho e salários adequados e a repartição de ganhos;

Nessa segunda estratégia, a inserção na rede não é um objetivo primário ou principal, mas uma possibilidade adicional. A densidade do tecido socioeconômico subjacente importa na reivindicação de maiores contrapartidas para a região, suscitando trajetórias mais ambiciosas de desenvolvimento e a melhor repartição social dos benefícios. Aqui a estratégia parece alargar seus horizontes, avançando para além do estritamente econômico na consideração de outras dimensões do tecido social. Nessa situação, é de certa forma o local que regula a inserção global.

A discussão das teorias do crescimento espelha, em larga medida, a passagem do primeiro para o segundo modelo. Antes, toda a explicação do crescimento residia no fator capital e a atenção dos economistas recaía sobre

sua dimensão física, materializada em máquinas, prédios, etc. (Solow 1957). Hoje, atribui-se significado expressivo para dimensões intangíveis dos fatores de produção – tecnologia, conhecimento, instituições etc. –, justamente os que envolvem processos coletivos virtuosos que permeiam toda a atividade produtiva (Quah 2001). Aqui, se realça a importância da inovação e da capacitação tecnológica como elementos dinâmicos essenciais ao sucesso duradouro na sociedade capitalista e, portanto, a qualquer estratégia de desenvolvimento, nacional, regional ou local (Landabaso 1994, Viotti 1996, Galvão 1998).

Conquanto esses dois modelos caricaturais se afastem da maior parte das situações reais concretas que enxergamos, cumprem o papel de situar os marcos básicos de nossa discussão do desenvolvimento regional. De certa forma, regiões mais débeis e fracas estão mais sujeitas à imposição de enclaves produtivos – ou “plataformas industriais satélites”, no jargão de Markusen (1995) –, como podemos divisar, por exemplo, em muitas experiências concretas anteriores em várias localidades. Mas isso decorre da dificuldade de superar um equilíbrio de forças que tende a pender para o lado exterior de sua formação social, pois existem ali fraquezas inerentes à sua condição de subdesenvolvimento. Ao contrário, regiões mais densas desde a perspectiva socioeconômica estão quase sempre melhor aparelhadas para se posicionar no processo, cobrando maiores contrapartidas de sua inserção, mas cuidando da reprodução autônoma de seus próprios ativos de desenvolvimento. O que nos lembra que compete à política, justamente, organizar as ações e estruturar a melhor estratégia.

5. A HOMOGENEIDADE ESPACIAL DAS DESIGUALDADES REGIONAIS

Qual a dimensão das desigualdades regionais no Brasil e como se compara com a de outras nações? Como se matizam as regiões perante possíveis estratégias de desenvolvimento? Essa resposta, em escala mais detalhada, tem sido dada por alguns trabalhos contemporâneos.¹⁰

O mais significativo daqueles trabalhos pioneiros foi o organizado pelo Pnud/Ipea/IBGE/Fundação João Pinheiro (1998b). Os dados ali

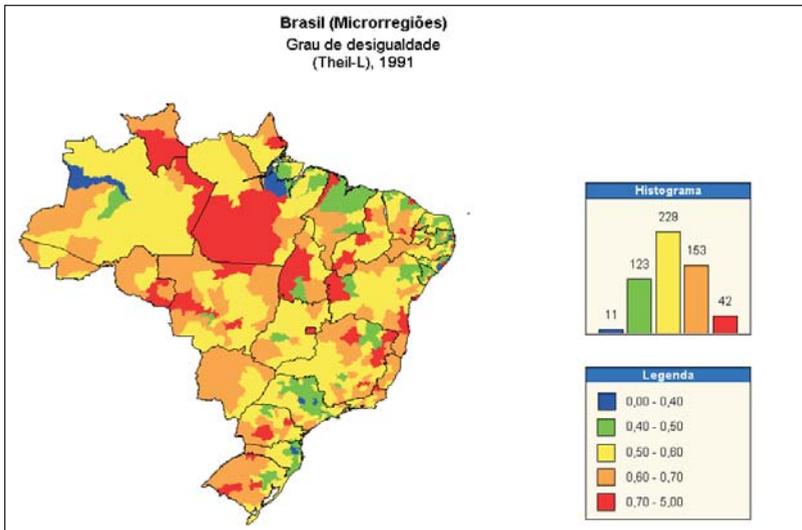
¹⁰ Entre outros, Lavinias *et alii* 1996, PNUD/Ipea/Fundação João Pinheiro/IBGE 1998a e 1998b e Ipea/IBGE/Nesur IE/Unicamp 1999.

apresentados ressaltavam um aspecto pouco considerado nas análises que se sucederam (Mapa 1).

O mapa que apresenta o índice de desigualdades de Theil, à escala microrregional, e que foi construído a partir dos dados de renda média familiar de 1991, mostrava padrões de variação que se distribuíam de maneira relativamente uniforme por todas as macrorregiões e unidades da federação do país.

Inusitadamente, as desigualdades sociais compreendem o traço mais homogêneo de nossa organização espacial. Há representantes de todos os quintis espalhados por todo o mapa. Encontram-se microrregiões menos desiguais em áreas de maior incidência relativa de pobreza – como São Miguel dos Campos, em Alagoas – ou de riqueza – como Limeira, em São Paulo. Observam-se microrregiões mais desiguais também tanto em regiões de maior pobreza – Ilhéus e Itabuna, na Bahia – como de riqueza relativa – Santa Cruz do Sul, no Rio Grande do Sul.

Mapa 1

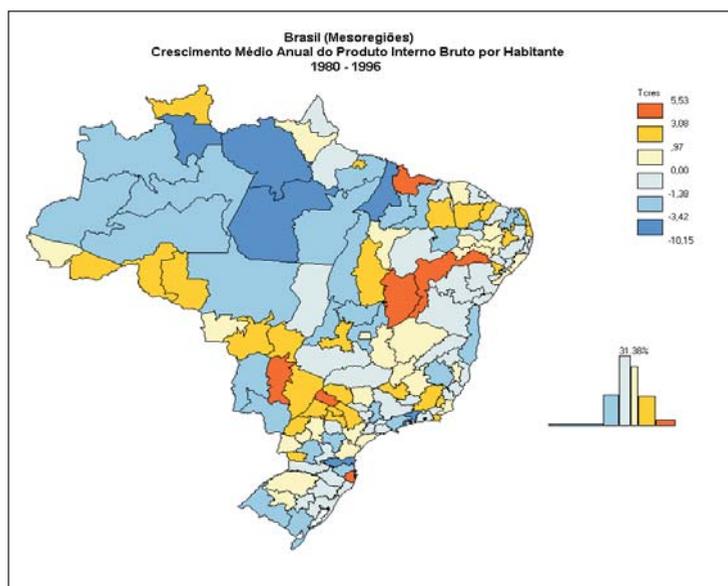


Fonte: Pnud/Ipea/Fundação João Pinheiro (1998b).

Outros estudos trataram de estimar o produto interno bruto (PIB) dos municípios, possibilitando avanços na caracterização da dinâmica econômica dos subespaços brasileiros. Permitiram uma visão para além da renda, para a qual operam mecanismos de transferência que amenizam o contraste espacial.

No Mapa 2, parece considerável o número de espaços estagnados ou em declínio econômico nesses 17 anos. As mesoregiões amarelas e laranjas apresentaram crescimento positivo, enquanto as azuis claras e escuras, crescimento negativo do PIB estimado. O conjunto brasileiro teria regredido 0,44% a.a. no período, mas inúmeros subespaços nacionais apresentaram desempenho econômico pior. Como já salientou Pacheco (1998), o traço preponderante foi a estagnação, mas percebam que a dinâmica ficou afastada dos principais núcleos urbanos e brindou, na maior parte, áreas de menor densidade econômica.¹¹ Um resultado não de todo desfavorável ao objetivo de redução das desigualdades, mas que proporciona um ganho pífio diante da falta de dinamismo geral, que magnifica as tensões sociais e sugere, em definitivo, a falta de sustentação dinâmica do processo.¹²

Mapa 2



Fonte: Andrade e Serra *apud* Ajara (2001); elaboração nossa com Philcarto
<<http://perso.club-internet.fr/philgeo/>>

¹¹ As análises da evolução dos sistemas urbanos no Brasil registraram com clareza esse processo. Ver Andrade e Serra (1998) e Ipea/IBGE/Nesur/IE/Unicamp (1999).

¹² Tem razão Cano (1998) quando diz que se deve cuidar em simultâneo da velocidade da locomotiva e da unidade da composição. Isso reitera a necessidade de se conjugar, na política, objetivos de redução das desigualdades com outros associados ao crescimento econômico e aumento da inclusividade social do modelo.

Ajara (2001), analisando os PIBs produzidos por Andrade e Serra (1999), mostrou para 1996 uma distância de 17,9 vezes entre o PIB por habitante mais baixo, da mesorregião Leste Maranhense, de cerca de R\$ 550,00 e o mais elevado do Distrito Federal, de cerca de R\$ 9.880,00. Dezesesseis anos antes, em 1980, o PIB por habitante da mesorregião Sertão Alagoano, de R\$ 690,00, contrastava com o PIB por habitante da Região Metropolitana de São Paulo, de cerca de R\$ 10.150,00; relação de 14,7 vezes entre o maior e o menor.

E como se configuram as desigualdades regionais em outras partes do mundo? O exemplo europeu parece elucidativo a esse respeito (CE, 2001). Entre Luxemburgo, o país mais rico da União Européia, e a Grécia, atualmente o mais pobre dos 15 países-membros, observou-se, em 1998, uma diferença de níveis de produto nacional bruto por habitante de cerca de 2,86 vezes; entre as regiões (Nuts II), essa diferença alcançava 3,9 vezes, entre Bruxelas (Bélgica) e os Açores (Portugal).¹³ Nos Estados Unidos a mesma relação entre estados foi de 1,6 vezes, atestando sua maior homogeneidade social e territorial (CE, 2001).

Cotejando os dados dos países, podemos formar um juízo mais preciso (Tabela 1). As desigualdades na União Européia dos 15 e, principalmente, nos Estados Unidos mostraram-se, portanto, bem inferiores àquelas que se identificavam para o Brasil. A atual União Européia que congrega os 25 países – mais dois, cuja inclusão será ainda mais diferida no tempo – apresenta níveis de desigualdades próximos, mas ainda bem inferiores ao brasileiro.

As distâncias entre os subespaços mostraram-se acentuadas no Brasil, particularmente no plano sub-regional. Para as mesorregiões observou-se uma relação quase sete vezes maior que a das regiões da UE dos 15 em 2001. Lá, todo o esforço da política de desenvolvimento regional conseguiu, na melhor hipótese, contrabalançar as fortes tendências existentes para a concentração espacial da atividade econômica nesta era.¹⁴

¹³ Desconsiderou-se a nova divisão da região de Londres (a região NUTs II *Inner London*) que produziria distorção na comparação com dados anteriores. O “Alargamento” da União, com a entrada de novos Estados-membros oriundos da Europa Central e do Leste, promete alterar esse quadro profundamente. Todos os países candidatos situam-se em patamares inéditos de PNB per capita quando comparados com os atuais Estados-membros.

¹⁴ As forças centrípetas têm predominado na globalização, diante da relativa mobilidade de certos fatores – capital – e imobilidade de outros – sobretudo trabalho, ao contrário do que seria de se esperar com as transformações em direção à economia “sem peso” (*weightless*) e indiferente à distância geográfica (*death of distance*). Mas não há uma resultante espacial definitiva do complexo conjunto de forças intervenientes (Quah 2001; Dunford 2002).

Tabela 1. Brasil, União Européia e Estados Unidos – Relação entre o maior e o menor Produto Bruto per capita por unidades territoriais selecionadas (último ano disponível)

Unidades Territoriais	EUA (a) 2002	UE 15 (c) 2001	UE 25 (c) 2001	Brasil (b) 2002
Unidades (Estados / Países)	2,3	2,8	7,9	8,8
Regiões (Mesoregiões/NUT II)	...	3,9	12,7	28,9

Fonte: a) USA: US Department of Commerce / Bureau of Economic Analysis – BEA – Produto Bruto dos Estados por habitante <<http://www.bea.gov>> – acesso em 25/05/2005) Obs: o exercício desconsidera o Distrito de Colúmbia; b) Brasil: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, Produto Interno Bruto dos Estados e Municípios <<http://www.ibge.gov.br>> – acesso em 25/05/2005; e c) União Européia dos 15 e dos 25: Eurostat – Produto Interno Bruto per capita em PPP (Comissão Européia; 2005 in <http://europa.eu.int> – acesso em 25/05/2005).

Em artigo anterior (Galvão e Vasconcellos, 1999), tentamos dar uma contribuição para a delimitação de uma tipologia regional orientada para informar a política de desenvolvimento e organizar as iniciativas a serem apoiadas por um fundo de apoio ao desenvolvimento regional¹⁵. Hoje, versão atualizada daquele exercício constitui a base dos critérios que diferenciam as situações regionais com vistas ao apoio a ser dado pela Política Nacional de Desenvolvimento Regional (PNDR), protagonizada pelo Ministério da Integração Nacional. Para a política, talvez o mais importante seja a maneira objetiva com que se pode expressar a dimensão e o perfil concreto das desigualdades e da dinâmica regional, tendo em vista definir a forma operacional de abordagem desses fenômenos. Escolhemos a renda domiciliar média por habitante da unidade territorial¹⁶ como unidade de referência para medir desigualdades e a variação do produto interno bruto per capita, num período próximo ao decenal, como indicador da dinâmica de desenvolvimento. Tendo que arbitrar essa escolha espacial que propõe uma unidade de medida uniforme para todo o território nacional, nosso olhar interessado na Política Nacional de Desenvolvimento Regional sugeriu focar as microrregiões geográficas do IBGE como aquela expressão

¹⁵ Sobre a proposta de criação de um Fundo nacional abrangente, ver Guimarães Neto 1997 e CNI 1997.

¹⁶ E não o PIB per capita, porque este representa o valor gerado na produção, mas não espelha necessariamente as rendas efetivamente apropriadas pela população da unidade territorial. Os enclaves produtivos, por definição, têm alto faturamento, mas não deixam porções significativas dessa renda para os habitantes e instituições locais.

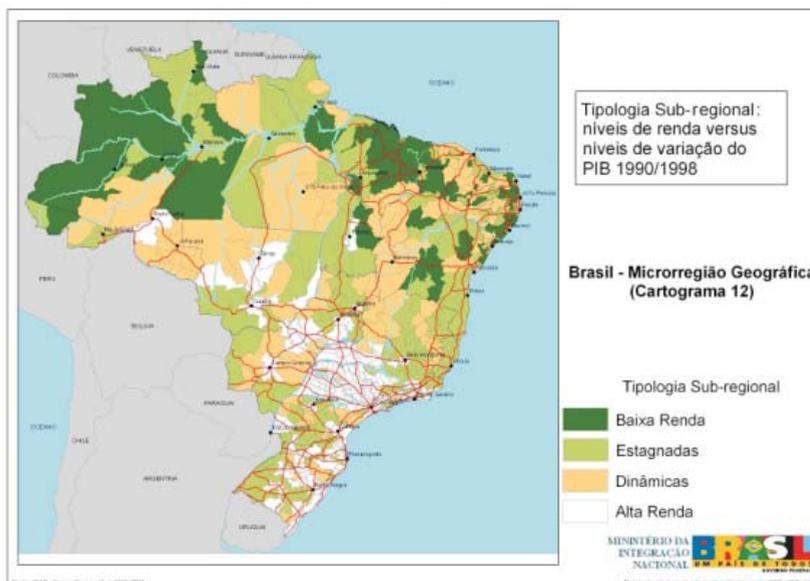
territorial que melhor se ajustava aos propósitos de cristalizar, de tempos em tempos, o perfil e o quadro atual de situação daqueles fenômenos.

O Mapa 3 (cartograma 12 do documento da PNDR) corresponde ao resultado desse exercício de parametrização do problema regional brasileiro. Na sua dupla face, desigualdades e falta de dinâmica, definimos uma tipologia territorial que assinala a presença de quatro tipos básicos de situação das unidades microrregionais: a) as classificadas como de “alta renda” média domiciliar por habitante, independentemente da posição que se observa para a dinâmica de evolução recente dos PIB per capita; b) as “Dinâmicas” de menor renda, que congregam as unidades microrregionais de renda média ou baixa, mas com taxa de crescimento acima da média nacional; c) as “estagnadas”, que compreendem as de média renda, porém com taxas de crescimento do PIB per capita médias ou baixas no período considerado; d) finalmente as de “baixa renda”, que conciliam as que apresentam os menores níveis de rendimento domiciliar por habitante com média ou baixa dinâmica de crescimento do PIB.¹⁷

Qualquer região tem direito ao desenvolvimento, mas a PNDR defende que sejam priorizadas na definição de ações federais de desenvolvimento regional todas as unidades incluídas nas categorias “dinâmicas” de menor renda, onde os processos de mudança socioeconômica se encontram em curso, “estagnadas”, onde já houve desenvolvimento e registra-se a presença de instituições e atores capacitados; e, “baixa renda”, cujas necessidades perante o desenvolvimento demandam aportes substantivos das políticas sociais.

¹⁷ Todas as variáveis consideradas foram organizadas automaticamente em seis categorias de valores (sextis) de acordo com o método de estatística espacial adotado. Os valores “alto”, “médio” ou “baixo” correspondem, respectivamente, aos dois sextis superiores, os dois intermediários e os dois inferiores, sem que se tenha aplicado qualquer juízo de valor, mesmo com relação às médias nacionais. Aliás, os valores das médias nacionais, muito influenciados pelo observado para as unidades microrregionais associadas às Regiões Metropolitanas, como São Paulo, Rio de Janeiro, etc., normalmente se encontram no segundo sextil superior ou próximo dele. Cf. Ministério da Integração Nacional (2003).

Mapa 3



Esses critérios conferem uma “entrada” uniforme, de amplitude nacional, para regulação das intervenções sobre o problema regional, mas não dão conta da variedade de situações que se identificam em cada contexto específico, em cada programa de desenvolvimento regional. Para isso, a política defende, no caso das macrorregiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste onde o problema é mais agudo, a adoção de planos de desenvolvimento que organizam as estratégias de ação. A partir deles definem-se, na base do território e com a participação direta dos atores regionais, programas de ação mesorregionais. A política nacional envolveria, assim, uma institucionalidade em três cortes, de acordo com o olhar mais genérico ou concreto determinado pela escala espacial/territorial considerada.¹⁸

As desigualdades regionais e pessoais de renda no Brasil, impressionantes quando contrastadas com as de outros países, nos fazem recordar a presença marcante de traços de nossa formação social histórica que ainda se mostram visíveis nos dias atuais, o mais importante deles, a escravidão. Sem dúvida,

¹⁸ Um quarto corte espacial de referência para a PNDR reside exatamente nas ações intraurbanas, em que a lógica da redução das desigualdades regionais se torna mais rarefeita e outras determinações, caras à Política Nacional de Desenvolvimento Urbano, passam a predominar. Aqui se mostram importantes todas as ações relacionadas às Regiões Metropolitanas, por exemplo, cujas motivações transcendem os limites particulares tradicionais do desenvolvimento regional, mas se aproximam de outros objetivos fundamentais para o desenvolvimento do país.

as desigualdades regionais – e pessoais – são de proporção e uniformidade tais que não se pode ignorá-las na definição das estratégias de desenvolvimento.

6. ELEMENTOS DA POLÍTICA NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO REGIONAL

Como evoluir na organização da política nacional de desenvolvimento regional nesse contexto? A resposta completa a essa questão demandaria mais tempo e espaço que o disponível, no entanto, podemos assinalar alguns pontos iniciais. Os condicionantes presentes nos anos 90 e neste princípio de século XXI sugerem duas dimensões analíticas fundamentais, que precisam estar articuladas:

f) de um lado, o rumo do desenvolvimento nacional maior, que influencia mas não se preocupa diretamente com os desequilíbrios regionais;

g) de outro, as perspectivas de redução das desigualdades regionais e de promoção do desenvolvimento dos diversos subespaços da Nação, que não mais se coadunam com uma mera abordagem tradicional por macrorregiões.

No que respeita à primeira dimensão, devemos reconhecer que o desenvolvimento regional brasileiro depende também, em linhas gerais, das opções maiores feitas para o desenvolvimento da Nação.¹⁹ Permanecem em aberto, no Brasil, questões essenciais. De qualquer maneira, recuperar uma visão estratégica abre a possibilidade de realizar apostas melhor estruturadas e organizadas, que levem a uma extração máxima de benefícios para a economia brasileira. Com isso, ampliam-se as chances de montagem de todo um novo padrão de acumulação, que certamente estará, como no passado, mais ancorado nas potencialidades do nosso principal ativo para o desenvolvimento, o mercado interno (Cano 1995, Brandão 1999).

Nesse contexto, compete reiterar princípios mínimos de coesão social e integração territorial do país, mediante a regulação – política naturalmente – das relações econômico-sociais. Cabe redefinir, pragmaticamente,

¹⁹ Nada de mais sensato ocorreu nos anos 90 que a tentativa de recuperar uma visão integral da dimensão espacial do desenvolvimento brasileiro, como na experiência, a meu juízo mal-sucedida, de adoção de eixos nacionais de desenvolvimento e integração como elementos estruturadores básicos do planejamento governamental e nacional.

parâmetros gerais de comportamento e regras para intervenção do Estado e cuidar para que sejam adotados. Penso que aqui a ordem democrática será de valia.

Três questões estratégicas, herdadas de momentos anteriores de nossa história nacional, me parecem importantes, uma vez que trazem impactos positivos sobre a política nacional de desenvolvimento regional:

a) a recuperação de um aparato de proteção, defesa e integração social, vinculado ao trabalho, que ajude a integrar ao invés de esgarçar o tecido social brasileiro e, se possível, produza normas de consumo/investimento compatíveis com uma trajetória de desenvolvimento distinta da atual;

b) a constituição de um sistema de financiamento doméstico, voltado especialmente para o sistema produtivo e a infra-estrutura, com a independência possível dos acontecimentos externos e alimentando-se, de preferência, de fontes nativas de provisão de recursos; e

c) a institucionalização de um sistema devotado a estimular a criatividade e desenvolver, promover, difundir e coordenar os esforços de geração e internalização de inovações de maneira ampla, articulando base técnico-científica nacional e setor produtivo.

Claro que estruturas complexas como essas demandam tempo e articulação política para serem montadas e requerem a realização de tarefas em todas as instâncias da gestão pública, federal, estadual e municipal, suscitando a colaboração de inúmeros segmentos sociais para que possam vir a operar com eficácia e padrões mínimos de eficiência. Penso que um sistema de planejamento ágil e organicamente estruturado constitui peça essencial ao desenvolvimento satisfatório dessas – e de outras – missões.²⁰ Políticas de desenvolvimento regional sempre tenderão a exigir permanente cuidado com relação aos efeitos espaciais de políticas nacionais, supostamente a-espaciais. Deve haver, dentro do limite do possível, convergência das dimensões nacional e regional das estratégias de desenvolvimento, mas as checagens e confirmações devem ser objetivas e freqüentes para impedir qualquer possibilidade de descolamento entre elas. Em especial, parece decisivo aumentar a coerência territorial das políticas públicas no Brasil.

²⁰ Nesse sentido, a reforma recente do arcabouço de programação do PPA possui elementos que podem ajudar na estruturação de uma sistemática inovadora, participativa e abrangente de planejamento. A revisão dos indicadores das ações governamentais constitui, sem dúvida, um desses elementos.

É impossível que todos os objetivos do desenvolvimento guardem uma coerência absoluta entre si. Por isso, projetos de desenvolvimento estão sempre a demandar opções políticas da sociedade. Um exemplo notório atual é o dos conflitos que envolvem a satisfação simultânea de objetivos de competitividade e redução das desigualdades sociais e regionais (Hall, Smith e Tsoukalis 2001). Como insinua a experiência europeia, devemos olhar simultaneamente para as duas componentes, buscando ao mesmo tempo a satisfação dos objetivos de coesão – redução de desigualdades – e competitividade – crescimento econômico.

A consideração objetiva das desigualdades regionais deve ser um critério superior de enquadramento de todas as políticas e, em especial, dos investimentos de maior vulto e significado. Em países como os Estados Unidos, por exemplo, muito se obteve com uma política deliberada de realização de grandes investimentos públicos – bases militares, escolas, hospitais, etc. – e manutenção dos subseqüentes custeios em estados de menor nível relativo de desenvolvimento.

A visão objetiva dos fenômenos sobre os quais se deseja interferir é o melhor guia para organizar as iniciativas pertinentes e delimitar as regiões elegíveis. Insisto aqui na referência europeia, em que para cada problema objetivamente estudado se define o conjunto de regiões beneficiárias e os critérios básicos de acesso aos recursos dos Fundos Estruturais. A história da política de desenvolvimento regional brasileira demonstra que as prioridades se definem mesmo é na exclusão-inclusão de beneficiários, ou seja, na adoção de critérios de seleção objetivos, que podem, claro, ser ajustados nos momentos e fóruns apropriados para a revisão da política.

Algumas tarefas estão nitidamente estampadas na agenda. Cabe estimular um maior engajamento dos atores sociais na definição, implementação e acompanhamento das estratégias regionais, além de proporcionar uma melhor divisão de trabalho entre as unidades federadas, o que permitiria um avanço das relações federativas. Aqui o desafio me parece ser o de encontrar formas de participação social ampla, que possuam legitimidade política e representatividade no conjunto social correspondente. O foco deve ser o de assegurar um tratamento satisfatório das múltiplas escalas espaciais, mas sem esquecer a perspectiva favorável e o caráter inovador das iniciativas de âmbito sub-regional, intermediária aos poderes

constituídos e, por isso mesmo, potencialmente facilitadora de um melhor conveniamento desses poderes.

No Brasil, a instituição de um grande fundo nacional de desenvolvimento regional para promover investimentos estratégicos e programas sub-regionais, sem prejuízo de outras linhas de apoio – e possivelmente fundos – voltadas a problemas específicos, como por exemplo questões agudas relacionadas à pobreza, parece uma necessidade óbvia e premente.

O espírito de estimular a criatividade e as iniciativas dos atores sociais na base do sistema não pode ser desprezado. O apoio não se dá por meio de meras linhas de crédito para determinados investimentos, mas a programas de desenvolvimento contemplando determinados itens dentro de uma lista de aspectos financiáveis.²¹ As iniciativas surgem dos atores regionais, provido o devido suporte técnico pela União quando necessário, gerando propostas de programas das regiões habilitáveis que poderiam vir a competir pelos recursos a cada período, em julgamentos datados. Os programas organizam as estratégias sub-regionais de desenvolvimento dentro dos parâmetros de financiamento delimitados, envolvendo contrapartidas das demais partes envolvidas, públicas e privadas, que podem diferenciar as unidades sub-regionais.

Que tipo de ações deveriam ser contempladas? Entre um leque abrangente de possibilidades, a experiência internacional de política de desenvolvimento regional recente escolhe o apoio à inovação²² como item preferencial (ver, entre outros, Landabaso 1994, Galvão 1998). Acredito ser uma escolha acertada e válida para todos os países e regiões, embora com variações importantes no ajuste dos conteúdos, de acordo com o nível de desenvolvimento de cada um. A diretriz de melhor organizar, na dimensão nacional da política de desenvolvimento, um sistema de inovações,

²¹ Parece interessante aqui a experiência francesa dos “contratos de plano estado-regiões” (Jaccoud 2001).

²² Já deve aqui ter ficado claro que entendo o termo inovação em sua acepção ampla, enquanto categoria da análise econômica que transcende o tecnológico em si. No contexto da política, o tratamento da inovação pende para a idéia de sistemas abrangentes, institucionalmente complexos, que vão além dos muros das firmas. Mas não precisamos ir muito longe nessa digressão conceitual. Basta refletir sobre o conceito proposto originalmente por Schumpeter (1982) ainda em 1912 e sobre sua apropriação moderna, por exemplo, por Freeman (1986).

desdobra-se no plano regional com o concurso de múltiplas ações que contribuem para aprimorar as atividades econômicas, quer das empresas, quer de seu entorno, potencializando as possibilidades de desenvolvimento das regiões.

O apoio à inovação importa numa aposta ousada de desenvolvimento, capaz de gerar impulsos dinâmicos e diferenciadores que permitam alcançar resultados socioeconômicos ampliados. Não sem razão, a Comissão Europeia (2000) fez aprovar, no seu Encontro de Lisboa no princípio de 2000, orientações para o alcance do objetivo estratégico de transformar a União na próxima década na mais competitiva e dinâmica economia baseada no conhecimento do planeta, capaz de gerar um crescimento econômico sustentado, com mais e melhores empregos e maior coesão social.

REFERÊNCIAS

- AJARA, César. *Brasil: espaços incluídos e espaços excluídos na dinâmica de geração de riqueza*. 2001. Rio de Janeiro, 2001. Tese de doutorado PPGG/UFRJ.
- ALBUQUERQUE, Lynaldo; ROCHA NETO, Ivan. *Estudo do desequilíbrio econômico interregional: ciência, tecnologia e regionalização*. Brasília, IBICT, 1994.
- ALVES, Maria Abadia da. *Guerra fiscal e finanças federativas no Brasil: o caso do setor automotivo*. Campinas, 2001. Tese de mestrado IE/Unicamp.
- AMIN, Ash; ROBINS, K. Regresso das economias regionais?: a geografia mítica da acumulação flexível. In: BENKO, Georges; LIPIETZ, Alain (Org.). *As regiões ganhadoras: distritos e redes: os novos paradigmas da geografia econômica*. Oeiras: Celta Editora, 1994.
- ANDRADE, Thompson A.; SERRA, Rodrigo V. *As cidades de porte médio e o processo de desconcentração espacial das atividades econômicas no Brasil: 1990/95*. Rio de Janeiro: IPEA, 1999.
- ASHEIM, Bjorn T. Industrial districts, inter-firm cooperation and endogenous technological development: the experience of developed countries. In: *TECHNOLOGICAL dynamism in industrial districts: an alternative approach to industrialization in developing countries?*. New York: UNCTAD/ONU, 1994.
- BANDEIRA, Pedro. *Considerações sobre a renovação das políticas territoriais e regionais do Brasil*. Brasília: Ministério da Integração Nacional, 2000.

BECATINI, G. The industrial district as a creative milieu. In: BENKO, Georges; DUNFORD, Mick (Org.). *Industrial change and regional development*. London: Bellhaven Press, 1991.

BOISIER, Sergio. Em busca do esquivo desenvolvimento regional: entre a caixa-preta e o projeto político. *Planejamento e Políticas Públicas*, Brasília, IPEA, n. 3, jun.1996.

BOYER, Robert. *Etat, marché et développement: une nouvelle synthèse pour le XXI^e siècle?*. Paris: CEPREMAP, 1998. Doc n° 9907.

BRANDÃO, Carlos A. *Economia política e dimensão territorial do desenvolvimento*. Campinas, 1999. Mimeografado.

CANO, Wilson. *Reflexões sobre o Brasil e a nova (des)ordem internacional*. 4. ed. amp. Campinas: Editora da Unicamp: FAPESP, 1995.

_____. Concentração e desconcentração econômica regional no Brasil - 1970/95. In: *Desequilíbrios regionais e concentração industrial no Brasil 1930/1970*. Ed. rev. e amp. São Paulo: Unicamp, 1998.

CARNEIRO, Ricardo. *A globalização financeira: origem, dinâmica e perspectivas*. Campinas: Unicamp, 1999. (Texto para Discussão, n. 90).

CASTELLS, Manuel. *A sociedade em rede: a era da informação: economia, sociedade e cultura*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1999.

CHESNAY, François. *A mundialização do capital*. São Paulo: Xamã, 1996.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. *Por uma nova política nacional de desenvolvimento regional: proposta CNI*. Brasília: CNI, 1997.

COMISSÃO EUROPEIA. *6th periodic report*. Brussels: [s.n.], 1998. DG XVI.

_____. *Innovation in a knowledge driven economy*. Luxemburgo: [s.n.], 2000. COM 567 final, 20 de set.

_____. *Second report on economic and social cohesion: unity, solidarity, diversity for Europe, its people and its territory*. Luxemburgo: [s.n.], 2001.

CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE O COMÉRCIO E O DESENVOLVIMENTO. *Trade and development report, 1999*. New York: United Nations, 1999.

CONSÓRCIO BRASILIANA. *Estudo dos eixos nacionais de integração e desenvolvimento*. Brasília: BNDES. 3 v.

DINIZ, Clélio Campolina. *A dinâmica regional recente da economia brasileira e suas perspectivas*. Brasília: IPEA, 1995. (IPEA/Texto para Discussão, n. 375).

DUNFORD Mick. *Theorising regional economic performance and the changing territorial division of labour*. Brighton: [s.n.], 2002. Mimeografado.

EICHENGREEN, Barry. *A globalização do capital: uma história dos sistemas monetário internacional*. São Paulo: Editora 34, 2000.

FERNANDES, A. C. de A. Da reestruturação corporativa à competição entre cidades: lições urbanas sobre os ajustes de interesses locais e globais no capitalismo contemporâneo. *Espaço e Debates*, São Paulo: NERU, n. 41, 2001.

FIORI, José Luís. De volta à questão da riqueza de algumas nações. In: *Estados e moedas no desenvolvimento das nações*. FIORI, José Luiz (Org.). Petrópolis: Vozes, 1999.

FREEMAN, Christopher. *The economics of industrial innovation*. 2nd ed. Cambridge: The MIT Press, 1986.

FURTADO, Celso. *O capitalismo global*. 3. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1998.

FURTADO, João. Mundialização, reestruturação e competitividade: a emergência de um novo regime econômico e as barreiras às economias periféricas. *Novos Estudos*, São Paulo: CEBRAP, n. 53, mar. 1999.

GALVÃO, Antonio C. F. Alguns comentários sobre a experiência brasileira de política regional. In: FERRAZ, Betina; PACHECO, Ricardo (Org.). *A política regional na era da globalização*. São Paulo: Fundação Konrad Adenauer Stiftung: IPEA, 1996.

_____. Inovações e desenvolvimento regional: alguns elos da discussão recente. *Revista Econômica do Nordeste*, Fortaleza, v. 29, n. 4, 1998.

_____. Quem dá mais?: recursos financeiros e critérios operacionais básicos nas políticas de desenvolvimento regional brasileira e européia. In: ENCONTRO NACIONAL DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PLANEJAMENTO URBANO E REGIONAL, 9., 2001, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro: ANPUR, 2001. V. 1.

_____. *Política de desenvolvimento regional e inovação: a experiência européia*. Rio de Janeiro: Garamond, 2004.

GALVÃO, Antonio C. F.; VASCONCELLOS, Ronaldo R. *Política regional à escala sub-regional: uma tipologia territorial como base para um fundo de apoio ao desenvolvimento regional*. Brasília: IPEA, 1999. (IPEA/ Texto para discussão, n. 665).

GALVÃO, Antonio C. F.; BRANDÃO, Carlos Antônio. Fundamentos, motivações e limitações da proposta dos eixos nacionais de desenvolvimento e integração. In: GONÇALVES, M. F.; BRANDÃO, C. A.; GALVÃO, A. C. *Regiões e cidades e cidades nas regiões: o desafio urbano-regional*. São Paulo: Edunesp, 2003.

GONÇALVES, M. F.; BRANDÃO, C. A.; GALVÃO, A. C. *Regiões e cidades e cidades nas regiões: o desafio urbano-regional*. São Paulo: Edunesp, 2003.

GAROFOLI, Gioachinno. The italian model of spatial development in the 1970s and 1980s. In: BENKO, G.; DUNFORD, M. (Org.). *Industrial change and regional development: the transformation of new industrial spaces*. Londres: Belhaven, 1991.

GUIMARÃES NETO, Leonardo. *Dinâmica regional brasileira*. Brasília: IPEA, 1997. Mimeografado.

SMITH, Ronald; HALL, Alasdair; TSOUKALIS, Loukas (Ed.). *Competitiveness and cohesion in EU policies*. New York: Oxford University Press, 2001.

HOLANDA, Antonio Nilson C.; FREITAS, Alencar S. de; OTTANI, Valdemar. *Indicações para uma nova estratégia de desenvolvimento regional*. Brasília: SEPRE/ MPO, 1997.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA E APLICADA. *Quatro anos de transformações, 1995-1998*. Brasília, 1998.

_____. *Caracterização e tendências da rede urbana do Brasil: configuração atual e tendências da rede urbana*. Brasília: [s.n.], 1999.

JACCOUD, Luciana. *Experiência internacionais de política regional: o caso da França*. Brasília: IPEA, 2001. (IPEA/Texto para Discussão, 815).

LANDABASO, Mikel. *Promoción de la innovación en la política regional comunitaria: una propuesta de estrategia tecnológica regional*. Bilbao: Universidad del País Vasco, 1994.

LAVINAS, Lena et al. *Atlas das desigualdades regionais*. Rio de Janeiro: IPEA: FINEP, 1996.

MACEDO, Antonio Carlos. *Serviços e desenvolvimento: algumas considerações*. Campinas: Unicamp, 1990. Mimeografado.

MARKUSEN, Ann. Áreas de atração de investimentos em um espaço econômico cambiante: uma tipologia de distritos industriais. *Nova Economia*, Belo Horizonte: CEDEPLAR, v. 5, n. 2, dez. 1995.

NADVI Khalid. Industrial districts experiences in developing countries. In: *Technological dynamism in industrial districts: an alternative approach to industrialization in developing countries?*. New York: UNCTAD, 1994.

OHMAE, Keinichi. *O fim do estado nação*. Rio de Janeiro: Campus, 1996.

PACHECO, Carlos Américo. *A fragmentação da nação*. Campinas: Editora da Unicamp, 1998.

PIORE, Michael J.; SABEL, Charles F. *The second industrial divide: possibilities for prosperity*. New York: Basic Books, 1984.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO et al. *Desenvolvimento humano no Brasil, 1970-1996*. Brasília: [s.n.], 1998.

_____. *Atlas do desenvolvimento humano no Brasil*. Brasília: [s.n.], 1998.

PRADO, Sérgio (Org.). *Guerra fiscal no Brasil: três estudos de caso: Minas Gerais, Rio de Janeiro e Paraná*. São Paulo: FUNDAP, 1999. (Estudos de economia do setor público, n.5).

PRADO, Sérgio; CAVALCANTE, Carlos E. G. *A guerra fiscal no Brasil*. São Paulo: FUNDAP; Brasília: IPEA, 2000. (Coleção Federalismo no Brasil).

QUAH, Danny. ICT clusters in development: theory and evidence. *European Investment Bank Papers*, London, v. 6, n. 1, 2001.

SASSEN, Saskia. Os espaços na economia global. In: OLIVEIRA, Flávia A. M. de (Org.) *Globalização, regionalização e nacionalismo*. São Paulo: Editora da UNESP, 1999.

SCHUMPETER, Joseph A. *Teoria do desenvolvimento econômico: uma investigação sobre lucros, capital, crédito, juro e o ciclo econômico*. São Paulo: Abril Cultural, 1982.

SMITH, Adrian et al. Networks of value, commodities and regions: reworking divisions of labour in macro-regional economies. *Progress in Human Geography*, v. 26, n. 1, 2002.

SOLOW, Robert. Technical change and the aggregate production function. *Review of Economics and Statistics*, Boston: The MIT Press, v. 39, n.3, 1957.

VELTZ, Pierre. *Mundialización, ciudades y territorios: la economía de archipiélago*. Barcelona: Editorial Ariel, 1999.

VILLARÁN, Fernando. Technological innovation and industrial districts: some comments and evidence. In: TECHNOLOGICAL dynamism in industrial districts:

an alternative approach to industrialization in developing countries?. New York: UNCTAD, 1994.

VIOTTI, Eduardo B. *National learning systems: towards a framework to understand technical change in late industrializing economies*. 1996. Dissertação de PHD pela New School for Social Research, Nova Iorque, 1996.

WADE, R. *Governing the market: economic theory and the role of government in East Asian Industrialization*. New Jersey: Princeton University Press, 1990.

WALKER, Richard A. Is there a service economy?: the changing capitalist division of labour. *Science and Society*, v. XLIV, n. 1, 1985.

ZACKSESKI, Nelson F.; RODRIGUEZ, Maria Lélia O. *Uma aproximação à política regional no Brasil hoje*. Brasília: IPEA, 1999. (IPEA / Texto para Discussão, 694).

Ciência, tecnologia e inovação para conhecimento e uso do patrimônio natural da Amazônia

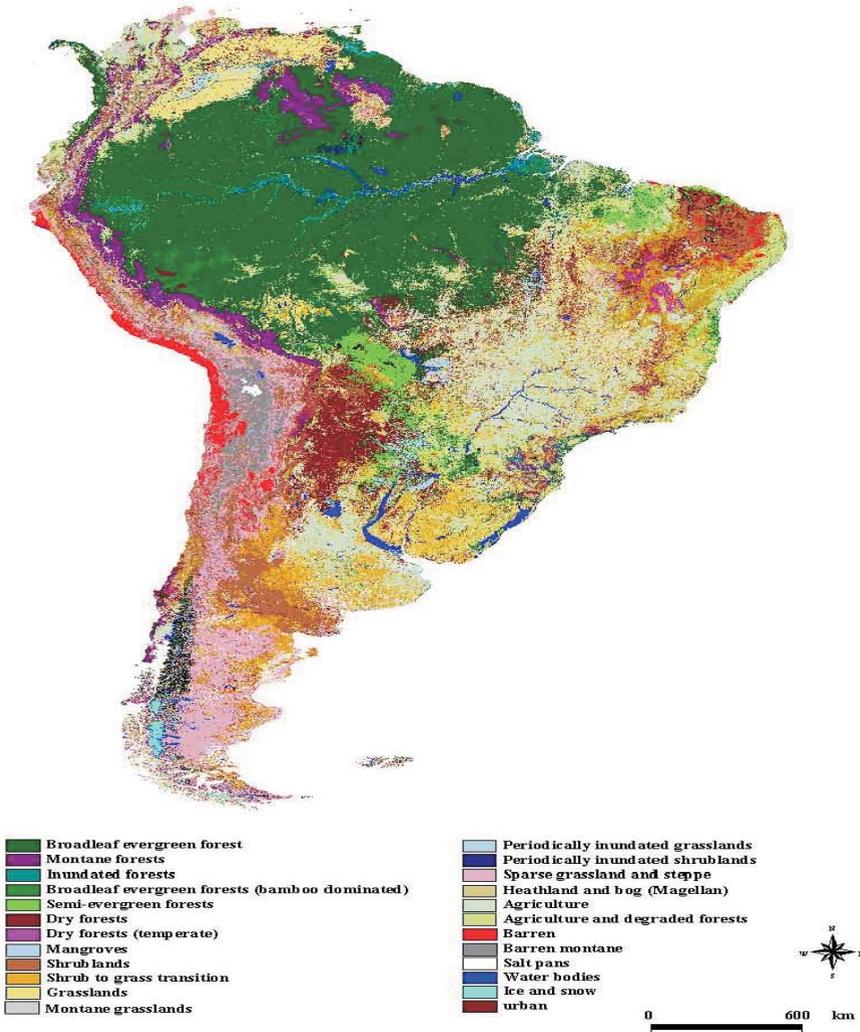
*Bertha K. Becker**

A Amazônia não é mera questão regional, mas sim uma questão nacional. Seu imenso patrimônio natural pouco conhecido e inadequadamente utilizado é um desafio à ciência nacional e mundial, foco de conflitos quanto à sua apropriação que afetam a face interna da soberania brasileira e também instrumento de pressão externa e de negociação do Brasil para adesão ao “norte” no contexto internacional.

Considera-se que C,T&I tem papel primordial na aceleração e aprofundamento do conhecimento desse patrimônio natural e na concepção e implementação de um novo modo de sua utilização, capaz de beneficiar a sociedade regional e nacional, subsidiar o planejamento do uso do território e as negociações em fóruns globais referentes ao clima, à biodiversidade e à água, bem como assegurar a soberania brasileira sobre a região. Tais demandas se ampliam com o processo de integração da Amazônia Sul-Americana, que demandará projetos conjuntos. (Figura 1)

* Bertha K. Becker é professora titular emérita do Departamento de Geografia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

Figura 1. Mapa da Vegetação da América do Sul



Duas premissas orientam esta reflexão. Uma é a necessidade de resgatar o déficit em P&D mediante ampla aliança entre a universidade, instituições de pesquisa e a empresa, bem definidas suas missões: as duas primeiras como “lócus” de reflexão, geração de conhecimento e formação de competências, e a empresa como “lócus” da inovação. A outra, é o reconhecimento de que C,T&I não devem ser analisadas isoladamente do contexto em que atuam, e dependem, portanto, de estratégias complementares.

A proposição central e suas premissas são aqui discutidas em quatro seções. A primeira, apresenta o contexto atual que atribui valor estratégico à região e prioriza a biodiversidade. A segunda analisa elementos positivos, vulnerabilidades e oportunidades presentes no quadro atual de C,T&I da Amazônia. Na terceira, são propostas ações imediatas e de médio/longo prazos para geração, gestão e uso do conhecimento, particularmente da biodiversidade. Finalmente, estratégias complementares são apontadas como condição de realização eficiente do avanço da C,T&I para conhecimento e uso do patrimônio natural da Amazônica.

1. O NOVO SIGNIFICADO DO PATRIMÔNIO NATURAL DA AMAZÔNIA

Novas condições do contexto global, nacional e regional apontam a urgência do uso do conhecimento científico-tecnológico para aproveitamento econômico do patrimônio nacional amazônico. Tratam-se de processos e forças que moldam a dinâmica regional contemporânea e das políticas públicas e instrumentos de planejamento em que se inserem as atividades de C&T na Amazônia.

1.1. OS DESAFIOS DO CONTEXTO SOCIOECONÔMICO E POLÍTICO CONTEMPORÂNEO

O patrimônio natural tem sido o fundamento do crescimento econômico do país. Como as mais antigas periferias do sistema capitalista e ex-colônias, o Brasil e os demais países latino-americanos foram historicamente forjados numa relação sociedade-natureza caracterizada como “economia de fronteira”, em que o crescimento econômico percebido como linear e infinito se fundamenta na incorporação contínua de terras e recursos naturais percebidos igualmente como inesgotáveis (Boulding, 1966). Esse paradigma se expressa territorialmente pela expansão da fronteira móvel agropecuária e/ou mineral, associada a várias características entre as quais o comando da demanda do mercado externo, o poder das elites baseado em extensa apropriação da terra, a exclusão social, a destruição do patrimônio natural, bem como as desigualdades regionais, originárias da concentração de investimentos em áreas sucessivas dotadas de recursos naturais valorizados no mercado internacional.

Os avanços na modernização e as políticas públicas não romperam o padrão da economia de fronteira que alcançou seu auge com o Programa de

Integração Nacional (PIN 1965-85) que, visando a rápida modernização da sociedade e do território, por um lado, embasou o desenvolvimento da agroindústria de grãos no cerrado do centro-oeste graças à estreita associação com a P&D, mas, por outro lado, intensificou a fronteira móvel capitaneada pela expansão da pecuária, que atingiu a borda da floresta amazônica, associada a intensos desmatamento e conflitos de terra.

Por força de processos e agentes que atuam em nível global, nacional e regional, a Amazônia constitui-se hoje como a fronteira do capital natural. Fronteira entendida como espaço não plenamente estruturado, potencialmente gerador de realidades novas (Becker, 1985). A nova condição, contudo, conflita com a permanência do padrão tradicional de sua ocupação pela fronteira móvel, agropecuária, que avança na borda da floresta.

Em nível global, a raiz do novo contexto reside na revolução científico-tecnológica na microeletrônica e na comunicação que não apenas transformou a informação e o conhecimento em base do poder e propulsor da reestruturação econômica e política do sistema mundial, como também resultou numa reavaliação e revalorização da natureza. A percepção da crise ambiental, por alguns considerada como o mais importante obstáculo ao desenvolvimento do sistema capitalista (Daly, 1991) se fez sob duas lógicas distintas, que convergiram para um mesmo projeto preservacionista: a lógica social, com o objetivo de preservação da vida, e a lógica da acumulação com o objetivo de preservar estoques de natureza como capital de realização futura, condicionado ao uso de novas tecnologias.

Tal contexto refletiu-se no Brasil e na Amazônia – fortemente valorizada por seu patrimônio natural e o saber das populações tradicionais quanto ao trópico úmido – por forte pressão preservacionista com efeitos sobre a C&T regional. A Rio-92, a criação do que é hoje o Ministério do Meio Ambiente (MMA) e a aceitação do Programa Piloto para Proteção das Florestas Tropicais Brasileiras (PP-G7) mediante doação do G7, União Européia, foram respostas políticas do governo brasileiro às pressões na Amazônia, enquanto o Projeto Sipam/Sivam procurou demonstrar a capacidade do país em controlar o território com uma base tecnológica avançada.

A política preservacionista então estabelecida em contraposição ao desenvolvimento a qualquer custo, concretamente, resultou em três novidades: a) formação de grandes reservas de capital natural por meio da ampliação das áreas protegidas (unidades de conservação e terras indígenas) que, com o projeto Arpa (Áreas Protegidas da Amazônia) em curso, representam 33% do território amazônico; recortes territoriais excluídos do circuito produtivo, mas também significando proteção da floresta e da terra, que são bens públicos e trunfos do poder do Estado; b) a presença de um novo ator na região, a “cooperação internacional”, envolvendo ajuda financeira e técnica por meio de múltiplos atores – organizações não governamentais (ONGs), bancos, agências de desenvolvimento, organizações religiosas – com forte poder de agenda e cooperação assimétrica; c) atenção especial aos grupos sociais excluídos, por meio da implantação de novos modelos de uso do território, como as Reservas Extrativistas (Resex) e os projetos demonstrativos para produção agrosilvicultural.

Hoje, na virada do milênio, inicia-se o uso do capital natural reservado na década de 1990, acentuando-se a vertente da acumulação em contraposição à vertente ambientalista. Observa-se um processo de mercantilização de elementos da natureza transformados em mercadorias fictícias – fictícias porque não foram produzidas para venda no mercado (Polanyi, 1944; Becker, 2001) – que geram mercados reais, cuja regulação está em curso nos grandes fóruns globais. É o caso do mercado do ar, por meio do Protocolo de Quioto, o mais avançado, da Convenção sobre Diversidade Biológica, que procura superar os conflitos quanto à propriedade intelectual, e de múltiplas agências que tentam com grande dificuldade regular o uso global da água, considerada o “ouro azul” do século XXI. Ademais, cresce o consumo de fármacos, extratos, cosméticos, e de alimentos protéicos que não de origem animal, como já sinalizado pela soja.

Poços de carbono – conhecidos ou não –, localizados não apenas na Amazônia, alguns se estabelecendo, inclusive mediante compra de áreas florestais, certificação da madeira com base em manejo florestal por grandes empresas, econegócios para toda a sorte de produtores –, são sinalizações da nova tendência, fortalecidas pelo fato do Banco Mundial negligenciar o seu papel de gestor no PP-G7 e voltar à sua função de banco, financiando projetos diretamente nos estados. Simultaneamente, expandem-se os

investimentos de empresas multinacionais e nacionais no agronegócio, a partir do Mato Grosso, sobretudo da soja.

Em nível nacional, é imperativa a urgência da retomada do crescimento econômico, desta feita com imprescindível inclusão social e conservação do meio ambiente. O necessário aumento da produção e da produtividade, e da fluidez do território – por meio da intensificação de redes de circulação, comunicação e de energia – conciliado com a geração de emprego e a conservação ambiental não é de modo algum trivial.

A valorização da base de recursos naturais torna-se um elemento crucial na retomada do crescimento, haja vista o papel crescente das exportações de soja e de carne no balanço de pagamentos, sobretudo a soja. A escala de expansão alcançada por essa lavoura forma hoje um imenso cinturão ocupando os cerrados do Mato Grosso, da Bahia, Maranhão e Piauí, estendendo-se a oriente pelo Tocantins e pelas áreas desmatadas do Pará, e a ocidente por Rondônia e, em breve, pela Bolívia.

Nesse contexto, um confronto gigantesco se configura entre dois modos de uso do território, baseados em formas de produção e ecossistemas distintos, um uso atual e um uso futuro:

- De um lado, o uso atual, em expansão no cerrado, comandado por grandes conglomerados internacionais – como a Bunge, Cargill, ADM entre outras – e nacionais como o grupo Amaggi, do governador do Estado de Mato Grosso; sua produção é baseada na pesquisa e desenvolvimento e são dotados de logística poderosa, gerando uma forma específica de ordenamento do território. A demanda de tal modo de produzir é por expandir a produção e a logística, visando reduzir os custos de transporte para exportação;
- De outro lado, o uso do território que aponta para o futuro nos ecossistemas amazônicos florestais que, à exceção de cidades e de enclaves empresariais (que estão deixando, aliás, de ser enclaves), tem baixa densidade de população, são utilizados pela economia extrativista e/ou pequena produção agrícola. Sem conhecimento científico pleno de seu potencial e de tecnologias adequadas a sua utilização, os ecossistemas amazônicos, no entanto, devem ser vistos hoje na imensa escala da Amazônia Sul-Americana, e demandam um modelo de uso capaz de gerar riqueza e emprego e/ou trabalho sem destruir a floresta, que só poderá ser conseguido condicionado a novas tecnologias.

O cinturão da soja/boi vem provocando um revigoramento da fronteira móvel, que penetra na floresta amazônica em três frentes de expansão com forte desflorestamento a partir do sudeste do Pará em direção à chamada Terra do Meio, e do norte do Mato Grosso em direção à rodovia Cuiabá-Santarem e ao sul do estado do Amazonas, para o qual se dirige um também fluxo que parte de Rondônia. Nesse contexto, as áreas protegidas tornam-se vulneráveis e menos capazes de barrar a expansão da fronteira móvel.

A administração desse confronto é um grande desafio para o Governo Federal, na medida em que ambos os usos, o atual e o futuro, são essenciais à economia e à sociedade nacional e que o confronto é acompanhado por conflitos de governabilidade que afetam a face interna da soberania sobre a região. O que não se justifica é destruir o potencial de um futuro, já presente, da Amazônia, em nome do uso atual, que tem grandes espaços para se expandir no cerrado e nas áreas desmatadas. Ademais, a história do Brasil está plena de experiências desastrosas baseadas em monoculturas orientadas para a exportação e dependentes da oscilação dos mercados externos.

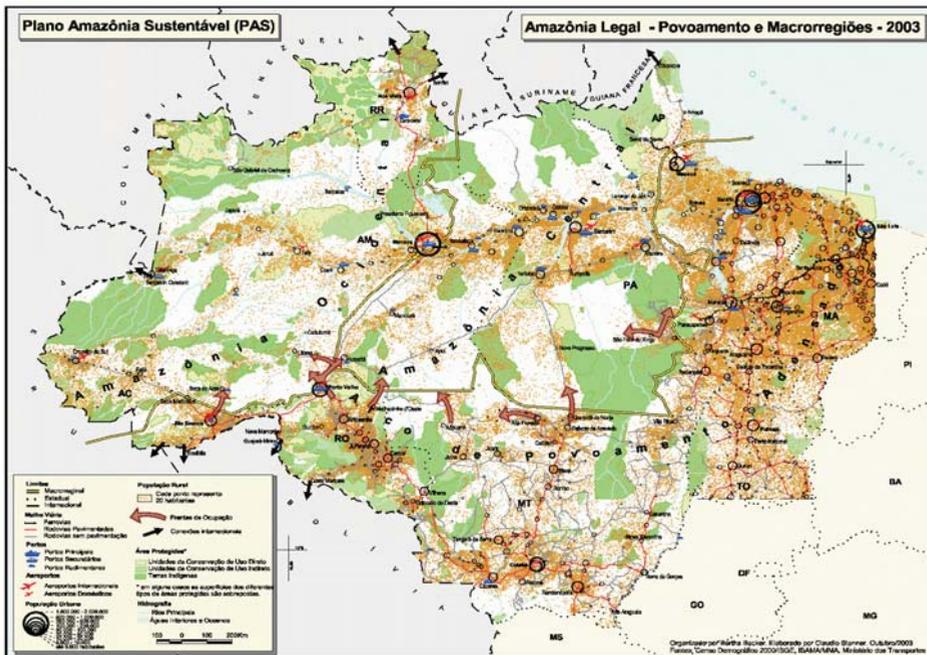
Não é diversa a urgência de um novo padrão de desenvolvimento baseado na C&T em nível regional. A Amazônia não é mais a mesma dos anos 60; registrou profundas mudanças estruturais – na conectividade, economia, distribuição do povoamento, posse do território, e na sociedade, que se organizou como antes nunca verificado. Os conflitos das décadas de 60 a 80 se transfiguram em projetos comunitários alternativos, com grandes parcerias locais/globais graças à implantação das redes de telecomunicação (Becker, 1997). Por sua vez o processo de urbanização baseado na mobilidade da população que difunde informação para o campo e para a cidade, onde se concentram 70 % da população, tornou a Amazônia uma floresta urbanizada e tem papel fundamental nas novas demandas regionais. Daí, atribuir a ela a condição de “floresta urbanizada” (Becker, 1995). Em consequência, todos os atores sociais, inclusive os grupos indígenas, desejam o desenvolvimento sustentável, embora este conceito tenha concepções diversas para cada um deles.

Novos atores assumem peso político na região: os governos estaduais que, por suas condições geográficas, históricas e culturais, perseguem estratégias diversas; a sociedade civil, tanto no campo como na cidade; a “cooperação internacional” que envolve não só o financiamento de grandes

projetos multi-laterais, a pesquisa e a assistência técnica, como as organizações não-governamentais de tipo variado aliadas aos produtores familiares; os empresários, e também os municípios que, embora destituídos de arrecadação econômica própria, tem peso político considerável.

Tais processos de mudança não incidiram homogeneamente no extenso território amazônico, configurando grande diferenciação intra-regional, distinguindo-se três macrorregiões que demandam políticas diferenciadas – macrorregião do povoamento consolidado (por muitos denominada de arco do desmatamento ou do fogo) onde se concentra o cerne da economia da Amazônia Legal, a macrorregião central extremamente vulnerável pelo avanço das frentes de expansão, e a região ocidental, ainda bastante preservada (Figura 2), cada uma delas com várias sub-regiões.

Figura 2. Amazônia Legal – Povoamento e Macrorregiões – 2003



Enfim, a Amazônia é hoje uma região em si, e não mais mero espaço para expansão da fronteira móvel agropecuária; possui estrutura produtiva, demandas e resistências próprias. Com grandes conflitos entre seus 20 milhões de habitantes, e sérias repercussões sobre a governabilidade nas áreas de fronteira móvel, e de soberania nas áreas de fronteira política. Não por acaso

as maiores demandas de todos os atores é pela presença do Estado e pelo zoneamento ecológico-econômico, ou seja, pela definição das regras do jogo, condição para o desenvolvimento.

Os processos em curso revelam dois importantes fatos: a) o esgotamento do ambientalismo preservacionista como modelo de desenvolvimento regional na medida em que não gera emprego e renda e tem dificuldade de barrar a expansão da fronteira móvel; b) o desafio de conceber um novo padrão de uso do território capaz de promover o crescimento econômico e a inclusão social com conservação ambiental. Outro não é o sentido das atuais políticas públicas.

1.2. AS POLÍTICAS PÚBLICAS PARA A AMAZÔNIA

As políticas públicas destinadas à região a um só tempo expressam e conformam o novo contexto. Visam, corretamente, compatibilizar o crescimento econômico com a inserção social e a conservação ambiental; para tanto, contudo, necessitam administrar intensos conflitos que resultam na paralisação das ações gerando uma perversa defasagem de tempo em relação às ações da sociedade, muito mais rápidas, e um forte clima de desobediência civil.

São vários os planos formulados para a Amazônia:

a) O Plano Plurianual (PPA) 2004-2007, só no final do mês de julho de 2004 aprovado pelo Congresso, é o núcleo diretor dos demais planos e políticas que a ele devem se ajustar em âmbito nacional e regional. Embora correto em sua proposição contém contradições difíceis de solucionar tais como: promover o crescimento econômico com emprego e renda, tendo como base a dinamização do consumo de massa, ao mesmo tempo em que estabelece a necessidade de elevar os investimentos e a produtividade, e de reduzir a vulnerabilidade externa, o que pressupõe menos emprego e ênfase nas exportações. A ênfase recorrente na regionalização das políticas e programas é um ponto positivo no PPA;

b) O Plano Amazônia Sustentável (PAS), representa um grande avanço na política para a Amazônia estabelecendo as diretrizes gerais para a ação regional. Concluído em outubro de 2003, encontra-se ainda na Casa Civil, aguardando compatibilização com o PPA. Fundamenta-se no princípio da

transversalidade, significando a inserção da variável ambiental nas políticas setoriais, princípio expresso na criação de grupos de trabalho Interministeriais (GTIs) para a ação pública na região. Visando compatibilizar crescimento econômico/inclusão social/conservação ambiental, tem como meta uma Amazônia modernizada e ambientalmente protegida, abandonando a postura preservacionista e, novidade, estabelece a conexão da C&T com a base de recursos naturais, para uma nova inserção nos mercados e para geração de emprego e renda.

São cinco os eixos do PAS: 1) produção sustentável com tecnologia inovadora e competitividade; 2) inclusão social; 3) gestão ambiental e ordenamento do território; 4) infra-estrutura para o desenvolvimento; 5) novo padrão de financiamento. Ademais, contém uma estratégia espacial baseada na regionalização interna da região.

O “calcanhar de Aquiles” do PAS é a infraestrutura para o desenvolvimento, gerando intensos conflitos, debates e resistências entre os “desenvolvimentistas” e os “ambientalistas”, estes em parceria com os produtores familiares.

c) Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento. O objetivo geral deste plano é promover a redução das taxas de desmatamento na Amazônia por meio de um conjunto de ações integradas – de ordenamento territorial e fundiário, monitoramento e controle, fomento a atividades produtivas sustentáveis e infra-estrutura com base em parcerias entre governo, sociedade civil e setor privado. A expectativa é reduzir os índices de desmatamento e queimadas, de grilagem de terras públicas e de exploração madeireira ilegal, e aumentar a adoção de práticas sustentáveis e a capacidade institucional na implementação integrada de medidas de prevenção e na viabilização de atividades produtivas sustentáveis. Realizado igualmente por um grupo de trabalho interministerial e ajustado ao PAS, o plano já iniciou seus trabalhos.

d) O Plano BR-163 Sustentável, está efetivamente em elaboração, embora a duras penas. A pavimentação da BR-163 (rodovia Cuiabá-Santarém) aberta na década de 1970, estabelece a ligação entre os dois grandes modos de uso do território e tornou-se o foco da guerra entre “desenvolvimentistas” e “ambientalistas”, sendo emblemática do contexto atual da Amazônia. Em face das pressões dos dois grupos, o Governo Federal decidiu criar um novo modelo para a implantação de estradas na Amazônia, partindo do pressuposto

de que não é a estrada em si que necessariamente provoca desflorestamento e expropriação dos produtores familiares mas, sim o modo pelo qual a estrada é planejada. Foram estabelecidas como medidas prévias, a regularização fundiária, prevista pelo Incra a ser concluída em um ano (o que é difícil), ações emergenciais, consultas à sociedade e audiências públicas (já realizadas); ZEE, o Estado do Pará já realizou um para todo o estado, e a ADA (Agência de Desenvolvimento da Amazônia, ex-Sudam) iniciou um outro detalhado, para 200 km² em torno da rodovia, iniciado em agosto (2004).

Enquanto isso, contudo, uma enorme grilagem de terras públicas – feita, aliás, com uso de tecnologia de satélites – acompanhada de exploração desordenada da madeira e de grande agressividade dos fazendeiros, acrescenta obstáculos ao planejamento.

e) A Política Nacional de Desenvolvimento Regional, ajustada ao PAS, é outro elemento da ação pública a considerar. Entendendo que as políticas para as regiões devem partir de uma visão nacional, essa política se baseia na identificação de meso-regiões para as quais deve ser formulado um planejamento específico, no contexto dos princípios gerais. Tal ótica é fundamental, sobretudo, para a Amazônia, onde condições históricas, geográficas, econômicas e culturais geram demandas e possibilidades de parcerias diversas, e a possibilidade de reduzir a pulverização de recursos favorecendo a tão almejada presença do Estado.

1.3. A PROPOSTA CENTRAL: UMA REVOLUÇÃO CIENTÍFICO-TECNOLÓGICO PARA A AMAZÔNIA

Mudanças em nível global, nacional e regional em sintonia, indicam que a valorização do patrimônio natural amazônico é imperativo e urgente para atender às demandas sociais e à competitividade internacional.

Mas o desafio que se impõe não é trivial. Ele exige o uso do patrimônio sob uma nova ótica que supere a falsa dicotomia entre desenvolvimento e preservação ambiental. Para tanto, uma estratégia crucial é:

- O uso do conhecimento científico-tecnológico e a inovação como fundamento de um novo modo de uso do território que impeça a destruição da floresta, atribuindo-lhe valor econômico para que possa competir com as

commodities e a exploração madeireira convencional. A utilização econômica da biodiversidade é a mais flagrante prioridade. Tendo em vista os imperativos inadiáveis de inclusão social e não apenas de competitividade global, a inovação tecnológica não pode se ater apenas a tecnologias de ponta, mas sim considerar diferentes níveis tecnológicos, desde as mais sofisticadas às mais simples técnicas.

- O Brasil já realizou importantes revoluções científico-tecnológicas tais como a exploração do petróleo em águas profundas, a Embraer, a transformação da cana-de-açúcar em combustível na Mata Atlântica, a correção das condições ecológicas do cerrado, que permitiu a lavoura da soja e outros grãos. É hora de realizar uma outra para os ecossistemas florestais amazônicos.

2. SITUAÇÃO ATUAL DA C&T NA AMAZÔNIA

Premissas da análise: a) a complexidade da situação de C&T na Amazônia é maior do que usualmente afirmada, devido ao esforço de desconcentração do Sistema Nacional de C&T e a iniciativas regionais; b) geralmente, os processos em curso tem dupla face: uma de avanço positivo, e outra de vulnerabilidades que afetam a continuidade da face positiva; c) o fator tempo deve ser considerado na compreensão da dupla face dos processos.

2.1. ELEMENTOS POSITIVOS

1. O reconhecimento da importância da Amazônia pela sociedade e o governo, e a efetiva vontade política de fortalecer a C,T&I na região, evidente na retomada de liderança do MCT e da Secretaria de Políticas e Programas de Pesquisa e Desenvolvimento (Seped). Vale registrar o estímulo que vem sendo dado pelo CGEE para este fim.

2. Uma base institucional pouco numerosa, mas de boa qualidade, onde convivem instituições com missões diversificadas, antigas e novas, estas com grande potencial ainda não devidamente desenvolvido como é o caso do Centro de Biotecnologia da Amazônia (CBA), do Sipam e da Unamaz, dos projetos estratégicos, como os da Seped, e o Deter. Os projetos da Seped e o Deter constituem um marco na pesquisa sobre a região, tanto por sua

excelência científica e tecnológica como por sua importância política referente aos subsídios que oferecem para políticas e negociações internacionais.

3. O Pólo Industrial de Manaus (PIM) e a Universidade Federal do Pará são os núcleos mais fortes em C&T na região.

4. A região tem revelado novos atores e iniciativas próprias quanto à C&T, confirmando a afirmativa acima que a Amazônia é hoje uma região por si. Destacam-se o papel da esfera privada (253 das 412 instituições de C&T regionais) sobretudo nas instituições de ensino superior (IES) e no ensino técnico, dos governos estaduais, não só por meio das secretarias e prefeituras como também na sustentação de instituições de pesquisa, e ainda a presença significativa de ONGs. Mas, se em número esses novos atores são expressivos, em termos de escala de atuação não se comparam com o apoio do MCT à Universidade Federal do Pará, a maior em termos de docentes, alunos, pesquisas e recursos federais, e a múltiplas instituições. É lícito reconhecer as secretarias de C&T como parceiros privilegiados na região.

5. Os APLs constituem ação positiva mas não decisiva, na medida em que são fracas as conexões inter-unidades, localizadas em extensos municípios e sendo mais adequados a comunidades com um mínimo de organização da produção e próximas aos centros urbanos.

6. O déficit de P&D vem sendo preenchido pelo CBA, por arranjos produtivos locais (APLs), por incubadoras universitárias e empresariais, e por pequenas e médias empresas. São as incubadoras e pequenas e médias empresas que emergem como promissoras no fortalecimento de P&D. O Programa de Apoio a Empresas (Pappe) em parceria com as FAPs e empresas, e os fundos setoriais Verde-Amarelo, Info e Amazônia são impulsionadores da formação de tais empresas.

7. Mais da metade (857) do conjunto das pesquisas no país sobre a Amazônia (1.244) já é realizada por pesquisadores da região, único indicador em que ela tem posição elevada no conjunto do país, graças ao apoio do MCT.

8. Iniciativa regional para estruturação de um fórum de C&T para a Amazônia em articulação com o CGEE e sob liderança da ADA, cuja primeira reunião foi realizada em fins de 2003.

9. Iniciativas de desconcentração tais como Ipepatro, Universidade da Floresta (Acre) e possibilidades na UEMT de Alta Floresta.

2.2. VULNERABILIDADES

1. Até recentemente, ausência de uma diretriz de longo prazo para a ação do MCT e, ainda hoje, escassez de recursos direcionados a região, e baixo nível de seu conhecimento sobre a região.

2. A grande defasagem da Amazônia em C&T no contexto nacional, patente em quatro indicadores: número de pesquisadores titulados ou em formação superior (1.768 doutores: 1.460 na Região Norte e 308 no Mato Grosso, 55.019 no país e 2.406 em Mato Grosso do Sul, totalizando 59.628), proporção de grupos de pesquisa (3,9% Região Norte e 5,3 no Centro-Oeste), proporção dos investimentos em recursos humanos (3,5%) e proporção dos investimentos de Fundos Setoriais (4,3% para a Amazônia Legal). (Tabelas 1, 2, 3 e 4 e Gráficos 1, 2 e 3).

Tabela 1. Brasil – Distribuição do Currículo Lattes por região geográfica e unidade da federação, segundo a titulação máxima

Região/UF	Doutorado	Mestrado	Especialização	Graduação	Graduação em Andamento	Sem Informação	Total
DF	1.724	1.561	546	1.308	2.072	694	7.905
GO	852	1.344	1.922	1.353	2.090	424	7.985
MS	508	755	545	506	1.020	201	3.535
MT	308	520	450	459	444	194	2.375
Centro-Oeste	3.392	4.180	3.463	3.626	5.626	1.513	21.800
AL	301	256	160	287	527	198	1.729
BA	1.509	2.359	1.572	1.525	2.626	536	10.127
CE	1.113	1.510	668	1.063	2.573	629	7.556
MA	237	399	161	221	952	90	2.060
PB	939	1.192	376	983	1.332	405	5.227
PE	1.623	1.838	930	1.553	3.496	718	10.158
PI	193	270	129	140	536	96	1.364
RN	690	870	406	697	1.453	378	4.494
SE	242	445	322	231	530	130	1.900
Nordeste	6.847	9.139	4.724	6.700	14.025	3.180	44.615
AC	68	120	51	64	108	15	426
AM	463	700	343	657	942	173	3.278
AP	22	59	25	34	46	9	195
PA	708	1.026	446	646	1.403	319	4.548
RO	74	164	129	81	119	121	688
RR	63	88	42	82	118	69	462
TO	62	249	127	92	489	147	1.166
Norte	1.460	2.406	1.163	1.656	3.225	853	10.763
ES	495	467	215	437	768	206	2.588
MG	4.928	5.152	2.130	4.099	6.721	1.635	24.665
RJ	7.775	6.758	2.269	5.007	7.626	1.834	31.269
SP	18.592	14.567	5.498	14.354	12.274	4.285	69.570
Sudeste	31.790	26.944	10.112	23.897	27.389	7.960	128.092
PR	3.458	4.777	3.270	3.369	4.958	1.260	21.092
RS	4.658	7.353	3.748	5.155	7.652	2.130	30.696
SC	2.080	3.675	1.833	2.514	3.977	1.000	15.079
Sul	10.196	15.805	8.851	11.038	16.587	4.390	66.867
Outros(1)	1.334	1.154	347	779	931	2.447	6.992
Total	55.019	59.628	28.660	47.696	67.783	20.343	279.129

Fonte: CNPq – Currículo Lattes.

Disponível via <http://lattes.cnpq.br/indicadores/indicadores_cv/pagina8.htm> .

Arquivo consultado em 2004.

Tabela 2. Brasil – Distribuição dos grupos de pesquisa por região geográfica – 2002

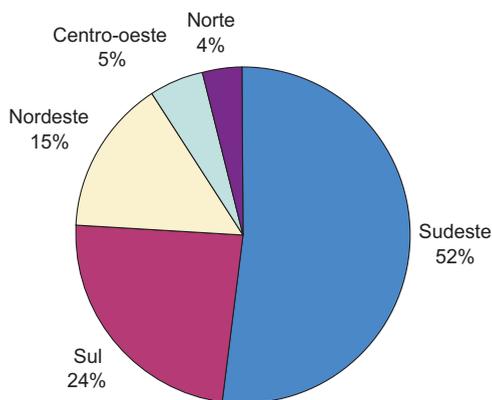
Região	Nº de Grupos de Pesquisa	% do total de grupos
Sudeste	7855	51,8
Sul	3630	23,9
Nordeste	2274	15,0
Centro-oeste	809	5,3
Norte	590	3,9
Brasil	15158	100

Fonte: CNPq – Currículo Lattes.

Disponível via <http://lattes.cnpq.br/censo2002/sumula/index_sumula.htm> .

Arquivo consultado em 2004

Gráfico 1. Brasil – Distribuição dos grupos de pesquisa por região geográfica – 2002



Fonte: CNPq – Currículo Lattes.

Disponível via <http://lattes.cnpq.br/censo2002/sumula/index_sumula.htm> .

Arquivo consultado em 2004

É ainda mais drástica a proporção da região nos investimentos em C&T no total do país. A proporção de toda a Amazônia Legal no total de fomento a formação de RH, é de apenas 3,5%, isto é, apenas 2.809 das 80.354 bolsas e de 6,5% dos financiamentos concedidos à pesquisa. Essa defasagem é acentuada quando se comparam os números referentes a toda a extensa região com os de alguns estados, como por exemplo, o Rio de Janeiro (13.274) e a Bahia (1.567) registrados na Tabela 3 e no Gráfico 2, a seguir. Vale ressaltar a importância do Estado do Pará nesse contexto, seguido do Amazonas.

Quanto aos Fundos Setoriais, não é nada melhor a situação da Amazônia (Tabela 4 e Gráfico 3): entre 2000-2003 a Amazônia recebeu R\$ 59.388.306,77 do total de R\$ 1.093.312.186,08 investidos no país, ou seja, 5%. Enfim, o total de investimentos em C&T para o período 2000-2003 (Tabela 4) demonstra o ínfimo percentual destinado à Amazônia. Também se destacam os montantes recebidos pelo Estado do Amazonas a partir dos últimos dois anos, seguido de longe pelo Pará.

É patente a escassez de recursos do MCT destinados à região, que deve ser analisado também em dados sobre as condições intra-regionais.

Tabela 3. Fomento à pesquisa e à formação de RH em C&T por unidades da federação selecionadas, Amazônia Legal e Brasil (abril de 2004)

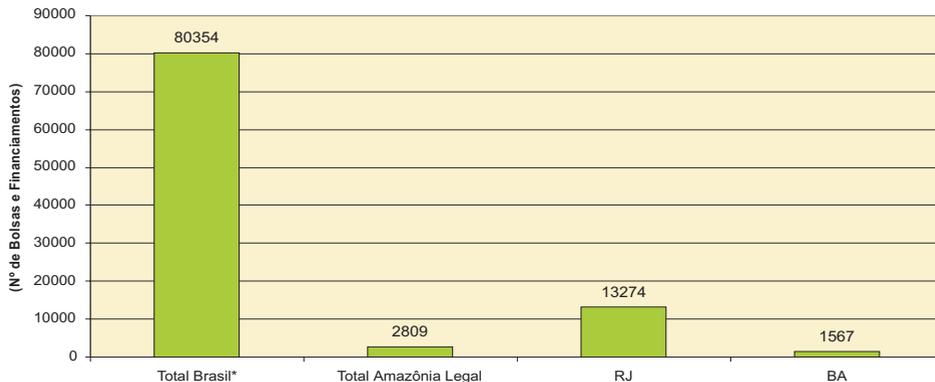
Unidade da Federação	Fomento à pesquisa e Formação de RH (A+B+C)	Bolsa de Pesquisa (Total) (A)	Apoio Técnico	Pesquisador	Recém doutor	Financiamento à pesquisa (Total) (B)	Projeto Institucional	Projeto Individual	Formação no país (Total) (C)	Iniciação Científica	Mestrado	Doutorado	Pós-Doutorado
AC	64	12	7	5	0	4	2	2	48	44	4	0	0
AP	18	1	1	0	0	5	3	2	12	12	0	0	0
AM	807	190	47	143	0	63	19	44	554	351	158	44	1
MA	281	29	13	16	0	23	2	21	229	162	64	3	0
MT	326	34	13	21	0	17	11	6	275	198	77	0	0
PA	1150	229	50	178	1	56	11	45	865	444	327	93	1
RO	75	18	11	7	0	5	4	1	52	39	13	0	0
RR	38	9	5	4	0	6	3	3	23	23	0	0	0
TO	50	9	6	3	0	5	0	5	36	32	4	0	0
Total Amazônia Legal	2809	531	153	377	1	184	55	129	2094	1305	647	140	2
RJ	13274	2941	754	2106	81	489	149	340	9844	3997	3127	2661	59
BA	1567	313	46	254	13	94	42	52	1160	554	406	199	1
Total Brasil*	80354	13123	2702	9948	473	2839	931	1908	64392	24767	21191	17376	1058
% Amazônia Legal	3,5	4,0	5,7	3,8	0,2	6,5	5,9	6,8	3,3	5,3	3,1	0,8	0,2

Fonte: MCT – Prossiga – Sistema Integrado de Informações sobre Fomento à C&T. Disponível via <<http://prossiga.ibict.br/fomento/>> . Arquivo consultado em 2004

* excluídas 2957 bolsas nas modalidades formação no exterior, aperfeiçoamento e modalidade específica.

* A tabela inclui os financiamentos e bolsas do CNPq, Capes, Finep, Facepe, Fapemig, Fapergs, Faperj, Fapesp e Funcap.

Gráfico 2. Fomento à pesquisa e à Formação de RH em C&T no Brasil, Amazônia Legal e UFs Selecionadas (abril, 2004).



Fonte: MCT – Prossiga – Sistema Integrado de Informações sobre Fomento à C&T. Disponível via <<http://prossiga.ibict.br/fomento/>> . Arquivo consultado em 2004

* excluídas 2957 bolsas nas modalidades formação no exterior, aperfeiçoamento e modalidade específica.

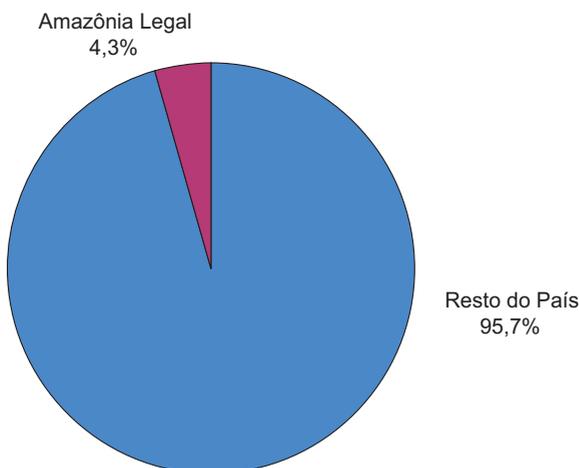
* A tabela inclui os financiamentos e bolsas do CNPq, Capes, Finep, Facepe, Fapemig, Fapergs, Faperj, Fapesp e Funcap.

Tabela 4. Brasil e Amazônia Legal – Investimentos em C&T (2000-2003)

Tipo de Investimento	Valor do Investimento (R\$)	% do Investimento
Bolsas resto do País	1.944.522.695,05	97,0
Bolsas Amazônia Legal	60.301.674,84	3,0
Fomento resto do País	267.659.372,73	93,2
Fomento Amazônia Legal	19.673.657,26	6,8
Editais FNDCT resto do País	1.093.312.186,08	94,8
Editais FNDCT Amazônia Legal	59.388.306,77	5,2
Investimento total - resto do País	3.360.118.211,97	95,7
Investimento total - Amazônia Legal	151.854.306,63	4,3

Fonte: CNPq/Finep – Fundos Setoriais – Estados Amazônia Legal

Gráfico 3. Fundos Setoriais de C&T – Recursos totais investidos na Amazônia Legal (2000-2003)



Fonte: CNPq/Finep – Fundos Setoriais – Estados Amazônia Legal.

3. Falta de continuidade na liberação de recursos, apontada como um dos principais fatores que explicam a insustentabilidade das instituições e dos projetos no tempo, o contingenciamento dos Fundos e a interrupção do apoio do Pape na fase de comercialização das inovações geradas.

4. Editais dos Fundos Setoriais tratando de tópicos que são deficientes para resolução de problemas tecnológicos da região. A exigência de formação de redes nos editais é problemática. Demandam grande esforço de organização e pulverizam recursos. São excessivamente abrangentes, sem

integração das diversas pesquisas e os editais são pouco claros quanto às linhas de pesquisa a serem contempladas e os critérios de seleção.

5. Desprestígio das instituições existentes, forte sentimento dos pesquisadores regionais que reclamam da arrogância do “sul” mas que, por sua vez, são fortemente regionalistas. A resistência de algumas instituições regionais a mudar a sua cultura de pesquisa baseada em inventários.

6. Fragmentação das pesquisas dentro dos projetos (PP-G7), falta de articulação entre os projetos da Seped, devido a vários problemas, destacando-se: a) a superposição de agendas de pesquisa e de pesquisadores evidenciando uma falta de clareza das respectivas missões; a outra face desse problema, são lacunas que devem ser preenchidas como, por exemplo, a pesquisa sobre recursos hídricos e a total carência de pessoal na área de dimensões humanas; b) a assimetria observada na cooperação internacional que, com a ajuda financeira traz acoplada um poder de agenda dissociada das necessidades regionais, uma autonomia excessiva dos pesquisadores internacionais, inclusive ONGs de pesquisa reconhecidamente vinculadas a governos estrangeiros; c) estruturas de gestão que desfavorecem o comando do MCT e favorecem a assimetria apontada; d) o aparente paradoxo entre a superposição assinalada e a desarticulação dos projetos entre si.

7. Quanto à meteorologia, a consolidação e expansão de um sistema nacional depende da revisão dos programas setoriais do MCT e do Ministério da Agricultura (Inmet) para sua atuação integrada.

8. Dificuldades de articulação entre pesquisadores e empresas. Nas empresas, convivem algumas utilizando tecnologia de ponta e grande maioria com baixo padrão tecnológico; são tímidas em exigir demandas concretas às instituições de pesquisa, e desestimuladas pelo baixo investimento do setor público na pesquisa, pois que tendem a suplementar os gastos governamentais mas nunca a substituí-los. Por sua vez, as instituições de pesquisa ora afirmam dispor de tecnologias para uso da sociedade, ora afirmam sua inexistência, ao argumentar por maiores investimentos na pesquisa.

9. A dispersão dos dados levantados nas pesquisas, inúmeros, e para os quais se alocaram vultuosos recursos, inclusive no Sipam que, até o momento, não conseguiu socializá-los.

10. A negligência em reconhecer a diversidade regional, em termos de condições socioeconômicas e políticas, bem como de C&T, está altamente concentrada em Belém e Manaus.

2.3. OPORTUNIDADES

1. As oportunidades regionais para o desenvolvimento de C&T devem ter em mira a consolidação de um sistema nacional de competência sob a ação indutora do MCT. Para tanto, é necessário reconhecer a particularidade da região no país, bem como a diferenciação interna das suas instituições e dos estados que a compõem, de modo a estabelecer prioridades e coordenar demandas capazes de sustentar uma estratégia de longo prazo.

2. No que se refere à articulação interinstitucional na região, a diversidade das instituições indica a possibilidade de complementaridades e de contribuições específicas. As novas instituições baseadas em temáticas e métodos situados na fronteira da ciência, constituem em si uma oportunidade revolucionária na região, mas só com o tempo poderão mobilizar os pesquisadores das instituições mais antigas, como já vem ocorrendo com o MPEG. É, portanto, em nível das novas instituições que se situa a oportunidade de articulação interinstitucional bem-sucedida com outras dentro da região e com as demais regiões do país. A criação de um Instituto Virtual do Milênio pode ser uma oportunidade aproveitando lições de relações interinstitucionais já existentes, e já está sendo proposta.

3. O CBA e as redes e departamentos já existentes nos Estados do Amazonas, Pará, Amapá, Acre e Rondônia, é condição necessária para viabilizar o uso do conhecimento visando o aproveitamento econômico da biodiversidade.

4. Condição para viabilizá-la é também a articulação com o sistema de ensino que, embora ainda tímida, já vem sendo implementada nesse campo do conhecimento, a exemplo dos programas de pós-graduação em Genética e Biologia Molecular na UFPa e o multinstitucional Biotec em Manaus, além da intenção de criar outros em Rondônia e no Acre, respectivamente no Cepem/ Ipepatro e Universidade da Floresta.

5. Novos atores constituem novas oportunidades. Destacam-se, entre eles, além das secretarias estaduais de C&T – interfaces do MCT na região

– as pequenas e médias empresas nacionais emergentes que demandam a imediata implementação da Lei da Inovação, bem como iniciativas da sociedade civil que já vem sendo apoiadas; nesse contexto vale assinalar os APLs como oportunidade, mas apenas para as iniciativas que tem um mínimo de organização, contigüidade e estejam localizadas próximo a centros urbanos que lhes garantam comercialização e mercado. As IES privadas demandam regras que as direcionem mais efetivamente para a missão de ensino e estabeleçam um custo para o uso das instituições públicas para estagio de seus alunos. Vale registrar a importância da cooperação internacional como oportunidade de induzir a mudança, desde que adequada aos interesses do país e das suas instituições.

6. São apenas 412 as instituições de C&T em toda a Amazônia, inclusive de Ensino Superior, registradas pelo Prossiga (MCT). O maior número delas se localiza no Pará e Amazonas (103 em cada) seguidos pelo Mato Grosso (91). Diferenças entre os Estados da Amazônia Legal oferecem oportunidades diversificadas. (Tabela 5 e Gráfico 6). Os Estados do Mato Grosso e Amazonas tem um padrão semelhante, em que a esfera privada e a ênfase técnica predominam, enquanto no Pará há maior diversidade de temáticas e de atores, e os demais estados ainda não tem competências expressivas. No Amazonas, o CT-PIM oferece a oportunidade de viabilizar seu potencial como pólo na interface com os procedimentos industriais mais sofisticados e produtivos do planeta com baixo impacto ambiental e com o apoio da Suframa e do empresariado. E seu planejamento inclui a capacitação em microsistemas e a convergência entre a microeletrônica e a microbiologia (para o que se associou ao CBA), criando bases para o desenvolvimento da nanotecnologia.

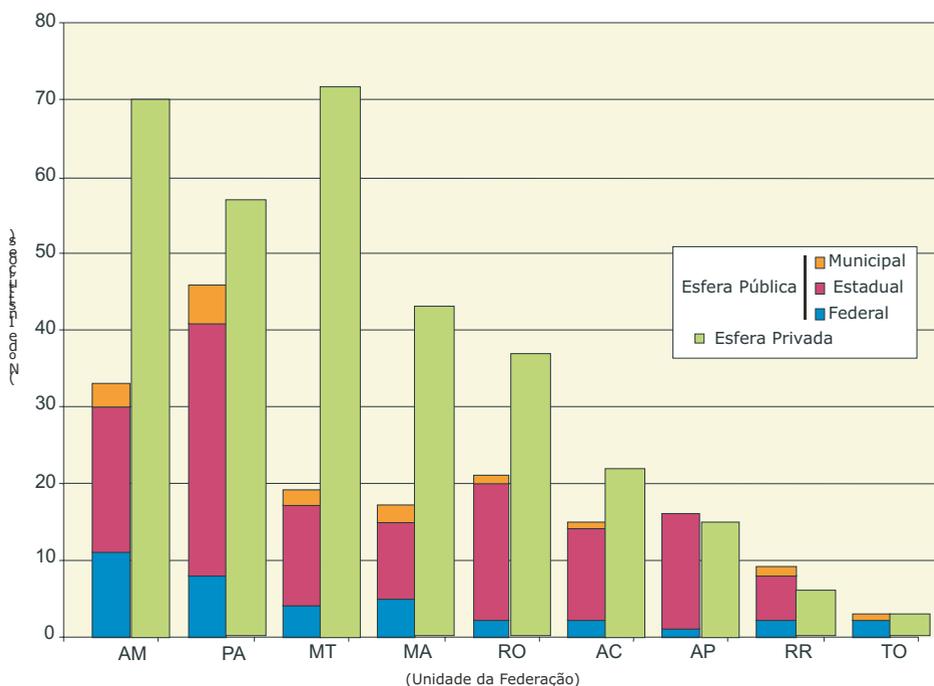
Por sua vez, a UFPA pode atender a múltiplas demandas e oportunidades, sendo necessário priorizá-las. Nas áreas florestais, não só a biodiversidade *stricto sensu*, mas também a agroindústria implementada por produtores familiares e o manejo florestal; nas áreas já desmatadas, a agropecuária, a madeira e o reflorestamento que representa grande oportunidade tendo em vista à demanda crescente de lenha para mineração na área de Carajás. A articulação com empresas estatais e paraestatais de siderurgia, energia e agropecuária é uma oportunidade a ser intensificada.

Tabela 5. Amazônia Legal – tipos de instituição de C&T por esfera administrativa (2004)

Tipo de instituição	Total	Esfera federal	Esfera Estadual	Esfera Municipal	Privada
Inst. de Ensino Superior	107	12	6	1	88
Inst. de Pesquisa	39	7	10	3	19
Inst. Tecnológica	7	1	3	0	3
Assoc/ Soc. Científica	27	0	1	0	26
Academias	2	0	0	0	2
Agências de Fomento	11	1	7	0	3
Secretarias e Prefeituras	87	2	75	10	0
Ensino Técnico	13	9	1	0	3
Empresas Privadas	33	0	2	0	31
Museus	8	0	6	0	2
ONGs	78	0	2	0	76
TOTAL:	412	32	113	14	253

Fonte: Fonte: MCT – Prossiga – Portal de Ciência e Tecnologia da Amazônia. Disponível em <<http://www.prossiga.br/amazonia/>> . Arquivo consultado em 2004

Gráfico 4. Amazônia Legal – distribuição de instituições de C&T por esfera administrativa e unidade da federação (2004)



Fonte: Fonte: MCT – Prossiga – Portal de Ciência e Tecnologia da Amazônia. Disponível em <<http://www.prossiga.br/amazonia/>> . Arquivo consultado em 2004

Organização: Aixa Melo

7. Geração de conhecimento sobre a água os recursos hídricos e suas múltiplas utilizações, inclusive a pesca e a indústria naval, é oportunidade ímpar que só agora começa a ser cogitada.

8. Implantação de laboratórios de pesquisa científica e inovação tecnológica na área de influência da BR-163, vinculados a instituições regionais, para colaborar com os planos nacionais e favorecendo a desejável interiorização de C,T&I na Amazônia. A esses laboratórios poderia ser associado um novo modelo de reforma agrária.

3. AÇÕES NECESSÁRIAS

3.1. AÇÕES IMEDIATAS

Nos próximos dois anos são passíveis de realização ações em dois níveis articulados: gestão e geração de conhecimento (programas da Seped) e transferência e uso de conhecimento.

3.1.1. Gestão e geração do conhecimento – os programas da Seped

1. Dotados de significativo valor estratégico tanto científico como político, os projetos da Seped demandam um salto na sua gestão para dirimir superposições e identificar sinergias e lacunas. Para tanto, há que definir melhor suas missões.

2. PP-G7. Carece de integração interna, mas abre oportunidade para projetos de médio e pequeno portes importantes para a região, e tem interfaces com todos os demais projetos.

3. Experimento de Grande Escala Biosfera-Atmosfera (LBA). É o projeto mais consolidado, constituindo rede internacional de pesquisadores bem-sucedida tanto na geração do conhecimento como na formação de RH. Sua estrutura organizacional deve ser reformulada para assegurar a governança do MCT, estabelecendo três instâncias de gestão-estratégica (direção do MCT), administrativa e tática, nesta última se situando a cooperação internacional. Deve manter sua missão de investigar o funcionamento dos ecossistemas em sua relação com o clima subsidiando as negociações do governo brasileiro no Protocolo de Quioto. Não cabe ao LBA realizar pesquisas sobre

particularidades das dimensões humanas, mas necessita de pesquisas sobre o uso e cobertura da terra, área em que tem interface com o Geoma.

4. Rede Temática de Pesquisa em Modelagem Ambiental (Geoma). Consórcio de instituições do MCT que visa desenvolver modelos computacionais com agenda excessivamente abrangente que inclui temáticas superpostas ao LBA, inclusive com os mesmos pesquisadores, prejudicando seu foco conceitual. Sua missão se define como a de subsidiar políticas públicas para a região gerando cenários sobre a dinâmica do povoamento e sobre a biodiversidade, mas carece de competência nas ciências sociais. As abordagens na interface com o LBA são diferentes e complementares: agroecológica (resiliência) no LBA e territorial no Geoma, visando o ordenamento do território. Na área de biodiversidade o Geoma elabora modelos para análise da distribuição e identificação de espécies, complementares às pesquisas do PPBIO, com quem tem interface.

5. Programa de Pesquisas em Biodiversidade (PPBIO). Realiza a bioprospecção e a organização de inventários, acervos e coleções. Seu grande desafio é sistematizar a coleta, o armazenamento e a integração das coleções. Ferramentas de sensoriamento remoto, geoprocessamento e bioinformática podem ampliar e agilizar a prospecção. A elaboração de uma base cartográfica eletrônica (1:250.000) e a integração do banco de dados biológicos nessa base merece ser implementada de imediato, assim como a articulação com as redes de prospecção existentes. O PPBIO subsidia as negociações brasileiras na Convenção da Diversidade Biológica.

6. Programa Costa Norte (em conjunto com a Assessoria do Mar e Antártida). Visa gerar conhecimentos sobre os sistemas costeiro/marinho influenciado pela Foz do Rio Amazonas, desde o Amapá à Baía de São Marcos, no Maranhão. Participa de cooperação científico-tecnológica com a França por meio do Projeto Ecolab, iniciado na Guiana Francesa para estudo dos manguezais. Seu valor estratégico não deve se restringir aos manguezais, mas sim envolver a plataforma continental e os fundos marinhos, ricos em biodiversidade e recursos minerais.

7. Banco de Dados Comum. Investimento necessário para assegurar a interação dos projetos. Deve ainda incluir o acervo de dados do Sipam e os produzidos pelo Zoneamento Ecológico-Econômico nos Estados da Amazônia Legal, material precioso, até agora disperso.

3.1.2. Iniciativas para transferência e uso do conhecimento

1. Cadeias produtivas para utilização da biodiversidade. Por meio de um novo modo de produzir baseado em C&T, acoplando conhecimento e produção desde o âmago da floresta aos centros de biotecnologia avançados e à bioindústria. Cadeias apoiadas por arranjos institucionais coletivos que agregam pesquisadores – redes, setores de universidades e centros de pesquisa, laboratórios – e empresas vinculados a este tema específico. É possível estabelecer um arranjo em Manaus e outro em Belém. Agências governamentais como o CBA, assim como o Basa e a ADA em seus programas de fomento às redes locais e agregação de valor, devem ter representação em ambos os arranjos. É desejável envolver o Estado do Acre, em seu Instituto de Biodiversidade recém-aprovado, e o Iepa do Amapá.

Mercados para a produção incluem o conjunto do espectro das indústrias de biodiversidade com vários circuitos comerciais, tais como a farmacopéia regional, a nutracêutica e a dermo-cosmética, mais independentes da Anvisa, com denominação de origem controlada. Mas não deve ser negligenciada a tecnologia de ponta para medicamentos, visando o mercado e a saúde pública.

Especial atenção merecem alguns componentes da cadeia. Nos dois extremos, a organização das populações isoladas para impedir sua exploração, e a proteção das empresas quanto à propriedade intelectual e o pagamento de royalties; da mesma forma, os mediadores: extensionistas educadores entre as populações coletoras, as incubadoras e o próprio CBA, e empresas ou agências que realizam a passagem da incubadora para a empresa a exemplo do Sebrae, função também exercida pelo CBA.

2. Centro de Biotecnologia da Amazônia (CBA). É uma pré-condição para a inovação: iniciou a implantação de seus laboratórios e equipes no corrente ano e urge completá-los. Trata-se de um centro de serviços tecnológicos associado à demanda das empresas, envolvendo: bioprospecção da biodiversidade, prospecção tecnológica, orientação quanto a patentes, indução à formação de empresas e parques tecnológicos, bem como a coordenação de projetos. Tem papel central nos arranjos institucionais coletivos para implementar as cadeias de uso da biodiversidade e constitui a maior central de análise no país nesse campo de conhecimento. Financia

vários cursos de pós-graduação e tem como estratégia o rápido rodízio de pesquisadores para continuamente formar novos e para que os de formação avançada regressem à universidade, visando à formação de RH.

O CBA mudou o perfil do Pólo Industrial de Manaus (PIM) e hoje está associado ao Centro Tecnológico do PIM (CT-PIM). Para seu desenvolvimento, contudo, deve superar dois grandes desafios: sua institucionalidade como organização social que garante flexibilidade para atuar com o setor público e o privado, e a questão da propriedade intelectual.

3. CT-PIM. Tem como missão não só ampliar a competência científica-tecnológica do PIM e apoiar a indústria informatizada, como também promover a capacitação em microsistemas e a convergência entre a microeletrônica e a microbiologia. A associação CT-PIM/CBA representa um salto qualitativo no quadro de C,T&I regional rumo à nanotecnologia e deve ser impulsionado.

4. Concepção e implantação de um novo modelo de reforma agrária na rodovia BR-163, envolvendo pesquisas integradas do Geoma, PPBio, LBA e Embrapa.

3.2. AÇÕES DE MÉDIO E LONGO PRAZOS

Tratam-se de ações que garantam a permanência das ações imediatas e de outras que visam consolidar e ou implementar novos campos de conhecimento estratégicos.

1. Recursos humanos (RH). São condição necessária e urgente sem a qual serão inviáveis ações direcionadas à região. A meta é de elevar de três para dez o percentual de RH na região em relação ao total do país. Sugere-se: a) dobrar o número de doutores e mestres em cinco anos e acrescentar mais 1/3 nos cinco anos seguintes; b) atrair pesquisadores seniors por meio de alta compensação financeira e de oportunidade de desenvolver centros de pesquisa e ensino em áreas de seu interesse e de interesse da região, articulados a competências regionais na composição das equipes; c) criar mecanismos para que as empresas absorvam doutores (isenção de impostos, por exemplo); d) condicionar projetos de pesquisa a ensino e treinamento, inclusive as cadeias para uso da biodiversidade que devem ter ligações para frente – um produto comercializável – e para trás – ensino, se possível em

vários níveis; e) colocar entre as prioridades não só áreas de conhecimento como áreas geográficas com potencial já revelado (Universidade da Floresta, Universidade Estadual de Alta Floresta (Mato Grosso), núcleos universitários de Roraima que apóiam as pesquisas do PPBio); f) criar o Instituto Virtual do Milênio coordenado por pesquisador da região, e selecionados por critérios diferentes dos usuais; g) geração de competências técnicas para os setores produtivos privados e públicos em Manaus, por meio de cursos técnicos profissionalizantes ou mesmo da criação de uma Universidade Técnica de Responsabilidade Social, juntando as diferentes áreas de conhecimento, com carreiras e diplomas definidos em função dos setores produtivos.

2. Ciências sociais e humanas. São necessárias à compreensão do processo de desenvolvimento e realizam a interface dos pesquisadores com os tomadores de decisão. Os currículos e projetos nessas áreas não estão orientados para as grandes questões atuais da região, sendo primordial: a) inclusão de disciplinas e de pesquisadores nos projetos das áreas de ciência política, economia política, sociologia, gestão territorial e administrativa, entre outras; b) abertura do consorcio de instituições do MCT – Projeto Geoma – para outras instituições com base no critério de excelência.

3. Meteorologia e recursos hídricos. A Meteorologia, necessita articular ações em nível federal e destas com ações em nível estadual. Em nível federal, trata-se de articular as redes constituídas pelos numerosos centros estaduais do MCT (que hoje equipa os dos Estados de Rondônia, Pará, Amapá e Tocantins) em que o CPTEC tem papel central, com a rede dos distritos do Inmet (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento) sediado em Brasília, fortemente carente em R.H. Iniciativas de articulação federal/ estadual devem ser estimuladas, a exemplo do Estado do Amazonas que visa estabelecer um sistema estadual de meteorologia mediante parceria da Ufam (cursos de pós-graduação) com o Inpa (modelagem climática) e o Sipam (previsão do tempo). Há que estreitar os laços com o LBA.

Quanto aos recursos hídricos, a crescente escassez de água no planeta indica a pertinência de implantar rapidamente uma base integrada de C&T para conhecimento e uso múltiplo da água, começando por estruturar e coordenar iniciativas dispersas que vem sendo realizadas nos projetos da Seped, em Mamirauá, na UFPa, no Inpa e no CPRM.

4. **Cooperação Amazônica.** A integração da Amazônia Continental é parte do projeto nacional por razões políticas, estratégicas e econômicas. Ela demanda um modelo capaz de utilizar os recursos naturais sem destruí-los e de internalizar os benefícios para as populações locais, ou seja, um novo modo de produzir baseado na C&T, envolvendo: a) redes de pesquisa, ampliando o número de projetos conjuntos na Unamaz; b) projetos conjuntos para conhecimento e uso da biodiversidade (cadeias produtivas) e da água; c) redes técnicas não impactantes: telecomunicações e informação (papel importante do Sipam), energia e navegação fluvial e aérea; d) planejamento do uso integrado das cidades gêmeas de fronteira, onde convergem os fluxos transfronteiriços que constituem embriões de integração.

O MCT deve ter uma presença efetiva na Otca, liderando a formação de projetos conjuntos, já que essa instituição valoriza e necessita de C&T. Sediada em Brasília, seu plano estratégico aprovado na reunião de ministros realizada em Manaus (14/09/2004), está articulado em quatro eixos: conservação e uso sustentável dos recursos naturais renováveis; gestão do conhecimento e intercâmbio tecnológico; integração e competitividade regional e fortalecimento institucional. Já apóia vários programas como o de combate à malária e a iniciativa amazônica que agrega institutos internacionais e pesquisa agropecuária (criada em 25/10/2004). O projeto Costa Norte deve ser encarado no contexto da Otca.

4. ESTRATÉGIAS CONDICIONANTES

Em que pese a importância da C,T&I para a valorização econômica e social do patrimônio natural da Amazônia, vale registrar que para ser eficiente não pode atuar isoladamente, dependendo de múltiplos fatores entre os quais destacam-se a estratégia para o fortalecimento institucional e a estratégia espacial.

4.1. FORTALECIMENTO INSTITUCIONAL

A visão institucionalista do desenvolvimento, fortalecida na década de 1990, contribuiu de maneira decisiva para repensar o sentido do desenvolvimento. Demonstrando o papel das instituições na determinação dos resultados econômicos, sociais e políticos, permite encarar o desenvolvimento como resultado de certas formas de coordenação.

Elas são imposições criadas pelo homem, que estruturam suas interações e garantem certa estabilidade nas relações proporcionando a confiança; em última análise, as instituições são as regras do jogo que influenciam as preferências dos indivíduos e organizações (North, D. 1990/1994). Há uma clara diferença entre as regras do jogo (as instituições), e os jogadores. Estes são as organizações, grupos de indivíduos articulados por alguma identidade com vista a certos objetivos, corpos políticos, econômicos e sociais, agentes ativos que atuam segundo as regras estabelecidas pelas instituições.

A verdadeira chave para o desenvolvimento é a organização econômica eficiente, implicando no estabelecimento de arranjos institucionais e direitos de propriedade que criam incentivos para canalizar esforços individuais para atividades rentáveis em nível privado e coletivo; inovação, economias de escala, educação, acúmulo de capital, etc., não são causas do crescimento: eles são o crescimento.

As instituições representam, assim, o principal patrimônio de uma sociedade. A eficiência e a equidade de uma ordem social dependem, sobretudo, de seu sistema institucional e, secundariamente, da qualidade de suas organizações. E quanto maior a fraqueza institucional, maiores as incertezas, revelando que a otimização das decisões e ações está relacionada à capacidade de coordenação política das instituições.

Uma lógica institucional articulada remete ao reconhecimento das diferenças entre instituições visando complementaridades e mesmo a projetos multiministerias.

1. Nos projetos da Seped, destacam-se as articulações com:

a) o MEC para formação e fixação de RH. O MEC planeja deslocar para a região equipes constituídas por cinco professores/pesquisadores. A articulação com o MCT é benéfica, inclusive para estabelecer prioridades nas áreas a serem contempladas tais como a de recursos hídricos, ciências humanas e sociais, formação de técnicos;

b) a Embrapa para a pesquisa sobre a cobertura e uso da terra, sistemas produtivos, biodiversidade e recursos genéticos. A Embrapa conta com base da P&D significativa e introduz uma ótica aplicada essencial aos projetos. Já está presente no LBA e deve participar do Geoma, cuja abertura para

outras instituições é necessária, tendo iniciado articulação, corretamente, com a Universidade Federal Rural do Pará e com os planos de combate e prevenção do desmatamento e da BR-163 sustentável.

c) do LBA com o Programa de Meteorologia:

d) do PPBio com as redes de pesquisa sobre biodiversidade, com o Instituto Evandro Chagas para aproveitamento de seus laboratórios ociosos, com o Ipepatro (Rondônia) e a Universidade da Floresta e com o IBGE para elaboração da base cartográfica onde devem ser inseridos os dados de prospecção;

e) a Fiocruz, envolvendo PPBio, Geoma, Ipepatro e o Instituto Evandro Chagas, para implementar as pesquisas sobre saúde, na interface com a biodiversidade.

f) do Instituto Mamirauá, LNCC, Geoma, LBA e PP-G7 para priorizar e coordenar a pesquisa sobre recursos hídricos e destes com outras instituições;

g) programas e/ou projetos da Otca existentes ou a serem propostos.

2. Nas cadeias produtivas para uso da biodiversidade destacam-se as articulações com:

a) o MDIC que pode assessorar a conformação das cadeias

b) o LBA, sua rede de laboratórios associados e a Suframa;

c) as secretarias de C&T, laboratórios e departamentos de universidades, e centros de pesquisa envolvidos na temática;

d) os empresários do setor;

e) o Sebrae e as universidades para organizar a mediação nas cadeias;

f) o comércio e a indústria locais para prover externalidades necessárias à produção (embalagens e recipientes adequados, por exemplo);

g) ADA, Basa, BNDES, Anvisa e rede nacional de produtos farmacêuticos;

h) Dentro do próprio MCT: a Secretaria de Inclusão Social e o Programa de Biotecnologia.

4.2. ESTRATÉGIA ESPACIAL.

A estratégia espacial implica no reconhecimento que a Amazônia não é homogênea nem do ponto de vista da natureza nem da sociedade. Pelo contrário, é bastante diversificada. A regionalização pode contribuir para acelerar e maximizar as ações do poder público. Resultado de interações complexas entre sociedade e natureza, as regiões e sub-regiões constituem sociedades locais com identidades e demandas específicas cujo atendimento permite ao Estado estar presente sem pulverizar recursos e estabelecer parcerias diversas. Elas permitem integrar as políticas públicas em uma base territorial, descartando o convencional tratamento setorizado e assim aumentando a sinergia e acelerando o tempo de execução das decisões políticas. O fato da Amazônia como de resto o Brasil ser uma região urbanizada, exige uma política de consolidação das cidades que são os centros de comando das relações regionais.

Em termos de C,T&I, a regionalização estabelece dois outros condicionantes fundamentais: a diversidade do potencial natural a ser aproveitado e as estratégias diferenciadas dos governos estaduais para uso de seus respectivos territórios.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS CENTROS DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA. *Proposta de estratégia espacial para o desenvolvimento da Amazônia*. Recife: ANPEC/ADA, 2003.

BECKER, B. K. Undoing myths: the Amazon-an urbanized forest. In: CLÜSENER-GODT, M; SACHS, I. (Ed.). *Brazilian perspectives on sustainable development for the Amazon Region*. Paris: UNESCO, 1995. p. 53-89. (Man and Biosphere Series, v. 15).

_____. Novos rumos da política regional: por um desenvolvimento sustentável da fronteira amazônica. In: BECKER,B.; MIRANDA, M. *Geografia política do desenvolvimento sustentável*. Rio de Janeiro: [s.n.], 1997. p. 421-443.

_____. Geopolítica da Amazônia no início do século XXI. *Revista da UnB*, Brasília, ano 1, n. 2, 2001.

_____. Amazonian frontiers at the beginning of the 21th century. In: HOGAN, D. J.; TOLMASQUIM, M.T. (Ed.). *Human dimensions of global environmental change: brazilian perspectives*. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 2001. p. 301-323.

_____. Amazônia mudanças estruturais e tendências na passagem do milênio. In: MENDES, A. Dias (Org.). *A Amazônia e o seu banco*. Manaus: Valer, 2002.

_____. *Modelo sócio-ambiental e redes de parcerias*, 2002. No prelo.

_____. *Limitações ao exercício da soberania brasileira na região amazônica*. Brasília: Presidência da República, Secretaria de Segurança Institucional, 2004.

_____. *Logística e território: expansão do agronegócio da soja na Amazônia*. Manaus: LBA, 2004.

_____. *Estudo envolvendo proposta de C&T para a Amazônia*. Brasília: CGEE, 2004.

_____. *Amazônia: geopolítica na virada do III milênio*. Rio de Janeiro: Garamond, 2004.

BOULDING, K. The economics of the coming space-ship earth. In: JARRET, H. E. (Ed.). *Environment quality in a growing economy*. Baltimore: John Hopkins, 1966.

BUCLET, B. *Lés ongs brésiennes: genese d'un champ*, 2003. Disponível em: <<http://www.bbuclet@ig.com.br>>. Acesso em: fev. 2005.

CASTELLS, M. *A sociedade em rede*. São Paulo: Paz e Terra, 1999.

DALY, H. E. From empty – world economics to full-world economics. In: *Environmentally sustainable economic development*. Washington: Unesco, 1991.

POLANYI, K. *The great transformation = A grande transformação*. Rio de Janeiro: Campus, 1944.

Programa Biota/Fapesp, o modelo brasileiro para gestão de um recurso estratégico: a biodiversidade

Carlos Alfredo Joly*

INTRODUÇÃO

Em função de sua posição geográfica, na transição entre a região tropical e a região subtropical, e de seu relevo, a biodiversidade do Estado de São Paulo está entre as mais elevadas do país. Entretanto, ao longo de processo de desenvolvimento econômico, grande parte dessa riqueza foi destruída. Na época do descobrimento, os dois principais biomas do Estado – Mata Atlântica *sensu lato* (Joly et al. 1999) e o Cerrado (Cavalcanti & Joly, 2002) – recobriam, respectivamente, 83% (Victor, 1975) e 14% (Kronka et al. 1998) da superfície do Estado.

Da Mata Atlântica resta hoje cerca de 12% da cobertura original e somente na fachada da Serra do Mar e no Vale do Ribeira há remanescentes significativos da vegetação original. No interior do Estado, em função particularmente da expansão da cafeicultura, no período que se inicia em 1840 e se estende até meados do século passado, os remanescentes de mata nativa estão extremamente fragmentados.

Apesar de mais recente, a destruição do Cerrado ocorreu em um ritmo avassalador. Em 40 anos, do início da década de 60 ao final do século, o Estado destruiu mais de 98% de suas áreas de Cerrado. O período crítico da devastação, final da década de 70, está associado ao Proálcool e à conseqüente expansão da cana. Na década seguinte, a citricultura passa ser o principal fator de pressão para a ocupação das áreas de cerrado. Como

* Carlos Alfredo Joly é professor titular de ecologia vegetal do Departamento de Botânica, do Instituto de Biologia da Unicamp, foi o idealizador do Programa Biota/Fapesp: o Instituto Virtual da Biodiversidade e coordenou esse programa de março de 1999 a junho de 2004.

conseqüência da área originalmente coberta pelo Cerrado restam hoje somente 230 mil hectares, pulverizados em 8.300 fragmentos, mais de 4 mil deles com menos do que 10 ha, e somente 47 com uma área superior a 400 ha (Kronka et al, 1998)

A importância destes dois biomas – Mata Atlântica e Cerrado – em termos de conservação da biodiversidade fica evidente com a inclusão de ambos na lista dos *hotsptots* (Myers et al, 2000). Portanto, não é uma surpresa que, para qualquer grupo taxonômico, os índices de biodiversidade sejam altos em São Paulo. São cerca de 8 mil espécies de plantas superiores, 5.500 de algas, 2 mil de vertebrados e mais 500 mil de invertebrados. Aproximadamente 30% destas espécies são endêmicas. Em relação a microorganismos é impossível fazer uma estimativa da diversidade.

O maior problema para que pesquisadores e formuladores de políticas públicas utilizem as informações disponíveis sobre a biodiversidade é que estas são fragmentadas, estão dispersas em centenas de trabalhos e publicações, e muitas vezes estão em fontes de difícil acesso (teses, dissertações, monografias). Conseqüentemente, além de representarem uma pequena parcela desse vasto universo, o acervo de dados disponíveis ainda é subutilizado.

O desafio, nesta área estratégica para o país, era o desenvolvimento de um sistema de informação ambiental que permitisse, concomitantemente: a) aumentar o conhecimento acadêmico sobre a biodiversidade; b) estabelecer mecanismos e estratégias para utilizar esse patrimônio de forma sustentável; e, c) aperfeiçoar o conjunto de políticas públicas de forma a assegurar a implementação das premissas preconizadas pela convenção sobre a Diversidade Biológica <www.biodiv.org>.

1. METODOLOGIA

1.1. ARTICULAÇÃO DA COMUNIDADE

Em abril de 1996, a Coordenação de Ciências Biológicas levou à diretoria científica da Fapesp a proposta de organizar uma reunião com pesquisadores que atuam no amplo espectro que a temática conservação e uso sustentável da biodiversidade abrange. Na reunião ficou patente o

interesse dos pesquisadores na criação de um programa de pesquisas enfocando, especificamente, esta temática. Essa iniciativa foi, inicialmente, denominada Biota-SP <www.biota.org.br/info/historico/>.

Desde o primeiro momento o grupo de coordenação do Biota-SP <www.biota.org.br/info/historico/coordenadores> optou pela internet como ferramenta de conexão entre os pesquisadores, espalhados por dezenas de instituições do Estado, e criou uma *homepage* <www.biota.org.br> e uma lista de discussão <www.biota.org.br/mailman/listinfo/biotasp-l>.

Visando estruturar esse programa de pesquisas, o grupo de coordenação organizou o *workshop* “Bases para a Conservação da Biodiversidade do Estado de São Paulo” <www.biota.org.br/info/historico/workshop/>. Realizada em julho/1997, em Serra Negra/SP, a reunião contou com a participação de mais de cem pesquisadores de todas as áreas do conhecimento envolvidas. A qualidade e a quantidade de informações inéditas dos documentos gerados pelos grupos de trabalho levou o grupo de coordenação a organizar sua publicação em um conjunto de sete volumes que constituem a série “Biodiversidade do Estado de São Paulo: síntese do conhecimento ao final do século XX” <www.biota.org.br/publi/livros/>.

A plenária final do *workshop* optou por utilizar a definição de biodiversidade da CDB¹ e definiu os objetivos e metas do programa <www.biota.org.br/info/met>:

- a) compreender os processos que geram e mantêm a biodiversidade, assim como aqueles que resultam na sua redução;
- b) padronizar as coletas tornando obrigatório o uso do GPS;
- c) tornar as informações importantes para o aperfeiçoamento das políticas públicas de conservação e uso sustentável da biodiversidade, disponíveis para os órgãos responsáveis por sua definição e implementação;

¹ biodiversidade é a variedade organismos vivos – flora, fauna, fungos macroscópicos e microrganismos – provenientes de todas as fontes, incluindo terrestres, marinhas e outros ecossistemas aquáticos e os complexos ecológicos do qual eles fazem parte, abrangendo a diversidade de genes e de populações de uma espécie, a diversidade de espécies, a diversidade de interações entre espécies e a diversidade de ecossistemas

d) assegurar o acesso público, livre e gratuito a essas informações;

e) melhorar o nível do ensino relacionado com a temática conservação e uso sustentável da biodiversidade, em todos os níveis formais e informais de ensino.

A plenária definiu ainda que, na fase inicial, os pesquisadores interessados em participar do programa se organizariam em projetos temáticos e que o grupo de coordenação promoveria a integração dos projetos de forma a otimizar a complementaridade de esforços e evitar a sobreposição temática e/ou geográfica. Como resultado, já no início de 1998 foram encaminhados a Fapesp 18 Projetos Temáticos que, juntamente com a proposta conceitual do programa, foram avaliados por uma assessoria internacional designada pela diretoria científica. A assessoria internacional foi unânime em aprovar as bases conceituais do programa e, na sua maioria, os projetos temáticos foram muito bem avaliados. Com base na avaliação altamente positiva, o Conselho Superior da Fapesp, em sua reunião de 10 de fevereiro de 1999, decidiu criar o Programa Biota/Fapesp – O Instituto Virtual da Biodiversidade. O lançamento oficial do programa ocorreu no dia 26 de março de 1999.

1.2. DEFINIÇÃO DA FICHA PADRÃO DE COLETA

A definição dos campos mínimos obrigatórios da Ficha Padrão de Coleta foi o resultado de uma ampla discussão com todos os integrantes dos projetos temáticos. Esta discussão, iniciada no *workshop* de Serra Negra, prolongou-se por cerca de um ano, com visitas a todas as instituições envolvidas. A metodologia permitiu a identificação das informações utilizadas por todos os pesquisadores, independente do grupo taxonômico estudado, resultando na definição de nove campos mínimos obrigatórios, e de campos complementares específicos para cada grupo taxonômico. Hoje, a Ficha de Coleta Padrão <<http://sinbiota.cria.org.br/info/fichapadrao>> possui cerca de 40 campos opcionais que, periodicamente, são reavaliados.

1.3. PADRONIZAÇÃO DAS LISTAS DE ESPÉCIES

Para viabilizar a construção do banco de dados era necessário padronizar, também, o formato das Listas de Espécies que acompanham a Ficha Padrão de Coleta. Novamente o processo de definição envolveu a

consulta, ao longo de um ano, a todos os participantes do programa e especialistas de grupos ainda não contemplados nos projetos participantes. Como resultado, o programa padronizou as listas de espécies para todos os 168 grupos taxonômicos hoje reconhecidos <<http://sinbiota.cria.org.br/info/grupopub?template>>.

1.4. BASE CARTOGRÁFICA

No *workshop* de Serra Negra constatou-se a inexistência de uma base cartográfica atualizada, que permitisse a localização exata dos locais amostrados bem como uma visualização espacial das coletas. Essas informações são essenciais tanto para a definição de estratégias de conservação como para a definição de prioridades de estudo. Ficou patente que era necessário desenvolver e disponibilizar “on line” uma base cartográfica precisa e atual.

Atualmente, a legenda de vegetação da base cartográfica está sendo adaptada para o Sistema de Classificação da Vegetação Brasileira adotado pelo IBGE (Veloso et al, 1991).

RESULTADOS

Cinco anos após sua criação oficial, o Programa Biota/Fapesp conta hoje com 45 projetos (entre temáticos, auxílios à pesquisa e jovens pesquisadores), que envolvem cerca de 400 pesquisadores-doutores vinculados à universidades públicas, particulares, institutos de pesquisa, centros da Embrapa e a ONGs. O programa envolve ainda cerca de 80 colaboradores de outros estados, 50 do exterior e 300 alunos de graduação e pós-graduação. A lista de projetos e respectivas equipes está disponível no endereço <www.biota.org.br/projeto/index?search>.

O uso da Ficha Padrão de Coleta e do modelo padronizado de Listas de Espécies permitiu a construção de um banco de dados que integra as informações produzidas por todos os pesquisadores que participam do programa. Este banco de dados, que roda em um servidor Intel/Linux e utiliza PostgreSQL, tem uma interface com usuários via plataforma web. Os pesquisadores cadastrados tem senhas que permitem a entrada de dados *on-line* de qualquer computador conectado à internet. O acesso a estes dados é público e gratuito.

O Sistema de Informação Ambiental/SinBiota <<http://sinbiota.cria.org.br>> foi desenvolvido de forma a permitir no futuro, se for esta a opção do Brasil e dos pesquisadores que participam do Programa, uma conexão com iniciativas como o *Species 2000* <www.sp2000.org> e o *Global Biodiversity Information Facility/GBIF* <www.gbif.org>.

O atlas do programa Biota/Fapesp <<http://sinbiota.cria.org.br/atlas>> é o resultado da digitalização das 416 cartas, na escala 1:50.000, do IBGE de 1972. Os temas Manchas Urbanas; Malha Viária; Limites Municipais; Hidrografia; Limite das Unidades de Gerenciamento Hídrico; Topografia; Áreas de Reflorestamento; Limites das Unidades de Conservação; e Remanescentes de Vegetação Nativa foram atualizados com base nas imagens do Landsat 5 e do Landsat 7 de 1998/2000.

Como as coordenadas geográficas obtidas com GPS são um campo obrigatório da Ficha de Coleta Padrão, é possível conectar o banco de dados de informações textuais com o mapa digital, permitindo a visualização *on the fly* da distribuição espacial das espécies cadastradas no sistema. O sistema permite que o usuário construa e imprima um mapa com as características que necessitar.

Solucionada a questão da padronização das coletas feitas a partir da criação do Programa Biota/Fapesp, restava solucionar a questão do acervo de dados pretéritos depositados em coleções biológicas. Neste sentido, o Programa Biota/Fapesp estimulou o desenvolvimento do Projeto Sistema de Informação distribuído para Coleções Biológicas <<http://splink.cria.org.br/>> que, em uma fase piloto, está interligando 12 coleções biológicas (3 herbários, 2 coleções de ácaros, 3 de peixes, 1 de algas e 3 de microrganismos) e prevê a repatriação de dados de subcoleções específicas fora do Estado de São Paulo (no Brasil e no exterior).

Complementando o conjunto de ferramentas, em 2001 o programa Biota/Fapesp lançou a Biota Neotropical <www.biotaneotropica.org.br>, uma revista científica *on line only* que publica os resultados de projetos de pesquisa, associados ou não ao programa, relevantes para a caracterização, a conservação e o uso sustentável da biodiversidade na região Neotropical.

Finalmente, em junho de 2003 o Programa Biota/Fapesp lançou a Rede Biota de Bioprospecção e Bioensaios/BIO*prospec*TA <<http://www.bioprospecta.org.br>>, com o objetivo de ampliar para toda biota do Estado de São Paulo o sucesso obtido pelo projeto de bioprospecção de plantas da Mata Atlântica e do Cerrado desenvolvido no âmbito do Programa.

Com o BIO*prospec*TA o Programa Biota/Fapesp pretende ampliar o foco tanto em termos de organismos estudados como em termos dos bioensaios utilizados. A meta é integrar todos os grupos de pesquisa do Estado de São Paulo que atuam, direta ou indiretamente, com a prospecção de novos compostos-guia em microrganismos, fungos macroscópicos, plantas, invertebrados (inclusive marinhos) e vertebrados. Em termos de plantas, por exemplo, o objetivo é fazer uma varredura das 8 mil espécies de fanerógamas que, segundo estimativas do projeto Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo, ocorrem no Estado de São Paulo.

Ao fugir do padrão tradicional de programas de bioprospecção, que em termos de flora geralmente focam nas plantas medicinais conhecidas por populações indígenas ou tradicionais, o BIO*prospec*TA amplia significativamente seu universo de pesquisa. Focar apenas nas plantas medicinais significaria ignorar décadas de avanço das técnicas/métodos de extração de substâncias/princípios ativos, limitando o estudo apenas a compostos obtidos com métodos seculares como a maceração, a infusão e a extração em álcool.

Para estabelecer um programa estadual competitivo de bioprospecção, com a capacidade de avaliar milhares de amostras/extratos, está sendo necessário adaptar a capacidade instalada, tanto em termos de equipamentos quanto em termos de recursos humanos. Mesmo assim, a rede não terá condições de competir com os laboratórios de países ricos na pesquisa por novas drogas para as assim chamadas “doenças de países desenvolvidos”. Entretanto, poderemos utilizar nossa expertise para, em parceria com a iniciativa privada, solucionar problemas nacionais/regionais como Leishmania, Doença de Chagas, Malária e outras doenças tropicais.

Com a gigantesca diversidade de espécies que estarão sendo estudadas pela primeira vez, o potencial para a identificação de novos antioxidantes, antimicóticos, antiinflamatórios, antibióticos ou drogas que poderão ser

utilizadas no tratamento de alguns tipos de câncer, é muito grande. Portanto, esses alvos também devem ser pesquisados pois podem se tornar uma importante fonte de recursos para a economia brasileira. Cabe ressaltar ainda que as indústrias do setor farmacêutico não serão as únicas parceiras nessa iniciativa. Há uma gama ampla de substâncias/compostos que são de interesse da indústria de cosméticos, da indústria de defensivos agropecuários e da indústria alimentícia.

Assim como o Brasil, o Estado de São Paulo possui grupos de excelência trabalhando em todas as etapas necessárias para a implantação de um programa de bioprospecção e bioensaios. Há vários grupos trabalhando com o isolamento, a purificação e a caracterização da estrutura de metabólitos naturais, assim como temos grupos com uma grande experiência em farmacologia com protocolos de bioensaios *in-vitro* e *in-vivo* bem estabelecidos. Há ainda grupos com uma infra-estrutura ótima para a caracterização de compostos em extratos brutos (NMR, cristalografia, espectrofotometria de massa, etc...). Falta, entretanto, uma maior integração entre os grupos. E, nesse aspecto, a experiência adquirida nas etapas iniciais do programa Biota/Fapesp será, sem dúvida, de fundamental importância.

Concluída a fase inicial de divulgação da rede (junho de 2003), da manifestação de interesse por parte dos grupos de pesquisa do Estado, da submissão de pré-propostas (agosto de 2004) e da submissão dos projetos completos, que são analisados pela sistemática padrão da Fapesp, o BIO*prospec*TA já conta hoje com sete projetos em andamento <<http://www.bioprosecta.org.br/projetos.htm>>.

Com a implantação do BIO*prospec*TA o Programa Biota/Fapesp deu um passo importante para viabilizar a conservação da biodiversidade do Estado de São Paulo. Pois, por meio da bioprospecção, o programa vai gerar os recursos e contribuir para a criação dos mecanismos econômicos necessários para financiar a manutenção e ampliação da infra-estrutura para conservação *in situ* (parques, reservas, etc...), *ex situ* (museus, herbários, coleções de microrganismos, etc...), bem como de programas de pesquisa em conservação e uso sustentável da biodiversidade. Seria o tão falado, e pouco praticado, uso sustentável da biodiversidade, esse fantástico patrimônio natural que herdamos e queremos preservar para as gerações futuras.

Três aspectos foram de fundamental importância para o sucesso do Biota/Fapesp e continuam motivando novos grupos de pesquisadores a ingressarem no programa:

a) o caráter inusitado do processo de criação do Biota/Fapesp que, ao contrário da esmagadora maioria de iniciativas desse tipo, nasceu da articulação da comunidade científica em torno de objetivos e estratégias em comum. Com o inestimável apoio da diretoria científica da Fapesp, a comunidade científica se organizou e apresentou uma demanda que não só tinha qualidade como refletia a maturidade necessária para optar por padronizar as coletas, utilizar a mesma base cartográfica e concordar em disponibilizar suas informações em um banco de dados público e de uso comum. Essa maturidade, que estabelece como novo paradigma o trabalho em cooperação, com dados sendo compartilhados, otimiza o uso de recursos humanos e financeiros e potencializa o uso dos resultados.

b) o fato dos pesquisadores serem estimulados a trabalhar com os grupos taxonômicos e/ou temáticas na qual têm um interesse específico e, conseqüentemente, uma formação especializada. Portanto, cada um continua trabalhando com o que gosta e tem afinidade, mas todos acrescentaram objetivos novos aos seus projetos, visando a integração com outros projetos do programa. O uso das ferramentas em comum não só otimiza essa integração como permite a identificação de novas interfaces entre áreas de pesquisa e/ou grupos de pesquisadores.

c) o fato de, até hoje, tanto pesquisadores seniores como pesquisadores juniores participarem do processo de aperfeiçoamento das ferramentas utilizadas pelo Programa e de seus caminhos, pois o Biota/Fapesp é o resultado de um esforço coletivo de construção e todos os integrantes participam diretamente das instâncias de decisão.

Finalmente, cabe ressaltar que as inscrições no Programa são feitas em regime de fluxo contínuo, por meio da submissão de uma pré-proposta seguindo as instruções disponíveis no endereço <<http://watson.fapesp.br/biota/menu.htm>>.

O sucesso da Programa Biota/Fapesp, em uma região particularmente rica em biodiversidade como o Estado de São Paulo, o coloca como modelo para a gestão da biodiversidade, um recurso natural cuja importância estratégica para o Brasil é inquestionável.

BIBLIOGRAFIA

CAVALCANTI, R. B.; JOLY, C. A. Biodiversity and conservation priorities in the cerrado region. In: OLIVEIRA, P. S.; MARQUIS, R.J. *The cerrados of Brazil: ecology and natural history of a neotropical savanna*. New York: Columbia University Press, 2002. p. 351-367.

JOLY, C. A. et al. Evolution of the Brazilian phytogeography classification systems: implications for biodiversity conservation. *Ciência e Cultura*, v. 51, n. 5/6, p. 331-368, 1999.

KRONKA, J. N. F et al. *Áreas de domínio do cerrado no Estado de São Paulo*. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente, 1998.

MYERS, N. et al. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, v. 403, n. 6772, p. 852-858, 2000.

VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. *Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal*. Rio de Janeiro: IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 1991. 123 p.

VICTOR, M. A. M. *A devastação florestal*. São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura, 1975. 48 p.

Necessidades para adequação da matriz institucional de ciência e tecnologia na Amazônia

*Cássio Alves Pereira**

1. INTRODUÇÃO

O governo federal estabeleceu como prioridade a elaboração de uma política de desenvolvimento da Região Amazônica que seja voltada para a inclusão social e desconcentração de renda, a ser assegurada por crescimento econômico ambientalmente sustentável e redutor das desigualdades regionais. Para tanto, a Agência de Desenvolvimento da Amazônia (ADA) tem buscado estabelecer meios e criar mecanismos para a ação convergente dos órgãos federais, e destes, com as necessidades locais de governo e da sociedade civil.

O desenvolvimento sustentável da Amazônia coloca a ciência e tecnologia (C&T) como alternativa para a solução dos mais graves problemas como, por exemplo, as grandes rupturas observadas nas cadeias produtivas da produção tradicional, os longos hiatos das cadeias dos produtos novos, sobretudo aqueles baseados nas possibilidades dos ecossistemas locais, de grande potencial e a incapacidade de comunicação entre as cadeias e setores. Todas essas graves faltas dificilmente serão preenchidas sem um aporte decisivo de conhecimento científico e tecnológico. O desafio é, portanto, de ampliar a capacidade operacional, mudando ao mesmo tempo a orientação do aparato dedicado ao conhecimento na Amazônia, ajustando-o às suas mais graves necessidades.

* Cássio Alves Pereira é gerente executivo de Meio Ambiente, Ciência, Tecnologia e Inovação, da Agência de Desenvolvimento da Amazônia (ADA)

É função da ADA propiciar os meios institucionais para dinamizar este processo: o processo de requalificação do aparato institucional de C&T, reorientando e ajustando sua matriz rumo às necessidades de um desenvolvimento socialmente incluyente e ambientalmente sustentável na Região.

Nesse sentido, a ADA tem feito uma série de esforços, entre os quais a realização do Workshop “identificação de necessidades para adequação da matriz institucional de ciência e tecnologia na Amazônia”, que aconteceu em Belém do Pará, em dezembro de 2003, e que tem servido de referência para orientar as ações de C&T da ADA nos últimos dois anos.

2. OBJETIVOS

O *workshop* foi realizado com os seguintes propósitos: a) levantar as grandes necessidades para adequação da institucionalidade de C&T aos grandes desafios de desenvolvimento incluyente e sustentável da Região Amazônica; b) apresentar modelos de atendimento dessas necessidades; c) orçar os custos de implantação e manutenção dessas soluções; e, d) estimular a formação de parcerias.

3. METODOLOGIA

O perfil exigido dos participantes era preferencialmente o vínculo com as instituições de pesquisa da Amazônia, universidades, órgãos governamentais, estaduais, agências governamentais e financiadoras de pesquisas que atuam em C&T na Amazônia, com clara visão das necessidades de C&T na Região.

A metodologia do *workshop* envolveu a formação de grupos temáticos que trabalharam na perspectiva de identificação dos problemas, das prováveis soluções e definição de estratégias inovadoras para obtenção dos resultados desejados. Optou-se, portanto, em dividir os grupos nas seguintes temáticas: a) pesquisa agropecuária com ênfase na sustentabilidade; b) gestão, fomento e difusão de C&T; c) pesquisas para conhecimento, conservação e uso dos recursos minerais; d) uso da terra e dinâmicas sociais; e) pesquisa para conhecimento, conservação e uso da biodiversidade regional; f) pesquisa de

recursos hídricos; g) gestão de pesquisas para agroindustrialização e mercados e h) formação de recursos humanos para a Amazônia.

Cada grupo temático contou com um facilitador, para orientar a realização dos trabalhos e organização da apresentação do grupo em plenária. Houve duas rodadas de debates nos grupos para a definição de necessidades de programas de pesquisa e ensino que visem a adequação institucional da ciência e tecnologia na Amazônia. Por último, aconteceu a realização da plenária com a participação conjunta de todos os grupos onde, cada grupo, por meio de um relator, expôs os resultados para a plenária. Após as exposições foram debatidos os resultados e procedidos os ajustes necessários a fim de que as conclusões fossem homologadas por todos os presentes.

Na sessão de encerramento, ficou firmado o compromisso da ADA de transformar o resultado do *workshop* na referência de sua atuação institucional e de suas ações de planejamento e gestão junto a todos os agentes do Governo Federal, nas cooperações que fomentar entre diferentes esferas de governo e nas negociações de cooperação internacional.

4. RESULTADOS

Participaram efetivamente do *workshop* cerca de cem pessoas ligadas às instituições regionais de ensino e pesquisa (pesquisadores, técnicos e estudantes), setor produtivo, agências de governo (fomento e desenvolvimento), agência financiadora regional, bem como profissionais autônomos interessados no setor de C&T.

Os resultados dos grupos de trabalhos temáticos são apresentados separados por cada temática e na forma de quadros por se entender que desta forma seria mais fácil a visualização da relação entre os principais problemas identificados, as soluções propostas e algumas iniciativas inovadoras necessárias para a solução dos problemas.

4.1 PESQUISA AGROPECUÁRIA COM ÊNFASE NA SUSTENTABILIDADE

Principais problemas	Soluções propostas	Estratégias inovadoras
<p>1-Institucionais e interinstitucionais</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reduzida capacidade técnico-científica institucional. • Recursos humanos deficientes (em quantidade, qualidade e capacidade das instituições de capacitar cientistas na Amazônia). 		<ul style="list-style-type: none"> • Incentivar a formação de cadeias de informação e redes de pesquisa ligando os centros geradores de conhecimento e disponibilização das informações aos usuários.
<ul style="list-style-type: none"> • Ausência de Banco de dados para sistematização de informação. • Reduzido sinergismo entre as instituições. • Ausência de organização rural. • Ausência de rede de laboratórios para controle de segurança alimentar. • Desbalanceamento das estruturas de pesquisas entre instituições. • Enfraquecimento das instituições estaduais e federais em infra-estrutura e equipamentos. • Poucos grupos de pesquisa com atuação em agricultura familiar. • Deficiência de laboratórios para diagnósticos que atendam usuários da Região. 	<ul style="list-style-type: none"> • Estimular a formação de dispositivos intra e interinstitucionais (por exemplo redes de pesquisas integradas com as redes de organizações sociais rurais) visando à geração e difusão de conhecimento e tecnologia, com ênfase a arranjos produtivos e articulação com atores locais objetivando o desenvolvimento sustentável. 	
<p>2-Ordenamento territorial</p> <ul style="list-style-type: none"> • Falta de ordenamento do desenvolvimento da Região. • Ausência de zoneamento agro-ecológico. 	<ul style="list-style-type: none"> • Apoiar instrumentos, ações e desenvolvimento de metodologias participativas para o ordenamento territorial da região. 	<ul style="list-style-type: none"> • Não foi apresentada nenhuma proposição de estratégia inovadora neste item pelo grupo.
<p>3-Modelos de C&T e extensão inapropriados para o paradigma do desenvolvimento sustentável</p> <ul style="list-style-type: none"> • Geração de conhecimento de serviços não atendem às demandas voltadas a sustentabilidade; 	<ul style="list-style-type: none"> • Promover a formação – cursos médios, graduação e pós-graduação. 	<ul style="list-style-type: none"> • Estimular a formação de escolas rurais.

<ul style="list-style-type: none"> • Pouca difusão das ações realizadas pelas instituições; • Identificação de demandas reais para a Amazônia; • Falta de pesquisas participativas com enfoque no desenvolvimento sustentável; • Deficiência do sistema de extensão para validação e transferência de tecnologia; • Ausência de integração entre pesquisadores; • Faltam multiplicadores para os extensionistas e baixo índice de educação rural; • Predominância de modelos da revolução verde em detrimento de modelos para desenvolvimento sustentável; • Pesquisa distante das comunidades; • Inexistência de estudos para o aproveitamento de resíduos; • Ausência de agregação de valor a serrarias que utilizam resíduos; • Valorizar a agricultura orgânica e natural; • Modelo atual que utiliza a pesquisa agropecuária e desenvolvimento equivocado e compartimentalizada. • Ausência do aparato de P&D na Amazônia no campo. • Desarticulação institucional entre os atores como um todo em especial com movimentos sociais. • Desatualização da grade curricular nas instituições de ensino. • Reduzido enfoque na pesquisa dirigida. 	<ul style="list-style-type: none"> • Atualização de RH. • Reorganização de instituições visando o desenvolvimento sustentável e a integração com os movimentos sociais. 	
--	---	--

<p>4-Número reduzido de projetos de pesquisa e desenvolvimento cooperativos com enfoque em desenvolvimento sustentável</p> <ul style="list-style-type: none"> • Uso inadequado dos recursos florestais. • Pesquisas incipientes sobre agroecologia na Amazônia. • Pouca difusão das ações realizadas pelas instituições. 	<ul style="list-style-type: none"> • Apoiar projetos cooperativos de P&D com ênfase nos seguintes temas estratégicos: agricultura familiar, recuperação e incorporação de áreas alteradas ao processo produtivo, agroindústria e bioindústria de produtos amazônicos e da biota, manejo sustentável de recursos florestais madeireiros, não-madeireiros, manejo de recursos hídricos para fins agrícolas, uso sustentável da biodiversidade entre outros. 	<ul style="list-style-type: none"> • Estimular ações que incorporem o conceito de multifuncionalidade.
<p>5. Investimentos reduzidos na infra-estrutura das instituições de pesquisa, ensino e extensão</p> <ul style="list-style-type: none"> • Deficiência em termos de fundos de pesquisas. • Ausência de calendário para liberação de recursos. • Deficiência e irregularidade na liberação de recursos do tesouro nacional. • Infra-estrutura inadequada em função das atuais demandas (bibliotecas, laboratórios, casas de vegetação). 	<ul style="list-style-type: none"> • Disponibilizar recursos financeiros para adequação das instituições de pesquisas, ensino e extensão na área de agropecuária com enfoque em agricultura familiar e desenvolvimento sustentável. 	<ul style="list-style-type: none"> • Não foi apresentada nenhuma proposição de estratégia inovadora neste item pelo grupo.

4.2 GESTÃO, FOMENTO E DIFUSÃO DE C&T

Principais problemas	Soluções propostas	Estratégias inovadoras
<ul style="list-style-type: none"> • Coordenação e articulação insuficientes de C&T voltada ao desenvolvimento da Amazônia. 	<ul style="list-style-type: none"> • Viabilizar que a Nova Sudam atue como articuladora para ações estratégicas de C&T para o desenvolvimento da Amazônia. Viabilizar na Nova Sudam a criação e operacionalização de mecanismos de fortalecimento das instituições atuantes em C&T na Amazônia 	<p>Não foi apresentada nenhuma proposição de estratégia inovadora neste item pelo grupo.</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Sucateamento estrutural das instituições atuantes em C&T na Amazônia 	<ul style="list-style-type: none"> • Oferta de oportunidades para a criação e/ou reforma de estruturas laboratoriais considerando oportunidades de compartilhamento. 	<p>Não foi apresentada nenhuma proposição de estratégia inovadora neste item pelo grupo.</p>

<ul style="list-style-type: none"> • Baixa oferta de recursos para C&T voltada ao desenvolvimento da Amazônia: Fundos/fundações estaduais incipientes e/ou com baixos recursos. • Temáticas relevantes não contempladas por Fundos Setoriais. • Fontes nacionais altamente competitivas com critérios pouco aderentes a realidade (p. ex. CNPq, Finep). • Fontes internacionais dispersas, e algumas com tendências a se afastarem da região (p. ex. DFID, Jica). 	<ul style="list-style-type: none"> • Dotar a nova Sudam de mecanismos de interlocução com agentes de financiamento estaduais, nacionais e internacionais em C&T visando sua aplicação estratégica em termos geopolíticos visando o desenvolvimento da Amazônia brasileira, em consonância com oportunidades no âmbito da Pan-Amazônia. • Formalização do Consórcio (Nova Sudam/Suframa/Basa). • Criação do Fundo Amazônico de C&T (com respectivo comitê de gestão). 	<p>Não foi apresentada nenhuma proposição de estratégia inovadora neste item pelo grupo.</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Baixa integração entre as instituições atuantes em C&T na Amazônia, e dessas com grupos de interesse e público alvo 	<ul style="list-style-type: none"> • Fomento à criação e/ou fortalecimento de arranjos institucionais coletivos em vários níveis: grupos de instituições com interesses convergentes em nível estadual (e sua repetição nas várias unidades componentes da região). • Formação de unidades mistas de pesquisa cooperativa em temas relevantes (congregando instituições governamentais e não governamentais de pesquisa, representantes de grupos de interesse, incluindo a iniciativa privada e representante da sociedade civil). • Consórcios multiinstitucionais envolvendo instituições estrangeiras (na Amazônia e fora dessas) 	<p>Não foi apresentada nenhuma proposição de estratégia inovadora neste item pelo grupo.</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Baixo nível de compatibilidade entre ações de C&T e as demandas dos diferentes ministérios. 	<ul style="list-style-type: none"> • Promover a interlocução contínua entre os diferentes ministérios e as instituições atuantes em C&T visando maior convergência de ações e aproveitamento de oportunidades, incluindo ações abordagens multiministeriais, voltadas ao desenvolvimento da Amazônia 	<p>Não foi apresentada nenhuma proposição de estratégia inovadora neste item pelo grupo.</p>

<ul style="list-style-type: none"> • Mecanismos atuais de difusão e transferência de resultados em C&T insuficientes e inadequados à realidade atual 	<ul style="list-style-type: none"> • Promoção de mecanismos de difusão e transferência de tecnologias compatíveis com abordagens atuais de pesquisa e desenvolvimento, considerando abrangências vigentes, como arranjos produtivos locais, gestão de territórios, etc. 	<p>Não foi apresentada nenhuma proposição de estratégia inovadora neste item pelo grupo.</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Sistema de comunicação precário nas instituições de C&T na Amazônia, dificultando a comunicação entre elas, delas com os grupos de interesse, e com pessoal de C&T de outras regiões e países. 	<ul style="list-style-type: none"> • Fortalecimento dos sistemas de comunicação nas instituições de C&T da região (sistemas de comunicação eletrônica; vídeo e teleconferências). 	<p>Não foi apresentada nenhuma proposição de estratégia inovadora neste item pelo grupo.</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Insuficientes oportunidades de publicação para resultados de C&T gerados pelas instituições de C&T da região. 	<ul style="list-style-type: none"> • Fortalecimento de periódicos de C&T existentes; suporte à criação de novos veículos de divulgação de resultados de C&T (periódicos científicos e de divulgação a um público mais amplo, portais eletrônicos). 	<p>Não foi apresentada nenhuma proposição de estratégia inovadora neste item pelo grupo.</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Necessidade da formulação de uma política de propriedade intelectual adequada à complexa realidade da Amazônia. 	<ul style="list-style-type: none"> • Coordenação de uma política de propriedade intelectual aderente à realidade regional (fortalecimento da Rede Norte de Propriedade Intelectual). 	<p>Não foi apresentada nenhuma proposição de estratégia inovadora neste item pelo grupo.</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Insuficientes oportunidades de discussão das grandes temáticas em C&T para o desenvolvimento da Amazônia. 	<ul style="list-style-type: none"> • Promoção de espaços e oportunidades de discussão sobre temas ou abordagens voltados a grandes temáticas em C&T para o desenvolvimento da Amazônia. 	<p>Não foi apresentada nenhuma proposição de estratégia inovadora neste item pelo grupo.</p>

4.3. PESQUISAS PARA CONHECIMENTO, CONSERVAÇÃO E USO DOS RECURSOS MINERAIS

Principais problemas	Soluções propostas	Estratégias inovadoras
1 - Conhecimento		
<ul style="list-style-type: none"> Insuficiência de conhecimento básico do potencial dos recursos minerais da região. 	<ul style="list-style-type: none"> Levantamento de dados aero-geofísicos da área do pré-cambriano amazônico: US\$ 30 milhões Levantamento geológico básico na escala de 1:250.000, e em alvos de 1:100.000. 	<ul style="list-style-type: none"> Parcerias entre ADA, CPRM, IES, governos dos Estados da Amazônia, BNDES, DNPM e a iniciativa privada.
<ul style="list-style-type: none"> Ausência de um banco de dados geocientíficos de domínio público, com a devida regulação. 	<ul style="list-style-type: none"> Criação de um sistema de informação geocientífico. 	<ul style="list-style-type: none"> Desenvolvimento de um núcleo de tecnologia de informação voltado para dados geocientíficos. Articulação com o Sivam.
<ul style="list-style-type: none"> Limitada capacitação de RH em integração de dados geológicos 	<ul style="list-style-type: none"> Criação de um programa de formação de RH em integração geológica e de recursos minerais a custo R\$ 7 milhões/ano. 	<ul style="list-style-type: none"> Políticas de bolsas de estudos e pesquisa fomentadas pela ADA e parcerias.
<ul style="list-style-type: none"> Insuficiência do conhecimento metalogenético da região. 	<ul style="list-style-type: none"> Estudo metalogenético na região amazônica (tipologia e mercado). 	<ul style="list-style-type: none"> Criação de equipe multidisciplinar (IES, Iniciativa privada).
<ul style="list-style-type: none"> Limitada capacitação de RH em legislação e economia mineral 	<ul style="list-style-type: none"> Criação de um programa de Formação de RH em legislação e economia mineral 	<ul style="list-style-type: none"> Políticas de bolsas de estudos e pesquisa fomentadas pela ADA e parcerias.
<ul style="list-style-type: none"> Deficiência de tecnologia limpa para a mineração e garimpagem. 	<ul style="list-style-type: none"> Monitoramento ambiental e desenvolvimento de novas tecnologias. Recuperação de áreas degradadas. 	<ul style="list-style-type: none"> Parcerias DNPM, IEC, MPEG, UFPA, CPRM, Governos estaduais e prefeituras. criação da extensão mineral
2 - Uso		
<ul style="list-style-type: none"> Falta de tecnologia para aproveitamento dos agro-minerais, minerais industriais, gemas e metais preciosos. 	<ul style="list-style-type: none"> Criação de um Núcleo de Tecnologia Mineral. 	<ul style="list-style-type: none"> Formação de parcerias com a ADA.
<ul style="list-style-type: none"> Reciclagem e reutilização de materiais derivados da indústria mineral. 	<ul style="list-style-type: none"> Identificação e criação de APLs de base mineral. 	<ul style="list-style-type: none"> Formação de parcerias com o GEP.
3 - Conservação		
<ul style="list-style-type: none"> Exaustão de reservas minerais estratégicas. 	<ul style="list-style-type: none"> Encontrar substitutivos ao uso destes recursos minerais. 	<ul style="list-style-type: none"> Pesquisa científica e tecnológica em parceria com Cetem e IES.

4.4 USO DA TERRA E DINAMICAS SOCIAIS

Principais problemas	Soluções propostas	Estratégias inovadoras (de caráter geral)
Nas Instituições de Pesquisas		
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Recursos Financeiros</i> 	Não foi apresentada nenhuma proposição de solução neste item pelo grupo.	<ul style="list-style-type: none"> • Divulgação pela ADA das grandes linhas de ação.
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Recursos Humanos</i> – Fixação de R.H. na região: impossibilidade de absorver os recursos humanos já formados na própria casa, ou de fora, bolsas, contratação. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ensino e pesquisa em gestão territorial. 	<ul style="list-style-type: none"> • As instituições apresentam propostas de trabalho (pesquisa pura aplicada e ensino) para as prioridades levantadas pela ADA. • Selecionam-se as ações a serem financiadas, segundo um processo participativo e transparente baseado em critérios de multidisciplinaridade e interinstitucionalidade.
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Político-institucional</i> – Falta de convergência das políticas institucionais (articulação regional). – Falta de diálogo entre as disciplinas. – Falta de priorização das ciências humanas, na formulação de programas e projetos. – Ausência de uma política de atualização dos documentos cartográficos e temáticos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Criação de redes interinstitucionais e inter-disciplinares voltadas ao fortalecimento e criação de projetos e programas voltados para a discussão de problemas específicos: exploração madeireira, soja, exploração de territórios aquáticos, conflitos fundiários, terras indígenas, quilombolas e assentamentos rurais. • Foco em problemas específicos e eleitos como prioritários, pelos atores sociais me (conforme APLs definidos em seminário da ADA: Ex.: pesca e aquíicultura e setor madeireiro, agricultura). 	<ul style="list-style-type: none"> • Definição de uma agenda de tarefas (ver exemplo).
<ul style="list-style-type: none"> • Demanda de informação – Falta de documentos cartográficos em escala de semidetalhe e detalhe e ausência de dados estatísticos, que retratem as especificidades da região, além do Censo Nacional. 	<ul style="list-style-type: none"> • Desenvolver metodologia voltada à busca/interpretação de dados sócio econômico, considerando-se as especificidades amazônicas. • Pesquisa como suporte (sustentabilidade) de arranjos produtivos. 	

<p>– Insuficiência de informações técnico-científicas sistemáticas, em termos quantitativos e qualitativos para a formulação de propostas (políticas e projetos) de desenvolvimento social.</p> <p>Fora das instituições de pesquisa</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Revitalização dos instrumentos de agregação e compartilhamento e difusão de dados e informações técnico-científicas, nas dimensões social e cultural. 	
<ul style="list-style-type: none"> • Falta de acesso aos dados existentes 	<ul style="list-style-type: none"> • Programas de parcerias para divulgação e extensão do conhecimento. 	
<ul style="list-style-type: none"> • Falta de tradição de consulta aos detentores do conhecimento, nos processos de formulação de políticas, programas e projetos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Criação de mecanismos que permitam que as pesquisas subsidiem as políticas públicas e a sociedade como um todo. 	

*** Exemplo de uma agenda de tarefas:**

PESCA					
Nome da Instituição	Tema (APL)	Atividade	Público-alvo	Impacto esperado	Prazo
MPEG	Pesca artesanal	P&D	<ul style="list-style-type: none"> - Comunidade pesqueira - Comunidade científica Órgãos de licenciamento Trabalhismo 	<ul style="list-style-type: none"> -Difusão do conhecimento - Sustentabilidade econômica e ambiental - Geração e distribuição de renda (qualidade de vida) 	

4.5. PESQUISA PARA CONHECIMENTO, CONSERVAÇÃO E USO DA BIODIVERSIDADE REGIONAL

Principais problemas	Soluções propostas	Estratégias inovadoras
<ul style="list-style-type: none"> • Conhecimento limitado sobre a biodiversidade na Amazônia 	<ul style="list-style-type: none"> • Formular políticas voltadas ao incentivo do conhecimento e uso da biodiversidade. 	<ul style="list-style-type: none"> • Criar linhas de fomento específicas. • Fomentar a criação de uma rede de biotecnologia para as instituições de pesquisa localizadas na Amazônia. • Incentivar os programas de coleta, catalogação e caracterização da biodiversidade. • Fortalecer a infra-estrutura das instituições locais.

<ul style="list-style-type: none"> • Insuficiência de recursos humanos qualificados 	<ul style="list-style-type: none"> • Formular políticas direcionadas à capacitação e fixação de RH qualificados. 	<ul style="list-style-type: none"> • Fortalecer e criar cursos, em todos os níveis, voltados para a área de biodiversidade. • Criar programas de apoio às atividades de formação de recursos humanos (p. ex. bolsas e recursos financeiros); • Incentivar a absorção de RH pelo setor produtivo local (criação de parques tecnológicos e empresas). • Incentivar a ampliação de postos de trabalho nas instituições de pesquisa regionais.
<ul style="list-style-type: none"> • Desarticulação entre as instituições geradoras de conhecimento e tecnologias, entre estas e o setor produtivo e comunidades locais. 	<ul style="list-style-type: none"> • Promover a articulação entre as instituições. • Incentivar as políticas institucionais de gestão da propriedade intelectual e transferência de tecnologia. • Valorizar o conhecimento tradicional associado à biodiversidade. 	<ul style="list-style-type: none"> • Criar mecanismos de articulação (redes). • Incentivar a gestão da propriedade intelectual e da transferência de tecnologia e a negociação de cooperações internacionais nas instituições de pesquisa (núcleos). • Criar condições para o desenvolvimento e fortalecimento de ações de comunidades locais baseadas na utilização de biodiversidade de forma sustentável.
<ul style="list-style-type: none"> • Dificuldades de acesso aos recursos para fomento da pesquisa 	<ul style="list-style-type: none"> • Incentivar o fomento de áreas prioritárias de pesquisa na Amazônia. • Estimular o fomento direcionado ao sistema de C&T regional. • Incentivar a formação de grupos multidisciplinares e interinstitucionais. 	<ul style="list-style-type: none"> • Definir, em conjunto com as instituições locais, as prioridades de fomento que atendam ao Sistema de C&T regional. • Priorizar linhas de fomento que atendam grupos multidisciplinares e interinstitucionais. • Incentivar projetos e programas integrados, contemplando ensino, pesquisa e extensão.
<ul style="list-style-type: none"> • Medida provisória <i>versus</i> Lei de acesso aos recursos genéticos 	<p>Não foi apresentada nenhuma proposição de solução para o problema.</p>	<p>Não foi apresentada nenhuma proposição de estratégia inovadora neste item pelo grupo.</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Falta articulação de programas estaduais 	<p>Não foi apresentada nenhuma proposição de solução para o problema.</p>	<p>Não foi apresentada nenhuma proposição de estratégia inovadora neste item pelo grupo.</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Biodiversidade nas unidades de conservação 	<p>Não foi apresentada nenhuma proposição de solução para o problema.</p>	<p>Não foi apresentada nenhuma proposição de estratégia inovadora neste item pelo Grupo.</p>

4.6 PESQUISA EM RECURSOS HÍDRICOS

Principais problemas	Soluções propostas	Estratégias inovadoras
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Recursos Financeiros</i> – Investimentos insuficientes na qualificação profissional e aparelhamento das instituições 	<p>Não foi apresentada nenhuma proposição de solução para o problema.</p>	<p>Não foi apresentada nenhuma proposição de estratégia inovadora neste item pelo grupo.</p>
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Recursos Humanos</i> – Falta de política para fixação de pessoal qualificado. 	<p>Não foi apresentada nenhuma proposição de solução para o problema.</p>	<p>Não foi apresentada nenhuma proposição de estratégia inovadora neste item pelo grupo.</p>
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Infra-estrutura</i> – Estrutura laboratorial insuficiente e/ou inadequada 	<p>Não foi apresentada nenhuma proposição de solução para o problema.</p>	<p>Não foi apresentada nenhuma proposição de estratégia inovadora neste item pelo grupo.</p>
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Pesquisa</i> – Pesquisa básica insuficiente. – Aplicabilidade das pesquisas. – Pesquisas dispersas e não-divulgadas. – Desconhecimento de dados prévios para subsidiar estudos de impactos ambientais. 	<ul style="list-style-type: none"> • Pesquisa básica. • Estudos hidrometeorológicos para gestão de bacias. • Identificação, quantificação e aproveitamento dos recursos pesqueiros amazônicos. • Estudos biogeográficos dos recursos hídricos (Zoneamento Ecológico-Econômico). • Divulgação das pesquisas de modo adequado para as comunidades (periodicidade da mídia). • Estabelecimento de parâmetros regionais. • Implantação de programas regionais de apoio à pesquisa. • Engenharia de saúde pública. • Educação ambiental. • Gestão de serviços de saneamento. • Implementação do manejo de bacias hidrográficas. • Proteção de mananciais. • Controle de perdas. • Condicionamento e tratamento de H₂O. • Estudos de custos para sistemas de saneamento. 	<ul style="list-style-type: none"> • Desenvolvimento de modelos ambientais aplicados à região • Modelos matemáticos para avaliação dos estoques pesqueiros • Modelos matemáticos de transportes de sedimentos • Modelos hidrológicos • Modelos climatológicos • Modelos de qualidade da água • Modelos de gerenciamento • Implantação do laboratório de modelagem experimental de bacias

	<ul style="list-style-type: none"> • Aproveitamento de H₂O pluvial. • Desenvolvimento de Tecnologias para tratamento de efluentes. • Condicionamento do reuso de lodos. • Processos de formação do solo e qualidade da água • Medidas de proteção das matas ciliares (aplicação da legislação) • Apoio aos municípios no desenvolvimento institucional referente ao uso dos recursos hídricos. • Extensionismo das pesquisas (no âmbito dos governos municipais). • Fomento à Engenharia Naval (criação de um curso piloto na Amazônia/UFPa) 	
--	---	--

4.7 GESTÃO DE PESQUISAS PARA AGROINDUSTRIALIZAÇÃO E MERCADOS

Principais problemas	Soluções propostas	Estratégias inovadoras (de caráter geral)
<ul style="list-style-type: none"> • Infra-estrutura como limitante na agregação de valor aos produtos amazônicos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Disponibilidade de energia elétrica, infraestrutura de transporte, meios de comunicação – como fatores essenciais a agroindustrialização e outras formas de agregação de valor na região. 	<ul style="list-style-type: none"> • Desenvolvimento de programas de C&T orientados para as áreas definidas a partir de Editais competitivos com chamadas específicas de projetos.
<ul style="list-style-type: none"> • Mercados hoje não estão claramente definidos (natureza, tamanho, especificações de produtos) 	<ul style="list-style-type: none"> • Identificação de mercados interno e externo para produtos potenciais e tradicionais. 	<ul style="list-style-type: none"> • Articulação com as fundações estaduais de pesquisas e outras estruturas de pesquisas existentes, tentando estruturar grupos de pesquisa nos temas pertinentes.
<ul style="list-style-type: none"> • Barreiras (tarifárias e não tarifárias) e formas de apresentação (aspecto, embalagens, classificação...) dos produtos amazônicos para o mercado. 		<ul style="list-style-type: none"> • Desenvolver centros regionais de estudos e pesquisa no tema. • Gerar mecanismos de transferência dos conhecimentos gerados.

<ul style="list-style-type: none"> • Não existem profissionais e estruturas que propiciem conhecimentos no sentido de colocação dos produtos, principalmente no mercado externo 	<ul style="list-style-type: none"> • Capacitação de pessoal nas áreas identificadas como problemas. 	
<ul style="list-style-type: none"> • Falta tecnologia adequada para gerar produtos com valor agregado, a partir dos produtos conhecidos e que podem gerar desenvolvimento no curto prazo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Estudos sobre verticalização da produção para conquista de novos mercados (dendê, cacau, fruteiras nativas, pupunha – palmito). 	
<ul style="list-style-type: none"> • Muito dos produtos potenciais e tradicionais não possuem padrões de qualidade que permita a sua oferta constante ao mercado consumidor – interno e externo – a falta desses padrões gera desconfiança do consumidor. (Ex.: produção integrada de frutas nativas). 	<ul style="list-style-type: none"> • Mercado de produtos orgânicos amazônicos, certificação e padronização (grau mínimo de característica que o produto deve possuir). • Controle de qualidade 	
<ul style="list-style-type: none"> • Há pouca formalização de contratos, aumentando os riscos de transação causando uma baixa competitividade; 	<ul style="list-style-type: none"> • Formalidades contratuais e custo de transações. 	
<ul style="list-style-type: none"> • A região só tem aparecido como fornecedora de matéria-prima, tendo como consequência a geração de empregos fora da área de produção, bem como a inexistência de tecnologia e competência no setor de agro-indústria. Ex.: pecuária (Pará e Rondônia) – frigoríficos e laticínios de grande porte do (Sul) 	<ul style="list-style-type: none"> • Verticalização de setores tradicionais (Ex: pecuária e madeira). 	

4.8. FORMAÇÃO DE RECURSOS HUMANOS PARA A AMAZÔNIA

Principais problemas	Soluções propostas	Estratégias inovadoras
<ul style="list-style-type: none"> • Falta de doutores para atuação na pós-graduação. • Escasso número de bolsas. • Falta de infra-estrutura adequada. • Falta de integração com o setor produtivo. • Fraca interação interinstitucional. (complementariedade de ações). • Ausência de um sistema regional de C&T forte. 	<ul style="list-style-type: none"> • A nova Sudam deve estabelecer áreas estratégicas de atuação para o desenvolvimento sustentável, por ex.: <ul style="list-style-type: none"> – Biodiversidade – Recursos hídricos – Recursos minero-metalúrgicos – Recursos florestais – Uso da terra e dinâmicas sociais – Pesquisa agropecuária para sustentabilidade – Saúde e meio ambiente. – Outras 	<ul style="list-style-type: none"> • Programa amplo de formação de recursos humanos para a Amazônia • Fundo de Ciência e Tecnologia para a Amazônia – FCTAM contemplando: <ul style="list-style-type: none"> – Bolsas (iniciação, apoio técnico, especialização, mestrado, doutorado) – Editais temáticos incentivando parcerias com academia e setor produtivo. – Apoio à criação de novos cursos stricto-sensu para o atendimento de novas demandas estratégicas hoje não contempladas (inter-multi e transdisciplinares e interinstitucionais).

Este grupo apresentou um ensaio sobre os custos para formação de RH para a Amazônia.

		(em R\$)
1	Diagnóstico da pós-graduação na região	100.000,00
2	Identificar áreas temáticas	100.000,00
3	Atração de doutores para a região	500.000.000,00
4	Criação de um fundo regional de C&T	1.000.000.000,00
5	Estabelecimento do projeto Biodata	100.000.000,00
6	Identificação de necessidades formacionais hoje não contempladas	100.000.000,00
7	Sistema de Gerenciamento das informações	6.000.000,00
8	Ampliar a formação de mestres e doutores na região	36.000.000,00
9	Formação ampla de especialistas	165.000.000,00
Total geral em 10 anos		1.807.300.000,00

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os principais resultados obtidos no *workshop* atenderam as expectativas da Agência de Desenvolvimento da Amazônia na medida em que foi possível levantar-se as grandes necessidades para adequação da institucionalidade de C&T aos grandes desafios de desenvolvimento sustentável da Amazônia. As instituições presentes apresentaram os principais problemas enfrentados na região, os grandes desafios, mas principalmente evidenciaram prováveis soluções que tiveram como base estratégias inovadoras.

À ADA, cumpre o seu papel de entidade do Governo Federal de promover a articulação interinstitucional entre os diversos órgãos de governo, estimulando a interação de maneira sistêmica, possibilitando o estabelecimento de uma política de desenvolvimento da ciência e tecnologia para Amazônia que atue no âmbito federal e estadual, induzindo o fortalecimento da comunidade científica, dos órgãos de ciência e tecnologia estaduais, de tal forma que se atenda à demanda crescente por conhecimento vinda do setor produtivo e da sociedade civil regional.

A ciência e tecnologia na Amazônia têm um papel importante na nova visão do Governo Federal para o estabelecimento de uma política que promova o desenvolvimento econômico sustentável da Região, reduzindo as desigualdades e que esteja assentada na inclusão social e desconcentração da renda para aumentar o aporte do conhecimento científico e tecnológico.

Por fim, o presente documento apresenta um referencial de negociação institucional de acordo com o papel que a ADA assumiu, ou seja, o desafio de ser o órgão do Governo Federal voltado à articulação das políticas federais referentes à Amazônia. Neste contexto, o conhecimento científico e tecnológico é uma das peças chaves quando o grande objetivo é o desenvolvimento sustentável da Região.

Interações biosfera-atmosfera na Amazônia: contribuições do projeto LBA ao conhecimento e ao desenvolvimento sustentável da região

*Flávio J. Luizão**

PROGRAMA LBA: ELABORAÇÃO E DELINEAMENTO

A Amazônia, pelas suas dimensões continentais e seus superlativos atributos naturais (ca. 6 milhões de km², a maioria florestada; quase 20 % de toda a água doce do mundo; 10-15 % do estoque global de C na biomassa, etc), tem capturado a atenção do mundo todo, especialmente nas últimas décadas, quando os problemas ambientais na Terra se avolumaram e se tornaram motivo de séria preocupação. Por conta disto, vários projetos científicos internacionais de grande porte (por exemplo, na Venezuela, o projeto San Carlos do Rio Negro; no Brasil, os projetos Bacia Modelo, Camrex, Amazônia I, Able-1 e 2, Ambiace, Manejo Florestal da Floresta Tropical Úmida, Abracos, Bionte) tiveram lugar na Amazônia nas duas décadas antes da reunião mundial conhecida como Cúpula da Terra, Eco-92 ou Rio-92, realizada no Rio de Janeiro, em 1992.

O Projeto LBA (Experimento de Grande Escala da Biosfera-Atmosfera na Amazônia) surgiu na esteira das discussões ambientais que fizeram parte da reunião Rio-92 e dos acordos e protocolos subseqüentes. Entre as questões principais, situa-se a do aquecimento global nos últimos 150 anos, que teve e tem como causa maior o aumento crescente das concentrações de gás carbônico (CO₂) na atmosfera, que passou de históricos 270 ppm para 370 ppm no último século e meio. Esse aumento tem duas fontes principais: a queima de combustíveis fósseis (petróleo, carvão, gás natural) e o

* Flávio J. Luizão é pesquisador titular do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa) e coordenador regional do projeto LBA/Inpa.

desmatamento, com a conseqüente queima de florestas. O gás CO₂ contribui para reter calor na atmosfera, elevando assim a temperatura média do planeta e produzindo, então, um aumento do efeito estufa.

Ao contrário da maioria dos países, e de todos os países industrializados, o Brasil emite quase três vezes mais CO₂ para a atmosfera por meio da destruição das suas florestas (200 milhões de toneladas métricas) do que pela queima de combustíveis fósseis. Apresenta ainda outros fatos contraditórios nas suas prioridades e políticas de desenvolvimento: tem as usinas termoelétricas como prioridade para superar crise energética, ao mesmo tempo que apresenta uma exploração incipiente de energias limpas (solar, eólica), que são abundantes no país; os recursos advindos dos “mecanismos de desenvolvimento limpo” (MDL) são usados para as florestas energéticas, que causam danos às comunidades tradicionais e ao ambiente; direta ou indiretamente, ainda há fortes incentivos e facilidades à grande agricultura (monoculturas comerciais/industriais).

Para consolidar essas discussões e alinhar um grande projeto de pesquisa, que levasse em conta todos os principais temas de pesquisa e os fatores envolvidos nas mudanças ambientais que estão ocorrendo ou que estão previstas para ocorrer na Amazônia nos próximos anos, houve uma série de reuniões científicas (desde 1992) no Brasil e USA, a fim de elaborar um grande e integrado projeto (ou programa) de pesquisas ambientais de âmbito regional. As discussões e a elaboração deste programa sempre tiveram uma forte liderança brasileira em todas as etapas, mas sempre contou com a participação ativa de pesquisadores de grande destaque nos seus campos de trabalho, de outros países da Bacia Amazônica, dos Estados Unidos e da Europa.

O LBA está centrado em torno de duas questões principais que são abordadas por intermédio de pesquisa multidisciplinar, integrando estudos de ciências físicas, químicas, biológicas e humanas:

- *De que modo a Amazônia funciona, atualmente, como uma entidade regional?*
- *De que modo as mudanças dos usos da terra e do clima afetarão o funcionamento biológico, químico e físico da Amazônia, incluindo sua sustentabilidade e sua influência no clima global?*

No LBA, dá-se ênfase a observações e análises que ampliarão a base de conhecimentos sobre a Amazônia em sete áreas temáticas:

- Física do clima
- Armazenamento e trocas de carbono
- Biogeoquímica
- Química da atmosfera
- Hidrologia e química das águas superficiais
- Usos da terra e cobertura vegetal
- Dimensões humanas das mudanças climáticas

Todas estas sete áreas temáticas são inter-relacionadas e o programa pretende ter uma análise integrada dos dados obtidos para responder às questões científicas estudadas dentro de cada área temática do LBA (Plano Conciso Experimental do LBA), chegando a um entendimento mais completo dos processos e mecanismos complexos que governam a floresta e a região.

O programa está delineado para tratar das questões principais levantadas na Convenção-Quadro sobre Mudanças Climáticas, mas o objetivo subjacente do LBA é o de contribuir para o desenvolvimento sustentável da Amazônia, por meio de dois grandes conjuntos de ações: 1) conhecimento ampliado e melhorado sobre a região, suas potencialidades e fragilidades; 2) qualificação de pessoal para elaborar e conduzir programas apropriados para a região.

Para superar o problema de escalonamento dos resultados obtidos para uma região tão imensa como a Amazônia, optou-se por um escalonamento múltiplo, com utilização de ferramentas diversificadas, desde o estudo de micro-escala de processos locais até a abordagem continental a partir de imagens de satélite, passando pelos estudos com torres metálicas que cobrem uma área de poucos quilômetros quadrados e com aviões equipados e voando a diferentes altitudes, tanto sobre áreas cobertas por florestas primárias, intactas, como sobre áreas de pastagens, cultivos agrícolas ou ainda áreas de desmatamento recente ou de queimadas extensas, no momento em que estas ocorrem e interferem nos processos atmosféricos.

Muitas destas medidas são obtidas por várias equipes do projeto trabalhando, simultaneamente, em uma dada região da Amazônia, nas chamadas “campanhas intensivas do LBA” (por exemplo, TRMM, Wetamc, Claire). A estratégia de escalonamento do LBA é baseada na metodologia desenvolvida em experimentos prévios e o projeto está refletido na escala de tempo das atividades de campo, que incluem o monitoramento de longo período das características ambientais e suas variações devido às mudanças no uso da terra e cobertura vegetal, bem como as respostas às mudanças climáticas globais.

Os sítios experimentais do Projeto LBA estão localizados ao longo de dois grandes transectos, que cobrem grande parte da Amazônia, bem como sua transição com o cerrado do Brasil central: um transecto abrangendo o norte de Mato Grosso, Rondônia e Acre; outro, saindo de Brasília (região de cerrado) na direção norte até o Pará, e daí saindo em direção oeste até o Peru e Colômbia. Nestes transectos, em sítios selecionados, estão localizadas as torres de fluxo do LBA, atualmente 16, em áreas de pastagem, cerrado, floresta de transição, floresta sujeita a inundação periódica e, principalmente, em florestas de terra firme. Além de utilizar esta rede de torres de fluxo (que medem continuamente os fluxos de energia, vapor d’água e de CO₂), são realizadas medidas biométricas de árvores a intervalos regulares (geralmente a cada seis meses ou a cada ano), em parcelas permanentes espalhadas por toda a região: atualmente, o Projeto Rainfor (Rede Amazônica de Inventários Florestais), associado ao LBA, monitora o crescimento, mortalidade e recrutamento de árvores em mais de 200 parcelas na Amazônia (Brasil, Bolívia, Colômbia, Peru e Venezuela). Estas medidas biométricas são complementares às das torres de fluxo e servem para corrigir e/ou confirmar medidas das torres. Todos os dados obtidos (bem como aqueles de projetos de pesquisa precursores do LBA) são armazenados e estão disponíveis num sistema de dados e informações (LBA-DIS: Sistema de Dados Integrados do Projeto LBA) especialmente criado para permitir e ajudar na integração dos resultados. Neste sistema, os dados são armazenados e gerenciados no CPTEC/Inpe (Cachoeira Paulista) e ficarão disponíveis por 20 anos a toda a comunidade. Usando estes dados, as equipes de pesquisa do LBA desenvolvem modelos matemáticos com simulações e ampla validação de campo.

ESTRUTURA E ORGANIZAÇÃO DO PROGRAMA LBA

O Programa LBA atua no Brasil sob a supervisão do Ministério de Ciência e Tecnologia (MCT), sendo atualmente coordenado por um dos institutos do MCT, o Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa), de Manaus, Amazonas. (Até fins de 2002, a coordenação esteve sob outro instituto do MCT, o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe). Mais de 240 instituições de ensino e pesquisa do Brasil, dos demais países da Bacia Amazônica, da Europa e dos Estados Unidos, além de outros países, participam do programa LBA. Destas, mais de cem instituições são brasileiras, das quais 40 estão localizadas na Amazônia (universidades e institutos de pesquisa).

Mais de 1.600 pesquisadores e estudantes participam, ou já participaram, do LBA desde o início de suas atividades de campo, em 1998, desenvolvendo 120 projetos de pesquisa, financiados por agências de fomento brasileiras (como o MCT, o CNPq, a Capes, a Finep, a Fapesp, e outras), internacionais (como o Instituto Inter-americano para Mudanças Globais – IAI), norte-americanas (como a Nasa, a NSF, o USFS, o USDA) e europeias (Comissão Europeia e de colaboração bilateral). Para ordenar as ações de um programa tão amplo, foram organizados diversos comitês e escritórios do programa. Os principais comitês do LBA são:

- Comissão superior LBA (interministerial, presidido pelo MCT), que analisa e aprova as atividades do programa no Brasil;
- Comitê científico internacional, composto por um grupo de cientistas de destaque dentro do programa, brasileiros e estrangeiros, que aprova e sugere à comissão superior as atividades prioritárias e as diretrizes do LBA;
- Comitê de organização e implementação, que, por meio de sua gerência de implementação, coordena a instalação, o funcionamento e a manutenção dos sítios de pesquisa, laboratórios, escritórios, necessários para o desenvolvimento do Projeto LBA;
- Comitê de treinamento e educação, composto por um grupo de pesquisadores do LBA, que direciona (especialmente para os temas de pesquisa onde as instituições amazônicas não estão ou estavam bem equipadas) e organiza as ações de treinamento e divulgação do programa.

Atualmente, o escritório central LBA, com a gerência de implementação e o PPA correspondente, estão sediados no Inpa, em Manaus. Dali são gerenciados os escritórios regionais, num total de oito (em cada um dos estados onde o LBA atua), que dão apoio direto às equipes de pesquisa que vão ao campo para seus trabalhos.

ALGUNS DESTAQUES DAS PESQUISAS DO PROGRAMA LBA

FÍSICA DO CLIMA: O CLIMA AMAZÔNICO E SUA INTERAÇÃO COM A BIOSFERA

As imagens comumente acopladas de floresta e de chuva da Amazônia representam um equilíbrio entre o ecossistema e o clima tropical úmido, mantido pelo fornecimento de umidade da vegetação para a atmosfera para a formação de nuvens que precipitam e devolvem a água à biosfera (Salati & Vose, 1984). Este equilíbrio pode, no entanto, ser alterado por diversos fatores naturais (como o fenômeno El Niño, de ação temporária) e também pela ação do homem, que tem atuado, de forma bastante intensiva, nas últimas três décadas, derrubando as árvores, queimando a vegetação e dando lugar a pastagens ou áreas de plantio. Essa substituição drástica, de um sistema diversificado e de alta biomassa por outro simplificado e de baixa biomassa, muda as características físicas da vegetação, tais como a refletividade, a cobertura e o uso dos recursos do solo, a massa e a distribuição das raízes, a rugosidade da superfície da vegetação e a interceptação de chuvas. Assim, o balanço de radiação solar e terrestre (variáveis meteorológicas), o balanço de energia (armazenamento de calor, fluxos turbulentos de energia e CO₂) e o balanço hídrico (precipitação, evapotranspiração e escoamento) são fortemente modificados. Por exemplo, a pastagem reflete mais energia solar: 18 % de refletividade, contra 13,8 % da floresta, ou seja, há uma maior perda de energia radiativa na pastagem do que na floresta, enquanto que a retenção de água (vegetação e, principalmente, solo) é grande na floresta e baixa na pastagem. (Alvalá et al., 2002).

Um efeito drástico do desmatamento total da Amazônia seria um aumento da temperatura e a diminuição das chuvas, previsto pelas simulações numéricas, pois a vegetação nativa, com raízes profundas, é responsável pela manutenção da umidade do ar mesmo na estação menos chuvosa do ano (Gash et al., 1996). Estas simulações numéricas do desmatamento indicariam: aumento de 1 a 2,5°C de aumento da temperatura da superfície;

redução de 10 a 20% no escoamento superficial de água; diminuição de 15% a 30% na evapotranspiração; diminuição de 5% a 20% das chuvas, principalmente durante a estação seca, com o conseqüente alongamento dos períodos secos (Alvalá et al., 2002). No entanto, a Amazônia vem sendo desmatada pelas bordas, principalmente ao sul e a leste, e em estrias que vão avançando gradualmente, produzindo um resultado surpreendente nas simulações numéricas desse desmatamento regional: as chuvas nas regiões que incluem desmatamento são mais abundantes na estação chuvosa e menos abundantes na estação seca, fazendo com que o regime de chuvas se assemelhe ao regime de chuvas do cerrado ao sul da Amazônia (Silva-Dias et al., 2002). No total anual, o efeito final é de um aumento da chuva, mas um dos resultados do LBA indica que o desmatamento aumenta as chuvas enquanto for limitado; após se ultrapassar um certo limiar, o desmatamento causa, necessariamente, uma redução das chuvas (Avisar & Nobre, 2002; Bayda Roy et al., 2002; Silva-Dias et al., 2002).

As queimadas produzem fumaça, partículas de fuligem, em grande parte formadas por matéria orgânica, e gases que são levados para cima e depois são transportados pelos ventos a distâncias que podem chegar a milhares de quilômetros do ponto de origem, quebrando um processo local de troca entre a floresta e a atmosfera. Além disso, as partículas produzidas pela queima – os chamados aerossóis – interferem no processo de formação de nuvens e, conseqüentemente, nas chuvas (Andreae et al., 2002; Silva-Dias et al., 2002). No fim da estação mais seca, a presença de aerossóis aumenta, em muito, o número de núcleos de condensação de gotas de chuva que, devido à competição pela umidade disponível, são gotas muito pequenas e não têm peso suficiente para cair. O primeiro efeito é a inibição das chuvas nessa época do ano. As nuvens muitas vezes se dissipam sem chover e, em algumas ocasiões, acabam transformando-se em nuvens de tempestade, com ventos fortes, pedras de gelo e muitos relâmpagos (Silva-Dias et al., 2001).

Em resumo, as alterações provocadas pelo homem vêm causando alterações inesperadas no ciclo hidrológico da Amazônia (Marengo & Nobre, 2001), indicando possíveis mudanças permanentes, e estas são ainda mais preocupantes ao se constatar que estão ocorrendo num intervalo de tempo extremamente reduzido se comparadas às mudanças naturais do passado.

QUÍMICA ATMOSFÉRICA – COMPOSIÇÃO DA ATMOSFERA AMAZÔNICA E SUAS IMPLICAÇÕES

No LBA, a química atmosférica lida com processos que regulam a composição da atmosfera amazônica em termos da concentração de gases e partículas de aerossóis. Entre os gases mais reativos, as espécies químicas mais importantes são os compostos orgânicos voláteis (chamados de COVs), ozônio (O_3), monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrogênio (NO e NO_2) e outros compostos. Entre os gases-traço mais importantes, alguns têm vida média muito longa (N_2O , CH_4 , CO_2) e outros, vida média curta (NO, CO). Os COVs são emitidos pela vegetação, que pode ser fonte ou sumidouro de COVs (Rottenberger et al. 2004), e compõem uma família de compostos em que o isopreno e os terpenos são os mais importantes do ponto de vista da interação biosfera-atmosfera na Amazônia, influenciando em processos físicos e nos balanços de carbono. Alguns dos COVs participam ativamente de reações químicas na atmosfera, regulando a concentração de ozônio, do radical hidroxila e outras espécies que afetam o funcionamento do ecossistema, e isto pode ser alterado pelas ações humanas na região.

A queimada inicial de uma floresta emite a maior parte do CO e CH_4 total, mas as queimadas frequentes das pastagens (0,3-0,5 vezes por ano) podem representar 11-15 % das emissões de CH_4 e 15-20 % das emissões de CO na região, constituindo-se numa importante fonte de gases-traço (Guild et al., 2004). Por outro lado, concentrações altas de ozônio (gás fitotóxico, com forte poder oxidante, que tem efeito a longa distância), comparáveis aos valores medidos no centro da cidade de São Paulo, foram observadas ao redor de Manaus, na estação chuvosa, e em regiões de Rondônia, na época de queimadas da estação seca (campanha Claire, 2001). Isto pode ser resultado das interações entre as emissões de COVs e óxidos de nitrogênio, tanto em queimadas como na pluma urbana de Manaus. Medidas contínuas da concentração de aerossóis em diversos locais da Amazônia mostram que a concentração de aerossóis na Amazônia muda de valores muito baixos, da ordem de 5-12 $\mu g/m^3$, a valores altíssimos, da ordem de 600 $\mu g/m^3$, em áreas afetadas por queimadas.

As partículas de aerossóis são importantes pelo seu papel de nucleação de nuvens e pelos efeitos no balanço de radiação solar sobre a floresta amazônica. A vegetação emite estas partículas através de emissões diretas e por meio da transformação em partículas de alguns dos COVs emitidos.

Parte destes aerossóis atua como “núcleos de condensação de nuvens” (NCN), responsáveis pela produção das gotículas das nuvens e, em última instância, pela chuva na Amazônia e nas regiões sob sua influência direta.

Trabalhos recentes do LBA mostram que as grandes emissões de partículas de aerossóis produzidas por queimadas alteram de modo fundamental a formação de nuvens, com forte supressão da formação de nuvens rasas na presença de queimadas. Essa supressão, que foi observada com medidas em nuvens e com o uso de sensoriamento remoto, tem o poder de inibir a precipitação em grandes áreas afetadas pelas emissões de queimadas, que podem estar a centenas ou milhares de quilômetros das emissões. Os efeitos podem atingir inclusive a parte central e o sul do país (Artaxo et al., 2001, 2002), afetando potencialmente o ciclo hidrológico da maior parte da área do país, nos meses em que as emissões causadas por queimadas nas porções oeste, centro e sul da Amazônia são importantes (de agosto a novembro).

Um dos novos aspectos importantes no LBA são as medidas de compostos de nitrogênio na água de chuva em Rondônia, região amazônica com alterações importantes nos usos da terra, onde a composição da água de chuva é dominada por nitratos ao invés de amônio, como em regiões remotas da Amazônia e a deposição de nitrogênio, em sua maioria na forma de nitratos, chega a níveis elevados – similares aos observados no interior do Estado de São Paulo. Esta deposição de nitrogênio, em algumas áreas de florestas secundárias, pode auxiliar na recuperação de áreas degradadas.

ARMAZENAMENTO E TROCAS DE CARBONO – AS COMPLEXIDADES DOS ECOSISTEMAS

O projeto LBA conseguiu, em poucos anos, instalar e consolidar a melhor e maior rede de estudos e de observações ambientais que a Amazônia jamais viu, com um grande número de estudos nas torres de medidas de fluxos de vapor de água, dióxido de carbono, calor sensível e outros gases entre a vegetação e a atmosfera, em parcelas florestais, em bacias hidrográficas monitoradas e em transectos comparativos. Tudo isso permitiria obter medidas claras das magnitudes, do destino e do processamento do carbono trocado entre a floresta amazônica e a atmosfera, chegando a conhecer por completo o complexo ciclo do carbono; porém, a riqueza e a complexidade dos ecossistemas amazônicos exige ainda aprofundamentos e ampliação da abordagem.

Para entender estoques, fluxos e controles do carbono – a matéria-prima principal de todos os organismos vivos multidimensionais – é necessário compreender melhor a lógica biológica de fixação, consumo, alocação, a relação com os ciclos da água e de nutrientes, os processos de alterações no ambiente, entre outros fatores. Mesmo assim, o projeto LBA tem avançado, revelando algumas destas complexidades, como a descoberta da importância de emissões de compostos voláteis de carbono pelas plantas na geração de partículas de condensação de nuvens na atmosfera, onde estes aerossóis biogênicos atuam na formação de nuvens e chuvas. Por sua vez, quando a quantidade e a distribuição das chuvas numa área de floresta são alteradas, altera-se também a capacidade desse ecossistema de capturar e reter carbono.

Outros estudos da distribuição e crescimento de biomassa florestal em diversos pontos da Amazônia relacionaram estes com alguns parâmetros simples de tipos de solos e sua fertilidade, bem como a duração da estação seca em cada local, mostrando que os padrões ecológicos regionais exercem controle sobre as taxas de fixação de carbono pela floresta. Estes estudos indicam que talvez as florestas não perturbadas da Amazônia como um todo estejam funcionando como pequeno sumidouro do excesso de CO₂ atmosférico (de 0,5 a 1 MgC ha⁻¹ ano⁻¹) (Malhi et al., 2004). Indicam, também, que os valores obtidos podem variar consideravelmente dentro da região, em função destes e de outros fatores. Por exemplo, Vourlitis et al. (2004) encontraram um balanço líquido (entre a fixação e a perda) de carbono igual a zero, numa floresta mais seca e transicional no norte de Mato Grosso, enquanto que Rice et al. (2004) mediram uma emissão líquida de CO₂ de 1.9 MgC ha⁻¹ ano⁻¹ em Santarém, no Pará. Esta emissão líquida seria resultado de grandes estoques de liteira grossa (madeira morta), gerados por eventos climáticos extremos, como as ocorrências de El Niño nos anos 90. Isto indica a necessidade de se acoplar medidas de liteira grossa às medidas biométricas de incremento da biomassa aérea. De fato, os estoques de liteira grossa em Santarém, de 4,8 x 10⁷ gC ha⁻¹ (Rice et al., 2004), foram de duas a quatro vezes maiores do que em Manaus (Chambers et al., 2000; Nascimento & Laurance, 2004). Similarmente, as taxas de respiração da liteira grossa na floresta em Santarém (5,7 x 10⁶ gC ha⁻¹ ano⁻¹) foram muito mais altas do que em florestas próximas a Manaus (1,8 x 10⁷ gC ha⁻¹ ano⁻¹) (Chambers et al., 2000; Rice et al., 2004).

Os estoques de liteira grossa (e fina, composta por folhas, material reprodutivo e outros materiais de decomposição rápida) podem ser afetados também pela fragmentação da floresta e a conseqüente formação de bordas, que produz um aumento nos estoques de ambas (Nascimento & Laurance, 2004; Vasconcelos & Luizão, 2004). O aumento da mortalidade de árvores, especialmente das de maior biomassa, devido às mudanças microclimáticas e aumento da turbulência dos ventos, induzidos pela fragmentação, leva também a uma maior densidade de cipós na floresta, produzindo alterações adicionais na alocação e fluxos de carbono. Da mesma forma, a respiração do solo pode ser afetada, uma vez que as variações na umidade do solo (tanto por falta como por excesso de água no solo) podem também influir nas medidas (Chambers et al., 2004).

Estudos detalhados em uma bacia hidrográfica, próxima a Manaus, associando controles hidrológicos com a vegetação, revelam até em escalas locais a variabilidade e riqueza nos mosaicos de ecossistemas, com importantes variações no metabolismo e fluxos de carbono entre florestas sobre platôs argilosos e baixios arenosos (Araújo et al., 2002; Luizão et al., 2004). No extremo oposto, e de forma complementar, estão sendo iniciados estudos sobre a distribuição continental de alterações na concentração de CO₂ na atmosfera, que podem ampliar muito a capacidade de monitorar o comportamento integrado de trocas para todo o bioma amazônico. Porém, ainda necessitaremos estudos ecofisiológicos e biológicos mais aprofundados se quisermos antecipar as respostas dos ecossistemas na Amazônia às mudanças climáticas globais.

HIDROLOGIA DE SUPERFÍCIE E QUÍMICA DA ÁGUA – EFEITO DA MUDANÇA NO USO DA TERRA

As conexões entre sistemas terrestres e aquáticos são importantes componentes do funcionamento dos rios da Amazônia, e estas podem se acentuar com as ações do homem. No Estado de Rondônia, onde a colonização e uso da terra se deu por meio de um eixo central formado pela BR-364 e diversas estradas perpendiculares secundárias, a ação humana no processo de ocupação tem afetado os cursos de água na região. A bacia do Rio Ji-Paraná (de meso-escala), que é entrecortada ao sul e na sua região central por essa estrada, é um exemplo de como se dá esse processo, apesar de mostrar também efeitos de uma característica natural – os tipos de

substrato geológico e os solos resultantes – com a presença mais intensa de pastagens sobre os solos mais ricos. Provavelmente, o efeito mais direto da conversão de florestas em pastagens seja o aumento da exportação de materiais do sistema terrestre para os aquáticos devido à compactação dos solos nas pastagens (Richey et al., 2001). Com a compactação, cátions e bicarbonatos são lavados das camadas superficiais do solo pela água das chuvas em quantidades muito maiores do que aquelas produzidas pela intemperização e, daí, carregadas pelo lençol freático (Markewitz et al., 2001).

Numa análise mais detalhada desses processos, comparando-se rios muito pequenos – os “igarapés”, com cobertura exclusivamente de floresta ou de pastagem, observam-se alterações drásticas na estrutura e funções desses ecossistemas: após a conversão da floresta em pastagem, os igarapés têm seus corpos de água invadidos pela gramínea nativa *Paspallum* e, em alguns trechos, a lâmina de água desaparece sob a gramínea, que adiciona uma grande quantidade de material orgânico ao sistema aquático (Bernardes et al., 2004). Com isso, condições aeróbias anteriormente existentes na floresta tornam-se quase anaeróbias (pela decomposição do material orgânico e/ou respiração pelas raízes), alterando a ciclagem de nutrientes e a biodiversidade desses rios. O sistema aquático passa de uma limitação natural por fósforo (sob floresta) para uma limitação por nitrogênio, devido às perdas deste nutriente por lixiviação e às mudanças nos seus mecanismos de ciclagem (Richey et al. 2001). Com o déficit de oxigênio, gases, como o CO₂, chegam a ter suas emissões para a atmosfera triplicadas, ilustrando um impacto potencial extremamente significativo dessas mudanças, uma vez que essa via de ciclagem do carbono na Amazônia foi também recentemente identificada como muito importante nos grandes rios (Richey et al., 2002). Outros nutrientes, como nitrogênio e potássio, também têm seus ciclos modificados, algo que pode ser observado até mesmo em rios maiores, como é o caso dos rios Urupá e Rolim de Moura, tributários do rio Ji-Paraná (Thomas et al., 2004). Portanto, a ação antropogênica na Região Amazônica, apesar de ainda imperceptível nas águas dos grandes rios, como o Solimões ou o Negro, já se faz notar nos rios de menor porte, modificando substancialmente o funcionamento e a estrutura desses ecossistemas.

Outros estudos do LBA, como os da Reserva do Cuieiras, do Inpa, sob floresta nativa (e, mais recentemente, em outra bacia hidrográfica próxima, drenando áreas de pastagem e vegetação secundária), em Manaus-

Amazonas, estão investigando a dinâmica de transferência e armazenamento da água nos vários compartimentos do solo, vegetação e atmosfera, como precipitação e evapotranspiração, interceptação da precipitação pela vegetação, profundidade do lençol freático e seus movimentos. Estas pesquisas incluem ainda a determinação de compostos químicos (incluindo carbono) transportados pela água em cada compartimento, um forte componente de modelagem hidrológica e micrometeorológica voltada à determinação do seqüestro de carbono pela biosfera.

CICLOS BIOGEOQUÍMICOS – CICLAGEM DE NUTRIENTES EM ECOSISTEMAS NATURAIS E MANEJADOS

Nutrientes como nitrogênio, fósforo e potássio são essenciais para a vida na Terra, circulando nos solos, plantas, animais, águas subterrâneas, cursos de água e atmosfera, desempenhando um papel vital no crescimento das plantas, no funcionamento da floresta, na produtividade agrícola e na qualidade do ar e da água. Os estudos biogeoquímicos do Projeto LBA, utilizando diversos tipos de instrumentos – alguns muito simples, outros bastante sofisticados – procuram entender melhor como os ciclos de nutrientes podem ser afetados pelo uso da terra e como o manejo dos ciclos dos nutrientes pode ser incluído nas estratégias de desenvolvimento sustentável.

Um dos avanços significativos do LBA foi o melhor entendimento das razões pelas quais algumas áreas de pastagens tornam-se degradadas em menos tempo do que outras, que se mantêm produtivas. Quando as áreas de pastagens tornam-se degradadas, arbustos e ervas, considerados “ervas daninhas” pelos criadores, começam a crescer com mais vigor do que a gramínea plantada para a pastagem. O controle dessas ervas é feito pelo uso do fogo, em queimadas sucessivas e freqüentes, porém estas são ineficazes para o combate a essas ervas e as áreas acabam sendo abandonadas. Em muitos casos, o nitrogênio e o fósforo tornam-se limitados para o crescimento de plantas em áreas degradadas de pastagens (Luizão et al., 1999; Markewitz et al., 2004). Num estudo em pastagens bem manejadas, de 2 a 13 anos de idade, em Oxisol (> 70% de argila), próximo a Manaus, verificou-se que a biomassa microbiana-C e a mineralização de N solo (nas pastagens, mais em forma de nitrato, ao contrário da floresta, onde mais N mineral foi encontrado em forma de amônio) aumentaram até 5 anos de idade, com um

posterior declínio gradativo (acentuado após 8 anos). As decrescentes taxas de mineralização de N levaram ao decréscimo no estoque de N orgânico e à consequente deficiência de N no solo em pastagens antigas. Nas pastagens com 12-13 anos idade, verificou-se um acentuado decréscimo do C orgânico, indicando o baixo potencial de mineralização de N e P nas pastagens. A biomassa de raízes na camada 0-20 cm diminuiu com a idade das pastagens (5 anos = 1.110 g m²; 7 anos = 361 g m² e 12 anos = 243 g m²) e a relação C:N das raízes foi menor do que na floresta, ou seja, a qualidade da matéria orgânica produzida pela gramínea *Brachiaria humidicola* é mais baixa (Luizão et al., 1999).

Com as queimadas sucessivas das pastagens, o nitrogênio se perde sob a forma de gases e pelas cinzas levadas pelo vento durante as queimadas, afetando a qualidade do ar regional e a fertilidade do solo. Parte do fósforo se perde nas cinzas e acaba também ficando indisponível no material orgânico acumulado no solo. As sementes nativas se desenvolvem mais do que a grama exótica em pastagens degradadas porque apresentam melhor adaptação às condições de escassez desses nutrientes. Essa limitação de nutrientes tem sido observada muito freqüentemente em solos grandemente alterados e inférteis, muito comuns no Pará, onde é mais comum o uso de fertilizantes em práticas de manejo de pastagens.

Esses resultados têm também implicações importantes para as taxas de crescimento de florestas secundárias (“capoeiras”), que se seguem ao abandono de pastagens e para o manejo da qualidade da água drenada dos ecossistemas florestais e agrícolas: o passo e a dinâmica do crescimento das capoeiras são afetados pela escassez de nutrientes-chaves no sistema (Markewitz et al., 2004). Num experimento de adubação de capoeiras de 6 anos de idade, em Paragominas, a adição de N e de N+P produziu um incremento na biomassa das espécies lenhosas, enquanto a adição de P aumentou somente a biomassa de ervas e gramíneas, levando à conclusão de que, em pastagens queimadas sucessivamente, a biomassa florestal é limitada por N (Davidson et al., 2004). Numa cronossequência de capoeiras sobre pastagens abandonadas, até 14 anos de idade, na Amazônia central, verificou-se que o solo até 45 cm de profundidade estava acumulando N, mas perdendo P extraível, havendo indicações de possíveis limitações por P e Ca para o crescimento florestal (Feldpausch et al., 2004).

MUDANÇAS DO USO DA TERRA E MUDANÇAS NA COBERTURA VEGETAL

Este é um dos temas do Programa LBA que permeia todos os demais, uma vez que essas mudanças afetam praticamente todos os ciclos e processos do ecossistema.

Dos dois grandes biomas estudados nos transectos LBA (Amazônia e Cerrado do Brasil central), o cerrado apresenta atualmente taxas de mudanças de uso e cobertura da terra muito maiores do que a Amazônia (Klink & Moreira, 2002). O bioma, sob um clima que apresenta uma estação seca longa e forte, está sujeito a queimas frequentes e, então, a uma crônica limitação por nitrogênio. No entanto, o tempo de retorno da vegetação, de biomassa muito menor, é de 2 a 40 anos, contra centenas de anos na Amazônia.

Na Amazônia, o desenvolvimento atual de certas partes da região mostra um manejo mais intensivo da terra, incluindo a produção mecanizada de grãos, gado de leite e produção agroflorestal (Carvalho et al., 2002). No entanto, a conversão de novas áreas de floresta para uso agrícola continua sendo feita por meio da derruba e queima da vegetação, com todos os seus impactos (na sua maioria negativos). Há perdas significantes de C, N e P pela derruba e queima da floresta; as bases ficam retidas fortemente no solo (Markewitz et al., 2004). Isso apressa o abandono das áreas de cultivo e de pastagem (ainda o uso mais comum das áreas convertidas), cuja colonização pela sucessão secundária natural (capoeira) vai depender da intensidade do uso prévio, da distância à floresta mais próxima e da frequência do uso do fogo.

Mudanças no modelo de desenvolvimento, que tem-se mostrado grandemente inadequado, exigem ações de controle do processo, por meio de previsão, detecção e ações de governança e de recuperação das áreas já alteradas na Amazônia.

a) TÉCNICAS DE DETECÇÃO DAS MUDANÇAS DE COBERTURA VEGETAL

Desde o seu início, o programa LBA tem se empenhado fortemente em adquirir e desenvolver técnicas avançadas de detecção, com uso freqüente e intensivo de imagens de satélite e outras ferramentas modernas (Nobre et al., 2001). Com destaque para a atuação do Observatório da Terra, do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe/OBT) e a colaboração da

Agência Espacial Americana (Nasa) foi possível obter enormes avanços na capacidade e rapidez de detecção e acompanhamento das mudanças atuais. Assim houve o desenvolvimento de vários modelos preditivos avançados, bem como a criação e aplicação de programas avançados de controle de desmatamento e fogo pelos governos estaduais (como o da Fema-Mato Grosso) e federal (como o Programa Prever, do Ibama e o Informativo Quinzenal de Taxas de Desmatamento da Amazônia). Assim, tem sido possível acompanhar a distribuição das queimadas na Amazônia e detectou as novas tendências de crescimento da fronteira de expansão.

Técnicas apuradas de detecção têm sido desenvolvidas e aplicadas ao reconhecimento e à avaliação da intensidade e da extensão da extração seletiva de madeira, ultimamente um dos maiores causadores de desmatamento e degradação de florestas na Amazônia (Nepstad et al., 1999). Além de facilitar a entrada de pessoas e grupos em áreas de floresta primária, antes inacessíveis, pela construção de estradas, esta ação (geralmente, predatória) permite uma maior penetração de ventos, junto com os muitos resíduos deixados para secar nas áreas exploradas e que se tornam materiais combustíveis, transformam florestas úmidas em ambientes sujeitos ao fogo, que pode se tornar recorrente, num processo de retro-alimentação (Nepstad et al., 1999). Em anos com eventos de El Niño, a probabilidade de fogo na floresta se acentua o que, além da extração seletiva de Madeira, está ligado a outras atividades econômicas como a fabricação de carvão e aos padrões de assentamento rural e obras de infra-estrutura (Alencar et al., 2004).

O uso de um modelo Monte-Carlo automatizado, junto com imagens Landsat-7, tem se mostrado promissor para quantificar a degradação das florestas, permitindo medidas precisas da abertura de clareiras e do acompanhamento de sua evolução e fechamento (Asner et al., 2004). Assim, pode-se também estimar a área total de corte seletivo na região, que, em julho de 1999, abrangia 1.277 km², bem como pode-se mapear os centros de exploração na Amazônia brasileira (Nepstad et al, 1999). Adicionalmente, modelos ora sendo desenvolvidos (C. Costa e colaboradores) permitem detectar com precisão a abertura de novas estradas de acesso às áreas de floresta primária densa.

b) CIÊNCIA E A FRONTEIRA DA GOVERNANÇA NA AMAZÔNIA

O ideal de se construir economias sustentáveis pelo gerenciamento dos recursos naturais, minimizando-se os custos ecológicos e sociais das fronteiras em expansão, raramente é atingido pelas sociedades humanas.

A Amazônia pode se tornar a primeira grande exceção ao legado comum de expansão mal planejada de novas fronteiras de regiões florestadas, que no passado sempre levou à rápida exploração dos recursos madeireiros, da fauna, dos minerais, solos e de outros recursos naturais, causando picos de atividade econômica que fracassam à medida que os recursos são esgotados, deixando para trás ecossistemas e pessoas empobrecidos. Para mudar esse cenário, são necessárias influências combinadas de uma sociedade civil organizada, de um governo responsivo, de um comércio cada vez mais transparente e de uma ciência politicamente relevante. Processos de planejamento (em que cientistas do LBA têm sido ouvidos) estão bem avançados na rodovia Santarém-Cuiabá (BR-163) e na rodovia do Pacífico, de Assis Brasil a Puno, Peru. A contribuição mais importante da ciência para fortalecer os processos de planejamento regionais em andamento na Amazônia é o fornecimento de análises claras e acessíveis sobre as implicações climatológicas, ecológicas, econômicas e sociais de cada trajetória de desenvolvimento em questão. A ciência tem o potencial para mapear a rentabilidade potencial da criação de empregos de usos alternativos e competitivos da terra para toda a região. Em resumo, a ciência pode melhorar a qualidade do planejamento regional se for bem-sucedida no fornecimento de informações acessíveis, rigorosas e convincentes. Um modelo de simulação do futuro desmatamento da rodovia BR-163 sob cenários de “*business-as-usual*” e “*governança*” (Soares Filho et al., 2004) demonstra a influência potencial dos resultados científicos sob a forma de mapas, contrastando uma futura trajetória de devastação ao longo da Cuiabá-Santarém, pressupondo-se que os padrões usuais de desmatamento continuarão no futuro, com outra em que várias medidas restritivas ao desmatamento “não-produtivo”, pelo fato de apoiarem atividades econômicas de base florestal e implementarem a Lei, serão concretizadas, evitando-se as formas mais devastadoras de exploração florestal. Esses mapas fortemente sugerem aos movimentos sociais, ONGs, governos locais e governos nacionais que a pavimentação de rodovias em áreas remotas de florestas não obrigatoriamente leva ao desmatamento descontrolado. (Soares Filho et al., 2004).

c) USO E RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS NA AMAZÔNIA

Entre as melhores opções produtivas para se recuperar as imensas áreas abandonadas e/ou degradadas na Amazônia (geralmente, após pastagens), estão os sistemas agroflorestais, o enriquecimento de capoeiras com espécies de alto valor econômico e a re-utilização da área de pousio, que pode ser feita de forma mais ecologicamente correta, sem a utilização de fogo no preparo da área.

Na região NE do Pará, a paisagem agrícola é caracterizada por capoeiras de diferentes idades e históricos de uso prévio, por se tratar de uma frente muito antiga de colonização na Amazônia – a Zona Bragantina. Nesta região, a Embrapa-Amazônia oriental tem liderado, nos últimos dez anos, um trabalho pioneiro de eliminação do uso do fogo no preparo de áreas, sem queima, para novos cultivos, desenvolvendo um sistema que permite a re-utilização dos pousios tradicionais num tempo mais curto, para novos cultivos agrícolas – milho, arroz e mandioca. O sistema baseia-se em duas práticas culturais: 1) plantio de espécies arbóreas de rápido crescimento e boa qualidade nutricional, antes ou no momento do abandono das áreas cultivadas; 2) na retomada do pousio melhorado, ca. de três anos depois, em vez da derruba e queima tradicional da capoeira, uma máquina trituradora acoplada a um trator faz o corte e a trituração da biomassa, espalhando os fragmentos finos sobre a superfície do solo, que é então logo cultivado novamente. Após cinco anos de adoção, quando a fauna do solo é reconstituída, o sistema sem queima produz melhor do os sistemas de cultivo tradicionais. No entanto, os pequenos agricultores da região têm relutado em adotá-lo porque, nos três primeiros anos de uso, o seu custo é superior aos sistemas tradicionais de derruba e queima (T. Sá, com. pessoal).

RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS POR MEIO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS

Numa estação experimental da Embrapa, próxima a Manaus, quatro diferentes formulações de Sistemas Agroflorestais (SAFs) foram implantadas em áreas abandonadas de pastagens, com o objetivo de tornar a terra novamente produtiva, sem necessidade de derrubar novas áreas de floresta primária e permitir o seqüestro de carbono pela nova vegetação arbórea em crescimento. O crescimento das muitas espécies arbóreas utilizadas –

palmeiras, fruteiras e espécies madeireiras – foi em geral muito bom e, em menos de dez anos, permitiu a criação de uma fisionomia florestal nos SAFs, com o solo coberto por liteira abundante, diversificada e, via de regra, de qualidade nutricional superior à do pousio, deixado como controle do experimento. Juntamente com os adubos verdes, podados nas cercas-vivas de leguminosas e em leguminosas plantadas em fileiras dentro dos SAFs, a liteira chegando ao chão dos SAFs mostrou um bom fornecimento de nutrientes recicláveis do material orgânico (Tabela 1), além de fornecer a necessária cobertura e proteção ao solo. Os SAFs também recuperaram uma fauna do solo abundante e diversificada (Tapia-Coral et al., 1999).

Tabela 1. Entrada anual de nutrientes (kg.ha⁻¹) em dois sistemas agroflorestais (AS1 e AS2) e na sucessão secundária natural (CAP). Os valores entre parênteses representam a proporção (em %) da contribuição da liteira fina e do adubo verde para o total de nutrientes que entra anualmente nos SAFs.

Tratamento	N	P	K	Ca	Mg
AS1					
Liteira fina	36,8 (54%)	2,35 (72%)	5,76 (48%)	32,7 (92%)	8,64 (80%)
Adubo verde	16,8 (46%)	0,94 (28%)	6,23 (52%)	2,87 (8%)	2,11 (20%)
Total	53,6	3,29	12,0	35,6	10,8
AS2					
Liteira fina	36,3 (60%)	1,90 (59%)	5,01 (37%)	28,7 (84%)	8,58 (45%)
Adubo verde	24,5 (40%)	1,33 (41%)	8,57 (63%)	5,31 (16%)	10,8 (55%)
Total	60,8	3,23	13,6	34,0	19,4
CAP					
Liteira fina=Total	64,1	3,82	12,6	45,2	13,6

Fonte: Gallardo-Ordinola, 1999.

AS DIMENSÕES HUMANAS NO LBA

O componente das dimensões humanas no LBA procura investigar quais e como diferentes fatores humanos podem condicionar os processos de transformação da Amazônia, e compreender como o homem pode sofrer ou adaptar-se a impactos de mudanças no clima ou nos ecossistemas. Para iniciar esta análise, foi feito um levantamento da produção científica no período 1990-2002 incluindo os temas “Cidades e Redes”, “Populações, Representações Étnico-culturais e Sociedade”, “Dinâmicas Recentes das Atividades Agropecuárias e Extrativistas”, e “Expansão e Dinâmica das Atividades

Industriais”. A partir destes estudos e de contribuições de especialistas em várias áreas foram identificadas lacunas do conhecimento e elaborada uma agenda prioritária de pesquisas. Foram, então considerados prioritários os seguintes temas: “Questão Agrária”, “Sistemas de Produção” e “Mudanças de Cobertura e Uso da Terra”, temas que focalizam os aspectos socioeconômicos e socioambientais do uso do território; “Logística e Desenvolvimento Regional” e “Mobilidade Populacional e Urbanização”, entendidos como processos que embasam as mudanças no uso do território; “Instituições e Governabilidade” e “Instituições e Políticas em Ciência e Tecnologia”, tendo em vista a necessidade urgente de fortalecimento institucional para o ordenamento do território. Esses temas serão agora estudados dentro do LBA como uma forma de contribuir para reduzir e mitigar os impactos da ocupação acelerada e desordenada, assim como para buscar alternativas de desenvolvimento sustentável para as populações rurais e urbanas que tanto cresceram nas últimas décadas.

Outra vertente importante do estudo das dimensões humanas no LBA refere-se aos projetos que procuram identificar a relação da ocorrência ou aumento de doenças infecciosas tropicais e as mudanças ambientais como desmatamento e queima em diferentes escalas. As mudanças de uso da terra e as mudanças climáticas (geralmente relacionadas entre si), além de produzirem, ou exatamente por produzirem impactos como a perda de biodiversidade, poluição atmosférica, mudanças no clima local ou regional, erosão do solo e alterações no ciclo da água, produzem aumentos na ocorrência de doenças respiratórias (por ex., em áreas de novas queimadas e de produção de carvão) e de doenças infecciosas. Alguns exemplos de doenças infecciosas e suas causas ambientais estão relacionadas abaixo (U. Confalonieri, III Conf. LBA):

- Urbanização (com derruba e queima de floresta): malária e leishmânia em Manaus;
- Construção de represas/hidrelétricas: mudanças nas populações de mosquitos;
- Extração de madeira: arbovírus e infecções de leishmânia;
- Garimpos/mineração: mordidas de morcegos e doenças associadas;
- Construção de estradas: síndrome hemorrágica de Altamira;
- Savanização da paisagem: focos de kalazar;
- Extrativismo: pararamose.

INICIATIVAS EM TREINAMENTO E EDUCAÇÃO NO PROGRAMA LBA

Desde o início, mesmo antes de iniciar a fase de trabalhos de pesquisa de campo, o LBA se empenhou em ações contínuas e freqüentes de treinamento e educação (T&E), com o objetivo de deixar um legado para as instituições amazônicas, na forma de especialistas treinados para conduzir pesquisas de qualidade e contribuir para o desenvolvimento sustentável da região. Vale lembrar que, no início do programa LBA, muitas das instituições amazônicas não tinham, ou tinham alguns poucos especialistas para atuar em alguns dos temas abrangidos pelo LBA e que, portanto, tinham que ser treinados. Por isto, desde 1996 o Comitê de T&E do LBA começou a organizar uma série de cursos para estudantes e jovens cientistas, especialmente da Amazônia, para capacitá-los e permitir sua participação mais plena nas atividades do LBA. Este programa de treinamento, com forte ajuda de um conjunto de bolsas de estudo alocadas pelo CNPq e apoio de outras instituições, foi extremamente bem-sucedido, permitindo a formação de um número elevado (de fato, maior do que o previsto, então de forma otimista, pelos criadores do Programa LBA) número de jovens cientistas especializados na temática do LBA (Tab. 2). Cerca de 19 cursos de curta duração e mais de 50 palestras foram ministrados a alunos do LBA, mais estes sempre foram abertos também às comunidades e instituições de ensino e pesquisa da Região Amazônica.

Tabela 2. Estudantes e bolsistas no LBA (julho de 2004):

Graduados e estudantes de graduação	249
Mestrado concluído ou em curso	195
Doutorado concluído ou em curso	196
Total:	640 (para um total de 1698 participantes do LBA)

Novos programas de treinamento avançado, como os do Parama (Projeto para o Avanço das Redes Científicas na Amazônia), uma cooperação entre a União Européia e países sul-americanos, o mestrado pelo Programa de Gerenciamento Ambiental, da Universidade de Duke (Estados Unidos), e os do projeto recém-aprovado pelo Wotro, da Holanda, continuam a ser adicionados ao elenco de oportunidades de formação avançada para jovens cientistas brasileiros.

Desde o início de 2004, o Laboratório Portátil de Informática, composto de 12 computadores portáteis, iniciou um curso itinerante de “Modelagem de Sistemas Ambientais Dinâmicos”, que visa dar oportunidade de aprendizado à comunidade acadêmica em todos os sítios de pesquisa do LBA, a fim de permitir o avanço do treinamento para a nova fase do LBA, de síntese e integração dos resultados.

Como já havia feito nas duas reuniões anteriores, na 3ª Conferência Científica do LBA, em Brasília/2004, o Comitê de Treinamento e Educação apoiou, com passagens e estadia, a ida de 118 jovens cientistas brasileiros e sul-americanos, todos eles primeiros-autores em painéis e apresentações orais nas várias sessões da conferência. Este número deverá ser ainda maior no próximo evento do T&E, o II Congresso de Bolsistas em Manaus, em julho de 2005.

O desafio de transformar a informação científica especializada, que está sendo gerada em grande escala pelo LBA (mais de 600 artigos em periódicos de primeira linha, com sete edições especiais de revistas científicas) em linguagem apropriada para diferentes níveis de ensino e divulgação, está sendo tratado por dois programas especiais do comitê de T&E, visando produzir livros texto e outros materiais de disseminação do conhecimento gerado.

EXEMPLOS DE APLICAÇÃO DOS RESULTADOS DO LBA COMO POSSÍVEIS POLÍTICAS DE DESENVOLVIMENTO DA AMAZÔNIA

1. RECOMENDAÇÕES GERAIS SOBRE CONSERVAÇÃO E DESENVOLVIMENTO REGIONAL:

a) Conservação/áreas protegidas: formação de zonas-tampão para proteção à biodiversidade e às fontes e corpos d'água (Magnusson 2002; Nepstad et al. 2002; Veríssimo et al. 2002), como forma de evitar impactos humanos e efeitos de borda que podem produzir profundas mudanças na floresta e seu funcionamento;

b) Unidades de conservação baseadas em bacias hidrográficas (manejo adequado), a fim de manter o correto funcionamento do ecossistema e suas cadeias tróficas e inter-relações físicas, químicas e biológicas;

c) Priorizar o uso adequado de áreas já anteriormente desmatadas na Amazônia para nova produção agrícola e/ou florestal: Sistemas Agroflorestais, Capoeiras enriquecidas, Sistemas de uso da terra sem queima, etc.;

d) Utilizar o conhecimento científico já existente para valorizar os serviços ambientais da floresta intacta.

2. APLICAÇÕES ESPECÍFICAS DOS RESULTADOS CIENTÍFICOS TEMÁTICOS DO PROJETO LBA:

a) Estimativas grandemente melhoradas dos estoques e fluxos de carbono: podem ser usados para os inventários nacionais de carbono e, possivelmente, para novas discussões e definições das políticas de créditos de carbono (florestas primárias como reservatórios de carbono?).

Problemas para pronta aplicação: poucas medidas de trocas de carbono em extensas áreas de florestas inundadas na Amazônia e a atual política nacional de não incluir florestas primárias na contabilidade para créditos de carbono.

Torres de fluxo na região de Mamirauá (Amazonas) poderão ser instaladas em breve, como fruto de negociações com a Fapeam e a Petrobras.

b) Estabelecimento claro de fortes relações floresta *vs.* chuvas *vs.* queimadas (e tipos de nuvens formadas): devem permitir uma notável melhoria, em breve, dos atuais modelos matemáticos de previsão do tempo e clima para a região. Deve também servir para um melhor planejamento do manejo dos recursos hídricos e para aumentar sobremaneira o valor dos serviços ambientais da floresta.

Problemas atuais para adoção: falta de política de valoração prática e econômica dos serviços ambientais e deficiência dos serviços de manejo de recursos hídricos e de previsão de clima e tempo na Região Amazônica.

Melhorias previstas: criação de um Núcleo de Modelagem Climática e Ambiental, no Inpa, e de um Centro Estadual de Meteorologia do Estado do Amazonas (com recursos da Fapeam, em andamento), além da criação de cursos de graduação e pós-graduação em meteorologia, no Amazonas.

c) Novos produtos e técnicas avançadas de sensoriamento remoto por satélites e radares aero-transportados: permitem pronta e melhor detecção de corte seletivo de madeira, pronta identificação de novas estradas (ilegais) em floresta primária, servindo para um controle mais rápido e eficiente do desmatamento e de ações ilegais na região amazônica.

A colaboração entre o LBA e os grupos de trabalho interministeriais da BR-163 sustentável e de controle do desmatamento da Amazônia, já está em andamento.

d) Identificação das queimas sucessivas de pastagens como fontes importantes de gases-traço para a atmosfera: deve induzir o desenvolvimento de novas políticas de controle de queimadas, direcionadas às áreas já cultivadas, bem como ao incentivo para o agricultor que evite as queimadas como método de limpeza de áreas de cultivo.

e) Usos alternativos de áreas abandonadas e/ou degradadas na Amazônia: tanto os SAFs como o cultivo em pousios sem queima da vegetação provaram-se viáveis tecnicamente.

Problemas de adoção mais ampla por agricultores: custo inicial de instalação relativamente alto (SAFs) e custo maior do que a derruba e queima da capoeira nos três primeiros anos (cultivo sem queima); falta de um serviço eficiente de extensão rural nos municípios e estados. A solução deve passar por linhas de crédito especiais e incentivadas e/ou pelo pagamento de serviços ambientais prestados por essas formas alternativas de uso da terra, bem como pela reativação ou melhoria dos serviços de extensão rural qualificada.

f) Criação de nova e extensa infra-estrutura de pesquisa: sítios experimentais avançados e laboratórios (novos e/ou melhorados) pelo LBA: permitem o acesso de instituições locais ou regionais a condições melhoradas e novas de pesquisa e ensino, das quais poderão inclusive assumir o controle.

Problemas: manutenção das instalações em boas condições de uso por alunos e pesquisadores; baixo número de professores qualificados nas instituições locais.

Solução: investimentos diretos em programas de manutenção e renovação de infra-estrutura, bem como nas instituições locais ou regionais diretamente envolvidas ou beneficiadas.

g) LBA-DIS: formação de enorme e acessível banco de dados e da rede de pesquisas do LBA permitem interfaces com programas institucionais de pesquisa e monitoramento ambiental, bem como interações com outros programas oficiais. O LBA já interage com vários programas, instituições e redes, tais como:

- Geoma (liderança amazônica – MPEG)
- Programa PELD (Pesquisas Ecológicas de Longa Duração)
- PPBio – estabelecimento de extensa rede de parcelas permanentes na Amazônia
- Sipam, ANA, Inmet
- Instituto do Milênio Amazônia
- Projetos Temáticos (CT-Hidro, CT-Petro FAPs,..)

h) Treinamento e educação do LBA: além de formar uma grande quantidade de novos cientistas especializados, que poderão realizar novas pesquisas necessárias para o desenvolvimento da Amazônia, já está tendo um efeito multiplicador. Por exemplo, induziu a criação de cursos de formação avançada (por exemplo, o curso de pós-graduação em Física Ambiental, na UFMT e de Ciências Ambientais na UFPa) e disciplinas especializadas (por exemplo, Mudanças Climáticas Globais e a Amazônia, na pós-graduação do Inpa), na temática ambiental do LBA.

Problemas para aumentar o alcance do programa: 1) montagem de uma rede eficiente e funcional de salas de aula virtuais para colocar em ação um curso de pós-graduação inter-institucional ministrado pelos especialistas do LBA; 2) política efetiva de absorção e fixação dos recursos humanos qualificados, junto às instituições da Região Amazônica.

REFERÊNCIAS

ALENCAR, A. A. C.; SOLORZANO, L. A.; NEPSTAD, D. C. Modeling forest understory fires in an eastern Amazonian landscape. *Ecological Applications*, v. 14, n. 4, p. 139-149, 2004.

ALVALÁ, R.C. S. et al. Intradialurnal and seasonal variability of soil temperature, heat flux, soil moisture content, and thermal properties under forest and pasture in Rondônia. *Journal of Geophysical Research*, v. 107, 2004. Doi: 10.1029/2001JD000599.

ANDREAE, M. O. et al. Biogeochemical cycling of carbon, water, energy, trace gases, and aerosols in Amazonia: the LBA-EUSTACH experiments. *Journal of Geophysical Research*, v. 107, sept. 2002. Doi: 10.1029/2001JD000524.

ARAUJO, A. C. et al. Comparative measurements of carbon dioxide fluxes from nearby towers in a central Amazonian rainforest: the Manaus LBA site. *Journal of Geophysical Research*, v. 107, 2002. Doi: 10.1029/2001JD000676.

ARTAXO, P. et al. Unveiling the lively atmosphere-biosphere interactions in the Amazon. *IGBP Newsletter*, v. 45, p. 12-15, 2001.

_____. Physical and chemical properties of aerosols in the wet and dry seasons in Rondônia, Amazônia. *Journal of Geophysical Research*, v. 107, 2002. Doi: 10.1029/2001JD000666.

ASNER, G. P. et al. Canopy damage and recovery after selective logging in Amazonia: field and satellite studies. *Ecological Applications*, v. 14, n. 4, p. 280–298, 2004.

AVISSAR, R.; NOBRE, C. A. Preface to special issue on the large-scale biosphere-atmosphere experiment in Amazonia (LBA). *Journal of Geophysical Research*, v. 107, 2002. Doi: 10.1029/2002JD002507.

BAIDYA, Roy S; AVISSAR, R. Impact of land use/ land cover change on regional hydrometeorology in Amazonia. *Journal of Geophysical Research*, v. 107, 2002. Doi: 10.1029/2000JD000266.

BERNARDES, M. C. Riverine organic matter composition as a function of land use changes, southwest Amazon. *Ecological Applications*, v. 14, n. 4, p. 263–280, 2004.

CARVALHO, G. O. et al. Frontier expansion in the Amazon: balancing development and sustainability. *Environment*, v. 44, p. 34–45, 2002.

CHAMBERS, J. Q. et al. Decomposition and carbon cycling of dead trees in tropical forests of the central Amazon. *Oecologia*, v. 122, p. 380–388, 2000.

_____. Respiration from a tropical forest ecosystem: partitioning of sources and low carbon use efficiency. *Ecological Applications*, v. 14, n. 4, p. 72–88, 2004.

DAVIDSON, E. A. et al. Nitrogen and phosphorus limitation of biomass growth in a tropical secondary forest. *Ecological Applications*, v. 14, n. 4, 150–163, 2004.

FELDPAUSCH, T. R. et al. Carbon and nutrient accumulation in secondary forests regenerating on pastures in central Amazonia. *Ecological Applications*, v. 14, p. 164–176, 2004.

GALLARDO-ORDINOLA, J. L. E. *Produção e qualidade de liteira em sistemas agroflorestais e seus efeitos sobre as propriedades químicas do solo*. 1999. 97 p. Dissertação de Mestrado. INPA/FUA, Manaus, 1999.

GASH, J. H. C. et al. An overview of ABRACOS. In: GASH, J. H. C. et al. (Ed.). *Amazonia deforestation and climate*. West Sussex: John Wiley and Sons, 1996. p. 1-14.

GUILD, L. S. et al. Modeling biomass burning emissions for Amazon forest and pastures in Rondônia, Brazil. *Ecological Applications*, v. 14, 2004, p. 232–246.

KLINK, C. A.; Moreira, A. G. Past and current human occupation, and land use. In: OLIVEIRA, P. S.; MARQUIS, R. J. (Ed.). *The cerrados of Brazil*. New York: Columbia University Press, 2002. p. 69-88.

LUIZÃO, R. C. C., COSTA, E. S., LUIZÃO, F. J. Mudanças na biomassa microbiana e nas transformações de nitrogênio do solo em uma seqüência de idades de pastagens após derruba e queima da floresta na Amazônia central. *Acta Amazônica*, v. 29, p. 43-56, 1999.

_____. Variation of carbon and nitrogen cycling processes along a topographic gradient in a central amazonian forest. *Global Change Biology*, v. 10, n. 5, p. 592-600, may 2004.

MALHI, Y. et al. The above-ground coarse wood productivity of 104 Neotropical forest biomass. *Global Change Biology*, v. 10, n. 5, p. 563-591, 2004.

MARENCO, J. A.; NOBRE, C. A.. General characteristics and variability of climate in the Amazon: basin and its links to the global climate system. In: MCCLAIN, M. E., VICTORIA, R. L.; RICHEY, J. E. (Ed.). *The biogeochemistry of the Amazon basin*. New York: Oxford University Press, 2001. p. 15-41.

MARKEWITZ, D. et al. Control of cation concentrations in stream waters by surface soil processes in an Amazonian watershed. *Nature*, v. 410, n. 6830, p. 802-805, 2001.

_____. Nutrient loss and redistribution after forest clearing on a highly weathered soil in Amazonia. *Ecological Applications*, v. 14, n. 3, p. 177-199, 2004.

NASCIMENTO, H. E. M.; LAURANCE, W. F. Biomass dynamics in Amazonian forest fragments. *Ecological Applications*, v. 14, n. 3, p. 127-138, 2004.

NEPSTAD, D. C. et al. Large-scale impoverishment of Amazonian forests by logging and fire. *Nature*, v. 398, n. 6752, 505–508, 1999.

NOBRE, C. A.; WICKLAND, D.; KABAT, P. I. The large scale biosphere-atmosphere experiment in Amazônia (LBA). *IGBP Newsletter*, v. 45, p. 2-4, 2001.

RICE, A. H. et al. Carbon balance and vegetation dynamics in an old-growth Amazonian forest. *Ecological Applications*, v. 14, n. 1, p. 55-71, 2004.

RICHEY, J. E. et al. Land use changes and the biogeochemistry of river corridors in Amazon. *IGBP Newsletter*, v. 45, p. 9-22, 2001.

_____. Outgassing from Amazon rivers and wetlands as a large tropical source of atmospheric CO₂. *Nature*, v. 416, n. 6916, p. 617-620, 2002.

ROTTENBERGER, S., U. et al. Exchange of short-chain aldehydes between Amazonian vegetation and the atmosphere. *Ecological Applications*, v. 14, n. 1, p. 247-262, 2004.

SALATI, E.; VOSE, P. B. Amazon basin: a system in equilibrium. *Science*, v. 225, p. 129-138, 1984.

SILVA-DIAS, M. A. F., NOBRE, C. A., MARENGO, J. A. The interaction of clouds and rain with the biosphere. *IGBP Newsletter*, v. 45, p. 8-11, 2002.

_____. Cloud and rain processes in a biosphere-atmosphere interaction context in the Amazon Region. *Journal of Geophysical Research*, v. 107, 2002. Doi: 10.1029/2001JD000335.

SOARES-FILHO, B., A. et al. Simulating the response of land-cover changes to road paving and governance along a major Amazon highway: the Santarém-Cuiabá corridor. *Global Change Biology*, v. 10, n. 5, p. 745-764.

TAPIA-CORAL, S. C., LUIZÃO, F. J., WANDELLI, E.V. Macrofauna da liteira em sistemas agroflorestais sobre pastagens abandonadas na Amazonia central. *Acta Amazonica*, v. 29, p. 447-495, 1999.

THOMAS, S. M et al. Influences of land use and stream size on particulate and dissolved materials in a small Amazonian stream Network. *Biogeochemistry*, v. 68, n. 2, p. 135-151, 2004.

VASCONCELOS, H. L.; LUIZÃO, F. J. Litter production and litter nutrient concentrations in a fragmented Amazonian landscape. *Ecological Applications*, v. 14, n. 3, p. 884-892, 2004.

VOURLITIS, G. L. Effects of meteorological variations on the CO₂ exchange of a Brazilian transitional tropical forest. *Ecological Applications*, v. 14, n. 3, p. 89-100, 2004.

Territórios digitais: as novas fronteiras do Brasil

*Gilberto Câmara**

*Antônio Miguel Monteiro***

*Aldaíza Sposati****

*Frederico Roman Ramos*****

*Dirce Koga******

*Ana Paula Dutra de Aguiar******

“Esta terra, Senhor, pelo sertão nos pareceu vista do mar muito grande, porque, a estender olhos, não podíamos ver senão terra com arvoredos, que nos parecia muito longa. Nela até agora não podemos saber que haja ouro nem prata, nem coisa alguma de metal ou ferro, nem o vimos, porém a terra em si é de muito bons ares, assim frios e temperados, como os de Entre-Douro-e-Minho, porque neste tempo que agora, os achamos como os de lá. Águas são muitas, infundas. E em tal maneira esta terra é graciosa, que querendo aproveitar, dar-se-á nela tudo por bem das águas que tem”.

(DA CARTA DE PERO VAZ DE CAMINHA)

INTRODUÇÃO

A percepção dos brasileiros sobre seu território é, desde sempre, marcada por um misto de deslumbramento e distanciamento. A visão edênica dos colonizadores portugueses persiste até hoje como um mito fundador da nacionalidade brasileira, como nos mostra Sérgio Buarque em “Visões do Paraíso” (Holanda, 1969). No infamoso e influente livro “Porque me Ufano

* Gilberto Câmara é coordenador-geral de Observação da Terra do Instituto de Pesquisas Espaciais (Inpe).

** Antônio Miguel Monteiro é chefe da Divisão de Processamento de Imagens do Inpe.

*** Aldaíza Sposati é professora titular do Núcleo de Estudos e Pesquisas sobre Seguridade e Assistência Social da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC/SP).

**** Frederico Roman Ramos é gerente de Informações do Ministério das Cidades.

***** Dirce Koga é pesquisadora do Centro de Estudos de Desigualdades Sócio-Territoriais de São Paulo.

***** Ana Paula Dutra de Aguiar é pesquisadora da Divisão de Processamento de Imagens do Inpe.

de Meu país”, o conde Afonso Celso proclama numa visão mítica de um Brasil “superior a todos os outros países”, cuja natureza é um “dom da providência”. Nisto somos bem diferentes dos americanos, que entendem seu território como parte integral da nacionalidade e declamam o poema de Robert Frost: *the land was ours before we were the land's*. Na medida em que o território do Brasil pertence a Deus e não aos brasileiros, ele é concebido como elemento externo à nossa sociedade, o que impede que seja apropriado como propriedade dos brasileiros (Chauí, 2000). Não é por acaso que Elis Regina cantava “O Brasil não conhece o Brasil”.

Como conhecer o Brasil sem conhecer os territórios brasileiros? Temos hoje uma percepção comum de que a redução de nossas desigualdades sociais e econômicas, em todas as suas formas de manifestação, devem ser prioridades de ação governamental. No entanto, a grande maioria dos problemas de gestão pública no Brasil depende da distribuição espacial do fenômeno subjacente. Para combater a exclusão social, precisamos saber onde estão os excluídos e quem são eles. A redução da criminalidade depende de conhecermos quais seus padrões de ocorrência. O combate ao desmatamento da Amazônia requer que identifiquemos, para cada região, quais são os fatores que influenciam o processo e quais os tipos de ocupação. Conhecer nossos territórios é assim condição essencial para gerarmos políticas públicas consistentes em temas como exclusão social, atendimento da saúde, melhoria da segurança pública, e combate à devastação ambiental.

Esta situação é agravada pelo fato que nas décadas de 80 e 90 o Brasil enfrentou uma enorme crise em seu setor público, com redução de orçamentos e de pessoal, com reflexos imediatos em sua capacidade de gestão do território. A privatização dos serviços públicos deixou várias cidades brasileiras sem elementos fundamentais para gerir seus espaços urbanos, de vez que muitas bases de dados eram de propriedade das antigas estatais. Nos anos 90, quem investiu em levantamento de dados foram empresas privadas, com destaque para o setor de telecomunicações e, como resultado, em muitos locais o setor privado possui melhores dados que as correspondentes instituições públicas.

Nessa perspectiva, este trabalho analisa os desafios envolvidos em buscar ampliar o conhecimento coletivo do território, em especial quando buscamos construir sistemas de informação geográfica (SIG) que procurem representar as diferentes facetas de nosso país. Chamamos de “territórios

digitais” as diferentes representações da realidade geográfica num ambiente computacional. No que segue, apresentamos o conceito de “territórios digitais” em maior detalhe, e indicamos desafios científicos e conceituais em dois domínios geográficos fundamentais do Brasil: os grandes aglomerados urbanos e a Região Amazônica.

O CONCEITO DE TERRITÓRIOS DIGITAIS

Chamamos de “territórios digitais” as representações computacionais do espaço, obtidas por meio de sistemas de informação geográfica. A noção de “territórios digitais” pretende ser mais abrangente que o simples conceito de criação de mapas por meio de sistemas de informação. A idéia chave é o conceito de representação computacional, que implica no uso de modelos lógicos, estruturas de dados, algoritmos e linguagens para buscar capturar as diferentes dimensões do espaço geográfico. Os “territórios digitais” podem mostrar mais que endereços e quadras. Eles podem revelar as diferentes expressões de fenômenos como exclusão social, criminalidade, risco ambiental e exposição a doenças contagiosas. Eles também precisam capturar a noção de que espaço geográfico está em permanente mudança, como na síntese de Milton Santos: “o espaço é um conjunto de objetos e um conjunto de ações” (Santos, 1996).

O que são “sistemas de objetos” e “sistemas de ações”? O conceito de sistemas de objetos é resultante de uma modelagem conceitual que estabelece uma correspondência entre o mundo real e sua representação computacional (Davis et al., 2002). A noção complementar de “sistemas de ações” aponta para a necessidade de capturarmos os fatores de mudança: “Como estão evoluindo os indicadores sociais em nossas cidades? Quais as novas articulações de poder que condicionam os diferenciais intra-urbanos? O que acontecerá na Amazônia em 2020?” (Câmara *et al.*, 2003)

Os tipos de dados utilizados para construir os territórios podem ser subdivididos em três grandes subcategorias: dados do meio físico-biótico, dados cadastrais e dados socioeconômicos. Os dados do meio físico-biótico descrevem os diversos componentes da natureza e da paisagem, e são oriundos de mensuração por meio de instrumentos. Exemplos incluem tipos de solo, geologia, vegetação e geomorfologia. Os dados cadastrais descrevem os elementos da apropriação do território pelo homem, com ênfase no espaço produzido e em limites estabelecidos em contratos legais. Exemplos incluem lotes, redes de serviço (água, luz, telefonia) e limites municipais. Os dados

socioeconômicos são representativos do tipo de ocupação do território e capturam diferentes aspectos da condição de vida da população. Esses dados são obtidos por meio de censos ou de coleta sistemática como no caso de criminalidade e saúde coletiva.

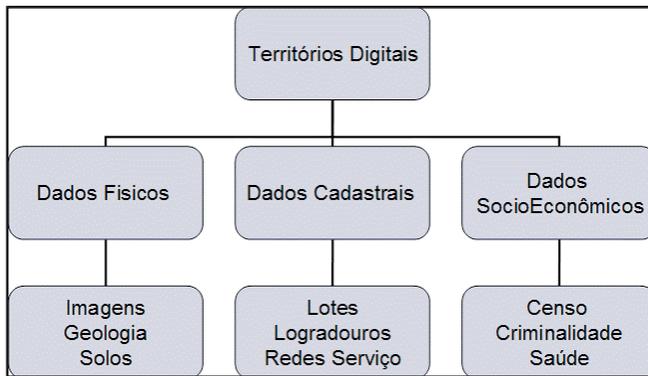


Figura 1. Dados sobre os territórios digitais

O primeiro passo para construir os territórios digitais é compatibilizar os dados básicos para referenciais temporais e espaciais comuns. Para isto, é necessário desenvolver um modelo de dados que capture os diferentes conceitos e possa expressar o “sistema de objetos”. Uma vez construído o sistema de informação geográfica com os dados básicos, é possível obter informações derivadas que variam desde a indicação de áreas construídas e não registradas no cadastro urbano até a produção de indicadores de exclusão social e de modelos prospectivos de ocupação do espaço.

Os territórios digitais podem incluir ainda a representação da dinâmica das mudanças do espaço (os “sistemas de ações”). Para isto, eles precisam ser capazes de realizar simulações espaciais dinâmicas de sistemas físicos e sociais. Será preciso ter a capacidade de simular o comportamento dos territórios como sistemas complexos, levando à capacidade de prever cenários, e, acima de tudo, de buscar entender os inter-relacionamentos entre seus componentes.

Construir “sistemas de objetos e sistemas de ações” para os fenômenos socioeconômicos é tarefa complexa, por envolver componentes de construção da realidade social. Existe uma distância conceitual grande na construção de territórios digitais para entidades e processos diretamente

mensuráveis como ruas, lotes e escolas, e sua expressão para conceitos mais abstratos. Pode-se abstrair com relativa naturalidade uma rua como uma linha ou um lote como um polígono. É possível representar dados como altitude, temperatura e concentração de poluentes por meio de células que recobrem toda a área estudada. A objetividade desses dados torna-os palpáveis, mensuráveis e formalizáveis. Entretanto, nos dados de natureza socioeconômica, os processos de modelagem e análise são mais complexos. Como obter dados confiáveis sobre uma determinada população? Como representar um território a partir de suas dimensões humanas como qualidade de vida e desenvolvimento? Quais as dimensões da existência humana capazes de transmitir tal informação? Estas questões trazem à tona a subjetividade da dimensão humana presente nestes ambientes (Ramos, 2002).

Colocando o problema de forma mais geral, a questão metodológica fundamental nos estudos sócio-territoriais é: Que critérios deve satisfazer um conceito sociológico para que seja utilizável em estudos quantitativos para subsidiar políticas públicas universais e territoriais? Na perspectiva dos autores, tais critérios são:

- O conceito deve ser passível de ser associado a propriedades mensuráveis.
- Essas propriedades devem ser medidas no território e devem permitir diferenciação entre a população estudada.
- Os resultados quantitativos e os modelos matemáticos utilizados devem ser validados em estudos de campo, que devem incluir dimensões objetivas e subjetivas do problema.

Trata-se, assim, de uma abordagem construtiva para o estudo das desigualdades sociais. O processo pode ser resumido na Figura 2. Os especialistas de áreas de políticas públicas desenvolvem teorias gerais sobre os fenômenos, que incluem o estabelecimento de conceitos organizadores de sua pesquisa (como ‘exclusão’ ou ‘vulnerabilidade’). Para passar dessas teorias para a construção computacional é necessário que o especialista formule modelos inferenciais quantitativos. Estes modelos devem ser submetidos a testes de validação e de corroboração, por meio dos procedimentos de análise quantitativa. Os resultados numéricos podem então dar suporte ou ajudar a rejeitar conceitos sociológicos qualitativos.

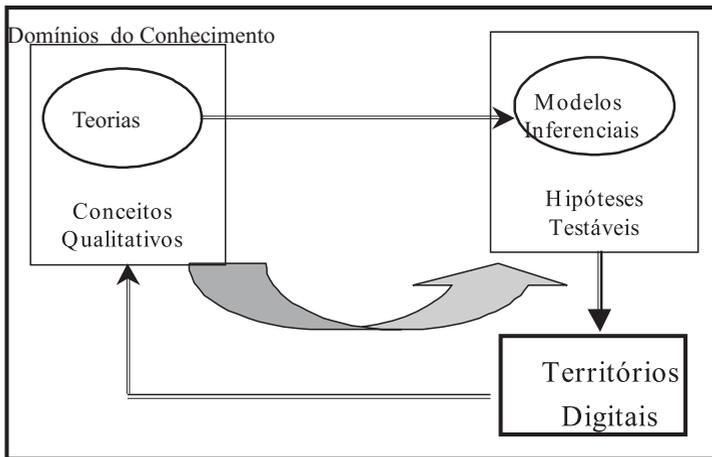


Figura 2. Relação entre a construção dos territórios digitais e as teorias disciplinares.

Para caracterizar este processo de descoberta, usamos o termo “conhecimento como construção”. Trata-se de uma analogia com o processo científico das ciências experimentais, no qual as teorias devem ser submetidas a testes que permitam refutá-las (Popper, 1975). No campo das ciências sociais, nem sempre é fácil conduzir experimentos e submeter hipóteses a testes comprobatórios. Nesse aspecto, a natureza representacional dos computadores é muito útil aos pesquisadores de ciências humanas. Materializar e comparar diferentes conceitos usando sistemas computacionais nos permite avaliar o potencial de cada conceito para uso em políticas públicas. Desse modo, o processo de conceber representações computacionais de conceitos sociológicos é um processo de aquisição de conhecimento, análogo à elaboração de experimentos nas ciências naturais.

OS NOVOS TERRITÓRIOS DIGITAIS URBANOS

O processo de concentração da população em grandes áreas urbanas brasileiras nas décadas de 80 e 90 gerou uma situação sem precedentes. Hoje, 80% da população brasileira vivem em áreas urbanas, segundo a definição do IBGE; 40% estão em aglomerações urbanas com mais de 1 milhão de habitantes e 30% da população está nas nove maiores regiões metropolitanas. Em termos de políticas públicas, o grande resultado deste processo de urbanização foi criar enormes diferenciais no interior das maiores cidades brasileiras. Para citar um exemplo, entre 1991 e 1996 a cidade de São Paulo teve um crescimento populacional limitado (de 9.646.185

habitantes para 9.839.066 habitantes ou 2%), enquanto as regiões mais pobres da cidade tiveram crescimento demográfico de até 130%. Essas explosões urbanas altamente desiguais em sua expressão espacial geraram grandes regiões de “terra incógnita” no interior das cidades brasileiras e produziram espaços intra-urbanos altamente diferenciados.

Diante dos novos processos sociais em nossas cidades, as ações e propostas de intervenção e planejamentos precisam orientar-se cada vez mais a partir das relações entre as partes e o todo urbano. A construção dos territórios digitais urbanos é imprescindível para formular políticas públicas cuja distribuição de serviços e benefícios seja consistente com a população-alvo. Para construí-los, precisamos de métodos capazes de revelar os territórios invisíveis do espaço das cidades e descobrir não apenas onde, mas o que define e estrutura cada lugar.

Considere-se o conceito de exclusão social. Na literatura sociológica, o conceito de exclusão social tem uma enorme quantidade de definições. Excluídos podem ser aqueles que não tem acesso aos direitos da cidadania, ou aqueles que vivem em regiões periféricas, fora do alcance da rede de proteção social. Em algumas definições, pode-se ter emprego e ainda assim ser excluído socialmente. A vastidão da literatura cria um problema sério: a falta de uma forma de avaliar objetivamente esse conceito. Para enfrentar este dilema, a equipe da PUC-SP liderada pela profa. Aldaíza Sposati resolveu construir uma representação da exclusão social em São Paulo a partir de uma análise quantitativa de dados socioterritoriais coletados pela Secretaria de Saúde, IBGE, Secretaria de Segurança Pública e outras instituições públicas. De forma consistente com a idéia de conhecimento como construção, em lugar de responder diretamente à pergunta: “A exclusão social existe?”, a equipe colocou a questão nos termos: “É possível evidenciar a existência da exclusão social como fenômeno no espaço geográfico?” Este trabalho foi iniciado em 1996 e a partir de 2000 contou com o apoio do Inpe. Os resultados estão materializados nos mapas de exclusão/inclusão social de São Paulo para os dados dos censos de 1991 e 2000 (Sposati, 1996) (Sposati, 2000) (Genovez, 2002). Assim, criou-se um espaço objetivo de crítica do conceito de exclusão social. Estes estudos tem tido ampla utilização, seja com suporte a políticas públicas, seja como base para análises focadas sobre aspectos das desigualdades sociais como escolaridade, população de rua e assistência à saúde.

Como exemplo dos resultados, a Figura 3 mostra a distribuição espacial do índice de exclusão social para os 96 distritos da cidade de São Paulo, para os dados do censo de 1991 (Sposati, 1996). O índice de exclusão/inclusão social é uma medida agregada das disparidades socioeconômicas, que varia de -1 a $+1$, onde o valor 0 (zero) indica o um nível básico de inclusão social. Verifica-se que 3/4 dos distritos de São Paulo estavam abaixo dos índices mínimos de inclusão social em 1991. Uma forte polarização centro-periferia é claramente perceptível no mapa, que apresenta duas grandes regiões de exclusão social, as zonas Sul e Leste da cidade.

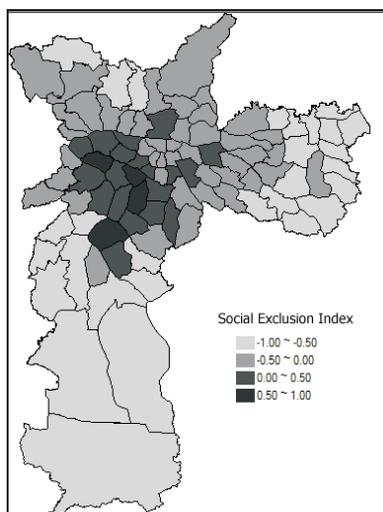


Figura 3. Índice de exclusão/inclusão social dos bairros da cidade de São Paulo para os dados de 1991, com 96 distritos agrupados em quatro partes.

Para um exemplo mais elaborado de construção de territórios digitais, considere-se o caso de modelos de regressão com dados espaciais. O uso tradicional de modelos de regressão com dados socioeconômicos ignora sua localização e produz resultados gerais que se pretendem válidos para toda a área de estudo. No entanto, a maior parte das ocorrências, sejam estas naturais ou sociais, apresentam entre si uma relação que depende da distância. O que quer nos dizer este princípio? Se encontrarmos poluição num trecho de um lago é provável que locais próximos a esta amostra também estejam poluídos. Se acreditarmos no que Waldo Tobler chama de primeira lei da geografia: “todas as coisas são parecidas, mas coisas mais próximas se parecem mais que coisas mais distantes”, cabe perguntar: o que acontece com modelos de regressão quando levamos em conta o território?

Uma das alternativas é modelar a tendência espacial de forma contínua, com parâmetros variantes no espaço. A idéia é ajustar um modelo de regressão a cada ponto observado, ponderando todas as demais observações como função da distância a este ponto. Serão feitos tantos ajustes quantas observações existirem e o resultado será um coeficiente de ajuste para cada localização. Esses coeficientes podem ser apresentados visualmente para mostrar como se comportam espacialmente os relacionamentos entre as variáveis. Esta técnica é denominada regressão ponderada espacialmente (Fotheringham et al., 2002) e permite, por meio da inferência dos coeficientes de regressão locais, estimar as variações espaciais das medidas territorializadas.

Como exemplo, considere as relações entre as taxas de homicídios e os índices de analfabetismo para as 456 zonas de ponderação do IBGE para o município de São Paulo. Os dados da residência das vítimas de homicídios para o ano 2000 foram fornecidos pela fundação Seade e cruzados com os dados do IBGE sobre responsáveis pelo domicílio não-alfabetizados. Numa primeira análise pelo método de regressão linear ordinária, evidenciou-se uma relação estatisticamente significativa e ligeiramente positiva entre estas duas medidas, sugerindo que locais onde as taxas de analfabetismo são maiores tendem a ser maiores os índices de mortalidade por homicídio, atingindo um coeficiente de determinação (R^2) de 36%.

A análise por meio da técnica de regressão geograficamente ponderada foi aplicada ao mesmo conjunto de dados. Os resultados obtidos (ver Figura 5) evidenciam significativas variações espaciais na relação entre homicídios e analfabetismo. A associação entre homicídios e analfabetismo é significativa em boa parte da cidade, especialmente no quadrante sul do município (sobretudo nas áreas correspondentes aos distritos de Grajaú e Pedreira) e no centro (região da Sé). Já no extremo leste do município, nos distritos de Itaim paulista e Jardim Helena, os resultados apontam para uma relação negativa entre as variáveis com pouca significância estatística.

Os resultados demonstram que mesmo em áreas com altos índices de exclusão social como os distritos de Grajaú, Pedreira, Itaim Paulista e Jardim Helena, as condições socioterritoriais não são homogêneas. Regiões à primeira vista semelhantes em termos de exclusão social podem apresentar grandes diferenças. Assim, a construção de territórios digitais urbanos precisa ser

acompanhada de metodologias que permitam incorporar a dimensão espacial nas inferências quantitativas.

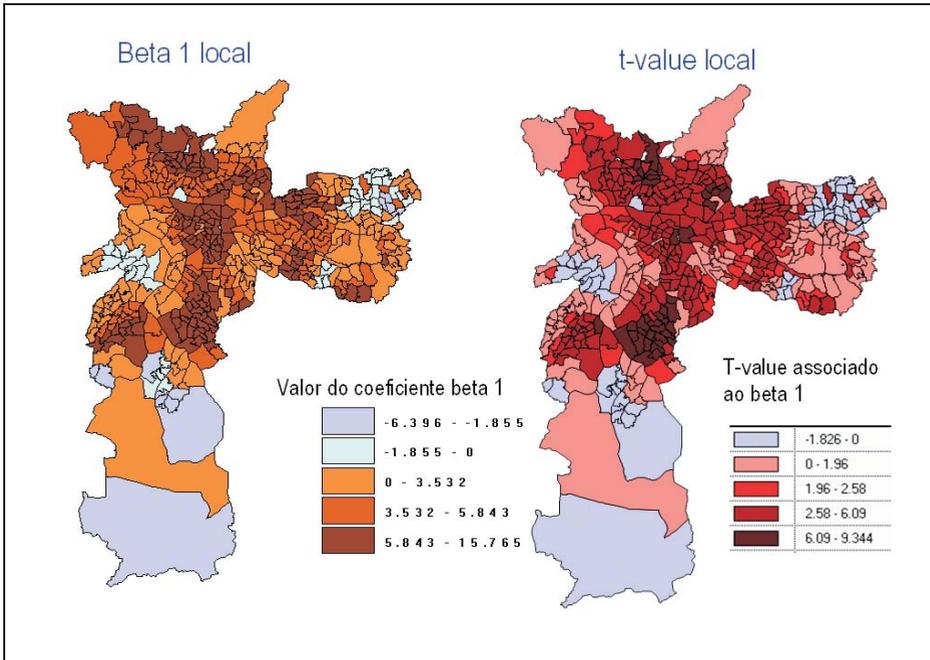


Figura 5. Valores do coeficiente de regressão obtidos para a regressão espacialmente ponderada entre a taxa de homicídios e taxa de analfabetismo. Esquerda: valores dos coeficientes de regressão locais; direita: valores de significância estatística associados.

OS NOVOS TERRITÓRIOS DIGITAIS AMAZÔNICOS

A Amazônia Legal brasileira engloba os Estados do Acre, Amapá, Maranhão, numa área de aproximadamente 5 milhões de km², o equivalente a cerca de 60% do território brasileiro. A Região apresenta grande diversidade biofísica e socioeconômica, riqueza de recursos naturais e graves questões sociais e ambientais. Os resultados mais recentes do monitoramento da cobertura florestal da Amazônia Legal realizado anualmente pelo Inpe indicam uma taxa de desmatamento de 23.200 km², no período 2001-2002, e de 23.750 km², no período 2002-2003. Cerca de 630.000 km² desta cobertura florestal já foram desflorestado (16% da área monitorada).

Numa situação em que observamos taxas de desmatamento que podem chegar a 10.000 km² num único mês, o espaço está em permanente mudança, e a os territórios digitais associados têm de ser capazes de incorporar informação de forma rápida e de incluir mecanismos de prospecção de cenários. Um bom exemplo é o sistema Deter, um sistema de detecção de desflorestamento em tempo expedito desenvolvido pelo Inpe. O Deter utiliza sensores com alta frequência de observação (a) o sensor Modis, a bordo dos satélites Terra e Acqua, com resolução espacial de 250 m e frequência de observação de três a cinco dias; (b) o sensor de visada larga WFI a bordo do CBERS-2, com resolução espacial de 260 m e frequência de observação de cinco dias. Este sistema é capaz de fornecer informação sobre eventos de desmatamento com rapidez adequada para que medidas de contenção sejam tomadas de modo efetivo. Os resultados são acessíveis pela Internet <www.obt.inpe.br/deter>.

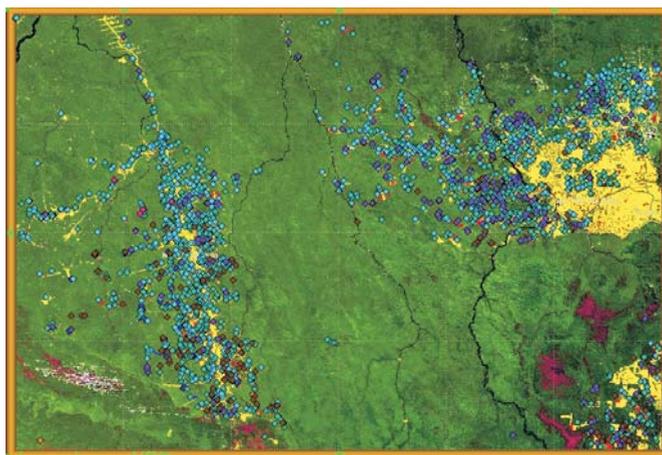


Figura 6. Novas áreas de desmatamento indicadas pelo sistema Deter, em 2004, na região entre Novo Progresso e São Felix do Xingu (fonte: Inpe).

Além de dispor de mecanismos de acompanhar a evolução dos territórios digitais, a formulação de políticas públicas necessita de modelos integrados do processo de mudanças de uso e cobertura da terra (Lucc – *land use and land cover change*) que têm o objetivo de:

- Explicar o “porquê” de mudanças passadas, por meio da identificação dos principais causas/fatores determinantes da mudança (*drivers*);

- Prever “quais, quanto, onde e/ou quando” mudanças deverão ocorrer (não necessariamente todas as questões respondidas pelo mesmo modelo);
- Analisar “como” determinadas políticas públicas poderão influenciar mudanças, por meio da análise de cenários, sendo este objetivo complementar ao anterior.

Em linhas gerais, mudanças de uso e cobertura são determinadas por uma complexa rede de fatores biofísicos (características dos solos, clima, topografia, etc.) e socioeconômicos (população, tecnologia, condições econômicas, decisões políticas de planejamento, etc.). Para estabelecer modelos prospectivos para a evolução do desmatamento na Amazônia, o MCT estabeleceu em 2002 uma rede de pesquisa multidisciplinar e interinstitucional: a Rede Geoma (Geoinformação e Modelagem Ambiental na Amazônia). Para avaliar os fatores imediatos relacionados ao desmatamento, a equipe do Geoma liderada pelos autores compilou um banco de dados geográfico com 80 variáveis demográficas, ambientais, agrárias e tecnológicas, bem como indicadores de acessibilidade e conexão a mercados. Estas variáveis foram interpoladas para um espaço celular de 100 x 100 km, o que permite uma comparação detalhada dos diferentes fatores. O banco de dados combina informações derivadas de sensoriamento remoto, e dados do censo demográfico e do censo agropecuário. A partir destes dados, modelos de regressão linear mostram que sete fatores estão relacionados à variação de 83% das taxas de desmatamento na Amazônia nos últimos anos: (a) estrutura agrária (2 fatores): percentual de área ocupada por grandes fazendas e número de pequenas propriedades; (b) ocupação populacional (1 fator): densidade de população; (c) condições do meio-físico (2 fatores): precipitação média e percentual de solos férteis; (d) infra-estrutura (1 fator): distância a estradas; (e) presença do Estado (1 fator): percentagem de áreas indígenas.

Os resultados propõem algumas indicações que precisam ser comprovadas em estudos mais detalhados: (a) a expansão do desmatamento não ocorre de forma indiscriminada, mas é limitada pelas condições do meio físico; (b) a presença do Estado (por meio de unidades de conservação e terras indígenas) é um fator relevante no controle do desmatamento; (c) em termos de estrutura agrária, tanto o grande capital (grandes fazendas) como os pequenos núcleos fundiários têm contribuição relevante para o processo de desmatamento.

Analisamos adicionalmente as regiões onde o modelo de regressão indica existir uma tendência de desmatamento e não havia áreas com desmatamento significativo em 1996. Entre essas áreas, como indicado na figura 7, estão o sul do Estado do Amazonas e a região do interflúvio Xingu-Iriri. Os resultados mais recentes dos padrões de desmatamento produzidos pelo Inpe mostram que estas regiões são focos de mudança de uso do solo. Assim, o modelo de regressão usando dados de 1996 foi capaz de indicar áreas críticas de desmatamento futuro.

Os projetos em andamento da rede Geoma incluem o uso desses dados para o desenvolvimento de modelos explícitos de mudança de uso do solo, baseados em autômatos celulares multiescala (Pedrosa et al., 2002) (Escada et al., 2005) (Aguiar et al., 2003).

Model 7 - Clima - R = .84			Factor category	Variable
	BETA	p-level		
Intercept		0.00		
LOG DENS	0.35	0.00	Demography	Total population density (hab/km2) (log10).
PRECIPIT	-0.32	0.00	Environmental	Average annual precipitation in the cell (mm).
PORC3 AR	0.28	0.00	Agrarian Structure	Percentage of the area of small properties by the total area of rural properties.
LOG NRI	0.27	0.00	Agrarian Structure	Proportion of number of small properties in relation to total number of rural properties (log10)
DIST EST	-0.13	0.00	Accessibility	Distance to roads (km).
PORC1 UC	-0.06	0.00	Protected areas	Percentage of cell area covered by Indian Reservations.
LOG2 FER	-0.04	0.05	Environmental	Percentage of cell area covered by medium fertility soils.

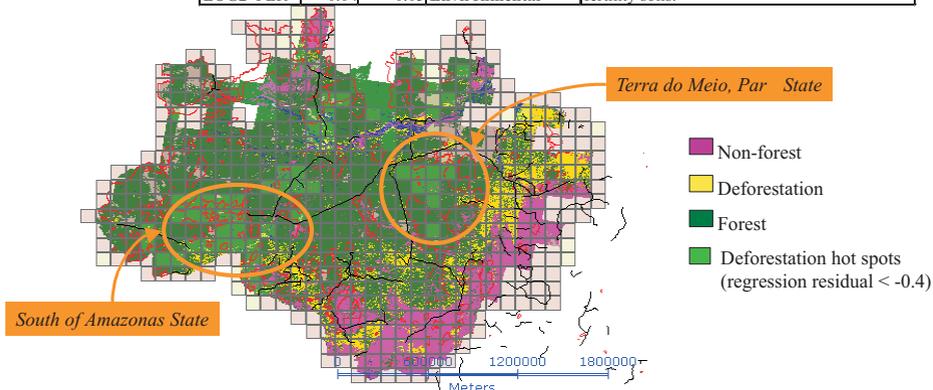


Figura 7. Modelo de regressão e áreas críticas para o desmatamento na Amazônia.

TERRITÓRIOS DIGITAIS E DISPONIBILIDADE DE DADOS

Como apresentado nas seções anteriores, a construção dos territórios digitais depende fortemente da disponibilidade de dados, em especial de dados públicos. No entanto, estamos muito longe de dispor de uma infraestrutura nacional de dados públicos, e sequer de ter uma política consistente para todo o governo. Muitos órgãos públicos não divulgam amplamente seus dados, como graves prejuízos para a sociedade brasileira. Parte do problema está num dilema gerencial mal resolvido. Tempo, esforço e dinheiro são necessários para a coleta e para a organização de dados públicos, cujo uso vai muito além dos interesses de quem os produziu. Uma base consistente de endereços é requisito tanto para atualizar o cadastro imobiliário de uma prefeitura quanto para estabelecer serviços de geo-negócios. Os dados do censo do IBGE são úteis não apenas para estatísticas de governo, mas importantes para estabelecer o perfil de consumo da população para fins de planejamento de oferta de serviços. Se os dados públicos valem tanto, qual o preço justo a cobrar?

Há duas abordagens bastante distintas para resolver esse dilema. Nos EUA, considera-se que a informação gerada pelo governo é um recurso econômico de infra-estrutura valioso; a lei determina que as agências federais disseminem amplamente toda a informação disponível, cobrando apenas o custo da cópia e sem restringir a disseminação do dado para terceiros. Na Europa, os governos têm determinado que o preço desses dados deve recuperar uma parte do custo envolvido na coleta e atualização. A estratégia européia considera que o setor privado deve arcar com uma parcela do custo de produção, porque se beneficia da disponibilidade dos dados. Na prática, essas políticas agressivas de recuperar custos resultam que um conjunto equivalente de dados públicos custa na Europa dez vezes mais do que nos EUA.

Qual das duas abordagens é a mais eficiente? Do ponto de vista imediato do gestor público, a solução européia parece mais interessante. Parece, mas não é, pois o importante no caso de dados públicos é o impacto econômico global e não apenas a contabilidade institucional. Um estudo recente contratado pela União Européia (*Commercial Exploitation of Europe's Public Sector Information* (Pira – International, 2000), mostra que a política americana é muito mais eficiente que a européia. O estudo comparou os

valores de investimento na produção de dados pelo setor público com o valor econômico dos serviços associados, sendo os resultados mostrados na Tabela 1. O que está acontecendo? Para um investimento público duas vezes maior, os americanos conseguem um retorno econômico dez vezes superior aos europeus.

Tabela 1. Valor econômico associado a dados públicos

	Europa	EUA
Investimento em Geração de Informação pelo Setor Público	EU 9.5 bi/ano	USD 19 bi/ano
Valor Econômico dos Serviços Associados	EU 68 bi/ano	USD 750 bi/ano

Fonte: *Commercial Exploitation of Europe's Public Sector Information* (PIRA-International, 2000).

Qual a causa da grande disparidade de impacto econômico? As instituições públicas europeias distorcem o mercado, impedindo a competição e o aparecimento de empresas de serviços. A conclusão do estudo é que há evidências contundentes sobre os benefícios de adoção de políticas de liberdade de informação sem *copyright* associado, cobrando apenas o custo da cópia e com remoção explícita de restrições sobre seu uso pelo setor privado. A política de recuperação completa de custos associados à produção de informação pública tem por resultado uma atuação monopolista das instituições públicas produtoras de dados, em detrimento da prosperidade da sociedade como um todo.

Que lições podemos aprender? A mais importante é que devemos copiar os americanos, pelo menos neste caso, e adotar uma atitude mais aberta e com maior possibilidade de gerar emprego e renda. Por exemplo, uma prefeitura que venha a disponibilizar uma boa base de endereços a baixo custo estará contribuindo para que os empreendedores possam planejar novos negócios de forma mais eficiente, e assim contribuindo para o desenvolvimento econômico da cidade. Temos ainda muito por fazer. Falta uma legislação explícita sobre a disponibilidade e custo de dados públicos, e que discipline o *copyright* associado, e falta um esforço governamental para construir uma infra-estrutura nacional de dados públicos, que apóie a cidadania e não os eventuais interesses individuais das instituições. Sem esta infra-estrutura, os territórios digitais não poderão se materializar.

TERRITÓRIOS DIGITAIS E TECNOLOGIA DE GEOINFORMAÇÃO

Para construir os territórios digitais, precisamos além de conceitos, modelos e dados, da tecnologia de geoinformação. Neste cenário, surge um desafio científico e tecnológico de primeira grandeza: se os territórios digitais são essenciais para a gerência do Estado, que investimento deve fazer a sociedade brasileira na pesquisa e desenvolvimento de tecnologia de geoinformação?

Se consideramos que esta tecnologia envolve desafios complexos, que combinam aspectos múltiplos de Informática, é crucial que o Brasil adote a filosofia do *learning-by-doing*, para conseguir entender em detalhe todos os aspectos da tecnologia de geoinformação. Neste particular, a oportunidade gerada pelo software livre deve ser plenamente aproveitada. Pode-se ter ganhos de escala substanciais, na medida que uma mesma base tecnológica suportada por uma comunidade de *software* livre pode apoiar projetos em muitas aplicações distintas.

Para dotar o Brasil de um suporte para tecnologia de geoinformação baseado em *software* livre e com amplo conhecimento local, o Inpe iniciou em 2000 o desenvolvimento da TerraLib, biblioteca de software livre que permite aos desenvolvedores de *software*, dos setores público e privado, a criação de aplicativos geográficos desenhados para atender as necessidades dos diversos setores produtivos. Sistemas de informação geográficos com esta tecnologia já se encontram operando em municípios de pequeno e médio porte. Bases de dados geográficas com mais de 170 mil imóveis estão sendo mantidas e consultadas de forma descentralizada, concorrente e segura. Equipes com até 20 operadores, interligados em rede, acessam bancos TerraLib em condições operacionais.

Num cenário em que a complexidade dos fenômenos representados pelos territórios digitais é cada vez maior, os produtos de tecnologia de geoinformação precisam ser capazes de incluir novos resultados de pesquisa. Projetos de *software* livre como a TerraLib tem ainda a contribuição adicional de permitir agregar resultados inovadores com maior rapidez.

CONCLUSÕES: MATERIALIZANDO A INSPIRAÇÃO DE MILTON SANTOS

“O território é o dado essencial da condição da vida cotidiana”. Assim falava o geógrafo e pensador Milton Santos (Santos, 2000). Aí está o grande

desafio que enfrentamos: o processo de gestão pública do Brasil de hoje passa pela construção dos territórios digitais, que devem buscar capturar aspectos cada vez mais complexos da realidade brasileira. Os territórios digitais não são mapas coloridos, mas sim expressões quantitativas de conceitos sobre os diferentes processos físicos e socioeconômicos. Para colocar o território no centro dos processos de decisão política e empresarial, é preciso, como dizia Milton Santos “reinterpretar a lição dos objetos que nos cercam e das ações que não podemos escapar.”

Construir territórios digitais implica em colocar as geotecnologias efetivamente à serviço da sociedade. Para isso, precisamos de uma combinação de metodologias, dados e *software* que operem de forma adaptada às nossas necessidades. A partir da reafirmação da individualidade e da força própria do lugar, com base em um profundo esforço de auto-determinação e aprendizagem, podemos usar o potencial latente das novas tecnologias para construir uma “modernidade à brasileira”. Esta realização depende de nossa capacidade de rejeitar as soluções “chaves-na-mão” e de construir nossas próprias alternativas, usando criativamente as técnicas à nossa disposição. A inspiração do mestre aponta assim para uma necessidade histórica: usar os territórios digitais para retomar o controle dos territórios reais. Quando usamos a geoinformação para melhorar nosso sistema de seguro agrícola, para planejar o desenvolvimento sustentado no Amapá, para mapear a exclusão social em São Paulo, ou para racionalizar o sistema de matrícula escolar em Belo Horizonte, estamos realizando a inspiração do mestre Milton Santos: “A memória olha para o passado. A nova consciência olha para o futuro. O espaço é um dado fundamental nesta descoberta.”

REFERÊNCIAS

AGUIAR, A. P. D.; CÂMARA, G.; SOUZA, R. C. M. Modeling spatial relations by generalized proximity matrices. In: BRAZILIAN SYMPOSIUM ON GEOINFORMATICS, 5., 2003, Campos do Jordão. **Anais...** Campos do Jordão: [s.n.], 2003.

CÂMARA, G.; MONTEIRO, A. M.; MENEZES, J. S. Representações computacionais do espaço: fundamentos epistemológicos da ciência da geoinformação. *Revista Geografia (UNESP)*, v. 28, n.1, p. 83-96, 2003.

CHAUÍ, M. *Brasil: mito fundador e sociedade autoritária*. São Paulo: Editora da Fundação Perseu Abramo, 2000.

DAVIS, C.; BORGES, K.; LAENDER, A. *OMT-G: an object-oriented data model for geographic applications*. *GeoInformatica*, v. 3, n. 1, 2002.

ESCADA, M. I. S. et al. Análise de padrões e processos de ocupação para a construção de modelos na Amazônia: Experimentos em Rondônia. In: SIMPOSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12., 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: INPE, 2005.

FOTHERINGHAM, A. S.; BRUNSDON, C.; CHARLTON, M. *Geographically weighted regression: the analysis of spatially varying relationships*. Chichester: Wiley, 2002.

GENOVEZ, P. *Território e desigualdades: análise espacial intra-urbana no estudo da dinâmica de exclusão/inclusão social no espaço urbano em São José dos Campos - SP*. 2002. São José dos Campos: INPE, 2002. Mestrado em Sensoriamento Remoto, 2002.

HOLANDA, S. B. D. *Visão do paraíso*. São Paulo: Editora da USP, 1969.

PEDROSA, B. et al. TerraML: a cell-based modeling language for an open-source GIS library. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON GEOGRAPHICAL INFORMATION SCIENCE, 2., 2002, Boulder. **Proceedings...** Boulder: AAG, 2002.

PIRA-INTERNATIONAL. *Commercial exploitation of Europe's public sector information*: Brussels: final report for the European Commission, Directorate General for the Information Society, [S.l.: s.n.], 2000.

POPPER, K. *A lógica da pesquisa científica*. São Paulo: EDUSP, 1975.

RAMOS, F. *Análise espacial de estruturas intra-urbanas: o caso de São Paulo*. 2002. São José dos Campos: INPE, 2002. Dissertação de Mestrado em Sensoriamento Remoto, 2002.

SANTOS, M. *A natureza do espaço = The nature of space*. São Paulo: Hucitec, 1996.

_____. *Por uma outra globalização: do pensamento único à consciência universal*. São Paulo: Record, 2000.

SPOSATI, A. *Mapa de exclusão/inclusão social de São Paulo*. São Paulo: EDUC, 1996.

_____. *Mapa de exclusão/inclusão social de São Paulo, 2000: dinâmica social dos anos 1990*. São Paulo: PUC/SP, 2000.

Recursos hídricos

*José Galizia Tundisi**

Neste trabalho, destaca-se o papel relevante dos recursos hídricos do Brasil para o desenvolvimento econômico e social do país. Com quase 16% das águas doces do planeta, o Brasil – com uma distribuição desigual de recursos hídricos superficiais e subterrâneos em seu território – deve investir em três áreas fundamentais para a conservação, recuperação e otimização dos usos múltiplos: pesquisa e diagnóstico, equilíbrio entre suprimento e demanda, e gestão integrada para otimização dos usos múltiplos das águas continentais. Os principais problemas estão relacionados com a diversidade dos impactos nas águas superficiais e subterrâneas, o enorme efeito dos despejos de esgotos não tratados em águas superficiais e o aumento da toxicologia das águas produzida por uso intensivo de pesticidas, herbicidas e pela toxicidade produzida por cianobactérias. Doenças de veiculação hídrica persistem no país, e as políticas de saneamento básico devem promover ampla recuperação de mananciais, distribuição de água adequada à população e medidas de segurança coletiva para erradicar epidemias devido à má qualidade da água. A integração entre pesquisa e gestão é um dos avanços necessários para um gerenciamento adequado dos recursos hídricos. Organização institucional baseada na gestão por bacias hidrográficas deve ser estimulada e o processo de difusão e disseminação da informação científica à população é altamente prioritário. O monitoramento dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos a pesquisa sobre mecanismos de funcionamento de lagos, rios, represas, áreas alagadas, águas costeiras devem ser promovidos consistentemente para dar a base necessária para o desenvolvimento econômico e social.

* José Galizia Tundisi é pesquisador e presidente honorário do Instituto Internacional de Ecologia de São Carlos (SP).

O planejamento ambiental e territorial não pode prescindir de colocar a disponibilidade de recursos hídricos como questão fundamental e de incluir qualidade e quantidade da água nos planos municipais, estaduais e federais. Cobrança pelo uso da água, introdução do princípio do poluidor – pagador em vários níveis e investimento em tecnologias básicas de tratamento de águas de baixo custo e acessíveis é outra prioridade importante. Deve-se também considerar a relação proteção/conservação/ usos múltiplos e acesso à água a base para o desenvolvimento econômico e social. A formação de recursos humanos qualificados para pesquisa e a implementação de cursos especializados para gerentes de recursos hídricos é prioritária.

1. INTRODUÇÃO

A disponibilidade da água é fundamental para o funcionamento dos sistemas naturais bem como para a sustentação dos ciclos e da vida no planeta. Água sempre foi e sempre será um fator limitante para o desenvolvimento sustentável, para o desenvolvimento econômico e social. As atividades humanas sempre produziram alterações consideráveis na qualidade e quantidade da água e recursos hídricos e desenvolvimento econômico sempre foram interdependentes. Existe também uma relação bastante conhecida e bem demonstrada entre qualidade da água e saúde humana; água de baixa qualidade e contaminada contribui para aumentar a mortalidade infantil e reduzir a expectativa de vida em geral (Rebouças, Braga, Tundisi, 1999).

A quantidade e qualidade da água em uma dada bacia hidrográfica depende do clima, das características físicas, químicas e biológicas dos sistemas terrestres e aquáticos. As flutuações na disponibilidade da água dependem evidentemente dos ciclos naturais e das interferências das atividades humanas nesses ciclos.

A disponibilidade dos volumes de água e o acoplamento entre o ciclo hidrológico e a qualidade da água devem ser considerados em nível nacional, estadual, municipal e regional.

Neste trabalho, o autor discute a disponibilidade da água no Brasil, os impactos resultantes das atividades humanas na quantidade e qualidade de águas e o valor fundamental deste recurso para o desenvolvimento do país. Além disto, são discutidos o relevante papel da pesquisa e da informação científica, a necessidade de integrar gestão e pesquisa e avançar em políticas

públicas que promovem gerenciamento integrado e otimização de usos múltiplos, diagnóstico permanente e consistente e produzam novos patamares para o uso eficiente de recursos hídricos. É discutida também a fundamental necessidade de promover uma maior integração entre planejamento econômico, social e territorial a longo prazo e gestão de recursos hídricos. Abordam-se alguns aspectos de formação de recursos humanos qualificados.

2. RECURSOS HÍDRICOS NO BRASIL: A DISPONIBILIDADE E A DEMANDA

A abundância de recursos hídricos no Brasil deve ser considerada, evidentemente como um dos grandes e fundamentais processos que podem impulsionar o desenvolvimento econômico, melhorar a qualidade de vida e promover novos paradigmas de desenvolvimento. A Tabela 1 mostra o balanço hídrico para as principais bacias hidrográficas do Brasil e a disponibilidade. A Figura 1 mostra as principais bacias hidrográficas da América do Sul, das quais a Bacia amazônica, a Bacia do Prata e a Bacia do São Francisco ocupam grande parte do território nacional.

Tabela 1. Balanço hídrico para as principais bacias hidrográficas do Brasil

Bacia hidrográfica		Área (km ²)	Precipitação média (m ³ /s)	Descarga média (m ³ /s)	Evapo- transpiração (m ³ /s)	Relação descarga / precipitação (%)
(1)	Amazonas	6112000	493191	202000	291491	41
(2)	Tocantins	757000	42387	11300	31087	27
(3A)	Atlântico Norte	242000	16388	6000	10388	37
(3B)	Atlântico Nordeste	787000	27981	3130	24851	11
(4)	S. Francisco	634000	19829	3040	16789	15
(5A)	Atlântico Leste	242000	7784	670	7114	9
(5B)	Atlântico Leste	303000	11791	3710	8081	31
(6A)	Paraná	877000	39935	11200	28735	28
(6B)	Paraguai	368000	16326	1340	14986	8
(7)	Uruguai	178000	9589	4040	5549	42
(8)	Atlântico Sul	224000	10515	4570	5949	43
	Brasil incluindo Bacia Amazônica	10724000	696020	251000	445020	36

Fonte: Braga *et al* (1998)



Fonte: Tundisi (1994b)

Figura 1. Maiores bacias hidrográficas da América do Sul.

A Tabela 2 mostra o suprimento de água e a demanda para o Brasil considerando uma distribuição por estado. Verifica-se daí que a distribuição das águas continentais é heterogênea, que a demanda por estado varia consideravelmente e que a distribuição da quantidade de água e a distribuição populacional são muito diferentes. Na região Sudeste, por exemplo, há água disponível com certa abundância, mas a água per capita é muito menor que na região Norte devido à concentração populacional na Região Sudeste.

Disponibilidade de água de boa qualidade é instrumento de inclusão social. Grandes massas urbanas nas áreas periféricas das regiões metropolitanas do Brasil têm água de má qualidade à disposição e ainda tem de adquirir água, pois em algumas periferias não há distribuição pelo setor público.

Tabela 2. Suprimento e demanda de água no Brasil por unidade de federação e por região

Estado Região	Descarga total (Km ³ /ano)	Descarga urbana (Km ³ /ano)	Descarga irrigação (Km ³ /ano)	Descarga industrial (Km ³ /ano)	Demanda Disponibilidade %	Relação disponibilidade Demandas urbanas, industrial e de irrigação %
Rondônia	150.2	0.03	0.00	0.01	0.03	0.03
Acre	154.0	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01
Amazonas	1848.3	0.10	0.01	0.03	0.00	0.01
Roraima	372.3	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Pará	1124.7	0.19	0.05	0.06	0.00	0.02
Amapá	196.0	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01
Região Norte	3845.5	0.36	0.06	0.10	0.00	0.01
Maranhão	84.7	0.22	0.01	0.02	0.20	0.28
Piauí	24.8	0.12	0.09	0.01	0.89	0.53
Ceará	15.5	0.29	0.96	0.09	8.65	2.61
R.G. Norte	4.3	0.14	0.23	0.05	9.77	4.67
Paraíba	4.6	0.15	0.27	0.04	10.00	4.39
Pernambuco	9.4	0.45	0.98	0.16	16.91	7.24
Alagoas	4.4	0.11	0.18	0.04	7.50	3.55
Sergipe	2.6	0.06	0.12	0.02	7.69	3.23
Bahia	35.9	0.52	1.07	0.12	4.76	1.84
Região Nordeste	186.2	2.06	3.91	0.55	3.50	1.43
M.Gerais	193.9	1.22	1.63	0.59	1.77	0.94
E.Santo	18.8	0.18	0.22	0.08	2.55	1.40
R.Janeiro	29.6	1.03	0.63	0.73	8.07	6.08
S.Paulo	91.9	2.74	1.81	4.16	9.48	7.66
Região Sudeste	334.2	5.17	4.29	5.56	4.49	3.25
Paraná	113.4	0.70	0.28	0.35	1.17	0.93
Santa Catarina	62.0	0.33	0.65	0.40	2.23	1.19
R.G.Sul	190.0	0.71	6.32	0.70	4.07	0.77
Região Sul	365.4	1.74	7.25	1.45	2.86	0.89
M.G. Sul	69.7	0.10	0.13	0.03	0.37	0.19
M.Grosso	522.3	0.08	0.03	0.02	0.02	0.02
Goiás/Tocantins	283.9	0.28	0.25	0.06	0.21	0.12
D.Federal	2.8	0.13	0.04	0.03	7.14	5.80
Região Centro Oeste	878.7	0.59	0.45	0.14	0.13	0.08
Brasil	5610.0	9.92	15.96	7.80	0.60	0.32

Fonte: Braga *et al* (1998)

Nesta disponibilidade de recursos deve-se também considerar que a urbanização tem produzido uma importante alteração no processo de disponibilidade de recursos hídricos, do ponto de vista qualitativo como do ponto de vista quantitativo (Tucci, 2000).

A complexidade ambiental inerente às áreas urbanas é outro fator fundamental na disponibilidade e distribuição de recursos hídricos do Brasil. A nova divisão hidrográfica nacional aprovada em 25/06/2003, pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos, estabelece as seguintes bacias hidrográficas para o Brasil:

1. R.H Amazônica
2. R.H Atlântico Nordeste Ocidental
3. R.H. Parnaíba
4. R.H. Atlântico Nordeste Oriental
5. R.H. do Tocantins
6. R.H. do São Francisco
7. R.H. Atlântico Leste
8. R.H. Atlântico Sudeste
9. R.H. do Paraná
10. R.H. do Paraguai
11. R.H. do Uruguai
12. R.H. do Atlântico Sul

Esta nova configuração promoverá melhores condições de avaliação de disponibilidades/demandas de águas e deverá estimular mecanismos mais avançados da gestão de recursos hídricos.



Figura 2. Regiões hidrográficas do Brasil e distribuição da população (ANA, 2002)

Desta relação suprimento – disponibilidade – demanda, deve-se considerar que as seguintes grandes regiões emergem como fundamentais para a gestão dos recursos hídricos no Brasil:

- a) Amazônia
- b) o Nordeste
- c) o Centro-Oeste
- d) as bacias hidrográficas do Sudeste
- e) as bacias hidrográficas do Sul

Cada uma destas cinco regiões apresenta características próprias, de balanço hídrico e demandas, e também características econômicas, sociais,

culturais que interferem no funcionamento dos ciclos de recursos hídricos, e na quantidade e qualidade da água. Em cada uma destas regiões o ciclo hidrosocial é diferente e sofre interferência do ciclo hidrológico também nele interferindo. Por exemplo, é clássica a relação dos habitantes dos grandes deltas internos e das várzeas com o ciclo hidrológico para a produção de alimento, transporte e suprimento de água (Padoch *et al*, 1999).

3. USOS MÚLTIPLOS DOS RECURSOS HÍDRICOS E SEU IMPACTO NAS BACIAS HIDROGRÁFICAS

De um modo geral, os usos da água enquadram-se em quatro grandes categorias:

– *função de suporte* criando condições para o suporte à vida e atividades produtoras, e para o transporte e produção de alimentos;

– *função da regulação* por meio da regulação dos ciclos, diluição, capacidade de auto depuração;

– *função de produção* para o consumo, produção humana, irrigação e suprimento a animais;

– *função de informação*, por intermédio da informação sobre o estado dos sistemas, indicador da degradação ou conservação de bacias hidrográficas. (Lanna, 1999)

Todos esses usos têm uma função importante para a hidroeconomia local ou regional e a maioria das atividades humanas enquadra-se dentro dessas categorias de funções. No caso do Brasil, identificam-se os seguintes múltiplos usos:

- a) Água para o consumo humano (abastecimento público)
- b) Irrigação
- c) Uso industrial
- d) Navegação
- e) Recreação
- f) Turismo

- g) Hidroeletricidade
- h) Pesca e aquicultura
- i) Usos gerais na agricultura além da irrigação

O número e a intensidade desses usos múltiplos varia de acordo com a região, o grau de urbanização e industrialização, e atividades agropecuárias e o sistema econômico e social da região. Esses usos múltiplos, da água, também variam com a densidade populacional e sua concentração.

Os usos da água também estão relacionados com a intensidade do desenvolvimento econômico e da atividade econômica em cada região. Portanto, o ciclo hidrosocial está relacionado com os ciclos hidrológicos, o suprimento e a demanda da água e o grau de atividade regional.

Tabela 3. Consumo de água no Brasil em 10⁶m³ por ano, para as várias atividades.

Bacia	Humano	Dessedentação	Irrigação	Industrial	Total 10 ⁶ m ³	m ³ /s	%
Amazonas	279,0	225,8	6.002,4	52,3	6.559,5	208,0	10,3
Tocantins	180,3	211,3	1.602,6	78,0	2.072,2	65,7	3,3
Atlântico N/NE	2.105,8	277,2	4.206,3	1.617,7	8.207,0	260,2	12,9
São Francisco	876,5	220,5	5.085,6	926,5	7.109,1	225,4	11,2
Atlântico Leste	2.705,8	13,3	380,0	2.506,8	5.155,9	163,5	8,1
Atlântico Sul	664,8	204,9	9.796,3	535,5	11.201,4	355,2	17,6
Paraná	3.251,8	1.379,2	7.858,6	3.518,6	16.008,2	507,6	25,2
Paraguai	127,2	325,2	1.287,0	35,0	1.774,4	56,3	2,8
Uruguai	249,5	282,0	4.942,3	12,3	5.486,1	174,0	8,6
Totais	10.440,7	3.139,5	41.161,1	8.832,6	63.573,8	2.015,9	100,0
m ³ /s	331,1	99,6	1.305,2	280,1	2.015,9		
% do total	16,4	4,9	64,7	13,9	100,0		

Consumo da água em 10⁶ m³ por ano (Cenário atual) – (FGV, 1998)

IMPACTOS DOS USOS MÚLTIPLOS DOS RECURSOS HÍDRICOS

Todas as atividades humanas referentes aos usos múltiplos dos recursos hídricos produzem alterações na qualidade da água e também interferem na quantidade de água disponível. Essa deterioração da qualidade da água inicia-se nas bacias hidrográficas, e nos impactos produzidos no solo, vegetação e

outras estruturas biogeofísicas da bacia hidrográfica. Os principais impactos nas águas superficiais e subterrâneas do Brasil podem ser sintetizados da seguinte forma:

1. Desmatamento – Com o aumento do desmatamento, a capacidade tampão das bacias hidrográficas diminui consideravelmente e aumentam as descargas de material em suspensão, nitrogênio e fósforo e substâncias tóxicas para as águas superficiais e subterrâneas. Em várias bacias hidrográficas do Brasil (Bacia Amazônica, Bacia do Paraná), o acoplamento entre o sistema terrestre e o sistema aquático é extremamente intenso. O desmatamento tem, também como conseqüência, diminuir o estoque de matéria orgânica que chega aos rios, represas e lagos naturais. (Victoria *et al*, 2000).

2. Mineração – Todas as operações de mineração que são desenvolvidas no Brasil afetam águas superficiais e subterrâneas. Mineração de ouro, areia, pedras, preciosas, alteram as bacias hidrográficas, interferem nos fluxos de água e na drenagem e impactam a água pela descarga de substâncias e elementos tóxicos.

3. Disposição de resíduos sólidos – Resíduos sólidos tem impactos diversificados sobre águas superficiais e subterrâneas com descargas de substâncias e elementos tóxicos, e elementos como nitrogênio e fósforo. Em muitos municípios do Brasil a descarga resultante da disposição de resíduos tóxicos como conseqüências da construção dos depósitos de lixo urbano, tem efeitos extremamente nocivos aos recursos hídricos.

4. Disposição de esgotos sem tratamento – Como conseqüência do elevado grau de urbanização, um dos grandes problemas do Brasil, atualmente, é a contribuição de esgotos não tratados de origem doméstica com nitrogênio, fósforo e carbono, para as águas superficiais e subterrâneas. Estes despejos tem como conseqüência o desencadeamento do fenômeno da “eutrofização” que causa inúmeros danos aos sistemas aquáticos, com o aumento da freqüência de florescimentos de cianobactérias tóxicas e impactos na saúde pública. Esse é um dos problemas mais sérios de degradação dos recursos hídricos no Brasil, atualmente. Segundo Tundisi (2003), despejam-se no Brasil, por falta de tratamento de esgotos, 196.354 toneladas de fósforo/ano, 736.329 toneladas de nitrogênio/ano e 4.908.557 toneladas de carbono por ano.

5. Introdução de espécies exóticas – Este é um outro processo de degradação da biota aquática, extremamente comum no Brasil e altamente impactante. Espécies exóticas introduzidas acidentalmente ou de forma organizada para tentar aumentar a produção pesqueira e a aquacultura, tem produzido inúmeros impactos na estrutura da cadeia alimentar e na organização dos compartimentos biológicos de espécies, populações e comunidades. Algumas destas espécies, por exemplo, *Limnoperna fortunei* (molusco) tornam-se perigosas do ponto de vista econômico.

6. Remoção de espécies críticas – A super-exploração dos ecossistemas aquáticos e especialmente a biota aquática tem produzido grandes modificações estruturais em rios, lagos, represas e lagoas costeiras. A remoção de espécies críticas de importância ecológica tem aumentado o impacto na biodiversidade.

7. Construção de reservatórios – Os abundantes recursos hídricos de que dispõe o Brasil têm sido objeto de extensa exploração de energia hidroelétrica. Mais de cem grandes represas foram construídas especialmente em rios das regiões Sul e Sudeste (Região Hidrográfica do Rio Paraná e Região Hidrográfica do Uruguai). Estes reservatórios produzem impactos negativos no ciclo hidrológico, na biodiversidade dos rios, e na biota aquática, deslocamento de populações, perda de terras férteis e de madeira, redução de vazões a jusante e alterações na qualidade da água. Por outro lado, reservatórios hidroelétricos tem efeitos positivos – retenção de água no local, criação de purificadores de água de baixa energia, aumento do potencial para navegação e irrigação, geração de empregos e controle de enchentes além do aumento potencial da produção de biomassa, pesca e aquacultura. (Tundisi, 2003). O potencial hidroelétrico da Região Sudeste está quase todo utilizado. Isto é, 30% do potencial que pode ser utilizado pelo Brasil; 70% do potencial hidroelétrico está localizado na Região Norte. A futura exploração deste potencial e o transporte da energia produzida no norte do país para o Sul e Sudeste deve ser objeto de debate pela sociedade brasileira.

8. Modificações na estrutura dos rios – Como resultado da construção de hidrovias e rodovias, a estrutura física de rios tem sido modificada, de forma permanente, causando danos aos ciclos hidrológicos locais e regionais e alterando o transporte de sedimentos com o aumento da erosão e a

deposição de sedimentos nos rios principais e seus tributários nas bacias hidrográficas.

9. Contaminação dos recursos hídricos – A contaminação em geral dos recursos hídricos, especialmente nos mananciais, tem aumentado o risco à saúde pública e tem exposto à população a contaminações de efeito crônico ou agudo que apresenta riscos à segurança coletiva. Isto se dá, especialmente, nas áreas urbanas onde a população da zona periurbana se concentra e está sujeita ao uso de água de mais baixa qualidade e a muitas populações da zona rural que sofrem efeitos dos usos de pesticidas, herbicidas e de fertilizantes nos recursos hídricos superficiais e subterrâneos. As grandes regiões metropolitanas do Brasil sofrem de impactos permanentes de contaminações a partir das bacias hidrográficas, despejos de resíduos domésticos e industriais e deterioração dos mananciais.

10. Alterações nos ciclos hidrológicos – O elevado grau de urbanização produz uma alteração acentuada nos ciclos hidrológicos com conseqüências na disponibilidade da água, aumento de enchentes e desastres e contaminações de águas de drenagem com águas residuárias e de esgotos.

11. Efluentes industriais – Efluentes industriais causam impactos diversificados nos recursos hídricos do Brasil contaminando águas superficiais e subterrâneas.

12. Aquicultura – O impacto da aquicultura nos recursos hídricos superficiais e subterrâneos é enorme. Aquicultura aumenta a eutrofização, amplia a possibilidade de introdução de espécies exóticas em rios, lagos e represas, altera as condições do sedimento de sistemas aquáticos por efeito de acúmulo de matéria orgânica, e ocupa grandes espaços em lagos e represas onde são instalados os empreendimentos comprometendo usos múltiplos.

13. Agricultura – Água para irrigação é muito utilizada no Brasil em certas regiões e causa impactos na quantidade e qualidade da água. Uso de pesticidas e herbicidas além de fertilizantes na agricultura impactam consideravelmente os recursos hídricos superficiais e subterrâneos. Uso excessivo de águas subterrâneas para irrigação é outro problema decorrente de atividades agrícolas em larga escala.

4. NOVOS DESENVOLVIMENTOS EM GERENCIAMENTO E LEGISLAÇÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

No final do século XX houve um avanço considerável internacionalmente, relativamente à gestão das águas e a legislação de recursos hídricos. Essas novas ações decorreram do fato de que sem avanços significativos na legislação, e em mecanismos reguladores e controladores das atividades do setor público e privado seria impossível implantar novas tecnologias e estimular a participação da comunidade. Participação da comunidade e de usuários na gestão das águas e no aperfeiçoamento, e procura de novas alternativas para a otimização dos usos múltiplos têm sido, portanto, fundamental. Esta participação é apoiada na descentralização de ações, na gestão de bacias hidrográficas e no estímulo à diminuição de desperdício, re-uso de água em indústrias, municípios e residências. Em 8 de Janeiro de 1997, foi sancionada no Brasil a Lei 9.433 que definiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Esta Política Nacional de Recursos Hídricos tem o objetivo de assegurar:

- a) A atual e futuras gerações a disponibilidade de água em padrões adequados aos respectivos usos.
- b) A utilização racional e integrada dos recursos hídricos, incluindo o transporte aquaviário, com vistas ao desenvolvimento sustentável.
- c) A prevenção e defesa contra eventos críticos de origem natural ou decorrentes do uso integrado dos recursos hídricos.

A criação da ANA (Agência Nacional das Águas), a necessidade de implementar planos de recursos hídricos, a outorga do uso dos direitos dos recursos hídricos, a cobrança pelo uso dos recursos hídricos, a compensação aos municípios e a criação do Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos são outros avanços promovidos pela Lei 9.433/97.

A missão da ANA, criada em 2000, também é importante e complexa: À ANA cabe disciplinar a utilização dos rios de forma a controlar os demais órgãos gestores do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e ficou encarregada em atuação juntamente com outros órgãos de implantar o Sistema de Gestão de Recursos Hídricos, planos de recursos hídricos, instrumentos institucionais, despoluição de bacias hidrográficas e descentralização da gestão integrada de recursos hídricos.

A gestão de recursos hídricos também avançou devido aos novos paradigmas de gestão agora em uso no século XXI: gestão integrada dos recursos a nível de bacia hidrográfica e preditiva de tal forma a promover cenários e antecipar eventos críticos ou impactos. A Figura 3 mostra o sistema de gestão de recursos hídricos no Brasil implantado com a Lei 9433 (Lanna, 2000).

Quem deve promover a gestão dos recursos hídricos? O Estado, evidentemente, tem um papel importante nessa gestão, mas a iniciativa privada pode e deve contribuir. A dimensão da participação do setor privado na gestão, distribuição de recursos hídricos, e no tratamento de esgotos e saneamento deve ser objeto de discussão e de amplo debate. Este assunto, ainda não discutido em profundidade, deve ser considerado uma das prioridades na implementação de instrumentos de gestão de recursos hídricos e o financiamento de atividades nesse setor.

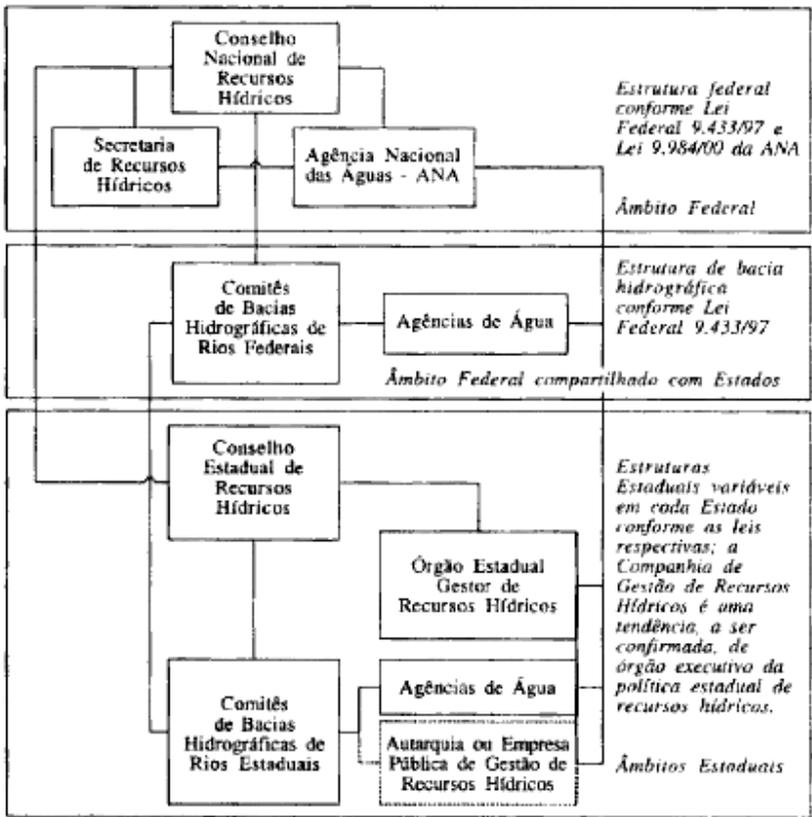


Figura 3. O sistema de gestão de recursos hídricos do Brasil (Lanna, 2000).

As experiências institucionais no Brasil são inúmeras e estão, em grande parte, relacionadas à organização de consórcios de municípios e comitês de bacias hidrográficas. Em muitos estados já se opera o sistema de gestão por bacias hidrográficas (São Paulo, Ceará, Rio Grande do Sul, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Bahia). O sistema de gestão progride, com certa lentidão, mas há perspectivas de ação mais eficiente a curto e médio prazos. Nesse sentido, a discussão sobre os mecanismos de gestão das bacias hidrográficas, a participação público-privada, a questão dos incentivos ao re-uso e ao tratamento de esgotos, têm sido muito ampla e de enorme impacto. A necessidade de implantação do plano diretor de municípios também tem estimulado a inserção dos planos municipais de recursos hídricos no plano diretor e nas diretrizes de gestão.

Há inúmeros desafios nesse problema da implementação das legislações e da gestão integrada e preditiva dos recursos hídricos.

5. PERSPECTIVAS PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTADO: OS RECURSOS HÍDRICOS DO BRASIL E OS NOVOS DESAFIOS PARA O FUTURO

O volume e a qualidade dos recursos hídricos superficiais e de águas subterrâneas no Brasil representa um enorme e valioso bem comum de inestimável valor ecológico, econômico e social. Para o efetivo controle, gerenciamento e a promoção de um sistema inovador na conservação, recuperação e gestão de recursos hídricos, há inúmeros desafios a enfrentar:

1. O processo mais efetivo para o gerenciamento de recursos hídricos e o seu papel na economia do país é aumentar o conhecimento científico dos sistemas aquáticos continentais: rios, lagos, represas, áreas alagadas, canais, sistemas de irrigação, estuários. Portanto, do ponto de vista da pesquisa científica é necessário um investimento permanente em estudos integrados: climatologia, hidrologia, limnologia, biodiversidade aquática em áreas preservadas e áreas impactadas. Para tanto, é necessário apoiar centros de excelência nessas áreas de estudo e que se dediquem a pesquisar no ecossistema regional mas com perspectiva global (efeitos de mudanças globais, estudos comparativos). Igualmente importante, é a ênfase em centros de excelência que se dediquem à pesquisa e desenvolvimento nas áreas de saneamento básico e gestão integrada de bacias hidrográficas. Um dos programas apoiado pelo CNPq, que existe no Brasil, é o PELD (pesquisas

ecológicas de longa duração) que compreende pesquisas básicas em diferentes ecossistemas do Brasil. O PELD é um exemplo de continuidade necessária.

2. A integração entre pesquisa e gerenciamento é fundamental e deve ser promovida de forma eficiente em várias regiões, por meio de projetos piloto e projetos demonstrativos. Companhias de água, necessitam de apoio da pesquisa para o gerenciamento e os avanços na gestão. Estímulos à integração – universidade – empresas, devem ser implementados.

3. A conservação dos ecossistemas aquáticos é de fundamental importância neste estágio do problema no Brasil. Áreas como o Pantanal Matogrossense e o Amazonas necessitam de amplo apoio para suas unidades de conservação e de desenvolvimento sustentável. A manutenção dos processos ecológicos básicos nestas regiões é fundamental para o desenvolvimento do Brasil e de enorme relevância econômica para estas regiões. Água de qualidade boa é alternativa importante para o turismo, recreação e como fator de desenvolvimento econômico. Além da conservação, é fundamental compreender os processos de recuperação e o investimento necessário em recuperação de rios, lagos, represas na Região Sudeste que é a mais impactada com perdas muito severas de qualidade das águas, biodiversidade e ameaças à saúde pública. Esta é a área mais industrializada e populosa do Brasil e o investimento em recuperação de sistemas, tecnologia de tratamento de águas e controle da poluição de mananciais é fundamental. Muitos sistemas aquáticos de rios, lagos, represas e áreas alagadas do Sudeste do Brasil estão submetidos a inúmeros processos de contaminação, eutrofização acelerada, toxicologia. Isto aumenta os custos do tratamento, diminui a segurança coletiva e pode resultar em impactos severos à população. Os problemas econômicos causados por esta degradação, necessitam de avaliação permanente, bem como os custos da recuperação que podem ser bancados pelo poder público ou parceira público-privada. É também fundamental a conservação de recursos hídricos subterrâneos.

4. É necessário, também, um amplo investimento em tecnologias relativas a monitoramento, tratamento de água e redução de cursos na implementação destas tecnologias. Este é um campo de grande impacto econômico e social pelo potencial de geração de empregos e trabalho, e amplas possibilidades de desenvolvimento tecnológico.

5. Preparação de Recursos Humanos Qualificados – No Brasil, há inúmeros cursos de graduação e de pós-graduação que preparam recursos humanos nas áreas de Hidrologia, Hidráulica, Saneamento, Limnologia, Biologia Aquática, Química da Água, Gestão de Recursos Hídricos. O número de doutores em ciências nessas áreas tem aumentado rapidamente nos últimos 10 anos. É necessário investir em mais alguns centros de formação com visão interdisciplinar nas Regiões Nordeste e Norte, especialmente, e promover um vigoroso estímulo a programas de pós-doutorado nessas áreas em centros especializados e com tradição. Por exemplo, é fundamental apoiar a formação de gerentes com base teórica e prática intensa com capacidade de interferência no sistema para aprofundar a gestão, com abordagem sistêmica.

6. Monitoramento e avaliação – As iniciativas da ANA, da Secretaria de Recursos Hídricos e das secretarias estaduais de Recursos Hídricos têm promovido avanços importantes nos projetos de monitoramento avançado das águas superficiais e subterrâneas. A implantação de banco de dados regionais e locais, e os esforços para o controle mais efetivo do monitoramento em nível nacional, devem ser intensificados e desenvolvidos pelos setores de pesquisa, indústria e em atividades de parceria público-privado. Monitoramento de mananciais em municípios é um desafio importante que deve ser respondido com ações efetivas nesta área com apoio das Portarias 1469/2000 (atual 518/2003) como instrumento de gestão.

7. Ampliação da capacidade de elaboração de cenários e predição – A implementação de modelos hidrológicos aplicados em conjunto com modelos de qualidade da água pode ampliar consideravelmente a capacidade de gestão dos sistemas hídricos e desenvolver grupos especializados em cenários preditivos e de ação que permitam antecipar eventos, informar autoridades sobre desastres naturais e promover gestão avançada dos recursos hídricos. O Estado de São Paulo elaborou e implantou uma rede hidro meteorológica estadual que está sendo expandida atualmente para qualidade da água e possibilitará o desenvolvimento de sistemas de alerta e gestão avançada para os usuários: agricultura, hidrovias, rodovias, áreas urbanas, piscicultores, municípios em geral. Esta ampliação desta capacidade preditiva deve promover avanços consideráveis na gestão. Capacitação de grupos especiais para efetuar esta tarefa em nível de pós-doutorado é fundamental e urgente.

8. Educação do público em geral e difusão do conhecimento científico – Todos os programas de gestão de recursos hídricos, no mundo, só puderam ser efetivados se a participação da população for estimulada. Para que esta participação seja eficiente é necessário aumentar o nível de difusão do conhecimento à população, ampliar as campanhas públicas de informação sobre problemas de água, escassez e poluição, utilizar todos os meios disponíveis para esta difusão e promover um conjunto de integrações entre universidades, Centros de Pesquisa, Municípios, Iniciativa Privada e a comunidade. A articulação destes projetos mobilizadores é fundamental para um avanço na gestão e para resolver problemas locais, regionais e nacionais.

9. Integração institucional – Um dos principais desafios é promover uma adequada e necessária articulação institucional entre sistemas locais, estaduais e federais. As discussões sobre a cobrança pelo uso da água e a institucionalização do princípio do poluidor pagador devem ser encetadas com muito vigor e amplamente difundidas.

10. Integração continental – O Brasil compartilha com outros países da América do Sul duas grandes bacias hidrográficas: a Bacia Amazônica e a Bacia do Prata. Além disso, compartilha com países do Mercosul o Aquífero Guarani. Esta integração continental na gestão de recursos hídricos é também fundamental.

6. CONCLUSÕES

A grande diversidade latitudinal e a distribuição de recursos hídricos no Brasil remete a necessidade de abordagens regionais e locais para o gerenciamento, e a contínua procura por avanços conceituais, institucionais, tecnológicos e de gestão para resolver os inúmeros e complexos problemas de gestão dos recursos hídricos. Por exemplo, o semi-árido é uma área complexa relativamente à gestão dos recursos hídricos e até mesmo para a compreensão dos fenômenos hidrológicos e limnológicos. Igualmente complexo é o problema das transposições de água e os impactos progressivos da deterioração dos recursos hídricos na saúde humana, nas regiões metropolitanas.

Deve-se enfatizar, ao final deste documento para discussão, que água é um recurso natural de altíssimo valor ecológico, econômico e social para o

país. Oferta da água de boa qualidade é fator de desenvolvimento econômico e promove uma enorme diferença positiva em qualidade de vida pela própria dimensão do uso deste recurso pela população humana e pela função de sustentação à vida e à biodiversidade.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS – ANA (Brasil). Edição comemorativa do Dia Mundial das Águas. *A evolução da gestão dos recursos hídricos no Brasil*. Brasília: ANA, 2002. 64 p.

BRAGA, B.; ROCHA, O.; TUNDISI, J. G. Dams and the environment: the brazilian experience. *Water Resources Development*, v. 14, n. 2, p. 126-139, 1998.

FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS. *Plano Nacional de Recursos Hídricos*. [S.l.: s.n.], 1998. V. 9.

LANNA, A. Hidroeconomia. In: REBOUÇAS, A.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. (Ed.). *Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação*. São Paulo: Escrituras Editora Distribuidora de Livros, 1999. 533-563 p.

_____. _____. In: REBOUÇAS, A.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. (Ed.). *Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação*. 2. ed. São Paulo: Escrituras Editora Distribuidora de Livros, 2000. 533-563 p.

PADOCH, C. et al. *Várzea: diversity, development and conservation of Amazonia's white water floodplains*. New York: The New York Botanical Garden Press, 1999. 405 p.

REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. (Ed.). *Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação*. São Paulo: Escrituras Editora Distribuidora de Livros, 1999. 807 p.

TUCCI, C.E.M. *Hidrologia: ciência e aplicação*. 2.ed. Rio Grande do Sul: Editora da UFRGS, 2000. 943p.

TUNDISI, J. G. Regional approaches to river basin management in La Plata: an overview. In: UNITED NATIONS CENTRE FOR REGIONAL DEVELOPMENT – UNCRD. *Environmental and social dimensions of reservoir development and management in the La Plata River Basin*. Nagoya, Japan: UNCRD, 1994. 1-6 p. (Research Report Series, n. 4).

_____. Tropical South America: present and perspectives. In: MARGALEF, R. (Ed.). *Limnology now a paradigm of planetary problems*. Amsterdam: Elsevier Science, 1994. 353-424 p.

_____. *Água no século XXI: enfrentando a escassez*. [S.l.]: RIMA, 2003. 248 p.

VICTORIA, R. L. et al. The Amazon basin and its natural cycles. In: SALATES, E.; ABSY, M.L.; VICTORIA, R. L. (Ed.). *Amazonas: um ecossistema em transformação*. [S.l.]: INPA, 2000. p. 163-214. 269 p.

Ciência, tecnologia e desenvolvimento regional na faixa de fronteira do Brasil

*Lia Osorio Machado**

TECNOLOGIAS DE PODER

Uma das áreas estratégicas menos conhecida do país, apesar de ter sido a primeira a ser oficialmente reconhecida como tal, é o território que margeia o limite continental do Brasil. Concebida ainda no Segundo Império (século XIX), a faixa de fronteira atual teve sua largura ratificada em 1979 (Lei 6.634), compreendendo todos os municípios total ou parcialmente cortados por uma linha poligonal de 150 km a partir da divisória. É dos poucos países das Américas a estabelecer por lei um território fronteiriço regido por normas especiais.

Sem dúvida, o interesse estratégico da área provinha, e ainda provém, primordialmente, da imposição de defesa do perímetro de um vasto território ainda pouco povoado e insuficientemente articulado. Esse o papel da rede de defesa e vigilância ao longo da fronteira, porém esse tipo de tecnologia de poder apresenta hoje limitações. As redes de articulação entre processos sociais, políticos e econômicos internos e externos ao estado nacional tem acentuado a interpenetração entre segurança externa e segurança interna (vigilância fitossanitária, tráfico de ilícitos, lavagem de dinheiro, etc.). Trata-se também de saber lidar com o fato consumado de que novas formas de controle, vigilância e conhecimento do território podem ser ativadas desde o exterior do espaço nacional numa escala desconhecida anteriormente.

* Lia Osorio Machado é professora adjunta do Departamento de Geografia (UFRJ) e pesquisadora do CNPq.

De fato, hoje, as novas tecnologias de poder incluem desde artefatos (imagens de satélite, redes de coleta e processamento de informação; sistemas de monitoramento, cartografia digital, etc.) até recursos cognitivos (sistemas de informação geográfica, idéias, conhecimento e produção de símbolos complexos, linguagem, novas formas de gestão) nem sempre disponíveis à maioria de estados nacionais (no Brasil, a concepção do Sipam-Sivam seguiu em parte ao novo padrão).

Essas tecnologias permitem o exercício de poder e são dependentes do uso que se faz delas. Por outro lado, as tecnologias de poder poderosas em si mesmas não estão exclusivamente nas mãos dos governos. Não pertencem ao tempo curto dos sistemas de vigilância e do planejamento estratégico empresarial e sim ao tempo longo da arquitetura e articulação da cidadania nos espaços regionais, nacionais e transnacionais. Um dos instrumentos que pode ser mobilizado nesse sentido é o desenvolvimento regional-territorial. A área de fronteira é um espaço que exige concomitância de ambos os tipos de ação, do tempo curto dos sistemas de vigilância e defesa e do tempo longo da arquitetura da cidadania e da integração dos povos fronteiriços. Cada um desses propósitos demanda coisas diferentes das políticas de ciência e tecnologia.

Como se apresenta hoje, a área de fronteira corresponde a 27% do território brasileiro, disposto ao longo de 15 mil quilômetros de divisa com nove países (e uma colônia), e abrangendo 588 municípios (2004) em onze estados da federação, onde vivem cerca de dez milhões de pessoas. Tem agora a oportunidade de se tornar uma região nova: foi escolhida (juntamente com o Semi-árido nordestino) como Área Especial de Planejamento (PPA 2004-2007) para a promoção de políticas específicas de desenvolvimento regional por iniciativa do Ministério da Integração Nacional (Secretaria de Programas Regionais). Grande parte das questões discutidas neste trabalho deriva do estudo realizado para subsidiar a reestruturação das bases da política de desenvolvimento regional da faixa de fronteira; outra parte é devedora de pesquisa sobre a faixa de fronteira apoiada pelo CNPq-MCT.

O propósito aqui é fazer uma breve avaliação do papel da C&T no desenvolvimento regional da área de fronteira internacional do Brasil. Abrangendo desde os territórios pouco conhecidos da Amazônia até espaços densamente ocupados e explorados por tecnologias mais avançadas no

Centro-Sul, a faixa de fronteira constitui um ‘corte’ longitudinal do país. É também um espaço de interação efetiva e potencial com os países vizinhos que nos impõe ajustar a visão tradicional dos limites internacionais como ‘linha defensiva’ para a realidade mais complexa do ‘transbordamento’ de interesses brasileiros além-fronteira.

1. DESENVOLVIMENTO REGIONAL

DENSIDADES

A noção de ‘densidade’ ou ‘espessura’ é útil para descrever diferenças na incidência espacial de variáveis que estimam o grau e o tipo de desenvolvimento regional. Ajuda também a estimar potencialidades, gargalos e restrições derivadas da história e geografia dos lugares. Uma primeira questão a ser considerada nas políticas de C, T&I é que os lugares apresentam densidades de vários tipos, não só econômica, técnico-tecnológica e institucional, como também social e cultural-simbólica.

A densidade social e cultural-simbólica tem pouco ou nenhum peso nas teorias de desenvolvimento regional, ainda dominada pela visão economicista (a noção de capital humana não foge a regra), que tende a canalizar as políticas de C, T &I para o desenvolvimento industrial. Apesar da óbvia importância da indústria para o país, esse a priori leva a buscar a geração de emprego e “bacias de produtividade” exclusivamente nas empresas industriais, e considerar apenas ou primordialmente o trabalho material, subestimando o trabalho imaterial como produtor de valor e catalisador da inovação. O trabalho imaterial é usualmente associado àquele baseado na informação e na comunicação (“era da informação”), porém nem sempre é entendido que sua matéria-prima é “o ambiente cultural e as atividades intelectuais, comunicativas e afetivas expressas pelos sujeitos e movimentos sociais conducentes à produção” (Negri, 2003). Na mesma linha, o historiador de sistemas tecnológicos, Thomas Hughes (1994), mostra que invenções radicais (aquelas que fundam novos sistemas tecnológicos) por não fazerem parte de sistemas tecnológicos existentes raramente são alimentadas de imediato por grandes organizações nem são facilmente aceitas por trabalhadores, engenheiros e gerentes. Dependem da fluidez da informação e de um ambiente complexo, ou seja, propenso à busca e especificação de problemas por indivíduos, grupos e instituições.

Nesse sentido a área de fronteira apresenta algumas condições associada à ambientes complexos. Culturalmente encontramos condições geralmente restritas às camadas mais privilegiadas da população metropolitana: o cidadão “fronteiriço” além de ser com frequência bilíngüe se beneficia do ambiente multi-cultural característico de uma existência transnacional. Frequentemente associada ao negativo dos tráficos ilegais, a mobilidade transfronteiriça da população gera uma experiência acumulada de anos de relacionamento e intercambio econômico, social e político com as populações do outro lado do limite internacional, uma experiência que os próprios atores-cidadãos, imersos no cotidiano, pouco atribuem valor, porém que são essenciais na formulação dos problemas que dificultam a integração sul-americana.

SISTEMAS TERRITORIAIS

É provável que o problema do emprego só possa ser seriamente abordado quando a produção social no seu conjunto for levada em conta, principalmente os setores terciários, agrícolas e artesanais. Considerado como improdutivo porque reduzido a seu papel de apoio à produção e a venda, o setor terciário é parte integrante da produção social. São produtivos nesse sentido não só os serviços de apoio às atividades mercantis, mas todos os serviços – educação, atividades domésticas, trabalho cultural, produção da saúde e do bem estar públicos (Burnier, 1994). Como parcela significativa das oportunidades de emprego da população brasileira está no terciário formal ou informal (e a área de fronteira não é exceção) é essencial que se faça uma agenda específica de C&T para o setor que atenda à realidade do mercado de trabalho, caracterizado pela mobilidade nas formas de inserção (conta própria, empregado com carteira, ou sem carteira), mobilidade nos tipos de trabalho (polivalência), e mobilidade espacial (urbano-rural).

O setor agrícola é também grande empregador de mão-de-obra não qualificada. O êxito dos agronegócios no Brasil e seu vínculo com as exportações transformando o país numa “superpotência agrícola” têm deixado em segundo plano nas agendas de C&T a qualificação dessa massa de pessoas oriunda de setores rurais e urbanos marginais e que são empregadas intermitentemente tanto na agricultura empresarial como na agricultura familiar. É certo o que se disse recentemente, de que a agricultura familiar é base essencial do desenvolvimento territorial e da valorização cultural e

social da população local, exigindo das organizações de C&T agendas diferenciadas em relação a industrial (Flores, 2005), porém o mesmo cuidado merece os assalariados e ‘tarefeiros’ que alternam ou conjugam atividades rurais e urbanas.

Não é suficiente a diferenciação de agendas de C&T para os setores terciário e agrícola, e para a agricultura industrial e familiar se desconectada do sistema territorial do qual são partes constituintes. Se entendermos a tecnologia como um processo local de transferência de recursos que ao mesmo tempo afeta e é afetada pelas configurações de recursos em outros níveis, a mobilização e inserção de estruturas tecnológicas em um dado setor e para benefício de grupos relevantes acarreta mudanças que afetam o conjunto do território (Lee, 1994; Bijker, 1994).

A visão sistêmica permite entender porque regiões beneficiadas com sucesso por elevados investimentos em C&T geram efeitos na contramão do desenvolvimento territorial. É o caso já paradigmático das áreas de domínio absoluto da agricultura industrial, ao não conseguir reter a população jovem mais qualificada, despovoar o campo e destruir a textura econômica e social de pequenas cidades, além de deixar a população sem defesas contra a poluição dos campos. A concentração fundiária e o decréscimo da população rural quebram a conexão complexa entre o campo e a cidade, reduzindo o atrativo de ambos para jovens em busca de oportunidades de crescimento profissional, e criando um dilema demográfico para os governos locais. A complexidade desses processos sistêmicos é ainda maior na área de fronteira por se tratar do encontro entre diferentes sistemas territoriais nacionais, a começar pela estrutura político-administrativa.

REDES E SISTEMAS TERRITORIAIS

A organização em rede é fundamental para o entendimento da organização da base produtiva e sociocultural e para as ações de C&T. Embora vista como modismo por setores da comunidade científica, a noção de rede não é nova nem nasceu na academia, tratando-se de uma das formas mais antigas de ordenação social, política e econômica (Arrighi, 1994).

A revolução dos meios de comunicação permitiu que ela se transformasse em princípio ativo da organização social, empresarial e institucional e parte constitutiva importante da estrutura dos sistemas

territoriais. Embora as redes não se contraponham ao território, existe entre ambos uma relação tensa em virtude de seu poder de articular e desarticular interações entre lugares, indivíduos e coletivos. A tensão é particularmente notável nas áreas de fronteira onde redes transfronteiriças, legais e ilegais, desafiam o poder territorial dos estados nacionais. No entanto, nelas reside uma das principais soluções de curto prazo para o desenvolvimento regional e controle das próprias redes ilegais. Ao contrário do que supõe o senso comum e o *nonsense* de alguns raciocínios geopolíticos, não é o “fechamento” das fronteiras que assegura no longo prazo a defesa do território contra a ação de atividades ilegais (e outras lesivas ao interesse de cada país), e sim a presença de alternativas viáveis e diferenciadas de vida social, econômica e cultural regional por meio do adensamento das redes de interação (Machado, 2003).

Com esse propósito em vista, as políticas de C&T a serem priorizadas para a área de fronteira deveriam partir de demandas comuns ao Brasil e países vizinhos, ampliando iniciativas como a do Prosul (CNPq).

2. BREVE DIAGNÓSTICO DA FAIXA DE FRONTEIRA¹

REGIONALIZAÇÃO

A área de fronteira pode ser dividida em três macro-segmentos: os Arcos Norte, Central e Sul. Cada arco, por sua vez, subdividido em sub-regiões constituídas por agrupamentos de municípios (Figura 1). Ressalta-se que a identificação de sub-regiões é uma situação momentânea de uma realidade fluida. Igualmente fluidas são as variáveis utilizadas na regionalização. A tipologia dos agrupamentos municipais foi definida a partir de dois vetores – desenvolvimento regional e identidade cultural. No primeiro vetor, foram selecionadas e agrupadas variáveis segundo diversos tipos de densidade espacial: densidade econômica (base produtiva e especializações produtivas, mercado de trabalho, serviços à produção, conectividade); densidade técnico-tecnológica; densidade social; densidade institucional. O segundo vetor, identidade cultural, reúne elementos quantitativos (migração, etnia, práticas religiosas) e qualitativos (referências identitárias, históricas, regiões-paisagem).

¹ Do trabalho original participaram os pesquisadores do Grupo Retis/UFRJ (Leticia Parente Ribeiro, Rebeca Steiman, Paulo Peiter, Andre Reyes Novaes) e Rogério Haesbaert (UFR). A responsabilidade pelos comentários aqui apresentados são obviamente da autora.

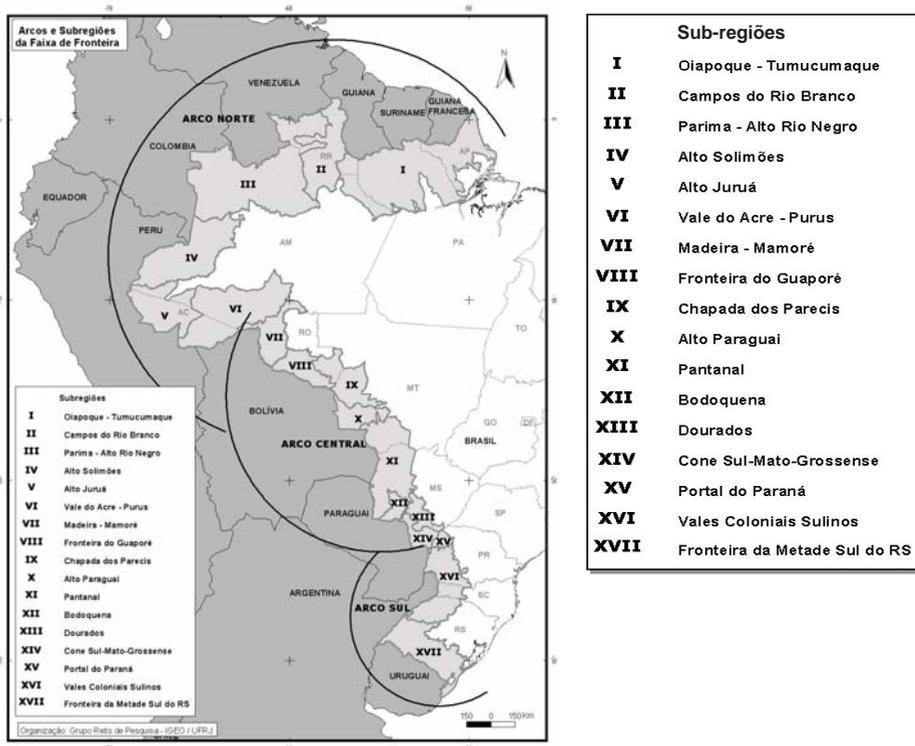


Figura 1. Proposta de regionalização da faixa de fronteira

Como de esperar, mais da metade das dez milhões de pessoas que residem na faixa de fronteira estão concentradas no Arco Sul (quadro abaixo), onde também se localiza a maior parte da população urbanizada. O que escapa do macro (arcos), meso (sub-regiões) e micro (municípios) recortes da faixa de fronteira é o “empilhamento” de padrões produtivos num mesmo território, ou seja, sua heterogeneidade interna. Daí a importância para as políticas de C&T de um ‘quadro de referência tecnológica’ (*technological frame*), composta por redes de informação de origem diferenciada: de um lado, instrumentais, como o monitoramento por imagens de satélite de alta resolução para acompanhar, por exemplo, a evolução do uso do solo; de outro, as informações ‘vivas’, provenientes dos cidadãos, do trabalho de campo das instituições (universitárias ou não), dos movimentos sociais, das ONGs, dos políticos locais e assim por diante.

Arcos	População total (%)	População urbana (%)
Norte	15,59	13,71
Central	21,64	22,18
Sul	62,77	64,11

DENSIDADE TÉCNICO-TECNOLÓGICA

A densidade que interessa ressaltar aqui é a densidade técnico-tecnológica (DTT). De acordo com a abordagem proposta de aproximação com a realidade do mercado de trabalho, a DTT não se refere à presença de centros científicos de envergadura, nem tampouco ao número de engenheiros e outros indicadores associados ao capital humano, como entendido em outras regiões do mundo. Compõem o vetor as variáveis: número de estabelecimentos de ensino médio e superior (público e privado); unidades de ensino profissional (do tipo Cefet); unidades de ensino técnico básico; unidades de treinamento de mão-de-obra em área urbana; unidades de treinamento de mão-de-obra em área rural.

Para o Brasil ainda é válido saber se um lugar tem ou não estabelecimentos de ensino médio e/ou unidades de treinamento básico de mão-de-obra. Uma relação com a imigração transfronteiriça também pode ser feita a partir deste vetor analítico. Em situações de assimetria ao longo da fronteira, quando o país não oferece ensino médio e superior ou os que existem são de má qualidade, não é incomum a atração de estudantes, alguns deles acabando por se radicalizar no país hospedeiro como profissionais.

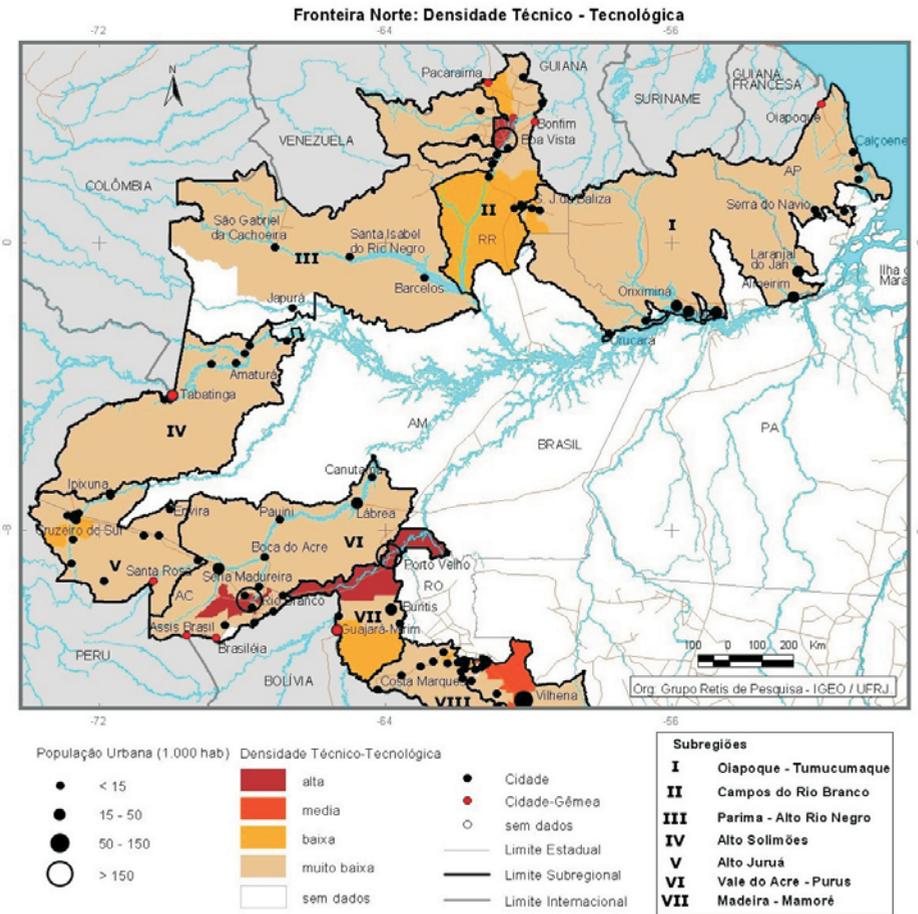
Alguns problemas e certas características da DTT serão destacados a partir dos resultados obtidos com a regionalização e de acordo com a abordagem proposta, ou seja, relacionando-os (frouxamente) ao sistema territorial. Os elementos do sistema que nos interessa relacionar à DTT é o grau de urbanização (% pop. urbana/pop. total municipal); % PEA urbana/PEA total; taxas de crescimento da população urbana e total municipal (1991 – 2000); e % população ocupada em atividades primárias e terciárias / P.O total (2000).

O ARCO INDÍGENA NA FRONTEIRA NORTE

Apesar de fluxos imigratórios procedentes de outras regiões do país (principalmente do Nordeste), o Arco Norte se caracteriza pela presença indígena, territorialmente (reservas homologadas ou não) e em termos da identidade étnico-cultural. A população indígena está dispersa em sub-regiões de grande extensão (só a sub-região Oiapoque-Tumucumaque tem 350 mil km²), com terras indígenas (administradas pela Funai) localizadas propositalmente ao longo da divisória internacional (zonas-tampão), onde também foram criadas unidades de conservação. Não é incomum a criação desses territórios especiais dos dois lados do limite internacional. São zonas, tampão tanto para a proteção do patrimônio ambiental diante das frentes madeireiras, garimpeiras e agrícolas, como na estabilização da linha de fronteira.

O sistema territorial do Arco Norte é composto por padrões produtivos diferenciados. A agricultura itinerante de subsistência indígena é o mais ubíquo padrão produtivo. Apresenta baixíssimo valor da produção assim como DTT muito baixa. Sua substituição por cultivos das frentes agrícolas e destas por grandes fazendas de gado (2º padrão produtivo) levam à concentração fundiária e ao afluxo urbano de mão-de-obra não qualificada, domiciliada no urbano e ocupada predominantemente na área rural. O terceiro padrão produtivo é formado por empreendimentos mineradores, silvicultores e madeireiros, com baixa absorção de mão de obra (qualificada e não-qualificada) e alto valor da produção. Nota-se que a maioria dos 76 municípios do Arco Norte apresenta DTT muito baixa e somente dois, correspondentes a capitais estaduais (Boa Vista e Rio Branco), apresentam qualificação mais diversificada da mão-de-obra e alta DTT.

Além do principal eixo de circulação, o Rio Amazonas, que articula a faixa de fronteira e a Região Amazônica com a Colômbia e o Peru, dois eixos de articulação rodoviária com os países vizinhos estão parcialmente implantados: a Transamazônica em direção ao Peru (sentido leste-oeste), e o eixo do Caribe no sentido norte-sul (Venezuela e Guiana). O problema é que os dois últimos cortam ou estão nas proximidades de reservas extrativistas, terras indígenas e unidades de conservação, sem que haja clareza quanto à forma de articulação entre as unidades especiais e os sistemas produtivos territoriais, exceto aquela do ‘empilhamento’, fonte constante de tensão e conflito.



De fato, quais políticas de C&T seriam adequadas para o Arco Norte dependerá em grande parte da melhoria de infra-estrutura de energia, transporte, urbana e de cidadania (saúde, educação, habitação, comunicação) e de sua interação com as unidades de conservação e terras indígenas. Em sentido estrito, iniciativas de desenvolvimento científico-tecnológico deveriam em primeiro lugar priorizar a criação de centros de pesquisa voltados para o estudo da biodiversidade amazônica (farmacologia), à arqueologia e à antropologia indígena (como já existe em Leticia, cidade-gêmea de Tabatinga, na Amazônia colombiana). O Inpa e o Museu Goeldi (ambos fora da faixa de fronteira) são gotas no oceano de potencial a ser explorado com fins científicos-tecnológicos de médio e longo prazos.

Um segundo elemento para futuras agendas de C&T é de ordem conceitual. As ações institucionais (Funai, ONGs, programas federais, estaduais, etc.) deveriam ser incentivadas a desenvolver indicadores de desenvolvimento regional adaptados às características culturais da população local, principalmente no que se refere aos grupos indígenas. A visão dual, simplista e tola, de um Brasil moderno e de um Brasil arcaico (primitivo) subestima o vínculo entre o trabalho material e imaterial, como já sabem as ONGs que promovem a arte e artesanato indígena fora do Brasil.

Um terceiro elemento é estimular redes de cooperação urbanas e rurais por meio dos arranjos produtivos locais (APLs), inclusive transfronteiriços, de modo a melhorar a comercialização de produtos com baixo valor agregado e estimular produtos com ‘certificação de origem’ (com a pós-moderna ‘imagem de marca’ Amazônia).

Embora não esteja claro quais as perspectivas futuras das APLs, elas já estão sendo testadas na sub-região do Alto Solimões (artesanato, pesca artesanal), além da iniciativas como a do governo do Amazonas incentivando a movelaria tendo como principal comprador o próprio estado local.

ARCO CENTRAL – DIVERGÊNCIAS ENTRE DESENVOLVIMENTO REGIONAL E GERAÇÃO DE EMPREGO E [BAIXA] RENDA

As diferenças entre as sub-regiões do Arco Central se devem em parte a aspectos econômicos – transição entre a Amazônia e o centro-sul do país, e em parte a aspectos fisiográficos – encontro entre as duas maiores bacias hidrográficas sul-americanas, a Bacia Amazônica e a Bacia do Paraná-Paraguai. De forma mais visível que no Arco Norte, aqui estão ‘empilhados’ no território padrões diferentes de sistemas produtivos acompanhados de tensa convivência entre diferentes grupos étnico-culturais (indígenas; imigrantes sulistas; descendentes de escravos; paulistas; imigrantes paraguaios, bolivianos).

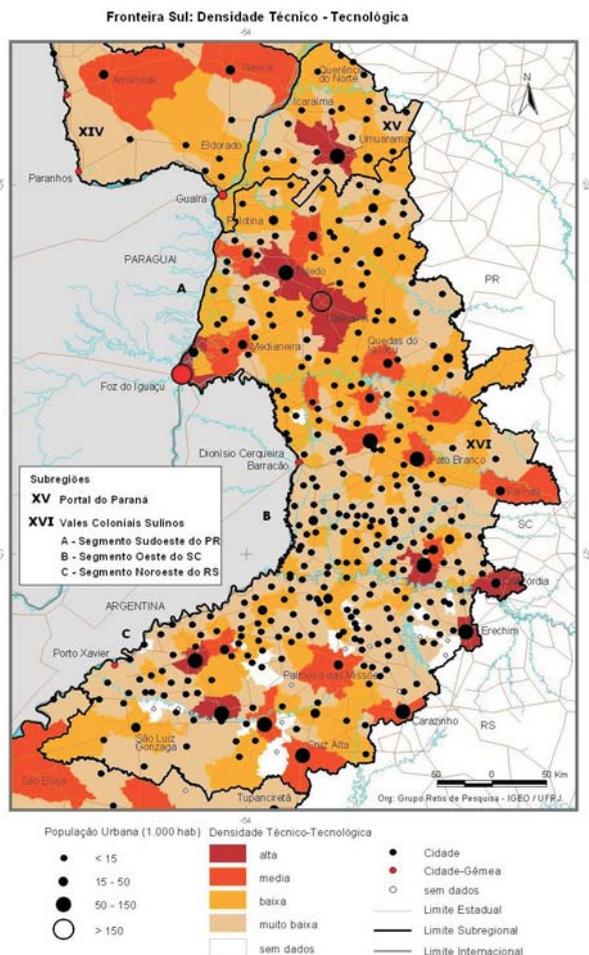
O primeiro padrão é constituído pelas conhecidas ‘frentes’ agropecuárias, compostas por uma simbiose entre pequenos e grandes produtores rurais (a simbiose deriva principalmente da formação de pastagens no regime de parceria, com plantio de milho, arroz, mandioca). Os primeiros com baixa produtividade e baixa DTT, porém cultivos diversificados (em terra própria ou de terceiros), enquanto os grandes produtores ocupam a

maior parte das terras com gado de corte (criação e engorda) de alta qualidade destinado à exportação, sem que o nível empresarial dos empreendimentos e a tecnologia empregada na melhoria do rebanho se reflitam na DTT regional. Nas sub-regiões de Dourados e Cone Sul-mato-grossense, dos 31 municípios apenas quatro registram DTT média e um município DTT alta (Dourados), todos os outros com baixa DTT. O contraste com o valor da produção é notável na última sub-região onde se concentram os municípios com os valores mais elevados e predomínio de baixa DTT.

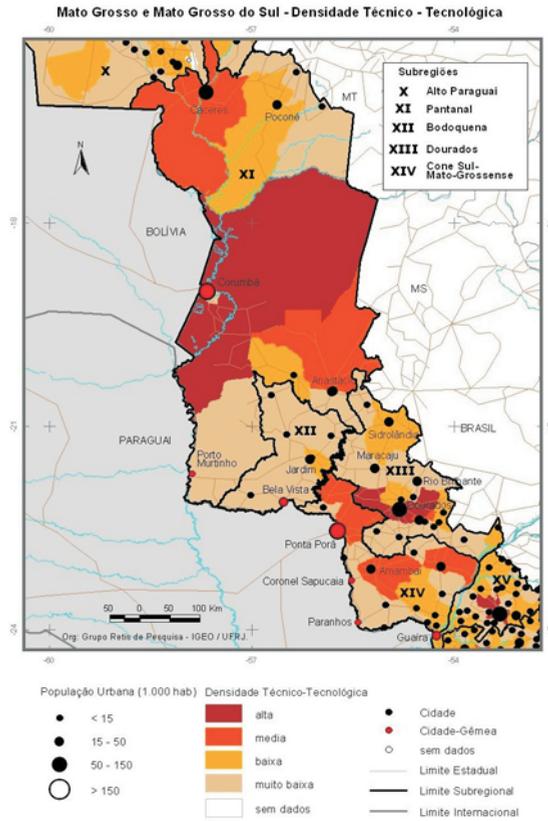
Embora parte considerável da exportação de carne oriunda dos rebanhos regionais já tenha certificação de qualidade, o fato de que muitos proprietários tenham fazendas criatórias no Paraguai, deslocando as rezes para o Brasil de acordo com sua necessidade, dificulta o controle de doenças como a aftosa. A rede de vigilância sanitária não consegue dar conta do criatório pertencente a fazendas cujas terras se sobrepõem ao limite internacional. Campanhas de controle sanitário deveriam, portanto, englobar áreas limítrofes dos países vizinhos, ações coordenadas localmente por comitês de fronteira, por exemplo.

O segundo padrão de sistema produtivo é o “pantaneiro”, com grandes fazendas de gado de corte, criado de forma extensiva em pastagens naturais, geralmente tocadas por administradores e capatazes. Na última década, o crescimento do turismo ecológico e rural no Pantanal (nacional e estrangeiro) tem funcionado como uma ‘barreira’ à expansão de grandes empreendimentos agroindustriais na sub-região. Exceto as cidades de Corumbá, Cáceres e Aquidauana, com alta DTT, a maioria dos municípios tem baixa DTT.

O terceiro padrão é o dos agronegócios (soja, milho, algodão, cana de açúcar) e foi introduzido por ‘colonos sulistas’ ou ‘gaúchos’ (termos genéricos). A borda sul da grande Chapada dos Parecis/Mato Grosso é a área exemplar embora as plantações continuem em direção a Mato Grosso do Sul, passando por Dourados. Caracterizado pelo uso de maquinário sofisticado e baixa absorção de mão-de-obra, já é visível o esgotamento do solo e a incidência de pragas nas plantações em vários trechos das sub-regiões do Arco Central. Dos 14 municípios da sub-região da Chapada, apenas quatro apresentam DTT média, os outros níveis muito baixos. Em outras palavras, a difusão de empreendimentos que fazem uso de alta tecnologia tem papel irrisório na elevação do nível técnico-tecnológico da população local.



O quarto padrão é o industrial-comercial. Embora vinculado ao anterior por redes de secagem e armazenamento de grãos tem ímpeto próprio. O exemplo mais promissor é a ainda tímida difusão de pequenas unidades industriais de produção de amido de mandioca nas áreas rurais, com investimento paranaense, paulista e sul-mato-grossense. Responsável por uma mudança de perfil do cultivo da mandioca (tradicionalmente indígena e cabocla), a produção industrial de amido foi estimulada pelo avanço tecnológico no aproveitamento químico-industrial de produtos de origem orgânica (alimentos, conservantes químicos e plásticos biodegradáveis) e pela decisão governamental de permitir maior percentual de fécula em produtos alimentares. Ressalta-se o apoio do Sebrae a associações de pequenos produtores agrícolas de fécula de mandioca, matéria-prima utilizada pelas



unidades industriais (APL). Esse ‘pacote’ de elementos – tecnológicos, político-institucional e de iniciativa local – é uma fórmula que pode funcionar para o desenvolvimento regional, embora dependa de algumas pré-condições nem sempre presentes no território.

Ainda no padrão industrial-comercial encontram-se outras atividades que demandam ações específicas de C&T. Uma delas é a produção de leite *in natura*, cujo principal gargalo é a difusão da tecnologia de resfriamento. Embora presente em certos locais (Aquidauana, Pantanal Sul), sua difusão e sua articulação com indústrias de laticínios é dificultada pela ausência de redes coordenadas de comercialização regional e pela presença de grandes fazendas de gado de corte separando os núcleos urbanos, o que força as pequenas indústrias a se restringirem ao mercado local, com isso reduzindo a capacidade de investimento.

Outro tipo de gargalo ocorre quando a especialização produtiva dos grandes empreendimentos reduz (ou encarece) a matéria-prima disponível para pequenas unidades industriais regionais. É o caso dos curtumes e das pequenas confecções de couros, situação agravada pelo desinteresse dos grandes criadores em romper sua própria ‘cadeia produtiva’, a maioria já articulada ao mercado industrial de seus estados de origem (São Paulo, Paraná, Rio Grande do Sul). Caso similar é o da movelaria, agora dependente de frentes madeireiras cada vez mais distantes, algumas delas exploradas por empresas brasileiras no Paraguai e, com frequência, contrabandeadas para as regiões industriais da faixa atlântica.

Mencionam-se, ainda, os projetos de construção de pólo petroquímico em Corumbá, tendo como matéria-prima o gás boliviano. A escala do empreendimento é internacional e o investimento tecnológico elevado, porém tensões políticas provenientes da reação de certos segmentos bolivianos contra o poder da Petrobras, na Bolívia, podem frustrar o projeto caso não sejam negociadas com o devido cuidado contrapartidas para o país vizinho. Algumas dessas contrapartidas poderiam se localizar na própria área de fronteira, a partir da criação, por exemplo, de ‘zonas de integração fronteiriça’ (ZIF), ou seja, zonas transfronteiriças binacionais regida por normas especiais.

Finalmente, pertence também ao padrão de sistema territorial industrial-comercial a indústria de confecções, encontradas em grandes, médios e pequenos centros urbanos, principalmente nos Arcos Central e Sul da faixa de fronteira, e que está se constituindo numa das principais formas de geração de emprego e renda. Nas últimas décadas, quase que simultaneamente a expansão de indústrias ‘capital-intensivas’, ou seja, de alto nível tecnológico, uma forma híbrida de atividade industrial, muito antiga, adquiriu novo ímpeto em vários lugares do mundo, tanto em países ricos como nos países em desenvolvimento. Combina trabalho manual informal (qualificado ou não) com uso de maquinaria sofisticada e ‘indústria doméstica’. Sua conexão com indústrias ‘capital-intensivas’ em uma ou várias pontas de um processo produtivo territorialmente disperso, configuram redes de produção ou ‘cadeias produtivas’ complexas e de elevada flexibilidade (vida útil, contratação de mão de obra, estoques, etc.). As *sweat-shops* (referência a insalubridade das condições de trabalho) urbanas são mais difundidas no ramo das confecções, porém são encontradas também em outros setores.

Aqui estamos diante do exemplo mais importante, entre os outros acima assinalados, da divergência entre conceitos, estratégias e ações dirigidas ao desenvolvimento regional e à geração de emprego e renda. O desenvolvimento regional depende de ações de longo prazo, visto estar associado ao aumento de diversas densidades, econômica, social, técnico-tecnológica e institucional. Segundo as teorias clássicas de desenvolvimento regional supunha-se que novos pólos de investimento industrial e/ou iniciativas de políticas de C&T teriam como efeito ‘natural’ o aumento da oferta de empregos e da renda da população. O que ocorre atualmente é que o êxito de um novo investimento industrial tende a ser medido pela adoção de novas tecnologias (materiais, organizacionais, procedimentos, etc.) geralmente poupadoras de mão de obra, e pelo aumento do PIB regional e/ou capacidade de exportação.

Está-se diante, portanto, de uma reorganização do espaço produtivo fundamentada em relação não linear entre novos investimentos e firmas dotadas de tecnologia industrial, e a geração de emprego e renda. As *sweat-shops* estão se tornando uma das soluções para o desemprego urbano, fazendo uso ao mesmo tempo de maquinário tecnologicamente sofisticado e predomínio de mão-de-obra informal com baixo nível técnico-tecnológico, trabalhando em condições difíceis (insalubridade, longas horas de trabalho, salário-productividade, ausência de direitos trabalhistas), porém que se tornam aceitáveis para os trabalhadores em busca de emprego.

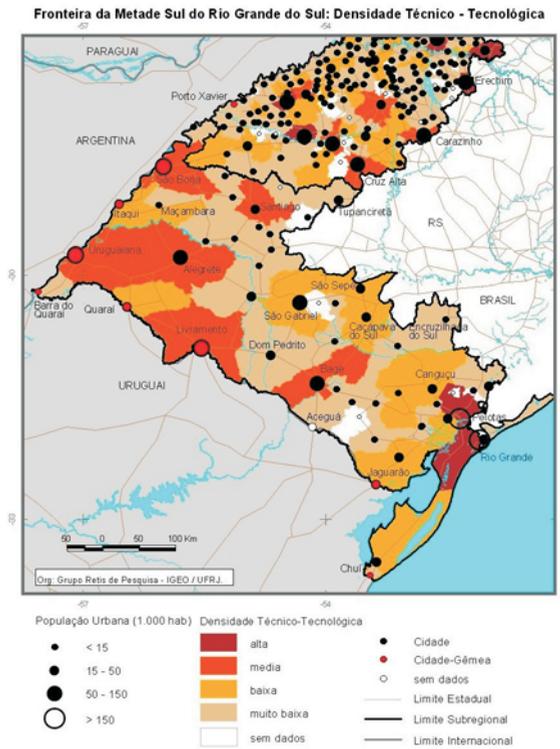
ARCO SUL – TRANSBORDAMENTO BRASILEIRO ALÉM-FRONTEIRA

As sub-regiões do Arco Sul são espaços com maior influência do legado socioeconômico e cultural europeu, com fronteiras mais permeáveis e interações mais intensas com os países vizinhos (Paraguai, Argentina e Uruguai). É o espaço mais afetado pela dinâmica de intercâmbios e deslocamentos transfronteiriços, decorrentes em parte da intencionalidade do projeto de integração do Mercosul e em parte da expansão espontânea secular de redes imigratórias, comerciais e agroindustriais das regiões sulinas (principalmente na sub-região Metade Sul do RGS). Em decorrência da forte interação transfronteiriça é também o Arco Sul que concentra o maior número de cidades-gêmeas, muitas em fronteira seca, outras já articuladas por pontes.

Dos 420 municípios que compõem as três sub-regiões, 92% apresentam baixa DTT e somente 3% alta DTT. Certo que a densa malha municipal, a intensa urbanização (47% dos municípios tem mais de 50% da população em áreas urbanas) e a razoável cobertura do território pelas vias de circulação terrestre conectando a área de fronteira com o litoral atlântico são fatores conducentes à concentração da DTT em localidades centrais. Porém, tal concentração também reflete a forte instabilidade populacional dos municípios fronteiriços do Arco Sul na última década, decorrente em parte da instabilidade econômica e mudanças no sistema produtivo com conseqüente demanda cambiante por mão-de-obra nas áreas rurais e urbanas, além da incapacidade dos setores industriais e terciários urbanos de absorver a população deslocada. Somente 16% do total dos municípios tinham mais de 50% do total do pessoal ocupado no setor terciário. Por outro lado, 49% dos municípios registraram mais de 50% do total do pessoal ocupado no setor primário, enquanto a maioria registrou pessoal ocupado tanto em atividades urbanas (industrial e terciário) como rurais. A mobilidade populacional também é responsável pelo fato de 20% dos municípios perderem população (urbana e rural) entre 1991 e 2000, um refluxo que atingiu particularmente as sub-regiões Portal do Paraná, noroeste do Rio Grande do Sul e oeste de Santa Catarina.

Em compensação, os valores da produção industrial e agrícola são os maiores da faixa de fronteira, assim como a diversificação de produtos comercializados, com destaque para noroeste do Rio Grande do Sul e sudoeste do Paraná. Repete-se no Arco Sul a mesma situação encontrada no Arco Central, de disjunção entre o nível tecnológico das atividades produtivas e a DTT, medida pela formação de recursos humanos.

É a expansão de empresas brasileiras, a compra de terras por brasileiros no Paraguai, Argentina e Uruguai, a pressão pela integração logística das vias de circulação de modo a facilitar o comércio com os países e portos do Pacífico, e a imigração para os países vizinhos, os aspectos a serem destacados no Arco Sul (tendência similar ocorre no Arco Central). As agendas para políticas de C,T&I não poderão atender a todas as questões aí embutidas, escolhas deverão ser feitas, de preferência aquelas que beneficiam o coletivo e não interesses individualizados na figura de um só país.



3. PROPOSTAS

ARQUITETURA E ARTICULAÇÃO DA CIDADANIA NOS ESPAÇOS REGIONAIS

– Criar o Portal da Fronteira (internet) é fundamental para divulgar informações de natureza científica, política (legislação), econômica (alocação de investimentos em C&T) e social (espaços interativos para troca de experiências e discussão de problemas específicos das populações fronteiriças).

– Criar e aperfeiçoar mecanismos de cooperação/integração com os países vizinhos para compatibilizar dados e estatísticas nacionais.

– Utilizar recursos do Fust e do Programa Sociedade da Informação (Socinfo) para implantação de internet pública nos municípios.

DESENVOLVIMENTO REGIONAL FRONTEIRIÇO

– Reavaliar a concepção dominante das políticas de C,T&I, hoje dirigidas preferencialmente para o setor industrial e a agricultura industrial em detrimento do conjunto da produção social dos territórios.

– Incentivar a implantação do Sistema “S” em cada sub-região da faixa de fronteira.

– Priorizar o ensino médio e a educação técnica e profissional, considerando que a maior parte dos municípios da faixa de fronteira não os tem, e considerando que não é possível criar um ambiente propício ao desenvolvimento de C,T&I sem os elementos básicos de educação nos espaços locais e regionais.

– Estimular a ampliação dos programas de qualificação profissional, federais e estaduais, nos municípios da faixa de fronteira, com abertura (bolsas de estudo) para a população fronteiriça dos países vizinhos.

– Criar programa de bolsas de pesquisa para pós-doutorandos brasileiros em países da América do Sul, com o objetivo de ampliar a base de dados do Brasil sobre os países sul-americanos.

– Priorizar demandas de C&T que sejam comuns ao Brasil e países vizinhos.

– Ampliar iniciativas já existentes como o Prosul (CNPq), de modo a incentivar pesquisas bi ou tri-nacionais sobre os países vizinhos.

– Criar centros de pesquisa na fronteira norte, congregando pesquisadores dos países vizinhos.

– Desenvolver indicadores de desenvolvimento regional adaptados às características culturais da população local, principalmente no que se refere aos grupos indígenas.

REFERÊNCIAS

ARRIGHI, Giovanni. *O longo século XX: dinheiro, poder e as origens do nosso tempo*. São Paulo: Unesp, 2000.

BIJKER, Wiebe E.; HUGHES, Thomas P.; PINCH, Trevor (Ed.). *The social construction of technological systems: new directions in the sociology and history of technology*. Cambridge: MIT Press, 1994.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. *Proposta de reestruturação do programa de desenvolvimento da faixa de fronteira: bases de uma política integrada de desenvolvimento regional para a faixa de fronteira*. Brasília: Ministério da Integração, 2005.

BURNIER, Michael. Du travail industriel au travail relationnel: contributions à l'histoire de la socialization du travail. *Futur Antérieur*, 22, n. 2, 1994. Semestral.

FLORES, Murilo. Falácia no campo. *O Globo*, Rio de Janeiro, 24 fev. 2005.

HUGHES, Thomas P. The evolution of large technological systems. In: BIJKER, Wiebe E.; HUGHES, Thomas P.; PINCH, Trevor (Ed.). *The social construction of technological systems: new directions in the sociology and history of technology*. Cambridge: MIT Press, 1994. p. 51-82.

LEE, Mary E. The evolution of technology: a model of socio-ecological self-organization. In: LEYDESDORF, Loet; BESSELAAR, Peter Van den. *Evolutionary economics and chaos theory: new directions in technology studies*. New York: St Martin's Press, 1994. p. 167-180.

LEYDESDORF, Loet; BESSELAAR, Peter Van den. *Evolutionary economics and chaos theory: new directions in technology studies*. New York: St Martin's Press, 1994.

MACHADO, Lia Osório. Estado, territorialidade, redes: cidades-gêmeas na zona de fronteira sul-americana. In: SILVEIRA, Maria Laura (Org.). *Continente em chamas: globalização e território na América Latina*. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2005. p. 243-284.

_____. Região, cidades e redes ilegais: geografias alternativas na Amazônia sul-americana. In: GONÇALVES, Maria Flora; BRANDÃO, Carlos; GALVÃO, Antônio Carlos (Org.). *Regiões e cidades, cidades nas regiões: o desafio urbano-regional*. São Paulo: Ed.Unesp, 2003, p. 695-707.

NEGRI, Antonio. *Cinco lições sobre império*. Rio de Janeiro: DO&A, 2003.

Cooperação Sul-Sul para o desenvolvimento científico e tecnológico da Amazônia

*Luis E. Aragón**

INTRODUÇÃO

Este trabalho analisa iniciativas de cooperação Sul-Sul, indicando propostas desse tipo de cooperação como mecanismos para elevar a capacidade em C&T na Amazônia.

COOPERAÇÃO SUL-SUL, UMA ALTERNATIVA PARA O FORTALECIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO DE PAÍSES EM DESENVOLVIMENTO

Grosso modo, entende-se por cooperação Sul-Sul aquela realizada entre países subdesenvolvidos, diferenciando-a dos conceitos de cooperação horizontal e cooperação Norte-Sul. A cooperação horizontal refere-se àquela realizada entre países de nível de desenvolvimento semelhante, como, por exemplo, entre Estados Unidos e a União Européia, ou mesmo entre países europeus. A cooperação Sul-Sul é, portanto, também cooperação horizontal, quando se dá entre países subdesenvolvidos. A cooperação Norte-Sul refere-se aquela realizada entre países desenvolvidos e países subdesenvolvidos.

Em geral, as maiores iniciativas de cooperação científica são do tipo Norte-Sul e se dão de diversas formas. Com raras exceções os descobrimentos científicos mais importantes ocorrem em países desenvolvidos, resultando, como conseqüência, uma enorme distância entre os dois, em termos de ciência e tecnologia produzida em suas instituições. Desse desequilíbrio

* Luis E. Aragón é professor e pesquisador do Núcleo de Altos Estudos Amazônicos da Universidade Federal do Pará (Naea/UFGA), sendo coordenador do Núcleo de 2000 a 2004.

surgem diversas formas de cooperação para “transferir” conhecimento científico dos países desenvolvidos para países em desenvolvimento: missões técnicas, ajuda técnica, programas de capacitação em países desenvolvidos. Entretanto, a possibilidade de transformar essa cooperação num mecanismo eficiente para a transferência e geração de ciência e tecnologia, em países em desenvolvimento, depende do fortalecimento da capacidade científica local para absorver, adaptar e expandir o conhecimento científico e poder assim responder eficientemente ao rigor e aos desafios que o desenvolvimento científico demanda.

Ainda que sejam muitos e inegáveis os logros alcançados por meio dessa forma de cooperação no Brasil, é também verdade que, em geral, os países desenvolvidos têm se beneficiado significativamente desse tipo de cooperação, criando, em muitos países subdesenvolvidos, condições de dependência e alimentando o círculo vicioso de fuga de competências. Num estudo encomendado pelo Banco Mundial, estima-se que durante a década de 1980 o número de estudantes universitários matriculados fora de seus países de origem, no mundo todo, aumentou 29% (de 920.000, em 1980, para 1.2 milhões, em 1990), com forte tendência ascendente; sendo que a maioria era originária de países em desenvolvimento matriculados em países desenvolvidos (Laus, 2003). Não há dúvida que a carência de mecanismos e programas para fortalecer a capacidade instalada em países em desenvolvimento, gera, ao longo prazo, benefícios econômicos significativos para os países desenvolvidos, inclusive contribuições importantes em novas descobertas científicas e tecnológicas em instituições desses países, gerando *royalties* que países em desenvolvimento terão que pagar para ter acesso a elas. Segundo o mesmo estudo, entre 1960 e 1990 mais de um milhão de profissionais e técnicos de países em desenvolvimento foram aceitos no Canadá e Estados Unidos e estima-se que somente da América Latina 40 mil cientistas saem anualmente com destino a nações ricas (Laus, 2003).

A cooperação Sul-Sul, por outro lado, tem sido tradicionalmente muito débil, desconhecendo-se a existência de importantes instituições científicas em países em desenvolvimento, com capacidade de transferir conhecimentos, que atuando de forma coordenada e cooperativa poderiam fortalecer sua capacidade científica e de negociação, seguindo o princípio básico de que a cooperação deve, antes de tudo, contribuir para reduzir as assimetrias entre países e estimular formas autóctones em busca do desenvolvimento humano

sustentável. Ou como afirma Sachs (1994), “a cooperação faz sentido somente como uma contribuição para alcançar soluções adequadas nos países em desenvolvimento conforme suas próprias formas e necessidades”.

Face ao atual processo de globalização e mundialização dos mercados, a cooperação Sul-Sul na América Latina, além da cooperação bi-lateral, revela-se em duas dimensões claramente identificáveis: (1) a dimensão regional onde um grupo representativo de países propõe-se abordar conjuntamente problemas que afetam a região como um todo, como por exemplo, a Cúpula Ibero-Americana de chefes de estado; e, (2) a dimensão sub-regional onde grupos de países limítrofes juntam-se com o propósito de abordar problemas mais específicos, como o Mercosul, a Comunidade Andina de Nações e a Organização do Tratado de Cooperação Amazônica.

O fortalecimento de blocos sub-regionais tem exigido da cooperação internacional novas estratégias e definições. Em síntese, a cooperação internacional deixa de ser simplesmente cooperação técnica ou econômica e converte-se num instrumento de desenvolvimento, por meio do qual se trabalha de forma conjunta, em parcerias, em blocos de países, face ao processo de globalização que afeta a todos, e lança-se mão das vantagens comparativas que os complementam (Atria, 1999). A cooperação passa a ser, então, elemento estratégico especialmente para países em desenvolvimento. Busca-se a unidade na diversidade, o que implica respeito às identidades próprias de cada aliado, a seus valores e a suas culturas, ao mesmo tempo em que se buscam complementaridades e traços culturais comuns para fortalecimento mútuo e do bloco que os integra (Aragón, 2001).

Em síntese, como afirma o diretor executivo da Academia de Ciências do Terceiro Mundo:

“[. . .] o desafio consiste em que os países em desenvolvimento consigam dominar a ciência e a tecnologia moderna e a apliquem a seus próprios requisitos, para assim alcançar um desenvolvimento sustentável. Encarar esse desafio requer políticas radicais tanto por parte dos governos do Sul como por parte dos países doadores. E as políticas deverão incluir incrementos substanciais na pesquisa e desenvolvimento, a integração total da ciência e da tecnologia nos planos nacionais de desenvolvimento; assim como o incremento da capacidade nacional e regional em ciência e tecnologia, a intensificação da cooperação regional, forjando, inclusive, novas

parcerias com instituições altamente competentes do Norte, e fomentando o estabelecimento de fortes alianças nacionais e regionais entre a indústria e as instituições de pesquisa (Hassan, 1992: 35-36)”.

EXPERIÊNCIAS DE COOPERAÇÃO SUL-SUL PARA O DESENVOLVIMENTO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA NA AMAZÔNIA

Com o fortalecimento do movimento ambientalista ao redor do mundo, a Amazônia passou a ser alvo da atenção mundial, surgindo, como consequência, todo tipo de tratamento e reivindicação. Nesse cenário, a cooperação Sul-Sul surge como uma alternativa viável dos países amazônicos assegurar sua soberania sobre a região, facilitar o conhecimento mútuo entre instituições com interesses semelhantes na região, fortalecer a capacidade instalada na região, e aumentar a capacidade de negociação. Entre essas experiências destacam-se as seguintes:

- a Organização do Tratado de Cooperação Amazônica
- a Associação de Universidades Amazônicas
- o Programa de Cooperação Sul-Sul sobre Desenvolvimento Socioeconômico Ambientalmente Adequado nos Trópicos Úmidos
- o Programa Prosul
- outras iniciativas

A ORGANIZAÇÃO DO TRATADO DE COOPERAÇÃO AMAZÔNICA (OTCA)

A OTCA oferece o marco diplomático e político para a implementação de ações de cooperação em ciência, tecnologia e desenvolvimento regional tanto entre países amazônicos como do bloco sub-regional que os integra e demais países e organizações. O Tratado de Cooperação Amazônica (TCA) foi assinado em Brasília, em 03 de julho de 1978, pelas repúblicas de Bolívia, Brasil, Colômbia, Equador, Guiana, Peru, Suriname e Venezuela, sendo ratificado pelos parlamentos de todos os países em 1980. Uma reforma do tratado criando a Organização do Tratado de Cooperação Amazônica, com a secretaria permanente em Brasília foi ratificada por todos os parlamentos em agosto de 2002, e efetivamente instalada em 2003.

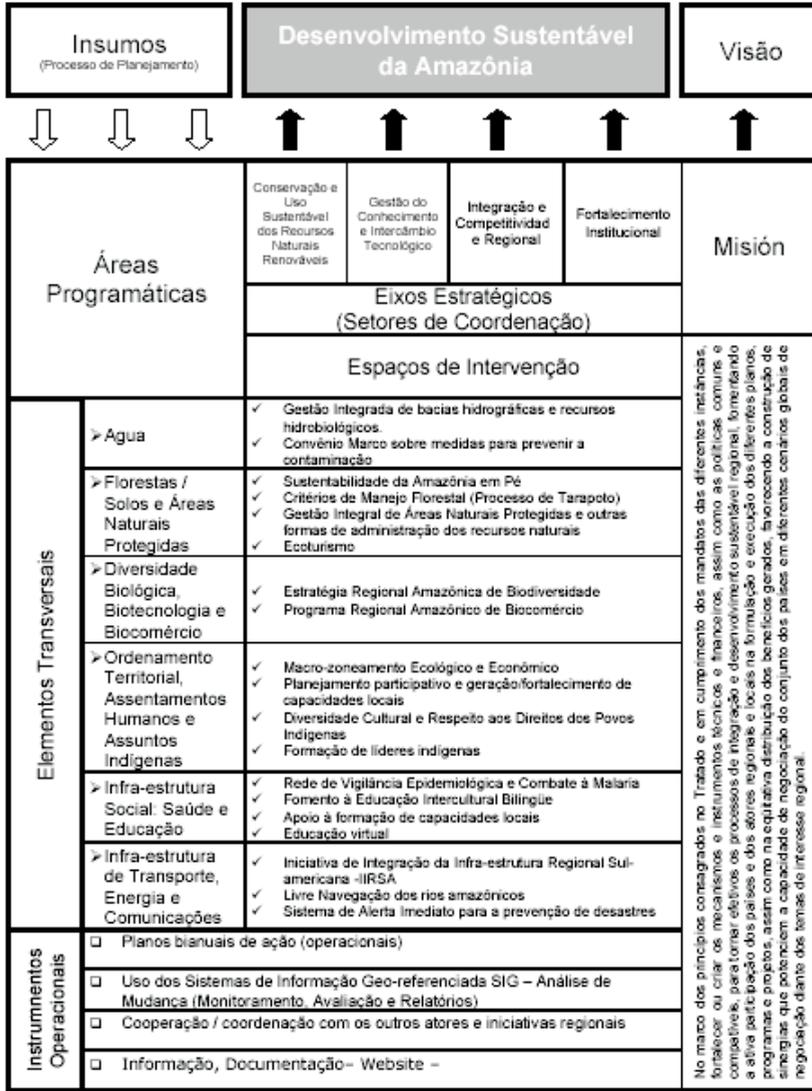
Ao longo desses 27 anos, o TCA passou por quatro fases até sua afirmação atual como organização multilateral de cooperação (OTCA, 2004): 1) de 1978 a 1989, na qual a principal preocupação dos países signatários estava voltada a expressar, frente à comunidade internacional, seu direito soberano sobre o destino de suas respectivas amazônias; 2) de 1989 a 1994, que se inicia com a primeira reunião de presidentes dos países do TCA, realizada em Manaus, o tratado é profícuo em realizações apresentando-se, inclusive, como bloco sub-regional perante a Conferência Rio-92, estabelecendo um diálogo mais equitativo com países desenvolvidos e reafirmando os princípios de soberania dos países amazônicos sobre os territórios amazônicos; 3) de 1994 a 2002 representa o amadurecimento institucional do tratado, culminando com a criação da secretaria permanente do TCA; 4) a partir de 2002, com a criação da OTCA, o tratado passa a atuar como organismo multilateral de cooperação, como pessoa jurídica, e com estrutura institucional própria, o que lhe permite novas formas de articulação e negociação.

A Figura 1 apresenta a matriz lógica do plano estratégico da organização aprovado para os próximos 12 anos (2004-2012). Sem ferir os princípios que norteiam o tratado, o plano define para a OTCA uma missão que a identifica como uma organização catalisadora, coordenadora de diversas iniciativas que levem ao fortalecimento institucional e da capacidade local, como elementos essenciais para o desenvolvimento:

“No marco dos princípios consagrados no tratado e em cumprimento dos mandatos das diferentes instâncias, fortalecer ou criar os mecanismos e instrumentos técnicos e financeiros, assim como as políticas comuns e compatíveis para tornar efetivos os processos de integração e desenvolvimento sustentável regional, fomentando a ativa participação dos países e dos atores regionais e locais na formulação e execução dos diferentes planos, programas e projetos, assim como na equitativa distribuição dos benefícios gerados, favorecendo a construção de sinergias que potenciem a capacidade de negociação do conjunto dos países em diferentes cenários globais de negociação diante dos temas de interesse regional (OTCA, 2004: 11).

Um dos quatro eixos estratégicos do plano, gestão do conhecimento e intercâmbio tecnológico, refere-se à geração e gestão de conhecimento sobre a realidade regional que permita dar respostas às demandas sociais, políticas, econômicas e tecnológicas identificadas pelos países amazônicos para o aproveitamento sustentável da região (OTCA, 2004: 13).

Matriz lógica do plano estratégico da OTCA



Fonte: OTCA, 2004, p. 11

Figura 1

Nesse sentido, a OTCA se propõe a estimular o desenvolvimento científico e tecnológico dentro da região, aproveitando a capacidade instalada regional e nacional voltada para o desenvolvimento da Amazônia, fortalecendo a cooperação inter-institucional e acadêmica em todas as áreas do conhecimento.

A ASSOCIAÇÃO DE UNIVERSIDADES AMAZÔNICAS (UNAMAZ)

A Unamaz foi criada em 18 de setembro de 1987, por recomendação de cientistas, professores e pesquisadores reunidos em seminário internacional promovido pela Universidade Federal do Pará (UFPA) e patrocinado por Unesco, OEA e outros organismos, em Belém. A associação é definida como uma sociedade civil não-governamental e sem fins lucrativos e integra universidades e instituições de pesquisa de todos os países amazônicos. A Unamaz representa a culminação de uma série de tentativas de cooperação na busca de ações conjuntas e concretas que levassem ao reconhecimento das instituições científicas amazônicas no processo de desenvolvimento da Região Amazônica. A associação exerce, portanto, fundamentalmente, uma função catalisadora de ações que permitem as universidades e institutos de pesquisa da região, coletiva e de forma multidisciplinar e internacional, analisar criticamente a realidade amazônica e oferecer alternativas que contribuam para a solução dos grandes problemas que afetam o desenvolvimento da Amazônia como um todo (Acevedo, 2003).

Ao longo de seus quase 20 anos, foram realizados por meio da Unamaz diversos cursos de especialização, seminários, conferências, pesquisas e publicações, com patrocínio de organismos internacionais como Unesco, UNU, OEA, CE, BID, IDRC, e nacionais como MCT, CNPq, Capes, Finep e agências locais. A associação trabalha em consonância com a Organização do Tratado de Cooperação Amazônica, sendo que a parceria entre as duas se fortalece dentro do plano estratégico do tratado, assumindo a execução de algumas atividades que envolvem o desenvolvimento científico e tecnológico na região (OTCA, 2004).

Entre as diversas atividades da associação, merecem destaque especial: o programa editorial da associação, com a Série Cooperação Amazônica alcançando 23 volumes (além de publicações avulsas), cobrindo temas sobre ciência e tecnologia, educação superior, meio ambiente, saúde, populações humanas, desenvolvimento, e muitos outros; o projeto de Avaliação de impactos sobre saúde ambiental na Amazônia (Eisa), que resultou na implantação de um mestrado em saúde e desenvolvimento da Amazônia, na Universidade Central de Venezuela; o programa de Educação ambiental à distância (Edamaz) dirigido à capacitação em educação ambiental de professores de ensino fundamental e médio e líderes comunitários da Amazônia

de Brasil, Bolívia e Colômbia; o Projeto Regional de Educação Média e Superior (Promesup), patrocinado pela OEA em 13 países da América Latina, incluindo Guiana, Brasil, Colômbia, Equador e Venezuela, por meio do qual, durante mais de cinco anos de existência, foram realizados cursos, encontros, pesquisas, e apoio à interiorização das universidades, buscando melhorar os programas de educação superior; e a promoção de diversos cursos de especialização, incluindo um curso de Formação de Especialistas em Desenvolvimento de Áreas Amazônicas (Fipam), e outro em Política de Ciência e Tecnologia para o Desenvolvimento da Amazônia (CIPCTAM), ambos ministrados pelo Núcleo de Altos Estudos Amazônicos da UFPA.

A contribuição mais significativa da Unamaz, entretanto, tem sido a identificação de um significativo número de universidades e institutos de pesquisa dos oito países amazônicos que estão desenvolvendo programas de docência, pesquisa e extensão nos mais diversos ramos do conhecimento tomando como área de interesse a Amazônia. Juntar essas instituições numa rede tem facilitado a ampliação e integração dessas atividades e a criação de outras novas, perfilando-se, portanto, como um importante mecanismo de cooperação Sul-Sul para a implementação de ações em ciência e tecnologia que fortalecerão a capacidade instalada regional (Aragón, 1994).

O PROGRAMA DE COOPERAÇÃO SUL-SUL SOBRE DESENVOLVIMENTO SOCIOECONÔMICO AMBIENTALMENTE ADEQUADO NOS TRÓPICOS ÚMIDOS¹

Esse programa, mais conhecido simplesmente como Programa Sul-Sul, resultou de recomendações de uma Conferência de *follow-up* da Conferência sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, a Rio 92, realizada pela Unamaz, em Manaus, de 13 a 19 de junho de 1992, um dia após do encerramento da Conferência de Rio. Portanto, as abordagens da Conferência de Manaus e suas conclusões e recomendações foram feitas considerando as resoluções aprovadas na conferência de Rio de Janeiro. O ponto mais importante que resultou da Conferência de Manaus, e que justificou plenamente o Programa Sul-Sul, foi o reconhecimento da necessidade de

¹ Para ampliar as informações sobre o Programa Sul-Sul, consultar, entre outros Clüsener-Godt (2004); Aragón (2001), a *Newsletter South-South Perspectives*, publicada pelo Programa, as diversas publicações geradas pelo Programa, destacando Clüsener-Godt e Sachs (1995); Aragón (2003); Aragón e Clüsener-Godt (1997; 2003); e as mais de 35 monografias sobre Reservas da Biosfera e Similares nos Trópicos Úmidos. Acessar também a página: <<http://www.unesco.org/mab/south-south/index.htm>>.

estabelecer inventários abrangentes sobre as instituições de pesquisa que trabalham nos Trópicos Úmidos e suas pesquisas de maneira a evitar duplicação de esforços, identificar lacunas e ter uma melhor visão das várias oportunidades de mútuo conhecimento por meio de intercâmbio de experiências e de pesquisadores, professores e cientistas, assim como, por meio de projetos conjuntos.

Desde o momento de sua criação na Conferência da Manaus, o Programa Sul-Sul vem sendo implementado conjuntamente pela Unesco em Paris, a Universidade das Nações Unidas (UNU), em Tóquio e a Academia de Ciências do Terceiro Mundo (TWAS), em Trieste. A Unesco é a agência executora, por meio do programa MAB na Divisão de Ciências Ecológicas. O objetivo central do Programa é testar instrumentos para fomentar a cooperação Sul-Sul nos Trópicos Úmidos, com ênfase especial na construção e fortalecimento de redes, transferência de tecnologia e melhor conhecimento da gestão de reservas da biosfera.

O programa foi formulado com o intuito de dar cumprimento às recomendações da Conferência de Manaus e pôr em marcha as recomendações da Agenda 21 adotada na Conferência de Rio de Janeiro, particularmente, a Convenção sobre Biodiversidade. Em particular, como proporcionar um meio de vida sustentável e adequado para os habitantes dos trópicos úmidos como requisito básico para o desenvolvimento. No âmbito das regiões tropicais úmidas, dever-se-ia conceder atenção especial ao fortalecimento das reservas da biosfera e ao uso racional da biodiversidade para o benefício das populações locais e indígenas e dos países respectivos, incluindo: a) a reabilitação de áreas degradadas; b) a agrossilvicultura; c) a silvicultura; e, d) o uso sustentável da terra.

Nesse marco, o programa tem buscado alcançar seus objetivos por meio de duas estratégias principais: 1) ajudando a identificar formas de fortalecimento do desenvolvimento de instituições locais envolvidas com pesquisa, educação, e gestão em relação ao uso sustentável dos recursos naturais; e, 2) recomendando ações que levem ao desenvolvimento sustentável. Nesse sentido, o programa tem desenvolvido ao longo desses anos ações de intercâmbio de informações e resultados de pesquisa; divulgação de conhecimento científico por meio de diversas publicações; fortalecimento de redes, especialmente as redes das reservas da biosfera na

América Latina, Ásia e África, e a Unamaz; e eventos científicos e treinamento em tópicos específicos relacionados com o desenvolvimento dos trópicos úmidos.

No que se refere à Amazônia, os resultados do programa têm sido diversos. Uma das propostas feitas na Conferência de Manaus foi a formulação e implementação de um programa de doutorado em meio ambiente e desenvolvimento dos Trópicos Úmidos no Naea. O Programa Sul-Sul facilitou as negociações para a implementação desse doutorado a partir de setembro de 1994.

Por meio do Programa Sul-Sul estreitaram-se as relações da Unesco, da UNU e da TWAS com universidades membros da Unamaz, culminando com a formalização de um convênio de cooperação assinado entre a Universidade Federal do Pará e a UNU em 1996, por meio do qual se facilita a participação de estudantes e professores estrangeiros dos países amazônicos no programas da UFPA, e se estabelecem outras formas de cooperação entre as partes. Nesse convênio foram alocadas bolsas, em parceria com o CNPq e a UNU, para estudantes estrangeiros originários de países amazônicos para participar do Curso Internacional de Especialização em Política Científica e Tecnológica para a Amazônia (Cipcitam), oferecido pelo Naea. Essa experiência com a UNU avançou, estabelecendo-se um programa de bolsas para o mestrado em planejamento do desenvolvimento (Plades/Naea) a partir de 2002².

O Programa Sul-Sul tem patrocinado na Amazônia também cursos de curta duração, realização de eventos sobre temas variados, incluindo água, manejo de ecossistemas costeiros, populações humanas, ciência e tecnologia, e reservas da biosfera; além de publicações, participação em diversos eventos internacionais e pesquisa comparativa relacionada com meio ambiente e desenvolvimento.

O alcance e o impacto dos resultados do programa mereceram da Conferência Mundial de Ciência, realizada pela Unesco e ICSU em Budapeste, Hungria, em 1999, sua inclusão na lista de prioridades de atividades que deveriam ser seguidas e apoiadas. Graças ao Programa Sul-Sul foram

² No momento está em negociação parceria entre a UNU e o CNPq para alocar sete bolsas por ano para estudantes estrangeiros dos países amazônicos cursar o Plades.

identificadas instituições chaves na América Latina, África e Ásia envolvidas com a produção de conhecimento relacionado com o desenvolvimento nos Trópicos Úmidos. A identificação dessa capacidade instalada nos trópicos úmidos está, por meio do programa, sendo acionada para facilitar intercâmbios de cientistas e a formação de pesquisadores, devendo essas ações serem ampliadas por outras iniciativas.

O PROGRAMA SUL-AMERICANO DE APOIO ÀS ATIVIDADES DE COOPERAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO BRASIL COM PAÍSES DA AMÉRICA DO SUL (PROSUL)³

O Prosul é uma iniciativa brasileira em resposta à aprovação da proposta do Brasil na reunião dos presidentes dos países da América do Sul, em agosto de 2000, em Brasília, no sentido da criação de um fundo sul-americano visando a cooperação científica e tecnológica no sub-continente. A criação desse fundo está em curso e deverá ser aprovado pelos executivos e legislativos de todos os países, o que demandará tempo considerável. Considerando a grande receptividade e a relevância da proposta, o governo brasileiro decidiu, por iniciativa própria, adiantar ações, e estabeleceu um Programa com os objetivos aprovados pela reunião dos presidentes. Em 20 de dezembro de 2001, o então ministro da Ciência e Tecnologia, Embaixador Ronaldo Sardenberg, por meio da Portaria 872, criou o Prosul, com o objetivo de “apoiar atividades de cooperação em ciência e tecnologia (C&T) na América do Sul que contribuam, de forma sustentada, para o desenvolvimento científico e tecnológico da região, mediante a geração e apropriação de conhecimentos e a elevação da capacidade tecnológica dos países, em temas selecionados por sua relevância estratégica e que levem à melhoria da qualidade de vida dos seus cidadãos”.

O Prosul caracteriza-se, portanto, como uma típica iniciativa de cooperação Sul-Sul. Entre outros resultados, conforme a portaria que criou o Programa, “espera-se que a criação de uma plataforma comum de iniciativas regionais em C&T, apoiada pelo programa, venha a fortalecer eventuais projetos conjuntos de cooperação que possam, no futuro, ser submetidos às instâncias nacionais e multilaterais de fomento, além de favorecer parcerias com as comunidades empresarial e industrial sul-americanas”.

³ As informações foram tomadas fundamentalmente do relatório do programa Prosul elaborado pelo presidente de seu comitê gestor, Lindolpho de Carvalho Dias, em 04/12/2003.

Como se espera, o programa Prosul aloca recursos “semente” com o intuito de fortalecer a cooperação entre cientistas do Brasil e de países da América do Sul, no sentido de gerar projetos mais robustos capazes de serem negociados em agências nacionais e internacionais de fomento.

Conforme a listagem de projetos aprovados, a Amazônia tem se beneficiado com quatro ações, sendo duas na Universidade Federal do Pará, uma na Unamaz e outra no Museu Paraense Emilio Goeldi. É importante destacar a importância dada a formação e fortalecimento de redes na América do Sul. No caso da Amazônia, compartilhada por oito países, o Prosul é um mecanismo facilitador da cooperação.

OUTRAS INICIATIVAS DE COOPERAÇÃO SUL-SUL NA AMAZÔNIA

Ultimamente, têm surgido outras iniciativas de cooperação Sul-Sul envolvendo ciência e tecnologia na Amazônia que estão ganhando relevância e visibilidade no contexto nacional e internacional.

A Bolsa Amazônia é uma iniciativa que nasceu dentro do Programa Pobreza e Meio Ambiente (Poema), um programa de extensão da Universidade Federal do Pará, criado em 1991, e que atua em comunidades urbanas e rurais de mais de 47 municípios paraenses em projetos relacionados com agrossilvicultura, beneficiamento de produtos naturais, saneamento básico, saúde e nutrição, educação ambiental, capacitação, planejamento e assessoria municipal. O programa parte do princípio de que para se atingir o desenvolvimento sustentável na Amazônia é necessário formular e implementar estratégias que: 1) partam das especificidades do meio natural e sociocultural concreto na definição de modalidades de integração da Amazônia no contexto nacional e global; 2) incentivem a descentralização do planejamento a partir do município; 3) priorizem o atendimento das necessidades básicas das populações pobres, incentivando, ao mesmo tempo, a capacidade de auto-organização das mesmas como elemento imprescindível para alcançar a cidadania plena; 4) revalorizem os conhecimentos das populações camponesas e indígenas como subsídios importantes de estratégias de manejo sustentável dos ecossistemas regionais; 5) criem laços entre a produção e o beneficiamento dos produtos naturais; 6) busquem conquistar nichos de mercado que estejam se abrindo; 7) penetrem no seio da sociedade regional como referência política fortalecendo as instituições regionais na procura da sustentabilidade.

Nesse sentido, foi criado o Programa Bolsa Amazônia, uma parceria do Biotrade-Unctad e o Núcleo de Ação para o Desenvolvimento Sustentável (Poemar), uma ONG surgida do próprio Poema, lançado em novembro de 1998 em Lyon/França, durante a Conferência Internacional *Partners for Development*. É um programa regional que envolve a participação de quatro países da bacia amazônica: Brasil, Colômbia, Equador e Bolívia. A Bolsa Amazônia objetiva facilitar a comercialização, coleta de informação e promoção de produtos da Amazônia gerados de forma sustentável. Os produtos são selecionados conforme princípios ambientais, econômicos e sociais de sustentabilidade, todos eles originários da Amazônia. Pelo Programa se facilita a comercialização desses produtos feitos na base de fibras, cascas, frutas, ervas aromáticas e outros, em nível nacional e internacional, fortalecendo, dessa forma, a capacidade econômica de comunidades locais.

A Iniciativa Amazônica: Consórcio Internacional para a Conservação e Uso Sustentável dos Recursos Naturais, é uma rede integrada pelos sistemas nacionais de pesquisa agrícola de Bolívia, Brasil, Colômbia, Equador, Peru e Venezuela, e outras instituições regionais que “busca contribuir para a melhoria das condições de vida das populações amazônicas por meio de ações de pesquisa e desenvolvimento socioambiental à prevenção, redução e recuperação da degradação de recursos naturais, e à maior adoção de práticas que levem ao desenvolvimento sustentável (IA, 2004)”.

A Figura 2 ilustra os objetivos e resultados esperados das atividades da iniciativa amazônica que está em fase de implementação, mas que já realizou importantes eventos e contatos internacionais para viabilizar seu programa, especialmente no que se refere à recuperação de áreas degradadas na Amazônia.

INICIATIVA AMAZÔNICA		
Objetivo geral	Contribuir para a melhoria das condições de vida das populações Amazônicas através de ações de pesquisa e desenvolvimento sócio-ambiental voltadas à prevenção, redução, e recuperação da degradação de recursos naturais, e à maior adoção de práticas que levem ao desenvolvimento sustentável.	
Objetivos específicos	<p>1. Potencializar o papel da pesquisa para a análise e o dimensionamento das causas, impactos, e dinâmicas sócio-culturais associadas a processos de degradação de recursos naturais em suas variadas formas de expressão.</p>	<p>Resultados / Produtos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mapas temáticos de degradação de acordo com enfoques biofísicos e sócio-culturais • Estudos de processos de degradação • Rede inter-institucional para intercâmbio e discussões temáticas • Aportes de políticas (policy-briefs) • Indicadores comuns de degradação
	<p>2. Promover a difusão e potencializar o impacto de inovações tecnológicas que contribuam para a implementação de sistemas de produção sustentáveis.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Informações e experiências sistematizadas: tecnologias (validadas ou a validar), experiências existentes de sustentabilidade em comunidades • Indicadores de sustentabilidade identificados (SAFs, manejo de produtos não-madeireiros, manejo florestal, pecuária e pastagens, sistemas agrícolas) • Oportunidades ou restrições/barreiras para a adoção de sistemas sustentáveis de uso dos RN naturais identificados, com o enfoque em cadeias produtivas • Equipes técnicas (de referência nas temáticas da IA) melhor capacitadas nos países/regiões • Sítios de referência identificados para monitoramento de indicadores de sustentabilidade, e implementação de atividades “demonstrativas” • Prioridades de intervenção em P&D (sistemas de uso dos RN sustentáveis) identificadas e sistematizadas • Projetos/acções inovativos elaborados respondendo às oportunidades de intervenção priorizadas
Objetivos específicos	<p>3. Contribuir na formulação de políticas e instrumentos legais de apoio à produção que sejam socialmente justos e ecologicamente corretos.</p>	<p>Resultados / Produtos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sistematização e análise comparativa de políticas para o uso de recursos naturais nos países da Iniciativa Amazonica • Capacidades de gestão de políticas de RN dos governos locais/regionais analisadas comparativamente • Documentos de aportes de políticas (policy briefs) produzidos • Convergências/divergências identificadas, e propostas de harmonização formuladas • Instâncias para negociação da harmonização de políticas promovidas em conjunto com o OTCA • Compromissos em relação aos convênios internacionais: biodiversidade e mudanças climáticas • Organizações locais (INIAs e outros) fortalecidas para contribuir na formação de políticas • Fortalecimento de mecanismos inter-institucionais de gestão de políticas • Aporte em políticas de ciência e tecnologia para a Amazônia considerando a integração de conservação e desenvolvimento

	<p>4. Fortalecer instituições locais e capacitar recursos humanos para a transferência de tecnologias.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Rede virtual de indivíduos / instituições para intercâmbio de experiências e discussão de propostas colaborativas • Programas de capacitação e treinamento elaborados • Programas de colaboração horizontal inter-institucional • Diagnóstico de capacidades institucionais (recursos humanos e materiais inventariados) • Material de apoio à transferência de tecnologias elaborado • Estratégias / processos exitosos e inovativos de transferência de tecnologias identificados e promovidos • Mecanismos de comunicação estabelecidos (página web, informativos) • Integração com redes regionais (com enfoque territorial) efetivada, para o estabelecimento de mecanismos participativos
--	--	--

Fonte: Minuta da reunião do Comitê de representantes técnicos. Manaus, 9-11 de fevereiro, 2004.

Figura 2. Iniciativa Amazônica

A rede “Meio Ambiente, População e Desenvolvimento da Amazônia” (Mapaz) é uma iniciativa que surgiu com apoio do Prosul e do Programa Sul-Sul da Unesco/UNU/TWAS, e integra instituições e pesquisadores dos oito países amazônicos e a Guiana Francesa. Por meio da rede se desenvolvem estudos sobre a dinâmica populacional da Grande Amazônia (Pan-Amazônia), analisando sua distribuição espacial, composição demográfica, padrões migratórios, ritmo de crescimento e condições socioeconômicas, buscando identificar as relações recíprocas entre essa dinâmica e mudanças ambientais, e as implicações dessas relações para a formulação de políticas de desenvolvimento regional. Entre os objetivos específicos, incluem-se: 1) calcular a população da Região Amazônica dos oito países amazônicos e da Guiana Francesa; 2) criar um banco de dados em nível municipal com os dados demográficos levantados sobre a Amazônia de cada país; 3) elaborar um mapa da Grande Amazônia com a divisão municipal, o qual servirá de referência para plotar informações do banco de dados; e 4) elaborar um Atlas demográfico da Grande Amazônia (Aragón 2005).

Existem também iniciativas bilaterais com maior ou menor sucesso. A Comissão Bi-nacional de Alto Nível Brasil-Venezuela (Coban), por exemplo, desenvolveu importante trabalho de cooperação na área de C&T por meio do Programa Brasil-Venezuela de Cooperação em Ciência e Tecnologia, nos campos de saúde, tecnologia de alimentos, redes eletrônicas de informação, recursos naturais da Amazônia e gestão e planejamento em ciência e tecnologia, envolvendo diversas instituições do Brasil e da Venezuela, em atividades de pesquisa, treinamento e publicações (Aragón, 1997, 1999).

Vale mencionar aqui também o “Protocolo de Integração das Universidades da Amazônia Legal” (Pual), mesmo que essa iniciativa se dê somente na Amazônia brasileira. O Pual foi assinado em 1979 pelas instituições de educação superior da Amazônia brasileira com o objetivo de buscar a “consolidação de um programa de racionalização de recursos e da colaboração recíproca entre as instituições participantes, fazendo dele uma experiência útil para o tratamento em conjunto dos problemas comuns e para o estabelecimento de uma linguagem uniforme no diálogo entre ele e o Ministério da Educação e todas as instituições federais e regionais que atuam na Região Amazônica” (Estatutos do Pual).

É reconhecida a importância desse protocolo no aumento dos cursos de pós-graduação na Amazônia (Cury, 1997) e da interiorização de seus programas (Aragón, 2001).

Uma outra iniciativa, criada em 2001, é o “Protocolo de Integração das Instituições de Ensino Superior do Pará” com o objetivo de maximizar recursos físicos, humanos e financeiros para o estabelecimento de programas conjuntos (ou em consórcio) de formação de recursos humanos voltados para os interesses regionais.

LIÇÕES DA COOPERAÇÃO SUL-SUL NA AMAZÔNIA

Esse rápido balanço permite identificar questões chaves para a implementação de programas de cooperação Sul-Sul na Amazônia.

Em primeiro lugar, pode ver-se claramente o papel da liderança, capaz de dar forma à iniciativa, de convencer outros a segui-la, de ser vigilante para não distorcê-la, e de ser persistente para realizá-la. É o caso do papel do Brasil na iniciativa de criar um fundo para fomentar a cooperação em ciência e tecnologia entre os países da América do Sul. A experiência do Prosul é uma prova da necessidade da implementação desse fundo. Certamente a ciência brasileira, especialmente na Amazônia, ganhará enormemente com um programa dessa natureza.

Outro destaque importante é que os programas de cooperação devem ser guiados, de forma consistente pela clareza dos princípios que os fundamentam. Deve-se perguntar Cooperação Sul-Sul porquê, e, sobretudo, para quem? Em todas as experiências analisadas fica claro que o propósito fundamental é fortalecer a capacidade regional e de negociação. O caso da

Unamaz é especialmente ilustrativo. A maioria de universidades associadas são pequenas universidades, distantes dos centros de poder e com pouquíssima barganha de negociação. Por meio da associação elas se fortalecem, e negocia-se em bloco.

Mas as iniciativas extrapolam o próprio desenvolvimento científico e tecnológico, contribuindo para o desenvolvimento regional, como o demonstram, de forma específica, os casos da Bolsa Amazônia e do Tratado de Cooperação Amazônica.

O sucesso das experiências mencionadas esteve atrelado também ao caráter pró-ativo de suas atividades. Os programas de cooperação devem, portanto, caracterizar-se por um intenso fluxo de informação e pela realização periódica de atividades. Cada atividade deverá originar ações que permitam reforçar os princípios em que os programas se fundamentam e alcançar os objetivos propostos. Nesse caso, o Programa de Cooperação Sul-Sul é um bom exemplo. Os desdobramentos das atividades e do fluxo de informações extrapolaram o programa em si, o que permitiu que ele se expandisse. Não resta dúvida de que as reservas da biosfera dos trópicos úmidos são hoje mais conhecidas do que antes do Programa Sul-Sul; de que a comunicação entre os diversos autores, conferencistas, palestrantes, coordenadores e demais envolvidos no programa é hoje mais intensa do que antes do programa, e que essa comunicação tem originado outros projetos relacionados com a problemática do desenvolvimento dos Trópicos Úmidos; de que as pesquisas comparativas realizadas por meio do programa permitiram descobrir semelhanças e estratégias de desenvolvimento aplicáveis em diversas áreas dos Trópicos Úmidos; e de que o programa demonstrou que existe uma capacidade científica promissora instalada nos Trópicos Úmidos que precisa ser melhor utilizada.

A importância dos programas de cooperação Sul-Sul alcançar legitimidade é outra lição das experiências analisadas. Legitimidade implica em aceitação, respeito, credibilidade, competência (*accountability*). A legitimidade começa pelo reconhecimento da importância e a confiança dos atores diretamente envolvidos nos programas, que resulta em colaboração, trabalho e dedicação ao mesmo. A legitimidade passa também pela aceitação dos programas pela sociedade, pelo reconhecimento dos benefícios sociais das ações empreendidas. A legitimidade dos programas fortalecerão as negociações e o reconhecimento internacional, o que contribuirá significativamente para a sustentabilidade dos mesmos.

As iniciativas de cooperação Sul-Sul não poderão ter sucesso sem uma boa gestão. Casos, como os analisados acima, deixam claro a importância da transparência, da divulgação dos resultados, e de uma gestão participativa.

Finalmente, e não menos importante, ou talvez o mais importante: a questão de recursos, e não somente recursos financeiros, mas também de recursos físicos e humanos. Os recursos financeiros são, de certa forma, conseqüência dos fatores analisados anteriormente, mas os recursos físicos e humanos são extremamente escassos na Amazônia. Recursos humanos com competência capaz de levar avante os programas de cooperação são ainda insuficientes nas instituições amazônicas.

O QUE FAZER?

Face a esse quadro, pergunta-se: o que fazer? Vale a pena investir em programas de cooperação Sul-Sul? Os resultados até agora conseguidos justificam ações dessa natureza? Há garantias da ciência brasileira, e em especial na Amazônia, se beneficiar da cooperação Sul-Sul?

Não resta dúvida que não há respostas simples para essas perguntas. Entretanto, é fundamental se posicionar, desde o princípio, sobre dois pontos determinantes das ações a serem tomadas ou programadas:

1) Sobre a opção de desenvolvimento para essa região.

Egler (2001: 307) se pergunta:

“A discussão de quaisquer iniciativas que tenham por objetivo a implantação e consolidação de uma estrutura de geração, absorção e difusão de conhecimentos, técnicas e tecnologias, em regiões periféricas como a Amazônia, sempre coloca uma questão central quanto à pertinência da realização desses investimentos. Ou seja: face ao atual quadro de dificuldades com que se defronta a economia brasileira, que argumento justifica a montagem de um sistema de ciência e tecnologia (C&T) na Região Amazônica? Não seria preferível – e mais viável – utilizar a estrutura de C&T instalada nas regiões mais desenvolvidas do país para gerar aqueles conhecimentos e tecnologias de que a região necessita para o adequado aproveitamento de sua base de recursos naturais e, conseqüentemente, para seu desenvolvimento?”

O próprio Egler (2001:340) responde:

“Se a opção for um desenvolvimento que leve a uma progressiva depreciação da mão-de-obra local, a um esgotamento acelerado da base de recursos naturais e a uma degradação ambiental contínua dos ecossistemas, então a presente situação dos investimentos e ações no domínio da ciência e tecnologia são uma garantia para que essa opção seja viabilizada. Entretanto, se a opção for de um desenvolvimento mediante processo adequado e racional de uso de sua base de recursos naturais, com equidade social e econômica e sustentabilidade ambiental, então, elemento fundamental para viabilização dessa opção é a existência na Região Amazônica, de uma estrutura consolidada e competente de C&T”.

Será, portanto, por meio de um sistema sólido de C&T na Amazônia que parcerias equitativas poderão ser estabelecidas com instituições congêneres do país e do exterior, e o impacto desse sistema para o desenvolvimento regional será maior enquanto mais pertinente cientificamente for o sistema (Brasil, 2004).

Tudo dá a entender, e este seminário é uma mostra, ao considerar a Amazônia como área de interesse nacional, que existe vontade política no Brasil, para implementar políticas que consolidem e fortaleçam o sistema de C&T na Amazônia. Nesse sentido, como a professora Bertha K. Becker afirma, será necessário fazer uma verdadeira “revolução científica” com a utilização dos mais avançados instrumentos e competências da ciência contemporânea. Para alcançar tal objetivo, investimentos pesados deverão ser feitos em três segmentos identificados por Egler (2001) como críticos para o adequado desempenho do sistema de C&T na Amazônia:

- Formação e fixação de recursos humanos qualificados;
- Ampliação e consolidação institucional dos centros de formação e pesquisa; e
- Apoio à realização de projetos de P&D.

Deve-se levar em conta, entretanto, as diversas vertentes sociais que intervém na formulação de uma agenda de C&T na Amazônia. Machado (2003) sintetiza muito bem as múltiplas instancias, instituições e interesses envolvidos na formulação e implementação de uma agenda de C&T na Amazônia, e que, em seu conceito, terão que de alguma forma ser conciliadas para que esforços dessa natureza alcancem os resultados esperados (Figura 3).

No que se refere ao objetivo subjacente, Egler (2001) deixa claro os caminhos que pode seguir uma política de C&T na região. Os compromissos aos quais a C&T deva responder podem variar desde o entendimento de que a Amazônia é simples repositório de recursos naturais, de que deve ser preservada como área intocável, ou explorada conforme os princípios do desenvolvimento sustentável.

A ênfase a privilegiar diz respeito ao enfoque dos esforços de C&T na Região: Pesquisa básica, pesquisa aplicada, aperfeiçoamento de práticas autóctones ou busca de novas tecnologias.

Objetivo subjacente	Utilização como fronteira econômica		
	Desenvolvimento sustentável		
	Preservação sem uso econômico		
	Não compromissada		
Ênfase a privilegiar	Pesquisa básica		
	Pesquisa aplicada		
	Aperfeiçoamento de tecnologias autóctones		
	Alternativas tecnológicas novas		
Fonte de interesses coligados	Internacionais	Conservacionistas	
		Econômicos	
		Geopolíticos	
	Nacionais centralizados	Órgãos de C&T	
		Órgãos de desenvolvimento	
		Órgãos de aglutinação política	
		Órgãos com outros interesses na Amazônia	
	Regionais	Órgãos federais de desenvolvimento	
		Governos estaduais e municipais	
		Sociedade civil organizada	
Instituições de pesquisa		Com agenda regional	
		Atrelada a agenda centralizada	
Instituições de ensino superior			
Amplitude dos programas a atender	Internacional		
	Panamazônico		
	Nacional		
	Regional		
Localização dos fóruns geradores	Na região		
	Em fóruns nacionais não regionais		
	Em fóruns panamazônicos		
	Em fóruns internacionais	Organismos multilaterais	
		Governos	
		Instituições financeiras	
		Militância social organizada	

Fonte: Machado, 2003, p. 63.

Figura 3. Vertentes sociais intervenientes na formação da agenda da ciência e educação superior na Amazônia

Há, por outro lado, múltiplos interesses coligados em C&T na Amazônia. Há interesses conservacionistas, econômicos e geopolíticos em nível internacional; há interesses nacionais de órgãos centralizados nacionais, como os próprios ministérios e outras instituições federais; há, enfim, interesses regionais e locais como os governos estaduais e municipais, as instituições de pesquisa e universidades, e a sociedade civil organizada.

A amplitude dos programas a serem formulados deverão abarcar os níveis internacional, Pan-amazônico, nacional e regional.

Outro aspecto a considerar é a diversidade de fóruns geradores de diretrizes de C&T na Amazônia. Nesse sentido, cuidados especiais deverão ser tomados nos rumos que a ciência e a educação superior poderão tomar nos processos atuais de internacionalização, destacando, sobretudo, o papel que deve jogar, por exemplo, a Organização Mundial do Comércio, na intenção de regulamentar os serviços educativos no mundo (Dias, 2003). Como conciliar os diversos interesses desses múltiplos atores?

2) Sobre o conceito de Amazônia

Há consenso, hoje, que a Amazônia é uma região integrada por territórios de nove soberanias, e que esforços deverão ser feitos para implementar ações conjuntas em busca do desenvolvimento regional, mas sem comprometer a soberania de cada um a sua própria Amazônia (Aragón, 2002; 2005). Nesse sentido, atividades coordenadas deverão ser programadas em relação a pontos críticos que afetam a ação e desenvolvimento da C&T na região, entre os que se destacam aqueles apontados por Egler (2001) para o caso da Amazônia brasileira, e outros como: controle a biopirateria; uso de recursos biológicos por comunidades nativas; uso compartilhado de informações; e assimetrias entre as instituições geradoras de C&T.

Já foram feitos esforços no sentido de formular as bases de uma agenda de C&T para a Pan-Amazônia, que, hoje, a OTCA sintetiza e busca implementar. Deve-se acudir as propostas e recomendações da Conferência Internacional “Uma estratégia Latino-Americana para a Amazônia”, organizada em 1992 pelo Memorial da América Latina como contribuição à Rio 92 (Pavan, 1992); e da Conferência Internacional “Amazônia 21: Uma agenda para um mundo sustentável”, organizada em 1997, pela Unamaz e a secretaria da Amazônia do Ministério do Meio Ambiente, como

contribuição a uma possível agenda de trabalho da OTCA (Aragón, 1998). Essas duas conferências, além de fazer um balanço dos maiores desafios para a implementação de políticas de C&T na Amazônia, recomendam uma série de medidas ainda vigentes, no sentido de fortalecer a capacidade regional em C&T.

Tem que se reconhecer, entretanto, que ainda existindo alguns esforços, como aqueles apresentados aqui, se está muito longe de assegurar programas consolidados e duradouros de cooperação amazônica. Entre as ações mais prementes a serem apoiadas, encontram-se as seguintes:

ESTABELECEER UM PROGRAMA DE BOLSAS DE PÓS-GRADUAÇÃO NOS PAÍSES AMAZÔNICOS ESPECIALMENTE DIRIGIDO AO FORTALECIMENTO DA CAPACIDADE EM C&T NA AMAZÔNIA

Existem em alguns países da Amazônia, centros dedicados, ou com programas de pós-graduação orientados a pesquisar a Amazônia. Cada país amazônico poderia destinar um certo número de bolsas, dentro do estoque já existente, para formar quadros de “amazonólogos” em qualquer área do conhecimento. Um programa que poderia ser gerenciado por meio da OTCA e da Unamaz.

IMPLEMENTAR O FUNDO SUL-AMERICANO VISANDO À COOPERAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA NO SUBCONTINENTE

Esse fundo já foi aprovado pela reunião de presidentes da América do Sul, em Brasília, no ano 2000. Sua implementação, entretanto, depende da sua aprovação pelos parlamentos de cada país. O Brasil, que fez a proposta, está dando mostras claras de sua viabilidade e importância por meio do Prosul. Parte desse fundo poderia ser o programa de bolsas para a Amazônia, indicado anteriormente.

criação de um instituto amazônico de geografia e estatística

Não será possível desenvolver ações conjuntas sem informação adequada. A dificuldade nesta matéria é tão grande que nem a população total ou a definição da própria Amazônia é possível calcular com precisão (Aragón, 2005). O que se propõe aqui é criar um instituto em forma de rede integrando os diversos institutos de estatística dos países amazônicos, para que, sob a coordenação de um deles, desenvolva um programa voltado para armazenar e divulgar dados estatísticos sobre toda a Amazônia.

Paralelamente, ou como parte da atividade de um instituto dessa natureza, dever-se-ia fazer um levantamento da capacidade instalada em cada país relacionada com o desenvolvimento de C&T na Amazônia. O que pode oferecer cada um e quais são suas principais necessidades. Quais são os sistemas de C&T de cada país e como está inserida a Amazônia nesses sistemas, e qual é a política de desenvolvimento de C&T voltada para a Amazônia. A OTCA poderia trabalhar nesse sentido por meio de um acordo entre os países. A Unamaz poderá dar grande contribuição num programa que vise o levantamento da capacidade instalada em C&T na Amazônia, ou nos países amazônicos.

FORTALECIMENTO DAS REDES DE C&T DA AMAZÔNIA

Há estímulo para o trabalho em rede na Amazônia, tanto em nível nacional como internacional. Programas do MCT e do CNPq como o próprio Prosul, institutos do Milênio e outros requerem, inclusive, a formação de redes. Essas novas iniciativas juntam-se a outras em andamento na Amazônia como Unamaz, Mapaz, Iniciativa Amazônica e Bolsa Amazônia, em nível internacional; e, Pival e Protocolo de Integração das Instituições de Ensino Superior do Pará, em nível nacional. Essas são iniciativas que já deram mostras da importância de se trabalhar em rede e que precisam de estímulo e apoio para sua consolidação. O Programa Sul-Sul da Unesco/UNU/TWAS, está cada vez mais envolvido com atividades na Amazônia, apoiando e patrocinando diversas iniciativas. Por meio dele poder-se-ia ampliar os laços institucionais da Amazônia com instituições congêneres na África, América Latina e Ásia, mas necessita de maiores recursos.

Na medida em que as redes se fortalecem, a mobilidade acadêmica tanto de estudantes como de professores e pesquisadores tende a aumentar, fomentando a integração regional e o “sentimento” regional que podem levar a compromissos duradouros com o desenvolvimento da região.

CURSOS DE PÓS-GRADUAÇÃO INTERINSTITUCIONAIS

Um programa da Capes no Brasil, de mestrado interinstitucional (Minter) é um mecanismo utilizado por diversas universidades da Amazônia brasileira. Mestrados considerados excelentes são oferecidos em universidades da região, formando in loco turmas de professores que dificilmente poderiam se deslocar para realizar os cursos na matriz. Essa

modalidade está sendo realizada com sucesso pela Universidade Federal do Pará por meio do Naea, em Rondônia, com o doutorado, e no Maranhão com o mestrado. A demanda por cursos dessa natureza é grande na própria Amazônia brasileira, mas também por parte de instituições das demais Amazônias nacionais. Um levantamento de oferta e demanda desses cursos entre universidades da Unamaz, por exemplo, poderia dar origem a um amplo programa de capacitação de professores utilizando esse mecanismo.

EDUCAÇÃO VIRTUAL E CURSOS EM REDE

Vencer as grandes distâncias e a escassez de recursos humanos altamente qualificados na região são limitações quase insuperáveis na Amazônia. As novas tecnologias de educação virtual poderiam ajudar a superar tais limitações. Entretanto, são programas que exigem um certo avanço tecnológico e a superação da cultura tradicional da educação presencial. Algumas iniciativas em nível de graduação e especialização já foram introduzidas na região por meio da Universidade Federal do Pará e da Universidade Federal do Amazonas, que precisam ser avaliadas para melhorá-las e ampliá-las. Não há dúvida de seu potencial e dos bons resultados de experiências realizadas noutras regiões do país e no exterior. Nesse sentido, programas de educação virtual e a distância merecem ser considerados com atenção e implementar projetos piloto a fim de avaliar sua eficiência e eficácia na região como um todo. Uma proposta em negociação, é o curso de Especialização em Política Científica e Tecnológica para o Desenvolvimento da Amazônia (CIPCTAM), que durante mais de cinco anos foi dado de forma presencial no Naea, e que se pretende dar de forma virtual, primeiramente na Amazônia brasileira, para posteriormente oferecer-se para os demais países amazônicos.

Outra forma de aproveitamento dos escassos recursos humanos altamente qualificados são cursos em consórcio ou em rede. Agrupam-se várias instituições, agregando sua capacidade para realizar, por exemplo, um mestrado ou doutorado conjunto. Uma instituição sozinha pode não ter a capacidade suficiente para realizar o curso, mas juntando-se a outras isso é plenamente possível. Nesse sentido, algumas iniciativas estão sendo estudadas pelo Protocolo de Integração das Instituições de Ensino Superior do Pará.

CONCLUSÕES

A questão central deste trabalho que aborda a questão de C&T na Amazônia é como fortalecer a capacidade endógena do sistema de C&T da região por meio da cooperação Sul-Sul. É inegável o avanço científico, tecnológico e de inovação nos países desenvolvidos em relação à América Latina, ao Brasil, e à Região Amazônica, em particular. Reconhece-se a necessidade de buscar mecanismos para uma rápida transferência de conhecimentos desses países; mas reconhece-se, também, que essa transferência, para que seja efetiva, necessita de massa crítica capaz de absorvê-la, adaptá-la e ampliá-la nos países e regiões receptores.

Uma das condições essenciais para o fortalecimento da produção científica e tecnológica na Região Amazônica é o compromisso dos governos de dedicar maior atenção neste campo. Poucos países subdesenvolvidos chegam a investir 1% do seu PIB em ciência e tecnologia, em relação aos 3% e mais em países desenvolvidos. Esse é certamente um dos gargalos mais sérios a superar: investir em educação científica e pesquisa sem prejudicar as políticas sociais que tratam das necessidades básicas da população (Aragón, 2001).

A América Latina, em conjunto, está em condições de fortalecer seus tênues laços de cooperação, contribuindo, como consequência, com o fortalecimento da cooperação amazônica. Um programa alfa latino-americano não somente é possível mas desejável (Brovetto, 1997). As universidades latino-americanas e suas associações acompanham as deliberações da cúpula de chefes de estado dos países ibero-americanos, no sentido de estabelecer programas que fortaleça a cooperação entre elas.

O Brasil tem desenvolvido mecanismos para acolher estudantes, especialmente em nível de pós-graduação em suas universidades, por meio do programa de bolsas PEC/PG, beneficiando inclusive várias instituições amazônicas.

Existem também agências que facilitam a cooperação Sul-Sul, como a Universidade das Nações Unidas por meio do programa Sul-Sul, oferecendo bolsas para estudantes realizarem seus cursos dentro da própria América Latina. São os programas de bolsas para terceiros países. O DAAD, da Alemanha, durante vários anos, por exemplo, patrocinou um programa de

bolsas para estudantes estrangeiros originários de países amazônicos realizar seu mestrado em geologia na Universidade Federal do Pará (Geller, 1996). Nesse mesmo sentido, bolsas de curta duração tipo bolsas sanduíche do CNPq poderiam ser aproveitadas para realizar trabalho de pesquisa entre instituições amazônicas.

A viabilização dessas iniciativas, entretanto, requer, como afirma Egler (2001), medidas de natureza política, legal, institucional e administrativa de difícil implantação. Mas a grandeza que a Amazônia representa para o Brasil, para os países amazônicos e para o mundo, requer medidas acordes com o tamanho do desafio.

REFERÊNCIAS

ACEVEDO, Rosa Elizabeth Marin. (Org.) *UNAMAZ: um projeto de cooperação pan-amazônica*. Belém: UNAMAZ, 2003.

ARAGON, Luis E. *The Amazon as study object: building regional capacity for sustainable development*. Stockholm: Institute of Latin American Studies, 1994.

_____. *Ciência e educação superior na Amazônia: desafios e oportunidades de cooperação internacional*. Belém: UNAMAZ/NAEA, 2001.

_____. Há futuro para o desenvolvimento sustentável na Amazônia? In: MELLO, Alex Fiúza de (Org.). *O futuro da Amazônia: dilemas, oportunidades e desafios no limiar do século XXI*. Belém: UFPA, 2002, p.33-53.

_____. Até onde vai a Amazônia e qual é a sua população?. In: ARAGÓN, Luis E. (Org.) *Populações da Pan-Amazônia*. Belém: NAEA/UNESCO, 2005, p. 13-23.

_____. Desenvolvimento sustentável e cooperação internacional. In: XIMENES, Tereza (Org.). *Perspectivas do desenvolvimento sustentável: uma contribuição para a Amazônia 21*. Belém: NAEA, 1999. p. 577-604.

_____. Fortalecimiento de la cooperación internacional horizontal en América Latina. In: YARZÁBAL, Luis (Ed.). *La educación superior en el siglo XXI: Visión de América Latina y el Caribe*. Caracas: UNESCO/CRESALC, 1997. p. 1.143-1.166.

ARAGON, Luis E. (Org.) *Conferência internacional Amazônia 21: uma agenda para um mundo sustentável*. Brasília: UNAMAZ/SCA, 1998.

_____. *Conservação e desenvolvimento no estuário e litoral amazônicos*. Belém: NAEA/UNESCO, 2003.

ARAGON, Luis E. e CLÜSENER-GODT, Miguel (Org.) *Reservas da biosfera e reservas extrativistas: conservação da biodiversidade e ecodesenvolvimento*. Belém: UNAMAZ/UNESCO, 1997.

_____. *A problemática do uso local e global da água da Amazônia*. Belém: NAEA/UNESCO, 2003.

ATRIA, Raul. *Perspectivas de la cooperación técnica en América Latina: escenarios y tendencias: documento de trabajo del III Curso sobre Gestión de la Cooperación Internacional*. Santiago de Chile: OEA, 1999.

BECKER, Bertha. Proposta de política de ciência e tecnologia para a Amazônia. *Parcerias Estratégicas*, v. 19, p. 289-309, 2004.

BRASIL, Walterlina. *Pertinência científica das IFES universitárias e desenvolvimento regional: pressupostos, razões e alternativas na Amazônia*. 2004. Belém: NAEA, 2004. Tese de doutoramento.

PROVETTO, Jorge. Cooperación internacional en educación superior. In YARZÁBAL, Luis (Ed.). *La educación superior en el siglo XXI: visión de América Latina y el Caribe*, Caracas: UNESCO/CRESALC, 1997. p. 1.183-1.198.

CLÜSENER-GODT, Miguel. Implementing agenda 21: nature conservation and sustainable development in the humid tropics. *Tropical Ecology*, v. 45, n. 1, p. 183-186, 2004.

CLÜSENER-GODT, Miguel; SACHS, Ignacy (Ed.). *Brazilian perspectives on sustainable development of the Amazon Region*. Paris: UNESCO/MAB, 1995.

CURY, Amadeu. A CAPES e o projeto norte de pesquisa e pós-graduação. In: ARAGON, Luis E. (Org.). *Educação, ciência e tecnologia: bases para o desenvolvimento sustentável da Amazônia*. Belém: UNAMAZ, 1997. p.105-118.

DIAS, Marco Antonio Rodrigues. A pertinência da ciência e da educação superior para o desenvolvimento local. In: ARAGON, Luis E. (Org.). *Conservação e desenvolvimento no estuário e litoral amazônicos*. Belém: NAEA/UNESCO, 2003. p. 21-42.

EGLER, Paulo César G. Capacitação para pesquisa e desenvolvimento em ciência, tecnologia e inovação na Amazônia. In: FAULHABER, Priscila; TOLEDO, Peter Mann de. (Eds.) *Conhecimento e fronteira: história da ciência na Amazônia*. Belém: MPEG, 2001. p. 307-342.

GELLER, Volker. El programa de becas DAAD/UNAMAZ en el área de geociencias de la Universidad Federal de Pará. In: ARAGON, Luis E. (Org.). *Educação, ciência e tecnologia: bases para o desenvolvimento sustentável da Amazônia*. Belém: UNAMAZ, 1997. p. 173-181.

HASSAN, Mohammed. Strategies for building indigenous science and technology capacity in the south for sustainable, science-driven and environmentally sustainable development. In: ARAGON, Luis E. (Org.). *Desenvolvimento sustentável nos trópicos úmidos*. Belém: UNAMAZ, 1992. p. 35-40.

INICIATIVA AMAZÔNICA – IA. *Minuta da reunião do comitê de representantes técnicos*. Manaus, 9-11 de fevereiro de 2004. <<http://www.asb.cgjar.org/ia/docs.htm>>

LAUS, Sonia Pereira. *El proceso de internacionalización de la educación superior en Latinoamérica: el caso de Brasil*. Internationalization of higher education in Latin America project. [S.l.]: Banco Mundial, 2003. Versão preliminar não publicada.

MACHADO, José Alberto. A pertinência da ciência e educação superior para o desenvolvimento local: uma possibilidade real ou uma utopia impertinente?. In: ARAGON, Luis E. (Org.). *Conservação e desenvolvimento no estuário e litoral amazônicos*. Belém: NAEA/UNESO, 2003. p. 55-65.

ORGANIZAÇÃO DO TRATADO DE COOPERAÇÃO AMAZÔNICA - OTCA. *Plano estratégico da Organização do Tratado de Cooperação Amazônica, (2004-2012)*. Brasília: OTCA, 2004.

PAVAN, Crodowaldo (Org.). *Uma estratégia Latino-Americana para a Amazônia: relatório-síntese e recomendações*. São Paulo: Memorial da América Latina, 1992.

SACHS, Ignacy. The aftermath of the Earth Summit: unfolding the process. In: ARAGON, Luis E. et al. (Org.). *Science, development and environment in Brazil: experiences and options for the future*. Stockholm: Institute of Latin American Studies, 1994. p. 227-239.

Estruturação da Economia do Hidrogênio no Brasil

*Maria das Graças Silva Foster**
*Symone Christine de S. Araújo***
*Mário Jorge da Silva****

1. INTRODUÇÃO

O hidrogênio não é um combustível primário, encontrando-se quase sempre associado a outros elementos químicos, e, para utilizá-lo, é necessário extraí-lo de sua fonte de origem, que normalmente implica no gasto de uma certa quantidade de energia. O hidrogênio, assim produzido contém grande parte da energia química, térmica e/ou elétrica empregada em sua geração, a qual poderá ser recuperada praticamente em sua totalidade por meio de processos adequados.

Apesar da energia cedida pelo hidrogênio ser menor do que a energia total utilizada na sua obtenção, apresenta vantagens importantes que o qualificam como um dos combustíveis que irão, certamente, substituir os derivados do petróleo. A principal vantagem do hidrogênio é que reações químicas necessárias para reconvertê-lo em energia produzem somente água como produto final, ou seja, não há emissão de gases poluentes ou gases de efeito estufa. Outras vantagens são seu alto poder calorífico, apesar da pequena massa específica, não ser tóxico e ser bastante reativo.

Por outro lado, as atuais tecnologias para o uso energético do hidrogênio não lhe conferem competitividade frente aos energéticos concorrentes. Além disso, não existe hoje, no Brasil e no mundo, infra-estrutura instalada que contemple, do ponto de vista comercial, as atividades de produção, armazenamento, transporte, distribuição e consumo do hidrogênio energético.

* Maria das Graças Silva Foster é secretária de Petróleo, Gás Natural e Combustíveis Renováveis, do Ministério das Minas e Energia (MME).

** Symone Christine de S. Araújo é especialista em Políticas Públicas e Gestão Governamental, da Secretaria de Petróleo, Gás Natural e Combustíveis Renováveis (MME).

*** Mário Jorge da Silva é diretor do Departamento de Gás Natural, da Secretaria de Petróleo, Gás Natural e Combustíveis Renováveis (MME).

Os desafios inerentes ao desenvolvimento da Economia do Hidrogênio (1), embora expressivos, não configuram dificuldades intransponíveis. Ao contrário, apontam um elenco de oportunidades que farão surgir nos países que investem no seu desenvolvimento, além da diversificação estratégica da matriz energética, novas empresas de bens e serviços, assim como a focalização das atividades de pesquisa, desenvolvimento e suporte tecnológicos, indispensáveis para dar sustentabilidade aos negócios relacionados à nova economia.

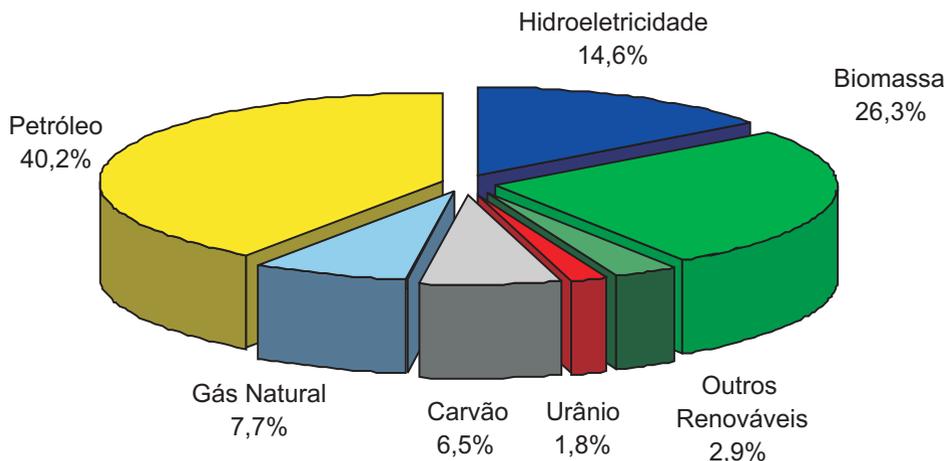
O presente trabalho faz um apanhado geral de como poderá estruturar-se a cadeia do hidrogênio no Brasil, sendo um extrato do relatório intitulado “Roteiro para Estruturação da Economia do Hidrogênio no Brasil” (2), elaborado sob a coordenação do Ministério de Minas e Energia. Apresenta sucinto diagnóstico do setor hidrogênio no Brasil, bem como as macroatividades inerentes à estruturação de sua cadeia, quais sejam: produção do combustível, considerando as vocações nacionais quanto à disponibilidade dos insumos renováveis e fósseis, logística de transporte, armazenamento, distribuição e etapas de conversão. São também apontados o grau de maturidade das tecnologias associadas, os grandes marcos que norteiam um conjunto de atividades a implementar, assim como os próximos passos com vistas a antecipar o futuro e promover a utilização do hidrogênio na década de 2020.

2. MATRIZ ENERGÉTICA NO BRASIL

Ao momento em que se apresenta um processo para estruturação da Economia do Hidrogênio, faz-se oportuno resgatar algumas informações sobre a utilização de energéticos de origem fóssil e renovável no país. Isto feito, ficarão apontadas as motivações que levam o Brasil a debruçar-se na efetivação da Economia do Hidrogênio, vetor energético produzido a partir de insumos como etanol, água, gás natural ou biomassa, e tendo, como principais aplicações, os mercados de geração distribuída de energia elétrica e transporte veicular.

A oferta interna de energia no Brasil (3) totalizou, em 2003, 201.704 toneladas equivalentes de petróleo (tep), ou o correspondente a 4,0 milhões de barris equivalentes de petróleo por dia. A distribuição dessa oferta pelas diversas fontes de energia primária, denominada Matriz Energética

Brasileira (4) e apresentada na figura 1, denota a expressiva participação dos recursos renováveis (cerca de 44%) ainda que o petróleo seja a fonte mais utilizada no país.

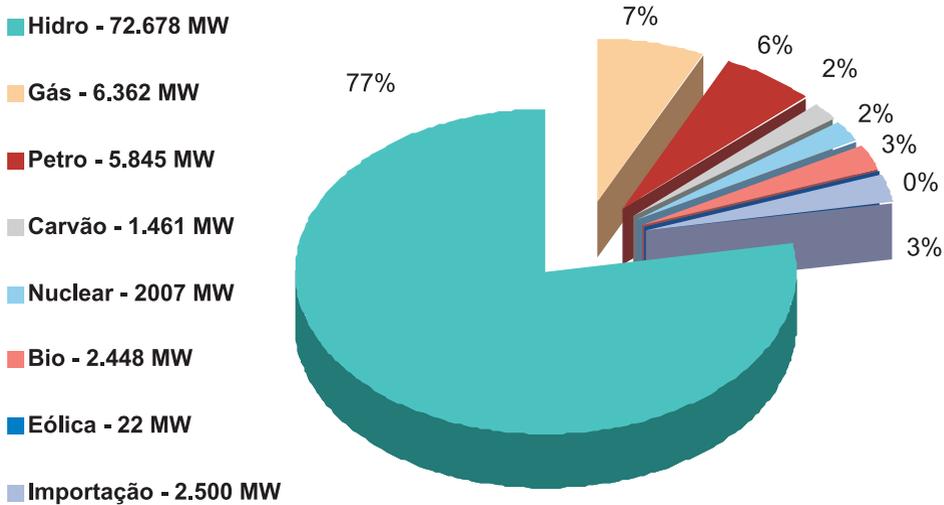


Fonte, MME, BEN 2004.

Figura 1. Matriz Energética Brasileira.

As reservas provadas de petróleo no país remontam a 11,2 bilhões de barris. A produção de petróleo atingiu, em 2004, 1,54 milhões de barris por dia frente a um consumo de 1,71 milhões de barris. Em abril de 2005, a produção nacional atingiu a marca de 1,72 milhões de barris por dia. Com relação ao gás natural, as reservas provadas totalizam 313 bilhões de m³. Entretanto, sua oferta deverá aumentar significativamente nos próximos anos, quando da entrada em produção das descobertas recentes nas Bacias de Camamu-Almada, do Espírito Santo, de Sergipe-Alagoas e, principalmente, Santos. Ressalta-se que esta última está estimada em 426 bilhões de m³ e com início de produção previsto para 2008. A infra-estrutura de transporte, que hoje compreende 5.688 km de extensão, alcançará 10.315 km até 2007 (4). Isto feito, estará configurada a interligação entre as diferentes regiões do país, bem como a integração energética no Cone-Sul (Brasil, Argentina e Bolívia).

A energia elétrica (3) ofertada ao mercado brasileiro, em 2003, totalizou 402,1 GWh, correspondente a 45.900 MW médios. Desse total, 77% foram fornecidos por usinas hidrelétricas, cuja capacidade instalada é de 73 GW. Tamaña participação decorre do enorme potencial do Brasil na geração de energia por meio de fontes renováveis. Contudo, apenas 24% do potencial hidrelétrico aproveitável são explorados (5).



Fonte: MME – 2004.

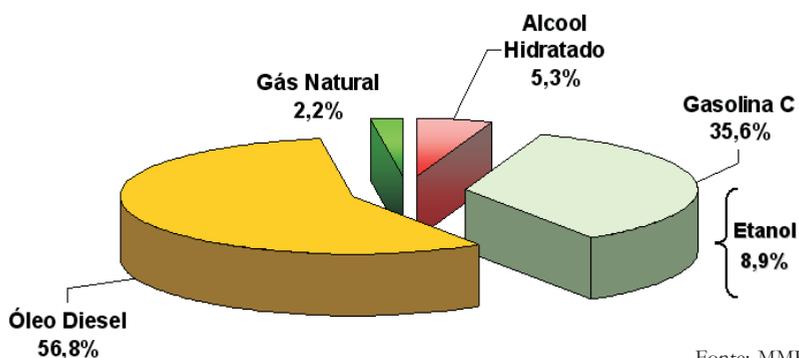
Figura 2. Matriz de Energia Elétrica.

Há no país grandes extensões de áreas não agricultáveis com insolação abundante. Destas, várias regiões possuem regimes de vento suficientes para a exploração eólica comercial. A disponibilidade de biomassa representa um potencial de 13 GW, considerando apenas a cana-de-açúcar, principal fonte de resíduos para geração termelétrica (6).

O álcool e a cana-de-açúcar desempenham importante papel na economia brasileira, com relevante participação na matriz energética do país. A cana e seus derivados respondem por 13,4% da oferta interna de energia, colocando o Brasil como líder mundial na produção de álcool. Na safra 2003/2004 (7 e 8) foram plantados 5,4 milhões de hectares de cana-de-açúcar, ou 357 milhões de toneladas desta. Depois de processadas em 304 usinas e destilarias, transformaram-se em 14,6 bilhões de litros de álcool e 24,9 milhões de toneladas de açúcar. Registra-se ainda que o aprimoramento da etapa industrial garante a produção de 80 litros de álcool por tonelada de cana processada (4). As estimativas são de que, até 2010 (8 e 9), o Brasil estará produzindo 20 bilhões de litros de álcool a partir de 520 milhões de toneladas de cana-de-açúcar, elevando a área plantada em 2 milhões de hectares (8).

A oferta interna de combustíveis veiculares (10), em 2003, totalizou pouco mais de 1,0 milhão de barris por dia, cuja distribuição, indicada na

Matriz de Combustíveis Veiculares (figura 3), apresenta participação majoritária do diesel e da gasolina C (11). Também compõem a matriz o etanol e o gás natural. Adicionalmente, convém ressaltar que o uso comercial do biodiesel, no Brasil, foi autorizado em dezembro de 2004. A adição autorizada é de 2% de biodiesel misturado ao diesel de petróleo, até dezembro de 2007. No período 2008 a 2012, a adição de 2% será obrigatória. No ano de 2013, o percentual de mistura passará a ser de 5% (B5), também obrigatória.



Fonte: MME – 2004.

Figura 3. Matriz de Combustíveis Veiculares.

Como se verifica, o Brasil dispõe de uma matriz diversificada, haja vista as alternativas que possui para produzir combustíveis de natureza fóssil e renovável. Concomitantemente, a retomada sustentável do crescimento da economia implicará em maiores consumos de energia, no médio e longo prazo, constituindo um ambiente favorável para a introdução gradual do hidrogênio no mercado. Ressalta-se que se produzido a partir de insumos de natureza renovável, o Brasil estará em sintonia com as iniciativas internacionais para redução das emissões atmosféricas e diminuição da dependência dos combustíveis fósseis.

3. O HIDROGÊNIO NO BRASIL

A utilização do hidrogênio com fins energéticos é praticamente inexistente no Brasil, sendo a produção atual voltada em quase sua totalidade para fins industriais.

- Hidrogênio de uso industrial: a produção de hidrogênio de uso industrial é bastante expressiva nas indústrias de petróleo, alimentícia, de fertilizantes

e de aço. Em 2002 foram produzidas 425 mil toneladas de hidrogênio (12). Em 2004, este valor cresceu, sendo que apenas a Petrobras ultrapassou 180 mil toneladas/ano de hidrogênio produzidas nas suas refinarias (13). Esta produção, se convertida integralmente em eletricidade por meio de células a combustível (14) de 40% de eficiência, geraria mais de 2,4 TWh (15).

- Hidrogênio para fins energéticos: estima-se que a produção de hidrogênio para fins energéticos esteja em 5.000 m³/ano (16), consumida totalmente nos projetos de demonstração. Os sistemas de eletrólise atuais não são competitivos e a reforma de gás natural só é viável economicamente em grande escala, adequada aos sistemas de muitos MW, mas não às plantas com células a combustível existentes hoje, ainda abaixo de 400 kW. A produção do hidrogênio a partir da reforma do etanol, gaseificação da biomassa e conversão biológica ainda encontra-se em fase inicial de desenvolvimento. Ademais, não há hoje no Brasil infra-estrutura logística para a comercialização do hidrogênio como vetor energético.

Em nível mundial, o mercado de células a combustível oferece poucos produtos comerciais. A quase totalidade das empresas desenvolve e testa protótipos, vendidos a grupos de pesquisa e usuários interessados em conhecer as aplicações do hidrogênio. A capacidade instalada de células a combustível no mundo totaliza 63 MW de potência para geração estacionária (17). A tecnologia mais utilizada nas plantas estacionárias tem sido a de ácido fosfórico, com 255 plantas instaladas, totalizando 51 MW (17). As células estacionárias restantes são de eletrólito polimérico, carbonato fundido e óxido sólido.

Atualmente, o Brasil conta com três plantas estacionárias de células em operação, duas no Paraná e uma no Rio de Janeiro, com potência de 200 kW cada uma, alimentadas com gás natural reformado a hidrogênio. Uma quarta célula, também localizada no Paraná, aguarda comissionamento.

Com relação ao transporte coletivo, os ônibus a hidrogênio em circulação, no mundo, totalizam uma potência instalada de 4 MW (18). No Brasil não há ônibus ou veículos de carga em circulação, mas já foram desenvolvidos protótipos de veículos de passeio (19). Atualmente, dois projetos demonstrativos de ônibus a hidrogênio encontram-se em desenvolvimento (20).

4. A CADEIA DE SUPRIMENTO DO HIDROGÊNIO COMO VETOR ENERGÉTICO

A cadeia de suprimento do hidrogênio com fins energéticos compreende os seis ambientes mostrados na figura 4.



Figura 4. Cadeia de suprimento do hidrogênio como vetor energético.

- Produção de hidrogênio

O processo de produção do hidrogênio demanda a utilização de dois insumos básicos: o químico e o energético. De forma geral, os compostos orgânicos considerados como insumos químicos nos processos de produção de hidrogênio são também utilizados como insumos energéticos, como é o caso do etanol, das biomassas e do gás natural. A água, por sua vez, requer a adição de energia para produzir hidrogênio, que pode ser gerada por fonte hidráulica, solar, eólica ou térmica (tabela 1).

Tabela 1. Processos, insumos químicos e energéticos para produção de hidrogênio no Brasil

Processo	Insumo químico	Insumo energético
Reforma do etanol	Etanol	Etanol
Eletrólise	Água	Elettricidade
Reforma do gás natural	Gás natural	Gás natural
Gaseificação de biomassa	Biomassa	Biomassa
Biológico (biogás)	Biomassa	Calor, eventualmente
Alternativos	Água e biomassa	Calor ou luz, eventualmente

O processo de reforma do etanol pode produzir cerca de 1,8 milhões de toneladas de hidrogênio (21), anualmente, se considerada a produção atual de etanol no Brasil. O país, por ser líder mundial na produção e exportação desse combustível, pode se tornar também o maior produtor de hidrogênio a partir de etanol. Isto graças à experiência e à infra-estrutura

nacional de produção e distribuição de álcool, consolidadas ao longo de 30 anos desde o Pró-álcool. O etanol de cana-de-açúcar é uma fonte de hidrogênio renovável, de armazenagem simples e não tóxico. Isso o torna uma fonte prioritária de hidrogênio, produzido por meio de reforma junto ao consumidor, ou até mesmo sendo utilizado diretamente em células a combustível.

A produção de hidrogênio a partir do etanol ainda não é um processo estabelecido comercialmente no Brasil. Aliás, seu reformador é uma tecnologia em fase embrionária de desenvolvimento tanto no Brasil como no exterior. Os institutos de pesquisa em parceria com empresas estatais e privadas estão desenvolvendo catalisadores de reforma e investindo em projetos de demonstração de sistemas de reforma de etanol para fins energéticos.

O processo de eletrólise da água para a produção de hidrogênio é conhecido e utilizado por várias indústrias no Brasil. Entre estas destacam-se as empresas que demandam hidrogênio como insumo químico, como as alimentícias e as petroquímicas, além daquelas que utilizam processos eletrolíticos para a obtenção de outros produtos, como as indústrias que produzem cloro e soda cáustica, gerando hidrogênio como subproduto. A eletrólise da água permite converter energia elétrica em energia química armazenada na forma de hidrogênio. Esta energia pode ser novamente convertida em eletricidade em períodos pré-determinados, de forma a modificar as curvas de carga dos usuários e a realocação da demanda por energia do horário de maior para o de menor consumo.

A reforma do gás natural apresenta-se como a alternativa mais competitiva para a produção de hidrogênio no curto e médio prazo, dadas suas reais disponibilidades de oferta e de logística para seu suprimento. Tudo indica que a produção de hidrogênio a partir da reforma do gás natural constituir-se-á numa etapa de transição para a produção do hidrogênio de fontes renováveis. Os processos de conversão utilizados rotineiramente pelas empresas brasileiras do setor petroquímico são a reforma autotérmica e a reforma a vapor. Este último processo encontra-se numa etapa bastante desenvolvida, já em estágio comercial, possuindo o menor custo de produção do hidrogênio.

A gaseificação e a biodigestão ou decomposição anaeróbica da matéria orgânica são os métodos de extração do hidrogênio proveniente da biomassa que apresentam maior viabilidade para o Brasil. Isto porque existem no país atividades comerciais voltadas à produção de gaseificadores cujo gás é usado em motores de combustão interna. Estes gaseificadores, de potência inferior a 1 MW e feitos de maneira quase artesanal, são de leito fixo e produzem um gás com muitas impurezas, o que dificulta seu uso em células a combustível. Instituições de pesquisa estão desenvolvendo gaseificadores de 2ª geração, em fase de demonstração e testes, que fazem a gaseificação da biomassa em leito fluidizado.

A produção de hidrogênio por processos alternativos pode ser realizada a partir de processo fotovoltaico acoplado a eletrolisador de água ou pela produção biológica de hidrogênio decorrente do metabolismo de microrganismos, tais como algas e bactérias. O sistema fotovoltaico é certamente o mais desenvolvido para transformação da energia solar em hidrogênio, uma vez que envolve duas tecnologias já bem conhecidas. Como o aproveitamento da energia solar é intermitente, o hidrogênio cumpre o papel de armazenador de energia à medida que é produzido sempre que exista a disponibilidade de energia solar. A bioprodução de hidrogênio depende de um enorme avanço em pesquisas na área de biotecnologia que permitirá que esse processo de geração de hidrogênio seja economicamente atrativo.

- Logística do hidrogênio: transporte, armazenamento e distribuição

Todo o hidrogênio produzido, em menor ou maior quantidades, demandará adequada logística de armazenamento, transporte e distribuição do energético. As atividades que integram a logística do hidrogênio podem se dar de duas formas distintas: indireta, quando o hidrogênio é transportado, armazenado e distribuído por meio da manipulação de compostos, sendo gerado no local de uso, e direta, onde o hidrogênio molecular é gerado previamente e utilizado em pelo menos uma das modalidades da logística. A tabela 2 apresenta as alternativas para o armazenamento do hidrogênio, considerando que este possa ser manuseado nas formas gasosa, líquida, adsorvido fisicamente em estruturas sólidas (nanoestruturas de carbono, carvão, zeólitas) ou ligado quimicamente a outros compostos (água, hidretos metálicos, complexos, metalorgânicos).

Tabela 2. Alternativas para armazenamento de hidrogênio.

QUANTO AO USO	QUANTO AO MÉTODO/FORMA
Estacionário Variações entre <ul style="list-style-type: none"> • Grandes quantidades e longo período • Pequenas quantidades e curto período 	Direto <ul style="list-style-type: none"> • Gasoso atmosférico (gasômetro) • Gasoso comprimido • Liquefeito • Adsorvido em estruturas sólidas
Veicular <ul style="list-style-type: none"> • Pequena quantidade e curto período 	Indireto <ul style="list-style-type: none"> • Hidretos químicos (ciclo fechado) • Carreadores líquidos (hidretos químicos de ciclo aberto) • Hidretos metálicos (reversíveis e irreversíveis) • Óxidos metálicos

A logística de um combustível está intimamente ligada às aplicações da energia contida nesse combustível e às características das fontes primárias de energia, no que se refere à sua disponibilidade geográfica bem como a sua composição química e propriedades físicas. Na prática, isso significa que o mercado apontará as aplicações e as formas de uso do hidrogênio, ao passo que as opções regionais indicarão a fonte energética mais competitiva disponível para gerar hidrogênio para os fins específicos.

No Brasil não há hoje infra-estrutura logística para a comercialização do hidrogênio como vetor energético. Entretanto, os agentes do mercado poderão valer-se da logística empregada para o gás natural e para o etanol, por exemplo, hoje já disponível, a qual por força de mercado deverá estar em permanente expansão. De um modo geral, podem-se antever diferentes alternativas para a futura logística do hidrogênio energético, associadas a sua aplicação e fonte energética geradora.

Uma possibilidade é a utilização de rede de gasodutos dedicada, destinada ao transporte de hidrogênio produzido de forma centralizada, ou poderão ser adotados sistemas de transporte bi-combustível, onde o hidrogênio será misturado ao gás natural. Quando o transporte por meio de dutos não for economicamente viável, poderão ser instalados tanques de armazenamento ou vasos pressurizados. O armazenamento poderá ser realizado também em estruturas sólidas, sendo o energético consumido para geração elétrica, estacionária e/ou veicular. Se houver a necessidade de estocagem de grandes quantidades de hidrogênio, poderão ser utilizados reservatórios de petróleo ou gás natural depletados ou exauridos, aquíferos, cavernas e gasômetros.

Adicionalmente, podem ser criados corredores de distribuição interligados para atender os veículos pesados para transporte coletivo urbano

e de carga, constituídos de postos de abastecimento que produzam hidrogênio localmente ou postos localizados próximos a uma planta produtora de hidrogênio já existente.

- Sistemas de conversão

Os sistemas de conversão energética do hidrogênio transformam a energia química deste combustível em energia elétrica e térmica a partir de processos eletroquímicos ou de combustão. Estes sistemas de conversão dividem-se em células a combustível e motores de combustão interna.

As células a combustível, de modo geral, apresentam vantagens em relação aos motores de combustão interna, tais como maior eficiência energética, ou seja, maior eficiência na conversão de energia química do hidrogênio, e menor impacto ambiental decorrente da redução nas emissões de CO, SO_x, NO_x, e particulados (22).

O desenvolvimento de células a combustível encontra-se em estágio embrionário no Brasil. No entanto, há diversos grupos de pesquisa atuando com sucesso no desenvolvimento destes sistemas. As células de membrana polimérica fabricadas no país possuem conteúdo significativo de tecnologia nacional, havendo, inclusive, disponibilidade de sistemas com células a combustível de membrana polimérica de baixa potência, desde 25 W até 5 kW. Células com potências entre 5 kW e 75 kW estão em estágio pré-comercial e, num futuro próximo, possivelmente ainda nesta década, haverá a possibilidade de oferta ao mercado de sistemas de até 250 kW de potência.

Os motores de combustão interna (motores alternativos e turbinas a gás) que consomem gás natural são largamente utilizados nos países onde este combustível está disponível. O Brasil não domina o processo de fabricação destes motores. Atualmente, países como os EUA, Japão, Rússia e União Européia vêm adaptando motores de combustão interna para consumir hidrogênio puro ou misturado ao gás natural (GN+H₂) (25).

A introdução das tecnologias de sistemas de conversão de energia utilizando hidrogênio como combustível depende da competitividade da energia gerada por essas unidades para a utilização em aplicações estacionárias e veiculares.

- Aplicações

As aplicações, de natureza tanto veicular como estacionária, constituem o último elo na cadeia do hidrogênio, configurando importante interface dos agentes da cadeia com os consumidores. As aplicações estacionárias serão direcionadas, prioritariamente, para a geração distribuída de energia elétrica, no fornecimento de energia de alta confiabilidade e em sistemas de cogeração, para o atendimento de comunidades isoladas e para o armazenamento de energia. Entre as utilizações veiculares, figuram como de maior importância as aplicações em veículos pesados para transporte urbano coletivo e de carga.

A geração distribuída (GD) hoje representa 3% da potência total instalada no Brasil e cresce a uma taxa de 4% ao ano. Esta taxa de crescimento projeta para daqui a 10 anos uma potência instalada em GD de 8% da potência total ou 30% da potência a ser instalada (26). As aplicações mais usuais de geração distribuída envolvendo o fornecimento de energia de alta confiabilidade são hospitais, bancos, aeroportos, centros de computação, unidades industriais com elevado grau de automação e demais aplicações cuja carga elétrica deve ser alimentada ininterruptamente.

Estudos de mercado prevêem que a cogeração poderá totalizar 10 GW num horizonte de 10 a 20 anos (27). Atualmente, as células a combustível instaladas no Brasil não estão sendo usadas para cogeração. Avaliações preliminares de desempenho demonstraram que a aplicação em cogeração atingiria uma eficiência de 70% (28). A temperatura de exaustão das células de alta temperatura permite atingir eficiências ainda maiores. O calor desses gases também pode ser utilizado em processos industriais com aquecimento ou na produção de frio. As células a combustível de alta temperatura são, portanto, as mais indicadas para operarem em regime de cogeração. Estas células ainda estão em fase embrionária no Brasil e no mundo.

Por outro lado, células a combustível de média temperatura também podem ser usadas para cogeração nas situações em que há demanda por calor, como processos industriais e aquecimento de água ou de ambientes. Células de membrana polimérica podem ser usadas em cogeração residencial. Células de ácido fosfórico já foram testadas, inclusive no Brasil, para aquecimento de água.

Em comunidades isoladas, células a combustível utilizando hidrogênio produzido a partir do etanol, gás natural e gaseificação da biomassa possuem o potencial de substituir parte dos motores diesel, oferecendo uma opção mais eficiente, de menor manutenção e ambientalmente correta para as comunidades isoladas. A introdução das tecnologias de hidrogênio neste mercado depende da competitividade da energia gerada por essas unidades frente às energias geradas por motor diesel.

O hidrogênio presta-se também ao armazenamento de energia originada das fontes hidrelétrica, solar e eólica, cuja energia elétrica excedente pode ser utilizada para produção de hidrogênio por meio da eletrólise da água. A principal vantagem é a possibilidade de estocagem da energia química para posterior conversão em eletricidade para atendimento da demanda no horário de ponta.

As aplicações veiculares estarão voltadas principalmente para os veículos de transporte urbano, coletivo e de carga. A grande maioria desses veículos é movida por motores diesel, um dos responsáveis pela poluição atmosférica nos grandes centros urbanos. A aplicação em veículos e máquinas agrícolas é outra aplicação interessante e de grande potencial no país. O setor vive um momento de crescimento acentuado, sendo que, em 2004, 67 mil unidades de tratores e outras máquinas agrícolas foram produzidas e 36 mil vendidas no mercado interno.

Os veículos leves terão impacto sobre a Economia do Hidrogênio, quando o avanço tecnológico permitir sua inserção na frota veicular brasileira. Estes veículos consumirão parte do hidrogênio gerado, demandarão soluções de logística e de manutenção e modificarão a percepção que o consumidor final terá do hidrogênio.

5. AVALIAÇÃO DA MATURIDADE TECNOLÓGICA DA CADEIA DE SUPRIMENTO DO HIDROGÊNIO

A implantação da Economia do Hidrogênio no Brasil demanda, necessariamente, a estruturação de uma base tecnológica planejada em sintonia com os perfis da demanda, da diversidade e da disponibilidade das fontes energéticas. Passa pelo estabelecimento as trajetórias tecnológicas a seguir, priorizando-se aquelas que trarão, no menor tempo, os maiores

benefícios econômicos, sociais e ambientais à sociedade. Para minimizar riscos de insucessos e reduzir custos, faz-se necessário planejar o estabelecimento de parcerias estratégicas, cujos agentes detenham competências complementares.

A julgar pela rapidez com que os desafios tecnológicos no campo do suprimento energético vêm sendo superados pelas grandes potências mundiais, o país não deverá buscar liderança em toda a gama de tecnologias da cadeia do hidrogênio. Caso contrário, o capital necessário e o tempo de maturação seriam muito elevados, implicando em perdas de oportunidade para a indústria de bens e serviços do Brasil na área energética, tanto interna como externamente.

Para que o país alcance expressão na nova economia em tempo compatível com as demandas de mercado, tornando-se um parceiro preferencial, faz-se necessário definir o grau de maturidade das tecnologias associadas à cadeia do hidrogênio no Brasil e no exterior. Posteriormente, à luz das visões de futuro, será possível estabelecer os nichos de mercado que traduzem maiores oportunidades para o Brasil, bem como a forma de atuação mais adequada, se buscando liderança isoladamente ou em parceria. Ou ainda, não como líder, mas apenas buscando boas oportunidades comerciais.

Definidas as posições a ocupar no novo mercado, o passo seguinte consiste na determinação das ações de curto, médio e longos prazos para eliminação de barreiras, tornando factível e sustentável a implantação da Economia do Hidrogênio no Brasil.

Para apontar os níveis de maturidade das tecnologias em questão utilizou-se a seguinte classificação:

- Tecnologia inexistente: tecnologia não disponível;
- Tecnologia embrionária: mudança acelerada na base do conhecimento;
- Tecnologia em crescimento: mudança permanente na base do conhecimento;
- Tecnologia madura: mudança lenta na base do conhecimento;
- Tecnologia pós-madura: mudança quase inexistente na base do conhecimento.

Ainda que de forma preliminar, apresenta-se a classificação da maturidade tecnológica atual, no Brasil e no exterior, das principais tecnologias afetas ao desenvolvimento dos segmentos de produção, logística e sistemas de conversão de hidrogênio, tabela 3.

Tabela 3. Cadeia de suprimento do hidrogênio – grau de maturidade tecnológica em março de 2005

Tecnologia	Maturidade tecnológica	
	no mundo	no Brasil
Produção		
Reformador de etanol	Embrionária	Embrionária
Eletrolisador convencional	Madura	Crescimento
Eletrolisador avançado	Crescimento	Embrionária
Reformador de gás natural	Madura	Crescimento
Gaseificador de leito fixo	Pós-madura	Madura
Gaseificador de leito fluidizado	Madura	Embrionária
Gaseificador catalítico	Crescimento	Embrionário
Transporte		
Gasoduto de H ₂	Madura	Embrionária
Gasoduto de GN+H ₂	Embrionária[29]	Inexistente
Armazenamento		
Vasos pressurizados para H ₂ gasoso (até 200 bar)	Madura	Madura
Vasos pressurizados para H ₂ gasoso (200-300 bar)	Crescimento	Embrionária
Vasos pressurizados para H ₂ gasoso (>300 bar)	Embrionária	Inexistente
Vasos para H ₂ líquido	Madura	Inexistente
Reservatório de H ₂ adsorvido em estruturas sólidas (nano-estruturas)	Embrionária	Embrionária
Reservatório de H ₂ adsorvido em estruturas sólidas (hidretos metálicos)	Madura	Embrionária
Reservatórios subterrâneos de H ₂	Crescimento	Inexistente
Processos de compressão de H ₂	Madura	Embrionária
Processos de liquefação de H ₂	Madura	Inexistente

Sistemas de conversão		
CaC de membrana polimérica	Crescimento	Embrionária
CaC de óxido sólido	Embrionária	Embrionária
CaC de oxidação direta do etanol	Embrionária	Embrionária
CaC reversível	Embrionária	Inexistente
Eletrônica de potência	Madura	Crescimento
Instrumentação, controle e automação	Madura	Crescimento
Balanço de planta	Crescimento	Embrionária
Equipamentos auxiliares	Madura	Madura
Motores Alternativos de combustão interna a H ₂	Madura	Embrionário
Turbinas a gás alimentadas com H ₂	Crescimento	Inexistente
Controladores de carga para sistemas híbridos	Madura	Crescimento

A maturidade tecnológica, compreendida como embrionária para muitos dos itens que compõem a cadeia de produção e uso do hidrogênio energético no Brasil, deverá atingir progressivo grau de maturidade com a intensificação das atividades de pesquisa e desenvolvimento, principalmente com a implantação de projetos demonstrativos. Sob esta ótica ressalta-se a importância do Ministério de Ciência e Tecnologia ao promover a formação de programas tecnológicos estruturantes como o PROCaC.

- Programa Brasileiro de Sistemas Células a Combustível (PROCaC)

O Programa Brasileiro de Sistemas Células a Combustível (ProCaC) (23), instituído pelo MCT em 2002 e implementado em 2004 (24), objetiva promover ações integradas e cooperadas que viabilizem o desenvolvimento nacional da tecnologia de células a combustível. O Programa foi estruturado na forma de redes cooperativas de P&D, promovendo a coordenação das ações e projetos de cada instituição, de modo a compartilhar a infra-estrutura já estabelecida, fomentar a capacitação de recursos humanos, garantir o intercâmbio de conhecimentos a partir de sistemas de informação e incentivar a participação de empresas. As três primeiras redes já em operação são a Rede de Células PEM, a Rede de Células de Óxido Sólido e a Rede de Combustíveis e Hidrogênio. Prevê-se a implementação de mais duas redes: Rede de Sistemas e Integração e Rede de Utilização.

6. PRINCIPAIS MARCOS PARA ESTRUTURAÇÃO DA ECONOMIA DO HIDROGÊNIO

As ações a implementar com vistas à estruturação da Economia do Hidrogênio são inúmeras e transcendem àquelas diretamente afetas ao desenvolvimento do mercado. Faz-se necessário que vários desafios sejam superados, principalmente os que dizem respeito ao estágio de desenvolvimento tecnológico, à inexistência de capacidade industrial para produção de equipamentos e à necessidade de um marco regulatório que discipline todo o ambiente de comercialização de bens e serviços. A superação destes desafios demanda a implementação de ações adequadamente planejadas de tal sorte que o desenvolvimento delas possa surtir os efeitos práticos ao longo dos próximos 20 anos, aos menores custos.

O planejamento destas ações deverá tomar por base um conjunto de marcos globais, definidos em função de prioridades, apontadas no documento “Roteiro para Estruturação da Economia do Hidrogênio no Brasil”. Esses marcos, aqui reproduzidos, foram construídos segundo a visão de pesquisadores brasileiros e estrangeiros, do Ministério de Minas e Energia e de outros profissionais do ramo acerca do estágio atual das atividades que configuram a cadeia do hidrogênio no mundo e de suas visões para o futuro. Levou-se em conta na elaboração dos mesmos a maturidade das tecnologias de produção, armazenamento, transporte e distribuição de hidrogênio, do desenvolvimento atual dos sistemas de conversão de energia e da identificação das possíveis aplicações deste energético no Brasil. Foram consideradas, também, as vocações nacionais no que se refere aos insumos renováveis e fósseis, as demandas por tecnologia e por capacitação de recursos humanos, bem como a definição de instrumentos de desenvolvimento de mercado e questões regulatórias e de normalização.

Por fim, os marcos globais estabelecem, para cada insumo, quando o hidrogênio estará disponível para uso comercial, termo entendido como a disponibilidade do produto para a venda ao consumidor em condições tecnicamente adequadas de qualidade, confiabilidade e segurança. Desta forma, não significa estar o hidrogênio mais competitivo do ponto de vista econômico que o energético concorrente. As prioridades a seguir não apresentam uma seqüência temporal, ao invés, evidenciam a vocação brasileira de se tornar o maior produtor mundial de hidrogênio a partir de fontes renováveis.

A cada prioridade corresponde um marco global, sumarizados na figura 5.

- Prioridade A: marco global I – Uso comercial do hidrogênio produzido a partir da reforma do etanol – 2020;
- Prioridade B: marco global II – Uso comercial do hidrogênio produzido a partir da reforma da eletrólise da água – 2015;
- Prioridade C: marco global III – Uso comercial do hidrogênio produzido a partir da reforma do gás natural – 2010;
- Prioridade D: marco global IV – Uso comercial do hidrogênio produzido a partir da gaseificação da biomassa e por processos alternativos – 2025.

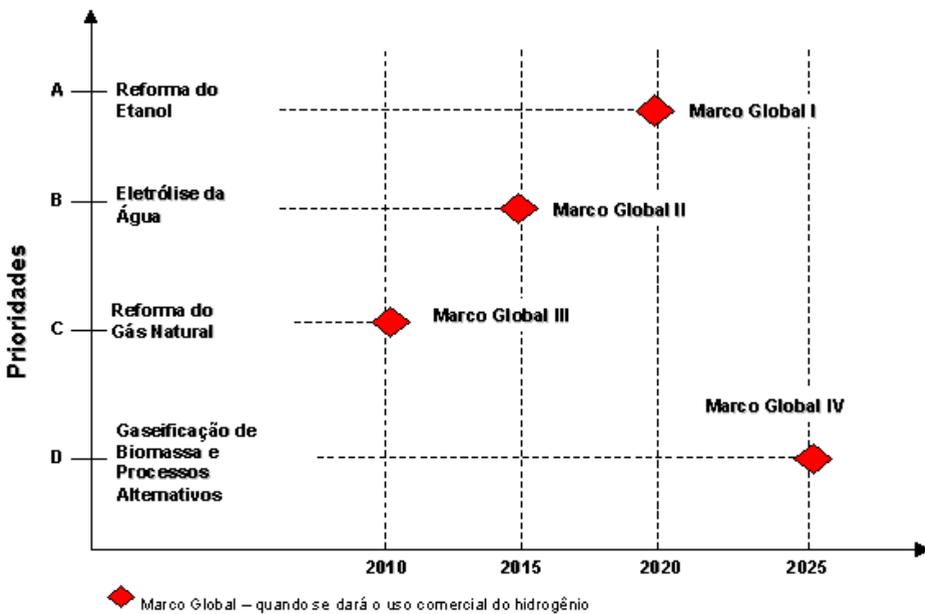


Figura 5. Marcos globais para a estruturação da economia do hidrogênio no Brasil

Para cada um dos quatro subprogramas são estabelecidos marcos intermediários, figuras 6 a 9, os quais encerram desafios de natureza tecnológica, econômica, ambiental e regulatória, entre outros. Estes desafios devem ser superados, ao longo do tempo, para que os marcos globais sejam alcançados (figura 5).

No caso do Subprograma Etanol, os marcos intermediários foram construídos levando-se em conta que este insumo configura-se como a fonte prioritária para a produção de hidrogênio no Brasil, haja vista o domínio brasileiro das tecnologias para o plantio da cana-de-açúcar, produção do álcool, sua distribuição e utilização. Na figura 6 estão apresentados os marcos intermediários para que o hidrogênio obtido a partir do etanol esteja disponível comercialmente em 2020. Ressalta-se que o desenvolvimento das tecnologias de reforma do etanol e a utilização direta deste em células do tipo “etanol direto” apresentam-se como atividades a serem desenvolvidas com alto grau de prioridade.

**◆ USO COMERCIAL DO HIDROGÊNIO
PRODUZIDO PELA REFORMA DO ETANOL**

		2010	2012	2015	2020
Marcos Intermediários	Produção	- Catalisadores	- Reatores 10 kW	-Reatores 10-50kW	-Reatores 50- 500 kW
	Infra-Estrutura Logística	-Vasos Pressurizados - Postos de abastecimento		- Estruturas sólidas	- Armazenamento em grandes quantidades
	Sistemas de Conversão	- CaC membrana polimérica 5 kW	- CaC membrana polimérica 200 kW - CaC óxido sólido 10 kW	- CaC membrana polimérica 250 kW - CaC óxido sólido 50 kW	- CaC etanol direto - CaC óxido sólido 500 kW
	Aplicações			Geração Estacionária – CaC PEM 10 kW	- Transporte coletivo e de carga

Figura 6. Marcos intermediários para o Subprograma Etanol

Os marcos intermediários para o Subprograma Água são estabelecidos de modo que a eletrólise da água possa vir a ser amplamente utilizada na produção de hidrogênio, já que mais de 70% da capacidade instalada de geração de energia elétrica no Brasil advém da hidroeletricidade. Para tornar a produção de hidrogênio eletrolítico competitiva faz-se necessário expressivo esforço no desenvolvimento de sistemas de eletrólise convencional e avançada, conforme indicado na figura 7.

◆ USO COMERCIAL DO HIDROGÊNIO
OBTIDO PELA ELETRÓLISE DA ÁGUA

		2005	2006	2010	2015	2020
Marcos Intermediários	Produção		-Eletrolisadores convencionais de 10m ³ /h	- Eletrolisadores: convencionais de 50 m ³ /h e avançados de 10 m ³ /h	- Eletrolisadores: convencionais de 150 m ³ /h e avançados de 50 m ³ /h	- Eletrolisadores avançados de 150 m ³ /h
	Infra-Estrutura Logística			- Vasos Pressurizados - Postos de abastecimento	- Gasodutos - Estruturas sólidas	- Armazenamento em grandes quantidades
	Sistemas de Conversão	- CaC membrana polimérica 5 kW		- CaC membrana polimérica 200 kW - CaC óxido sólido 10 kW	- CaC membrana polimérica 250 kW - CaC óxido sólido 50 kW	- CaC reversíveis - CaC óxido sólido 500 kW
	Aplicações			GD em comunidades isoladas: eletrólise de fonte fotovoltaica - 10 m ³ /h - Armazenamento de energia eólica - 50 m ³ /h	- Melhoria do aproveitamento do potencial hidráulico usando PCHs – 150 m ³ /h	- Melhoria do aproveitamento do potencial hidráulico usando UHEs – > 1.000 m ³ /h

Figura 7. Marcos intermediários para o Subprograma Água

Para que o hidrogênio produzido a partir do gás natural esteja no mercado em 2010, os marcos intermediários do Subprograma Gás Natural estarão voltados à otimização de sistemas que acelerarão sua utilização comercial (figura 8). É importante destacar que o gás natural deverá ser o insumo mais utilizado nos primeiros anos de produção do hidrogênio, em diferentes escalas de produção. Isto se dará não só pela sua disponibilidade, mas, principalmente, por que as tecnologias para sua reforma encontram-se maduras (tabela 3).

◆ USO COMERCIAL DO HIDROGÊNIO
PRODUZIDO PELA REFORMA DO GÁS NATURAL

		2005	2010	2014	2015
Marcos Intermediários	Produção		- Conversão de 0,06% do consumo total de gás natural		- Conversão de 0,24% do consumo total de gás natural
	Infra-Estrutura Logística		- Vasos Pressurizados - Postos de abastecimento - Gasodutos compartilhados		- Gasodutos dedicados - Estruturas sólidas
	Sistemas de Conversão	- CaC membrana polimérica 5 kW	- CaC membrana polimérica 200 kW - CaC óxido sólido 10 kW		- CaC membrana polimérica 250 kW - CaC óxido sólido 50 kW
	Aplicações		- Geração Estacionária com CaC membrana polimérica de 200 kW e com CaC de óxido sólido de 10 kW	- Transporte coletivo e de carga	- Geração Estacionária com CaC membrana polimérica de 250 kW e com CaC de óxido sólido de 50 kW

Figura 8. Marcos intermediários para o Subprograma Gás Natural

A produção de hidrogênio a partir da biomassa e por processos alternativos depende de tecnologias cujos estágios de desenvolvimento são considerados embrionários. Desta forma, os marcos intermediários desse Subprograma Biomassa e Processos Alternativos, assinalados na figura 9, estão focados na construção de protótipos de gaseificadores, no desenvolvimento de processos de bioprodução e na construção de protótipos de sistemas para geração de energia a partir de processos biológicos.



Figura 9. Marcos intermediários para o Subprograma Biomassa e Processos Alternativos

7. PRÓXIMOS PASSOS NA DIREÇÃO DA ESTRUTURAÇÃO DA ECONOMIA DO HIDROGÊNIO

Os próximos passos na direção da estruturação da Economia do Hidrogênio estão sucintamente apresentados na agenda de atividades da figura 10. Essas atividades, a serem conduzidas ao longo dos próximos dois anos, compreendem a formatação de projetos estruturantes, a atualização do Roteiro anteriormente citado bem como a estruturação de um Programa Governamental de Produção e Uso do Hidrogênio no Brasil, possivelmente em 2007, nos moldes do Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel, lançado por Decreto Presidencial em dezembro de 2004.

No caso do hidrogênio, a proposição dos projetos, denominados estruturantes, foi feita à luz dos marcos globais e intermediários descritos no item anterior, para cada um dos Subprogramas. Nos próximos meses, esses projetos terão detalhados planos de ação, nos quais constarão metas, prazos, responsabilidades e estratégias de condução das atividades para estruturação da nova economia.

A carteira de projetos estruturantes compreende as seguintes grandes áreas de ação: desenvolvimento tecnológico, construção de pilotos de demonstração, mapeamento e quantificação dos mercados, desenvolvimento da indústria de bens e serviços, desenvolvimento dos sistemas de produção de hidrogênio, desenvolvimento da infra-estrutura para comercialização, desenvolvimento dos sistemas de conversão de energia, constituição do arcabouço regulatório, constituição de linhas de financiamento, tributação e formação de preços e estudos ambientais.



Figura 10. Atividades para estruturação da Economia do Hidrogênio no Brasil

No caso específico das tecnologias para produção de hidrogênio a partir da reforma de gás natural – Subprograma Gás Natural – cujo desenvolvimento tecnológico é considerado maduro, os projetos estruturantes estarão focados em áreas voltadas ao estabelecimento da indústria de bens e serviços e da cadeia de comercialização, restringindo-se à construção de pilotos de demonstração, mapeamento e quantificação dos mercados, constituição do arcabouço regulatório, constituição de linhas de financiamento, tributação e formação de preços e estudos ambientais.

Por outro lado, para as tecnologias cuja maturidade demanda intenso desenvolvimento tecnológico, como é o caso do Subprograma Biomassa e Processos Alternativos, os projetos estruturantes estarão voltados às

atividades de pesquisa básica, focando as áreas de desenvolvimento tecnológico e de construção de pilotos de demonstração, além da constituição do arcabouço regulatório.

Ao término da formatação dos projetos estruturantes, a versão atual do Roteiro (versão beta) será atualizada pelo MME. Esta será a primeira de uma série de revisões que ocorrerão ao longo dos próximos 20 anos, as quais serão norteadas pela realidade brasileira considerando desafios e oportunidades. O cronograma destas atividades está previsto para um período de três meses, de novembro de 2006 a fevereiro de 2007.

A atividade de estruturação do Programa Governamental de Produção e Uso de Hidrogênio no Brasil compreenderá a consolidação de toda a documentação gerada até então, sua divulgação no âmbito do governo federal, como objetivo de lançar um programa interministerial. Esta preparação compreenderá três meses, de janeiro a março de 2007. A partir do Programa Governamental dar-se-á a implantação das ações para efetivação da Economia do Hidrogênio no Brasil, no período de 2007 até 2025.

Com o lançamento do Programa Nacional de Uso e Produção de Hidrogênio, o Brasil deverá intensificar as ações para a estruturação da Economia do Hidrogênio, conduzidas pelo MME em parceria com diferentes ministérios e agências reguladoras, além de empresas, universidades, centros de pesquisa e associações. O país também buscará parcerias estratégicas com países detentores de sólidas bases tecnológica e industrial para antecipar a produção de hidrogênio a partir do etanol, prioritariamente.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a todos que colaboraram na redação do texto do roteiro para a estruturação da Economia do Hidrogênio no Brasil – versão beta, em especial a Ennio Peres da Silva, Maria Helena Troise Frank, Paulo Emílio Valadão de Miranda, Gilson Paulillo, Maurício Pereira Cantão, Cláudio Júdice e Sérgio Pinheiro de Oliveira.

REFERÊNCIAS

1. O termo Economia do Hidrogênio refere-se a um mercado estruturado, criado a partir de um marco regulatório que permita a sua comercialização a preços competitivos, com qualidade, confiabilidade e segurança no suprimento.
2. BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Disponível em: <www.mme.gov.br>. Acesso em: mar. 2005.
3. _____. *Ministério de Minas e Energia: balanço energético nacional – BEN*. Brasília: MME, 2004.
4. _____. *Ministério de Minas e Energia: Secretaria de Petróleo, Gás Natural e Combustíveis Renováveis: matriz energética brasileira*. Brasília: MME, 2004.
5. AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - ANEEL. *Banco de informação de geração*. Disponível em: <www.aneel.gov.br>. Acesso em: 13 jan. 2005.
6. DADOS sumarizados dados do CENBIO e da ANEEL, 2004. Disponível em: <www.br.com.br/portalbr>. Acesso em: 13 jan. 2005.
7. BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Acompanhamento da safra, 2004/2005*. Disponível em: <www.agricultura.gov.br/>. Acesso em: 24 jan. 2005.
8. BELING, E. et al. *Anuário estatístico da cana-de-açúcar, 2004*. [S.l.: s.n.], 2004.
9. UNICA - União da Agroindústria Canavieira de São Paulo. In: BELING, E. et al. *Anuário estatístico da cana-de-açúcar, 2004*. [S.l.: s.n.], 2004.
10. AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO - ANP. *Dados estatísticos da ANP*. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/petro/abastecimento_dados.asp>. Acesso em: 25 jan. 2005.
10. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS DISTRIBUIDORAS DE GÁS CANALIZADO - ABEGÁS. *Planilha de GNV*. Disponível em: <<http://www.gasbrasil.com.br/tecnicas/artigos/artigo.asp?arCod=353>>. Acesso em: 25 jan. 2005.
11. Gasolina C, em 2003, composta, em média, por 23,5% de álcool anidro e 76,5% de gasolina propriamente dita (gasolina A).
12. DISCURSO da Ministra de Minas e Energia, Dilma Vana Rousseff. In: ENCONTRO MINISTERIAL DO IPHE, 2003, Washington. **Discurso...** Washington: [s.n.], 2003.
13. PETROBRAS. *Produção total em refinarias no Brasil*. [S.l.]: Petrobrás, 2005.

14. Células a combustível (CaC) são dispositivos eletroquímicos que convertem diretamente a energia química do hidrogênio em eletricidade por meio de reações de oxidação e redução, ou seja, sem passar pela combustão.
15. Valor calculado com base no PCI (poder calorífico inferior) do hidrogênio igual a 33,3 kWh/kg e em 40% de eficiência de conversão.
16. Valores estimados a partir da capacidade atual instalada nos projetos de demonstração, em torno de 700 kW.
17. WORLDWIDE fuel cells installations: fuel cells, 2000. Disponível em: <www.fuelcells.org/FCInstallationChart.pdf>. Acesso em: ago. 2004.
18. FUEL cell buses: fuel cells, 2000. Disponível em: <www.fuelcells.org/info/charts/buses.pdf>. Acesso em: nov. 2004.
19. PROJETO VEGA II, desenvolvido numa parceria MME/UNICAMP.
20. Projetos desenvolvidos em São Paulo e no Rio de Janeiro, com parcerias, respectivamente, entre o MME, o MCT/FINEP, a EMTU-SP, o GEF e o PNUD; e COPPE/UFRJ, tendo a participação do MCT/FINEP, do LACTEC, da PETROBRAS, da CAIO-INDUSCAR e da ELETRA.
21. CENTRO DE REFERÊNCIA DE ENERGIA EM HIDROGÊNIO – CENEH. Disponível em: <<http://www.ifi.unicamp.br/ceneh/index.htm>>. Acesso em: dez. 2004.
22. MIRANDA, P. E. Pilhas a combustível. In: TOLMASQUIM, M.T. (Org.). *Fontes renováveis de energia no Brasil*. Rio de Janeiro: Interciência: CENERGIA, 2003.
23. BRASIL. Programa Brasileiro de Células a Combustível – PROCaC, portaria. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Poder Executivo, Brasília, DF. 20 nov. 2002. Seção 1, p. 6.
- 24._____. Portaria MCT nº 430, de 27 de agosto de 2004. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Poder Executivo, Brasília, DF. 2004. Seção 1.
25. Esta mistura, também conhecida como Hythane®, é essencialmente gás natural comprimido (GNC) adicionado de uma pequena quantidade de hidrogênio (geralmente cerca de 7% em energia, ou 20% em volume), e foi desenvolvida pela “Hydrogen Components” (EUA). Testes efetuados em agências de trânsito americanas e canadenses mostraram que o Hythane® reduz as emissões de NOx em cerca de 95% em relação ao óleo diesel. Quando comparado aos motores a gás natural, estas emissões de NOx foram reduzidas em 50%, as emissões de hidrocarbonetos outros que não o metano em 58%, as de metano em 16%, as de hidrocarbonetos totais em 23% e CO2 em 7% (equivalentes à cerca de 10 milhões de toneladas por ano). Estas reduções foram conseguidas sem significativas alterações

na eficiência de combustível entre os motores alimentados por Hythane® e GNC.
Fonte: www.greencarcongress.com/2004/10/10000_hythane_b.html.

26. BRITO, Osorio. As implicações da GD: uma especulação sobre o novo modelo. In: SEMINÁRIO DE GERAÇÃO DISTRIBUÍDA GD 2004, 2004, São Paulo. **Anais...** [S.l.]: Instituto Nacional de Eficiência Energética, 2004. Disponível em: <www.inee.org.br>. Acesso em: ago. 2004.

27. ASSOCIAÇÃO PAULISTA DE COGERAÇÃO - GOGEN, 2004.

28. CANTÃO, Mauricio. Experiência do LACTEC com PAFCs: desafios, custos e perspectivas. In: WICAC, 2., 2004, Campinas, SP. **Anais...** Campinas: [s.n.], 2004.

29. GLOBAL assessment of hydrogen-based technologies. Projetos de demonstração em andamento nos EUA. Vide USDOE FY2003 Progress Report. Disponível em: <<http://www.eere.energy.gov/hydrogenandfuelcells/pdfs/fouad.pdf>>. Acesso em: jan. 2005.

30. A consulta pública para o roteiro foi realizada pela Internet para obtenção de sugestões, contribuições e comentários, no período de 31 de janeiro a 2 de março de 2005.

Aspectos para construção de um ambiente propício para implantação de uma política de inovação para a indústria brasileira

*Maurício Cardoso Arouca**

INTRODUÇÃO

Uma política voltada para o desenvolvimento da inovação na indústria brasileira se faz por meio de ações que sustentem e ampliem o nível de competitividade industrial, a partir do aumento e da qualificação dos investimentos em ensino, pesquisa e desenvolvimento voltado para a geração de novos processos, produtos e ou serviços (P,D&I).

Entende-se por inovação um processo que se inicia com a gestão do conhecimento, passa pelo desenvolvimento tecnológico aplicado, gera novos serviços, processos ou produtos, com um correspondente aumento do valor agregado da produção.

É importante ressaltar que produzir um produto ou adotar um processo com tecnologia desenvolvida por terceiros, nacional ou estrangeira, significa uma ação inovadora. Entretanto, a empresa só terá capacidade de ser inovadora se for capaz, pela absorção de conhecimento, de promover aperfeiçoamentos, novos produtos e ou serviços.

Dentro desse contexto é que, nos dias atuais, se ampliam as reflexões de como a ciência, a tecnologia e a arte de inovar podem ser articuladas para promover o desenvolvimento econômico, social, cultural, político e ambiental do Brasil.

* Maurício Cardoso Arouca é professor de planejamento energético da Coppe/UFRJ.

CONTEXTO ATUAL

A taxa de inovação, segundo recente trabalho da Anpei¹, para o universo das empresas brasileiras com dez ou mais pessoas empregadas é de 31,5%. Destas, 35,9% implementaram inovações de processo e produto, 44,1% apenas de processo e 20,0% apenas de produto.

Grande parte dessas inovações foi incorporada pela própria empresa ao longo de sua atividade produtiva. Apenas 23,5% das inovações de produtos foram comercializados, ou seja, destinados para serem utilizadas por outras empresas. No caso de inovações de processo, o número de empresas que desenvolveram novos processos voltados para o mercado representa 11,0% do universo pesquisado.

Em outras palavras, considerando o conjunto de empresas industriais pesquisadas, inovadoras ou não, apenas 4% lançaram no mercado brasileiro novos produtos e 3% novos processos.

PRINCIPAIS ATORES ENVOLVIDOS NO PROCESSO DE INOVAÇÃO

O processo de inovação se dá por meio do domínio do saber, seguido da busca de uma aplicação para o conhecimento adquirido, finalizando com a viabilização da produção de um novo produto, processo ou serviço. Incorporado ao seu próprio sistema produtivo ou disponibilizado para o mercado, corresponde, em ambos os casos, a um aumento no valor agregado do sistema produtivo brasileiro.

Diversos atores sociais são fundamentais na construção e viabilização de um processo de inovação. Atores que detêm o conhecimento científico, que incorporam a tecnologia, que transformam conhecimento e tecnologia em produtos, entre outros, formam o grande ambiente favorável para que ocorram processos inovadores.

Os atores que compõem um ambiente inovador possuem grandes heterogeneidades culturais, de objetivos e de desafios. Nesse contexto, a grande questão é como articular esses atores entre si, e com um conjunto de agentes externos indispensáveis à viabilização do processo, tais como representantes políticos, financeiros, jurídicos, sem falar no próprio mercado.

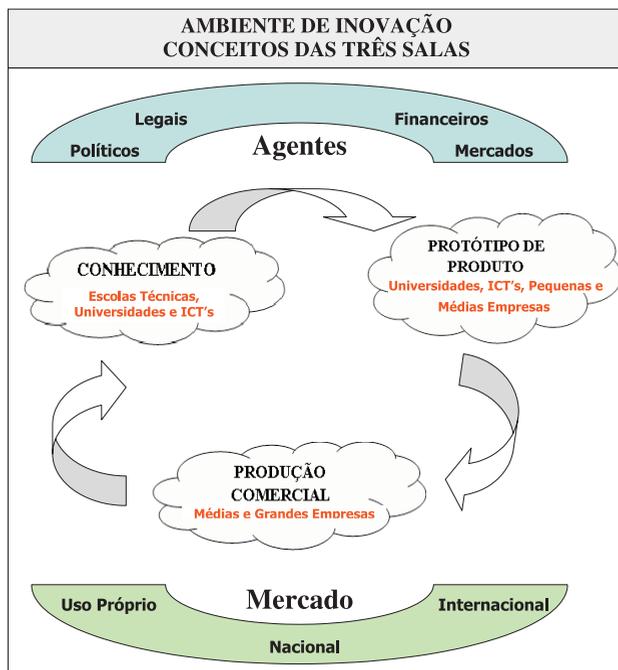
¹ Como Alavancar a Inovação Tecnológica das Empresas – Associação Nacional de Pesquisa, Desenvolvimento e Engenharia das Empresas Inovadoras (Anpei), junho de 2004.

A participação desses atores pode ser analisada segundo o papel que cada ator desempenha ao longo do processo de inovação. O primeiro conjunto de atores consiste dos que detêm o saber e a capacidade para desenvolvê-lo. Normalmente, são encontrados nas escolas técnicas, universidades e institutos de ciência e tecnologia (ICT's). Cabe ressaltar que essa não é a única forma de criação do conhecimento.

Num segundo grupo, entram em cena pessoas ou empresas com perfil empreendedor que buscam uma aplicação para o conhecimento, tendo como meta o desenvolvimento de novos serviços, processos ou potenciais produtos. Esses atores são geralmente encontrados nas pequenas e médias empresas empreendedoras, localizadas na sua maioria junto a parques tecnológicos, universidades, ICT's ou grandes empresas.

No outro grupo, destacam-se as médias e, principalmente, as grandes empresas com a função de viabilizar a produção de um novo produto ou processo, incorporado em seu próprio sistema produtivo ou colocado no mercado, correspondendo em ambos os casos a um aumento no valor agregado do sistema produtivo brasileiro.

Para melhor visualizar a interação dos atores e agentes envolvidos num determinado processo de inovação, utilizou-se o “conceito das três salas”.



A primeira sala abriga os atores com maior capacidade de gerar novos conhecimentos, idéias e potencialmente algumas invenções. A segunda, os atores mais habilitados na identificação e utilização de idéias para o desenvolvimento de novos produtos, geralmente modelos reduzidos ou protótipos. A terceira sala é freqüentada pelos responsáveis pela produção e comercialização dos novos produtos, processos e ou serviços.

ETAPAS DO PROCESSO DE INOVAÇÃO

Num levantamento realizado a partir do *Brazil US Tech Open House*, ocorrido em Washigton, em junho de 2004, pelo MCT/MDIC, foram identificados os principais atores envolvidos nos processos de inovação dos produtos tecnológicos lá apresentados. Esses atores estão localizados em universidades, institutos de ciência e tecnologia, empresários de pequeno e médio porte e empresas de grande porte.

As etapas responsáveis pelo desenvolvimento de diferentes produtos inovadores analisados, foram de pesquisa, de desenvolvimento e de produção final.

Em cada uma das etapas, o processo de inovação apoiou-se nas áreas de conhecimento básico, desenvolveram-se trabalhos em laboratórios, construíram-se de protótipos e modelos reduzidos, e produziu-se em escala comercial.

Estágios P,D&I

ETAPAS X AÇÕES	PESQUISA	DESENVOLVIMENTO	INOVAÇÃO
CONHECIMENTO BÁSICO			
PROTÓTIPOS LABORATÓRIOS	Escala de bancada		
CONHECIMENTO APLICADO		Escala piloto	
PROTÓTIPOS (INDUSTRIAIS)			Escala industrial
PRODUTOS E/OU PROCESSOS			

Maurício Arouca, Ppe/Coppe a partir do *Brazil US Tech Open House*, Washington, jun 30 – 2004, MCT/MDICE

Analisando o desenvolvimento dos produtos da amostra estudada, foram identificados por tipo de ação que atores participaram do processo de inovação.

Centros de pesquisa das(os)

	UNIVERSI- DADES	INSTITUTOS DO MCT	EMPRESAS DE PEQUENO MÉDIO PORTE	EMPRESA DE GRANDE PORTE
CONHECIMENTO BÁSICO	***	**	*	
PROTÓTIPOS LABORATÓRIOS	***	**	*	
CONHECIMENTO APLICADO	**	***	**	
PILOTOS (INDUSTRIAIS)		*	***	**
PRODUTOS E/OU PROCESSOS	*	*	**	***

Maurício Arouca, Ppe/Coppe a partir do Brazil US Tech Open House, Washington, jun 30 – 2004, MCT/MDICE
Cada asterístico equivale a aproximadamente 15% da amostra

Os resultados encontrados apontam para uma concentração das atividades que envolveram emprego de conhecimento básico e modelos de laboratórios nas universidades e ICT's, e em parcela menor nas empresas de médio e pequeno portes. Já nas etapas de elaboração de protótipos, destacaram-se os ICT's e em menor escala, as universidades e pequenas e médias empresas. Na etapa de elaboração de modelos reduzidos encontram-se principalmente as pequenas e médias empresas, com alguma participação das grandes empresas. No desenvolvimento do produto final, a situação se inverte com um maior destaque para as grandes empresas.

Esse resultado parece indicar a existência de áreas de competência bem distintas e com atores bem identificados para as diferentes ações que normalmente ocorrem num determinado processo de inovação.

PRINCIPAIS CONSIDERAÇÕES

Esses resultados sugerem que a elaboração de uma política para o desenvolvimento da inovação na indústria brasileira deve considerar que:

– a maioria das inovações que vem ocorrendo, até o momento na indústria brasileira, nas áreas de novos processos e novos produtos foram destinadas ao aumento de competitividade nas próprias empresas;

– o conjunto de atores que participam de um processo de inovação pode ser agrupado segundo suas naturezas, objetivos e participação, num modelo aqui apresentado como o “Ambiente das Três Salas”. Essa abordagem favorece a elaboração de diagnóstico e política específica para cada um desses grupos, assim como a articulação entre eles;

– os principais aspectos que deverão ser incorporados na elaboração de uma política são: a conscientização e a consolidação do papel de cada grupo no processo de inovação e a promoção de uma grande articulação entre esses grupos, de forma a consolidar um ambiente de interatividade, confiança e identidade de cada ator participante do processo, de forma a permitir uma intensificação da capacidade de inovação no país.

CONTEXTO NACIONAL

O Brasil enfrenta hoje a pressão de grandes países emergentes, como Índia, Coréia e China, caracterizadas por produção de baixa qualidade e baixos salários. O país também é afetado pela presença de países desenvolvidos possuidores de alta tecnologia, com alto potencial de inovação e diferenciação de seus produtos e serviços, com maiores salários e valores agregados na produção.

A busca de saídas para esse contexto adverso passa pela implantação de estratégias competitivas que auxiliem o Brasil a transpor o atual estágio de desenvolvimento industrial para um patamar superior de competitividade e capacidade produtiva.

Uma das ações implementadas pelo governo brasileiro para enfrentar esta situação foi a criação da Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI). Destinada a mobilizar e articular os agentes políticos,

empresariais e sociais envolvidos no processo de aprimoramento de indústria brasileira, a agência é composta de duas diretorias: uma destinada às ações de auxiliar a implementação da política industrial brasileira, e outra especialmente voltada para a questão da inovação.

MISSÃO DA ABDI

A ABDI se destina a articular, executar e coordenar a política industrial, tecnológica e de comércio exterior do país. Sua principal missão é mudar o atual paradigma de produção industrial pela implementação de uma política nacional de competitividade que viabilize a inovação de produto, processo e gestão. Sua ação se fundamentará na articulação de ações voltadas para a inovação e na execução coordenada das políticas públicas direcionadas para o fortalecimento de nossa base produtiva que permita uma maior inserção no mercado internacional e para a expansão regional da base produtiva como forma de redução das nossas diferenças regionais.

A ABDI se constituirá, assim, em um nó de uma ampla rede de organizações públicas e privadas com o objetivo de melhorar a competitividade técnica e econômica do setor produtivo. O desenho institucional da agência prevê a articulação sistemática com o Conselho Nacional de Desenvolvimento Industrial (CNDI), bem como a interação permanente com as universidades, institutos de ciência e tecnologia (ICT's, como definidos na Lei de Inovação), empresas públicas e privadas, instituições de fomento a exemplo do BNDES, Finep, Banco do Brasil, entre outras.

O resultado de sua ação deverá dar maior consistência e eficiência ao papel do Estado para melhorar o ambiente de negócios, estimular o investimento privado e gerar emprego e renda. Sua atuação levará em conta a diversidade regional, os diferentes de estágios de desenvolvimento industrial, assim como as especificidades dos arranjos produtivos locais.

AÇÕES NA ÁREA DE INOVAÇÃO

As ações voltadas para área de inovação procuram articular, executar, monitorar e avaliar projetos seguindo os princípios da Lei de Inovação objetivando o aumento da capacidade inovadora das empresas.

Em particular, deverá favorecer a construção de ambientes que agreguem os atores participantes de um determinado processo de inovação; estimular o desenvolvimento de projetos inovadores nos ICT's; desenvolver projetos cooperativos entre instituições científicas e empresas; identificar e auxiliar no fomento das atividades de P,D&I no setor produtivo; estimular o fluxo contínuo de informações estratégicas e de conhecimento voltados para a inovação; desenvolver mecanismos de avaliação de eficiência da aplicação de recursos públicos no sistema de inovação; e planejar a expansão coordenada dos investimentos, públicos e privados, em P,D&I.

PRINCIPAIS DESAFIOS NA CONSTRUÇÃO DE UM AMBIENTE INOVADOR

As grandes linhas estratégicas de ação da diretoria de inovação objetivam o aumento da capacidade inovadora das empresas por meio de programas para:

– Desenvolvimento da cultura e do ambiente inovador. Nesse contexto, esforços serão desenvolvidos para conscientização do papel da inovação como fator de mudança de patamar competitivo junto às empresas, órgãos de pesquisa e instituições da área de educação. Serão trabalhadas a identificação dos atores participantes do processo de inovação, sua dinâmica e as estratégias para a consolidação de uma forte articulação entre os atores, de forma a se constituir um ambiente propício para a ocorrência de processos inovadores. A popularização de conceitos de empreendedorismo inovador, as ações de divulgação do atual sistema de incentivos à inovação, a consolidação e acessibilidade de portais de informação, o conhecimento do atual quadro de empresas empreendedoras existentes nos países assim como dos parques tecnológicos existentes também serão priorizados.

– Desenvolvimento de instrumentos de políticas de P,D&I. A agência atuará na elaboração ou no fortalecimento de estratégias voltadas para o crescimento de empresas de base tecnológica, da realização de parcerias entre universidades, ICT's e empresas privadas, dentro dos princípios de aplicação da Lei da Inovação. Da mesma forma, atuará na definição e implantação de instrumentos de fomento para P,D&I tais como modelos de financiamentos de P,D&I para as indústrias, incentivos fiscais, subvenções, projetos encomendados, assim como a utilização do poder de compra do Estado. Cuidado especial será dado à questão de formação de recursos

humanos qualificados para o desenvolvimento de tecnologias e sua absorção pelas empresas. Também serão abordados as metodologias e instrumentos de acompanhamento e avaliação dos programas de P,D&I existentes e para os que forem serem implantados.

– Incentivo da demanda por produtos inovadores. Nesse contexto, a ABDI atuará no alinhamento das compras governamentais para as empresas inovadoras, em mecanismos para incentivar o consumo de produtos inovadores, no fomento da demanda de produtos inovadores por meio de linhas de financiamento especiais, assim como no desenvolvimento de normas técnicas coerentes com a PITCE e com a criação de uma demanda interna.

– Incentivo às atividades portadores de futuro e apoio aos setores que compõem as opções estratégicas definidas pela política brasileira. A ABDI terá uma atuação destacada na utilização dos programas de incentivo às atividades portadores de futuro e áreas estratégicas como veículo de levar o conceito de inovação a todos os segmentos do setor produtivo tendo em vista o caráter de horizontalidade inerente a estes programas.

– Por último, a ABDI espera cumprir o papel de intermediar a solução de impasses nas diferentes esferas políticas, científicas e industriais que eventualmente venham a ocorrer durante o processo permanente de elaboração e implantação da política industrial brasileira.

1. INTRODUÇÃO

Embora a presença de homínidos na Terra seja considerada pela Ciência como tendo começado há mais de cem mil anos, antropólogos concordam que a civilização teve início há apenas 6 mil anos. Isto ocorreu na Mesopotâmia, entre os rios Tigre e Eufrates, região que atualmente é parte do Iraque, onde habitava um povo que constituiu a primeira Nação – a dos sumérios. Se perguntarmos que critérios são estabelecidos pelos estudiosos para definir o marco civilizatório terrestre inicial, a resposta vai recair sobre o momento histórico em que ocorreu o surgimento simultâneo de várias inovações. Essas inovações provocaram um forte impacto na qualidade de vida dos seres humanos da época. Foram elas: a escrita, o arado metálico, a roda e uma forma primitiva de governo.

A escrita suméria, inicialmente pictográfica e posteriormente cuneiforme, era feita em tábuas de argila. Esta inovação permitiu vários tipos de registros duradouros. Foi possível representar o resultado das colheitas, os empréstimos ou escambos de produtos, todos os tipos de transações, descrições e eventos considerados importantes. O ser humano foi, então, liberado de empregar a memória. Além disso, disputas sobre números ou intervalos de tempo previamente concordados em quaisquer negócios puderam ser dirimidas via documentação.

* Maurício Pazini Brandão é estagiário do Curso de Política e Estratégia Aeroespaciais (CPEA) da Escola de Comando e Estado-Maior da Aeronáutica (Ecomar). Na Força Aérea, é Coronel-Engenheiro. No mundo acadêmico, é Philosophy Doctor (PhD).

O arado metálico permitiu que a terra fosse revolvida mais facilmente e as sementes lançadas para plantio com maior profundidade no solo. Como resultado, aves foram impedidas de comer as sementes com a facilidade que experimentavam antes e, pela primeira vez, o ser humano experimentou um formidável aumento na produção agrícola. O superávit na agricultura pôde ser registrado pela escrita e esta pôde ser usada para controlar um comércio primitivo entre os clãs que habitavam a região.

Em paralelo, a roda revolucionou os transportes. A força animal pôde ser empregada para tracionar maiores cargas, com maiores facilidades. Foram desenvolvidas carroças para transportar mais rapidamente pessoas e produtos agrícolas para lugares distantes. Trilhas transformaram-se em verdadeiras estradas. O comércio ampliou-se e as relações entre os clãs tornaram-se mais diretas, intensas e freqüentes.

As riquezas acumuladas fizeram alguns clãs tornarem-se poderosos e invejados. Necessidades de segurança e defesa tornaram-se evidentes. Clãs reuniram-se em grupos maiores e mais estruturados e formas primitivas de governo foram desenvolvidas. Para as ações de defesa, foram criados grupos especiais de guerreiros. Finalmente, para manter os governos e os grupos encarregados da defesa, foram desenvolvidas formas de cobrança ou de retribuição daqueles que produziam da terra e que usufruíam os serviços de organização e de segurança. Estava criado o imposto.

Este conjunto de inovações simultâneas significou uma melhoria na nutrição do povo, uma redução da mortalidade infantil, um aumento da perspectiva de vida, enfim, uma significativa e positiva alteração de fatores que compõem o atual Índice de Desenvolvimento Humano (IDH). Além disso, o mesmo conjunto de inovações provocou profundas mudanças sociais, aproximando clãs anteriormente dispersos e criando oportunidades mais complexas de relacionamentos pessoais e grupais. Em síntese, uma nova realidade se abriu para o ser humano.

Junto com este desenvolvimento político, econômico e social, surgiram novos e mais complexos problemas de relacionamento que, eventualmente, redundaram em conflitos armados. Segundo a Polemologia, desde o início da civilização e dos registros escritos, a humanidade acumulou, pelas mais diversas razões, uma infeliz coleção de aproximadamente 15 mil conflitos, com um resultado provável de 4 bilhões de mortos. Segundo os estudiosos,

nestes 6 mil anos de História houve apenas 300 anos de paz, ou seja, 95% do tempo da civilização terrestre foi tomado por algum tipo de guerra.

Diversos conflitos, de maior ou menor intensidade, estão ocorrendo atualmente no planeta. É o caso, por exemplo, do Iraque, do Afeganistão, do Oriente Médio, do Haiti e de outros conflitos regionais. Apesar da crescente repulsa pública pela violência, pouca coisa, além de esperanças religiosas, nos permite concluir que o futuro possa ser radicalmente diferente do presente.

Dessa discussão, percebe-se que um conjunto de inovações foi o estopim da civilização no planeta. Por outro lado, a História ensina que as necessidades de defesa são tão antigas, ou mesmo anteriores à civilização, além de possuírem um caráter permanente e demandarem uma atenção contínua. O Estado que não tiver uma estrutura especificamente preparada para a defesa está condenado a ter os seus mais legítimos interesses facilmente sobrepujados por outros Estados que atuarem de forma diversa.

2. UMA TEORIA DA DEFESA DAS NAÇÕES

Antes que possamos relacionar Ciência, Tecnologia e Inovação (C,T&I) com a Defesa, faz-se necessário estabelecer alguns fundamentos teóricos em que estes relacionamentos se apoiem. Nesta seção, procuramos formular uma teoria baseada na doutrina da Escola Superior de Guerra (ESG). Apesar desta doutrina ser brasileira, ela possui elementos suficientemente gerais de forma a poder ser aplicada a qualquer contexto nacional.

A ESG define Nação como sendo um “grupo complexo, constituído por grupos sociais distintos que, ocupando um mesmo espaço físico, compartilham da mesma evolução histórico-cultural e dos mesmos valores, movidos pela vontade de comungar um mesmo destino”. Vários estudiosos encaram as nações como organismos vivos, as quais podem, como estes, nascer e morrer.

Assim como acontece com organismos vivos complexos ou com indivíduos, as nações têm necessidades, aspirações e interesses que emanam dos indivíduos, são condensados pelo debate público e pelas elites e se cristalizam como um conjunto de vontades da coletividade – a Vontade

Nacional. Para suprir tal Vontade, as nações estabelecem Objetivos Nacionais, definidos pela ESG como “aqueles que a Nação busca satisfazer, em decorrência da identificação de necessidades, interesses e aspirações, em determinada fase de sua evolução histórico-cultural”.

Uma vez definidos seus objetivos, as nações lançam mão de ferramentas para conquistá-los e mantê-los. Ao conjunto destas ferramentas, dá-se o nome de Poder Nacional. A ESG conceitua este Poder como sendo “a capacidade que tem o conjunto de homens e meios que constituem a Nação para alcançar e manter os Objetivos Nacionais, em conformidade com a Vontade Nacional”.

O poder de uma Nação, encarado como uma ferramenta de mudança e manutenção, pode ter a sua estrutura apresentada de diversas formas. A ESG escolheu estudá-lo por meio de seus Fundamentos e de suas Expressões. São considerados Fundamentos do Poder Nacional o Homem – entendido como pessoa, povo ou recurso humano, a Terra – entendida como ambiente, território, recurso natural ou material, e as Instituições. São consideradas as seguintes expressões do Poder Nacional:

1. Política,
2. Econômica,
3. Psicossocial,
4. Militar e
5. Científica e tecnológica.

Podemos simplificar o entendimento do papel das expressões do Poder Nacional da seguinte forma. À Expressão Política cabe definir o que deve ser feito, em consonância com os objetivos nacionais. À Expressão Econômica compete utilizar todos os meios disponíveis para fazer o que deve ser feito e servir à sociedade, provendo-lhe meios de subsistência auto-sustentada. À Expressão Militar compete prover segurança e defesa contra possíveis ameaças internas e externas. À Expressão Psicossocial cabe permitir o livre desenvolvimento da alma nacional, por meio do usufruto de todas as condições providas pelas demais expressões, de forma que as pessoas possam buscar a felicidade e a satisfação de suas necessidades, aspirações e interesses – o Bem Comum – dentro de restrições sociais, éticas e morais aceitáveis.

Na síntese do parágrafo anterior, ficou faltando discutir o papel da Expressão Científica e Tecnológica. O entendimento deste papel fica prejudicado sem a discussão prévia de outros conceitos. Assim, munidos das definições, conceitos e bases teóricas já lançadas neste trabalho, podemos agora começar a estabelecer algumas correlações entre Ciência, Tecnologia e Inovação (C,T&I) e Defesa Nacional.

Ciência, em seu sentido lato, quer dizer conhecimento. Normalmente, são fazedores de ciência os filósofos, amantes do conhecimento, e os cientistas, e o ambiente mais apropriado para que a ciência seja feita é o ambiente acadêmico-universitário. Ali, o conhecimento pode e deve ser praticado na sua forma mais pura, isto é, o conhecimento pelo próprio conhecimento, sem visar uma aplicação imediata.

Tecnologia pode ser entendida como uma forma de conhecimento aplicado ou transformado. Normalmente, são fazedores de tecnologia os engenheiros e os técnicos, e o ambiente mais apropriado para que ela seja feita é o ambiente dos centros de pesquisa e desenvolvimento (P&D). Pesquisa pode ser entendida como a busca sistemática por uma nova solução, um novo dispositivo ou um novo processo, de forma a atender a uma determinada finalidade. Já Desenvolvimento pode ser entendido, neste contexto, como o conjunto de ações destinado a gerar uma solução verificável, um dispositivo homologável ou um processo reproduzível em bases economicamente viáveis, e que sejam também aceitáveis a partir dos pontos de vista social e ambiental.

Finalmente, Inovação pode ser entendida como a capacidade de transformar a Tecnologia em produto, processo ou serviço. Normalmente, são fazedores de Inovação os inventores e os empreendedores, e o ambiente mais apropriado para que ela ocorra é o ambiente industrial e de serviços. Ali, produtos são produzidos, processos são otimizados e serviços são disponibilizados em prol da melhoria da qualidade de vida da população, com impactos econômicos e sociais positivos.

Os três parágrafos anteriores parecem sugerir uma separação entre ciência, tecnologia e inovação que, na realidade, não existe. Tecnologia e Inovação podem ser feitas nas universidades, assim como ciência pode ser feita nas indústrias. Da mesma forma, podemos ter engenheiros, técnicos,

inventores e empreendedores trabalhando em universidades, assim como podemos ter filósofos e cientistas pensando em indústrias. Os conceitos foram dispostos aqui apenas para atender a sistematizações que possam ser mais prováveis ou mais didáticas, não devendo o leitor tomá-las como rígidas ou absolutas. O importante é dispor para esta análise três níveis conceituais que envolvam teoria decrescente e aplicação crescente, pois é exatamente isto o que experimentamos ao evoluirmos da Ciência à Inovação.

Dentro deste arcabouço teórico, podemos entender a Expressão Científica e Tecnológica como o motor primário do Poder Nacional. Sem conhecimento, puro e aplicado, sem inovação e sem produto, processo ou serviço, não teremos uma Expressão Econômica forte e, sem esta, teremos uma Expressão Psicossocial abalada, uma Expressão Política sem capacidade de definir o que deve ser feito e, finalmente, uma Expressão Militar sem ter o que segurar e defender.

Até aqui, foram apresentados conceitos e definições sobre a Natureza da Ciência, da Tecnologia e da Inovação e sobre a concepção de Poder Nacional, à luz da doutrina da ESG. A discussão agora está madura o suficiente para avançarmos sobre a concepção de Defesa, enquanto área de interesse nacional.

A ESG considera o Estado como a Nação politicamente organizada. A Política, no sentido lato, é que define e orienta o que deve ser realizado pelo Estado. Esta orientação deve decorrer dos Objetivos Nacionais. A Política Nacional está relacionada com os Objetivos Nacionais Fundamentais, que são a democracia, a integração nacional, a integridade do patrimônio nacional, a paz social, o progresso e a soberania. Já a Política de Governo está relacionada com os Objetivos Nacionais de Governo. Estes devem ser estabelecidos como contribuintes dos Objetivos Fundamentais e em consonância com a conjuntura, lembrando que um Governo possui um prazo definido para existir, enquanto que a Nação é permanente.

A ESG ensina que Óbices são “obstáculos de toda ordem que dificultam ou impedem a conquista e manutenção de Objetivos”. Ensina também que Estratégia é “a arte de preparar e aplicar o Poder para conquistar e preservar Objetivos, superando Óbices de toda ordem”. Além disso, a Escola define Ações Estratégicas como “a efetivação do emprego do Poder”.

Assim, enquanto a Política define e orienta o que deve ser feito, a Estratégia Nacional “é a arte de preparar e de aplicar o Poder Nacional para, superando os Óbices, alcançar e preservar os Objetivos Nacionais, de acordo com a orientação estabelecida pela Política Nacional”. Em decorrência deste conceito, definimos Estratégia de Governo como a forma como este “prepara e aplica o Poder Nacional para alcançar e preservar seus objetivos, de acordo com a orientação estabelecida pela política de governo”.

Os principais campos de atuação do poder nacional são o desenvolvimento e a segurança e defesa nacionais. A ESG entende desenvolvimento nacional como “o processo global de fortalecimento e aperfeiçoamento do Poder Nacional, particularmente de seus fundamentos (homem, terra e instituições), visando à conquista e à manutenção dos objetivos nacionais e à consecução do bem comum”.

A sociologia ensina que um choque de interesses, de qualquer natureza e em qualquer cenário, interno ou externo a um país, é um conflito. Quando o Conflito envolve o emprego de armamento, passa a ser entendido como um conflito armado. A sociologia ensina também que, quando o conflito se agrava, este pode atingir um estado de tensão a que denominamos crise. Os conflitos (armados ou não) e as crises podem atingir simultaneamente diversas expressões do Poder Nacional. Segundo a doutrina militar de defesa, guerra “é o fenômeno social que resulta da aplicação violenta do poder, com predominância do poder de combate da expressão militar para forçar o inimigo a executar a vontade nacional”. O termo guerra tem sido evitado nas últimas décadas, devido às implicações dele decorrentes, particularmente aquelas relativas ao direito internacional.

A doutrina da ESG qualifica crises internacionais como possuindo caráter político-estratégico quando estas têm em suas gêneses alguns fatores de relevante importância estratégica. Exemplos dessas crises, no contexto do tema deste trabalho, são ameaças à integridade do patrimônio nacional ou à soberania, apoio externo à insurreição interna e impedimento de acesso à tecnologia.

Dentro deste arcabouço teórico, podemos finalmente conceituar e diferenciar Segurança e Defesa Nacional. Segundo a ESG, Segurança Nacional “é o sentimento de garantia para a Nação da conquista e manutenção dos

seus Objetivos Fundamentais, proporcionadas pela aplicação do seu Poder Nacional”. Por outro lado, *Defesa Nacional* é “o conjunto de atitudes, medidas e ações do Estado, com ênfase na Expressão Militar, para a defesa do território, da soberania e dos interesses nacionais contra ameaças preponderantemente externas, potenciais e manifestas”.

Percebe-se que Segurança é caracterizada pela palavra *sentimento* e Defesa é caracterizada pela palavra *ação*. As ações de Defesa Externa e Interna decorrem da *Política de Defesa Nacional*, que é definida como “o conjunto de objetivos de Governo, bem como a orientação do Poder Nacional no sentido de conquistá-los e mantê-los, superando ameaças e agressões de qualquer natureza que se manifestem ou possam manifestar-se contra a Segurança e o Desenvolvimento da Nação”.

Embora este modelo teórico confira ênfase à Expressão Militar na execução das Ações de Defesa Nacional, esta Expressão não pode ter êxito sem o concurso das demais. Após o estabelecimento, pela Expressão Política, do que deve ser feito, a Expressão Militar deve planejar as Forças, dimensionar os meios e definir as necessidades de emprego, especificações e requisitos dos diversos sistemas de armas a serem empregados nestas ações. Na seqüência, a Expressão Científica e Tecnológica deve conceber e coordenar junto aos centros de pesquisa e à indústria o desenvolvimento desses sistemas. Fechando o ciclo, a Expressão Econômica deve produzir, manter e atualizar os sistemas de armas, mantendo-se alerta para eventuais necessidades de mobilização. Cabe à Expressão Psicossocial usufruir o sentimento de segurança provido pelo preparo e emprego das Ações de Defesa preconizadas pela Política de Defesa Nacional.

Os sistemas de armas empregados em ações de defesa são normalmente produtos de alto valor agregado, de longo prazo de desenvolvimento, de baixa escala de produção e que demandam intensivo uso de tecnologias inovadoras. Além disso, eles requerem tratamento diferenciado quanto à sigilo e exportação, sendo, justamente por estas razões, regulados por tratados internacionais. Assim, eles só podem ser concebidos, desenvolvidos e produzidos por países tecnologicamente avançados, com poder de embargo sobre potenciais interessados nestes produtos.

Nota-se que o relacionamento entre Ciência, Tecnologia e Inovação e Defesa Nacional é bastante complexo. Em síntese, a Defesa Nacional não

se faz por si própria e nem é atribuição exclusiva da Expressão Militar, mas requer a participação de todas as demais Expressões do Poder Nacional. Sem o apoio de todos os meios da Expressão Científica e Tecnológica deste Poder (incluindo-se a parcela civil da sociedade), não é possível realizar Defesa de forma soberana e independente.

3. O CASO BRASILEIRO

A teoria disposta na seção anterior deste documento, como já foi ressaltado, tem um caráter geral, não sendo exclusiva do Brasil. Nesta seção, iremos, tanto quanto possível, particularizar algumas correlações entre os conceitos aqui dispostos, por meio de alguns fundamentos legais e filosóficos exclusivamente nacionais.

A Constituição da República Federativa do Brasil de 1988, no seu Capítulo IV – Da Ciência e Tecnologia – estabelece no caput do Artigo 218 que o “Estado promoverá e incentivará o desenvolvimento científico, a pesquisa e a capacitação tecnológicas”. Os três primeiros parágrafos deste Artigo dizem que:

§ 1.º A pesquisa científica básica receberá tratamento prioritário do Estado, tendo em vista o bem público e o progresso das ciências.

§ 2.º A pesquisa tecnológica voltar-se-á preponderantemente para a solução dos problemas brasileiros e para o desenvolvimento do sistema produtivo nacional e regional.

§ 3.º O Estado apoiará a formação de recursos humanos nas áreas de ciência, pesquisa e tecnologia, e concederá aos que delas se ocupem meios e condições especiais de trabalho.

Em complemento, o Artigo 219 da Carta Magna estabelece que “o mercado interno integra o patrimônio nacional e será incentivado de modo a viabilizar o desenvolvimento cultural e socioeconômico, o bem-estar da população e a autonomia tecnológica do país, nos termos de lei federal”.

A Política de Defesa Nacional, de 1996, estabelece os seguintes objetivos para a Defesa Nacional:

- a. a garantia da soberania, com a preservação da integridade territorial, do patrimônio e dos interesses nacionais;
- b. a garantia do Estado de Direito e das instituições democráticas;
- c. a preservação da coesão e da unidade da Nação;
- d. a salvaguarda das pessoas, dos bens e dos recursos brasileiros ou sob jurisdição brasileira;
- e. a consecução e a manutenção dos interesses brasileiros no exterior;
- f. a projeção do Brasil no concerto das nações e sua maior inserção no processo decisório internacional; e
- g. a contribuição para a manutenção da paz e da segurança internacionais.

Após estabelecer os objetivos anteriores, que são todos consoantes com os Objetivos Nacionais Fundamentais dispostos anteriormente, a Política de Defesa Nacional coloca como orientação estratégica que é “essencial o fortalecimento equilibrado da capacitação nacional no campo da defesa, com o envolvimento dos setores industrial, universitário e técnico-científico. O desenvolvimento científico e tecnológico é fundamental para a obtenção de maior autonomia estratégica e de melhor capacitação operacional das Forças Armadas”. A mesma Política estabelece 20 diretrizes, entre as quais destacamos as seguintes, por terem conteúdos direta ou indiretamente associados ao tema do presente trabalho:

1. contribuir ativamente para a construção de uma ordem internacional baseada no estado de direito, que propicie a paz universal e regional e o desenvolvimento sustentável da humanidade;
2. promover a posição brasileira favorável ao desarmamento global, condicionado ao desmantelamento dos arsenais nucleares e de outras armas de destruição em massa, em processo acordado multilateralmente;
3. participar de operações internacionais de manutenção da paz, de acordo com os interesses nacionais;

4. contribuir ativamente para o fortalecimento, a expansão e a solidificação da integração regional;

5. proteger a Amazônia brasileira, com o apoio de toda a sociedade e com a valorização da presença militar;

6. aperfeiçoar a capacidade de comando, controle e inteligência de todos os órgãos envolvidos na defesa nacional, proporcionando-lhes condições que facilitem o processo decisório, na paz e em situações de conflito;

7. aprimorar o sistema de vigilância, controle e defesa das fronteiras, das águas jurisdicionais, da plataforma continental e do espaço aéreo brasileiros, bem como dos tráfegos marítimo e aéreo;

8. fortalecer os sistemas nacionais de transporte, energia e comunicações;

9. buscar um nível de pesquisa científica, de desenvolvimento tecnológico e de capacidade de produção, de modo a minimizar a dependência externa do país quanto aos recursos de natureza estratégica de interesse para a sua defesa;

10. promover o conhecimento científico da região antártica e a participação ativa no processo de decisão de seu destino; e

11. aprimorar o Sistema de Mobilização para atender às necessidades do país, quando compelido a se envolver em conflito armado.

Recentes revisões desta Política de Defesa Nacional, ainda não oficializadas, permitem identificar as seguintes diretrizes adicionais de interesse a este trabalho:

1. aprimorar o intercâmbio entre as Forças Armadas, universidades e instituições de pesquisa, nas áreas de interesse da defesa; e

2. articular a integração da Política de Defesa Nacional com as demais políticas governamentais.

No sentido de buscar atender às diretrizes aqui colocadas, os Ministérios da Defesa e da Ciência e Tecnologia fizeram realizar em Brasília,

no dia 26 de novembro de 2002, o primeiro seminário de Ciência, Tecnologia e Inovação para a Defesa Nacional. Neste Seminário foi divulgado o documento “Ciência, Tecnologia e Inovação – Proposta de Diretrizes Estratégicas para a Defesa Nacional”, com mensagens do ministro da Defesa, Geraldo Magela da Cruz Quintão, e do ministro da Ciência e Tecnologia, Ronaldo Mota Sardenberg. Neste documento, o Ministro da Defesa determinou a criação do Sistema de Ciência Tecnologia e Inovação de Interesse da Defesa Nacional (SisCTID) e definiu a seguinte orientação diretiva: “o Sistema de Ciência e Tecnologia de Defesa deve atingir o efetivo domínio dos conhecimentos científicos e tecnológicos e da capacidade de inovação, visando cooperar com a satisfação das necessidades do país atinentes à Defesa e ao desenvolvimento nacional.”

Em decorrência desta orientação, foram formados, ao longo de 2003, vários grupos de trabalho destinados a fornecer sugestões para a concepção e implementação do SisCTID. Alguns grupos ficaram encarregados de elaborar a estrutura e o modo de operação do Sistema; outros, de identificar e hierarquizar áreas e programas estratégicos de C,T&I. Os participantes desses grupos foram civis e militares das três Forças Armadas ligados a universidades, a institutos e centros de P&D, à indústria nacional de defesa e ao próprio Ministério da Defesa, particularmente ao departamento de Ciência e Tecnologia. Várias reuniões foram realizadas para a discussão dos temas considerados mais relevantes. Os resultados desse trabalho conjunto foram apresentados no II Seminário, ocorrido em 10 de dezembro de 2003, em Brasília, e publicados nos documentos denominados “Concepção Estratégica – Ciência, Tecnologia e Inovação de Interesse da Defesa Nacional, e Gerenciando Projetos no Sistema de Ciência, Tecnologia e Inovação de Interesse da Defesa Nacional (SisCTID)”.

O documento *Concepção Estratégica* traz a missão e a visão 2015 sobre o assunto, a seguir discriminadas. O Ministério da Defesa, no que se refere à área de C,T&I, tem a seguinte missão: “viabilizar soluções científico-tecnológicas e inovações para a satisfação das necessidades do país atinentes à Defesa e ao Desenvolvimento Nacional”. Quanto à visão 2015, o documento diz que o Ministério da Defesa “será uma organização de referência na condução dos assuntos relativos à área da C,T&I de interesse da Defesa Nacional, por meio do(a):

- domínio de tecnologias que atendam às necessidades da Defesa Nacional;
- contribuição para o fortalecimento da indústria nacional;
- reconhecimento institucional, no Brasil e no exterior; e
- gestão eficiente e eficaz.”

Durante o ano de 2003 foram apresentados ao Ministério da Defesa os primeiros projetos candidatos ao sistema e no ano seguinte foram viabilizados recursos de Fundos Setoriais para os primeiros projetos selecionados. O Seminário, ocorrido em Brasília, em 20 de outubro de 2004, já apresentou resultados concretos, na forma de captação de recursos financeiros e aprovação de projetos para atendimento de necessidades das Forças Armadas, dando início efetivo ao SisCTID. No Seminário também foram feitas apresentações por especialistas em algumas áreas tecnológicas estratégicas. A seguir, descrevemos como foi realizada a identificação destas áreas.

4. A BUSCA POR MODELOS DE C,T&I DA DEFESA

Quando o problema de identificar e hierarquizar Tecnologias de Interesse da Defesa Nacional se apresentou, o caminho natural foi verificar que cenários e modelos semelhantes existiam e eram praticados no exterior. Os especialistas envolvidos nesta tarefa de identificação fizeram dos modelos selecionados uma análise crítica, considerando os seguintes fatores condicionantes:

1. o alinhamento das tecnologias com a Doutrina e a Política de Defesa Nacional;
2. os interesses comuns entre as Forças Armadas Brasileiras;
3. a sinergia com os demais segmentos nacionais da C,T&I;
4. o impacto econômico e industrial das tecnologias identificadas;
5. a exploração da capacidade de exportação de resultados decorrentes;
6. as tecnologias de baixa relação custo/desempenho;
7. o aproveitamento da dualidade civil/militar das tecnologias;

8. o impacto político e social das tecnologias identificadas,
9. o impacto das tecnologias na formação de recursos humanos e
10. o impacto das tecnologias na infra-estrutura laboratorial e metrológica nacional.

Como resultado deste trabalho, foram selecionados quatro modelos científico-tecnológicos, a saber:

1. o modelo desenvolvido no *Air Force Institute of Technology (AFIT)*,
2. o modelo denominado *Militarily Critical Technologies List (MCTL)*,
3. o modelo do *Western European Armaments Group (WEAG)* e
4. o modelo do *Battelle Memorial Institute*.

Os dois primeiros modelos foram gerados dentro do *Department of Defense* dos Estados Unidos da América (DoD); o terceiro, dentro do cenário integrado pelas Forças Armadas da Comunidade Européia; e o quarto, dentro de um instituto norte-americano civil de pesquisas, desenvolvimento e inovação tecnológica. Além destes modelos, ampla consulta foi realizada às informações disponibilizadas na rede mundial pela *Defense Advanced Research Projects Agency (DARPA)*, organização central do DoD para este assunto. Estes modelos são descritos brevemente a seguir.

4.1. O MODELO AFIT

Em 1991, foi publicado o livro *Critical Technologies for National Defense*, com o resultado de um estudo desenvolvido no ano anterior no *US Air Force Institute of Technology (AFIT)*. Este estudo identificou, à época, 20 grupos tecnológicos considerados críticos para a Defesa dos Estados Unidos. Estes grupos foram divididos em três conjuntos: tecnologias de mais alta prioridade, tecnologias em capacitação e tecnologias emergentes.

As tecnologias identificadas neste estudo como sendo de mais alta prioridade são as seguintes:

1. Materiais conjugados (Compostos/Compósitos);
2. Dinâmica de fluidos computacional (*Computational Fluid Dynamics – CFD*);

3. Fusão de dados;
4. Sensores passivos;
5. Fotônica;
6. Materiais semicondutores e circuitos de microeletrônica;
7. Processamento de sinais;
8. Produção de *softwares*.

As tecnologias identificadas como em fase de capacitação são as seguintes:

9. Propulsão com ar aspirado;
10. Inteligência de máquinas e robótica;
11. Arquiteturas de computadores paralelos;
12. Radares de alta sensibilidade;
13. Controle de assinaturas;
14. Simulação e modelagem;
15. Ambiente de sistemas de armas.

Finalmente, as tecnologias identificadas como emergentes são as seguintes:

16. Materiais e processos em biotecnologia;
17. Materiais de alta densidade energética;
18. Projéteis hipervelozes;
19. Potência pulsada;
20. Supercondutividade.

Na referência citada encontra-se um capítulo sobre cada um dos 20 grupos tecnológicos identificados, com uma descrição do significado da área tecnológica, dos princípios físicos e de engenharia envolvidos, e do seu impacto sobre futuros sistemas de armas.

4.2. O MODELO MCTL

Mais de uma década após o lançamento do modelo AFIT, o DoD divulgou novas listas de grupos tecnológicos, agora dentro de um outro enfoque. Estas listas, denominadas MCTL, foram separadas em três partes, a saber:

1. Parte I – *Tecnologias de Sistemas de Armas* – tecnologias que estão no nível mínimo necessário ou acima dele para garantir o desempenho contínuo dos sistemas de armas em uso pelo DoD e por suas entidades de apoio.

2. Parte II – *Tecnologias de Armas de Destruição em Massa* – tecnologias requeridas para o desenvolvimento, integração e implantação de armas biológicas, químicas ou nucleares e seus meios de entrega.

3. Parte III – *Tecnologias Críticas em Desenvolvimento* – tecnologias que irão produzir desempenho continuamente superior de sistemas militares ou manter a atual capacidade de operação a um custo inferior.

Uma análise das definições anteriores permite verificar que o enfoque deste modelo deslocou-se do conceito de tecnologias para o de sistemas de armas. A Parte I representa o status atual dos sistemas de armas norte-americanos, enquanto a Parte III representa a evolução que tais sistemas poderão ter no futuro. A Parte II representa o contexto bastante específico dos sistemas de armas de destruição em massa que, no Brasil, resume-se ao quadro de Defesa Química, Biológica e Nuclear (Defesa QBN).

A Parte I da MCTL – *Tecnologias de Sistemas de Armas* – consiste no seguinte conjunto de 18 tecnologias:

1. Tecnologia de sistemas aeronáuticos;
2. Tecnologia de armamentos e materiais energéticos;
3. Tecnologia de sistemas químicos e biológicos;
4. Tecnologia de sistemas de energia cinética dirigida;
5. Tecnologia de eletrônica;
6. Tecnologia de sistemas de solo;
7. Tecnologia de guiamento, navegação e controle de veículos;

8. Tecnologia de sistemas de informação;
9. Tecnologia de informação de guerra;
10. Tecnologia de manufatura e fabricação;
11. Tecnologia de materiais;
12. Tecnologia de sistemas navais;
13. Tecnologia de sistemas nucleares;
14. Tecnologia de sistemas de potência;
15. Tecnologia de sensores e lasers;
16. Tecnologia de controle de assinaturas;
17. Tecnologia de sistemas espaciais;
18. Tecnologia de efeitos de armas e contramedidas.

A Parte II da MCTL – *Tecnologias de Armas de Destruição em Massa* – é discriminada como segue:

1. Tecnologia de meios de entrega;
2. Tecnologia de sistemas de informação;
3. Tecnologia de armas biológicas;
4. Tecnologia de armas químicas;
5. Tecnologia de armas nucleares;
6. Tecnologia de efeitos de armas nucleares.

Finalmente, a Parte III da MCTL – *Tecnologias Críticas em Desenvolvimento* – é constituída pelas seguintes tecnologias:

1. Aeronáutica;
2. Armamentos e materiais energéticos;
3. Tecnologia biológica;
4. Tecnologia biomédica;
5. Tecnologia química;
6. Tecnologia de energia cinética dirigida;

7. Tecnologia de sistemas de energia;
8. Tecnologia eletrônica;
9. Tecnologia de sistemas de solo;
10. Tecnologia de sistemas de informação;
11. Tecnologia de lasers e óptica;
12. Tecnologia de manufatura e fabricação;
13. Tecnologia de sistemas navais;
14. Tecnologia de materiais e processos;
15. Tecnologia nuclear;
16. Tecnologia de posicionamento, navegação e tempo;
17. Tecnologia de sensores;
18. Tecnologia de controle de assinaturas;
19. Tecnologia de sistemas espaciais;
20. Tecnologia de efeitos de armas.

Detalhes de cada um dos grupos tecnológicos listados nas três partes da MCTL podem ser encontrados na internet, nos endereços eletrônicos fornecidos na lista de referências bibliográficas. Para cada um dos grupos identificados, encontra-se na rede mundial um arquivo com uma descrição do significado do grupo, de suas principais características e das principais recomendações para a manutenção da posição norte-americana no domínio mundial de cada tema.

4.3. O MODELO WEAG

O *Western European Armaments Group (WEAG)* teve início em 1976 e congrega atualmente 19 países: Alemanha, Áustria, Bélgica, Dinamarca, Espanha, Finlândia, França, Grécia, Hungria, Itália, Luxemburgo, Noruega, Países Baixos, Polônia, Portugal, Reino Unido, República Tcheca, Suécia e Turquia. O Modelo WEAG não se limita a elaborar uma lista de Tecnologias de Interesse da Defesa. Trata-se de um modelo muito mais integrado e complexo que os anteriores. O sistema funciona baseado em painéis que são realizados periodicamente e que visam aos seguintes objetivos:

1. Painel I – *Programas Cooperativos de Sistemas de Armas* – este painel é conduzido sob responsabilidade dos diretores nacionais de armamentos dos países participantes do Weag e é dedicado à harmonização dos requisitos militares de cada país. Deste trabalho surgem programas cooperativos de sistemas de armas que sejam de interesse de dois ou mais países membros.

2. Painel II – *Programas Cooperativos de Pesquisa e Tecnologia* – este painel é conduzido por autoridades científicas representativas dos países membros, que procuram organizar grupos tecnológicos e projetos decorrentes do atendimento às recomendações do Painel I. Deste trabalho resultam listas de grupos que são denominados *Common European Priority Areas (CEPAs)*.

3. Painel III – *Procedimentos e Assuntos Econômicos* – este painel é dedicado a assuntos de política industrial resultantes dos programas cooperativos delineados nos painéis anteriores. Este painel é conduzido por representantes do *European Defense Industry Group (EDIG)*.

Os grupos tecnológicos identificados pelo Modelo WEAG (entenda-se CEPAS) são listados a seguir:

1. Tecnologias e sistemas de radares e rádio-freqüência de combate;
2. Microeletrônica;
3. Materiais avançados e estruturas;
4. Aviônica modular;
5. Não-declarado;
6. Processamento avançado de informações e comunicações;
7. Não-declarado;
8. Tecnologias e sistemas optoeletrônicos;
9. Satélite de vigilância e tecnologia espacial militar;
10. Tecnologia subaquática e hidrodinâmica naval;
11. Tecnologias de modelagem de defesa e simulação;
12. Não-declarado;
13. Defesa química, biológica e nuclear (QBN);
14. Materiais energéticos;

15. Tecnologia de mísseis, aeronaves não-tripuladas (UAV) e robótica;
16. Engenharia elétrica.

Nas páginas da Internet, listadas nas referências bibliográficas, podem ser encontrados mais detalhes sobre este modelo. Porém, o nível de detalhamento é claramente inferior ao apresentado nos modelos do Departamento de Defesa dos Estados Unidos. Além disso, pode-se observar que três dos 16 grupos tecnológicos do WEAG foram mantidos em caráter sigiloso.

Este modelo tem o mérito de integrar o trabalho de três eixos fundamentais para que uma defesa nacional possa efetivamente ocorrer: o eixo militar, especificando os requisitos de defesa a serem cumpridos, o eixo de ciência e tecnologia, detalhando os temas, programas e projetos a serem explorados, e o eixo da indústria, demonstrando as capacidades produtivas que podem transformar concepções e especificações em produtos, serviços e atividades (entenda-se inovações) de interesse da sociedade.

4.4. O MODELO *BATTELLE*

O *Battelle Memorial Institute* é uma organização privada de pesquisa e desenvolvimento fundada em 1929, com sede em Columbus, Ohio (EUA), com diversos laboratórios espalhados por aquele país. O Instituto coordena o trabalho de cerca de 16 mil cientistas, com um orçamento anual da ordem de US\$ 2,7 bilhões. O mote do Instituto é “O Negócio da Inovação”. De seus laboratórios saíram produtos reconhecidamente inovadores como, por exemplo, a máquina copiadora e o disco compacto (CD).

Os temas pesquisados pelo Instituto abrangem um largo espectro tecnológico. A maioria dos temas encontra-se na área de energia. Porém, o Instituto também atua nas áreas espacial e de segurança e defesa nacional. Mais informações sobre esta organização podem ser encontradas na página da internet registrada na lista de referências bibliográficas deste documento.

Em 2003, o Instituto realizou um workshop em Washington, D.C., (EUA) em que especialistas identificaram os grupos tecnológicos considerados as dez mais importantes inovações na Segurança e Defesa Nacional dos Estados Unidos da América até o ano de 2012. A relação destes grupos é dada a seguir:

1. Gestão de informações e inteligência;
2. Fontes renováveis de energia;
3. Armas não-letais;
4. Sistemas avançados de detecção e acompanhamento;
5. Vacinação universal;
6. *A Cyber Net Global*;
7. Equipamentos individuais de alerta;
8. Desdobramentos e movimentos rápidos;
9. Edifícios seguros;
10. Materiais multifuncionais avançados.

Esta relação, apesar de limitada, é sem dúvida atual, pois reflete a visão de Defesa Nacional dos Estados Unidos após os atentados terroristas de 11/09/2001 e após a Guerra do Iraque. Desta forma, este modelo acresce novos elementos que foram considerados nos estudos realizados pelos especialistas brasileiros.

5. PROPOSTA DE MODELO PARA O SISCTID

Após ponderar as características taxonômicas dos quatro modelos selecionados, bem como os dez fatores condicionantes descritos na seção anterior, os especialistas propuseram que a identificação e a hierarquização das Tecnologias de Interesse da Defesa Nacional fossem frutos da análise de um triedro composto pelos seguintes eixos, capazes de criar vetores interagentes e coordenados:

1. *Eixo da defesa* – contempla as especificações e os requisitos militares da Defesa Nacional a serem satisfeitos por sistemas de armas. Relaciona-se primordialmente às Expressões Política e Militar do Poder Nacional.

2. *Eixo da ciência e tecnologia* – contempla as Tecnologias de Interesse da Defesa necessárias para atender às especificações e aos requisitos definidos para os Sistemas de Armas da Defesa Nacional. Relaciona-se primordialmente à Expressão Científica e Tecnológica do Poder Nacional.

3. *Eixo da indústria* – contempla as capacidades inovadoras e características industriais próprias para satisfação das especificações e dos requisitos estabelecidos para os Sistemas de Armas da Defesa Nacional. Relaciona-se primordialmente às Expressões Econômica e Psicossocial do Poder Nacional.

O resultado deste trabalho foi a seleção preliminar de 23 Tecnologias de Interesse da Defesa Nacional, hierarquizadas e descritas a seguir:

1. *Fusão de dados* – visa criar ambientes onde sejam integrados meios de comando, controle, comunicações, computação, inteligência, vigilância e reconhecimento (C⁴IVR), essenciais para o desenvolvimento de operações de defesa.

2. *Microeletrônica* – visa permitir o desenvolvimento de componentes e circuitos dedicados a sistemas de defesa nacionais, com baixa dependência externa, evoluindo-se daí para aplicações em nanotecnologia.

3. *Sistemas de informação* – visa permitir o desenvolvimento de sistemas computacionais completos, robustos e dedicados à operabilidade dos meios nacionais de defesa.

4. *Sensoriamento via radar de alta sensibilidade* – visa realizar sensoriamento remoto de qualquer área do país, a qualquer instante do dia ou da noite, e em qualquer condição meteorológica.

5. *Ambiente de sistemas de armas* – visa conhecer o ambiente da atmosfera, das águas e da superfície terrestre, onde poderão desenvolver-se ações militares, bem como as características de propagação de sinais de quaisquer tipos nestes ambientes, de forma a poder extrair as melhores condições de operação.

6. *Materiais de alta densidade energética* – visa ao desenvolvimento, à fabricação e ao emprego de propelentes e explosivos de alto desempenho ou destinados a aplicações especiais.

7. *Hipervelocidade* – visa conceber, desenvolver, produzir e utilizar sistemas de armas que empreguem projéteis com velocidades hipersônicas.

8. *Potência pulsada* – visa conceber, desenvolver, produzir e utilizar sistemas de armas que empreguem energias concentradas em espaços geográficos limitados e com efeitos localizados.

9. *Navegação de precisão* – visa dominar a capacidade de ter veículos navegando precisamente, segundo trajetórias pré-definidas, de maneira controlada ou autônoma.

10. *Materiais compostos* – visa dominar a capacidade de conceber, desenvolver e construir estruturas resistentes, leves e eficientes para diversas aplicações militares.

11. *Dinâmica dos fluidos computacional (CFD)* – visa equacionar e resolver qualquer problema de interesse que envolva o escoamento de fluidos, com ou sem efeitos de calor, de reação química ou de origem eletromagnética.

12. *Sensores ativos e passivos* – visa conceber, desenvolver e fabricar sensores de qualquer tipo, de forma a permitir a defesa contra vetores inimigos e o monitoramento em tempo real do status de nossos sistemas de armas.

13. *Fotônica* – visa conceber, desenvolver e fabricar dispositivos sensores, de comunicação e de transmissão de potência que empreguem a luz em substituição à corrente eletrônica, permitindo robustecer sistemas quanto a interferências de radiações ionizantes e não-ionizantes que costumam desabilitar a operação de circuitos elétricos e eletrônicos usuais.

14. *Inteligência de máquinas e robótica* – visa conceber, desenvolver, produzir e operar veículos que possam operar de maneira pré-programada ou autônoma, reagindo de maneira inteligente a mudanças de cenários em tempo real.

15. *Controle de assinaturas* – visa desenvolver todos os meios para dificultar a identificação e a visualização pelo inimigo de nossos vetores de defesa e maximizar a nossa capacidade de identificação e visualização dos vetores de ataque do inimigo.

16. *Energia nuclear* – visa obter soluções energéticas móveis de natureza nuclear, de forma a permitir a operação de Sistemas de Armas autônomos em regiões desprovidas de infra-estrutura, quer seja na superfície de terras ou águas, ou ainda de Sistemas de Armas submersos.

17. *Sistemas espaciais* – visa sondar o espaço aéreo em qualquer altitude com quaisquer tipos de sensores e de colocar em órbita do planeta satélites de quaisquer aplicações de interesse da Defesa Nacional.

18. *Propulsão com ar aspirado* – visa criar autonomia de propulsão de qualquer tipo na atmosfera inferior, com aproveitamento do oxigênio como comburente.

19. *Materiais e processos em biotecnologia* – visa desenvolver, processar e empregar materiais naturais de origem orgânica ou materiais sintetizados de mesma origem que tenham propriedades de interesse da Defesa Nacional.

20. *Defesa química, biológica e nuclear (QBN)* – visa congrega e coordenar tecnologias para ampliar a capacidade nacional de desenvolver ações de caráter eminentemente defensivo, corretivo e de sobrevivência em um cenário envolvendo uso de armas de origem química, biológica e nuclear.

21. *Integração de sistemas* – visa estimular a capacidade nacional de integrar a operação de dois ou mais Sistemas de Armas de qualquer tipo, de forma a alcançar-se na operação conjunta uma maior eficiência e sinergia das potencialidades de cada Sistema individualmente considerado.

22. *Supercondutividade* – visa identificar, pesquisar e desenvolver aplicações de qualquer tipo, de interesse da Defesa Nacional, que empreguem materiais supercondutores.

23. *Fontes renováveis de energia* – visa dotar tanto defensores isolados quanto Sistemas de Armas de maior dimensão de capacidade de operar em qualquer cenário com razoável margem de oferta energética, de forma a reduzir a dependência logística.

Esta proposta encontra-se publicada no documento “Concepção Estratégica – C,T&I de Interesse da Defesa Nacional”. Deve-se ressaltar o caráter preliminar deste resultado. Embora a proposta tenha sido preparada por cientistas e especialistas conhecedores dos fatores-chave de sucesso da Defesa, ela carece de detalhamento e crítica por parte de um universo maior de pessoas interessadas neste tema.

6. O FUTURO DO SisCTID

A relação de tecnologias apresentada na seção anterior deste documento tem um caráter atual, histórico e efêmero. Faz-se necessário que esse resultado seja revisto e periodicamente atualizado pelos setores envolvidos: militar, acadêmico e industrial. Sugere-se, portanto, que haja uma ampla consulta a estes setores para

1. realizar uma análise crítica desta proposta;
2. identificar e hierarquizar novos grupos tecnológicos; e,
3. criar uma Rede de Inteligência Tecnológica da Defesa Nacional (RIT-Defesa) de características pró-ativas, que, efetivamente, possa realimentar e fortalecer o sistema.

Como já foi ressaltado, o modelo do SisCTID envolve os setores militar, acadêmico e industrial. Tendo em mente que o Ministério da Defesa foi criado em 1999 e que sua legislação está sendo criada ou revista, ainda não existem bases plenamente estruturadas na componente militar do Sistema. Também não existe uma avaliação precisa da parcela da comunidade acadêmica e científica nacional que estaria interessada em se engajar neste esforço, algo que poderá ser avaliado com o lançamento da RIT-Defesa. Finalmente, o setor da indústria de Defesa também tem seus problemas próprios, que fogem ao escopo do presente trabalho. Órgãos representativos deste setor, como a Associação das Indústrias Aeroespaciais do Brasil (AIAB) e a Associação Brasileira das Indústrias de Materiais de Defesa (ABIMDE), participaram desse esforço inicial e, certamente, estarão interessados em continuar este processo.

No momento, alguns projetos do SisCTID estão em execução com recursos dos Fundos Setoriais Aeronáutico e Espacial. É opinião deste autor que essas linhas de fomento devem ser utilizadas para apoiar novos temas ou manter ativos temas tecnológicos incipientes. Porém, Fundos Setoriais não poderão ser a solução definitiva de suporte financeiro para grandes projetos ou programas mobilizadores.

Dentro de um contexto conceitual, entende-se como programa estratégico ou mobilizador aquele que tem como característica a capacidade

de abranger um grande número das tecnologias de interesse da defesa aqui identificadas, visando dotar o país de Sistemas de Armas para combate assimétrico nos cenários geopolíticos em que as Forças Armadas Brasileiras eventualmente forem atuar.

Os mesmos especialistas que identificaram as Tecnologias de Interesse da defesa identificaram também os seguintes Programas Mobilizadores como os mais importantes para a Defesa Nacional:

1. Programa Nuclear Brasileiro,
2. Programa Espacial Brasileiro,
3. Aeronaves Não-Tripuladas,
4. Veículos Blindados de Superfície,
5. Comunicações Seguras,
6. Interoperabilidade das Forças Armadas, e
7. Educação e Mobilização para a Defesa.

Apesar de qualquer assessoramento ter caráter essencialmente opinativo, pode-se facilmente perceber que o principal programa estratégico é o de Educação e Mobilização para a Defesa, pois é o único capaz de envolver todas as Tecnologias de Interesse da Defesa. Na opinião deste autor, Programas como os da relação acima têm tal ordem de dimensão orçamentária, de grau de envolvimento e de repercussão que devem assumir o caráter de “Programas de Estado”, para ser-lhes assegurada continuidade em sucessivos governos. Nesta condição, eles teriam recursos em quantidade e prazos adequados às suas respectivas necessidades, podendo ter seus planejamentos e execuções físico-financeiras devidamente continuados no tempo, aumentando as suas chances de sucesso.

O caso Embraer é emblemático de um programa estratégico ou mobilizador de sucesso do atual Comando da Aeronáutica, com resultados positivos para as aviações civil e militar. Espera-se que este caso possa servir de exemplo a outros programas em andamento ou sendo propostos para o país no que concerne à Defesa Nacional.

O futuro do Sistema está no seu uso. Dar conhecimento de sua existência e permitir que os brasileiros o utilizem são as melhores formas de testar a robustez e a qualidade dos conceitos que levaram o Ministério da Defesa a criá-lo.

7. RESUMO E CONCLUSÕES

Todas as nações têm aspirações, interesses e necessidades agregados naquilo que a doutrina chama de Vontade Nacional. Para buscar a satisfação desta Vontade, as nações estabelecem Objetivos e lançam mão de meios de todos os tipos para conquistá-los e mantê-los. Ao conjunto destes meios, a doutrina chama de Poder Nacional. Acontece, porém, que Óbices de toda ordem, internos e externos, se colocam contra a conquista e a preservação dos Objetivos Nacionais. Quando isto acontece, as nações devem dispor de poder suficiente para se contrapor a estes obstáculos. A capacidade dissuasória deste poder, porém, às vezes, não é suficiente. Podem surgir conflitos e crises que, eventualmente, podem redundar em guerras. Nestas ocasiões, a Expressão Militar do Poder Nacional torna-se a ferramenta primária de existência do Estado, devendo todas as demais Expressões contribuir para as Ações de Defesa.

A Defesa Nacional é caracterizada pelo conjunto de atitudes, medidas e ações do Estado para salvaguardar o território, a soberania e os interesses nacionais contra quaisquer tipos de ameaças. As Forças Armadas são as instituições primeiras do Estado a se encarregarem deste conjunto de ações. Neste trabalho, homens e mulheres fazem uso de sistemas de armas que devem, tanto quanto possível, no interesse da soberania, ser produzidos no próprio país.

Os sistemas de armas são tradicionalmente produtos de alto valor agregado, de baixa escala de produção e que demandam longos prazos de pesquisa e desenvolvimento. Um conjunto formidável de conhecimentos e de tecnologias concorre para que eles possam existir e serem operados. E para que eles apresentem efetivamente bons resultados em ações de defesa, faz-se necessário que tenham características inovadoras, sempre atualizadas, a superar os concorrentes que lhes fazem oposição. Tais sistemas só terão sucesso em papéis dissuasórios ou em efetivo combate com o apoio sinérgico de vários componentes do Poder Nacional.

Estudos prospectivos recentes prevêem que, no ano 2050, o Brasil será a quinta economia mundial, atrás de China, Estados Unidos, Índia e Japão, nesta ordem. Para que tal prognóstico se verifique sem envolvimento de natureza bélica, para nosso regozijo, é absolutamente necessário que a Defesa Nacional tenha condições de cumprir o seu papel constitucional. Ela deve criar as condições necessárias para que o nosso povo possa sentir-se e viver em paz e para que os nossos dirigentes possam bem exercer o Poder Político no contexto dinâmico da globalização internacional.

O povo brasileiro tem uma índole sabidamente pacífica, de modo a perseguir a resolução de todos os conflitos pela negociação e pela diplomacia. O fato de estarmos há mais de 140 anos sem vivenciarmos um conflito armado em nosso território pode levar o povo a experimentar um falso sentimento de segurança e a ter uma posição de desprezo por temas ligados à Defesa Nacional. Entretanto, não pode o povo negligenciar o preparo de sua Defesa, mesmo na esperança de que ela jamais tenha de ser empregada.

Todas as tecnologias têm características duais, ou seja, de emprego civil e militar. No caso brasileiro, sistemas de armas têm baixa escala produtiva e baixo impacto social imediato na criação de empregos na indústria, devido ao baixo emprego desses sistemas em operações militares. Porém, as capacidades científicas, tecnológicas e inovadoras nacionais podem ser estimuladas e manter-se aquecidas pelo exercício do papel civil que está associado a estas tecnologias. Além disso, não podemos ignorar o impacto social que podem ter exportações de sistemas de armas projetados e produzidos no Brasil.

Em síntese, ciência, tecnologia e inovação são as ferramentas interagentes capazes de fazer acontecer a Defesa Nacional da maneira como a almejamos: forte, eficaz e autóctone. Dentro deste contexto, a institucionalização do Sistema de Ciência, Tecnologia e Inovação de Interesse da Defesa Nacional (SisCTID) é a garantia de que as Ações de Defesa Nacional terão a intensidade, a eficácia e a independência requeridas para a consecução das estratégias estabelecidas pelas políticas nacionais.

Com o tempo, tecnologias surgem, são desenvolvidas, utilizadas e caem em obsolescência. Neste mesmo tempo, o Sistema permanecerá, permitindo a continuidade do trabalho. Este trabalho requer coordenação, foco e persistência, características que são atributos intrínsecos do Sistema. Somente

com esse trabalho poderemos, de maneira gradual, trocar o papel de coadjuvantes para o de senhores de nossos próprios destinos. Afinal, a melhor maneira de prever o nosso futuro é construí-lo nós mesmos.

REFERÊNCIAS

1. BATTELLE MEMORIAL INSTITUTE. Disponível em: <<http://www.battelle.org/>>. Acesso em: mar. 2005.
2. BRASIL. Constituição (1988). *Constituição da República Federativa do Brasil*, promulgada em 5 de outubro de 1988. 31. ed., atual. e amp. São Paulo: Saraiva, 2003.
3. _____. Decreto nº 3466, publicado em 17 de maio de 2000 e alterado pelo decreto nº 4200, de 17 de abril de 2002. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Poder Executivo, Brasília, DF, 17 abr. 2002. Seção 1.
4. _____. Lei complementar nº 97, publicada em 9 de junho de 1999. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Poder Executivo, Brasília, DF, 9 jun. 1999. Seção 1.
5. _____. Lei nº 10.973: lei da inovação, publicada em 2 de dezembro de 2004. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Poder Executivo, Brasília, DF, 2 dez. 2004. Seção 1.
6. _____. Ministério da Defesa. *Ciência, tecnologia e inovação: proposta de diretrizes estratégicas para a defesa nacional*. Brasília: Ministério da Defesa, 2002.
7. _____. *Concepção estratégica: ciência, tecnologia e inovação de interesse da defesa nacional*. Brasília: Ministério da Defesa, 2003.
8. _____. *Política de ciência e tecnologia das Forças Armadas: portaria normativa nº 740*, publicada em 26 de novembro de 2001. Brasília: Ministério da Defesa, 2001.
9. _____. *Gerenciando projetos no sistema de ciência, tecnologia e inovação de interesse da defesa nacional*. Brasília: Ministério da Defesa, 2003.
10. _____. *Manual básico*. Rio de Janeiro: Escola Superior de Guerra, 2005. 2 v.
11. _____. Presidência da República. *Política de Defesa Nacional*. Brasília: Presidência da República Federativa do Brasil, 1996.
12. CRUZ, C. H. B. *Ciência e tecnologia e a soberania nacional*. Campinas: UNICAMP, 2004. Comunicação feita em encontro do Ministério da Defesa.

13. DEFENSE ADVANCED RESEARCH PROJECTS AGENCY (DARPA). Disponível em: <<http://www.darpa.mil/>>. Acesso em: set. 2003.
14. DEPARTMENT OF DEFENSE (Estados Unidos). Military Critical Technology List (MCTL). Parts I and III. Disponível em: <<http://www.dtic.mil/mctl/>>. Acesso em: mar. 2005.
15. _____. _____. Part II. Disponível em: <<http://www.fas.org/irp/threat/mctl98-2/>>. Acesso em: mar. 2005.
16. EUROPEAN COOPERATION FOR THE LONG TERM IN DEFENSE (EUCLID). Disponível em: <<http://www.weao.weu.int/>>. Acesso em mar. 2005.
17. PRZEMIENIECKI, J. S. (Ed.). *Critical Technologies for national defense*. Washington, D.C.: American Institute of Aeronautics and Astronautics, 1991. (AIAA Education Series).
18. RIBEIRO, T. S. et al. *Sistema de ciência, tecnologia e inovação da defesa – SisCTID – áreas e programas estratégicos*: relatório executivo: relatório do grupo regional de São José dos Campos, São Paulo e Campinas. São José dos Campos: Centro Técnico Aeroespacial, 2003.
19. WESTERN EUROPEAN ARMAMENTS GROUP (WEAG). Disponível em: <<http://www.weu.int/weag/>>. Acesso em mar. 2005.

O Sistema Cartográfico Nacional: o desafio do ordenamento e gestão do território brasileiro

*Paulo César Teixeira Trino**

1. CONDICIONANTES E ANTECEDENTES HISTÓRICOS

Os antecedentes históricos que determinam a conformação geográfica ao território brasileiro são anteriores inclusive ao descobrimento do país, reportando-se ao Tratado de Tordesilhas que estabelece o primeiro limite oriental do território brasileiro.

Segue esse primeiro tratado sobre essa matéria, outros conjuntos de acordos estabelecidos entre a coroa portuguesa e a coroa espanhola, a saber os Tratados de Madri, Santo Ildefonso e Pardo.

Redunda deste processo as missões demarcatórias em reconhecimento chefiadas por Gomes Freire de Andrade – Conde de Bobadela no Sul, e pelo Coronel Ricardo Franco de Almeida Serra, no Norte, coroando-se esses trabalhos demarcatórios pela brilhante atuação do Barão do Rio Branco nas questões de limites no final do século XIX e o começo do século XX, que deram conformidade aproximada do atual contorno do país.

Na atualidade, os contornos geográficos estão sendo alterados pelos resultados advindos das aplicações das regras emanadas da Convenção da Jamaica (Mondego Bay), que incorporam as plataformas continentais aos territórios emersos. No que concerne ao espaço vertical (espaço aéreo), os limites soberanos das nações foram primeiramente convencionados na convenção de Varsóvia (1924), incorporando-se nas convenções posteriores Chicago, Paris, Berna, etc., os acordos nelas ratificados, evidenciando-se

* Paulo César Teixeira Trino é presidente da Sociedade Brasileira de Cartografia (SBC).

posteriormente a ambigüidade pela não definição dos limites entre o aéreo soberano e espacial de uso comum da humanidade.

Esse conjunto de ordenamentos legais razoavelmente aceito no âmbito do direito internacional pelo conjunto das nações conferem ao Brasil direitos de exercício de soberania regulado por esses instrumentos legais num espaço de 1 bilhão e 300 milhões de quilômetros cúbicos sobre os quais, além de direitos formais a nação, a Nação obriga-se a realizar pesquisas científicas e de contribuir na preservação da manutenção do meio ambiente.

Os desdobramentos advindos da seqüência histórica supra mencionada determinaram os condicionantes e as demandas operacionais exigidos por força da dimensão dos novos espaços territoriais agregados.

2. SITUAÇÃO ATUAL DOS SISTEMAS INTEGRADOS

Embora imperiosa, a integração racional do sistema cartográfico sob os aspectos políticos e administrativos — ainda que tênue — reflete os esforços das instituições responsáveis pela execução da cartografia nacional na exata medida em que os ditames legais, oriundos das últimas constituições brasileiras, impõem um processo de organização de caráter sistêmico, e de responsabilidade da União Federal.

2.1 SISTEMA PRODUTIVO

O Segmento Produtivo do Sistema Cartográfico Brasileiro caracteriza-se por um conjunto de organismos do Estado Nacional e um grupamento empresarial cuidadosamente regulamentado. Algumas dessas instituições governamentais têm uma existência centenária de serviços prestados ao país, como o Instituto Militar de Engenharia (IME), com 213 anos de funcionamento, que contribuiu de forma expressiva na formação dos quadros de pessoal civil e militar para as áreas de produção, ensino, pesquisa e desenvolvimento desde 1792.

A diretoria de Hidrovia e Navegação da Marinha e a diretoria de Serviço Geográfico do Exército completam esse quadro de organizações com mais de cem anos de destacada atuação.

Seguem-se outras instituições tais como: as empresas de aerolevantamento (Aerofoto Cruzeiro, 1927), o IBGE fundado em 1936, o

Instituto de Cartografia Aeronáutica, que tem seu início com a criação do Ministério da Aeronáutica, no âmbito da antiga diretoria de Rotas Aéreas, e por fim, o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe), organizado a partir da CNAE, em 1968. Complementam esses organismos o parque empresarial, estruturado na Associação Nacional de Empresas de Aerolevantamento (Anea) a partir de 1961, que opera de forma eficiente no apoio à cartografia sistemática, bem como gera os elementos cartográficos de suporte a engenharia de projetos, a pesquisa de recursos minerais e controle ambiental.

Nas últimas duas décadas, a contribuição significativa do sistema produtivo, pro meio da DHN, do Inpe e do Decea/ICA, resultou na execução de três projetos relevantes: demarcação da margem continental brasileira (Zona Econômica Exclusiva), no estabelecimento dos sistemas satelitários por meio do lançamento das séries de satélites de monitoramento SCD e CBERS, e na conclusão da organização dos sistemas de controle do espaço aéreo brasileiro continental, com a integração dos Cindactas e do Sivam.

Esse esforço encontra-se debilitado por força de políticas orçamentárias restritivas e contingenciamentos que prejudicam o desenvolvimento contínuo dos projetos do sistema produtivo, principalmente no que tange a execução da cartografia terrestre.

O sistema empresarial no suporte à cartografia terrestre sistemática, bem como no fornecimento de bases para o apoio das obras de engenharia e outras, padece de uma conjunção de fatores adversos oriundos da conjugação das políticas fiscal, orçamentária e monetária. Por força desses fenômenos de caráter econômico, os programas de identificações de características físicas do território brasileiro impediram a construção dos sistemas integrados de informações geográficas realmente confiáveis, sobre o qual deveriam se assentar os processos de tomada de decisões em níveis nacional, regional, estadual e municipal.

Por via de conseqüência, a correlação da falta das informações geográficas que deveriam ser disponibilizadas para as autoridades e usuários impediram a execução do planejamento de políticas públicas, e do provimento de cartografia de base para serviços essenciais, bem como a organização de programas estratégicos que requeiram informações de qualidade e confiabilidade, atualmente indisponíveis.

2.2. SISTEMAS USUÁRIOS

Os usuários de informações cartográficas, incluindo organizações governamentais não produtoras e organizações privadas em geral, passaram a improvisar perigosamente, abusando do uso de informações orbitais e práticas de digitalização e escanerização de elementos cartográficos inapropriados, construídos sobre quatro ‘datum’ horizontais e dois ‘datum’ verticais diferentes.

Estimulados por propaganda direcionada em que o satélite tudo pode ver e prover, e o que o computador tudo pode resolver, incorreram no risco de alimentar sistemas automatizados de suporte ao processo de tomada de decisão, em diversos níveis governamentais e privados, com um conjunto de informações agrupadas sem critérios de organização dos metadados sem validação e certificação, ficando evidenciado que a continuidade desta prática irá vulnerabilizar todos os sistemas usuários de segurança, de produção e de investimentos.

2.3. SISTEMA DE ENSINO, PESQUISA E INOVAÇÃO

Os sistemas de ensino, pesquisa e inovação, embora tivessem a sua cota de sacrifícios impostas pelas mesmas restrições orçamentárias, passou razoavelmente incólume, tendo inclusive apresentado um certo grau de expansão por força do seu ancoramento em universidades federais. Essas instituições envidaram ingentes esforços no sentido de dar continuidade à expansão do ensino superior de cartografia, atrelando seus programas de pesquisa e inovação à existência dos Fundos Setoriais criados dentro das novas agências reguladoras governamentais. Por fim, os Fundos Setoriais também foram contingenciados pelas autoridades monetárias e, por conseqüência, verificou-se a completa paralisação destes programas.

3. DEMANDAS ESTRATÉGICAS

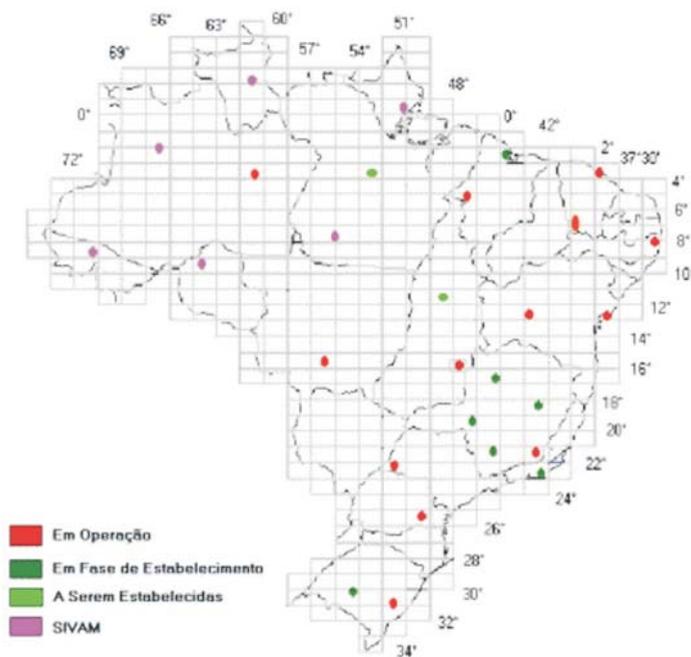
A abordagem das demandas estratégicas neste momento referem-se única e exclusivamente aos tópicos emergenciais que demandam ação imediata, e sem os quais todas as políticas governamentais de futuro próximo padecerão de graves inconsistências, com severos prejuízos para todo o processo de ordenamento e gestão do território.

Sobre o processo de ordenamento e gestão, deverão se projetar todos os programas de desenvolvimento econômico, social e de segurança.

3.1 REFERENCIAL GEOCÊNTRICO

O estabelecimento e a implementação do Sistema de Referencial Geocêntrico da América do Sul (Sirgas 2000) propiciará a criação de um sistema de referência geodésico para toda América do Sul, facilitando os projetos de integração nesse continente. Entretanto, a necessária construção da Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo (RBMC, anexo 1), sobre a qual se apóia o Sirgas 2000 com o seu caráter inovador e redutor de custos, não deve preconizar o abandono Rede Geodésica Fundamental (RGF), devendo-se promover a integração das duas redes sob pena de invalidar os projetos realizados no Brasil nos últimos 80 anos, invalidando o sistema cartográfico atual construído sobre a ossatura da RGF, bem como os sistemas de caracterização das propriedades que se utilizaram da rede geodésica clássica. Isso fatalmente levaria ao colapso o sistema de registro público atual.

Anexo 1. Rede Ativa RBMC – 2001/2003



3.2 CONTROLE DE AEROLEVANTAMENTO

Ainda que se tenha verificado nas últimas quatro décadas um notável desenvolvimento tecnológico na utilização de informações satelitários de imageamento (Landsat, Spot, Radarsat, Ikonos, Quick Bird e CBERS) e de posicionamento (GPS, Glosnar e Galileo), a existência destes elementos não prescinde da utilização dos métodos de levantamento clássico (fotogrametria), que por seu lado também se aprimoraram tecnologicamente, chegando a ponto de geração de informações de massa com precisão micrométrica, de relevância fundamental para o conhecimento da geometria das características físicas dos territórios para implementação de projetos.

Os sensores remotos aerotransportados nas áreas de pesquisa de recursos naturais e controle ambiental também tiveram, nas últimas décadas, exponencial desenvolvimento alcançando precisão de fatores de discriminação de 1 milionésimo de gama, nas áreas de aerogomaespectrometria, aeromagnetometria e aroeletromagnetometria, assim como os demais sensores desenvolvidos em outras bandas espectrais. Assim sendo, torna-se imprescindível o restabelecimento do controle unificado dos aerolevantamentos, no seu conceito original, caracterizado pelo uso desses sensores como forma única de manutenção soberana do estado brasileiro sobre seus recursos naturais e os fenômenos de degradação ambiental. O controle dos aerolevantamentos, por força da precisão das informações, insere-se indubitavelmente no contexto da segurança nacional e da cidadania.

3.3 SISTEMAS ORBITAIS DE SENSORIAMENTO REMOTO – MONITORAMENTO

Os sistemas de satélites orbitais brasileiros, apesar de todas restrições de caráter orçamentário e de instrumentos regulatórios restritivos emanados de tratados firmados pela comunidade internacional (Aiea, MTCR) e outros, vêm obter êxitos continuados pelos lançamentos das séries SCDI e CBERS, que estimulam a formação de projetos nacionais e internacionais de monitoramento e mapeamento em pequenas escalas no horizonte dos próximos cinco anos. Esse quadro enseja a possibilidade de elaboração de projetos de comercialização internacional de imagens orbitais de produtos derivados, que encontram largas possibilidades de aceitação pela comunidade internacional por força dos insucessos ocorridos com os lançamentos dos programas concorrentes.

3.4 SITUAÇÃO ATUAL E A PROPOSTA DE RETOMADA DO MAPEAMENTO SISTEMÁTICO

3.4.1 Retomada do mapeamento sistemático

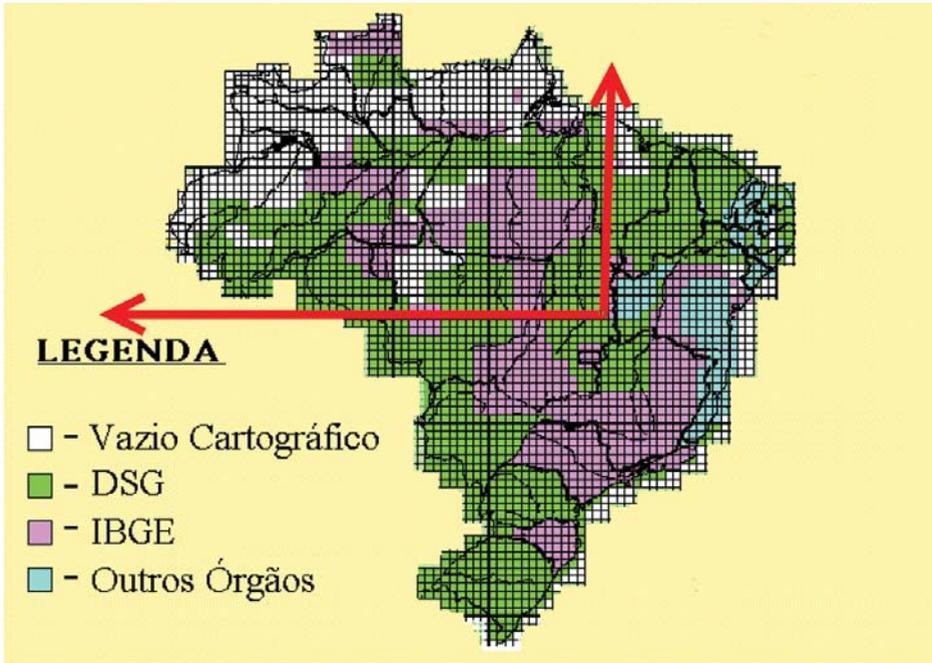
Uma avaliação da situação do mapeamento sistemático do país nos conduzirá imediatamente a conclusão de que a única escala de caráter sistemático que contempla homogeneamente o território brasileiro é a escala do milionésimo, cuja primeira edição foi realizada por iniciativa do Clube de Engenharia do Rio de Janeiro, em 1922, e a única inteiramente disponibilizada em meio digital pelo IBGE. O quadro discriminado da situação por escala (anexos 2 e 3) demonstra inequivocamente as descontinuidades do mapeamento sistemático seja por área ou por escala. Considerando que a cartografia contemplada com a sua execução foi única e exclusivamente realizada em escalas pequenas, de reconhecimento (1/50.000 e 1/100.000).

Anexo 2. Situação do mapeamento topográfico do território brasileiro (terrestre)

Escalas	Total de folhas	% Mapeado
1:25.000	492	1,01
1:50.000	1642	13,90
1:100.000	2289	75,39
1:250.000	444	80,72
1:500.000	68	36,90
1:1.000.000	46	100,00

Ao analisar os mapeamentos por execução por meio das décadas (anexos 3 e 4), iremos verificar que o nível de desatualização dessas cartas encontra-se numa faixa de 40 a 50 anos, deixando ainda um enorme vazio cartográfico de 1.200.000 Km² (anexos 3 e 6) a ser executado. Observa-se, ainda, pela análise do quadro anterior, que a cartografia em escala de desenvolvimento praticamente não foi tratada de forma compatível com a demanda gerada pelo desenvolvimento, visto haver aproximadamente apenas 1% do território mapeado. Todas as séries de cartas, independentemente das escalas, apresentam descontinuidade pelo critério de cartas contíguas ou temporalidade (anexos 4, 5 e 6).

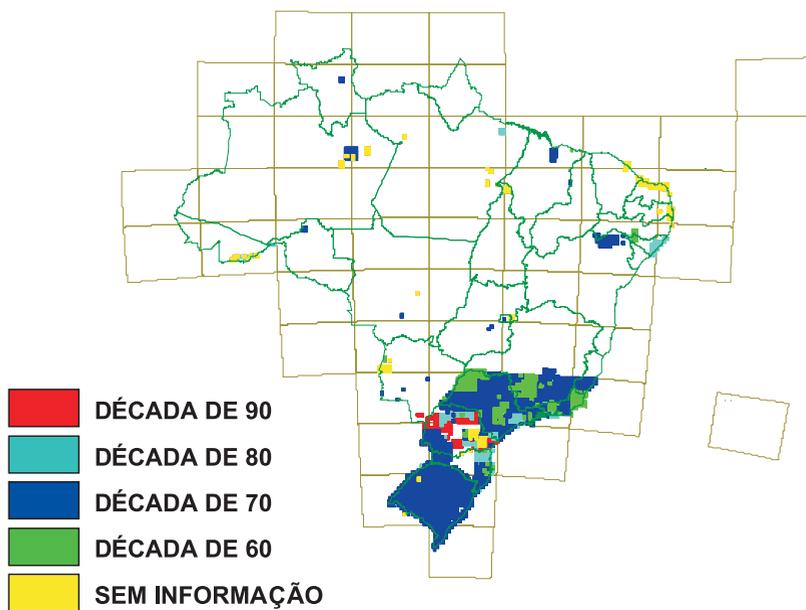
Anexo 3. Mapeamento sistemático do Brasil – Escala 1:100.000



Verifica-se fenômeno assemelhado com a cartografia náutica e aeronáutica, embora esta última já esteja se submetendo a processos de atualização constante, tendo em vista atender acordos internacionais para a segurança da navegação aérea. (anexos 7, 8 e 9).

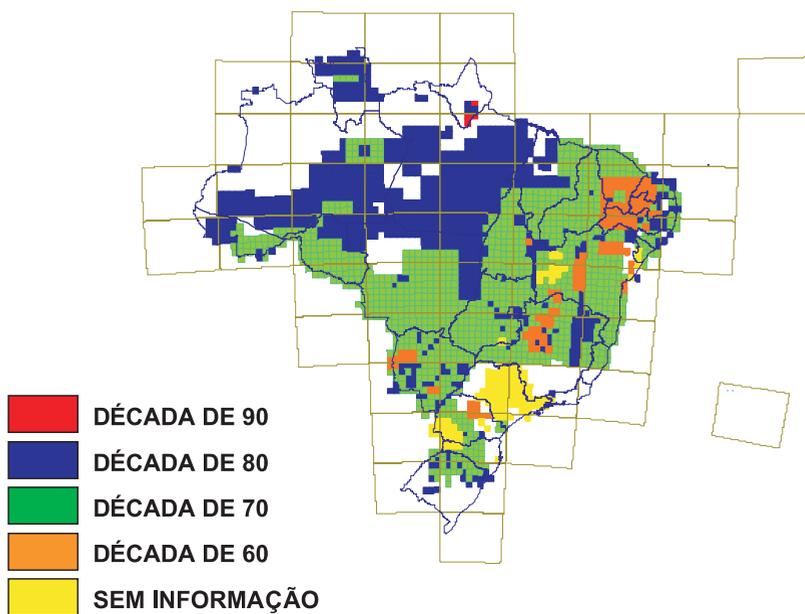
Foram extremamente prejudicados os projetos de mapeamento para o levantamento de recursos minerais e da biodiversidade, principalmente na Região Amazônica (anexos 10 e 11).

Anexo 4. Mapeamento por década – 1/50.000



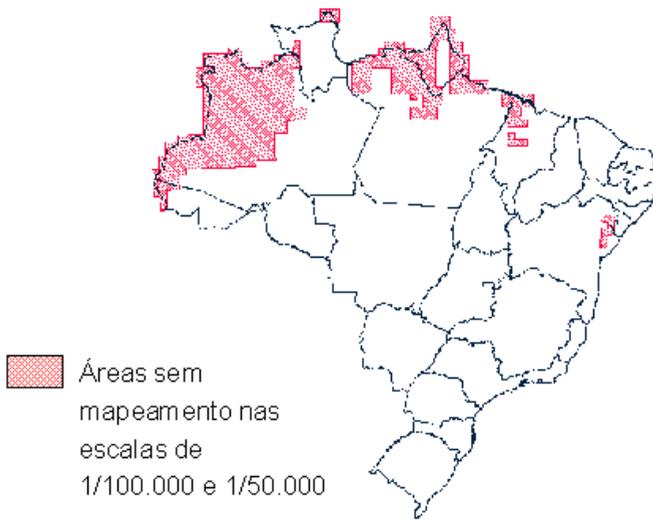
Fonte: IBGE

Anexo 5. Mapeamento por década – 1/100.000



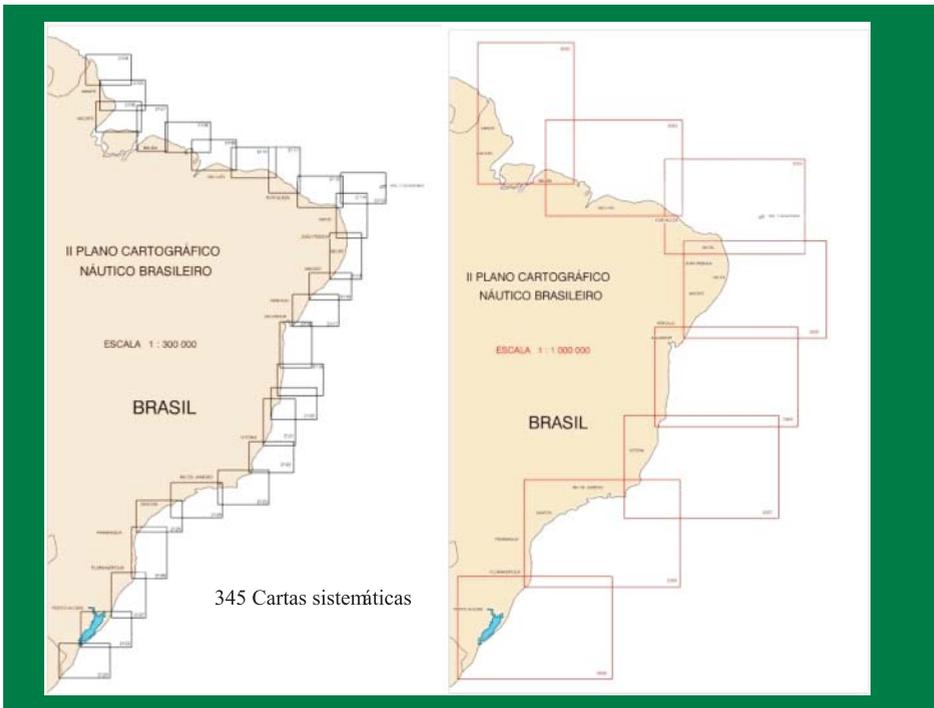
Fonte: IBGE

Anexo 6. Vazios cartográficos

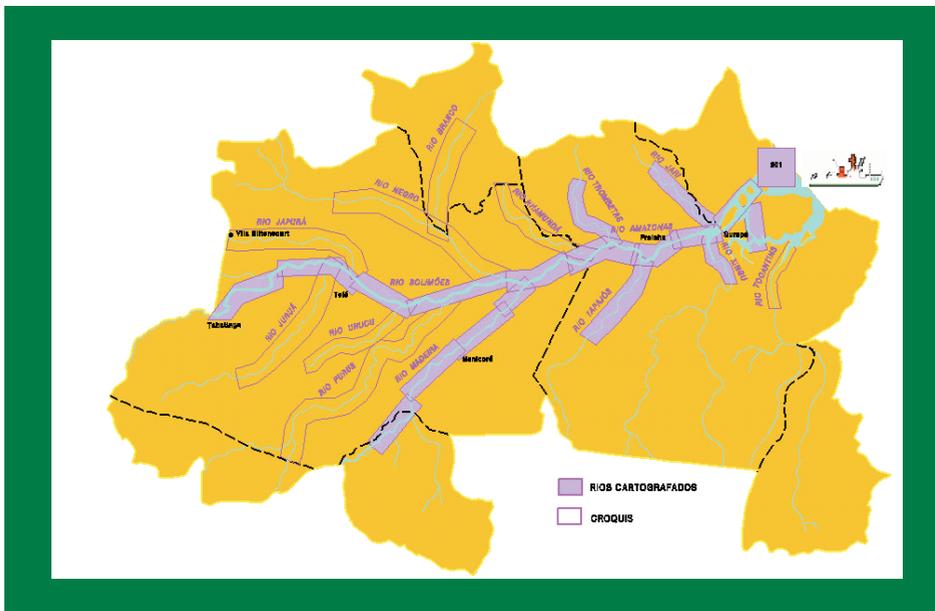


Fonte: IBGE

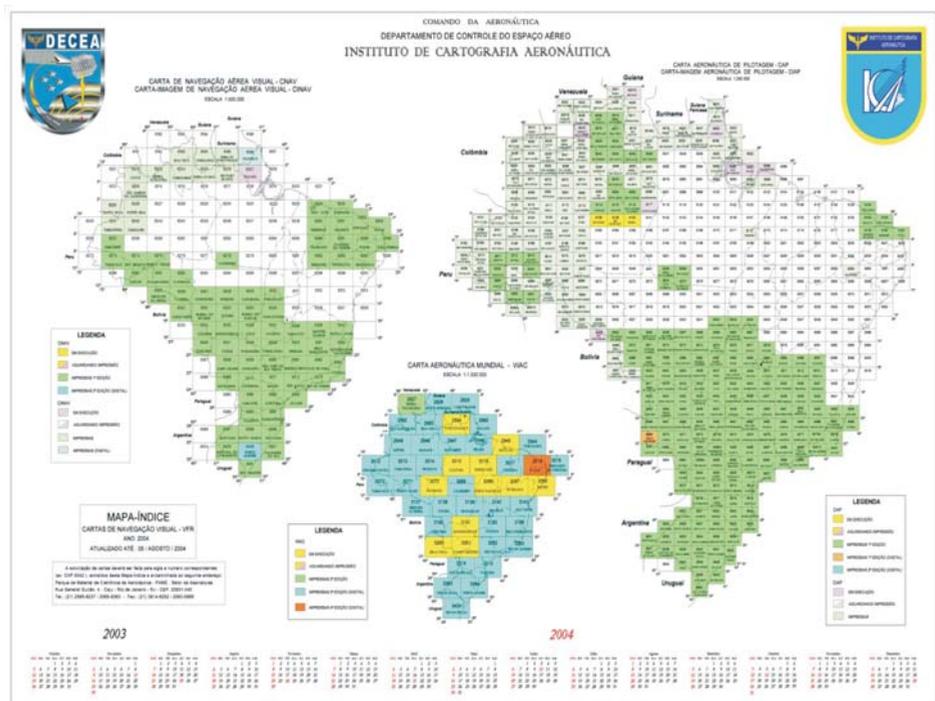
Anexo 7. Cartografia náutica – Plano cartográfico



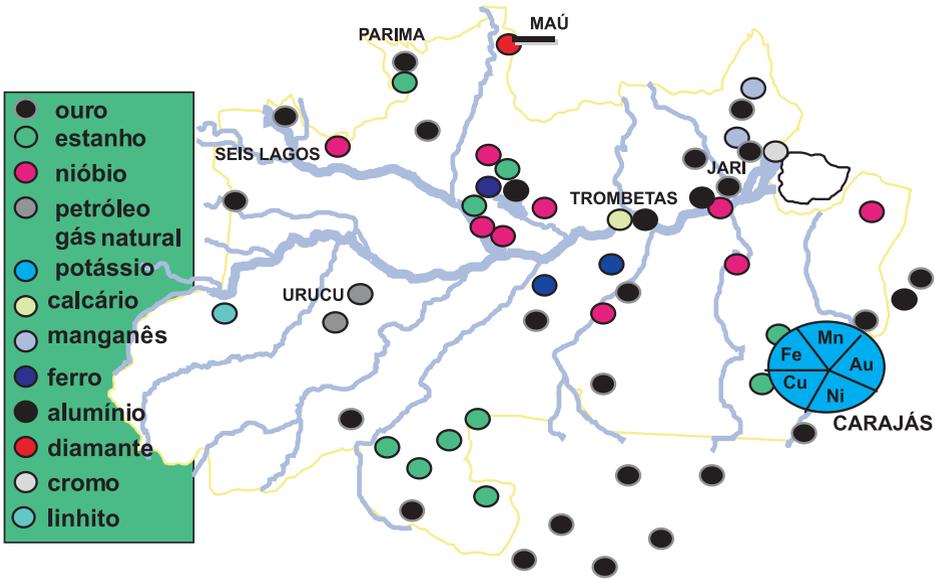
Anexo 8. Cartografia náutica – Amazônia



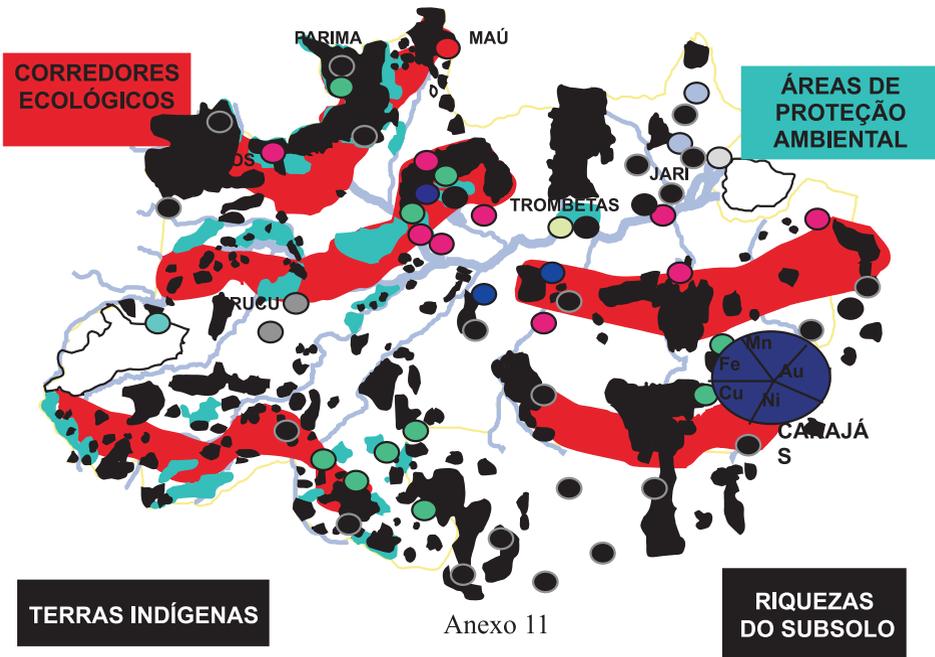
Anexo 9



Anexo 10. Subsolo



Anexo 11. Áreas sobrepostas



3.4.2 O processo de retomada

O processo de retomada do mapeamento sistemático projeta-se sob a égide de duas políticas contraditórias. A primeira, sob o enfoque do regime de restrições orçamentárias e financeiras, onde se recomenda a preservação dos elementos cartográficos existentes por serem os únicos disponíveis. Na segunda alternativa, propõe-se a implementação de um programa de mapeamento sistemático sob o enfoque de uma cartografia para o desenvolvimento na escala de 1/25.000, de todo o território, excluído o polígono amazônico no que serão geradas cartas nas escalas de 1:100.000, 1:250.000, 1:500.000 e atualizada a escala de 1:1.000.000, a partir de mapeamentos da área nas escalas de 1:50.000, 1/100.000, utilizando-se de métodos combinados entre a tecnologia de radar e os métodos clássicos integrados com o sistema laser, dando-se início ao programa pelo vazio cartográfico existente no arco norte e noroeste brasileiro.

3.5 INTEGRAÇÃO DOS SISTEMAS DE ENSINO, PESQUISA E INOVAÇÃO

Fica evidenciado que o afastamento dos departamentos especializados das universidades federais, dos sistemas produtores e usuários, deixa antever uma grave falha nas atividades de planejamento civil e militar, visto que a sua integração seria realizada com enorme facilidade, usando como instrumento as redes tecnológicas integradas por instituição de ensino, pesquisa, produção e de usuários, facilitando o financiamento do funcionamento dessas redes e o aporte de capitais oriundos dos Fundos Setoriais, tais como: modelos criados pela Retac e Latec, respectivamente, entidades dos Estados de Santa Catarina e Paraná, financiados pela Finep.

4. TÓPICOS RELEVANTES

4.1 PLANEJAMENTO E ORÇAMENTAÇÃO

Requer a atividade de planejamento para a organização do Sistema Cartográfico Nacional a utilização de processos de controle de projeto e orçamentação extremamente rígidos de forma a facilitar a sua execução.

4.2 IMPLEMENTAÇÃO E CONTROLE

De posse do processo de controle da produção, promover sua implementação verificando cuidadosamente o fluxo financeiro, tendo em vista os graus de incerteza das execuções orçamentárias e do grau de imprevisibilidade de algumas de suas operações.

5. CONCLUSÕES

- Sob regime de recursos escassos, mudanças estruturais requerem gestão eficiente na aplicação prática do máximo de conhecimento, dos sistemas disponíveis.
- Sobre o domínio dos processos tecnológicos, ergue-se o poder das Nações.
- A sociedade brasileira tem inequívoca percepção de que o processo de mapeamento está se construindo com informações passíveis de manipulação de fora para dentro;
- A acuracidade dessas informações, além de serem imprecisas em nível micro, projetam situações de extrema vulnerabilidade e periculosidade para a Defesa Nacional (no sentido amplo).

Recursos minerais e sua contribuição ao desenvolvimento do país: desafios em ciência, tecnologia e informação

*Roberto Dall'Agnol**

1. INTRODUÇÃO

O objetivo do presente artigo é, a partir de breve revisão de especificidades do setor mineral e da disponibilidade de recursos humanos nessa área no país, avaliar exemplos de contribuições expressivas de C,T&I ao crescimento do setor e as deficiências ainda existentes e que devem ser enfrentadas a curto e médio prazos. Possíveis estratégias e ações na área de C,T&I que possam contribuir para superar tais entraves serão apresentadas e discutidas. Não serão abordados no presente artigo os aspectos referentes ao setor de petróleo e gás, de enorme importância para o país, mas com especificidades que demandam abordagem exclusiva.

2. O SETOR MINERAL E SUAS ESPECIFICIDADES

Apesar da importância do ciclo do ouro na economia do Brasil Colônia e do seu papel proeminente ao longo das últimas décadas como produtor de minério de ferro e outros bens minerais, como nióbio e estanho, o Brasil não é um país de grande tradição mineira e a mineração não é vista geralmente como uma de suas atividades econômicas fundamentais, contrariamente ao que ocorre em Chile, Peru, Austrália, Canadá e África do Sul, para citar alguns exemplos. Só recentemente o Brasil está despertando para a sua vocação mineral, inerente às suas dimensões continentais e aos seus diversificados ambientes geológicos. Isso se deve à ampliação do número de

* Roberto Dall'Agnol é professor pesquisador do Centro de Geociências da Universidade Federal do Pará (UFPA), coordenador de núcleo Pronex e membro da Academia Brasileira de Ciências.

minas e empreendimentos industriais ligados ao setor mineral no país, à diversificação de substâncias minerais em que o mesmo ocupa um papel destacado como produtor, ao peso do setor mineral na economia como gerador de emprego e renda, e à sua crescente contribuição no saldo da balança de pagamentos. A mineração tem se expandido no país e desempenha hoje papel de extrema relevância na economia da Amazônia e, sobretudo, do Estado do Pará, que vem a ser hoje o segundo Estado em produção mineral. Além de ferro e nióbio, o Brasil é hoje um grande produtor de bauxita e produtos industriais derivados, caulim, manganês, tantalita, estanho, grafita, fosfatos, crisotila, magnesita, vermiculita, rochas ornamentais e talco, havendo perspectivas de crescimento expressivo a curto e médio prazos da produção de cobre, metais nobres e níquel. Por outro lado, o setor ainda exporta a maioria dos seus produtos minerais sem aportes tecnológicos que acrescentem valor agregado e as deficiências em infra-estrutura e limitações do conhecimento geológico em muitas regiões inibem o seu crescimento.

A expressiva contribuição do setor mineral para a economia do país, funcionando como grande gerador de divisas, com saldo para a balança de pagamentos, excetuando petróleo e gás, de US\$ 7,8 bilhões em 2003 e US\$ 10,4 bilhões em 2004, e o reconhecimento de sua importância para sustentar o crescimento econômico, voltou a colocá-lo em destaque depois de anos de relativo esquecimento pelo governo. O setor mineral foi considerado prioritário pelo PPA para o período de 2004-2007 e dirigentes do Ministério de Minas e Energia têm sinalizado no sentido de uma mudança de rumos, enfatizando a importância de criar condições para o fortalecimento do setor mineral e para a viabilização de novo ciclo de geração de jazidas e projetos de mineração.

Cabe destacar algumas características inerentes ao setor mineral que nem sempre são claramente percebidas. Contrariamente a diversos outros setores da economia, a mineração trabalha essencialmente com bens naturais não-renováveis. Uma vez exaurido um depósito, não há como recompô-lo como reserva de minério e se necessita de novo depósito para dispor do mesmo bem mineral. Isso se traduz muito bem na expressão 'minério não dá duas safras'. A implicação é que o aproveitamento econômico dos minérios deve ser precedido de avaliação criteriosa de sua viabilidade e importância para a sociedade como um todo. Um segundo ponto refere-se às reservas de bens minerais que, para serem mantidas ou ampliadas, exigem esforços

contínuos de exploração, seja em torno das jazidas já existentes, seja visando a identificação de novos depósitos.

Outra característica do setor mineral é o fato de constituir, quando considerado desde a fase inicial de exploração mineral até a instalação de projeto industrial de aproveitamento de minério, um investimento de alto risco. A grande maioria das pesquisas feitas em exploração mineral não resulta em jazidas economicamente rentáveis, independentemente da competência da equipe envolvida em sua execução. Não se dispõe de garantia prévia do retorno do investimento em exploração mineral. Embora um projeto bem-sucedido possa geralmente compensar os custos dos demais, é preciso que empresas estejam dispostas a correr os riscos existentes e disponham do capital necessário. Além disso, o tempo de maturação de projetos de mineração é muito longo, sendo estimado período mínimo de dez anos entre o planejamento da exploração mineral visando determinado bem mineral e a entrada em atividade de projeto industrial para seu aproveitamento efetivo.

Projetos de aproveitamento de recursos minerais são potencialmente capazes de gerar forte impacto no meio ambiente e, embora se disponha hoje de meios tecnológicos capazes de reduzir substancialmente os efeitos nocivos, isso precisa sempre ser considerado quando da elaboração e desenvolvimento de projetos tanto de mineração, quanto industriais. Por outro lado, projetos de mineração podem trazer contribuições expressivas em termos de crescimento econômico e social, particularmente em regiões remotas, pelo aporte de infra-estrutura, oferta de empregos diretos e indiretos e geração de renda para as administrações municipais e estaduais (Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais – CFEM). Os municípios do interior do Pará que possuem em seu território grandes projetos de mineração apresentam valores do Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) situados entre os mais elevados do estado e, de modo geral, muito superiores aos daqueles desprovidos de tais projetos.

Em função das características discutidas, o setor mineral necessita para a sua expansão e crescimento de apoio do estado, de modo a reduzir os riscos financeiros dos empreendimentos e a estimular o setor privado a ampliar seus investimentos para localização de novas jazidas e instalação de novos projetos.

3. QUADRO ATUAL DOS RECURSOS HUMANOS E CAPACITAÇÃO LABORATORIAL EM C,T&I VINCULADOS AO SETOR MINERAL

A competitividade e expansão do setor mineral são estritamente dependentes da existência de recursos humanos qualificados nas áreas de geociências e tecnologia mineral. O nível de conhecimento geocientífico de um país ou região é enfatizado como uma das variáveis decisivas na opção de empresas pelo investimento no setor. A área de geociências apresentou crescimento muito expressivo no país nas duas últimas décadas, acelerado nos últimos anos (Dall'Agnol et al., 2002), acompanhando a evolução de diversas outras áreas do conhecimento. Cursos de graduação em geologia em número adequado se distribuem por todas as regiões do país e são associados em sua quase totalidade a cursos de pós-graduação, a maioria deles com programas de mestrado e doutorado. Esses aspectos constituem uma particularidade das geociências e representam um fator altamente positivo, pois facilitam a inserção e disseminação de profissionais nas diferentes regiões e, ao mesmo tempo, favorecem a formação de profissionais melhor qualificados, por serem oriundos de instituições com programas efetivamente integrados de ensino, pesquisa e extensão. Os profissionais egressos das universidades, tanto graduados, como pós-graduados, têm sido demandados e absorvidos pelas empresas, em reconhecimento tácito da sua qualificação.

Apesar desse quadro positivo, registram-se algumas dificuldades em termos de recursos humanos: a subárea de geofísica, essencial para o conhecimento geocientífico e para o setor mineral, como será discutido em maior detalhe adiante, não tem conseguido expandir-se no ritmo necessário e, em algumas instituições, há tendência para redução das lideranças de pesquisa e perspectivas de dificuldades crescentes na formação de pós-graduados. A grande visibilidade atual de certas subáreas, como geologia/geoquímica ambiental e hidrogeologia/hidroquímica, e incentivos diferenciados disponíveis em outras, como é o caso das especialidades vinculadas à área de petróleo e gás natural, tem diminuído o interesse de estudantes por subáreas tradicionais do conhecimento geológico, entre as quais as de metalogênese, petrologia, mineralogia e geocronologia, vitais para gerar conhecimento geocientífico. Outra carência muito sentida nos laboratórios de pesquisa vinculados às universidades é a de técnicos de nível superior e médio qualificados, capazes de assegurar o funcionamento em rotina e geração de dados. As severas limitações em termos de novas

contratações e o reduzido valor dos salários representam importante entrave à utilização plena dos equipamentos existentes nessas instituições. A necessidade de garantir mecanismos permanentes de absorção de jovens doutores é outro ponto crítico para a área. Com a perspectiva de número crescente de aposentadorias nos próximos anos, as universidades e instituições de pesquisa poderão ter seus quadros reduzidos quantitativa e qualitativamente se não houver renovação e contratação de jovens pesquisadores com potencial para serem futuros líderes de pesquisa.

Em termos do setor público, a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM – Serviço Geológico do Brasil) e o Departamento Nacional da Produção Mineral (DNPM) desempenham papel fundamental na geração e disseminação de informações geocientíficas para o setor mineral. Ambos passam por processo de modernização e dinamização de suas atividades. A CPRM dispõe de quadros qualificados para o planejamento e execução de levantamentos geológicos básicos, porém o número de profissionais atuantes nas diferentes especialidades é insuficiente para atender as enormes demandas e desafios impostos pela exigência de crescimento do setor mineral (Adimb, 2000). Para atingir os objetivos traçados no Programa Nacional de Geologia, envolvendo mapeamento geológico e levantamentos aerogeofísicos no período de 2004-2007, a Secretaria de Minas e Metalurgia e a CPRM estão estabelecendo convênios com universidades, como forma de resgatar informações e mapeamentos geológicos já disponíveis em tais instituições. Tais interações e colaborações são positivas, mas elas não eliminam a premência de ampliar o quadro de profissionais atuantes nessa área na instituição para garantir o atendimento de suas atividades fim.

Além das geociências, as áreas de lavra, tecnologia mineral e economia e política mineral são de grande relevância para o setor mineral. Embora existam diversos grupos vinculados a universidades e mesmo instituições de pesquisa voltados para tecnologia mineral, com destaque para o Centro de Tecnologia Mineral (Cetem) e o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), há ainda muito a ser feito nessa área, inclusive em função do crescimento do setor e da ampliação das minas e conseqüente diversificação dos tipos de minérios, exigindo processos específicos de tratamento e aproveitamento. Vale registrar que empresas de mineração também têm se preocupado em desenvolver ou adquirir por meio de transferência as tecnologias necessárias para o aproveitamento das jazidas sob seu controle. Exemplo atual é

fornecido pela Companhia Vale do Rio Doce (CVRD), que irá construir usina para processamento de cobre sulfetado por meio de rota hidrometalúrgica na região de Carajás, empregando tecnologia desenvolvida por empresa canadense. A área de economia e política mineral, ressaltando-se a existência de cursos de pós-graduação específicos na Unicamp e UFRJ, tem recebido comparativamente menos atenção. Os recursos humanos atuantes nessa área estão muito dispersos entre DNPM, CPRM, universidades, institutos de pesquisa e empresas, havendo necessidade de medidas para aglutinar a massa crítica existente e gerar condições para a sua ampliação e atuação nas diferentes regiões mineiras do país. Com a recente instalação em Marabá por parte da UFPA, de cursos de engenharia de minas, engenharia de materiais e geologia em convênio com a CVRD, existem atualmente oito cursos de engenharia de minas no país. Cinco universidades possuem pós-graduação em engenharia de minas e áreas associadas. Apesar disso é admitido que a área de lavra ainda apresenta muitas carências (CT-Mineral, 2001).

Tem havido grande esforço no país para a ampliação da capacidade laboratorial, por meio da aquisição e colocação em rotina de muitos equipamentos analíticos de médio e grande portes em diferentes instituições de ensino e pesquisa. Porém, a contínua expansão tecnológica mundial e as inúmeras carências ainda existentes tornam imperativo prosseguir a política de ampliação da capacitação laboratorial das instituições atuantes em geociências e tecnologia mineral (CGEE, 2003). Uma base de informações geocientíficas moderna é amplamente dependente de capacidade de geração de dados mineralógicos, geoquímicos e isotópicos confiáveis, em prazo curto, e do livre acesso dos pesquisadores interessados aos diferentes laboratórios. Sem uma base laboratorial adequada, o país ficará dependente e o setor mineral terá a médio e longo prazos severas limitações para o seu crescimento.

4. EXPERIÊNCIAS POSITIVAS EM C,T&I QUE CONTRIBUÍRAM PARA O SETOR MINERAL

O grande salto qualitativo e quantitativo apresentado pelas geociências no Brasil deve-se substancialmente ao esforço dirigido de formação de pesquisadores, inicialmente no exterior e depois no país, implementado por CNPq, Capes e instituições federais de ensino superior. As primeiras iniciativas tomadas na década de 70 tiveram continuidade e seus frutos surgiram a partir da década de 80, quando já havia se formado massa crítica considerável na área. Essa política conduziu à ampla disseminação das pesquisas em

geociências no país e se traduz atualmente pelo reconhecimento nacional e internacional das suas contribuições científicas e pela capacidade de gerar parte expressiva dos recursos humanos demandados pelo setor mineral.

Grande parte desse esforço teria sido provavelmente pouco eficaz se, paralelamente, não tivesse sido criado a partir da década de 80 o Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (PADCT), administrado pela Finep. O mesmo disponibilizou recursos para aquisição e instalação de equipamentos de grande porte e financiou muitos grupos de pesquisa, permitindo sua ampliação e consolidação. Exemplo marcante da contribuição do PADCT para as geociências foi o aporte de recursos para aquisição de espectrômetros de massa e micros sondas eletrônicas que permitiu a ampliação ou instalação de diversos laboratórios de geocronologia e geologia isotópica e de micro-análise de minerais, os quais geraram informações fundamentais para o crescimento da área, rompendo com a total dependência do exterior existente até então. Embora com impacto bem mais localizado e mais recentemente, o Programa de Núcleos de Excelência (Pronex, MCT-CNPq) também contribuiu para a expansão de laboratórios e fortalecimento de grupos de excelência em geociências.

Apesar de ter reflexos mais diretos na produção de petróleo e gás natural, também contribuiu para o setor mineral a política de incentivos à geração de conhecimento científico e de tecnologia assumida permanentemente pela Petrobras. A atuação do Cenpes e a integração da Petrobras com diversas instituições de ensino e pesquisa, assim como a demanda de colaborações diversas, inclusive do setor industrial, na busca por soluções tecnológicas, permitindo, entre outras coisas, o desenvolvimento de tecnologia adaptada à exploração de petróleo em águas profundas, constitui exemplo muito positivo de interação entre empresas e instituições de pesquisa, na busca de superação de desafios tecnológicos e criação de alternativas econômicas para o país. Ressalta-se aí a vontade política da empresa de buscar soluções tecnológicas próprias, usando a competência existente no país e a decisão de fazer os investimentos necessários para atingir seus objetivos.

Outro exemplo positivo é encontrado na subárea de sensoriamento remoto, em que merece registro a experiência pioneira do Projeto Radambrasil, especialmente em sua fase inicial de atuação na Amazônia. Esse projeto foi extremamente inovador ao introduzir o levantamento por imagens de radar como instrumento de referência no mapeamento geológico

e o emprego de helicópteros em trabalhos de campo em regiões de outro modo inacessíveis, mas também ao efetuar, em paralelo, estudos de geologia, geomorfologia, vegetação e solos e integrá-los por meio de avaliação do uso potencial da terra, embrião do zoneamento econômico-ecológico do território. Depois dessa etapa, a liderança do Instituto de Pesquisas Espaciais (Inpe) passou a ser fundamental, adquirindo, gerando e disseminando tecnologias e formando recursos humanos qualificados, muitos deles atuando hoje em instituições de ensino e pesquisa ou empresas. A crescente demanda em diferentes áreas do conhecimento pelas informações geradas por sensoriamento remoto e sua integração com sistemas geo-referenciados levaram à ampliação e disseminação em nossas universidades, na CPRM e em grandes empresas de laboratórios especializados que estão geralmente aptos a atender as necessidades do setor mineral. Na Região Amazônica, a criação do Sipam, com modernos centros de monitoramento e pesquisa com focos diversificados em Manaus e Belém, também fortaleceu as competências existentes em sensoriamento remoto e gerou novos centros difusores de informações e tecnologia nessa área.

Considerando a associação feita comumente entre mineração e degradação ambiental, devida em grande parte, no caso da Amazônia, ao enorme impacto negativo causado por garimpos e também por ações de algumas empresas em muitas províncias da região, os domínios da Província Mineral de Carajás sob a jurisdição da CVRD representam exemplo inquestionável da possibilidade de coexistência de grandes projetos de mineração com preservação ambiental. Isso é claramente possível desde que haja compromisso da empresa e atuação firme do governo e da sociedade convergindo para esse mesmo fim. A região mineira de Carajás representa hoje uma das poucas áreas com floresta nativa preservada da porção sul-oriental do Pará, contrastando vivamente com os vastos domínios de pastagens e matas degradadas em torno da mesma.

A Agência para o Desenvolvimento Tecnológico da Indústria Mineral Brasileira (Adimb), criada em 1996, tem feito grande esforço no sentido de promover a exploração mineral por meio de geração e ampliação do conhecimento geocientífico e da atualização e aperfeiçoamento de recursos humanos atuantes em empresas de mineração. Enfrentando a tendência ao isolamento dominante entre as empresas, estimulada pela forte competição reinante, e a atuação geralmente dissociada entre os diferentes atores do

setor, a Adimb tem procurado, mediante ações cooperativas entre órgãos do governo, empresas e instituições de pesquisa, estimular o crescimento da mineração no país. Uma de suas contribuições mais expressivas foi o Projeto-Plataforma Exmin/Amazônia (Adimb, 2000) que, a partir de ampla discussão envolvendo profissionais de setores e especializações muito variados, elaborou diagnóstico e propostas para a expansão do setor mineral brasileiro, voltadas especificamente para a Amazônia, que representaria a ‘última fronteira mineral do planeta’. Foi sugerida nesse projeto a priorização de programas de levantamentos básicos aerogeofísicos, geológicos e geoquímicos, apoiados em técnicas de sensoriamento remoto e na estruturação de bancos de dados de livre acesso. Os esforços seriam complementados por meio de estudos dirigidos para a caracterização dos ambientes mais promissores da Região Amazônica e de seus depósitos minerais, bem como mediante a formação continuada de recursos humanos, sobretudo vinculados às empresas. Foram estimados investimentos da ordem de US\$ 176 milhões, ao longo de uma década, para viabilizar o conjunto de propostas. Parte das propostas que constam do projeto estão sendo gradualmente implementadas pela CPRM (exemplo do Projeto de Levantamentos Aerogeofísicos da Amazônia – PLAA) e por associação entre DNPM e Adimb (Projeto Caracterização dos Depósitos Minerais em Distritos da Amazônia, em desenvolvimento).

Duas iniciativas extremamente importantes, ainda em curso, partindo da Secretaria de Mineração e Metalurgia, refletem o comprometimento mais efetivo do Ministério de Minas e Energia (MME) com o setor mineral. A primeira delas diz respeito à aceleração do ritmo dos levantamentos geológicos e geofísicos no país, sob responsabilidade direta da CPRM. A decisão de implementar o Programa de Levantamentos Aerogeofísicos da Amazônia (PLAA), envolvendo magnetometria e gamaespectrometria, assim como a proposição em 2004 do Programa Nacional de Geologia (Pronageo), voltado para a ampliação da cobertura do território nacional por mapeamento geológico e levantamentos aerogeofísicos, representa importante avanço do ponto de vista político e já se traduz em alguns resultados concretos. A inserção na Lei nº 10.848, de 15 de março de 2004, de dispositivo prevendo a redistribuição dos recursos do Ministério de Minas Energia oriundos da exploração de petróleo, de modo a destinar 15% do total ‘para o financiamento de estudos, pesquisas, projetos, atividades e serviços de levantamentos geológicos básicos no território nacional’, representa passo objetivo visando

garantir os recursos indispensáveis para transformar essa intenção em realidade. Embora a liberação efetiva de recursos ainda esteja sujeita a possíveis contingenciamentos por parte do Ministério da Fazenda, essa medida foi de suma importância e certamente trará reflexos positivos para o setor.

A segunda iniciativa refere-se à criação e instalação, em outubro de 2004, da Rede Nacional de Estudos Geocronológicos, Geodinâmicos e Ambientais (Geochronos). Associaram-se no financiamento e articulação da rede, além do MME, o Ministério de Ciência e Tecnologia, Petrobras (responsável pelo aporte da maior parte dos recursos), CPRM e Fapesp. A rede apresenta diversos aspectos inovadores e tem por objetivo contribuir para o desenvolvimento geocientífico do país, por meio da geração de conhecimento a partir de dados analíticos de alta precisão em geocronologia e geoquímica isotópica, aplicável às áreas de petróleo, mineração e meio ambiente. A rede é integrada por quatro centros universitários de excelência em geociências com atuação destacada em geocronologia e geologia isotópica (USP, UnB, UFPA, UFRGS), associados com o Cenpes/Petrobras. Distribui-se, portanto, por diversas regiões do Brasil, facilitando o acesso de diferentes pesquisadores e a disseminação dos resultados obtidos. Estão previstos para o pleno funcionamento da rede a aquisição e instalação em rotina de uma microsonda iônica de alta resolução (*Sensitive High Resolution Ion Microprobe* – *SHRIMP*, equipamento de ponta desenvolvido por pesquisadores australianos e de ampla utilização em estudos geocronológicos e isotópicos) e de três espectrômetros de massa com fonte de plasma e sistema de multicoletores e de ablação à laser (ICP/MS). Entre as contribuições socioeconômicas potenciais da rede, destacam-se: diminuição do risco exploratório nas áreas de petróleo e mineração; criação de pólo de referência mundial em estudos geocronológicos, geodinâmicos e ambientais; fortalecimento de instituições e de lideranças de pesquisa no país e agregação de pesquisadores nacionais e do exterior; perspectivas amplas de futuras parcerias da rede com os setores público e privado.

Os financiamentos por parte do BNDES de projetos de exploração mineral, embora direcionados em grande parte à CVRD, para exploração e desenvolvimento de alvos na região de Carajás, representam também aspecto positivo pois traduzem a conscientização crescente da relevância econômica e social do setor e da necessidade de investimentos para a sua expansão.

5. INICIATIVAS EM C,T&I PARA O FORTALECIMENTO DO SETOR MINERAL

5.1. APOIO AOS LEVANTAMENTOS BÁSICOS E AOS PROJETOS DE EXPLORAÇÃO MINERAL

Para que o Brasil alcance competitividade com os demais países produtores de bens minerais, possibilitando, assim, atrair maior volume de investimentos externos para a exploração mineral e viabilizar novo ciclo de geração de jazidas é indispensável investir maciçamente em levantamentos básicos, incluindo mapeamento geológico e levantamentos aerogeofísicos (Cordani, 2002). Como destacado anteriormente, ações nesse sentido já estão sendo efetuadas pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM), a partir de iniciativa da Secretaria de Minas e Metalurgia do Ministério de Minas e Energia. Para o setor mineral é fundamental, porém, que os recursos previstos para programas de mapeamento geológico e aerogeofísica tais como o Programa Nacional de Geologia e o Programa de Levantamentos Aerogeofísicos da Amazônia, sejam assegurados e efetivamente alocados em sua totalidade, respeitando os prazos estabelecidos para a execução dos diferentes projetos. Num primeiro momento, a iniciativa fundamental é canalizar, por meio de outros ministérios sensíveis à importância do fortalecimento do setor mineral, ou interessados em levantamentos sistemáticos sobre o meio físico, apoio político para o MME de modo a viabilizar os programas propostos. Os ministérios da Ciência e Tecnologia, da Agricultura e do Meio Ambiente, por exemplo, deveriam se associar politicamente ao MME nessas iniciativas, de modo a sensibilizar os gestores das pastas econômicas da importância e caráter prioritário dos investimentos nessa área.

Também é indispensável ação complementar no domínio de recursos humanos visando o fortalecimento das equipes de geologia básica atuantes no Serviço Geológico do Brasil (CPRM). Isso pode ser atingido mediante política consistente de novas contratações por meio de concursos públicos, melhoria salarial, estímulo ao aperfeiçoamento profissional por meio da pós-graduação e estágios de atualização e treinamento. Deve ser buscado, ainda, aprimorar seus mecanismos de interação com universidades, institutos de pesquisa e empresas. Por outro lado, os levantamentos aerogeofísicos e, em menor grau, a exploração mineral, dependem da disponibilidade adequada de pesquisadores e profissionais da subárea de geofísica, a qual necessita um tratamento diferenciado discutido adiante.

Paralelamente, deve prosseguir o esforço para caracterização dos depósitos e províncias minerais brasileiros, acompanhado de ampla divulgação dos resultados obtidos. Isso pode ser feito por meio de projetos interinstitucionais e interdisciplinares, seguindo exemplo do projeto Caracterização dos Depósitos Minerais de Distritos da Amazônia (DNPM/Adimb), ora em fase final. Reunir de modo sistematizado a informação geocientífica existente e complementá-la sempre que necessário, de forma a obter um padrão relativamente homogêneo de dados sobre os diferentes depósitos e disponibilizá-los aos usuários, quando possível em meio digital, são igualmente tarefas de grande relevância para o fortalecimento do setor mineral. O avanço no conhecimento sobre os depósitos e províncias minerais permitirá às empresas interessadas melhor direcionar seus investimentos em projetos de exploração, tendo, assim, maiores chances de êxito e redução de seus custos. Para que esse objetivo seja atingido, os depósitos de interesse para cada edital seriam selecionados previamente por um comitê gestor, possivelmente sob coordenação de DNPM/Adimb, ao qual caberia a articulação do projeto global. Uma vez concluída essa etapa, seriam demandadas à comunidade acadêmica, em editais abertos, propostas para execução de subprojetos para estudo dos diferentes depósitos, envolvendo colaboração entre pesquisadores e empresas. Parte dos recursos seria repassada diretamente às equipes executoras dos subprojetos e um percentual a ser fixado seria destinado ao comitê gestor para as atividades de apoio administrativo, integração, avaliação e acompanhamento dos diversos subprojetos e divulgação dos resultados. Os recursos seriam em grande parte provenientes do sistema de C,T&I nacional, com participação destacada do Fundo Setorial Mineral, mas as empresas deveriam contribuir no desenvolvimento dos projetos em depósitos dos quais detenham os direitos minerários. Deveriam ser investidos em torno de R\$ 1.500.000,00 a cada dois anos (cerca de US\$ 500.000,00) durante seis anos para essa finalidade, devendo ao final do período ser feita avaliação dos resultados e do interesse em manter o investimento por período mais longo.

Para viabilizar esse projeto, no tocante a recursos humanos, deveriam ser feitas ações no sentido de agregar e fortalecer os grupos de pesquisa acadêmicos atuantes em metalogênese, petrologia, mineralogia, sedimentologia, geoquímica, geocronologia e geologia isotópica, sensoriamento remoto, geologia regional, geologia estrutural e geotectônica. Isso poderia ser feito estimulando sua atuação integrada nos diferentes

subprojetos de caracterização dos depósitos minerais ou em outros projetos que contribuam expressivamente para o avanço do conhecimento geocientífico (CT-Mineral e CNPq poderiam propor editais específicos para atender essa demanda) e fornecendo bolsas adicionais e com valores diferenciados, semelhantes aos fornecidos aos bolsistas da Agência Nacional de Petróleo (ANP), para jovens doutores, pós-graduandos e graduandos. A renovação de tais grupos de pesquisa por meio de contratações de jovens doutores pelas universidades, com prioridade para sua fixação na Amazônia, Centro-Oeste e Nordeste, também representa aspecto de extrema relevância.

Uma vez concluídos os levantamentos aerogeofísicos magnetométricos e gamaespectrométricos em áreas prioritárias, deveriam ser estruturados novos projetos envolvendo levantamentos gravimétricos e estudos de sísmica profunda visando a aprimorar o conhecimento da estrutura da litosfera da plataforma sul-americana (cf. Adimb, 2000).

Bancos de desenvolvimento, como o BNDES, devem ampliar sua participação no financiamento à exploração e desenvolvimento de projetos do setor mineral. Isso representaria estímulo decisivo para o setor empresarial e pode ser fundamental para o fortalecimento do setor. As agências regionais de desenvolvimento, como a Agência para o Desenvolvimento da Amazônia (ADA) e a Superintendência da Zona Franca de Manaus (Suframa), também devem dedicar mais atenção e investir no apoio ao setor mineral, tal como foi feito no passado pela extinta Sudam. As secretarias de ciência e tecnologia e as fundações de pesquisa dos estados, em particular daqueles onde a produção mineral é mais relevante, como é o caso de Minas Gerais e Pará, também devem comprometer-se com o crescimento do setor, destinando recursos para projetos de P,D&I e alocando recursos para a fixação de pessoal nas instituições de pesquisa e universidades. Isso é fundamental na Região Amazônica onde, apesar da pujança do setor mineral, há limitações em termos da formação e fixação de recursos humanos altamente qualificados. Tais medidas contribuiriam também para reduzir as desigualdades regionais em termos de distribuição de pesquisadores (Ver Capes, 2004).

5.2. REVITALIZAÇÃO E EXPANSÃO DA SUBÁREA DE GEOFÍSICA NO PAÍS

A subárea de geofísica, apesar de suas notáveis contribuições científicas e na formação de recursos humanos, vem enfrentando dificuldades para sua expansão e há claros indicadores de que não terá capacidade para suprir a

crescente demanda em especialistas dessa subárea, em particular, daqueles voltados para os levantamentos aerogeofísicos e prospecção mineral. O número reduzido de cursos de pós-graduação e a existência de uns poucos cursos de graduação, implicando formação de número limitado de profissionais, agravados pelas perspectivas nas universidades e instituições de pesquisa de muitas aposentadorias em curto prazo, com enfraquecimento dos grupos de pesquisa mais dinâmicos em função da ausência de mecanismos eficazes de reposição e renovação de sua massa crítica, são problemas que afetam a subárea. Esse quadro geral é ainda dramatizado no caso dos profissionais atuantes em levantamentos aerogeofísicos de interesse direto do setor mineral, porque o setor de petróleo também apresenta demanda intensa e possui alto poder de atração sobre os profissionais da subárea.

As medidas sugeridas para mudar esse quadro são:

1) Efetuar levantamento e avaliação crítica da pós-graduação e graduação em geofísica no país, utilizando pesquisadores da área de geociências e financiamento de Capes ou CNPq.

2) Criar mecanismos de fortalecimento e expansão dos centros de pesquisa em geofísica, por meio de: contratação com salários compatíveis com os de pesquisadores seniores de nível internacional e vinculação aos principais cursos de pós-graduação de professores visitantes do exterior por períodos mínimos de quatro anos com compromisso de lecionar e orientar teses de doutoramento; priorização à fixação de jovens doutores por meio de programas já existentes (Prodoc e similares) ou a serem criados especificamente para esse fim; destinação de bolsas de doutorado no país e no exterior para pesquisadores voltados para temas de interesse de levantamentos aerogeofísicos; consolidação dos cursos de graduação em geofísica e estímulo aos profissionais de áreas afins a dedicar-se à carreira de geofísico, por meio de ampla divulgação da especialidade e seus campos de atuação.

3) A retomada da formação de doutores no exterior, por meio de doutorados plenos ou de doutorados no país com estágios no exterior, se possível destinando-os a instituições, cujas linhas de pesquisa tenham vínculos com a exploração mineral, situadas em países de forte tradição na produção mineral, tais como Canadá e Austrália, pode ser determinante para a oxigenação da subárea que apresenta forte tendência endogênica.

Não deveria, entretanto, ser excluída a possibilidade de formação de doutores em outras linhas de pesquisa de aplicação geral em geofísica.

A Petrobras e a Secretaria de Minas e Metalurgia do MME poderiam, possivelmente, fornecer recursos para esse programa, cabendo a CNPq e Capes administrar a formação de pessoal e alocar as bolsas necessárias para atingir suas finalidades. Deveriam ser alocados recursos da ordem de R\$ 900.000,00/ano (em torno de US\$ 300.000,00/ano) durante cinco anos para atingir os objetivos traçados.

5.3. INSTALAÇÃO DE REDE NACIONAL DE LABORATÓRIOS DE MICRO-ANÁLISE DE MINERAIS E MINÉRIOS

As microssondas eletrônicas adquiridas e instaladas com recursos do PADCT na UFRGS e na UnB, juntamente com àquela em funcionamento na USP, têm sido as grandes responsáveis pelo atendimento da demanda da comunidade científica de geociências de análises quantitativas de minerais e minérios. Outras duas microssondas estão operando no Instituto de Física da UFMG e em laboratório da CRVD em Minas Gerais, a última destinada essencialmente a atender a demanda da própria empresa. As microssondas à disposição dos pesquisadores têm se mostrado insuficientes para atender as crescentes necessidades da pesquisa básica e aplicada. Além disso, aquelas financiadas pelo PADCT funcionam há mais de dez anos e apresentam crescentes problemas operacionais com elevados custos de manutenção e redução do seu tempo de utilização, aproximando-se certamente do limite de sua vida útil (CGEE, 2003). Fica evidente, portanto, a necessidade de ampliação do número de laboratórios de microssonda eletrônica no país, sugerindo-se a aquisição de pelo menos mais duas microssondas eletrônicas e criação de laboratórios correspondentes, de modo a dispor-se pelo menos de uma microssonda instalada e funcionando em cada região. Seguindo essa proposta, os novos laboratórios seriam instalados nas Regiões Norte e Nordeste, devendo ser destinados a instituições de excelência na área com comprovada experiência na administração de laboratórios e no uso compartilhado dos equipamentos nelas disponíveis. Essa medida deveria ser acompanhada da avaliação do estado de funcionamento das microssondas já instaladas no país em universidades e das suas necessidades em termos de possíveis *up-grade* e manutenção, da avaliação da extensão de sua vida útil e da previsão do momento adequado para a sua substituição por

equipamentos de nova geração. Devem ser igualmente previstos mecanismos de fixação de pesquisadores e técnicos de nível superior aos diferentes laboratórios de modo a viabilizar seu funcionamento em rotina sem descontinuidades, assim como a criação de grupo de apoio permanente para sua manutenção.

A criação e o correto funcionamento das micros sondas eletrônicas deveriam ser assegurados por meio da instalação de rede de laboratórios de micro-análise nos moldes da rede Geochronos, discutida anteriormente. As iniciativas para criação da rede deveriam partir do Ministério de Minas e Energia, por meio de sua Secretaria de Minas e Metalurgia, e do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), devendo buscar-se apoio financeiro de Petrobras, CVRD e Serviço Geológico do Brasil (CPRM). Os custos previstos seriam de US\$ 4 milhões para aquisição e *up-grade* de equipamentos, assim como para a contratação de assistência técnica internacional permanente. A construção e melhoria das instalações dos laboratórios necessitaria de recursos em torno de R\$ 2 milhões, devendo ser previstos ainda fundos para material de consumo e contratação de pessoal técnico (R\$ 2 milhões/ano) e viabilizados com apoio das universidades mecanismos para a fixação de pesquisadores. O funcionamento administrativo da rede e o intercâmbio permanente entre os diferentes laboratórios, fortalecendo a cooperação técnica-científica entre eles e a divulgação dos resultados obtidos, demandariam recursos de R\$ 500.000,00/ano. A rede seria administrada por conselho gestor com participação dos pesquisadores responsáveis pelos diferentes laboratórios, de representantes de órgãos do governo e empresas articuladoras e financiadoras da rede, bem como de representantes dos usuários potenciais.

Estudos variados de interesse geocientífico ou aplicados diretamente à exploração e produção mineral dependem igualmente da disponibilidade nas principais instituições de pesquisa de microscópios eletrônicos de varredura (MEV). Identificação precisa, quantificação modal e análises semiquantitativas de minerais e minérios, assim como estudos das suas relações texturais, variações composicionais e inter-relações genéticas são desenvolvidos por meio do emprego do MEV. Laboratórios de microscopia eletrônica de varredura estão disponíveis em muitas instituições, tanto universidades, quanto centros de pesquisa e empresas, sendo uma referência aquele instalado no Laboratório de Caracterização Tecnológica da Escola

Politécnica da USP. Porém, os laboratórios têm atuado de modo pouco articulado e o seu potencial para o setor mineral tem sido geralmente subutilizado. O MEV constitui equipamento complementar na ampliação da capacitação em micro-análises no país e por ser de mais baixo custo e mais fácil manutenção do que microsondas eletrônicas deveria ter seu uso disseminado entre pesquisadores, seja pela garantia de livre acesso aos laboratórios existentes, seja pela instalação de novos laboratórios quando justificado pelo potencial da instituição e demanda existente.

Caberia efetuar levantamento da capacidade laboratorial em instituições e empresas ligadas ao setor mineral em termos de microscopia eletrônica de varredura e diagnóstico de seu potencial e carências, enfatizando sua capacidade de prestação de serviços a pesquisadores e empresas e os meios para ampliá-la. Deveria ser avaliado o interesse de articular os diferentes laboratórios de microscopia eletrônica de varredura entre si e sua possível integração na rede de micro-análises discutida acima. A articulação entre os laboratórios de microsonda e de microscopia eletrônica de varredura deve ser objetivo a ser buscado no sentido de fortalecer a rede nacional de micro-análises. Ela permitirá a otimização do uso desses equipamentos, com melhor preparação dos materiais para análises quantitativas na microsonda e maior objetividade científica, substituindo um grande número de análises de reconhecimento por número menor de análises dirigidas.

5.4. CRIAÇÃO DE CENTRO DE PESQUISA EM TECNOLOGIA, POLÍTICA E ECONOMIA MINERAL NA AMAZÔNIA

A importância da produção mineral do Estado do Pará e o fato de se localizar no mesmo a Província Mineral de Carajás, a principal província mineral do país, juntamente com a grande diversidade de bens minerais produzidos na região, incluindo tanto bens minerais primários (ferro, manganês, bauxita, caulim, cobre, ouro, gemas e, brevemente, níquel), como produtos industriais resultantes de seu beneficiamento (alumina, alumínio metálico, ferro gusa, ferro ligas, silício metálico), coloca grande desafio para a região em termos de capacitação científica e tecnológica: desenvolver competência e excelência na área de tecnologia, política e economia mineral. Essa é a vocação natural do Estado do Pará, onde o setor mineral é responsável por aproximadamente 70% do total de suas exportações, gerando saldo líquido exportação-importação dos mais elevados no Brasil e

contribuindo expressivamente para o saldo comercial e balanço de pagamentos. Apesar das carências existentes, o setor mineral já contribui de modo muito significativo para a geração de renda e empregos na região, com reflexos perceptíveis na melhoria da qualidade de vida de sua população. Por outro lado, há uma discussão permanente sobre a necessidade de estimular a verticalização do setor mineral na região, agregando tecnologia e valor aos bens minerais exportados, em sua grande maioria primários, de forma a diversificar a cadeia produtiva, gerar mais empregos e fortalecer a frágil economia regional. Outro aspecto importante a ser destacado é que a atuação responsável das empresas em relação ao meio ambiente está desmistificando o preconceito existente e demonstrando a possibilidade de desenvolvimento de projetos mineiros com impactos ambientais menores e controlados mesmo na Amazônia.

Embora as grandes empresas atuantes na região busquem suprir suas necessidades nessas áreas, seja a partir de seus próprios quadros, seja por meio de consultorias internacionais, é indispensável criar grupos de excelência em lavra e tecnologia mineral no meio acadêmico, assim como em política e economia mineral, que complementem os esforços das empresas, contribuindo para o desenvolvimento de tecnologia e inovações, aumentando o valor dos bens exportados e estejam capacitados a emitir avaliações independentes, subsidiando os governos federal e estadual nos processos de tomada de decisões. Além disso, apesar da existência de alguns expressivos centros e grupos de pesquisa, essas subáreas precisam expandir-se no país em resposta ao crescimento e aos desafios presentemente colocados pelo setor mineral.

A iniciativa a ser tomada seria a criação de um centro de tecnologia, política e economia mineral. A cidade de Marabá seria provavelmente o local mais indicado para a sua instalação, por ser o principal núcleo urbano da região de Carajás, principal pólo mineiro do Estado do Pará e por dispor de campus avançado da UFPA, onde já funcionam os cursos de graduação em engenharia de minas, engenharia de materiais e geologia, por meio de convênio UFPA/CVRD. As justificativas para uma ação induzida, criando o referido centro em Marabá, incluem ainda: a sua contribuição para a descentralização e interiorização da pesquisa e formação de recursos humanos, fortalecendo pólos de desenvolvimento regionais; a sua proximidade com muitas minas em atividade e outras previstas para instalação

em breve; a existência de uma massa crítica expressiva em geociências e exploração mineral na região e perspectivas de ampliação em curto prazo daquela atuante em tecnologia mineral; a possibilidade de se conseguir o apoio da CVRD nessa iniciativa; a inquestionável importância econômica e social que o setor mineral já possui para a região.

A criação do centro exigiria a contratação de pesquisadores seniores com reconhecida capacitação para liderar o processo de instalação e funcionamento do mesmo, e definir seus objetivos gerais e específicos. Tais pesquisadores deveriam receber salários compatíveis com suas funções e com atratividade suficiente para que se disponham a assumir os desafios inerentes à proposta. A UFPA, com o apoio do MEC, deveria comprometer-se a alocar vagas para professores do centro, a fornecer espaço físico para sua instalação e a empenhar-se para viabilizar seu pleno funcionamento. Projeto detalhado de criação do centro deveria ser elaborado por especialistas das áreas envolvidas, com a participação de pesquisadores da UFPA e profissionais da CVRD e, eventualmente, outras empresas do setor mineral atuantes na região. Esse projeto necessita de reflexão mais aprofundada e de detalhamentos que vão além dos objetivos do presente trabalho. Tal projeto deveria ser adotado como uma das prioridades dos ministérios das Minas e Energia (o que canalizaria o apoio para o mesmo da Secretaria de Minas e Metalurgia, do Serviço Geológico do Brasil (CPRM) e do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM)) e da Ciência e Tecnologia. Este deveria buscar a viabilização do projeto, destinando-lhe recursos do Fundo Verde Amarelo e do Fundo Setorial Mineral. A política de contratação e fixação de recursos humanos deveria ser avalizada pelo MEC, por meio da Capes, e também pelo CNPq. Deveria ser buscado o comprometimento das grandes empresas de mineração e das indústrias do setor instaladas na região com o projeto. A CVRD, por sua pujança econômica, por ser a principal empresa de mineração atuante na região e uma das maiores do planeta, poderia desempenhar papel importante no financiamento do projeto, devendo ser feitas negociações nesse sentido.

5.5. LABORATÓRIOS DE ANÁLISES QUÍMICAS DE ROCHAS, MINERAIS E MINÉRIOS

Apesar do número expressivo de laboratórios analíticos em funcionamento em nosso país, da crescente demanda por dados geoquímicos e da notável expansão apresentada pela área de química, ainda há limitações

na obtenção de análises de rochas, minerais e minérios, com rapidez, qualidade e quantidade de modo a atender as necessidades da comunidade geocientífica e das empresas atuantes no setor mineral. Há certamente grande subutilização da capacidade laboratorial instalada, em função das dificuldades para manter em rotina laboratórios analíticos por falta de técnicos de nível superior e médio e de recursos para sua manutenção, além de outras limitações enfrentadas por nossas universidades e instituições de pesquisa. Grandes empresas, como a CVRD, tendem a atender sua demanda por meio de laboratórios próprios. Algumas empresas prestadoras de serviços atendem parte da demanda existente mas muitas vezes executam suas análises no exterior.

Sugere-se a realização de um levantamento da capacidade laboratorial para essa finalidade instalada em universidades, instituições de pesquisa e empresas prestadoras de serviços, para se chegar a um quadro claro do potencial existente e das limitações em termos de equipamentos, instalações e pessoal. Tal levantamento deveria ser feito por pesquisadores atuantes na subárea de geoquímica, consorciados com químicos, aos quais caberia, ainda, fazer diagnóstico e propor alternativas para superar as limitações existentes, a fim de otimizar o uso adequado dos meios existentes e a suprir as demandas de pesquisadores e, em certa medida, empresas do setor mineral.

Em médio prazo, poderia ser pensada a estruturação de redes de laboratórios analíticos, os quais interagiriam de modo efetivo, buscando superar as deficiências existentes, introduzir e disseminar novos métodos de análises, melhorar a qualidade dos dados obtidos e produzir amostras padrões de interesse geral. A manutenção de tais laboratórios poderia a partir de um determinado estágio ser provida em grande parte por recursos obtidos com a prestação de serviços, mas deveriam manter o compromisso de apoiar ao mesmo tempo as atividades de pesquisa.

5.6. APOIO TECNOLÓGICO À EXTRAÇÃO DE BENS MINERAIS DE INTERESSE DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Apesar de menos espetacular, por ser desenvolvida, com exceção da indústria do cimento, em grande parte por pequenas e médias empresas, a mineração de bens minerais destinado a atender a demanda da indústria de

construção civil possui grande importância, gerando empregos e impactos socioeconômicos muito expressivos. Além disso, se for criado programa mais abrangente de atendimento à demanda reprimida de habitações no país, pode aumentar exponencialmente a necessidade de tais bens minerais. Finalmente, como a maior parte dessa atividade mineral se desenvolve próxima de grandes centros urbanos, consumidores potenciais dos bens produzidos, ela gera impacto ambiental elevado que deve ser sempre considerado na definição de custo social dos projetos.

Um dos setores relacionados com essa área é o voltado para a de extração de argilas e seu subsequente aproveitamento na produção de telhas, tijolos e materiais cerâmicos variados. Tal atividade é amplamente disseminada no país, envolve muitas vezes esquemas artesanais de produção familiar e pequenas empresas que possuem grande carência de apoio tecnológico para sua consolidação, redução de custos e otimização de aproveitamento do minério.

Já estão sendo desenvolvidos estudos para subsidiar a atividade mineira desse setor, inclusive por meio da transferência e disseminação de tecnologia (Cetem, 2005). Cabe, entretanto, manter e ampliar os esforços no sentido do aproveitamento racional dos recursos existentes, aperfeiçoamento tecnológico, avaliação permanente do impacto ambiental e recuperação das áreas mineradas (a cidade de Curitiba oferece belos exemplos de reaproveitamento de áreas mineradas no espaço urbano). São necessários profissionais especializados nessa área que efetuem permanente acompanhamento das demandas e ofertas existentes, contribuindo para a formulação de diretrizes para o setor e reduzam sua informalidade (o DNPM já está desenvolvendo ações nesse sentido).

A produção de rochas ornamentais já alcançou grande importância, inclusive contribuindo de modo muito significativo para as exportações do setor mineral. O Cetem possui linhas de pesquisa e projetos voltados para o aperfeiçoamento das técnicas de lavra e caracterização tecnológica de rochas ornamentais. Seria aconselhável, entretanto, para o fortalecimento desse setor da produção mineral, maior entrosamento entre o setor empresarial e os grupos acadêmicos de petrologia dispostos a atuar no setor. Os últimos devem receber estímulo para suas pesquisas por meio de financiamentos adequados e abertura de espaço para contratação e fixação de pessoal. Esses

investimentos deveriam ser feitos prioritariamente em regiões que se destacam na exploração de rochas ornamentais, como o Sudeste e Nordeste do país. Os institutos de pesquisa devem prosseguir no esforço de avaliação, aprimoramento e disseminação das tecnologias existentes, em particular para atender os pequenos e médios produtores sem capacidade de desenvolver tecnologia com recursos próprios.

5.7. FORMAÇÃO DE GRUPOS ACADÊMICOS MULTIDISCIPLINARES ATUANTES EM MEIO AMBIENTE

É de grande relevância para o setor mineral a formação e consolidação de grupos de pesquisa em meio acadêmico, especializados em questões ambientais, complementando o esforço já desenvolvido pelo Cetem. Tais grupos deveriam ter caráter multidisciplinar e estar capacitados para a avaliação de impactos ambientais de futuros projetos de mineração ou de indústria mineira, ao monitoramento de projetos, a vigilância e acompanhamento em áreas de risco e a atuar na recuperação de áreas mineradas ou afetadas por resíduos gerados por processos de extração ou industrialização de bens minerais. Deveriam atuar de modo articulado com as empresas, porém com plena independência, podendo funcionar como avaliadores de projetos para o setor governamental e não-governamental. Já existem muitos grupos atuando em questões relacionadas a meio ambiente, mas poucos deles são especializados em questões de interesse do setor mineral, sendo mais comum sua dispersão em inúmeros temas dos muitos que dizem respeito à complexa gestão ambiental. Tais grupos poderiam ser criados por meio de indução, preferencialmente em universidades e centros de pesquisa de regiões de maior densidade em termos de produção mineral. Projetos específicos para consolidação de grupos com tal perfil e para o desenvolvimento de estudos aplicados poderiam ser financiados pelo CT-Mineral e CNPq, por meio de editais dirigidos.

5.8. MEMÓRIA DO SETOR MINERAL E DISSEMINAÇÃO DO CONHECIMENTO GEOCIENTÍFICO

Muito pouco se tem preservado do vasto e diversificado acervo de materiais gerados pelo setor mineral. Embora existam diversas bibliotecas e museus em empresas e órgãos governamentais, universidades e institutos de pesquisa, é indispensável fortalecê-los para manter a memória do setor. Devem ser feitos igualmente investimentos na criação de bibliotecas virtuais aptas a disseminar informações de interesse da comunidade mineral.

As rochas coletadas em projetos de pesquisa e exploração mineral geralmente não têm sido preservadas de modo ordenado e sistematizado, perdendo-se um registro de excepcional importância que poderia eliminar ou reduzir a necessidade de realização de novos trabalhos de campo e amostragem em áreas previamente estudadas. Isso se torna ainda mais rotineiro no caso de testemunhos de sondagens efetuadas geralmente por empresas em seus projetos de prospecção e avaliação de depósitos minerais. Apesar do alto custo das sondagens, muitos dos testemunhos de sondagem obtidos são abandonados e perdidos com o tempo. É premente, portanto, a organização de litotecas, laminotecas e depósitos de testemunhos de sondagem, abertos a pesquisadores e profissionais do setor mineral, que preservem materiais previamente estudados e guardem aqueles potencialmente interessantes para futuras pesquisas. CPRM e DNPM devem ter papel determinante na organização e preservação desse acervo, contando com a contribuição das universidades e instituições de pesquisa, bem como das empresas. Estas poderiam auxiliar no financiamento de ações visando à preservação da memória do setor e também se responsabilizando por organizar e disponibilizar aos pesquisadores interessados os testemunhos de sondagem obtidos em suas áreas de concessão. As universidades deveriam receber recursos para construir locais adequados e contratar pessoal para organizar litotecas e laminotecas, guardando o registro de suas pesquisas.

Devem ser fortalecidos, ainda, os museus geológicos, mineralógicos, mineiros e paleontológicos existentes, e estimulada a criação de novos onde a contribuição histórica do setor mineral o justificar. Tais museus, além de sua função clássica de preservação e exposição, deveriam ter atuação importante na disseminação do conhecimento geocientífico e de informações sobre o setor mineral, tanto junto à mídia, quanto para a população em geral, com destaque para os estudantes de primeiro e segundo graus. Poderiam também funcionar como estimuladores do turismo geológico, com visitas a sítios geológicos e paleontológicos e províncias ou projetos mineiros.

6. SÍNTESE DAS PROPOSTAS

Entre as possíveis iniciativas em C,T&I para o fortalecimento do setor mineral foram destacadas oito, vistas como prioritárias. A de maior relevância para o setor como um todo e aquela que irá demandar maior volume de investimentos visa fundamentalmente o apoio aos levantamentos básicos e

aos projetos de exploração mineral como meio para viabilizar novo ciclo de geração de jazidas no país. Deve ser encabeçada pelo MME, mas deve contar com o apoio de MCT, MMA e Ministério da Agricultura. A ação voltada para a revitalização e expansão da subárea de geofísica no país é complementar à anterior, prevendo o atendimento da crescente demanda de geofísicos para atuação em levantamentos aerogeofísicos, exploração mineral, prospecção de recursos hídricos e meio ambiente.

A proposta de instalação de rede nacional de laboratórios de micro-análise de minerais e minérios visa suprir as carências existentes nesse domínio e desenvolver capacitação plena nessa área para atendimento a empresas e instituições de pesquisa. A proposta exige a expansão da capacidade laboratorial com a criação de novos laboratórios e a atualização e fortalecimento dos laboratórios já em atividade.

A proposta de instalação de um centro de pesquisa em tecnologia, política e economia mineral na Amazônia oriental se deve à crescente importância econômica e social do setor mineral na região, com destaque para a Província Mineral de Carajás, e a necessidade de formar e fixar na região recursos humanos qualificados nessas subáreas.

As demais iniciativas propostas visam: avaliação e consolidação dos laboratórios de análises químicas de rochas, minerais e minérios; apoio tecnológico à mineração de bens minerais de interesse da construção civil; formação ou consolidação de grupos acadêmicos multidisciplinares atuantes em meio ambiente; memória do setor mineral e disseminação do conhecimento geocientífico.

Todas essas iniciativas dependem estritamente do fortalecimento das linhas de financiamento aos levantamentos básicos e à pesquisa geocientífica e em tecnologia e economia mineral. Ações dirigidas do MME, com apoio da SMM, CPRM e DNPM, assim como de MCT, MEC e MMA, são fundamentais para viabilizá-las. Os bancos de desenvolvimento e as agências regionais também devem se comprometer com esse esforço destinando recursos para o setor.

AGRADECIMENTOS

Carlos Oiti Berbert, Evaldo R. P. da Silva, Giles Carriconde Azevedo, João Carlos Cruz, Jorge S. Bettencourt, Marcio M. Pimentel, Milton L. L. Formoso, Onildo João Marini, Reinhardt A. Fuck, Roberto Santos Ventura e Umberto G. Cordani contribuíram por meio de discussões, comentários ou fornecendo materiais diversos que enriqueceram o trabalho. Reinhardt A. Fuck contribuiu ainda para melhoria do texto.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA PARA O DESENVOLVIMENTO DA INDÚSTRIA MINERAL BRASILEIRA - ADIMB. *Desenvolvimento metodológico para exploração mineral na Amazônia: proposta síntese*. Brasília: ADIMB, 2000. 39 p.

BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. CT-Mineral (Fundo Setorial Mineral). *Sugestões de diretrizes para o Fundo Setorial Mineral*. Brasília: MCT: CGEE, 2001. 22 p.

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS - CGEE. *Centro Nacional de Análise de Rocha, Solo e Água – CENARSA*: documento inédito. Brasília: CGEE, 2003. 21 p.

CENTRO DE TECNOLOGIA MINERAL - CETEM. Disponível em: <<http://www.cetem.gov.br>>. Acesso em: fev. 2005.

COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR - CAPES. *Plano nacional de pós-graduação (PNPG), 2005-2010*. Brasília: CAPES, 2004. 91 p.

CORDANI, U.G. *Análise das diretrizes do Fundo Setorial Mineral e da proposta do plano emergencial de investimentos para 2001*: documento inédito. Brasília: CGEE, 2002. 17 p.

DALL'AGNOL, R. et al. As ciências da terra no Brasil: o estado da arte. *Parcerias Estratégicas*, Brasília: CGEE, ed. especial, v. 4, p. 207-237, jun. 2002.

Os impasses para a produção de energia no globo e no Brasil

*Rogério Cerqueira Leite Leite**

1. INTRODUÇÃO

São dois os pressupostos em que se apóiam a exposição e a análise da conjuntura futura no setor de energia aqui incluídas. O primeiro decorre da crescente convicção da maioria dos analistas e consultores independentes de que o pico da produção global de petróleo deverá ocorrer antes ou pouco depois de 2010. E, embora dependendo da intensidade de investimentos, já antes desta data haverá um progressivo afastamento da curva de demanda de combustíveis líquidos daquela de produção de derivados de petróleo. O mesmo deverá ocorrer no Brasil, embora haja menor certeza quanto ao pico de produção, sendo neste caso o apogeu mais sensível ao ritmo de investimentos do que ocorre com a produção internacional de petróleo.

O segundo fator que constitui a base desta apresentação é a certeza de que a continuação do aumento de densidade na atmosfera de gases produzidos pela combustão de materiais fósseis e por processos biológicos e industriais, levará a mudanças dramáticas das condições da biosfera que poderão tornar insustentável a vida na forma que a conhecemos hoje.

Atualmente, 78% da energia consumida na Terra são de origem fóssil, 6% são de origem nuclear; outros 6% são renováveis de natureza industrial (hidroeletricidade, biomassa, eólica, etc.) e cerca de 10% são renováveis, não industrializadas (lenha principalmente).

* Rogério Cerqueira Leite é professor emérito da Unicamp.

Embora remanesçam quantidades apreciáveis de reservas de petróleo e gás natural, estes não são imediatamente mobilizáveis. Assim a soma de reservas comprovadas e a serem encontradas de petróleo, apesar de serem em sua totalidade cerca de 40 vezes maiores que o presente consumo anual, não poderão sustentar uma produção capaz de acompanhar a demanda além de, aproximadamente, 2010, quando sua produção atingirá o apogeu, decaindo depois suavemente por muitas décadas mas incapaz de atender a demanda dos setores a que assiste atualmente. O mesmo acontecerá com o gás natural em torno de 2020. Mas contrariamente ao que acontece com estes dois combustíveis fósseis, o carvão poderá atender a demanda inclusive hoje satisfeita por petróleo e gás natural até além de meados deste século.

As expectativas são de que a população atual da Terra de 6 bilhões de indivíduos se estabilize em 9 bilhões a partir de 2050, quando a demanda global de energia será entre 100 e 200% superior à atual. E existem tecnologias economicamente viáveis de gaseificação e liquefação do carvão tornando-o capaz de substituir o gás natural e os derivados de petróleo.

Todavia já existem indícios convincentes de que o aquecimento global manifestado por um aumento de temperatura média de 0,7°C desde a revolução industrial, já produziu um início de degelo das calotas polares e aumentos de frequência e de intensidade de instabilidades climáticas. Para que se tenha uma idéia da ameaça que constitui o aquecimento global, basta lembrar que há 30 quatrilhões de metros cúbicos de gelo na Antártica, o que corresponde a uma camada de 70 metros de espessura distribuída sobre toda a superfície do globo (como parte significativa desse gelo já está submersa não há perigo de um aumento de 70 metros do nível do mar). Mas a mais aguda consequência não será o aumento do nível dos oceanos mas as graves alterações nas correntes marítimas, superficiais e profundas. E a expectativa é de um aumento de 3 a 5°C da temperatura média da Terra até meados deste século se o uso de combustíveis fósseis continuar crescendo na proporção que vem fazendo nestas últimas décadas.

Somos pois obrigados a reconhecer que enfrentamos um dilema insolúvel, para dizer o menos. Posto que, de um lado, a esperança de que energéticos renováveis possam socorrer-nos a curto e médio prazos não é realista e, de outro, a opção pela continuidade da dependência em relação a fósseis será dispendiosa e, qualquer que seja a rota, as tecnologias de seqüestro de carbono ainda não estão maduras e serão, por certo, muito dispendiosas.

2. AS POSSÍVEIS CONTRIBUIÇÕES DE ENERGÉTICOS RENOVÁVEIS

2.1. A HIDROELETRICIDADE

Esta é uma forma ideal de produção de energia renovável, com custos baixos, agressão tolerável ao meio ambiente e níveis de investimentos comparáveis, quando não menores, que seus competidores. Infelizmente há limitações significativas quanto à expansão de seu aproveitamento.

Atualmente, a produção de hidroeletricidade é cerca de 3.000 TWh/ano e ainda restariam reservas totalizando 8.000 TWh/ano consideradas economicamente realizáveis. Todavia, em países em que há demanda de eletricidade, os potenciais hídricos ou estão esgotados ou a densidade da população local é tão elevada que é social e economicamente inviável o aproveitamento. Em países em que ainda há potenciais aproveitáveis não há demanda, ou não há recursos financeiros para investimento. E é possível que, como já acontece no Brasil, quando no futuro houver demanda e recursos, a ocupação por povoações e extravagantes imposições ambientais impeça o aproveitamento. Não obstante, o potencial remanescente em todo o globo não é suficiente senão para, na melhor das hipóteses, sustentar sua modesta participação percentual na produção de eletricidade global, que é hoje de apenas 9%.

2.2. A FOTOSÍNTESE E A CONVERSÃO FOTOVOLTAICA

Até certo ponto, o potencial da biomassa energética segue o mesmo roteiro que aquele da hidroeletricidade, apesar de dispor de inúmeras rotas tecnológicas que resultam em vários possíveis combustíveis. Não obstante, qualquer que seja o roteiro tecnológico, qualquer que seja o combustível, o obstáculo será o mesmo, uma inerente baixa eficiência global na conversão da energia solar naquela do combustível final, associada a limitações na disponibilidade de terras agriculturáveis. A menos de imprevisíveis saltos tecnológicos uma das maiores eficiências radiação solar – energia química no combustível é obtida para o caso do álcool etílico (etanol) de cana-de-açúcar, a qual, com certo otimismo, poderemos avaliar em 0,4% quando palha e bagaço forem ao máximo aproveitados.

É bom lembrar que em laboratório eficiências da ordem de 1% já foram obtidos para conversão energia solar – energia química na biomassa e que a eficiência teórica da fotossíntese é de 4,5%.

A eficiência teórica de pico para conversão direta (fotovoltaica), energia solar-eletricidade por meio de junções em semicondutores é de 35% para uma banda proibida de energia (*gap*) situada otimamente no espectro solar. Para junções múltiplas em uma combinação de semicondutores reais este valor pode ser de 60%. Atualmente, consegue-se com silício policristalino, material relativamente barato, uma eficiência de pico de pouco mais de 12%, o que corresponde a uma eficiência de conversão de energia de 3%, ou seja, 6,5 vezes maior que aquela da biomassa. Estes números mostram que, se um dia vierem a competir por espaço, a biomassa e a célula fotovoltaica, o que certamente deverá ocorrer a longo prazo, esta última terá uma vantagem inquestionável. E é também conveniente deixar claro que as metas estabelecidas pelo “Comitê para Energia Solar e Renováveis” dos E.U.A, liderado por G. Crabtree, para produção de energia por intermédio da biomassa são inatingíveis. Este objetivo, o de alcançar por meio de intervenções genômicas e bioquímicas uma eficiência fotoquímica cem vezes maior que a atual, é inconsistente. A fotossíntese, obra-prima da engenharia da natureza, se realiza pela absorção sucessiva de dois fótons cuja soma das energias é suficiente para captar um átomo de carbono.

Cada fóton absorvido, entretanto, não tem energia suficiente para romper uma ligação carbono-carbono que consolida o tecido da planta. O processo envolve várias reações químicas em diferentes centros de transição. Com isso, a natureza engendrou um mecanismo extremamente complexo por meio de várias trocas energéticas que já é, por si, admirável pela eficiência alcançada.

Portanto, qualquer que seja o roteiro tecnológico que considere diferentes mecanismos para captação da energia solar, teríamos que partir do pressuposto de que eficiência de conversão de energia solar em qualquer outra forma de energia será pelo menos seis vezes maior para o efeito fotovoltaico do que para a fotossíntese.

Todavia, essa diferença se torna secundária frente a enorme disparidade de custos de produção, favoráveis à biomassa, que apresenta um valor dos custos de produção da ordem de cinco a dez vezes menores, tomando como referência aquele do álcool combustível no Brasil. Além do mais, os custos de investimentos para a energia fotovoltaica são ainda entre 10 e 20 vezes maiores que aqueles no setor da biomassa, para as tecnologias já

desenvolvidas. É portanto aconselhável a países que ainda dispõem de terras agriculturáveis que privilegiem a biomassa.

O consumo anual de petróleo é de 3,5 bilhões de toneladas. Para substituir essa produção por biomassa seriam necessários cerca de sete milhões de km² com um plantio de cultivar que apresente uma eficiência na produção de combustíveis comparável àquela apresentada pela cana-de-açúcar no Brasil. Como não há tanta terra arável disponível a biomassa jamais conseguiria ser uma alternativa para o petróleo, quanto mais para todo o combustível fóssil. Porém, com uma disponibilidade de terras adequadas para cultivo de cerca de 90 milhões de hectares, o Brasil seria capaz de substituir mais que 10% do petróleo consumido mundialmente. Como não há dados confiáveis sobre disponibilidade de terras aráveis não aproveitadas nos demais países em desenvolvimento, não é possível avaliar o potencial global da biomassa como sucedâneo parcial do petróleo, mas é possível concluir que não é tão pequeno que não mereça consideração.

2.3. ENERGIA EÓLICA

Com freqüência, ao compararmos investimentos e outras características econômicas de diferentes opções para produção de energia escolhemos como parâmetro a potência instalada. E o erro é freqüentemente pequeno porque, em geral, o fator de utilização, ou seja, o período em que extraímos energia e a intensidade relativa à potencia máxima não variam muito entre diferentes usinas.

Todavia, quando se trata de energia eólica temos que considerar esse fator de uso. Devido à pouca regularidade de ventos em geral, instala-se um potencial muito maior que a média a ser produzida. Ventos são temperamentais, vêm quando querem, na direção que querem, com a velocidade que querem. Com isso, o fator de utilização é bastante reduzido. Em terra raramente ultrapassa os 20%. No Mar do Norte e outras regiões oceânicas de pouca profundidade alcança apenas ocasionalmente valores acima de 15%. Térmicas e nucleares apresentam fatores de uso superiores a 80%. Hidroelétricas têm seus fatores de utilização dependentes dos graus de maquinaria, ou seja, do potencial instalado em uma mesma represa. Quanto mais máquina, menor o fator de utilização. No Brasil o sistema opera com fator de utilização igual a 50%. Células fotovoltaicas têm fator de utilização menor que 25% mesmo em regiões tropicais. Além do mais, há

poucas regiões em que se encontram ventos minimamente regulares e fortes que possam ser aproveitados a custos economicamente competitivos.

Com isso em mente podemos perceber que referências aos custos do kW instalado devem ser divididos pelo fator de utilização. Com isso os custos reais médios para uma usina eólica são pelo menos cinco vezes maiores do que para hidro ou termoeletrica e pelo menos o dobro do que para as nucleares.

Além do mais, é pouco provável que com a topologia típica do Brasil se encontrem muitos locais adequados à produção de energia eólica.

2.4. OUTRAS FORMAS RENOVÁVEIS DE ENERGIA

No mundo e no Brasil há pouca disponibilidade de outras formas de energia renovável além daquelas mencionadas nos itens 2.1, 2.2 e 2.3. Embora pouco abundantes, certas formas de energia primária podem contribuir. Outras são descartáveis para aproveitamento imediato devido, ou a custos, ou à sua exigüidade inerente.

Entre estes, mencionamos as esdrúxulas tecnologias que procuram explorar os gradientes de temperatura dos oceanos (*Otec, Ocean Thermal Energy Conversion*). Após o desenvolvimento de mais que 20 projetos, muitos dos quais chegando ao estágio de planta piloto, cerca de 20 países que se envolveram com esta tecnologia desistiram.

O termo “Geração Geotérmica” se refere a uma série de tecnologias que permitem coletar o calor gerado por reações nucleares no centro da Terra difundido para a superfície. Anomalias geológicas concentram fluxos de matéria a altas temperaturas. A maior parte dos aproveitamentos existentes em cerca de 80 países se faz por conversão de energia térmica em eletricidade. Com isso, são gerados 52.000 kWh por ano a custos competitivos, ou seja, cerca de 2% do que é gerado por meio de potenciais hídricos e 0,4% da produção total de eletricidade. O Brasil não deve se lastimar por não ter praticamente potencial geotérmico, pois as anomalias geológicas que engendram potenciais geotérmicos são as mesmas que produzem vulcões, terremotos e tsunamis.

Os oceanos, sempre generosos, nos oferecem duas formas bem estudadas de energia primária além da Otec. E ambas são geradas pelas

forças gravitacionais entre Terra, Lua e Sol e seus movimentos relativos. As marés oceânicas resultantes das forças acima mencionadas oferecem duas formas básicas de produção de energia. Uma devido aos movimentos de fluxo e refluxo das ondas, e outra que decorre da transferência de massa entre marés baixa e alta.

No primeiro caso a coleta de energia se faz exatamente com o que ocorre com a energia eólica. Rotores podem ser submersos, podendo ser como acontece com o vento, verticais ou horizontais. Há também esperanças de aplicar a mesma idéia em correntes marítimas. A idéia é promissora. Na corrente do Golfo (*Gulf Stream*), por exemplo, são movimentados 80 milhões de toneladas de água por segundo. Todavia as dificuldades tecnológicas são imensas.

Mais modesta, porém tecnologicamente mais realistas, são os aproveitamentos das águas deslocadas pelas marés. Neste caso, algumas experiências já foram realizadas. Há uma infinidade de esquemas e vários países se envolveram. Entretanto, nenhum dos experimentos até hoje realizados indica que esta opção possa se tornar competitiva economicamente.

3. A ECONOMIA DO HIDROGÊNIO

O hidrogênio é uma forma secundária de energia, tanto quanto a eletricidade. E serve, portanto, apenas para transporte e para armazenagem de energia. Há um grande número de processos para produção de hidrogênio seja a partir de formas de energia primária, seja de secundárias. A quase totalidade de produção atual de hidrogênio se faz a partir de gás natural, uma fonte primária, e é usado em processos industriais. Estendê-lo para o setor energético não teria muito sentido posto que o metano é de armazenamento e transporte mais fácil. A vantagem maior seria em ocasiões em que seu aproveitamento ocorresse em centros populosos onde a combustão do combustível primário fosse indesejável devido a poluição local. Entretanto, a contribuição para o aquecimento global seria a mesma. Sua produção por eletrólise da água é indesejável por vários motivos. Na cadeia eletrólise-liquefação-armazenamento-distribuição seria dispendido pelo menos a metade da energia que seria entregue diretamente na forma de eletricidade. Este procedimento também não é desejável globalmente, posto que 80% da eletricidade são produzidos a partir de combustíveis fósseis.

Além do mais os custos de investimentos são bastante elevados para esta opção.

Embora haja esperanças concretas em aplicações em células de combustível, uma eficiente e saudável economia de hidrogênio deverá antes resolver problemas tecnológicos graves, tais como o de produção, o de armazenamento e o de transporte que ainda têm custos extremamente elevados, sendo necessário reduções por fatores de uma a duas ordens de magnitude.

Todavia, ainda não se atacaram devidamente várias rotas tecnológicas para conversão direta de energia solar em energia química do hidrogênio, embora muitos dos efeitos pertinentes já estejam comprovados há décadas. E por estranho que pareça muitas das propostas imaginadas para contornar esses problemas praticamente reduzem a sofisticada Economia do Hidrogênio em uma banal e real economia do metanol ou do etanol.

4. ENERGIA NUCLEAR

Com uma relação reservas comprovadas de Urânio/consumo anual aproximadamente igual a 60 e com previsões bastante generosas de novas descobertas, a energia nuclear parece ser a melhor solução para países que não dispõem de potenciais hídricos ainda não desenvolvidos.

Todavia, é bom lembrar que as tecnologias atualmente disponíveis ditas “Reatores de Água Leve” (LWR) ainda é fundamentalmente a mesma dos daqueles de *Three Miles Island* e *Tchernobil*. Muito provavelmente a catástrofe relacionada com a fusão do núcleo deste último produziu maiores danos materiais e em vidas e saúde humanas, do que a bomba de Hiroshima ou o recente Tsunami no Oceano Índico. E embora progressos tecnológicos significativos tenham sido feitos em equipamentos e métodos de segurança, o risco de fusão do núcleo ainda não está absolutamente removido em reatores LWR.

Não obstante, entre termoelétricas movidas a carvão e reatores LWR, com razão, muitos países vêm preferindo esses últimos. Entre a incerteza de uma catástrofe nuclear de muito baixa probabilidade e a certeza do cataclismo que representa o aquecimento global, a preferência é pela primeira. O Brasil,

entretanto, ainda dispõe de um potencial hídrico inventariado que é o dobro do que o instalado. Seria portanto injustificado adotar o nuclear em vez do hidroelétrico.

E não somente pela questão da segurança, mas antes de tudo devido aos custos da energia elétrica nuclear que são pelo menos duas vezes maiores que aqueles relativos à hidroeletricidade.

5. CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA PESQUISAS E DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO NO BRASIL

Do que foi discutido acima podemos concluir que não há possibilidade de uma solução global baseada em energias renováveis. Ou a humanidade reduz significativamente seu consumo de energia, o que é humanamente impossível devido a conjuntura geopolítica vigente, ou encontra meios de seqüestrar carbono das emissões naturais e produzidas em processos industriais e no consumo de combustíveis fósseis. E quanto a estas tecnologias há esperanças. Por exemplo, calcula-se que seria possível depositar todo o CO₂ gerado em usinas termoelétricas a fósseis da Europa, durante cem anos, a 800 m de profundidade em aquíferos salinos do Mar do Norte a custos de US\$ 0,03/kWh produzido, o que hoje parece ser um preço absurdamente elevado mas que se tornará aceitável em futuro não muito distante.

Para o Brasil especificamente não haverá melhor solução que a biomassa em geral para a produção de combustíveis líquidos e gasosos, não apenas porque não contribuem para o aquecimento global, mas antes de tudo porque já são atualmente e o serão crescentemente mais baratos que os demais.

Também é necessário aproveitar os potenciais hídricos para produção de eletricidade porque, por mais que evoluam outras tecnologias tais como a fotovoltaica e a eólica, ou estas serão ainda por muito tempo mais caras como é o caso da primeira ou esgotados rapidamente como acontecerá com a segunda.

Quanto à pesquisa e desenvolvimento no Brasil estas deveriam se concentrar nas áreas economicamente promissoras. A cana-de-açúcar tem sido desenvolvida principalmente como insumo para o açúcar e não para o

álcool. Esse enfoque precisa agora ser mudado. Tecnologias promissoras tais como hidrólises enzimática e ácida que permitem o aproveitamento da fibra (bagaço e palha) podem dobrar o aproveitamento da cana para produção de álcool. Há, portanto, necessidade de desenvolvimento genético de cana rica em fibra e não só em açúcar. Outros cultivares também devem ser considerados se confirmarem às expectativas sobre hidrólise.

Por outro lado, a produção de biodiesel, principalmente de mamona e de dendê que apresentam produtividade elevada, deveria ser estimulada à semelhança do que foi feito com a cana-de-açúcar.

Outras áreas, cujas pesquisas básicas e aplicadas o Brasil deveria apoiar decididamente, são as de aproveitamento de energia solar, que incluem a fotovoltaica, fotoquímica, etc.

Também seria desejável uma política de apoio financeiro à cogeração em usinas de açúcar e álcool não apenas porque é esta opção economicamente interessante como também é uma rota tecnológica que gerará conhecimento (*spin-offs*) aproveitáveis em outras opções tecnológicas relativas ao aproveitamento da biomassa.

Também considerando o futuro, o Brasil não deveria negligenciar a importância da energia nuclear. Desenvolvendo a produção de pequenos reatores de tecnologias diferentes inclusive os absolutamente seguros, os ditos reatores a altas e muito altas temperaturas, o que é essencial para assegurar a posse de uma tecnologia que será inevitável para a autonomia nacional.

“It is not possible to manage the marine environment, nor is it possible to predict the effects of any and every human activity on marine ecosystems. But it is possible to take pragmatic steps to protect the marine environment from excessive exploitation and damage.”

ROYAL COMMISSION ON ENVIRONMENTAL POLLUTION, 2004.

O CENÁRIO INTERNACIONAL

Os oceanos cobrem 70% da superfície do planeta, mas quando se pensa em “espaço vital”, ou seja, o volume disponível para ocupação pelos seres vivos, esse percentual pode chegar a algo próximo de 99% do volume habitável provido pelo planeta. Enquanto os ecossistemas terrestres se restringem a uma estreita camada emersa, a vida nos mares pode ser encontrada em todo o volume oceânico, em profundidades que podem atingir até 13 mil metros. Estudos mais recentes indicam a existência de microorganismos na coluna de sedimentos, abaixo do subsolo marinho, sugerindo a possibilidade de duplicar a estimativa de biomassa global¹.

A importância dos oceanos não se limita à biodiversidade e sua ação sobre os ciclos de nutrientes, ou seu potencial bioquímico e farmacológico. Todo o processo de regulação climática e os ciclos hidrológicos dependem da enorme massa d’água disponível e de sua capacidade de armazenar calor (apenas a camada superficial de dois a três metros é capaz de armazenar

* Silvio Jablonski é professor adjunto do Departamento de Oceanografia da UERJ.

mais calor do que toda a atmosfera) e absorver CO₂ (cerca de 2 bilhões de toneladas por ano).

Os oceanos e seus recursos podem ser entendidos como um “capital”, capaz de prover “serviços” necessários à sustentação da vida na terra. Apesar desses serviços serem “gratuitos”, como, por exemplo, a chuva, os recursos pesqueiros e a capacidade de absorção de detritos e a reciclagem de nutrientes, é possível quantificá-los dentro de certas margens de erro, em função, principalmente, da ausência de preços de referência ou de “mercado”. Estimativas de valores para os serviços prestados por diferentes ecossistemas (regulação da composição química da atmosfera, reciclagem de nutrientes, regulação de populações, produção de alimentos, recursos genéticos, recreação, etc.), chegam a um total de US\$ 33 trilhões por ano. Desse total, os oceanos responderiam por 63%, ou quase US\$ 21 trilhões por ano, sendo que pouco mais da metade desse valor corresponderia aos ecossistemas costeiros, particularmente importantes na regulação dos ciclos de nutrientes². Os autores enfatizam que essas estimativas, apesar das incertezas e problemas conceituais para a sua definição, devem corresponder a um limite inferior que, certamente, seria ampliado com a integração de outros “serviços” ainda não considerados nos cálculos; a incorporação de representações mais realísticas quanto à dinâmica e interdependência dos ecossistemas; e, mais ainda, à medida que os “serviços” se tornem mais caros, devido ao esgotamento dos recursos, resultante das pressões antrópicas, exercidas sobre os ecossistemas.

A coleta de moluscos e outros organismos costeiros constitui, provavelmente, a atividade “econômica” mais antiga que relaciona os seres humanos ao ambiente marinho. Sítios arqueológicos, no Mar Báltico, datando de dez mil anos, evidenciam a dependência de populações primitivas aos recursos marinhos. Já antecipando o futuro curso histórico, descobertas na costa do Peru indicam o primeiro caso de sobrepesca (pesca excessiva) há cerca de três mil anos, o qual teria levado à desorganização dos padrões econômicos e sociais vigentes³.

A possibilidade de a atividade pesqueira estar afetando as populações de peixes é reconhecida desde os primórdios do século passado. No entanto, em função da dimensão dos ecossistemas marinhos e a profundidade dos oceanos, apenas recentemente a degradação causada por efeitos antrópicos vem se configurando como hipótese aceitável. Ainda, na década de 60, eram comuns publicações com referência aos recursos “ilimitados” do mar⁴.

As estatísticas da Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação (FAO) mostram uma tendência de crescimento constante da produção extrativa marinha até a metade da década de 80 e, a partir daí, um nivelamento das capturas mundiais em torno de 80 milhões de toneladas anuais. O anuário da FAO⁵, de 2001, prevê que “o nivelamento das capturas totais segue a tendência da maior parte das áreas de pesca mundiais, as quais, aparentemente, alcançaram seu potencial máximo de produção, com a maioria dos estoques totalmente explorados. É, portanto, improvável, que venha a ocorrer qualquer aumento substancial das capturas totais.”

O problema, no entanto, parece ser ainda mais grave, devido às distorções introduzidas na série histórica pelas estatísticas da China (responsável por cerca de 14% das capturas mundiais, marinha e continental), artificialmente infladas, ao longo de toda a década de 80. Na realidade, portanto, quando se corrige esse efeito, as capturas totais apresentam um declínio, a partir dos anos 80, de cerca de 0,7 milhão de toneladas anuais.⁶

Considerando-se, ainda, os descartes das espécies sem interesse comercial, estimados em 18 a 40 milhões de toneladas anuais⁷ e os desembarques não controlados – ilegais, não reportados ou não regulados (I.U.U., conforme a sigla em inglês) –, chega-se a uma estimativa de cerca de 120 milhões de toneladas anuais. Observa-se que, em termos estritamente quantitativos, trata-se de um volume próximo àquele alcançado pelas melhores safras de grãos no Brasil (de acordo com a Conab, a safra de grãos prevista para 2004/2005 é de 132 milhões de toneladas⁸). No entanto, deve-se ter em conta que, ao contrário da atividade agrícola, a pesca, praticamente, não requer insumos, ocupação de áreas, imobilização de capital, etc., além de atender à crescente demanda por proteína animal “natural”, valorizada como alimento saudável, nos mercados mais afluentes. O pescado vem se tornando o alimento mais “internacionalizado” em termos de fluxos comerciais, sendo que cerca de 37% do total destinado diretamente à alimentação humana atravessam alguma fronteira⁹.

Exatamente por sua característica de “recurso natural renovável”, não é possível uma ampliação sustentável dos níveis de produção pesqueira, em função das demandas do mercado. Não apenas os diversos estoques (grupos auto-reprodutivos de uma população, com características biológicas e

parâmetros similares – taxas de crescimento, mortalidade, fecundidade, e período e local de desova definidos) apresentam limites para o esforço de pesca aplicável, como também estão incluídos em uma complexa rede de relações tróficas e ambientais, características de cada ecossistema. A resiliência (capacidade de recuperação) dos estoques é limitada, quando submetidos à pesca excessiva. Estoques que tiveram suas biomassas reduzidas em percentuais variando de 45 a 99% mostraram uma recuperação insignificante em um período de 15 anos¹⁰. Estima-se que a atividade pesqueira industrial nos últimos 15 anos tenha levado a uma redução de 80% na biomassa dos grandes peixes predadores (nível mais alto da cadeia trófica), com severas implicações sobre a estrutura e função dos ecossistemas marinhos¹¹.

A expansão das pescarias comerciais tem levado não apenas à redução pontual de alguns estoques importantes e aos conseqüentes impactos econômicos associados, como também à destruição de habitats e a profundas alterações nos ecossistemas. O atual nível de esforço de pesca implica na redução da biodiversidade e na perda de resiliência dos ecossistemas atingidos, em escala global. Certamente, os oceanos estão sujeitos às mais variadas formas de ação humana, mas nenhuma delas teve um impacto tão direto quanto a pesca¹². De acordo com a FAO, 47% dos estoques marinhos de importância comercial estão em seu nível máximo de exploração; enquanto 18% estão sobreexplorados e 10% foram severamente exauridos ou encontram-se em estado de recuperação. Apenas 25% das populações marinhas estariam sub ou moderadamente exploradas¹³.

Estudos recentes sugerem que a biomassa atual de peixes com peso superior a 4kg, no Mar do Norte, corresponde a apenas 2,5% daquela existente antes da implantação da pesca de arrasto¹⁴.

Os impactos da pesca implicam na remoção das espécies-alvo e modificação de suas estruturas populacionais; alterações nas populações de espécies não-alvo e nos organismos bentônicos; perturbações físicas e químicas no ambiente (degradação dos fundos marinhos, redução da disponibilidade de nutrientes); e nas relações tróficas. Os principais efeitos sobre os ecossistemas são devidos, entre outros aspectos, à enorme proporção dos descartes, incluindo quelônios, cetáceos e aves marinhas, derivados da utilização de petrechos de pesca pouco seletivos; e à prática do arrasto de

fundo indiscriminado que altera a diversidade, a estrutura e a produtividade das comunidades dos invertebrados bentônicos. Estima-se que a área já arrastada corresponda a algo entre 50 e 75% da superfície total disponível nas plataformas continentais¹⁵. A extrema depleção de alguns estoques levou à extinção econômica de diversas pescarias; ao desaparecimento de populações em escala regional e à extinção “ecológica” de algumas espécies (a sua redução numérica impede o cumprimento de sua função ecológica original no ecossistema)¹⁶.

Dois fenômenos parecem contribuir para tornar esse quadro menos aparente do ponto de vista do mercado nos países desenvolvidos – a já mencionada “internacionalização” da atividade pesqueira, que tem levado as frotas a atuar tanto em regiões distantes, quanto em áreas mais profundas, buscando a substituição de recursos já escassos nas áreas de pesca tradicionais; e a ampliação da pesca para espécies alvo em níveis tróficos cada vez mais baixos¹⁷. Mesmo para a comunidade científica, a percepção da magnitude de redução dos estoques ao longo do tempo não é imediata, passando-se a aceitar como “naturais” ecossistemas empobrecidos e populações quantitativamente reduzidas. Esse fenômeno foi cunhado pela expressão “síndrome do deslocamento da linha de base”¹⁸.

A pesca em águas profundas, além de deletéria aos fundos marinhos, atua sobre estoques muito sensíveis. Para a maior parte dessas espécies, um nível de exploração sustentável estaria em torno de 2% do estoque original, enquanto para as populações em águas rasas o percentual poderia chegar a 20-30%. Para alguns cientistas, o equilíbrio desses estoques seria tão precário que não permitiria qualquer nível de exploração sustentável^{19, 20}.

À medida que os estoques entram em depleção, o poder de pesca tende a aumentar para fazer frente à redução das capturas e manter os rendimentos. São feitos novos investimentos, a partir de empréstimos e subsídios, gerando a “sobrecapitalização” do setor pesqueiro, um maior esforço de pesca e, em conseqüência, um maior impacto sobre os estoques. A “espiral” gerada induz à busca de novas tecnologias, visando à competição pelos recursos agora mais escassos, levando, em última instância, à “depleção serial” dos estoques pesqueiros, ao longo das diversas regiões de ocorrência²¹.

A PESCA NO BRASIL

As incertezas relacionadas à coleta de dados estatísticos impedem que se tenha um quadro claro da produção pesqueira no país. De acordo com o documento preparado pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama), para a Conferência Rio+10, a pesca marinha extrativa teria alcançado cerca de 800 mil toneladas, em 1985, tendo declinado para cerca de 500 a 450 mil toneladas anuais, no ano 2000²². Ainda, de acordo com o Ibama, os desembarques totais de origem marinho foram de cerca de 510 e 516 mil toneladas, respectivamente, em 2001 e 2002²³. Esses números, certamente, são subestimativas, devido à qualidade extremamente precária de grande parte da estatística pesqueira nacional, podendo-se supor que a produção real esteja, de fato, acima desses limites, talvez próxima daquelas 800 mil toneladas/ano.

As pescarias artesanais respondem por boa parte dessa produção, o que torna o controle estatístico ainda mais difícil. A concentração do esforço de pesca sobre os recursos costeiros vem determinando que a grande maioria dos estoques, em águas brasileiras, esteja em regime de “sobrepesca” ou no limite máximo de produção. Nas Regiões Norte e Nordeste, os principais recursos pesqueiros encontram-se no limite ou acima de seus potenciais máximos de captura (camarões, pargo, piramutaba, lagosta). O último relatório do Ibama (2000) sobre o estado dos recursos demersais nas regiões Sudeste e Sul considera que os estoques da corvina, pescada-olhuda, castanha, pescadinha, goete, abrótea, linguados, cação-anjo, cherne-verdadeiro, batata, camarões e polvo encontram-se plenamente explorados ou com indícios de sobreexploração²⁴.

O Brasil assinou, em 1982, e ratificou, em 1988, a Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar, assumindo uma série de direitos e deveres frente à comunidade nacional e internacional. Entre tais compromissos destacam-se aqueles relacionados à exploração, aproveitamento, conservação e gestão dos recursos vivos da ZEE, dentro da ótica de uso sustentável do mar – definição das capturas permissíveis dos recursos vivos na ZEE; e compromisso de assegurar, “tendo em conta os melhores dados científicos disponíveis, por meio de medidas apropriadas de gestão e conservação, que a preservação dos recursos vivos na ZEE não seja ameaçada por um excesso de captura”²⁵.

O programa “Avaliação do Potencial Sustentável de Recursos Vivos na Zona Econômica Exclusiva” – Programa Revizee, desenvolvido no âmbito da Comissão Interministerial Para os Recursos do Mar (CIRM), teve por objetivo proceder ao levantamento dos potenciais sustentáveis de captura dos recursos vivos na ZEE, refletindo os compromissos assumidos pelo Brasil. O programa, atualmente em fase de publicação de resultados, determinou um esforço sem precedentes, em termos da provisão de recursos materiais e da contribuição de pessoal especializado, visando o levantamento dos potenciais sustentáveis de captura dos recursos vivos na ZEE²⁶.

O Brasil, apesar da extensão de seu litoral – cerca de oito mil quilômetros; e uma ZEE de 3,5 milhões de km² –, não é uma nação pesqueira por excelência. As águas brasileiras, ainda que ricas em biodiversidade, não exibem condições que permitam a ocorrência de grandes biomassas. Outra característica dos ecossistemas tropicais, que reduz os limites da pesca sustentável, é a complexidade da cadeia alimentar, que inclui um número de elos comparativamente maior que o observado nos sistemas de altas latitudes. Para que a energia resultante da produção primária chegue ao topo da cadeia – a grandes predadores – é preciso passar por vários níveis e apenas uma pequena parcela da energia que o fitoplâncton produz chega aos peixes explorados em águas brasileiras. No caso das águas jurisdicionais brasileiras, a pesca é sustentada por ecossistemas marinhos de regiões tropicais e subtropicais, considerados de baixa produtividade primária, apesar da elevada biodiversidade.

O programa Revizee não identificou estoques potencialmente importantes e mesmo aqueles vistos como promissores (peixe-sapo, caranguejos de profundidade) mostraram-se extremamente sensíveis ao aumento do esforço de pesca.

O aspecto aparentemente paradoxal é a coexistência de estoques com baixos potenciais de exploração (característica de ambientes tropicais) associados a um quadro de sobrepesca e depleção de estoques para a maioria das espécies tradicionais, como a sardinha, o pargo, a lagosta, a piramutaba e várias espécies de camarões; e a “sobrecapitalização”, configurada pelo excesso de barcos e petrechos alocados para alguns estoques (característica de ecossistemas temperados e sociedades afluentes).

Em alguns casos, a combinação do esforço de pesca excessivo e de condições ambientais desfavoráveis pode acelerar a tendência de declínio de um dado estoque. No Brasil, a pesca da sardinha-verdadeira tornou-se um exemplo clássico da potencialização desses efeitos. As primeiras estatísticas disponíveis datam de 1964 e mostram um crescimento constante das capturas, até 1973, passando de 38.772 t a 228.037 t. A partir daí, e até 1987, a produção declinou, oscilando entre 100.000 e 150.000 t anuais. Em 1988, os desembarques foram de cerca de 65.000 t e, em 1990, de apenas 32.000 t. Nos anos subseqüentes, observou-se uma nova recuperação das capturas, alcançando pouco mais de 117.000 t, em 1997. Em 2002, a produção total foi de cerca de 22.000 t, de acordo com o Ibama, ou de 28.000 t, segundo a SEAP²⁷. Em 2003, a safra de sardinha atingiu 25 mil t, tendo havido uma recuperação em 2004, quando os desembarques alcançaram 45 mil t²⁸.

O colapso da pescaria da sardinha-verdadeira deveu-se, aparentemente, a uma combinação de esforço de pesca excessivo e falhas no recrutamento causadas pela baixa intrusão da “Água Central do Atlântico Sul” (Acas), mais fria e rica em nutrientes, na plataforma da Região Sudeste-Sul, durante o verão. A penetração da Acas aumenta a produção primária na camada subsuperficial e contribui para a estabilidade vertical da coluna d’água, garantindo a concentração de presas adequadas para as larvas de sardinha, e evitando a dispersão de ovos e larvas para fora da área de desova.

As falhas de recrutamento, derivadas do baixo índice de sobrevivência das larvas, foram potencializadas pelo efeito do esforço de pesca excessivo, atuando sobre o estoque que passou a se concentrar mais ao sul de sua área de distribuição. Em função da constatação dessa tendência de declínio, em 1993 o Grupo Permanente de Estudos sobre a Sardinha (GPE) recomendou, sem sucesso, a suspensão total das pescarias por um período não inferior a 28 meses²⁹.

Diagnóstico elaborado por pesquisadores de diversas universidades e institutos de pesquisa, das Regiões Sudeste e Sul, e encaminhado à Seap e ao Ibama, em novembro de 2004, apontou a situação de fragilidade de grande parte dos estoques objeto das pescarias comerciais brasileiras, sugerindo novas possibilidades de enfoque para a questão³⁰, entre as quais a eliminação da distinção artificial entre espécies “controladas” e “não-controladas”. Tal mecanismo, presente na legislação, favorece a concessão de permissão para

exploração de forma praticamente automática, se uma espécie não está sob controle³¹. Essa prática, comum em outros países, vem sendo criticada como mecanismo indutor de sobrepesca e exacerbadora do problema dos descartes³². O diagnóstico inclui os últimos resultados disponíveis a partir do Programa Revizee e apresenta um quadro sucinto da situação dos principais estoques pesqueiros das Regiões Sudeste e Sul³³. As conclusões indicam que “os recursos tradicionais apresentam biomassas muito reduzidas. A viabilidade de substituição dos mesmos por outros, disponíveis em águas profundas, é limitada, em função das próprias características biológicas daqueles recursos. Alguns exemplos, tais como o rápido regime de sobrepesca do peixe-sapo e dos caranguejos de profundidade, atestam esta realidade. O cenário atual de colapso do setor foi provocado pelo excesso de capacidade da frota e pela ‘abrangência’ das licenças de pesca, que permitem que boa parte da frota atue sobre uma grande variedade de recursos, sem controle do esforço de pesca”.

A MUDANÇA DE PARADIGMA

*“Ecosystem management is an exercise in long-term, precautionary thinking.
It is acceptable not to know things.”*

BEAMISH AND MAHNKEN, 1999.

TAKING THE NEXT STEP IN FISHERIES MANAGEMENT.

A avaliação de estoques pesqueiros vem sendo desenvolvida, a partir da década de 50, com base em modelos relativamente simplificados^{34,35}. Os modelos permitiam estimativas de “produção máxima sustentável” – MSY (*Maximum Sustainable Yield*), para diferentes estoques pesqueiros, submetidos à pesca comercial, utilizando dados provenientes da própria atividade pesqueira (capturas, esforço de pesca, e distribuições de frequências por comprimento e idade). Apesar de elegantes e expeditos, hoje se coloca em dúvida, não apenas sua aplicabilidade, como também se seus fundamentos teóricos não teriam contribuído indiretamente para a sobrepesca³⁶. A teoria subjacente à definição de máximos sustentáveis sugere que as populações devem ser reduzidas a níveis iguais ou inferiores à metade de seu tamanho em condições de ausência de exploração; e que, também, não haveria uma relação direta entre o recrutamento (entrada de juvenis na população adulta) e a biomassa desovante, para um amplo intervalo de valores de biomassa.

Os modelos voltados para estoques isolados (*single-species assessment models*) não resultaram, em geral, em efeitos benéficos para as pescarias. Os modelos falharam em identificar o rápido declínio de estoques importantes, subestimando o impacto do esforço de pesca; não identificaram a possibilidade de falhas no recrutamento após o declínio das populações adultas, possivelmente associadas a mudanças nas interações tróficas (em alguns casos os indivíduos adultos parecem “controlar” a abundância de possíveis predadores de seus ovos e larvas; a severa redução da população adulta interromperia esse mecanismo, provocando a alta mortalidade dos produtos da desova e a falha do recrutamento). Além desses fatores, a limitação no esforço de pesca preconizada pelos modelos foi freqüentemente ignorada, sob o pretexto de que não seria “suficientemente precisa” como evidência para adoção de estratégias que levariam a impactos econômicos negativos de curto prazo à atividade pesqueira³⁷. Já em 1969, observava-se que “muitas avaliações científicas foram realizadas tarde demais, não passando de meras necropsias”³⁸.

A ocorrência dos estoques, com potencial de exploração, não se apresenta uniforme, nem mesmo nas áreas mais rasas de plataformas continentais. Fatores oceanográficos, relacionados à ascensão de águas profundas mais ricas em nutrientes (“ressurgências”), são fundamentais para o sucesso reprodutivo das populações³⁹. A existência de um ambiente estável e rico em alimento é imprescindível para a sobrevivência das larvas recém eclodidas. Nas situações nas quais os ventos são os fatores determinantes para as ressurgências é preciso que os mesmos transmitam energia suficiente para garantir a subida da água profunda; por outro lado, é necessário, também, uma relativa estabilidade da coluna d’água que favoreça a concentração de partículas de alimento e a preservação das larvas. A prevalência de condições ideais é conhecida como “janela ambiental ótima” (*optimal environmental window*) e parece sugerir que o sucesso do recrutamento não decorre de condições “médias”, mas da composição de inúmeras “janelas de sobrevivência”, determinadas pela variabilidade de fatores ambientais de natureza física⁴⁰.

A extrema interdependência entre as espécies, o caráter pouco previsível dos fatores ambientais, que interferem diretamente sobre o processo de recrutamento de juvenis à população adulta, além dos aspectos econômicos e sociais, envolvidos nos processos pesqueiros, determinaram a busca de novos modelos que permitissem compreender as pescarias a partir

de critérios mais abrangentes de sustentabilidade. A necessidade de incluir a variabilidade decorrente das interações tróficas e os impactos causados aos habitats marinhos pelos petrechos de pesca, determinaram um crescente interesse pelo que se denominou como “abordagem ecossistêmica” (*ecosystem-based management*⁴¹ ou *ecosystem approach to fisheries*⁴²).

A conferência da FAO em Reykjavik, 2001, chegou a um consenso quanto à necessidade de incorporar “considerações relativas aos ecossistemas” à gestão das pescarias⁴³. As definições do que seria exatamente a abordagem ecossistêmica são variáveis, destacando-se porém um ponto comum – a necessidade de alterar o foco da gestão das pescarias, atualmente voltado para os estoques pesqueiros, para a conservação dos ecossistemas de forma mais integrada (“o centro da questão está em integrar o conjunto das demandas colocadas sobre o ambiente, de tal forma que o ecossistema possa suportá-las sem deterioração de suas funções”⁴⁴). No entanto, não existe um conhecimento preciso quanto aos fatores-chave que determinariam a estabilidade dos ecossistemas marinhos. Não há, tampouco, uma definição análoga à sobrepesca, aplicada aos estoques isolados, diretamente utilizável para os ecossistemas⁴⁵, o que pode tornar problemática a aplicação prática de um novo princípio, quando não há meios claros para a sua implementação. A definição de indicadores compatíveis com a gestão de ecossistemas implica, também, em uma nova ordem de magnitude de complexidade, exigindo um esforço de modelagem que represente de forma adequada cada ecossistema envolvido⁴⁶. A partir dessas constatações, sugere-se que o objetivo principal da abordagem ecossistêmica seja a obtenção da “sustentabilidade ambiental”⁴⁷. Para tanto, têm sido propostas estratégias, envolvendo diferentes conceitos de gestão.

A “gestão adaptativa” (*adaptive management*) sugere que a abordagem ecossistêmica seja implementada de forma gradual, de modo a se evitar choques em relação aos padrões atuais de gerenciamento dos estoques e permitir que o processo se inicie com as informações atualmente disponíveis, podendo porém evoluir de acordo com novos conhecimentos disponíveis⁴⁸. A proposta de “gestão compartilhada” (*co-management*) parte do princípio que a pesca tem uma participação desproporcional, em termos de impactos gerados sobre o meio ambiente marinho, quando comparada às demais atividades usuárias dos recursos do mar. Dessa forma, a redução do esforço de pesca aparece como elemento crucial em qualquer estratégia de

gerenciamento, o que poderia ser facilitado pela gestão compartilhada com grupos de pescadores e outras categorias envolvidas na pesca.

O “PRINCÍPIO DA PRECAUÇÃO” (“PRECAUTIONARY APPROACH”)

In order to protect the environment, the precautionary approach shall be widely applied by States according to their capabilities. Where there are threats of serious or irreversible damage, lack of full scientific certainty shall not be used as a reason for postponing cost-effective measures to prevent environmental degradation.

ICES, 1997.

O “princípio da precaução” ou “abordagem precautória” foi incluído no Princípio 15 da Declaração do Rio, da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD)⁴⁹, tendo se tornado um elemento fundamental para a gestão pesqueira. Em síntese, a idéia é que a falta de conhecimento científico não deve constituir em motivo para que se adiem ações que possam prevenir danos potencialmente sérios ou irreversíveis ao ambiente. Dessa forma, passou-se a adotar o conceito de “pontos de referência”, estabelecidos em termos de taxas mortalidade por pesca e índices de biomassa, que possibilitassem a percepção antecipada do estado dos estoques e favorecessem a manutenção da sua exploração dentro de limites seguros⁵⁰. O princípio da precaução, na gestão da pesca, exige definições quantitativas, para que se evite a sua interpretação como exigência de “impacto zero”, decorrente da falta de conhecimento detalhado⁵¹. Levado a extremos, o princípio poderia induzir ao “não uso” de qualquer recurso natural, em detrimento das conseqüências que isso poderia trazer ao bem-estar humano⁵².

O princípio da precaução traz elementos que, implicitamente, alteram o peso legal e político daquilo que se considera como “preocupação ambiental” e, ainda, em que medida se pode e se deve esperar que evidências científicas tragam respostas para os problemas ambientais. Talvez, a principal questão decorrente seja a “reversão do ônus da justificação”. Até então, o ambiente marinho vinha sendo regulado com base em pressuposições que favoreciam as pescarias, isto é, a não ser que o dano pudesse ser inequivocadamente comprovado pelos gestores, as atividades produtivas poderiam manter seu curso normal, o que não impediu que diversos ecossistemas fossem severamente modificados pelas pescarias. A “reversão”

desloca a responsabilidade da justificativa para aqueles que pretendem o uso dos recursos marinhos. Atualmente, esse procedimento é comum para qualquer outro usuário dos recursos do ambiente marinho, como por exemplo, a exploração de óleo e gás⁵³. O que se pretende é a generalização de técnicas de “avaliação de impactos ambientais” e “avaliação ambiental estratégica”, como requisitos prévios para novas pescarias, em ambientes considerados sensíveis, tais como áreas profundas e montes submarinos.

A abordagem ecossistêmica propõe, ainda, a “gestão espacial”, tendo por base o conceito de “grandes ecossistemas marinhos” (*large marine ecosystems* – LME). O conceito de LME surgiu a partir do Simpósio da American Association for the Advancement of Science (AAAS), na década de 80^{54,55}, podendo ser definidos como grandes unidades, no ambiente marinho, com similaridades em termos de funções ecológicas⁵⁶. Com isso, pode-se ter limites espaciais para a gestão, com base em propriedades dos ecossistemas e não apenas em aplicações comerciais isoladas. Para o Brasil, são reconhecidos três grandes ecossistemas marinhos – as plataformas continentais do Norte, Leste e Sul⁵⁷.

Ainda, no que se refere à gestão espacial, a proposta de estabelecimento de áreas protegidas no ambiente marinho tem avançado como forma de preservar áreas, de forma seletiva, excluindo-se apenas as práticas pesqueiras mais destrutivas, ou, a pesca em sua totalidade. As áreas de “reserva”, começam a ser entendidas como uma forma simples de garantia de preservação, diante das incertezas inerentes, à avaliação de estoques pesqueiros. O fechamento de áreas, além da sua eficiência como medida de preservação, é mais facilmente controlável e não induz a nenhum tipo de efeito “perverso”, decorrente das medidas de contenção tradicionais (como por exemplo, os descartes).

O termo “área marinha protegida” (*marine protected area* – MPA) descreve qualquer área marinha, à qual é concedida alguma forma de proteção, usualmente tendo como meta a sua conservação e/ou de suas pescarias. Do ponto de vista da gestão pesqueira, as formas mais eficientes são dadas pelas “reservas marinhas”, nas quais é proibida a extração de qualquer recurso vivo, fóssil ou mineral, e qualquer forma de destruição ou degradação de habitats. Nesse contexto, as áreas são denominadas de *fishery no-take zones*. Já existe consenso científico de que os benefícios das MPAs são

potencializados quando diversas áreas estão ligadas em redes coerentes, em termos de grandes áreas que englobariam fases diversas do ciclo de vidas das espécies e o transporte dos seus produtos de desova⁵⁸. Há evidências, também, de que as reservas marinhas são capazes de prover a proteção de habitats e constituir um instrumento adequado de resposta aos efeitos da sobrepesca⁵⁹. As reservas são, comparativamente, mais eficientes que as ferramentas tradicionais de gestão das pescarias; permitem definir o mesmo nível de controle sobre as capturas das espécies-alvo, obtido pelo controle direto do esforço de pesca, além de reduzir a mortalidade e o dano às demais espécies; além disso podem ser estabelecidas de forma mais simples e ter custos de implementação e gestão iguais ou menores que as metodologias equivalentes.

As reservas podem determinar o incremento no tamanho dos estoques desovantes, o aumento do tamanho dos indivíduos, e a sua fecundidade. O efeito “exportador” de ovos e larvas, juvenis e adultos, pode contribuir para o aumento das capturas nas regiões limítrofes das reservas. O desenvolvimento de populações com estruturas etárias mais amplas oferece maior segurança, relativamente à variabilidade ambiental e eventuais falhas em processo de gestão tradicionais. As reservas favorecem a recuperação de habitats, degradados a partir da perturbação pelos petrechos de pesca, o que pode também trazer benefícios para as pescarias⁶⁰.

Diversos países, entre os quais o Canadá, Nova Zelândia, África do Sul e Estados Unidos, implementaram, nos últimos anos, áreas de exclusão à pesca e outras atividades antrópicas. A Austrália, em 2004, definiu uma área correspondente a 33% do Parque Marinho da Grande Barreira de Coral (“*Great Barrier Reef Marine Park*”), cerca de 110 mil km², como área protegida, fechada a qualquer atividade pesqueira. A partir dos benefícios pretendidos, foi proposta, também, a criação de uma rede de reservas na Zona Econômica Exclusiva, do Reino Unido, ocupando 30% da sua superfície. Essas áreas ficariam interditadas a qualquer atividade de pesca comercial⁶¹.

Atualmente, a área coberta por reservas marinhas corresponde a apenas 0,5% dos oceanos⁶², configurando uma situação muito diferente daquela dos ambientes terrestres, para os quais há cerca de 12% de áreas protegidas⁶³. As áreas protegidas no ambiente marinho apresentam, em média, 1 a 2 km², podendo oferecer alguma proteção a locais específicos, mas dificilmente determinarão a recuperação funcional de ecossistemas ou serão úteis para espécies migratórias⁶⁴.

No Brasil, as unidades de conservação de proteção integral no ambiente marinho são raras. Entre elas, destacam-se, em área ocupada, os parques nacionais marinhos de Abrolhos e Fernando de Noronha; o parque estadual marinho do parcel Manuel Luis; e as reservas biológicas marinhas do Atol das Rocas e Arvoredo, totalizando cerca de 2 mil km² de área protegida, algo em torno de 0,05% das áreas do mar territorial e ZEE brasileiros⁶⁵.

Conforme delineado acima, a definição prática de indicadores ecossistêmicos é complexa; assim, para que se possa evitar a armadilha de uma “aproximação” à nova abordagem, condicionada ao avanço do conhecimento científico, tem-se optado por trabalhar com um agregado de indicadores elementares, capazes, porém, de garantir uma visão do estado dos ecossistemas. Por exemplo, indicadores para as espécies-alvo, espécies descartadas e outras mais vulneráveis (índices de abundância e proporção de indivíduos maduros), indicadores multiespecíficos, passíveis de serem monitoradas pela composição de tamanhos ou nível trófico médio das capturas, combinados a estratégias de áreas protegidas, e emprego de petrechos de pesca mais seletivos, compõem uma abordagem mais pragmática do que o desenvolvimento de indicadores complexos⁶⁶.

Em paralelo, vêm sendo sugeridos e adotados em vários países alternativas de “propriedade” ao regime de livre acesso aos recursos marinhos, na forma de “cotas individuais” ou “cotas transferíveis” (*Individual transferable quotas – ITQ*), aplicados às pescarias industriais e o “direito de uso territorial” (*Territorial use rights in fisheries – TURF*), utilizado nas pescarias artesanais^{67,68}. Iniciativas em pescarias de moluscos, associando a substituição dos arrastos pela coleta seletiva com mergulho e o controle das áreas de pesca pelas comunidades, vêm se mostrando bem-sucedidas na Argentina (Castello, com. pess.)⁶⁹.

O CONTRAPONTO BRASILEIRO (INTEGRAÇÃO VS DESINTEGRAÇÃO)

A avaliação do estado dos estoques pesqueiros e o seu gerenciamento constituiu, por um longo tempo, atribuição da extinta Superintendência para o Desenvolvimento da Pesca (Sudepe), por sua vez subordinada a diferentes Ministérios, no decorrer da sua existência. A Sudepe, juntamente com a Sema, Sudhevea e IBDF, passou a integrar, em 1989, a estrutura do Ibama⁷⁰.

A passagem da gestão pesqueira para um órgão “ambiental” não foi bem recebida por parte da comunidade pesqueira, que passou a temer pela diluição da importância do setor em um órgão com múltiplas atribuições. Não obstante, o Ibama manteve, por intermédio de seus departamentos específicos, parte das estruturas originárias da Sudepe, voltadas para a pesquisa, inclusive com a participação da comunidade científica. Utilizando o “estado da arte” da época, foram criados ou mantidos Grupos Permanentes de Estudos (GPE), para os principais estoques objeto das pescarias comerciais. Em reuniões anuais, com a participação de especialistas de universidades e instituições de pesquisa, avaliava-se a situação dos estoques, com os dados disponíveis (nem sempre minimamente adequados) e emitia-se um parecer com orientações quanto à gestão do recurso em questão. As recomendações passavam pela instância política das relações do Ibama com o setor produtivo e, em geral, quando implementadas, perdiam grande parte de seu poder de contenção do esforço de pesca ou qualquer outra restrição às pescarias. Ironicamente, os GPEs se caracterizavam, exatamente, por não serem “permanentes”, sendo convocados apenas para respaldar atos normativos, como por exemplo “portarias” de defeso (épocas de interdição da pesca).

O advento da política de arrendamento de embarcações estrangeiras⁷¹ para atuar na ZEE brasileira parece ter sido o elemento catalisador para que buscasse, mais uma vez, um organismo gestor exclusivamente dedicado à pesca. Em 1998, o Decreto nº 2.840, tendo como meta “regular atividades das embarcações pesqueiras nas zonas brasileiras de pesca”, estabelece uma divisão de competências, inédita no país, e talvez no mundo, entre o novo Departamento de Pesca e Aquicultura (DPA), do Ministério da Agricultura, e o Ministério do Meio Ambiente⁷². A Medida Provisória nº 1.999-17, de 2000, ao tratar da “organização da presidência da República e dos ministérios”, reitera a divisão de atribuições⁷³. As novas normas transferem ao Ministério da Agricultura a gestão das espécies inexploradas ou subexploradas e as “altamente migratórias” (atuns e espécies afins, independente do estado dos estoques), ficando as “sobreexploradas” aos cuidados do MMA/Ibama.

A inserção da atividade pesqueira como objeto de estudo da área ambiental, apesar de suas implicações socioeconômicas e culturais, configura-se numa tendência mundial. Cabendo um possível incremento (ou redução) do esforço de pesca, para um dado estoque, seriam mobilizados os órgãos

responsáveis pelo “fomento”, para estimular (ou desestimular) a entrada de novos atores na atividade produtiva. No entanto, a legislação vigente ao redefinir as responsabilidades em relação ao ordenamento pesqueiro, corresponde a um retrocesso histórico, no que se refere à vertente da gestão integrada. Dessa forma, criou-se no país, implicitamente, uma nova modalidade de “migração” para os estoques pesqueiros, além daquelas inerentes a seus ciclos biológicos. Agora, os estoques “migram” entre instituições, quando seu estado passa de subexplorado a sobreexplorado. O peixe-sapo (*Lophius gastrophysus*) é um exemplo de recurso que, em não mais de cinco anos de pescaria, no Sudeste-Sul do Brasil, mudou de “estado”, tendo sido definidas restrições de petrechos de pesca, áreas de capturas, além de um desembarque máximo de 1.500 t de peso eviscerado, para o estoque, em 2003^{74,75}.

A extinção do DPA e a criação da Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca (Seap) ratificaram esse quadro, com a simples passagem das atribuições do primeiro para a segunda.

A Seap, na busca da ampliação das pescarias no Brasil, tem dado ênfase ao aspecto de “fomento”. Enquanto, no cenário mundial, reconhece-se a crescente sobrecapitalização do setor pesqueiro e a necessidade de estimular o “descomissionamento” de embarcações, a Seap lançou, em 2004, um programa ambicioso de renovação da frota pesqueira^{77,78}, pela construção ou renovação de cerca de 500 embarcações de médio e grande portes, “sem uma revisão completa de todos os fundamentos técnicos necessários que embasariam tal ação de uma forma sustentável”⁷⁹.

Outro aspecto, já comentado, diz respeito à divisão artificial entre espécies controladas e não-controladas. Se para aquelas ditas “controladas” a situação de sobrepesca já é evidente, para as “não-controladas” a situação é mais sutil, e potencialmente mais grave, dado que não existe um acompanhamento técnico-científico da dinâmica dos estoques. Do ponto de vista do pescador, a possibilidade de direcionar o esforço de pesca de forma mais “livre” reduz a percepção da redução crítica da abundância dos recursos pesqueiros, levando à “depleção serial”. Nesse aspecto, não há distinção entre os segmentos “artesanal” e “industrial” da atividade pesqueira. A ausência de controle e medidas de gestão pode levar a regimes de sobrepesca, tanto estoques costeiros, como vem ocorrendo com o camarão sete-barbas (*Xiphopenaens kroyeri*), no Sudeste-Sul, quanto recursos “novos”,

identificados em áreas profundas e alvo das frotas arrendadas, tais como o peixe-sapo e os caranguejos de profundidade (*Chaceon notialis* e *C. ramosae*).

O PAPEL DA TECNOLOGIA NA PESCA

“An up-to-date fishing boat carries everything but a Death Ray. The boat is a combination of an advanced military machine and a cold-storage container.”

E. WICKHAM, 2003. DEAD FISH AND FAT CATS.

As inovações nas técnicas de pesca vêm tendo um impacto contínuo nos ecossistemas marinhos. Existem evidências arqueológicas de que avanços tecnológicos (melhorias nas redes) estariam associados à redução da biodiversidade e à progressiva depleção de estoques de peixes, desde a Idade Média⁸⁰. Ainda, durante o século XIV, há registros de queixas de pescadores contra a introdução do arrasto em águas costeiras da Inglaterra⁸¹.

No entanto, apenas a partir do início do século XX a introdução de novas tecnologias passou a ter um impacto global – barcos maiores e com grande autonomia; redes de arrasto de fundo de meia água de grandes dimensões; fios mais resistentes e de baixa visibilidade; e, em especial, os avanços nos instrumentos de navegação e localização do pescado. Os barcos modernos podem compensar a redução das biomassas, a partir de melhorias na capacidade de captura, atuando 24 horas por dia em quase qualquer condição de mar.

Essa capacidade excessiva determina pressões insustentáveis sobre os estoques, tornando a sua gestão mais complexa. Por outro lado, o efeito sobre a própria indústria é deletério, à medida que reduz a lucratividade e a estabilidade da atividade, em função de flutuações de curto prazo nos preços do pescado. Muitos barcos, para garantir um nível mínimo de rentabilidade, são instados à pesca ilegal. Como o “poder de pesca” é tradicionalmente medido pela tonelagem ou potência do motor, o fenômeno de melhoria contínua na eficiência da captura (fenômeno conhecido como *technological creep*)⁸² e, por conseqüência, na mortalidade por pesca, dificultam as políticas de “descomissionamento” das embarcações (incentivos econômicos para o abandono da pescaria)⁸³.

No Brasil, a “tecnologia” aplicada à pesca vem avançando em ritmo mais lento, em parte, pela concentração da atividade em pescarias costeiras tradicionais, mas também pelo caráter mais conservador dos empresários de pesca. Nos últimos 25 anos foram introduzidos a pesca do bonito-listrado e atuns com o método de isca-viva (com mais de 500 anos de uso no Japão); o espinhel de fundo de cabo de aço e, mais recentemente, de “náilon-seda”; o espinhel pelágico com monofilamento e atratores luminescentes, para a pesca do espadarte; a instalação de sonares e *power-block* (recolhedor mecânico para as redes de cerco), nas traineiras de Santa Catarina e São Paulo; e mais recentemente, a implementação da pesca com “potes” para polvos, na Região Sul.

As embarcações mais bem equipadas, em atividade na ZEE brasileira, são aquelas operando sob regime de arrendamento. Seu número é variável, dado que os contratos têm prazos restritos, sendo renovados, ou tendo as embarcações substituídas periodicamente. O arrendamento é regido, atualmente, pelo Decreto nº 4.810, de 2003. Apesar de garantir ao MMA a atribuição de definir volumes de capturas, modalidades e petrechos de pesca e tamanhos mínimos para cada espécie, o Decreto reflete a mesma fragmentação da gestão pesqueira, mencionada anteriormente, ao reservar à Seap “a autorização e o estabelecimento de medidas que permitam os aproveitamentos adequados, racionais e convenientes... das espécies altamente migratórias e das que estejam subexploradas ou inexploradas”⁸⁴. Os editais de arrendamento procuram privilegiar a participação de cooperativas de pesca; o maior tempo de atividade no mercado; a posse de embarcação nacional; a maior participação de brasileiros na tripulação; o arrendamento de barcos mais novos; a redução da incidentalidade de aves e tartarugas; e uma participação mais substantiva da empresa/cooperativa brasileira nos lucros do arrendamento⁸⁵. A idéia é que os interessados recebam uma maior pontuação quando atendam aos requisitos acima. No entanto, a procura por novas “vagas”, para as categorias definidas pela Seap, nem sempre as de interesse direto do “mercado”, tem sido bastante limitada (duas embarcações inscritas, no Edital nº 5, de 2004; cinco no Edital nº 6, de 2004; e nenhuma, no de nº 8, de 2004, quando foram oferecidas 37 vagas).

Atualmente, de acordo com o Departamento de Portos e Costas, da Marinha do Brasil, 54 embarcações estrangeiras de pesca estão autorizadas a operar em águas jurisdicionais brasileiras⁸⁶, basicamente, em operações

com espinhel de superfície, arrasto e armadilhas de fundo. Apesar da polêmica que vem cercando a política de arrendamento – a participação nos lucros pela empresa arrendatária fica em torno de 10%, o que determina uma substancial remessa de divisas ao exterior –, as embarcações, em especial, aquelas voltadas para a pesca de profundidade, forneceram dados essenciais para a complementação das informações obtidas diretamente pelo programa Revizee⁸⁷.

PROPOSTAS

A informação científica é vital para prover evidências quanto à situação dos estoques. A título comparativo, o Reino Unido investe na pesquisa marinha em torno de £ 270 milhões anuais, complementados por £ 220 milhões, a partir de fundos da indústria pesqueira. Dezessete universidades e dez centros de pesquisa, dispendo de 33 barcos de pesquisa, atuam diretamente no setor⁸⁸.

Já a frota brasileira é composta por cinco navios de pesquisa pesqueira, do Ibama, parte deles em condições precárias; e dois navios oceanográficos, relativamente bem equipados, o “Atlântico Sul”, da FURG, de 1977, e o “Prof. Besnard”, da USP, de 1967. Os recursos financeiros diretos totais alocados ao programa Revizee, no período 1994-2003, foi de pouco mais de R\$ 30 milhões, correspondendo a um valor médio anual de R\$ 3 milhões⁸⁹.

Uma segunda vertente essencial para a avaliação dos estoques é a “estatística pesqueira”. Não é possível qualquer abordagem quantitativa, em relação à pesca, quando se desconhece os totais capturados e o esforço de pesca despendido. Com exceções localizadas (Rio Grande, Itajaí, Santos, e os desembarques da frota arrendada no Nordeste), a coleta de dados de desembarque no Brasil é precária. Mesmo para espécies “controladas”, como, por exemplo, a sardinha verdadeira, passou-se um ano para que obtivesse uma estimativa para a captura total em 2003 (concentrada na Região Sudeste-Sul).

A Seap mantém convênios com universidades, em especial, para o acompanhamento das frotas arrendadas e suas espécies-alvo. Dois comitês de gestão estão em atividade – o Comitê Permanente de Gestão de Atuns e Afins e o Comitê Consultivo Permanente de Gestão de Recursos Demersais. Este último definiu, em 2002 e 2003, medidas de contenção do esforço de

pesca para as pescarias do peixe-sapo, porém, até o momento, não implementadas por qualquer instrumento normativo.

É compreensível que a Seap, em consonância com suas atribuições institucionais, busque o “fomento” da atividade pesqueira no país. Ocorre, no entanto, que qualquer esforço nesse sentido não pode estar dissociado da gestão preventiva e corretiva dos estoques. O estabelecimento de política de incentivos fiscais, de “produtividade de desenvolvimento”, estabelecida em 1967, e que vigorou até 1986, permitiu o desenvolvimento da pesca industrial, a construção de barcos, a consolidação da oferta de pescado, mas, gerou, em contrapartida, a sobrecapacitação e superdimensionamento do setor, com as seqüelas notórias – capacidade ociosa da frota e de indústrias, falências e retração do parque industrial e colapso de 90% dos estoques.

Ainda que medidas importantes sejam acordadas entre todos os setores envolvidos na pesca, essas ações não são implementadas, ou demoram a sê-lo. Isto leva à depleção dos estoques tradicionais e têm gerado “corridas do ouro”, para espécies diagnosticadas como “potenciais”, levando ao lucro imediato, à depleção rápida desses recursos, antes mesmo que qualquer medida de controle seja proposta ou implantada⁹⁰.

Pode-se concluir, portanto, que a conservação e a expansão das pescarias dos recursos brasileiros exigem mudanças imediatas no modelo atual de gestão dos recursos:

- Investimento na coleta de dados básicos e nas pesquisas com foco nos indicadores de estado dos estoques e seus ecossistemas;
- Reformulação das condições de acesso aos recursos pesqueiros, com o fim da dicotomia entre espécies controladas e não controladas;
- Adoção da gestão integrada, para orientar as ações do setor, com o fim do “Tratado de Tordesilhas” que fragmentou as atribuições de gerenciamento entre Seap e Ibama;
- Conforme atesta a experiência internacional, a possível sustentabilidade da atividade pesqueira exige uma nova filosofia de gestão, centrada na abordagem ecossistêmica; nas políticas de precaução; na definição de áreas protegidas; e na contenção dos desperdícios. Trata-se de um investimento com retorno mais seguro que a adoção de subsídios e de novas tecnologias de captura.

NOTAS

- 1 – Andahazy e Cook (1997)
- 2 – Costanza (1997)
- 4 – Ellis (2003)
- 5 – FAO (2001) – <<http://www.fao.org>>
- 6 – Watson e Pauly (2001)
- 7 – Alverson *et al.* (1994)
- 8 – Companhia Nacional de Abastecimento – <<http://www.conab.gov.br/>>
- 9 – Sinclair e Valdimarsson (2003)
- 10 – Hutchings (2000) – “A sobrepesca e o subsequente colapso de populações de peixes marinhos têm atraído a atenção para questões relativas à sua habilidade para retornar aos níveis de abundância primitivos e ao grau em que sua própria sobrevivência estaria ameaçada. Existem poucas evidências de recuperação rápida a partir de declínios prolongados, em contraste com a percepção que os peixes marinhos seriam resilientes a grandes reduções populacionais. Com a possível exceção dos arenques e espécies correlatas que atingem a maturação em fases iniciais de seu ciclo de vida e são capturadas com petrechos altamente seletivos, a análise de 90 estoques revelou que muitos gadídeos (por exemplo, bacalhau, hadoque) e outros não clupeídeos (por exemplo, linguados) têm experimentado pouca ou nenhuma recuperação em um prazo de 15 anos após reduções entre 45 e 99% em seus estoques desovantes. Embora os efeitos da sobrepesca em espécies isoladas sejam, geralmente, reversíveis, o tempo necessário para a sua recuperação parece ser considerável. Dessa forma, não aplicar aos peixes marinhos os mesmos critérios usados para definir riscos de extinção, em outros grupos, seria inconsistente com a abordagem precautória da gestão pesqueira e da conservação da biodiversidade marinha”.
- 11 – Myers e Worm (2003) – “Sérias preocupações têm surgido acerca dos efeitos ecológicos das pescarias industriais, tendo levado a uma resolução das Nações Unidas visando a recuperação a níveis adequados de pescarias e ecossistemas marinhos. No entanto, essa restauração tem como pré-requisito a maior compreensão quanto à abundância e composição das comunidades de peixes inexploradas, relativamente à magnitude dos estoques atuais. O estudo reconstruiu as trajetórias das biomassas e da composição das comunidades de grandes peixes predadores em quatro sistemas de plataforma continental e nove sistemas oceânicos, usando todas as informações disponíveis, desde o início de sua exploração. As pescarias industriais reduziram em 80% a biomassa das comunidades em 15 anos de exploração. Estimou-se que hoje a biomassa dos grandes peixes predadores corresponde apenas a 10% dos níveis pré-industriais. Concluiu-se que o declínio dos grandes predadores nas regiões costeiras estendeu-se para o conjunto do oceano, com conseqüências potenciais importantes para os ecossistemas.”
- 12 – Royal Commission on Environmental Pollution (2004) – <<http://www.rcep.org.uk/fishreport.htm>>
- 13 – FAO (1998)
- 14 – Jennings e Blanchard (2004)
- 15 – Royal Commission on Environmental Pollution (2004)
- 16 – Jackson *et al.* (2001)

- 17 – Pauly e Maclean (2003) – “O processo de redirecionar as capturas das espécies predadoras, para as suas presas e assim sucessivamente é chamado de ‘Fishing down marine food webs’”.
- 18 – Pauly (1995)
- 19 – Clover (2004)
- 20 – Royal Commission on Environmental Pollution (2004)
- 21 – Cushing (1988)
- 22 – GEO BRASIL 2000 <<http://www.ibama.gov.br>>
- 23 – Ibama (2004)
- 24 – Ibama (2000)
- 25 – Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar <<http://www.mma.gov.br/revizee/>>
- 26 – Programa Revizee – Proposta Nacional de Trabalho <<http://www.mma.gov.br/revizee/>>
- 27 – Produção da Pesca Extrativa Marinha Brasileira, por Estado e espécie, para o ano de 2002 <<http://www.presidencia.gov.br/seap>>.
- 28 – <http://www.presidencia.gov.br/seap>
- 29 – Ibama (1994) – A primeira reunião formal do grupo de pesquisadores que viriam a constituir o GPE-Sardinha foi realizada em 1975, na sede da antiga SUDEPE, em Brasília.
- 30 – Carta assinada por pesquisadores do Instituto Oceanográfico/USP; Centro de Ciências Tecnológicas da Terra e do Mar/ Univali; Universidade do Estado do Rio de Janeiro/ UERJ; Fundação Universidade do Rio Grande/ Furg; Instituto de Pesca/APTA/SAA/SP e Ibama/ SP. O diagnóstico anexo à carta (“Uma contribuição para a gestão da pesca no Brasil”) originou reportagem publicada no Jornal “Estado de São Paulo”, de 27 de novembro de 2004.
- 31 – A Instrução Normativa nº 3, de 12 de maio de 2004 dispõe sobre operacionalização do Registro Geral da Pesca <<http://www.gep.cttmar.univali.br>>.
- Art. 10. Para fins da presente Instrução Normativa entende-se por:
-
- II – Permissão de Pesca: é o ato administrativo discricionário e precário condicionado ao interesse público pelo qual é facultado ao proprietário, armador ou arrendatário operar com embarcação de pesca, devidamente identificada, nas atividades de captura, extração ou coleta de recursos pesqueiros.
- Parágrafo único. Ficam dispensadas da Permissão Prévia de Pesca e da Permissão de Pesca, sem prejuízo do registro, aquelas embarcações com comprimento de até oito metros, independentemente da modalidade de operação ou método de pesca a ser utilizado.
-
- Art. 15. É vedada uma mesma embarcação obter mais de uma Permissão de Pesca para exploração de recursos pesqueiros com esforço de pesca limitado ou sob controle.
- 32 – Murawski (2000)
- 33 – Considerações sobre o estado dos estoques da região sudeste-sul, em “Uma contribuição para a gestão da pesca no Brasil”

Espécie	Considerações/Recomendações
Albacora laje – <i>Thunnus albacares</i> e Bonito listrado – <i>Katsuwonus pelamis</i>	Capturas estabilizadas.
Espadarte – <i>Xipbias gladius</i> Corvina – <i>Micropogonias furnieri</i>	Captura sujeita a cotas internacionais. Os níveis de exploração posteriores a 1990 são considerados insustentáveis. Recomenda-se não incentivar um aumento de esforço sobre o estoque sudeste.
Castanha – <i>Umbrina canosai</i>	Estoque sobreexplorado e compartilhado com o Uruguai.
Pescadinha real ou Pescada-foguete – <i>Macrondon ancyloдон</i>	Estoque Sul – Plenamente explorado Estoque SE – O estoque encontra-se sobreexplorado
Goete – <i>Cynoscion jamaicensis</i>	A espécie está plenamente explorada.
Peixe-porco – <i>Balistes capriscus</i>	A exploração tem apresentado grandes flutuações temporais, com significativo aumento das capturas. Na região sudeste, o estoque ainda mostra condições favoráveis para uma exploração rentável. É necessário o monitoramento permanente da pescaria.
Bagres	Sul - Informações disponíveis apenas sobre as espécies <i>Netuma</i> spp., as quais encontram-se em sobrepesca de recrutamento, desde a década de 80. Sudeste – Pesca em acentuada expansão, podendo-se antecipar, a partir das características biológicas das espécies envolvidas, uma evolução para rápida sobrepesca.
Linguados	As taxas de exploração indicam a sobreexploração do recurso. As medidas de manejo devem contemplar a diminuição drástica do esforço.
Anchoita – <i>Engraulis anchoita</i>	Recurso pesqueiro potencial. Apresenta, ocasionalmente, abundância elevada. Espécie forrageira que serve de alimento a várias espécies de maior porte. É necessária a avaliação da parcela da biomassa passível de remoção pela pesca.
Sarrão – <i>Helicolenus dactylopterus</i>	Estoque potencial, tanto para a frota de linha de fundo como para o arrasto. Habita águas profundas, entre 200 e 1000m. Como estoques deste tipo são extremamente vulneráveis à intervenção humana, um aumento exagerado no esforço leva a quedas rápidas da abundância.
Merluza – <i>Merluccius hubbsi</i>	Estoque com possibilidade de exploração. O estoque sul é compartilhado com os países do Prata.
Sardinha laje – <i>Opisthonema oglinum</i>	A biomassa do estoque não foi ainda avaliada.
Cherne-poveiro – <i>Polyprion americanus</i>	Diversos trabalhos de pesquisa realizados na última década apontaram para a sobrepesca e risco de colapso dos chernes do Atlântico sul ocidental, levando à inclusão da população brasileira na Lista Vermelha da União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN), sob a designação de “criticamente ameaçada de extinção”. Apenas a proibição total da pesca do cherne-poveiro pode, neste momento, permitir algum nível de pesca sustentável no futuro.

Cherne-verdadeiro – <i>Epinephelus niveatus</i>	Sudeste – Alvo de diversas frotas, mostrando evidências de sobreexploração. Sul – Não é objeto de pescaria dirigida.
Cabrinha – <i>Prionotus punctatus</i>	As capturas anuais chegaram a 1.000 t na década de 1990 e hoje atingem mais de 3.000 t. Foi recomendada uma redução de 15% no esforço de pesca
Sardinha verdadeira – <i>Sardinella brasiliensis</i>	A despeito da redução do tamanho da frota, seu efeito para o colapso constatado em 1999-2003 foi marcante e decisivo. No momento são detectadas variações nos parâmetros biológicos, como a diminuição do comprimento de primeira maturação, relação peso/comprimento, tamanho médio nas capturas, taxa de crescimento, mortalidade por pesca, diminuição do volume de ovos e larvas, e inanição das larvas, que comprovam a fragilidade do estoque remanescente. São indispensáveis medidas urgentes de contenção do esforço de pesca e do tamanho mínimo de recrutamento à pesca.
Peixe galo – <i>Selene setapinnis</i>	Os coeficientes de mortalidade e a taxa de exploração mostram que não há sobreexploração. No entanto, a enorme incidência da pesca sobre os juvenis indica a necessidade de medidas de precaução, baseadas no comprimento de primeira maturação.
Galo de profundidade – <i>Zenopsis conchifera</i>	Espécie abundante entre 100-600m, e especialmente entre 200-400m. Biomassa estimada em 20.000 t no inverno e em 30.000 t, no outono.
Espada – <i>Trichiurus lepturus</i>	É capturada em todos os tipos de pesca, principalmente no arrasto e cerco. Alcança 2,5m, tendo ótima aceitação no mercado fresco. Prospecções acústicas, no âmbito do Programa REVIZEE, indicaram biomassas variando de 150 a 300 mil toneladas.
Chicharro – <i>Trachurus lathami</i>	É um dos principais recursos pesqueiros na região, capturado pelas frotas de cerco e arrasto. Há indicações de que o chicharro possa ser uma alternativa para a pesca da sardinha.
Abrótea – <i>Urophycis brasiliensis</i>	Os modelos preditivos demonstraram que o esforço de pesca empregado em 1998 esteve 2,5 vezes acima do ideal, indicando que ocorreu uma sobrepesca de crescimento bastante significativa na pesca da abrótea. Não há espaço para incremento no esforço de pesca atual.
Batata – <i>Lopholatilus villarii</i>	O esforço dirigido ao batata tem sido muito superior aos limites indicados para assegurar a sustentabilidade das pescarias. A proporção do estoque vulnerável ao espinhel de fundo está praticamente esgotada e o incentivo ao arrasto de profundidade, incidindo sobre os juvenis, poderá determinar o colapso do estoque. É urgente a aplicação de medidas de contenção do esforço. Estoque Sudeste - No mínimo plenamente explorado. Desembarques estáveis, porém com CPUE declinante. Estoque Sul – A pesca dirigida da década de 80 e 90 extinguiu-se.

Abrótea de profundidade – <i>Urophycis mystacea</i>	Espécie associada ao cherne-poveiro, congro-rosa e peixe-sapo. Seus desembarques não refletem as reais capturas, uma vez que é utilizada como isca na pesca de espinhel de fundo. Nos levantamentos realizados pelo Programa REVIZEE, foi capturada nas profundidades de 100 a 600m com maior abundância entre 200-300m. A biomassa total, para toda a área, foi de 12.000 t. A elevada taxa de mortalidade por pesca e a alta taxa de exploração indicam que o estoque se encontra plenamente explorado.
Congro-rosa – <i>Genypterus brasiliensis</i>	O esforço de pesca vem aumentando de forma acentuada dado ao seu elevado valor comercial. O impacto desta exploração deve ser rapidamente avaliado.
Peixe sapo – <i>Lophius gastrophysus</i>	Captura em níveis acima do limite de segurança. A biomassa original, em apenas três anos sofreu redução de 60%, devido ao elevado esforço da frota arrendada de emalhe e das frotas de arrasto nacionais. As recomendações para o manejo envolvem o estabelecimento de quota de 1.500 t/ano, captura esta realizada, exclusivamente por embarcações licenciadas para tal fim e operando a partir de 250m de profundidade.
<i>Antigonia capros</i>	As prospecções do Programa REVIZEE localizaram a espécie entre 100 e 500m. A maior biomassa se concentrou na área em frente ao Rio Grande do Sul. A biomassa total foi calculada em 80.000 t, mas, pelo fato das capturas estarem concentradas em um único ponto, o erro desta estimativa pode ser grande.
Barbudo – <i>Polymixia lowei</i>	Abundante entre 200-600m, em toda a área. No inverno a biomassa foi estimada em 16.000 t e no outono em 20.000 t. As maiores densidades foram encontradas no sudeste, entre profundidades de 300 e 550 m.
Cação bico-doce – <i>Galeorhinus galeus</i>	Estoque já colapsado. Integra a “lista nacional das espécies de invertebrados aquáticos e peixes ameaçados de extinção”, do MMA.
Emplastros e Raias (Ragiformes e Myliobatiformes) Raia-viola – <i>Rhinobatos horkelii</i> Cação cola-fina, caçonete – <i>Mustelus schmitti</i> Cações-anjo – <i>Squatina</i> spp.	As raias, em geral, têm sofrido impacto da pesca de arrasto de fundo há 30 anos. Atualmente os estoques não oferecem perspectivas para aumento de capturas sustentáveis. Integra a “lista nacional das espécies de invertebrados aquáticos e peixes ameaçados de extinção”, do MMA Integra a “lista nacional das espécies de invertebrados aquáticos e peixes ameaçados de extinção”, do MMA. A abundância dessas espécies foi reduzida em 85%. Os estoques precisam ser recuperados mediante redução do esforço de pesca.
Tubarões-martelo – <i>Sphyrna lewini</i> e <i>Sphyrna zygaena</i>	Desde 1990, quando começou a pesca dirigida, com espinhel de fundo, e rede de emalhe oceânica, os rendimentos tem decaído rapidamente. Os estoques precisam ser recuperados mediante diminuição do esforço de pesca.

Tubarões oceânicos – <i>Prionace glauca</i> , <i>Isurus oxyurus</i> e <i>Carcharhinus spp</i>	A captura e esforço de pesca não são monitorados adequadamente. Incide sobre estes tubarões intensa pescaria com espinhel, principalmente para a produção de barbatanas.
Polvo – <i>Octopus vulgaris</i>	As estimativas mostram que as capturas superam 70% da biomassa. O recurso se encontrava subexplorado antes da introdução da pescaria com potes. Como medida de manejo precautório deve-se impor um tamanho mínimo de captura de 110mm de manto.
Lula – <i>Loligo plei</i>	Estoque insuficientemente avaliado.
Lula – <i>L. sanpaulensis</i>	É alvo da pesca de arrasto de fundo no sudeste e sul. Recomenda-se que em períodos de menor abundância, o esforço da frota seja reduzido na área costeira, para evitar sobrepesca de recrutamento.
Calamar argentino – <i>Illex argentinus</i>	Espécie com potencial pesqueiro. Parte do estoque comercialmente explorável é compartilhado com a Argentina e o Uruguai. Espécie anual migratória que sustentaria uma pesca sazonal com elevadas flutuações interanuais.
Camarões – <i>Artemesia longinaris</i> e <i>Pleoticus muelleri</i>	Espécies com elevada variabilidade interanual, estando pelo menos em estado de plena exploração.
Camarão rosa – <i>Farfantepenaeus brasiliensis</i> e <i>F. paulensis</i>	Dependente dos estuários e do seu regime hidrológico, durante parte da vida. A atual condição da população é de forte pressão pesqueira, em áreas de criadouro. Na plataforma continental, a espécie não apresenta níveis seguros de exploração.
Camarão sete barbas – <i>Xiphopenaeus kroyeri</i>	Exploração acima do nível de segurança.
Camarão-cristalino – <i>Plesionika edwardsi</i>	Espécie de provável potencial pesqueiro.
Camarão-carabineiro (<i>Aristaeopsis edwardsiana</i>); camarão-moruno (<i>Aristaeomorpha foliacea</i>) e camarão-listrado (<i>Aristeus</i> sp.)	Espécies objeto da pesca de arrasto de profundidade. Potencial desconhecido. Embarcações arrendadas para a pesca do camarão-carabineiro vêm atuando em uma única área em frente ao estado do Rio de Janeiro, em profundidades em torno de 500 metros. Como não houve a obrigatoriedade de dispersão do esforço, nas autorizações de arrendamento, não se tem noção da variação espacial da abundância e, pior ainda, corre-se o risco de depleção do estoque (ou subestoque) objeto de exploração.
Caranguejo-vermelho – <i>Chaceon notialis</i>	Apresenta complexo padrão de deslocamentos batimétricos e latitudinais, que afetam de forma significativa sua disponibilidade para a pesca. A estimativa de biomassa média é de 20.000 t. O estoque encontra-se no limite de exploração, não suportando a situação atual de exploração, nem a entrada de novas embarcações.

Caranguejo real – <i>C. ramosae</i>	O estoque se encontra em plena exploração, e deve ficar sob permanente monitoramento, pois a pesca incide sobre concentrações localizadas. As capturas não podem exceder 600t/ano.
Lagosta-sapateira (Scyllaridae)	Recurso de distribuição restrita, com importância crescente nos desembarques, inclusive com grande participação de juvenis, necessitando avaliação do estoque.

34 – Beverton e Holt (1957)

35 – Schaefer (1954)

36 – Clover (2004)

37 – Pauly *et al.* (2002)

38 – Alverson e Percyra (1969)

39 – Troadec (1978)

40 – Bakun (1996)

41 – Pauly *et al.* (2002).

42 – Royal Commission on Environmental Pollution (2004)

43 – FAO (2001)

44 – Laffoley *et al.* (2004)

45 – Degnbhol (2002)

46 – Rice (2003)

47 – Royal Commission on Environmental Pollution (2004)

48 – Walters (1997)

49 – <http://www.unep.org>. “Para que o ambiente seja protegido, medidas preventivas serão aplicada pelos Estados, de acordo com as suas capacidades. Onde existam ameaças de riscos sérios ou irreversíveis, a falta de certeza científica absoluta não será utilizada como razão para o adiamento de medidas eficazes ... para evitar a degradação ambiental”.

50 – ICES (1997) – “De modo a garantir que estoques e pescarias estejam incluídos em limites seguros, deve haver uma alta probabilidade de que o estoque desovante esteja acima do limiar, abaixo do qual o recrutamento possa ser prejudicado; e a mortalidade por pesca seja inferior àquela que levaria a biomassa a atingir seu limiar de segurança”.

“Os pontos de referência B_{pa} (onde B_{pa} corresponde ao princípio de precaução – *precautionary approach*) e F_{pa} correspondem aos níveis de biomassa e mortalidade por pesca, respectivamente, abaixo e acima dos quais, uma ação de gerenciamento deve ser tomada. A distância entre os pontos limites para o início da ação e os pontos de precaução dependem do grau de risco que a administração da pesca está disposta a assumir”.

51 – Degnbhol (2002)

52 – Young (2003)

53 – Royal Commission on Environmental Pollution (2004)

54 – Sherman *et al.* (1991)

55 – Alexander (1993)

56 – NOAA (2004)

57 – <http://www.edc.uri.edu/lme/clickable-map.htm>

58 – Royal Commission on Environmental Pollution (2004)

59 – Murawski *et al.* (2000)

60 – Gell e Roberts (2003)

61 – Royal Commission on Environmental Pollution (2004). “Portanto, recomendamos que o Reino Unido desenvolva critérios de seleção para estabelecer uma rede de áreas marinhas protegidas, de modo que, em um prazo de cinco anos, uma rede ecologicamente coerente esteja implantada. Tais medidas deverão levar a que 30% da Zona Econômica Exclusiva do Reino Unido seja definida como áreas fechadas às pescarias comerciais”.

62 – Roberts e Hawkins (2000)

63 – United Nations (2003)

64 – Palumbi (2002)

65 – Amaral e Jablonski (2005)

66 – Royal Commission on Environmental Pollution (2004)

67 – Charles (1997)

68 – The Marine Fish Conservation Network (2004)

69 – Jorge Pablo Castello. Fundação Universidade do Rio Grande-Furg

70 – Lei nº 7.735, de 22 de fevereiro de 1989 – Dispõe sobre a extinção de órgão e de entidade autárquica, cria o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis e dá outras providências (Alterada pelas Leis nº 7.804/18.07.1989, nº 7.957/ 20.12.1989, nº 8.028/12.04.1990, MPV nº 2.216-37/ 31.08.2001):

Art. 1º Ficam extintas:

I – a Secretaria Especial do Meio Ambiente -Sema, órgão subordinado ao Ministério do Interior, instituída pelo Decreto nº 73.030, de 30 de outubro de 1973;

II – a Superintendência do Desenvolvimento da Pesca – Sudepe, autarquia vinculada ao Ministério da Agricultura, criada pela Lei Delegada nº 10, de 11 de outubro de 1962.

Art. 2º É criado o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – Ibama, entidade autárquica de regime especial, dotada de personalidade jurídica de direito público, vinculada ao Ministério do Meio Ambiente, com a finalidade de executar as políticas nacionais de meio ambiente referentes às atribuições federais permanentes relativas à preservação, à conservação e ao uso sustentável dos recursos ambientais e sua fiscalização e controle, bem como apoiar o Ministério do Meio Ambiente na execução das ações supletivas da União, de conformidade com a legislação em vigor e as diretrizes daquele Ministério”.

Art. 4º – O patrimônio, os recursos orçamentários, extra-orçamentários e financeiros, a competência, as atribuições, o pessoal, inclusive inativos e pensionistas, os cargos, funções e empregos da Superintendência da Borracha – Sudhevea e do Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal – IBDF, extintos pela Lei número 7.732, de 14 de fevereiro de 1989, bem assim os da Superintendência do Desenvolvimento da Pesca – Sudepe e da Secretaria Especial do Meio Ambiente – Sema são transferidos para o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, que os sucederá, ainda, nos direitos, créditos e obrigações, decorrentes de lei, ato administrativo ou contrato, inclusive nas respectivas receitas.

71 – <http://www.presidencia.gov.br/seap/> “o arrendamento de embarcações estrangeiras é um instrumento utilizado pelo Estado frente ao fato do Brasil não possuir frota pesqueira adequada para explorar todo o potencial da sua Zona Econômica Exclusiva (ZEE).....Nota-se que o arrendamento é um instrumento provisório da constituição da frota pesqueira nacional”.

72 – Decreto nº 2.840, de 10 de novembro de 1998.

Art. 4º – O Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal fixará, periodicamente, para ser observado nas zonas brasileiras de pesca, o volume a ser capturado, as modalidades de pesca, os petrechos permitidos e os tamanhos mínimos de captura por espécies passíveis de serem capturadas por embarcações pesqueiras.

Parágrafo único – No caso das espécies migratórias e das que estejam subexploradas ou inexploradas, caberá ao Ministério da Agricultura e do Abastecimento a autorização e o estabelecimento de medidas que permitam o aproveitamento adequado, racional e conveniente desses recursos pesqueiros.

73 – Medida Provisória nº 1.999-17, de 11 de abril de 2000. Altera dispositivos da Lei nº 9.649, de 27 de maio de 1998, que dispõe sobre a organização da Presidência da República e dos Ministérios, e dá outras providências.

§ 10. No exercício da competência de que trata a alínea “b” do inciso I do *caput* deste artigo, relativa ao fomento à pesca e à aquicultura, o Ministério da Agricultura e do Abastecimento deverá:

I - organizar e manter o Registro Geral da Pesca previsto no art. 93 do Decreto-Lei nº 221, de 28 de fevereiro de 1967;

II - conceder licenças, permissões e autorizações para o exercício da pesca comercial e artesanal e da aquicultura nas áreas de pesca do Território Nacional, compreendendo as águas continentais e interiores e o mar territorial, da Plataforma Continental, da Zona Econômica Exclusiva, áreas adjacentes e águas internacionais, para captura de:

- a) espécies altamente migratórias, conforme Convenção das Nações Unidas sobre os Direitos do Mar, excetuando-se os mamíferos marinhos;
- b) espécies subexploradas ou inexploradas;
- c) espécies sobreexploradas ou ameaçadas de sobreexploração, observado o disposto no parágrafo seguinte;

§ 11. No exercício da competência de que trata a alínea “b” do inciso XII do *caput* deste artigo, nos aspectos relacionados à pesca, caberá ao Ministério do Meio Ambiente:

I - fixar as normas, critérios e padrões de uso para as espécies sobreexploradas ou ameaçadas de sobreexploração, assim definidas com base nos melhores dados científicos existentes, excetuando-se aquelas a que se refere a alínea “a” do inciso II do parágrafo anterior.

74 – Perez (2002)

75 – <http://www.gep.cttmar.univali.br/index_rec.php?id=34>

76 – Lei nº 10.683, de 28 de maio de 2003. Dispõe sobre a organização da Presidência da República e dos Ministérios.

77 – Seap (2004)

78 – Lei nº 10.849, de 23 de março de 2004. “Cria o Programa Nacional de Financiamento da Ampliação e Modernização da Frota Pesqueira Nacional – Profrota Pesqueira”.

79 – Carta assinada por pesquisadores do Instituto Oceanográfico/USP; Centro de Ciências Tecnológicas da Terra e do Mar/Univali; Universidade do Estado do Rio de Janeiro/ UERJ; Fundação Universidade do Rio Grande/ Furg; Instituto de Pesca/APTA/SAA/SP e Ibama/SP; enviada à SEAP em Novembro de 2004.

80 – Royal Commission on Environmental Pollution (2004)

81 – Pauly e Maclean (2003)

82 – Clover (2004)

83 – Royal Commission on Environmental Pollution (2004)

84 – Decreto nº 4.810, de 19 de agosto de 2003. “Estabelece normas para operação de embarcações pesqueiras nas zonas brasileiras de pesca, alto mar e por meio de acordos internacionais”.

Art. 3º O Ministério do Meio Ambiente fixará, periodicamente, para ser observado nas zonas brasileiras de pesca, o volume a ser capturado, a modalidade de pesca, o petrecho permitido e o tamanho mínimo de captura por espécies passíveis de serem capturadas por embarcações pesqueiras.

Parágrafo único. No caso das espécies altamente migratórias e das que estejam subexploradas ou inexploradas, caberá à Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca da Presidência da República a autorização e o estabelecimento de medidas que permitam os aproveitamentos adequados, racionais e convenientes desses recursos pesqueiros.

Art. 4º O arrendamento de embarcação estrangeira de pesca por empresa ou cooperativa de pesca brasileira é considerado instrumento temporário da política de desenvolvimento da pesca oceânica nacional, visando propiciar os seguintes benefícios:

I – aumento da oferta de pescado no mercado interno e geração de divisas;

II – aperfeiçoamento de mão-de-obra e geração de empregos no setor pesqueiro nacional;

III – ocupação racional e sustentável da zona econômica exclusiva;

IV – estímulo à formação de frota nacional capaz de operar em águas profundas e utilização de equipamentos que incorporem modernas tecnologias;

V – expansão e consolidação de empreendimentos pesqueiros;

VI – fornecimento de subsídios para aprofundamento de conhecimentos dos recursos vivos existentes na plataforma continental e na zona econômica exclusiva;

VII – aproveitamento sustentável de recursos pesqueiros em águas internacionais.

85 – <<http://www.presidencia.gov.br/seap/>>. Edital de Convocação nº 08, de 27 de outubro de 2004.

86 – <<http://www.dpc.mar.mil.br/SSTA/nav-ajn.htm#pesca>>

87 – <<http://www.mma.gov.br/revizee>>

88 – Royal Commission on Environmental Pollution (2004)

89 – <<http://www.mma.gov.br/revizee>>

90 – Carta, assinada por pesquisadores do Instituto Oceanográfico/USP; Centro de Ciências Tecnológicas da Terra e do Mar/ Univali; Universidade do Estado do Rio de Janeiro/ UERJ; Fundação Universidade do Rio Grande/ Furg; Instituto de Pesca/APTA/SAA/SP e Ibama/SP; enviada à SEAP em Novembro de 2004.

REFERÊNCIAS

- ALEXANDER, L. M. Large marine ecosystems: a new focus for marine resources management. *Marine Policy*, v. 17, n. 3, p. 186-198, 1993.
- ALVERSON, D. L et al. *A global assessment of fisheries bycatch and discards*. Roma: FAO, 1994. 233 p. (FAO Fisheries Technical Paper, n. 339).
- ALVERSON, P. L.; PEREYRA, W. T. Demersal fish exploration in the Northeast Pacific Ocean: an evaluation of exploratory fishing methods and analytical approaches to stock size and yield forecasts. *J. Fish. Res. Bd. Can.*, v. 26, n. 8, p. 1985-2001, 1969.
- AMARAL, A. C. Z.; JABLONSKI, S. Conservation of marine and coastal biodiversity in Brazil. In: BRAZILIAN conservation: challenges and opportunities: conservation biology. [S.l.: s.n.], 2005. No prelo.
- ANDAHAZY, W.; COOK, P. J. *Ocean science and its technology*. [S.l.: s.n.], 1997. 53 p. Documento apresentado à Comissão Mundial Independente para os Oceanos (IWCO). Manuscrito.
- BAKUN, A. *Patterns in the ocean: ocean processes and marine population dynamics: California Sea Grant/CIB*. [S.l.: s.n.], 1996. 323 p.
- BEVERTON, R. J. H.; HOLT, S. J. *On the dynamics of exploited fish populations*. London: Fish. Invest., 1957. Ser. 2, v. 19, 533 p.
- BRASIL. Decreto nº 2.840, art. 4, de 10 de novembro de 1998. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Poder Executivo, Brasília, DF. 1998. Seção 1.
- _____. Lei nº 7.735, art. 1, de 22 de fevereiro de 1989. Dispõe sobre a extinção de órgão e de entidade autárquica, cria o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis e dá outras providências. Alterada pelas Leis nº 7.804/18.07.1989, nº 7.957/ 20.12.1989, nº 8.028/12.04.1990, MPV nº 2.216-37/ 31.08.2001. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Poder Executivo, Brasília, DF. 2001. Seção 1.
- _____. Lei nº 7.735, art. 2, de 22 de fevereiro de 1989. Dispõe sobre a extinção de órgão e de entidade autárquica, cria o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis e dá outras providências. Alterada pelas Leis nº 7.804/18.07.1989, nº 7.957/ 20.12.1989, nº 8.028/12.04.1990, MPV nº 2.216-37/ 31.08.2001. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Poder Executivo, Brasília, DF. 2001. Seção 1.
- _____. Lei nº 7.735, art. 4, de 22 de fevereiro de 1989. Dispõe sobre a extinção de órgão e de entidade autárquica, cria o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis e dá outras providências. Alterada pelas Leis nº 7.804/18.07.1989, nº 7.957/ 20.12.1989, nº 8.028/12.04.1990, MPV

nº 2.216-37/ 31.08.2001. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Poder Executivo, Brasília, DF. 2001. Seção 1.

_____. Medida provisória no 1.999-17, de 11 de abril de 2000. Altera dispositivos da Lei nº 9.649, de 27 de maio de 1998. Dispõe sobre a organização da Presidência da República e dos Ministérios, e dá outras providências. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Poder Executivo, Brasília, DF. 2000. Seção 1.

_____. Ministério do Meio Ambiente. *Revizée*. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/revizee>>. Acesso em: fev. 2005.

_____. Presidência da República. Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca. Disponível em: <<http://www.presidencia.gov.br/seap>>. Acesso em: fev. 2005.

_____. Edital de convocação nº 08, de 27 de outubro de 2004. Disponível em: <<http://www.presidencia.gov.br/seap/>>. Acesso em: fev. 2005.

CARTA. Assinada por pesquisadores do Instituto Oceanográfico/USP (Carmen Wongtschowski), Centro de Ciências Tecnológicas da Terra e do Mar/ UNIVALI (José Angel Alvarez Perez e Paulo Ricardo Pezzuto), Universidade do Estado do Rio de Janeiro/ UERJ (Silvio Jablonski), Fundação Universidade do Rio Grande/ FURG (Jorge Pablo Castello, Manuel Haimovici, Lauro Madureira e Carolus Maria Vooren), Instituto de Pesca/APTA/SAA/SP (Antonio Olinto Ávila da Silva) e IBAMA/ SP (Maria Cristina Cergole), 2004.

CHARLES, A. T. *Sustainable coastal fisheries: policy directions for improved resource management*. [S.l.: s.n.], 1997. 10 p. Documento apresentado à Comissão Mundial Independente para os Oceanos (IWCO). Manuscrito.

CLOVER, C. *The end of the line: how overfishing is changing the world and what we eat*. [S.l.]: Ebury Press, 2004. 314 p.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/>>. Acesso em: fev. 2005.

COMUNICAÇÃO pessoal. Entrevista com Jorge Pablo Castello da Fundação Universidade do Rio Grande-FURG, 2005.

CONFERENCE ON RESPONSIBLE FISHERIES IN THE MARINE ECOSYSTEM, Reykjavik, 2001. *Proceedings...* [S.l.]: FAO, 2001.

CONVENÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE O DIREITO DO MAR Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/revizee/>>. Acesso em: fev. 2005.

COSTANZA, R. *The ecological, economic, and social importance of the oceans*. [S.l.: s.n.], 1997. 28 p. Documento apresentado à Comissão Mundial Independente para os Oceanos (IWCO). Manuscrito.

CUSHING, D. H. *The provident sea*. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1988.

DEGNBHOL, P. *The ecosystem approach and fisheries management institutions: the noble art of addressing complexity and uncertainty with all onboard and on a budget*. Denmark: [s.n.], 2002. 11 p. (IIFET Paper, n. 171).

Ellis, R. *The empty ocean*. [S.l.]: Island Press, 2003. 367 p.

EMBARCAÇÕES estrangeiras autorizadas operar em AJB. Disponível em: <<http://www.dpc.mar.mil.br/SSTA/nav-ajn.htm#pesca>>. Acesso em: fev. 2005.

GELL, F. R.; ROBERTS, C. M. *The fishery effects of marine reserves and fishery closures*. Washington, D.C.: WWF-US, 2003.

GEO BRASIL 2000. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br>>. Acesso em: fev. 2005.

GRUPO DE ESTUDOS PESQUEIROS. Centro de Ciências Tecnológicas da Terra e do Mar. Disponível em: <http://www.gep.cttmar.univali.br/index_rec.php?id=34>. Acesso em: fev. 2005.

_____. Instrução normativa nº 3, art. 10, de 12 de maio de 2004. Dispõe sobre operacionalização do Registro Geral da Pesca. Disponível em: <<http://www.gep.cttmar.univali.br>>. Acesso em: fev. 2005.

_____. Instrução normativa, nº 3, art. 15, de 12 de maio de 2004. Dispõe sobre operacionalização do Registro Geral da Pesca. Disponível em: <<http://www.gep.cttmar.univali.br>>. Acesso em: fev. 2005.

HUTCHINGS, J. A. Collapse and recovery of marine fishes. *Nature*, v. 406, n. 6814, p. 882-885, 2000.

INTERNATIONAL COUNCIL FOR THE EXPLORATION OF THE SEA – ICES. *Report of the precautionary approach to fisheries management*. Copenhagen: ICES, 1997.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS - IBAMA. *Estatísticas da pesca 2002 Brasil: grandes regiões e unidades da Federação*. Tamandaré-PE: CEPENE, 2004.

_____. *Relatório da reunião do Grupo Permanente de Estudos sobre a Sardinha, Itajaí (SC), 04 a 08 de outubro de 1993*. [S.l.: s.n.], 1994.

_____. *Relatório preliminar da reunião técnica sobre o estado da arte e ordenamento da pesca de peixes demersais nas regiões sudeste e sul do Brasil*. [S.l.: s.n.], 2000.

JACKSON, J. B. C. et al. Historical overfishing and the recent collapse of coastal ecosystems. *Science*, v. 293, 2001.

JENNINGS, S.; BLANCHARD, J. L. Fish abundance with no fishing predictions based on macroecological theory. *Journal of Animal Ecology*, v. 73, p. 632-642, 2004.

LAFFOLEY, D. d'A.. *Sustaining benefits, for all, forever: realising the benefits of the ecosystem approach: priorities for action in maritime environments. a report to the UK Government and the European Commission. English Nature. Peterborough: [s.n.], 2004.*

LARGE marine ecosystems of the world. Disponível em: <<http://www.edc.uri.edu/lme/clickable-map.htm>>. Acesso em: fev. 2005.

MCGOODWIN, J. R. *Crisis in the world's fisheries: people, problems, and policies. [S.l.]: Stanford University Press, 1990. 235 p.*

MURAWSKI, S. A. Definitions of overfishing from an ecosystem perspective. *ICES Journal of Marine Science*, v. 57, n.3, p. 649-658, 2000.

MURAWSKI, S. A. et al. Large-scale closed areas as a fisheries management tool in temperate marine systems: the Georges Bank experience. *Bulletin of Marine Science*, n. 66, p. 775-798, 2000.

MYERS, R. A.; WORM, B. Rapid worldwide depletion of predatory fish communities. *Nature*, v. 423, n. 6937, p. 280-283, 2003.

NAÇÕES UNIDAS. List of Protected Areas 2003. IUCN, Gland, Switzerland and UNEP World Conservation Monitoring Centre, Cambridge, UK, 2003.

NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION – NOAA. *A large marine ecosystem approach to fisheries management and sustainability: linkages and concepts towards best practices. United States: NOAA, 2004. NOAA Technical Memorandum NMFS-NE-184.*

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA AGRICULTURA E ALIMENTAÇÃO - FAO. *World review of fisheries and aquaculture, 2001. Disponível em: <<http://www.fao.org>>. Acesso em: fev. 2005.*

_____. *The state of the world fisheries and aquaculture. Rome: FAO, 1998.*

PALUMBI, S. *Marine reserves: a tool for ecosystem management and conservation. Arlington: Pew Oceans Commission, 2002.*

PAULY, D. Anecdotes and the shifting baseline syndrome of fisheries. *Trends in Ecology and Evolution*, v. 10, n. 10, p. 430, 1995.

_____. Towards sustainability in world fisheries. *Nature*, v. 418, n. 6898, 2002.

PAULY, D.; MACLEAN, J. *In a perfect ocean: the state of fisheries and ecosystems in the North Atlantic ocean. [S.l.]: Island Press, 2003. 175 p.*

PEREZ, J. A. A. (Coord.). *Análise da pescaria do peixe-sapo *Lophius gastrophysus* no Sudeste e Sul do Brasil – ano 2001. [S.l.: s.n.], 2002. Convênio MAPA/SARC/DPA: relatório final.*

PRODUÇÃO da Pesca Extrativa Marinha Brasileira, por Estado e espécie, para o ano de 2002. Disponível em: <<http://www.presidencia.gov.br/seap>>. Acesso em: fev. 2005.

PROGRAMA DA ONU PARA O MEIO AMBIENTE – UNEP. Disponível em: <<http://www.unep.org>>. Acesso em: fev. 2005.

PROGRAMA REVIZEE: proposta nacional de trabalho. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/revizee/>>. Acesso em: fev. 2005.

RICE, J. Environmental health indicators. *Ocean and Coastal Management*, v. 46, p. 235-259, 2003.

ROBERTS, C. M.; HAWKINS, J. P. *Fully protected marine reserves: a guide*. Washington, DC: [s.n.], 2000.

ROYAL COMMISSION ON ENVIRONMENTAL POLLUTION. *Turning the tide: addressing the impact of fisheries on the marine environment: twenty-fifth report*, 2004. Disponível em: <<http://www.rcep.org.uk/fishreport.htm>>. Acesso em: fev 2005.

SCHAEFER, M. B. Some aspects of the dynamics of populations important to the management of commercial marine fisheries. *Bull. Inter-Am. Trop. Tuna Commn.*, v. 1, n. 2, p.27-56, 1954.

SHERMAN, K.; ALEXANDER, L. M.; GOLD, B. D. (Ed.). *Food chains, yields, models, and management of large marine ecosystems*. Colorado: Westview Press, 1991. 320 p.

SINCLAIR, M.; VALDIMARSSON, G. (Ed.). Towards ecosystem-based fisheries management. In: RESPONSIBLE fisheries in the marine ecosystem. [S.l.]: FAO, 2003. p. 393-403.

THE MARINE fish conservation network: individual fishing quotas: environmental, public trust, and socioeconomics impacts. [S.l.: s.n.], 2004. 16 p.

TROADEC, J. -P. Fishing and assessment of stocks. In: Models for fish stock assessment. *FAO Fisheries Circular*, n. 701, p. 1-7, 1978.

UMA CONTRIBUIÇÃO para a gestão da pesca no Brasil. [S.l.: s.n.], 2004.

WALTERS, C. Challenges in adaptive riparian and coastal ecosystems. *Conservation Ecology*, v. 1, n. 1, 1997.

WATSON, R.; PAULY, D. Systematic distortions in world fisheries catch trends. *Nature*, v. 414, n. 6863, p. 534-536, 2001.

YOUNG, O. R. Taking stock: management pitfalls in fisheries science. *Environment*, v. 45, n. 3, p. 24-33, 2003.



editoração **cg**ee