ISSN 1413-9375

cgee

Parcerias Estratégicas

Volume 16 - Número 33 - Dezembro 2011

Centro de Gestão e Estudos Estratégicos
Ciência, Tecnologia e Inovação

Parcerias Estratégicas

v. 16, n. 33, dezembro de 2011, Brasília-DF

ISSN 1413-9375

Parc. Estrat. | Brasília - DF | v. 16 | n. 33 | p. 1-314 | jul-dez 2011

Parcerias Estratégicas – v.16 – n.33 – dezembro 2011

A Revista Parcerias Estratégicas é publicada semestralmente pelo Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE) e tem por linha editorial divulgar e debater temas nas áreas de ciência, tecnologia e inovação (CT&I). Distribuição gratuita. Tiragem: 2.000 exemplares. Disponível eletronicamente em: http:www.cgee.org.br/parcerias.

Editora

Tatiana de Carvalho Pires

Conselho editorial

Adriano Batista Dias (Fundaj)
Bertha Koiffmann Becker (UFRJ)
Eduardo Baumgratz Viotti (Consultor)
Evando Mirra de Paula e Silva (CGEE)
Gilda Massari (S&G Gestão Tecnológica e Ambiental/RJ)
Lauro Morhy (UnB)
Ricardo Bielschowsky (Cepal)
Ronaldo Mota Sardenberg (Consultor)

Projeto gráfico e diagramação

Eduardo Oliveira
Diogo Moraes

Capa e reconstrução de gráficos

Mariana Brito

Endereço para correspondência

SCN Q. 2, Bloco A, Ed. Corporate Center, sala 1102, CEP 70712-900, Brasília – DF, telefones: (61) 3424.9666, email: editoria@cgee.org.br

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

C967 Parcerias Estratégicas / Centro de Gestão e Estudos Estratégicos • v. 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, Tecnologia e Inovação, 1996-1998; 1999-

v. 16 n. 33 (dez 2011)
Semestral
ISSN1413-9375

1. Política e governo - Brasil 2. Inovação tecnológica 1. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. n. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação.

CDU 323.6(81)(05)

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

Esta edição da revista Parcerias Estratégicas corresponde a uma das metas do Contrato de Gestão CGEE/MCTI/2011.

Sumário

Ciência, tecnologia e inovação

Memória

Aos leitores

A revista Parcerias Estratégicas, de número 33, que apresentamos aos nossos leitores neste final de 2011, é a primeira produzida sob a gestão de Mariano Francisco Laplane, que está à frente do CGEE desde julho passado.

Nesta edição, temos um conjunto de artigos de diversas áreas do conhecimento, divididos em três seções. Dedicamos a primeira parte à II Conferência Internacional sobre o Clima, Sustentabilidade e Desenvolvimento em Regiões Semiáridas (ICID+18), realizada em agosto de 2010 em Fortaleza (CE). A ICID+18 foi uma contribuição brasileira ao processo da Rio+20, conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável, que será realizada em 2012 no Rio de Janeiro. Os textos aqui oferecidos são representativos das diversas regiões secas do planeta, e o conjunto da obra foi escrito por autores de variada procedência: norte e latino americanos, europeus, asiáticos e africanos.

Nos blocos seguintes divulgamos resultados de pesquisas e propostas metodológicas para o desenvolvimento regional, englobando os institutos e centros de pesquisas. No olhar para o futuro, autores de distintas áreas refletem sobre as indústrias do futuro e tecnologias emergentes, além dos modelos para *roadmaps* tecnológicos. Há ainda uma reflexão sobre a diáspora científica brasileira e os caminhos em favor da ciência no país. Finalmente, na seção Memória, uma agradável leitura sobre as andanças de Rodolfpho Von Ilhering pelo sertão nordestino, narrada por sua filha.

Agradecemos novamente aos nossos leitores e colaboradores que gentilmente enriqueceram as publicações do CGEE em 2011. Certamente, continuaremos em 2012 com o nosso esforço no caminho de produzir uma revista de qualidade e de interesse acadêmico, empresarial e social.

Boa leitura.

Adaptación a los impactos del cambio climático en la zona semiárida Mexicana

Jose L. Gonzalez Barrios, Luc Descroix***

Resumo

Pesquisa hidrológica e pedológica no semiárido mexicano revelou um processo de erosão hídrica exacerbada pelas alterações climáticas e mudanças no uso da terra. Os resultados da investigação inspiraram um programa de adaptação exitoso, com uma visão ambiental, econômica e social. O Programa de Serviços Ambientais Hidrológicos (PSAH) consiste no pagamento de mão de obra local para construção de obras de conservação do solo e da água em áreas propensas a "prestar serviços ambientais hidrológicos." Os benefícios econômicos do PSAH são distribuídos entre os habitantes das comunidades selecionadas e entre os legítimos proprietários da terra. O salário é bom e ajuda a manter as pessoas em suas comunidades e a reduzir a migração para as grandes cidades ou para o exterior em busca de trabalho. A avaliação dos efeitos de obras de conservação do solo e da água é o tema das atividades atuais, mas os resultados qualitati-

Resumen

La investigación hidrológica y edafológica en la zona semiárida mexicana ha puesto en evidencia un proceso de erosión hídrica exacerbado por el cambio climático y el cambio de uso del suelo. Los resultados de investigación han inspirado un programa de adaptación exitoso con una visión ambiental, económica y social. El Programa de Servicios Ambientales Hidrológicos (PSAH) consiste en el pago de mano de obra local para la construcción de obras de conservación del suelo y del agua en áreas susceptibles de "proporcionar servicios ambientales hidrológicos". Los beneficios económicos del PSAH se distribuyen entre los habitantes de las comunidades elegidas y entre los legítimos poseedores de terrenos. El salario es bueno lo cual contribuye a retener a los pobladores en sus comunidades y a disminuir la migración hacia grandes ciudades o el extranjero en busca de trabajo. La evaluación de los efectos de las obras de conservación del suelo y el agua es tema

* INIFAP Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relación Agua-Suelo-Planta Atmósfera AP. 225-3 Parque Industrial Gómez Palacio Durango 35071, México.

** Institut de Recherche pour le Développement (IRD) Laboratoire d'Études des Transfers en Hydrologie et Environnement (LTHE) BP53, 38041 Grenoble Cedex 9, France.

vos são óbvios: a retenção do solo e retenção de água, manutenção da cobertura vegetal, retenção de pessoas em suas comunidades, bem-estar social. O PSAH como uma estratégia de adaptação aos impactos das alterações climáticas deve encontrar um eco em outras partes do México para replicar os seus benefícios no ambiente físico e humano da zona semiárida.

Palavras-chave: variabilidade climática, efeitos ambientais, desenvolvimento sustentável, políticas institucionais, lições de experiências no México.

de actividades actuales pero sus resultados cualitativos saltan a la vista: retención del suelo y retención del agua, mantenimiento de la cobertura vegetal, retención de pobladores en sus comunidades, bienestar social. El PSAH como estrategia de adaptación al impacto del cambio climático deberá encontrar eco en otros lugares de México con el fin de replicar sus beneficios en el medio físico y humano de la zona semiárida.

Palabras clave: *variabilidad climática, repercusiones ambientales, desarrollo sostenible, políticas institucionales, lecciones de experiencias en México.*

1. Introducción

Durante los últimos años la investigación del medio físico y biológico en la zona semiárida mexicana ha permitido poner en evidencia la exacerbación de los procesos de degradación del medio físico y humano por un cambio de uso del suelo desordenado y por los embates de un clima cambiante y cada vez más difícil de prever lo cual dificulta seriamente asegurar la disponibilidad de los recursos hídricos necesarios y las condiciones adecuadas para la producción agropecuaria.

Los habitantes de la zona árida y semiárida rural que ocupa el 53% del territorio mexicano se transforman así en migrantes potenciales que se dirigen hacia las principales ciudades del país o hacia el extranjero en busca de mejores condiciones de vida que garanticen la sobrevivencia familiar. Esta situación es origen de grandes problemas económicos, de sobrepoblación y de marginación social para los migrantes en las aglomeraciones que los reciben. La degradación de bosques, pastizales y suelos, es una amenaza para el medioambiente y una forma de desertificación de estas regiones semiáridas al modificar el balance hídrico de las laderas (menos retención de agua, más escurrimiento instantáneo y erosión) y de las cuencas (mayor escurrimiento de avenida, menor escurrimiento de base) se hace más difícil el aprovechamiento de las aguas tanto en la parte alta de las cuencas semiáridas, como aguas abajo, al acelerar el azolve de las presas. Por otra parte, se sabe que las aguas infiltradas en la Sierra son las que alimentan, años después, el manto freático de la zona árida de la Comarca Lagunera, en el sur del Desierto Chihuahuense (Brouste, 1996). La disminución de la infiltración aguas arriba podría disminuir la recarga de este manto y acelerar la desertificación de las zonas áridas.

La vulnerabilidad del medio físico y humano en la zona semiárida mexicana puede sin embargo ser mitigada y contrarrestada mediante la adopción de actividades organizadas en torno al cuidado del patrimonio natural y al impulso de condiciones que mejoren poco a poco las condiciones de vida de los habitantes de esta zona. Qué hacer? Estudiar las relaciones causa efecto del deterioro del patrimonio natural en esas regiones y proponer las estrategias más pertinentes para contrarrestar los efectos nocivos. Estudiar la forma en que se dan los procesos naturales y productivos para evitar las condiciones adversas al medio biofísico y humano mediante estrategias de adaptación que permitan una mayor protección de los recursos y una mayor estabilidad y seguridad a la población. Tal es el caso de la experiencia del programa de servicios ambientales hidrológicos que se lleva a cabo en el norte de México.

Después de una presentación de la zona de estudio, se abordaran los antecedentes que han puesto en evidencia la vulnerabilidad del medio físico y humano de esa zona semiárida mexicana y se presentaran los principales resultados del programa de servicios ambientales hidrológicos implementado.

2. La zona de estudio

La zona de estudio abarca una extensión de 17000 km2 en la Sierra Madre Occidental del estado de Durango (norte centro de México) y se sitúa entre las coordenadas 24° y 26.5° de latitud norte y 106.5° y 105° de longitud oeste. La topografía de la zona es accidentada en su parte occidental y ondulada con colinas y valles en su parte oriental, con una altitud que va de los 1500 a los 2600 metros sobre el nivel del mar (Figura 1). El clima es de tipo continental semiárido con una estación de lluvias importante de junio a septiembre, una pequeña estación de lluvias de invierno de octubre a enero y una marcada estación seca de febrero a mayo. La pluviometría anual en la zona oscila entre 400 y 900 mm anuales. Los suelos predominantes en la zona de estudio son de tipo Cambisol, Feozem, y Leptosol desarrollados sobre rocas volcano-eruptivas (Ignimbritas, Riolita y Toba). La vegetación natural es de Sabana de pastizal con acacias pero en las partes más altas de montaña (arriba de los 1700m) la vegetación predominante es un bosque de encino y pino también con pastizales.

La hidrografía de esta región está organizada por un sistema de drenaje en cauces de riachuelos, arroyos y ríos que bajan desde las partes más altas de Sierra y atraviesan la parte ondulada hacia las planicies endorreicas más bajas y áridas donde desembocaban naturalmente las aguas del río Nazas antes de la construcción de las presas regionales Lázaro Cárdenas y Francisco Zarco.

La zona de estudio tiene una actividad esencialmente agropecuaria con aprovechamiento de las grandes extensiones de pastizales y se tierras cultivadas con forrajes de temporal (maíz, avena)

que son aprovechadas para la cría y engorda de ganado bovino para el mercado nacional y norteamericano.

En las últimas décadas, la zona de estudio se ha visto afectada por un intenso cambio de uso de suelo con el propósito de aumentar el uso de los recursos naturales disponibles (agua, suelo, vegetación) para la producción ganadera y agrícola. Esto ha provocado un desequilibrio entre la capacidad de soporte del sistema y la carga real de los sistemas productivos; lo cual ha llevado a una degradación paulatina del patrimonio natural de la zona que se traduce en una importante erosión del suelo y una marcada escasez de agua.

Además de esos problemas de origen productivo y de capacidad de soporte rebasada, la zona de estudio ha sido afectada por el cambio climático que parece desarreglar los periodos lluviosos en términos de intensidad y duración de las lluvias así como en su uniformidad geográfica; el cambio climático tiende a hacer las lluvias de verano mas borrascosas y violentas aumentando con ello la agresividad y fuerza del agua sobre la superficie del suelo desnudo y sobre las plantas vulnerables en germinación o en los estados iniciales del crecimiento vegetal (estadio de plántula). Estas condiciones pueden ser consideradas como de riesgo por significar una perdida potencial del patrimonio natural productivo que se traduce como una descapitalización de suelos y de la vegetación herbácea anual o cultivada de los campesinos y pequeños ganaderos que constituyen el grueso de la población que habita esas regiones marginadas y desfavorecidas tanto climáticamente como económicamente.

A continuación se presentan los principales antecedentes y estudios científicos llevados a cabo en la zona de estudio que ponen en evidencia la naturaleza del problema.

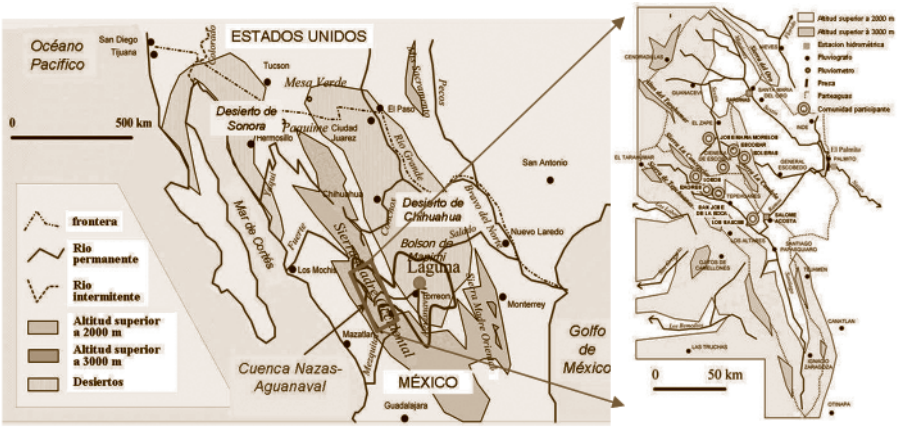


Figura 1: Ubicación de la zona de estudio (izquierda) y comunidades beneficiadas (derecha)

3. Impactos de los sistemas productivos y del cambio climático

La vulnerabilidad del medio físico de la zona de estudio ha sido objeto de numerosos trabajos de investigación (Descroix & Nouvelot, 1997; Descroix *et al*., 2000a; González Barrios *et al*., 2004). Las investigaciones más recientes centran su atención en la superficie del suelo y su cobertura vegetal ya que tienen un papel determinante en la hidrodinámica del agua de lluvia y en los procesos de infiltración, escurrimiento y erosión (Descroix *et a*l., 2008; González Barrios *et al*., 2008; González Barrios *et al*., 2009b).

Los estudios de cambio de uso de suelo ligados a la evolución de estado de la superficie han arrojado resultados contundentes en el sentido de que a menor cobertura vegetal mayor sensibilidad del suelo a los procesos de erosión y de escurrimiento desordenado (Descroix *et al*, 2000b; Descroix et al, 2001; Descroix *et al*, 2004). Los resultados de estos trabajos en pequeñas superficies de observación (de 0.2 a 20 km2) revelan una erosión anual en manto de hasta 2.87 kg de suelo por metro cuadrado que corresponde a un espesor de 1.85 mm año-1; y una erosión anual en cárcavas de hasta 1.27 toneladas de suelo por metro cuadrado que corresponde a un espesor de 910 mm año-1 (Gonzalez Barrios, *et al*., 2005). Estos valores presentan sin embargo grandes variaciones espacio-temporales en función de la pluviometría anual y del estado de la superficie del suelo (Descroix & Poulenard, 2005). El estudio de la erosión hídrica en manto y en cárcavas ha dado lugar a la propuesta de métodos de medición y seguimiento más adaptados al proceso erosivo (Descroix et al., 1997b; González-Barrios *et al*., 2007;) así como también a la recomendación de medidas paliativas y correctivas a corto y mediano plazo (Sánchez Cohen *et al*., 2009a; Gonzalez Barrios, *et al*., 2009a).

Las investigaciones se han interesado también en las formas e intensidades de producción ganadera y relacionan las zonas más degradadas con aquellas que poseen una carga animal hasta cuatro veces superior a la capacidad natural de las superficies forrajeras o de agostadero (Viramontes, et al., 2004). La erosión es causada principalmente por el sobre-pastoreo y el pisoteo del ganado que provoca una fuerte compactación del suelo, modificando la estructura y facilitando el escurrimiento y la pérdida de elementos finos (Descroix *et al*, 2005).

También se han estudiado las condiciones naturales del medio físico que son más susceptibles a la degradación física del medio. Esto es el tipo de suelo, el tamaño de la superficie drenada o área de contribución, la intensidad de la lluvia… Se pudo demostrar que en los suelos con mayor proporción de limos y en las grandes superficies de las sub-cuencas (de 4000 a 7000 km2), la erosión en manto puede llegar a ser dos ordenes de valor (cien veces) mayor que la erosión causada por las cárcavas (efecto de escala) (Descroix *et al*., 2008).

Las investigaciones se han orientado también a estudiar las variables hidro-climáticas y sus relaciones con el uso y manejo de los recursos agua, suelo y vegetación. Los efectos del clima difíciles de prever como heladas, granizadas, inicio y duración del periodo de lluvias, uniformidad geográfica de la pluviometría y de su intensidad, temperaturas extremas, que han provocado una cascada de consecuencias en el medio físico y humano de esta zona (Descroix *et al*., 1997a; Descroix *et al.,* 2002a; Sánchez Cohen et al., 2008; Sánchez Cohen *et al*., 2009b).

Los principales resultados de tales investigaciones ponen en evidencia los cambios hidrológicos de las cuencas vertientes más degradadas que se traducen en una alteración del régimen de escurrimiento e infiltración del agua de lluvia con respuestas hidrológicas más rápidas y violentas generando escurrimientos de avenida más importantes pero con menor duración; con una disminución correlativa de los escurrimientos de base que revelan una pérdida de capacidad de almacenamiento hídrico del suelo y una mayor vulnerabilidad a los incendios (Viramontes, 2000; Descroix *et al.,* 2002b). Los recorridos de campo en la zona de estudio aportan información que confirma la gran incidencia de incendios en áreas de bosque de pino-encino que han dejado sus huellas en los arboles sobrevivientes o muertos de pie.

Numerosos han sido los artículos publicados señalando las consecuencias hidrológicas de tales condiciones. Sin embargo los efectos de esta degradación del medio físico también se expresan en la población humana ya que al perderse gradualmente el patrimonio natural (suelo, vegetación, recursos hídricos almacenados en forma de humedad del suelo) los habitantes de la región quedan expuestos a condiciones ambientales cada vez más difíciles para llevar a cabo sus labores productivas y asegurar su sobrevivencia (Inard Lombard, 2004).

A partir de 1994 la nueva ley de tenencia de la tierra permitió la individualización de las tierras colectivas y la división parcelaria del patrimonio natural. Con ello, se hace más evidente un fraccionamiento territorial y la aparición de una variada gama de condiciones del suelo y de la vegetación que hacen más diversa la calidad de cada propiedad. A casi dos décadas de ese fraccionamiento en algunas comunidades se puede observar que la degradación de algunos sitios colectivos ha sido más intensa que los sitios considerados como privados por la individualización del territorio. Esto recuerda la tragedia de los comuneros (Hardin, 1968); sin embargo en los sitios de apropiación individual existen también algunos casos de productivismo a ultranza que coinciden con situaciones de renta de derechos a terceros. Esto conllevara a la degradación también de ese tipo de tenencia de la tierra en la zona.

La migración de los propietarios se aceleró ante la falta de poder económico y ante las pobres condiciones del patrimonio natural para seguir produciendo de manera individual o colectiva.

Esta situación y los resultados de los trabajos de investigación correspondientes, inspiraron la instrumentación de un programa de acción con un enfoque más integral para combatir el problema de la pérdida del patrimonio natural y humano de la región, la iniciativa fue llamada Programa de Servicios Ambientales Hidrológicos (PSAH).

4. Resultados del PSAH

En 2005 el gobierno federal mexicano junto con el gobierno estatal de Durango acordaron poner en marcha el programa de servicios ambientales hidrológicos (PSAH) para restaurar el medio biofísico a través de obras de conservación probadas con éxito para retener el suelo, la humedad y con ello facilitar la instalación de la vegetación; mantener la cantidad y calidad del agua de escurrimiento e inducir la recarga de mantos acuíferos.

En la estructura del programa participaron la Comisión nacional forestal (CONAFOR) la Secretaría de medio ambiente y recursos naturales (SEMARNAT), la Procuraduría de protección al ambiente (PROFEPA), la Secretaria de Recursos Naturales y Medio Ambiente del Gobierno de Durango (SRNYMA), gobiernos municipales con áreas beneficiadas y prestadores de servicios (Unidades de aprovechamiento forestal de las comunidades forestales como Tepehuanes) que integraron los expedientes y sometieron al fondo las candidaturas de las áreas propicias para realizar las obras propuestas en un manual de obras y prácticas de la institución rectora (CONAFOR, 2004) ejecutadas en etapas que son supervisadas en el terreno por un responsable de la oficina prestadora de servicios.

El programa empezó con la aprobación de una superficie modesta (una comunidad beneficiada con 4000 hectáreas en 2006) pero fue extendiéndose rápidamente (hasta ocho comunidades beneficiadas con 14500 hectáreas en 2009) ante el éxito de respuesta provocado en los habitantes de las comunidades beneficiadas. La mano de obra fue pagada por dicho programa, con un buen salario (equivalente a 30 dólares americanos diarios aproximadamente), lo cual atrajo la atención de casi toda la fuerza productiva de las comunidades. Prueba de ello son los registros de hombres y mujeres de 16 a 70 años que se reclutaron para trabajar en las obras diversas como:

Acordonamiento de material vegetal, resultante de las podas de árboles y arbustos, para reducir la velocidad del escurrimiento del agua, aumentar la humedad del suelo, disminuir la erosión y propiciar las condiciones favorables para la regeneración natural.

Construcción de presas o barreras con materiales diversos (piedra, material vegetal, llantas, costales de tierra) para disminuir la velocidad de escurrimiento del agua y la pérdida de suelo.

Implementación de obras de control de la erosión en manto y en cárcavas (acomodo de material vegetal muerto en terrazas y laderas, cabeceo de cárcavas y afine de taludes con piedra acomodada).

Promoción de la conservación de áreas con vegetación natural o reforestada para evitar la pérdida de vegetación y la máxima captación de agua en el suelo.

Instalación de letreros de advertencia hacia las buenas prácticas de convivencia con el medio forestal haciendo llamamientos a prestar ayuda para conservar y proteger el bosque evitando talas, desmontes, basura e incendios forestales.

Instalación de letreros de advertencia sobre la vigilancia permanente del medio forestal por la autoridad ambiental.

El programa de servicios ambientales inició con un fondo y duración determinados que ha servido para apoyar comunidades por un periodo de hasta cinco años (a partir de 2007 el periodo de apoyo se redujo a 3 años) y en superficies beneficiadas con una extensión máxima de 4000 hectáreas.

La figura 2 muestra algunas de las obras que fueron realizadas en diferentes comunidades beneficiadas y la respuesta de los trabajadores organizados en cuadrillas de trabajo que ayudan a recuperar paulatinamente el patrimonio natural que se estaba perdiendo. La evaluación de los efectos de las obras de conservación del suelo y el agua es tema de actividades actuales pero sus resultados cualitativos han saltado a la vista desde la primer temporada de lluvias; retención del suelo y del agua, retención de pobladores...

Actualmente el PSAH llega a su fin en muchas comunidades piloto con resultados satisfactorios que saltan a la vista, retención de suelo, aumento de la vegetación, restauración paulatina del ecosistema y uniformización o restablecimiento de áreas fraccionadas, además del arraigo de la población a sus comunidades de origen.

Sin embargo el programa debe dar lugar a una fase diferente y autofinanciable de los trabajos de conservación para poder mantener las superficies restauradas y expandirlas a las áreas vecinas no beneficiadas por el programa para asegurar sus servicios ambientales hidrológicos.

Ello significa la necesidad de más mano de obra pero también significa la necesidad de recursos económicos para llevarlas a acabo.

Acordonamiento de material vegetal

Cordones de piedra acomodada en laderas

Construcción de presas de piedras

Cuadrilla de trabajo

Construcción de presas de llantas

Cabeceo de cárcavas y afine de taludes

Figura 2: Obras realizadas por el Programa de Servicios Ambientales Hidrológicos

Es por ello que los resultados del programa se orientan hacia los habitantes de la región árida situada aguas abajo que se beneficia de los servicios hidrológicos de la zona semiárida más alta

que al conservar en buen estado seguirá generando el agua de escurrimiento y de infiltración de buena calidad para mantener la sobrevivencia y los procesos productivos de esa importante región árida vecina.

En 2010 se lanzó el proyecto de pago voluntario por servicios ambientales hidrológicos que pretende sensibilizar a la población beneficiada aguas abajo y que podrá contribuir a la perennización de los trabajos de conservación aguas arriba, en la zona semiárida.

Actualmente ese pago voluntario de servicios se encuentra en fase de prueba con el beneficio fiscal de la deducción de impuestos para quien aporta, sin embargo la mayor recaudación no se espera que venga de las industrias o grandes grupos económicos individuales sino del grueso de la población que desde su modesta participación económica podrá sumar las mayores aportaciones económicas, como sucede en otra región del norte de México (Sierra de Zapalinamé y habitantes de la ciudad de Saltillo) para dar mayor viabilidad a este proyecto (Canales, 2009).

Es pues importante y necesario sensibilizar a los habitantes de la región árida aguas abajo para que sus aportaciones económicas voluntarias aseguren el pago de mano de obra suficiente y la ampliación gradual de superficies protegidas hasta llegar a cubrir el 100 % de lo requerido y restaurar con ello de manera completa el patrimonio natural de esta zona. Solo así podrá completarse el esquema planteado de manera inteligente desde el principio y realizar con él la conservación y restauración de esta zona semiárida mexicana como una exitosa adaptación a los impactos adversos del clima y de las actividades humanas.

5. Conclusión

A la luz de los resultados expuestos arriba, el programa de servicios ambientales hidrológicos se perfila como una primera etapa de la solución a mediano plazo con una visión más integral del problema y de sus soluciones; por un lado la vulnerabilidad natural del medio biofísico a ciertas actividades productivas que requieren de control para evitar que sean abusivas; y por otro lado la incertidumbre y la variabilidad del clima que es por el momento difícil de predecir pero que es cada vez mas estudiada y analizada por grupos de trabajo científico.

El programa de servicios ambientales hidrológicos es un programa piloto importante pero aún insuficiente para restaurar todas las áreas de interés hidrológico, ya que tiene una duración determinada al final del cual los gestores de los "fondos semilla" buscaran facilitar la organización de las comunidades beneficiadas para seguir conservando y ampliar las superficies protegidas pero con la ayuda de la sociedad local o de aguas abajo mediante la concientización de la importancia de la conservación y los beneficios que reditúa en términos de suministro de agua

de buena calidad para el consumo ganadero, agrícola y humano, así como para elevar la seguridad hidrológica en el área mediante la reducción de la pérdida del suelo y el mantenimiento de la calidad del agua, la conservación de manantiales y el mantenimiento de la capacidad de recarga de mantos acuíferos, el mantenimiento de escurrimiento de base en época seca, y la prevención de inundaciones o deslizamientos de suelo mediante la delimitación y conservación de áreas de amortiguamiento. El reto es evitar la degradación de esa zona semiárida de montaña ubicada en la Sierra Madre Occidental que representa el almacén natural del agua de las lluvias; y evitar la desertificación de las zonas áridas ubicadas aguas abajo que dependen completamente de las aguas foráneas tanto superficiales como subterráneas, para su sobrevivencia y para sus actividades económicas.

El PSAH deberá ayudar entonces a la adopción del pago voluntario por servicios ambientales que permita perennizar a mediano plazo las labores de restauración del ecosistema y el empleo de mano de obra local que arraigue a la población a sus comunidades de origen y facilite con ello una rápida recuperación del patrimonio natural y productivo.

Estas medidas se lograran seguramente con el apoyo sostenido del grueso de la población de quien se esperan las aportaciones económicas más significativas.

La adaptación de la población a los impactos del cambio climático pasa irremediablemente por la restauración del medio biofísico y por el arraigo de la población a sus lugares de origen lo cual da lugar a otras opciones de conservación igualmente viables y explorables que valdrían la pena de ser probadas para beneficiar un mayor número de hectáreas de esta zona semiárida. Así por ejemplo los programas de captura de carbono, de protección de la diversidad biológica y de conservación de sitios con belleza escénica son también opciones importantes a valorar en las comunidades sensibilizadas para garantizar el buen estado de la zona semiárida mexicana.

Medidas de control administrativo serán sin embargo obligatorias para impedir la politización de las estructuras de estos programas y para que los recursos recabados de la población beneficiaria sean manejados con absoluta transparencia y honestidad, mostrando en todo momento los costos de las obras de conservación realizadas y los beneficios ambientales y sociales producidos a la población que los realizó y a la población que los financió.

Las nuevas propuestas de perennización y de réplica de las obras de conservación deben ser acompañadas de una apertura hacia los mercados internacionales (bonos de carbono, pago de servicios ambientales hidrológicos, protección de áreas biodiversas…) que permitan restaurar los ecosistemas semiáridos de México y de otras regiones del mundo.

Agradecimientos

Los autores desean expresar su agradecimiento a todas las instituciones que hicieron posible este trabajo en particular al CONACYT al INIFAP al IRD y a los habitantes de las comunidades de Boleras, Escobar y Anexas, Ciénega de Escobar, San Jose de la Boca, Tepehuanes, así como a las unidades de servicios forestales de Tepehuanes por su amabilidad y disponibilidad en el trabajo de campo de esta investigación.

Referencias

BROUSTE, L. **Hydrochimie et géochimie isotopique de la nappe phréatique de la Comarca Lagunera Nord-Mexique**. Thèse (Doctorale) Université de Paris 11 Orsay, Paris, France. 1997.

CANALES, E. Servicios ambientales, análisis de dos casos. In: ENCUENTRO SOBRE BIODIVERSIDAD Y DESARROLLO SOSTENIBLE EN LA LAGUNA, 7. ITESM Campus Laguna. Torreón Coahuila, México. 2009. **Memorias**... Torreón Coahuila, México. 2009.

DESCROIX, L.; NOUVELOT, J.F. Escurrimiento y erosión en la Sierra Madre Occidental. **Folleto científico**, n. 7 CENID-RASPA, Gómez Palacio, Durango, México. 1997.

DESCROIX, L.; NOUVELOT, J.F.; ESTRADA J. Geografía de las lluvias en una cuenca del Norte de México: Regionalización de las precipitaciones en la Región hidrológica 36. **Folleto científico**, n. 8 CENID-RASPA, Gómez Palacio, Durango, México. 1997.

DESCROIX, L.; GUÉDEZ, P.Y.; POULENAD, J. Méthodes de mesure de l'érosion actuelle: applications dans les Préalpes du Sud (France et la Sierra Madre Occidentale). **Mexique Bull. du Réseau Erosion**, n. 17, p. 239-254. 1997b.

DESCROIX, L.; VIRAMONTES, D.; ANAYA, E.; POULENARD, J.; GONZÁLEZ-BARRIOS, J.L. L'impact du surpaturage et du deboisement sur l'erosion des sols dans la Sierra Madre Occidentale). **Bull. du Réseau Erosion**, n.20, 218-231. 2000.

DESCROIX, L.; DIGONNET, S.; GONZÁLEZ-BARRIOS, J.L.; VIRAMONTES, D.; BOLLERY, A. Local factors controlling gully or areal erosion in the Sierra Madre Occidental (Northern Mexico). In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON GULLY EROSION UNDER GLOBAL CHANGE. European Soc. for Soil Conservation, Catholic Univ. of Louvain, April 2000. Brussels, Belgium, 2000. **Abstracts**... Brussels, Belgium, 2000.

DESCROIX, L.; VIRAMONTES, D.; VAUCLIN, M.; GONZÁLEZ-BARRIOS, J.L.; ESTEVES, M. Influence of soil surface features and vegetation on runoff and erosion in the Western Sierra Madre (Durango, Northwest Mexico). **CATENA** v. 43, n. 2, p. 115-135, 2001.

DESCROIX, L.; NOUVELOT, J.F.; VAUCLIN, M. Evaluation of an antecedent precipitation index to model runoff yield in the Western Sierra Madre (North-west Mexico. **J. of Hydrology** v.263, p. 114-130, 2002.

DESCROIX, L., GONZÁLEZ BARRIOS, J.L.; VANDERVAERE, J.P.; VIRAMONTES, D.; BOLLERY, A. An experimental analysis of hydrodynamic behavior on soils and hillslopes in a subtropical mountainous environment (Western Sierra Madre, Mexico. **J. of Hydrology** v. 266, p.1-14, 2002b.

DESCROIX, L.; GONZALEZ BARRIOS, J.L.; VIRAMONTES, D.; ESTEVES, M. Gully erosion and land use changes on the hillslopes of the western sierra madre. In: **GULLY erosion under global change** (ed. Y. Li, J. Poesen, & C. Valentin Chapter 12, p. 163-174. 1.ed. Sichuan Science and Technology Press, Chengdu, China. 2004.

DESCROIX, L.; POULENAD, J. Les formes d'érosion dans la Sierra Madre Occidentale (Nord Ouest du Meique. **Bull. Labo.Rhod. Géomorph**. Lyon, France. n. 33-34, p. 1-19, 2005.

DESCROIX, L.; BESNIER, A-L.; GAUTHIER, E.; AMOGU, O.; VIRAMONTES, D.; GONZALEZ BARRIOS, J.L. Sediment budget as evidence of land-use changes in montaineous areas: two stages of evolution In: SEDIMENT BUDGETS 2 (Ed. Horowitz, A.J.; Des E. Walling) p. 262-270. **IAHS Publ**. 292, IAHS Press. Wallingford, UK. 2005.

DESCROIX, L.; GONZÁLEZ BARRIOS, J.L.; VIRAMONTES, D.; POULENARD, J.; ANAYA, E.; ESTEVES, M.; ESTRADA, J. Gully and sheet erosion on subtropical mountain slopes: Their respective roles and the scale effect. **CATENA** v. 72, n. 2008, p. 325-339, 2008.

GONZÁLEZ BARRIOS, J.L.; DESCROIX, L.; VIRAMONTES, D.; POULENARD, J.; PLENECASSAGNE, A.; MACIAS, L.; BOYER, CH.; BOLLERY, A.; JASSO IBARRA, R. Condiciones que favorecen la erosión y el escurrimiento en manto. In: **LA SIERRA MADRE OCCIDENTAL, una fuente de agua amenazada** (Ed. Descroix, L.; González Barrios, J.L.; Estrada, J.) Cap. 7, p. 161-178. Ediciones INIFAP-IRD, Gómez Palacio, Durango, México. 2004.

GONZÁLEZ BARRIOS, J.L.; ESTRADA AVALOS, J.; GONZÁLEZ CERVANTES, G.; JASSO, R.; SÁNCHEZ COHEN, I.; DESCROIX, L. Erosión en cárcavas en la cuenca alta del río Nazas, impacto del cambio de uso del suelo. In: CONGRESO NACIONAL DE IRRIGACIÓN, 13., Mesa I. Hidrología y Manejo integrado de cuencas. Acapulco, México, 2005. **Memorias**... Acapulco, México, 2005.

GONZÁLEZ BARRIOS, J.L.; ESTRADA AVALOS, J.; JASSO IBARRA, R.; GONZÁLEZ, M.R.; GONZÁLEZ CERVANTES, G. Metodología de observación de cárcavas de erosión en una cuenca hidrológica experimental. **Agrofaz** v. 7, n. 3, p. 115-123, 2007.

GONZÁLEZ BARRIOS, J.L.; MUÑOZ VILLALOBOS, J.A.; VALENZUELA NÚÑEZ, L.M.; RIVERA GONZÁLEZ, M.; ESTRADA AVALOS, J.; TRUCÍOS CACIANO, R. Erosión hídrica de suelo y carbono orgánico en la cuenca alta del Nazas. In: SEMANA INTERNACIONAL DE AGRONOMÍA, 20., FAZ-UJED. Nov 2008, p. 458-464. Gómez Palacio Durango, México, 2008. **Memorias**... Gómez Palacio Durango, México, 2008.

GONZÁLEZ BARRIOS, J.L.; TRUCÍOS CACIANO, R.; MOJICA GUERRERO, A.S.; VALENZUELA NÚÑEZ, L.M. Servicios ambientales hidrológicos en la Sierra de la Candela Durango, México. **Revista Chapingo Serie Zonas Áridas**, v. 8, n.1, p. 43-48, 2009.

GONZÁLEZ BARRIOS, J.L.; VANDERVAERE, J.P.; DESCROIX, L.; SÁNCHEZ COHEN, I. Impacto del cambio de uso de suelo en la hidrodinámica superficial de una cuenca receptora de agua. In: REUNIÓN TEMÁTICA DEL AGUA CONACYT. Cocoyoc Morelos, Mexico, 2009. **Memorias**... Cocoyoc Morelos, Mexico. 2009b

HARDIN, G. The tragedy of the commons. **Science** n.1621968, p. 1243-1248, 1968.

INARD LOMBARD, B. Una Montaña en vías del abandono? En: **LA SIERRA MADRE OCCIDENTAL, una fuente de agua amenazada** (Ed. Descroix, L.; González Barrios, J.L.; Estrada, J.) Cap. 2, p. 65-83. Ediciones INIFAP-IRD, Gómez Palacio, Durango, México. 2004.

SÁNCHEZ COHEN, I.; DÍAZ PADILLA, G.; OJEDA, W.; CHEBHOUNI, G.; ORONA, I.; VILLANUEVA, J.; GONZÁLEZ BARRIOS, J.L.; GONZALEZ CERVANTES, J.L. Variabilidad climática en México: algunos impactos hidrológicos, sociales y económicos. **Ingeniería hidráulica en México**. v. 23, n.4, p. 5-24, 2008.

SÁNCHEZ COHEN, I.; CERANO PAREDES J.; VILLANUEVA, J.; ESTRADA, J.; GONZÁLEZ BARRIOS, J.L.; CORNEJO, E. Evaluación de alternativas para la conservación de la cubierta vegetal en la parte alta de la cuenca Nazas-Aguanaval mediante el sistema de ayuda para la toma de decisiones **DSS. Agrofaz** v.9, n. 5, p. 55-62, 2009.

SANCHEZ COHEN, L.; GONZÁLEZ BARRIOS, J.L.; DIAZ PADILLA, G.; VELASQUEZ VALLE, M. Cambio climatico y vulnerabilidad ecologica: Impacto en las variables hidrologicas de las cuencas. In: **MANEJO COMPARADO DE CUENCAS HIDROLOGICAS; Incertidumbre Climatica, Vulnerabilidad Ecologica y Conflicto Social** (Comp. GONZÁLEZ BARRIOS, J.L.; SANCHEZ COHEN, L. p. 23-45, Ediciones SMCS CONACYT RETAC INIFAP RNIAS, Torreon Coahuila, Mexico, 2009.

VIRAMONTES, D. **Comportement hydrodynamique des milieux dans la Sierra Madre Occidentale: causes et conséquences de leur évolution**. Thèse doctorale Université Joseph Fourier de Grenoble. Institut de Géographie Alpine, Grenoble, France, 2000.

VIRAMONTES, D., ANAYA, E.; GARCÍA, C.; POULENARD, J.; BARRAL, H.; MACÍAS, L.; RODRÍGUEZ CAMARILLO, M.G. Demasiado ganado y demasiados leñadores: una economía minera. in: **LA SIERRA MADRE OCCIDENTAL**, una fuente de agua amenazada (Ed. Descroix, L.; González Barrios, J.L.; Estrada, J.) Cap. 8, p. 183-193. Ediciones INIFAP-IRD, Gómez Palacio, Durango, México, 2004.

Effects of Ceará Hydroenvironmental Development Project (Prodham) on the Leading Role of Communities in Cangati River Hydrographic Microbasin in Canindé-CE*

*Ricardo Lima de Medeiros Marques***, *Francisco Mavignier Cavalcante França****

Resumo

As ações PRODHAM na microbacia hidrográfica (MHB) do Rio Cangati começaram em 2001 e foram concluídas em 2009. Elas incluíram a introdução de preservação hidroambiental da água e manejo do solo, monitoramento ambiental e técnicas de controle, todas apoiadas pela participação da população local. Ao mesmo tempo, o projeto incentivou o fortalecimento de organizações locais de agricultores e mobilização, sensibilidade e preparação dos atores sociais locais para atuar em um cenário de sustentabilidade.

O desenvolvimento institucional, conscientização e educação ambiental da comunidade do Iguaçu permitiu a recuperação ambiental e um processo de preservação na microbacia do Rio Cangati. Esse esforço reuniu preservação ambiental, desenvolvimento econômico e melhoria da qualidade de vida da população local. Essa experiência permitiu aos representantes de associações comunitárias e instituições envolvidas nas ações do Projeto, através do

Abstract

PRODHAM actions in Cangati River HMB started in 2001 and were completed in 2009. They included the introduction of hydroenvironmental preservation, water and soil management, environmental monitoring and control techniques, all supported by the participation of local population. At the same time, the project encouraged the strengthening of local farmer organizations, and sensitivity, mobilization and preparation of local social actors to act in a sustainability scenario.

Institutional development, awareness and environmental education of Iguaçu community allowed an environmental recovery and preservation process to start in Cangati River microbasin. That effort joined together the environmental preservation, economic development and improvement of local populations life quality. With that experience, representatives of community associations and several institutions involved in Project actions, through the microbasin Management Board, identify, establish, imple-

* Paper issued at the request of Secretariat of Water Resources of the State of Ceará, under the consulting service agreement no. 001/2010/PROGERIRH II-ADDITIONAL LOAN/SRH/CE.

** Agronomist, M.Sc. in Rural Economy Secretariat of Water Resources of the State of Ceará.

***Economist, M.Sc. in Rural Economy Secretariat of Water Resources of the State of Ceará.

Conselho de Administração da microbacia, identificar, estabelecer, implementar e monitorar as ações e alcançar resultados relacionados. Após sete anos de trabalho de campo, 53 eventos foram realizados para fortalecer o capital humano e social, para melhorar as atitudes da população local para uma melhor gestão dos recursos naturais e promover a realização de uma cidadania plena.

O papel do projeto se destaca também em assegurar de forma permanente a adoção de práticas hidroambientais implementadas no âmbito do Projeto, na medida em que as comunidades são mobilizadas não apenas para manter os trabalhos existentes, mas também para transferir sua experiência para outras regiões semiáridas no Ceará. Note-se que, após a saída de técnicos do PRODHAM, as comunidades continuaram a cuidar do meio ambiente, especialmente através da prevenção à limpeza do solo por incêndio e ao corte de árvores da mata ciliar, promovendo o tratamento de resíduos e as atividades econômicas sustentáveis. Um papel importante do projeto foi ganhar corações e mentes da população local em relação ao uso de técnicas ambientalmente e socialmente sustentáveis.

Palavras-chave: papel de liderança Local; Canindé-Ce; Semiárido; microbacia Hidrográfica; desenvolvimento social, desenvolvimento institucional.

ment and monitor the actions and related results. After seven years of field work, hen 53 events were held to strengthen the human and social capital, a new position of local population in relation to care with natural resources and full citizenship exercise was observed.

Their leading role is also highlighted in perennialization of hydroenvironmental practices implemented under the Project, as communities are mobilized not only to maintain the existing works, but also to transfer their experience to other semiarid regions in Ceará. It is noted that, after the departure of PRODHAM technicians, communities have continued to care with the environment, especially by preventing ground clearance by fire and felling of ciliary forest trees, treating waste and promoting sustainable economic activities. Leading role was responsible for solidification of PRODHAM techniques in heart and mind of population living in all four HMBs assisted by PRODHAM.

Keywords: *Local leading role; Canindé-Ce; Semiarid region; Hydrographic microbasin; Social development; Institutional development.*

1. Introduction

This article is structured into two parts. One refers to PRODHAM, its full design and operation in four selected hydrographic basins. The second part, in turn, focus only on Cangati River HMB, which was the area where the Project had a more extended and systematic intervention. In that HMB, socioeconomic (FRANÇA, 2010) and biophysical (SRH-CE, 2010) monitoring activities were performed, where Project results and impacts were scientifically recorded. Availability of that information was decisive for the selection of Cangati River HMB to be analyzed for the leading role of its communities involved with the Project.

1.1. Ceará Hydroenvironmental Development Program (PRODHAM)

The Hydroenvironmental Development Project – PRODHAM was implanted by the Superintendence of Hydraulic Works (SOHIDRA) in partnership with FUNCEME for supervision of socioeconomic and biophysical monitoring systems. Its objective was to promote hydroenvironmental recovery in four hydrographic microbasins (HMB) located in Ceará semiarid region, with active involvement of local populations.

PRODHAM actions started in 1999 and completed in 2009 comprise the introduction of hydroenvironmental preservation, water and soil management, and participatory environmental monitoring and control techniques in selected areas. At the same time, the project encouraged the strengthening of local farmer organizations, and sensitivity, mobilization and awareness of HMB social actors.

PRODHAM constituted a pilot, experimental project developed in four areas of the semiarid region of the State of Ceará. Selection of PRODHAM operation areas was based on a participatory diagnosis made in 1999. The four selected areas included the hydrographic microbasins of Cangati river in the municipality of Canindé; Batoque River in the municipality of Paramoti; Pesqueiro River in the municipality of Aratuba; and Salgado/Oiticica Rivers in the municipalities of Pacoti and Palmácia.

The original design of project included the evaluation of works carried out aimed at a far-reaching diffusion of tested methodologies tested and adapted to different areas of the State of Ceará semiarid region. Thus, in addition to the implantation of technologies and hydroenvironmental practices, participatory socioeconomic and geoenvironmental monitoring of PRODHAM actions was performed by FUNCEME.

Activities performed under the Project that were most supported by the leading role of communities living in Cangati River HMB, in the district of Iguaçu, included:

a) Environmental education

- Making the benefited population aware, informed and knowledgeable of environmental issues that are most related to HMB reality, and developing small associated community programs;
- making sector-related socioenvironmental and physical-environmental diagnoses to guide Project actions;
- disclosing the results of such diagnostics during actions for sensitization and environmental education of associations, schools and general population;

- implementing actions for mobilization and capacity building of associations human resources to make small community programs on socioenvironmental and productive matters feasible.

b) Community Development

- Making the local association entities consolidated, provided with leadership and skilled human resources, and able to develop small joint, coordinated rural community development programs;
- supporting the improved performance of associations through a transparent operation, including incentive to the adoption of strategies for social inclusion, rendering of accounts, and consultation and information among their members;
- establishing entrepreneurial partnerships for the implantation of joint actions among several HMB associations, in addition to encouraging the creation of local discussion and experience exchange forums, and the constitution of jointly managed financial resources;
- supporting the organization of dweller/producer associations and the capacity building of their members (managerial, accounting, technical, etc.) for community use and maintenance of hydroenvironmental infrastructure network constructed by PRODHAM.

2. Prodham work methodology and action strategies

Methodology adopted by PRODHAM included the effective participation of involved populations and assimilation of news forms of procedures that allowed those populations to fully feel co-authors of environmental recovery processes. That also led to the development of a work focused on awareness of populations and agents involved in project operation areas, with respect to their permanent responsibility for preservation and multiplication of that hydroenvironmental recovery and preservation experience.

Joint work with communities aimed to ensure an effective participation of social actors in project planning and management, and a greater transparency of actions and application of financial resources.

This way, a work system was developed, where leaderships and representatives of several communities became aware of the scope of Project, the importance of creation of discussion forums, and electing representatives that were committed to the community development and the participatory management process.

To ensure the correct application of funds allocated by the State to associations, all leaderships participated in training in basic accounting, which allowed the selection of "community accountants" that are today responsible for the whole management of HMB associations. This action accredited the communities with bank institutions and ensured a better promptness in release of funds from other governmental projects.

To further strengthen that co-management action, training/monitoring of activities was developed for several local community associations and informal groups, with the main objective of supporting their organization and provide them with instruments for transparent operation, by encouraging the adoption of strategies for social inclusion (gender equilibrium and youth participation), rendering of accounts, populations mobilization, and consultation/information among members. Aiming to increase the self-esteem of population residing in the area, strengthen the speculative mind and redeem the local cultural identity, the project supported the formation of cultural groups.

Discussion on the interrelationship between environmental degradation, poverty and socioeconomic development led PRODHAM to formulate an intervention proposal aimed to encourage the general population to adopt sustainable practices consistent with the environment where they lived.

Simple actions, such as: reforestation in urban areas and ciliary forest, selective waste collection, composting, adequate handling and use of water resources available for human consumption (cisterns, wells, etc.), animal management, change of inadequate agricultural practices, and adoption of clean technologies, among others, were encouraged.

Operation took place in communities with the assistance of municipal school teachers and environmental overseers, which acted on risk factors to which the population is subject, by giving priority to family and establishing ties between the community and the government. A substantial improvement of environmental conditions monitoring was immediately sought, especially with respect to waste issues, to reduce significantly the pollution of water resources and damages to drinking water supply.

3. Characterization of Cangati river HMB

Information provided in items below were extracted from the Report on Cangati River HMB Starting Point, SRH-CE (2005), and from the Socioeconomic Evaluation of that basin included in FRANÇA (2010).

3.1. Location and Extension

Cangati River HMB is located in the municipality of Canindé, State of Ceará, between south parallels 04°35 and 04°42, and meridians 39°21 and 39°26 west of Greenwich. It is inserted in Choró River hydrographic basin in the Metropolitan Region of Fortaleza, and covers a surface area of 7,565.30 hectares (See Figures 1 and 2).

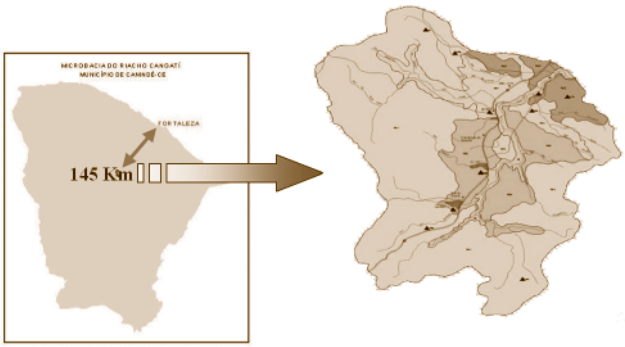


Figure 1 – Map of Cangati River HMB and its location in Ceará map
Source: *SRH-CE (2010a).*

Figure 2 - Air view of Iguaçu district, Canindé-CE.
Source: *PRODHAM*

It is fully included in the District of Iguaçu, the seat of which is located on the margins of federal BR-020 road, 35 km from the seat of he municipality of Canindé, 104 km from the capital city of the State, Fortaleza. The District of Iguaçu includes more than ten communities, five of which are located in Cangati River HMB: Barra Nova, Cacimba de Baixo, Iguaçu, Lages and São Luiz.

3.2. Socioeconomic Profile of Cangati River Hydrographic Microbasin

a) Population

Cangati River HMB located in the District of Iguaçu has a population of 871 inhabitants distributed over 213 families. Microbasin surface area is 75.65 km^2, corresponding to a demographic density of 11.51 inhabitants per km^2.

In 2005, 26.64% of total population was pure illiterate. That percentage is reduced to 15.31% when the age range of 0-6 years old is disregarded. Functional illiterates accounted for 5.86% of total population, being 4.85% in the male gender, and 6.95% in the female gender.

b) Social infrastructure

In 2005, most families dwelled in masonry houses (81.43%). Other types of houses include mud house (16.67%) and improved mud house (1.90%).

In general, dwellings have more than one water supply source. Such sources were grouped into cisterns, water holes and wells used by 83.57% of families; reservoirs and clay pits by 57.75%; collective CAGECE and local governments systems by 52.11%; other infrequently used sources included desalinator, individual piping system, and tank trunk, which were together used by 2.35% of families.

Sewerage was quite deficient in most dwellings. In 53.52%, sewage is disposed on ground surface; 51.64% have not toilet in the bathroom; and 31.92% have no bathroom. Domestic waste destination was still a concern, as 24.64% of families disposed waste on vegetation or on the margins of BR-020 road. Most common practice was burning, adopted by 64.93% of families.

As means of transportation, families used especially bicycles (69.01%), tamed animals (45.07%) and motorcycles (8.92%). Other means of transportation that are less used include: motor car, cart or light cart, and truck.

c) Farming production

Main use of landed estate soil was agriculture, mentioned by 89.20% of properties; 23.00% use soil for pasture; 3.75% for forests or reforestation; and 28.17% of properties have fallow land.

Main agricultural products in Cangati River HMB included maize and beans mostly explored in integrated crops, although some independent crops have been identified at a lower scale. Such crops as: broad beans, rice and cotton also occur, although their yields are low. Yields are very low due to lack and poor distribution of rains and inadequate crop management, as no technical assistance is available.

Livestock and small animal production was significant and comprised apiculture, fowls, bovine, ovine, equine and porcine cattle. Main product sold was milk, accounting for 31.89%; followed by swine (19.93%); beef (18.80%); eggs (11.68%); honey (7.60%); chicken (5.50%); caprine animals (4.01%), and sheep (only 0.60%).

In addition to agriculture and livestock, Cangati River HMB dwellers perform extractive activities to obtain recipes. Extractive activities included coal production, manufacture of barbecue spits, and fishing.

Some producers used agricultural defensives, veterinary products and selected seeds supplied by Ceará Secretariat of Land Development.

d) Economic infrastructure

Infrastructure was divided into two segments, as follows: water resources and accessions. Water resource infrastructure comprised household clay pit, water hole (piezometric well), cisterns (rain cisterns) and artesian wells, and accessions comprised sheep pens, warehouses, flour houses, pigsties and stable/corral.

Water resource infrastructure was constituted of 111 units distributed over the communities. Productive accessions included 29 pieces of equipment (tractor, cultivator, sprinkler, forage machine, motor pumps, etc).

Agricultural defensives, veterinary products and selected seeds supplied by

Ceará Secretariat of Land Development were used.

e) Associativism

In 2005, there were five (05) associations in the microbasin, one in each community, as follows: Association of Small Farmers of São Luiz Farm, Association of Small Producers of Iguaçu, Association of Population Settled in Lages, Association of Small Producers of Barra Nova, and Association of Small Producers of Cacimba de Baixo. Four (4) of them were in full operation, and one (1), although duly organized, was waiting for CNPJ issuance. All of them were small producer associations.

It was noted that all associations derived from local leaderships, except for Barra Nova, which had a collective nature and also recorded the presence of female leadership. As such, objectives of those five associations included: eligibility to apply for governmental incentives, performance of HMB territory governance, way to make access to bank loans easier, community improvement (sickness and maternity allowance and retirement), seeds for plantation, and representation to public bodies.

All of them were focused on assisting small producers, most of which are engaged in farming production. It was also noted that many activities typical of urban- rural sector occurred in communities.

4. Participation instruments

One of the basic aspects of the methodology developed by PRODHAM is the intervention in environmental, social, economic and educational activities with total involvement of local population, which were implanted in an integrated and simultaneous manner. For that, it had to establish several participation levels, the most important of which included: constitution of a management board with an executive collegiate, agreements with local associations, which allowed the participatory implantation of actions, intervention planning and monitoring, the strong capacity building of producers and other social actors in several activities, and the implementation of other participatory management instruments, such as: focal groups, collective work groups, financial funds, community handicraft factory.

From that perspective, PRODHAM performed the following activities in Cangati River HMB in the period of 2001 through 2009.

Table 1 - Results obtained by PRODHAM in 2001-2009 period,
in Cangati River microbasin in Canindé-Ce.

Description of actions	Unit	Completed
Hydroenvironmental works		
Sediment retaining dams	Each	828
Underground dams	Each	8,0
Plate Cisterns	Each	165
Ciliary forests	Hectare	13,18
Edaphic works		
Dead cover	Hectare	7,10
Dry-farming system	Hectare	2,20
Surrounding Stone Barriers	Meter	28.691
Level vegetation barriers	Meter	2.914
Terracing	Meter	44.576
Reforestation		
Implantation of forest reserve	Each	1
Seedling production	Each	46.843
Reforestation	Hectare	2,15
Reclamation of degraded areas	Hectare	3,0

Description of actions	Unit	Completed
Production system		
Demonstrative technical unit – DTU	Each	5
Environmental education and technical capacity building		
Events of environmental education	Each	16
Events of technical capacity building	Each	17
Organizational Strengthening		
Events of organizational strengthening	Each	20
Dissemination of successful experiments		
Technical-scientific books	Um	6
Academic dissertations	Each	3
Instructional textbooks	Each	11
PRODHAM information gateway	Each	1

Source: *SRH-CE (2010b)*

4.1. Start of Leading Role upon the Constitution of the Management Committee

During PRODHAM works, the primary role of the management committee constituted of representatives of community associations and other local governmental institutions (schools, etc.) was its involvement as a participant of the Project strategic planning.

In addition, the committee gave assistance to project management and decision making process on implementation of actions and mechanisms in the respective operation areas. It also supervised the accounts related to the agreement with the selected community association, to monitor the use of funds. All actions were strongly discussed and decisions were made by consensus (See Figure 3).

The committee was constituted of three (3) or four (4) representatives of each community, including the president of an association and his/her alternate, and a leader of Project team. It also included a secretary to draft the meeting minutes. Meetings were scheduled regularly and included a great mobilization and involvement of community.

The executive collegiate was a sector in the management committee, which implemented all actions and rendered accounts.

Figure 3 – Organizational capacity building event in Iguaçu, Canindé-CE.

Source: *PRODHAM*

4.2. Introduction of a PRODHAM "Culture" in Farming Activities and People's Behavior

PRODHAM methodology created a kind of "culture" for local populations modus operandi, with respect to their position on the matter of care with natural resources, by preventing deforestation, reducing the use of wood to make coal, replanting the ciliary forest, using the soil by adopting contour line planting method, and caring with waste and other sustainable practices.

They became aware of the fact that their survival depends directly on their care with what is most important for them, that is, the land. By caring with the land, it may achieve a better yield, as evidenced by the experience with stone barriers (See Figure 4), terraces and contour line cultivation, which have provided a continuous improvement in crop yields.

Figure 4 – Iguaçu farmers constructing a stone barrier

Source: *PRODHAM*

Local populations positive position on care with waste and the best form of explore it was disseminated. Avoiding deforestation and replacing the ciliary forest have become a habit for Iguaçu community.

4.3. Association Strengthening

PRODHAM is an innovating project that adopts new methodologies for treatment of environmental degradation in the microbasin, by using new methods or works in rural environment, such as those focused on addressing problems generated by floods, through the implantation of hydroenvironmental and edaphic works, new forms of cultivation and especially the form of addressing the problem through the collective awareness of local reality, strengthening of association organizations and continued capacity building of all stakeholders. Therefore, participatory methodologies were adopted as a strategy to ensure the involvement of local populations in the resolution of problems.

At the beginning of activities, a work was carried out to select an association to manage the Project, which was given the name of Mother Association, for which the Community Association of Small Producers of Iguaçu was elected. That association was selected because it was the most organized of all, had a better structure and was able to assume the project management responsibilities.

Following the signing of the agreement with Iguaçu association, the capacity building of its officers was scheduled (see Figures 5 and 6), with emphasis on control of accounts, through accounting courses. In addition to courses, several activities were performed by the association, where no actions were taken without the involvement of its board and members.

Figure 5 – PRODHAM managers and technicians, and leaderships of Iguaçu district at an organizational strengthening event.
Source: *PRODHAM*

Figure 6 – Detail of a capacity building workshop in Iguaçu, Canindé-CE.
Source: *PRODHAM*

4.4. Target-Public Participation

A proposal for work jointly with communities was formulated to ensure an effective participation of social actors in project planning and management, and a greater transparency of actions and application of financial resources.

A work system was developed, where leaderships and representatives of several communities became aware of the scope of Project, the importance of creation of discussion forums for the project and other activities occurring in the area, in addition to the importance of electing representatives that were committed to the community development and the participatory management process.

To ensure the correct application of financial resources allocated by the State, all leaderships participated in training in basic accounting, which allowed the selection of "community accountants" that are today responsible for the whole management of associations. This action accredits the communities with bank institutions and ensures a better promptness in release of funds from other governmental projects.

In close partnership with municipal education secretariats, a literacy system was implanted for all adults involved in project activities, which led to knowledge democratization and social inclusion process.

Aiming to increase the self-esteem of population residing in the area, strengthen the speculative mind and redeem the local cultural identity, the Project supported the formation of artistic and cultural groups.

4.5. Spontaneous Adherence

Work success was not dependant on the technical project team or some local leaderships only, but also on the interest and full spontaneous adherence of several partners and local institutional and social actors (families/producers, community organizations, governmental entities, corporate entities, etc.) (see Figure 7).

Figure 7 – Signing of agreement between SRH-CE and Iguaçu Community Association in Canindé-CE.
Source: *PRODHAM*

5. Results from leading role

5.1. Organizational Strengthening

Most expected effects of that component refer to the creation of conditions for the occurrence of changes to the behavior of Cangati River hydrographic microbasin producers with respect to the use of technologies for soil and water preservation, construction of hydroenvironmental infrastructures, and the adoption of that proposal by producers as a daily habit.

In this sense, a full work of capacity building was developed for leaders and other social actors able to mobilize the communities toward an awareness work to recover and preserve natural resources (water, soil and vegetation), as well as the techniques for use of such resources, aiming to improve the microbasin populations life conditions and their replication in other areas where natural resources are at a degradation process.

Capacity building courses were also offered to association officers to increase their skills to manage them, by establishing participatory standards and methodologies and provide them with conditions to replicate such techniques in other areas in similar conditions. Also, several courses on association techniques were held, which were attended by representative of several local communities. In addition to such courses, other courses for exploration of „pet bottles, apiculture and other courses were offered.

5.2. Socioeconomic and Environmental Effects

The socioeconomic effect of this work was the participatory process that provided the local social actors with the understanding of communitys reality and planning of actions, as well as their participatory implantation involving several social segments of Cangati River microbasin (see Figure 8).

New economic activities emerged from several PRODHAM actions. Among them, the productive use of sediments and water accumulated in successive dams, cultivation in underground dam areas, contour line cultivation, control of ground clearance by fire, and dissemination of apiculture in several communities for income generation in several communities stand out, in addition to „pet bottle use for broom production.

Figure 8 – Detail of public event supported by PRODHAM in Iguaçu, Canindé-CE.

Source: *PRODHAM*

6. Major difficulties found

Major constraints that limited the leading role in PRODHAM areas included:

a) Population's education level

The great problem of communities in Northeastern semiarid regions is the populations low education level. In Cangati River microbasin, education level is also low and the population is unwilling to improve that situation. Under PRODHAM, an attempt was made to combine community activities of hydroenvironmental work implantation with attendance to adult literacy courses, but many workers resisted to that, notwithstanding some progress was achieved.

b) Lack of incentives to adopt recommended edaphic and agricultural practices

In fact, the lack of incentive derived from many factors, including the lack of financing for crop implantation, high cost of implantation of some agricultural practices, such as agrosilvopastoral system, and the existence of a great number of landless producers. Overcoming such structural problems will depend on the implantation of land tenure reorganization to give everybody access to land and the creation of financing sources to make local economic activities feasible.

c) Discontinuity of PRODHAM actions

Another great problem was the discontinuity of PRODHAM actions due to government changes. During the years of Project implantation changes in the government occurred, which caused the appointment of four different Project managers in only 10 years, bringing serious consequences to Project implantation and monitoring, and generating discredit in local communities.

d) Lack of financing to implement actions not included in the Project

Most producers have no access to land tenure, and therefore, have no access to credit. PRODHAM, on the other hand, did not anticipate the financing of productive activities that had been identified and could be disseminated and strengthened to give the families an income alternative and ensure stability. As this is a pilot project, many actions were not anticipated, one of which was financing such productive activities. If funds to finance such productive activities had been available, probably the economic effect would have been more visible.

e) Irregular precipitation

Another significant factor that made activities difficult, causing therefore a greater impact on the economic performance of PRODHAM works, was the several years of drought. In 2005 and 2007 rains were scarce in the region, what greatly affected the economic exploration of implanted infrastructure and edaphic practices, such as contour line cultivation, dry farming, and agrosilvopastoral system.

f) Discontinued capacity building

PRODHAM works were adversely affected by institutional and administrative changes that interfered with the development of works and generated some discontinuity of capacity building actions, as a result of delayed release of funds to the mother association.

g) Restricted participation of other institutions

Several institutions had been invited to participate in PRODHAM works, both for affinity matters and similar objectives between such institutions and PRODHAM, but that was not possible. There was always some constraint that precluded their participation. In the case of Ematerce, allegedly there were no funds available for its effective participation in the microbasin area. Therefore, the Project had an insufficient technical assistance. It appears that the unavailability of financial resources precluded the institutions participation. That problem could have been overcome if the project had anticipated resources for signing an agreement with the institution including the allocation of funds, what would have made its participation obligatory.

h) Deep-rooted habits

Adoption of some techniques introduced by the Project was restricted by deep- rooted habits of HMB farmers. Techniques transferred from father to son, generation after generation, constituted the main factor that restricted the implantation of new techniques.

7. Conclusions

Leading role induced by PRODHAM was a factor that enabled the implantation of a diversified quantity of oil, water and vegetation preservation works. That leading role led to the emergence of local leaders who became the great defenders of implemented actions, as they acknowledged by the day-to-day practice the effectiveness of several local actions, such as the reduction of water erosion action by the construction of stone barriers and terraces, as well as the retention of sediments by successive dams. In production terms, there was an expressive increase of dry

crop productivity as a consequence of a greater soil and water retention enabled by introduced cultivation techniques, such as: dry farming, contour lines, stone barriers, terraces, etc.

Leading role is also highlighted in perennialization of actions implemented by the Project, as communities are mobilized not only to maintain the existing works, but also to transfer them other interested producers. It is noted that, after the departure of PRODHAM technicians, communities have continued to care with the environment, especially by preventing ground clearance by fire and felling of ciliary forest trees, treating waste and promoting sustainable economic activities. Leading role was responsible for solidification of PRODHAM techniques in heart and mind of population living in all four HMBs assisted by PRODHAM.

At the closing of these conclusions, excerpts of a journalistic article produced by the Press Advisory Office of the Secretariat of Water Resources are transcribed below:

> "Mr. Antônio Napoleão de Sousa Furtado, 61 years-old, no longer teaches his nine grandsons what he had learned from his father and grandfather about how to work in the land. Now he teaches what is right. Until six years ago, he had seen the soil „melting at huge erosions. Corn leaves and beans were thrown to the fire in ground burning before replanting. The land was left clean and sand became dark. He thought that it was the best way to clean the soil. Mr. Napoleão, like his father and grandfather, cultivated down the slope. When it rained, he waited for flood some minutes later. Water runoff carried everything down and all crops were lost."

Also, according to Mr. Napoleão,

> "At the beginning of the project, there were erosions that opened room for people to get inside. But now this is hardly seen. To me, PRODHAM is a farmer educator. Today, people know that if they fail to care for the environment it will be worse. At least here productivity has increased."

References

CEARÁ. IPECE. **Basic municipal profile**: Canindé. Fortaleza: 2009.

FRANÇA, F. M. C. Coord. **Socioeconomic evaluation of PRODHAM results and impacts PRODHAM and suggested policies**. Fortaleza: SRH- CE/FUNCEME, 2010.

SRH-CE. **Geoenvironmental evaluation of conservational practices implemented in Cangati River microbasin, Canindé-CE**. Fortaleza: SRH-CE/FUNCEME, 2010.

SRH-CE. **Global socioeconomic analysis of Cangati River hydrographic microbasin in the municipality of Canindé-CE**: starting point report. Fortaleza: SOHIDRA/FUNCEME, 2005.

SRH-CE/SOHIDRA. **2009 Annual PRODHAM Report. Fortaleza**: SRH-CE, 2010.

Community-based adaptation of tribal women to climate change in semi-arid India

*Purabi Bose**

Resumo

Apesar dos esforços internacionais para proteger os direitos humanos, políticas de mitigação das alterações climáticas não tratam adequadamente da resolução dos problemas das comunidades vulneráveis que vivem em zonas áridas e semiáridas. Este artigo analisa como os planos de políticas de mudança climática podem interferir com as estratégias (existentes) de adaptação de comunidades vulneráveis e instituições locais, e oferece recomendações sobre como a política e processos de mudanças climáticas podem lidar melhor com os seus próprios impactos negativos. A discussão é baseada em estudos de caso de grupos tribais vulneráveis dependentes da floresta em regiões sujeitas à seca no semiárido Rajasthan, Índia. Os resultados indicam que intervenções de políticas bem intencionadas mas contraditórias podem afetar adversamente os meios de subsistência tribal, particularmente as mulheres. No entanto, as estratégias de adaptação baseadas na comunidade, adotadas por

Abstract

Despite international efforts to protect human rights, climate mitigation policies are not adequately addressing the problems of vulnerable communities living in arid and semi- arid zones. This paper analyzes how climate change policy plans may interfere with the (existing) adaptation strategies of vulnerable communities and local institutions, and provides recommendations on how climate change policy and process can better deal

with their own negative impacts. Discussion is based on case studies of vulnerable forest- dependent tribal communities from drought-prone semi-arid Rajasthan, India. Findings indicate that otherwise well-intended, but contradicting policy interventions can

adversely affect tribal livelihoods, particularly women. Yet, community-based adaptation strategies adopted by tribal people fail to gain attention as potential solutions in policy processes. Recommendations to counter this failure are outlined.

* Ms. Purabi Bose (citizen of India), PhD student, Forest and Nature Conservation Policy Chair Group, Wageningen UR, P.O. Box 47, 6700AA, Wageningen, the Netherlands.

pessoas tribais, deixam de ganhar a atenção como potenciais soluções nos processos políticos. Recomendações para combater esta falha são descritas.

Palavras-chave: a seca, os povos indígenas; floresta; adaptação; vulnerabilidade.

Keywords: *drought; indigenous peoples; forest; adaptation; vulnerability.*

1. Introduction

Discourse on climate change and forest emphasizes the risks and impact on forest landscapes and on forest-dependent people. In many developing countries, forestry, after agriculture, is the second largest land use and the major source of livelihood in poor rural and tribal areas. Adaptation has become an important solution to cope with climate change. Contrary to common interpretations, adaptation does not relate solely to the responsibility of vulnerable local communities, but rather to the responsibility of all those who are causing vulnerability, including those who are accountable for it.

Poor rural people's adaptation to drought, storm or flood is not a new phenomenon. For centuries, people across the globe have adapted using diverse local strategies to cope with socio-ecological variability. With the growing concern about climate change and its impact on the livelihood of the poor – particularly marginalized women and children – it has become even more important to understand the adaptation knowledge of local communities. Several reports and documents link climate change, vulnerability and human rights issues to address the larger ongoing development challenges and international negotiations. Cannon, Twigg and Rowell (n.d.) state that those worst affected by climate variability and change are the world's poor, who are vulnerable to loss of livelihoods and assets, hunger and famine, and they have few or no support systems. Marginalized groups such as poor tribal people often live in drought- prone or flood-risk zones without sufficient safety nets such as insurance to cope with any losses. Moreover, they lack the ability (power) to influence government policies by demanding protection or relief support. Thus, their daily livelihood is challenging even without climate variability or change. The larger question of marginalized communities' basic human rights is at issue.

The objective of this paper is to elucidate relatively neglected local adaptation strategies for coping with droughts in semi-arid, poor tribal areas of India. More specifically, this paper is concerned with forest-dependent, vulnerable tribal women's experiences of droughts and their efforts to cope with the resultant changing environment. The next section deals with the study

area and methodology. The findings of this empirical case study are then presented. The last section concludes that there is need for further scientific and practice-based research to ensure that tribal women's voices are heard and that they can influence forest tenure policies and pro-poor drought- risk reduction activities.

2. The study area

2.1. The Bhil tribe of western India

India's 80 million ethnic minority known as Scheduled Tribes (henceforth used as interchangeable with the term, tribal people) are largely forest dependent for their livelihoods and inhabit arid and semi-arid regions. It is estimated that there are almost

700 recognized Scheduled Tribes (Sinha 2005). Since it is the state government that adjudicates on whether or not a tribe can be recognized as such, often there are demands for formal recognition by some communities who recognize themselves as van vasis or adivasis in order to receive certain benefits and schemes from the state and the right to apply for reserved posts in government bodies. In the last decade, violence has erupted in several parts of India over the issue of non-recognition of several ethnic minority groups as Scheduled Tribes. In May 2008, Rajasthan state in the western region of India saw riots due to protests by the Gujar, a pastoralist community, in support of their demand to be recognized as a Scheduled Tribe. Gujars are classified by the government as Unscheduled Tribes (Kavoori 2007). Heterogeneity within Scheduled Tribes is immense and sometimes observed within the same tribe across geographical boundaries having distinct languages and dialects, habits, beliefs, religion and customary practices. Almost 84 percent of India's tribal ethnic minority live in forested areas depended on forest- based economies and experience the greatest poverty (Sunderlin et al. 2005).

The population in this study is the Bhil tribe. Bhils are the third largest Scheduled Tribe in India after the Gonds and the Santhals, and one of the poorest. They are the predominant tribe in the contiguous semi-arid tribal districts in the Fifth Scheduled Areas of Gujarat, Madhya Pradesh and Rajasthan states in western and central India. Citing the work of several scholars, Mosse (2005) points out that, during the colonial period, the stereotypical image of wild hill tribes was based on discourse that viewed the Bhils as a people forced by powerful pre-British Rajput and Maratha rulers into the remote forest tracts, from where they became a source of raiding and dacoitry. During colonial rule, like other forest-dwelling communities, the Bhils lost control of the forestland due to the introduction of a state monopoly on timber. Settled agricultural practice was introduced in the region by banning shifting cultivation. There are some instances of religious

groups that attempted to convert the Bhils, but this did not fully succeed in this region. In other words, the Bhils were exposed several external forces that affected their livelihoods.

They were supposed to be traditionally a matriarchal society, and most communities also have their own traditional or customary institutions. Over the years, the majority of Bhils have become settled agriculturalists like mainstream society practicing patrilineal kinship in relation to land title and property rights (Baviskar 2003).

2.2. Semi-arid dry deciduous degraded forestland

The nature of what constitutes a forest has been a debatable issue globally, because it is difficult to arrive at a single policy definition of forest that can apply in the continuum of forest-dependent people, trees and biodiversity, among other factors (Noordwijk and Minang 2009). Indian legislation and different actors have a number of contending definitions. The word forest signifies a different meaning to tribal people. It means home, habitat, culture and economic value for their livelihoods. For forest departments, on the other hand, the forest is an administrative unit of land categorization and protection. A definition proposed by the Union Ministry of Environment and Forests reads thus: "[a]n area under Government control notified or recorded as 'forest' under any Act, for conservation and management of ecological and biological resources" (Rastogi 2007:35). This definition, if implemented, would have consequences for the local inhabitants of the forests, particularly for the Bhils who inhabit forest villages and degraded forestlands that are not surveyed, recorded or notified. Tribal land-use practices are traditionally based on oral culture. Lack of documents as proof of ownership has historically deprived the Bhils of their property rights, making them so-called encroachers in the area that has been their ancestral land for centuries. To rectify this, Forest Bill 2007 was passed in India.

On average, the agricultural landholding of a Bhil household is less than a hectare. Agriculture is rain fed and labour intensive. Poor soil quality due to soil erosion and low rainfall are major determining factors for the choice of crop diversity in the field. Crops grown during the *Kharif (summer)* season are largely rain-fed, non-hybrid varieties of maize and millets such as *bajra (Pennisetum typhoides), kutk*i or little millet, which form the staple diet of this region. Whereas maize is grown on 75 percent of the rain-fed cropped areas in this region, most of the millets are traditional crops grown as intercropping. Some of the millets are have a high nutrient value, are drought resistant and grow easily on dry and degraded land. In some groundwater irrigated areas, wheat is one of the *Rabi* (winter) crops. The climate is tropical, with the temperature reaching 45 degrees Celsius in the summer months from March to June, with an average rainfall of 650mm to 950mm between June and September.

Droughts have been a recurrent phenomenon in the semi-arid region of western India. However, the impact is more severe due to loss of forest tenure and a high dependency on rain-fed agriculture that often results in crop failure. The detailed evaluation report, *State of the World's Minorities 2008* (Minority Rights Group International 2008), points out that discrimination against minority groups and indigenous communities in India makes it harder for them to cope with the impacts of climate change. One of the factors mentioned in the report is that tribal communities rarely receive any drought-related relief packages. Dry, deciduous, degraded forests no longer provide safety nets for the forest-dependent Bhil tribe. Thus, due to recurrent crop failure, some Bhils are forced to migrate for work to supplement their income. Every year, increasing numbers of the Bhil population migrate to neighbouring towns and cities from this region to work as low-paid unskilled casual labourers. According to Sunderlin et al. (2008: 1388), such trend "is a reflection not just of increased income opportunities in agriculture and other domains, but also of decreased availability of types of forest resources that might have been abundant in the past."

Cattle used to serve an important economic function in Bhil livelihoods, but due to depletion of fodder the cattle number per household fluctuates every year. Moreover, the gauchar (communal grazing) land is either degraded or encroached or has been closed from open grazing. Tribal women suffer the worst impact of drought, poverty, land alienation and scarcity of natural resources (Agarwal 2001). With the restrictions on access to commons, it is the tribal women who bear the brunt of the hardship involved in collecting potable water, firewood, fodder, medicinal plants and other non-timber forest products. Non-timber forest products such as honey, *tendu leaves (Diospyros melanoxylon), mahua flowers (Madhuca indica), chirota (Cassia tora)* and resins supplement to some extent the income of Bhil households. In some tribal districts, the collection of non-timber forest products is restricted to members of forest users' committees or village members formally protecting the adjoining forests.

3. Empirical data and method

The empirical data used in this paper derive from fieldwork undertaken during two summer seasons (2008 and 2009), which were two consecutive drought years in

scheduled areas of semi-arid western India. The study was conducted in Banswara district of Rajasthan state (with one of the highest poverty indicators), with a large population of Bhil and Bhilala tribes. The site selection was based on a number of key criteria such as scheduled areas dominated by tribal communities, some form of tribal customary institutions in the management of common pool resources (CPRs), tribal people's dependence on natural resources and the implementation of forest decentralization (Forest Rights Act 2006) reform.

A case-study method using a participatory approach was employed, including in- depth qualitative interviews with two women's self-help groups from two neighbouring villages in the district. In addition, individual household interviews were conducted with 12 women-headed households and executive committee members of village forest institutions in these villages. In view of the high illiteracy rate, seasonal migration of tribe members (for wage labour in neighbouring cities) and relevance to the study objectives, a combination of data collection approaches was employed: informal meetings, observation under natural conditions, focus group discussions, participatory mapping and interviews (Yin 1994).

In qualitative studies, it is possible for perceptions of respondents to be influenced (Leurs 1996). In this study, this effect could reflect either power difference between local people and researchers and/or the drought at the time the study was conducted (Bailey 1978). For the qualitative data analysis, a database of codes was developed, the interview texts were coded and the data were verified (Kumar 2005).

4. Community-based adaptations (CBA): findings

The term adaptation is often misunderstood as the responsibility of local communities to adjust to the changing environment, placing on them the burden to deal with the changing situation. This is a narrow understanding of the term. Adaptation can also encompass holistic dimensions of the local adaptation with an inclusive approach – social, political and economic, as well as global development policy (Reid et al. 2009), but, more broadly on the community level rather than on an independent individual's response to drought. Community-based adaptation (CBA) is a relatively new concept. A simple meaning of community-based adaptation to climate change is "a community-led process, based on communities' priorities, needs, knowledge, and capacities, which should empower people to plan for and cope with the impacts of climate change" (Reid et al. 2009: 13). However, community is rarely a well-defined concept. Agrawal and Gibson (1999: 633) argue that if "community is viewed as a unified, organic whole, then, it fails to attend to differences within communities, and ignores how these differences affect resource management outcomes, local politics, and strategic interaction within communities, as well as the possibility of layered alliances that can span multiple levels of politics". For equitable policy and decision making, such details about community require attention.

Within a community, different sections have different power (political) and capacity to undertake adaptation. Marginalized poor Bhil women are affected by depleting firewood and fodder and increasing food shortage. Moreover, tribal women's voices rarely influence political decision making (Agarwal 1993), including in relation to their needs relating to adaptation to climate

variability or change. With limited scope to influence political decision making, a decentralized local institution plays a significant role. Decentralization, argues Ribot (2004), requires a significant transfer of discretionary powers to local bodies, who are accountable to the population in their jurisdiction, for example local elected government, *e.g. gram panchayat in* India. Bhil women's limited opportunity to participate in politics restricts them from voicing their opinion about climate change adaptation activities.

4.1. Community-based adaptation of village A

With two consecutive drought years (2008 and 2009), most forest-dependent Bhil men migrated to neighbouring cities for daily wage labour employment. Thus, Bhil women were household heads for almost six to eight months during these drought seasons. Almost two decades ago, during drought years most Bhil families were able to remain in their villages and adapt to the climate impacts by depending on non-timber forest resources. However, in recent years, with recurrent droughts over longer periods, degradation of forests and uncertain forest tenure rights, non-timber forest resources have become an insufficient source of livelihood. Bhil women in this village started to work as a community to face the challenges of climate variability and change (experienced as drought). The village group local government (gram panchayat) showed no interest in women's need for fodder (to feed livestock) or income-generation activities. On the other hand, the newly selected village forest institution excluded the women from the decision-making process. This change was challenging for women who collect firewood and fodder from the forest. The newly formed informal women's community aimed to revitalize the indigenous and scientific strategies for coping with drought.

The tribal women's CBA mainly took the form of horticulture on farm land, introducing the kitchen garden and drought-resistant millets for agriculture. Tribal kinship relations helped them to support each other in household chores and in farming drought-resistant millets. They took the initiative to explore different varieties of traditional millets that would tolerate the drought and dry soil conditions. In the first year, the crops failed. This led to a change in strategy and to creating pressure on the district government to support their adaptation practices. Funding to support this initiative was approved and, the next year, which was again a drought year, the tribal women successfully farmed the drought resistant millets. The men of the household, on the other hand, initially opposed the women's interest in practicing horticulture on farmland. The fact that most women were devoid of any land tenure rights made them dependent on the men of their household. However, the support of the local organization and the training of the women's group helped the women to gain approval from their household head, and the women were empowered by the fact that they could now access the market. Exchange of their agricultural output in the market gave them independence (economic and political relations).

Because of their success, horticulture and a community-based approach to alternative crops were extended to the other neighbouring villages.

4.2. Community-based adaptation of village B

As in village A, this village was facing extreme impacts from climate change. Moreover, about 25 percent of the households were below the poverty line, and more than half had no secured (forest) land tenure rights. Tribal women in village B created a community grain storage facility that helped the families who lacked resources. Another important aspect of their CBA was their claim on their traditional right to collect *jatropha* seed from the forest. With the increasing demand for *jatropha* seeds in the local market, the village forest institutions denied women the right to collect the seed from the forest. Through CBA, jatropha (a drought resistant plant) was planted as a fence on their farmland and on communal areas (grazing land). During the drought year, the tribal women's community took the initiative to negotiate with the district tribal development office in marketing the *jatropha* seed.

During the CBA implementation process, the village B tribal women were able to network and establish good links directly with the buyers. This helped them to get the market rate without paying commission to an agent. Moreover, collective selling resulted in a better price, and the proceeds were distributed among them depending upon each woman's seed production. The amount of *jatropha* seed collected from the women's own plantations (planted as fences on farm land and in open-access/grazing land) as part of their CBA activity was greater than the total quantity collected by the village forest institutions from forestland. The women's group demanded re-selection of the women who would hold a seat on the executive committee of the village forest institution. Previously, the women representatives in the village forest institution were connected by kinship to the few elite political members of the institution. Indirectly, their adaptation technique to survive climate change enabled the women to gain political power at village level.

5. Discussion

Agrawal's (Draft 2007) framework on adaptation, institutions and livelihoods provides an interesting dimension for analysis. This framework classifies the basic coping strategies

to counteract environmental risks to livelihoods into five analytical categories: mobility (over space), storage (across time), diversification (across assets), communal pooling (across households) and exchange (access to markets). Institutions, according to this framework, are important in reinforcing different livelihood practices. Using Agrawal's adaptation as an analytical framework, this paper briefly discusses community-based adaptation by tribal women.

As observed from the above two cases, tribal women faced the challenge of decentralized local government (*panchayat*). In village B, the village forest institution resisted by not sharing information, thereby increasing unpredictability and by excluding the vulnerable groups – the tribal women. Findings indicate that different kind of institutions (see Table 1) influence or hinder community-based adaptation strategies. Property rights and forest tenure play a crucial role in community-based adaptation practices. Women without tenure rights face the challenges of access to resources and decisions relating to changing farming systems.

The empirical evidence in this paper points to an interesting relationship between the institution, adaptation strategy adopted and livelihoods. However, this paper argues that political power and representation of marginalized groups are equally important. It is possible to achieve community-based adaptation to climate change without the support of local institutions if the level of risk (here drought) is very high and may have a negative impact on livelihoods. Some of the women in these villages were not part of the adaptation process due to their household's economic situation and the low risk of drought. Finally, the case study also indicates that women's interest in political participation in village forest institutions is high. This could be due to their dependency on the forest for their livelihood, especially during drought years. The jatropha plant became an important community-based adaptation for two reasons: its drought resistance and market demand. Such positive impacts of community-based adaptation helped to improve the livelihood outcomes of the forest-dependent tribal households.

6. Conclusion and recommendations

This paper attempted to show the role of tribal women's collective activities in understanding the importance of adaptation to frequent droughts in the semi-arid region of western India. However, it may be argued whether these activities can be considered as a response to frequent climate variability or as a response to concern about possible future climate change. Nevertheless, it is evident from this case study that tribal women protect themselves by various adaptation mechanisms. Community-based adaptation by diversification (agro-forestry, horticulture), asset pooling among kinship/hamlets, and migration to the cities or wage labour enabled them to overcome the climate stress. As observed, village forest institutions play an important role in enabling (or possibly hindering) the initiatives of community-based adaptation practices.

Continuous dialogue and renegotiation are required to shape changing political relations between the main actors. At local level, there is need for a shift towards devolution of discretionary decision making and the transfer of tenure rights to marginalized tribal communities, including women. Moreover, there is need to statutorily recognize a forest management institution by

different line ministries and departments managing forests in tribal areas. At national level, there is need for a constitutional approach to forestry reform in which the state should be accountable. A clear tribal policy that stresses the recognition of traditional forest and land tenure rights of tribal people is a key requirement for the success of coping with climate variability. The concept of adaptation as coined in the western world and by external agents (donors, researchers, etc.) is evidently different from the perception of poor, marginalized tribal communities. Therefore, there is an urgent need to revisit what community-based adaptation implies in tribal areas for the management of degraded forests. Equally, there is need for empirical research to examine role of community-based adaptation and rights-based policies in the current decentralized approach to forest management in tribal areas.

Political power is an important aspect of climate variability and change. Political participation by vulnerable tribal women is crucial to ensure that they influence policy and that their voices are heard in major forest and climate negotiations. For negotiations at local (village) level, people's representation, including the opinion of vulnerable populations, is essential. This begs the question as to who is vulnerable and calls for local knowledge to solve the problem, the local perception of what is at risk and how it can be solved, and what needs to be prioritized by policymakers. For negotiations at national level, in addition to the above, it will mean networking and policy advocacy with multi- disciplinary institutions, ensuring devolution of power, implementation, monitoring and reviewing adaptation practices, allocation of funding and resources. And, at global level, negotiations must involve transparent deals that benefit the vulnerable groups such as children, indigenous peoples and poor women. The underlying process of such negotiations needs to be empowerment of marginalized groups, without any dangerous impact on their livelihoods and environment.

A great amount of research is needed to document and analyse the community- based approach. Forest and land tenure rights of tribal women and other vulnerable groups could complement their climate change and variability adaptation practices. Mainstreaming community-based adaptation in development projects is not the only option. Flexible localized rather than adoption of a single community-based approach should be focus of discretionary decision-making process of elected local institutions. The success of community-based adaptation depends on recent forest tenure reform that gives recognition of the forest tenure rights of the Scheduled Tribes and other forest- dependent people. There is need to explore a holistic and comprehensive understanding of various adaptation strategies (including local initiatives) and existing forest policy activities to cope with droughts in semi-arid regions. That is, more scientific and empirical evidence is needed on how a given group of a marginalized population at high risk (of drought or flood) will be affected by climate change.

The key recommendation is that local initiatives (such as those described in this paper) should provide an opportunity for government, research institutions, donors and policymakers to recognize and promote community-based adaptation strategies. On an optimistic note, a win-win situation for sustainable forest management without any negative impacts (of climate stress or change) on vulnerable groups is possible to achieve

References

AGRAWAL, A. Draft. **Adaptation, institutions and livelihoods**. 2007.

AGRAWAL, A.; GIBSON, C. Enchantment and disenchantment: the role of community in natural resource conservation. **World Development** v. 27, n. 4, p. 629-649, 1999.

AGARWAL, B. Social security and the family: coping with seasonality and calamity in rural India. **Agriculture and Human Values** p.156-165, 1993.

____. Participatory exclusions, community forestry, and gender: an analysis for South Asia and a conceptual framework. **World Development** v. 29, n. 10, p. 1623-1648, 2001.

BAILEY, K.D. **Methods of social research**. 3. ed. The Free Press, New York. 1978.

BAVISKAR, A. Tribal politics and discourses of environmentalism. In: GREENOUGH, P.; TSING, A. eds. **Nature in the global south: environmental projects in South and Southeast Asia**. Duke University Press, Durham, NC. 2003.

CANNON, T.; TWIGG, J.; ROWELL, J. **Social vulnerability, sustainable livelihoods and disaster**. Report to DFID, Conflict and Humanitarian Assistance Department and Sustainable Livelihoods Support Office. Natural Resources Institute, University of Greenwich, Chatham, s.d.

KAVOORI, P.S. Reservation for Gujars: a pastoral perspective. **Economic and Political Weekly** v.42, n. 8, p. 3833-3834, 2007.

KUMAR, R. **Research methodology**. 2. ed. Sage Publications, Place of publication. 2005.

LEURS, R. Current challenges facing participatory rural appraisal. **Public Administration and Development** v.16, p. 57-72, 1996.

MOSSE, D. **Cultivating development. An ethnography of aid policy and practice**. Pluto Press, London, 2005.

MINORITY RIGHTS GROUP INTERNATIONAL **State of the World's Minorities** 2008, Climate Change Special. Minority Rights Group International, London. p. 200, 2008.

NOORDWIJK, M. van; MINANG, P. If we cannot define it, we cannot save it. In: BODEGOM, A.J. v., SAVENIJE, H.; WIT, M. eds. **Forest and climate change: adaptation and mitigation**. Tropenbos International, Wageningen, The Netherlands, 2009.

RASTOGI, A. **Hereinafter, forests. Down to Earth**. Centre for Science and Environment, New Delhi, June v. 15, p. 35- 44, 2007.

REID, H.; ALAM, M.; BERGER, R.; CANNON, T.; MILLIGAN, A. Community-based adaptation to climate change: an overview. In: REID, H.; ALAM, M.; BERGER, R.; CANNON, T.; MILLIGAN, A. eds. **Participatory learning and action: community-based adaptation to climate change**. IIED, London, 2009.

RIBOT, J.C. **Waiting for democracy: the politics of choice in natural resource decentralization. World Resource Institute**, Washington, DC, 2004.

SINHA, M.K. Minority rights: a case study of India. **International Journal on Minority and Group Rights** v.12, n. 4, p. 355-374, 2005.

SUNDERLIN, W.D.; ANGELSEN, A.; BELCHER, B.; BURGERS, P.; NASI, R.; SANTOSO, L.; WUNDER, S. Livelihoods, forests, and conservation in developing countries: an overview. **World Development Oxford** v. 33, n. 9, p. 1383-1402, 2005.

SUNDERLIN, W.; HATCHER, J.; LIDDLE, M. **From exclusion to ownership? Challenges and opportunities in advancing forest tenure reform**. Rights and Resource Initiative, Washington DC, 2008.

YIN, R.K. **Case study research: design and methods**. Sage Publications, Thousand Oaks, CA, 1994.

Climate change adaptation and food insecurity in Maradi District – Niger

*Moussa na Abou Mamouda**

Resumo

No distrito de Maradi (Niger), mais de 80% da população é composta por agricultores praticando uma agricultura de sequeiro. No entanto, devido à variabilidade e a mudanças climáticas, a chuva tornou-se incerta, vindo cedo demais, tarde demais, muito ou pouco. Por outro lado, as estações estão se tornando mais curtas e as temperaturas anuais mais extremas. Durante a visita de campo e levantamento anterior em janeiro de 2007 entre as comunidades do distrito Maradi (Tibiri, Maradawa e Gabi), um relatório alarmante declarou o seguinte: mais de 50% dos agricultores entrevistados disseram que consomem totalmente suas colheitas logo após três meses! Durante os restantes nove meses do ano e antes da próxima colheita, essas comunidades costumavam desenvolver pequenas atividades de irrigação e de geração de renda com a produção de frutas e legumes. Mas, por causa da variabilidade e mudanças climáticas, esses agricultores estão enfrentando um grande desafio na busca de águas superficiais e subterrâneas para irrigação. Como resultado, qualquer estratégia de adaptação por meio de irrigação tornou-se tão cara (principalmente devido aos preços elevados

Abstract

In Maradi district (Niger), more than 80% of the population is composed of farmers practicing a rain fed agriculture. However, because of climate variability and changes, rainfall has become uncertain, either coming too early, too late, too much or too little. On the other hand, seasons are becoming shorter and annual temperatures more extreme. During previous field visit and survey in January 2007 among Maradi district communities (Tibiri, Maradawa and Gabi), an alarming report stated the following: over 50% of interviewed farmers said that they entirely consume their harvest just after three months! During the remaining nine months in the year and before the next harvest, these communities used to develop small irrigation and income generating activities from fruit and vegetables they produced. But, because of climate variability and change, these farmers are facing a tremendous challenge in fetching surface and ground water for irrigation. As a result, any adaptation strategy via irrigation became so costly (mainly because of high oil prices and difficult access to energy services) that it is out of many small farmers' reach. In order to ensure their food security,

* Cheikh Anta Diop University, Dakar, Senegal - mamoudam@orange.sn, namorydiop@yahoo.fr

do petróleo e a dificuldade de acesso aos serviços de energia) que está fora do alcance de muitos pequenos agricultores. A fim de garantir sua segurança alimentar, essas comunidades geralmente desenvolvem alguns mecanismos de convivência, incluindo formação de redes sociais, solidariedade, e outras alternativas, irrigação em pequena escala ou migração. No entanto, a irrigação tornou-se menos produtiva por causa da escassez de água e temperaturas mais elevadas. O único rio (Goulbi) que flui através da cidade de Maradi e que costumava fluir, pelo menos, por seis meses após a temporada de chuvas, agora está fluindo por apenas 1- 2 meses, por causa da redução na precipitação anual regional e também por causa de uma barragem construída a montante na Nigéria, um país vizinho de Níger. A combinação de todos estes fatores estressantes faz de Maradi um distrito freqüentemente exposto à insegurança alimentar. Neste caso, as comunidades tendem a implementar vários mecanismos de enfrentamento para garantir sua segurança alimentar. Este artigo tenta entender esses mecanismos de enfrentamento, de modo a informar os decisores em todos os níveis na exploração de formas e meios de agregar valor em alguns desses mecanismos de enfrentamento para transformá-los em adaptação. Por causa das ligações transfronteiriças que indica, este trabalho mostra que a adaptação à mudança climática não deve mais ser considerada apenas como um processo local, mas sim um processo em escalas e níveis múltiplos.

Palavras-chave: segurança alimentar, adaptação, mecanismo de enfrentamento, capital social, processo político

*these communities generally settle for some coping mechanisms including social networking, solidarity and alternative livelihoods, small scale irrigation or migration. However, irrigation has become less productive because of water scarcity and higher minimum annual temperatures. The only one river (Goulbi) flowing across Maradi city and which use to flow for at least six months after the raining season, is now flowing for only one to two months because reduction in annual regional rainfall and also because of a dam** set upstream in Nigeria, a neighbouring country of Niger. Combination of all these stressors makes Maradi district frequently exposed to food insecurity. In this case, communities tend to implement several coping mechanisms to ensure their food security. This paper attempts to understand these coping mechanisms so as to inform policy and decision makers at all levels in the exploration of ways and means of adding value on some of these coping mechanisms to transform them into adaptation. Because of the transboundary linkages that it implies, this paper shows that adaptation to climate change should no longer be considered only as a local but multi scale, multi level process. Key words: food security, adaptation, coping mechanism, social capital, policy process.*

Keywords: *food security, adaptation, coping mechanism, social capital, policy process.*

** Jibya dam, in northern part of Nigeria, a sand dam of 65000m² unveiled in 1993 to alleviate the impacts of 1970's droughts in the Sahel and ensure food security in Nigeria.

1. Introduction

Far away from debate and controversies at international level regarding the existence of a cause and effect link between anthropogenic greenhouse gases and the observed global warming, the impacts of climate change are an undeniable reality. The adverse effects of climate change on lives

and livelihoods of the poor ado no longer need to be demonstrated. In many Sahelian countries, perturbations on normal seasonal cycles are observed over time and space; the rain begins either too early or too late; total annual, monthly and daily rainfall very often reach unexpected higher or lower thresholds and the global trends are generally in decrease. Global trends of maximum and minimum temperatures are unexpectedly increasing because of global warming.

Even if grassroots communities are not able to understand the causes of global warming, they are however aware of the fact that something unusual, abnormal and negative is happening because the impacts of these changes are felt on local livelihoods.

Being aware of the present and future challenges posed by climate change on their socio economic development, local communities did not wait for external help to develop coping mechanisms and survive. In fact, these communities have lived in the same territory for generations and centuries and as a result, they have been able autonomously or assisted, to survive and even adapt to environmental changes. If the negative impacts of these changes are felt locally, the key elements needed for an effective and efficient adaptation are generally linked to parameters and factors that are beyond the local level or scale. The case study of Maradi in the southern part of Niger allows us to highlight that multi level and multi scale characteristics of climate change adaptation in a food insecure context.

2. Context of Niger

Niger is a land locked country with an area of 1 267 000 km2 out of which three quarter is barren (Figure 1).

The aridity gradient which is decreasing from north to south engendered four ecological zones: (i) the Sahara zone (les than 150 mm of rainfall per year) which occupies 975 000 km² or 77% of country total area; (ii) a Sahelo Sahara zone (130-350 mm of rainfall) covering 150 000 km² or 12 % of the entire territory; (iii) the Sahelian zone (350-600 mm) covering 127 000 km² or 10%; and (iv) the Soudanian zone (more than 600 mm)which covers around 13 000 km² or 1% of the country's area. 80% of Niger's total population is settled in the Sahelian and Soudanian zone representing 11% of the total area of the country.

Since 1960, the annual rainfall has considerably decreased (see figure 2). The highest diminution was observed at the beginning of the 1970's and 80's when the rainfall index achieved minimal values which led to serious food deficits.

Figure 1 – Location of Niger

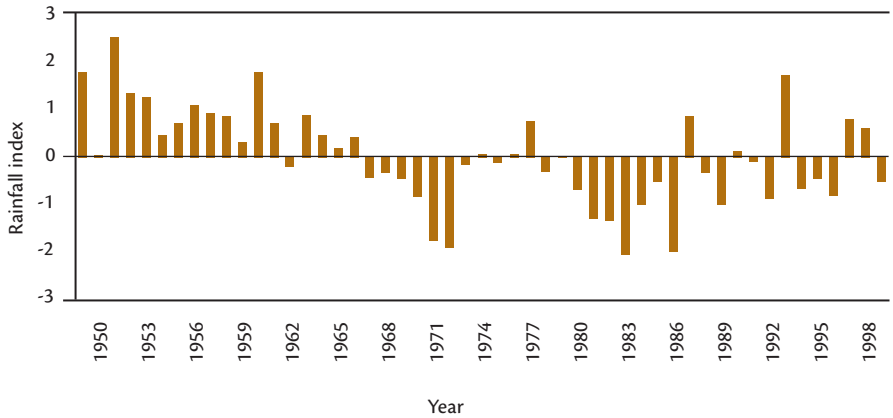


Figure 2 – Annual rainfall index in Niger

Source: *National Direction of Meteorology - http://www.meteo-niger.net/html/climatccl2.htm - 2003*

The above graph shows that since 1982, food production in Maradi is conversely proportional to population growth. This situation shows the extent to which people in Maradi are not resilient to any food shortage that may occur (Figure 3).

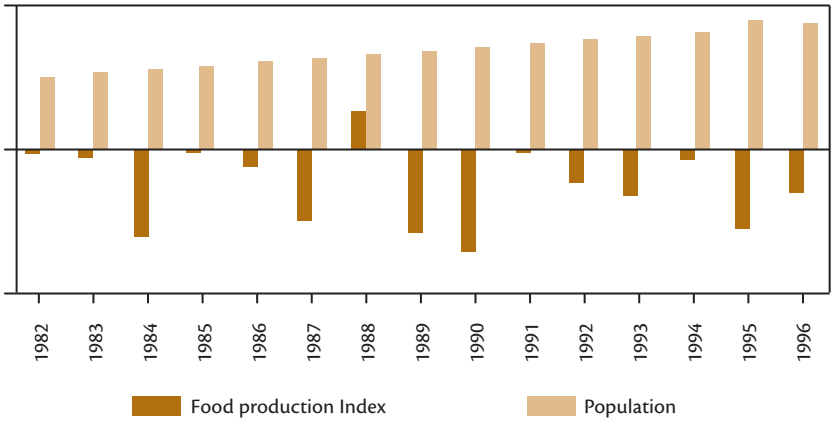


Figure 3 – Evolution of agricultural production vs population in Niger from 1982 to 1996

Source: *National Environmental Plan for sustainable Development - http://bch- cbd.naturalsciences.be/niger/ner-fra/implementation/documents/pnedd/chap22.htm*

3. Context of Maradi region

3.1. Climate

Maradi region is characterised by a north-south rainfall gradient ranging from 200 mm to 750 mm. In the extreme southern part of Maradi, the normal annual rainfall is 600 – 750m and the raining season lasts 3 to 4 months. Mean temperatures vary from 23.5 °C to 32.7°C in April/May. Relative humidity achieves maximum rates (almost 100%) in August which is also the rainiest month. Minimum relative humidity (les than 10%) is reached between December and March when the atmospheric temperature is minimal (Figure 4).

Maradi region could be divided into three agro-ecological zones:

- A Sahelo Saharian zone limited by the Tarka Valley and covering the main part of Dakoro, Tessaoua and Mayahi departments. This is the principal livestock farming zone unfortunately threatened by competition in land use from agriculture. The fauna previously rich and diverse is nowadays in net regression even in reserve area of Gadabegi mainly because of droughts and poaching.

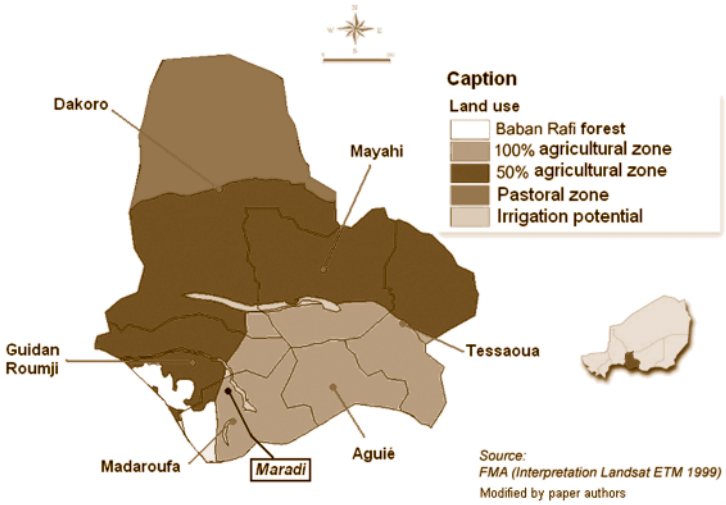


Figure 4 – The Maradi region

- A sahelian zone covering the rest of Dakoro, Mayahi and Tessaoua department including a small part of the northern part of Aguié department. This zone is comprised between the Tarka Valley and the Goulbin Kaba. The main land use is agriculture and livestock breeding.
- The soudano sahelian zone is located in the extreme south of the region and covers the departments of Guidan Roumdji, Madarounfa and Aguié and begins from Goulbin Kaba up to the border with Nigeria. The main forested areas, the lake and the Goulbi (Goulbin Kaba) of Maradi as well as our study area (Tibiri, Maradawa and Gabi) are situated in that zone. The normal annual rainfall is 600 mm and demographic pressure is very high.

3.2. Population

In 2005, Maradi region covers 41 796 km^2 (3,3%) with a population estimated at 2.202.035 inhabitants or 20.4% of Niger's population. The annual evolution rate of the population is 3.6% in Maradi region while at national level, this rate is 3.1%. The population density is 52,7 inhabitants/km2 in Maradi and 8,5 inhbts/km2 at national level.

4. The study area

The present study entitled « Food Security and Climate Change Adaptation in Maradi » was conducted in three study areas: Maradawa (a country side around Marady city), Tibiri village

(12km far away from Maradi city in he North-West) and Gabi (35 km from Maradi city in the south). The table below shows demography and total number of households in each site in 2005.

Population in study sites

Sites	Population in 2005	Number of households
Maradawa	16 306	2 595
Gabi Village	2 629	395
Tibiri Village	14 409	1 869

5. Objectives

The objectives of this paper are three fold:

(i) Analysis and understanding of different coping mechanisms undertaken by communities in Maradi to face climate variability and changes so as to inform policy and decision making on how to build on these coping strategies and design/implement adaptation and integrate it in policy and development planning.

(ii) Based on the comprehensive understanding of communities' multi scale multi level coping mechanism to the adverse effect of food insecurity, this paper reveals that adaptation to climate change should no longer be considered as only a local process because it's also being governed by drivers at higher levels and scales.

(iii) Because of the key importance of the social capital in the above coping mechanisms, the second objective of our research is to understand the role of social networks and facilities within the community in the fight against food insecurity in a changing climate.

6. Methodology and tools

The analysis tools we used consist of household surveys for participative assessment of vulnerability to climate changes and links with food insecurity. An 8-pager questionnaire has been used to collect quantitative and qualitative data in each of the three sites. A literature review was also undertaken to identify previous scientific work undertaken on the issue of climate, development and food security.

For every site, (Gabi, Tibiri and Maradawa), three interviewers were in charge of data collection through the questionnaire. Every investigator was in charge of deploying the questionnaire

in 30 households which gives 90 households per site and a total of 270 households. The filled questionnaires were assessed and analysed by the use of SPSS statistical tool. The survey was conducted within three days so as o give sufficient time to the interviewers and also insure the availability of heads of households especially in the period of farming activities (August/September).

In order to insure that the interviewers have a good understanding of the expected outcomes of the survey, a one-day training was organised for them and this was an opportunity to get a common understanding of every question in the questionnaire. The questionnaire targeted subsistence farmers and the main question raised include the size (men and women) of the household, the gender of household head, the cultivated area by owned the household, the household livelihood assets, the alternatives coping strategies undertaken by the household members in case of food insecurity, the role of social networks in the fight against food insecurity, the role of migration, etc.

7. Ecological and social vulnerability

In that part of Niger where agriculture is the main activity (more than 80% of the population), the rainfall has considerably decreased. Seasons are becoming shorter and annual temperatures are rising (Figure 5).

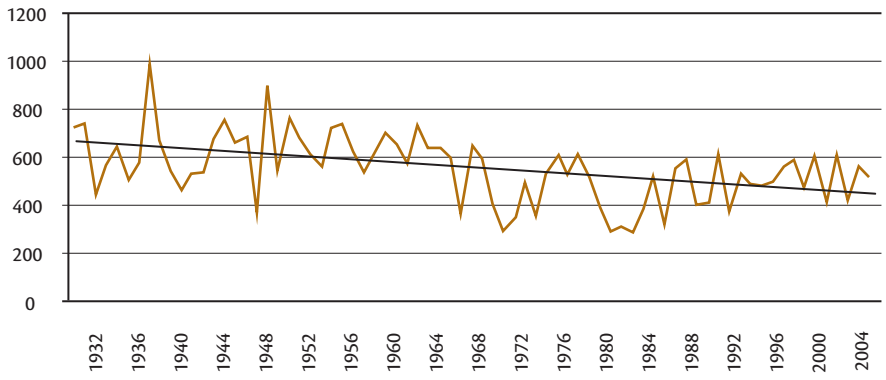


Figure 5 – Evolution of rainfall in Maradi from 1932 to 2004

The above graph shows the evolution of annual rainfall from 1932 to 2006 in Maradi region. The global trend on that time period of 72 years indicate a decrease of 30% in annual rainfall (Figure 6).

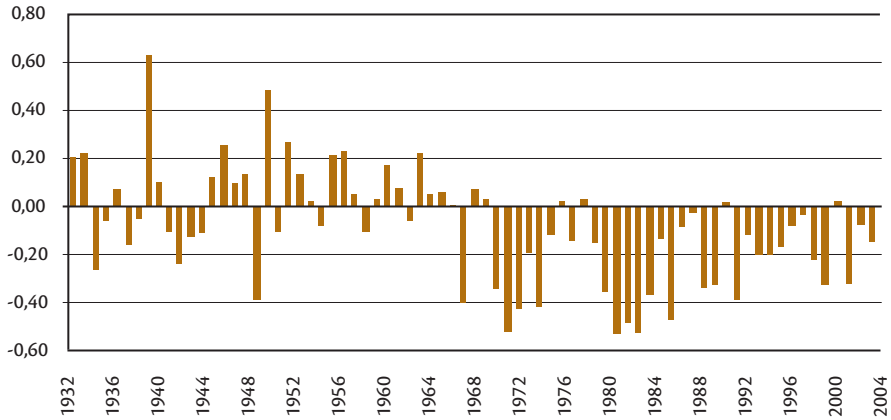


Figure 6 – Rainfall anomalies in Maradi from 1932 to 2004

The above graph highlighted the observed anomalies in total annual rainfall in comparison with the normal situation which is 600 mm/year. This graph shows that since the beginning of the 70's, the total annual rainfall in Maradi was lower than 600 mm.

Rain fed agriculture is more and more unproductive. The annual yields are no longer sufficient to cover household food needs before the next harvest. The Figure 7 below shows that less than 17% of interviewed household ((i) and (ii)) declared that they can entirely rely on their harvest during 09 to 12 months to cover all household food needs before the next harvest. The others (representing 83%) can rely on their food production for les than 9 months in the year.

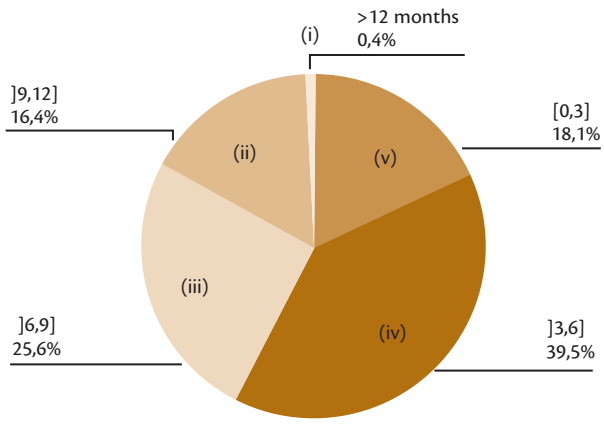


Figure 7 – Number of months covered by food production in interviewed households

Small scale irrigation has become costly and less productive because of water scarcity and too high temperatures during the cold season while fruits and vegetables need low temperatures for better development. The graph below shows the evolution of maximum (curve (i)) and minimum (curve (ii)) annual temperatures in Maradi from 1961 to 2010 in January which is the coldest month in Maradi. The global trend is an increase (Figure 8).

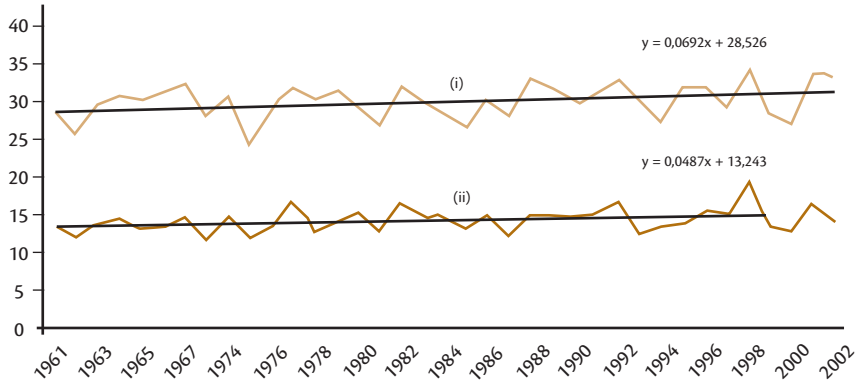


Figure 8 – Evolution of minimum and maximum temperatures in Maradi from 1961 to 2002

Source: *http://www.tutiempo.net/*

On the other hand, as shown by the Figure 9 below, 87% of farmers we interviewed have agriculture (including livestock farming) as principal source of income.

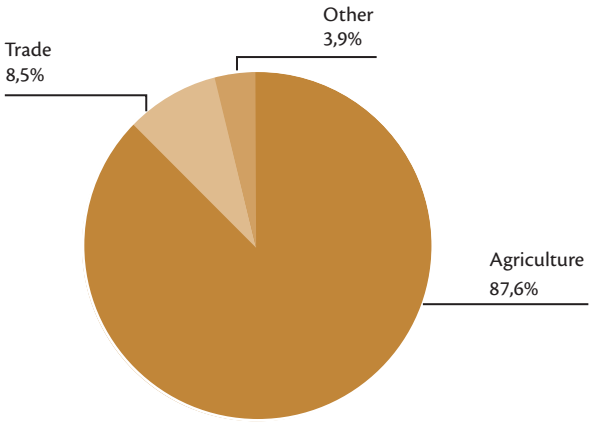


Figure 9 – Main livelihoods in interviewed households

In addition, agriculture is essentially rain fed and practiced with traditional means during a ray season lasting 3 to 4 months from June to September. In that part of Niger, the annual rural income is only 50 000 CFA francs (100 USD) and the most vulnerable households are generally held by unemployed women. Population growth is also an important driver of socio ecological vulnerability in Maradi. Apart from having a high population growth rate, Maradi region is hosting 20% (2 202 035 inhbts) of Niger's total population according to the 2001 census. Because of urbanisation, deforestation and extensive agriculture, soil fertility has considerably decreased and fertilizers are highly needed but are still out of reach of majority of farmers because of poverty and lack of subsidies from government.

8. Multi scale multi level coping/adaptation strategies undertaken by farmer communities in Maradi

To address the above socio ecological vulnerabilities, farmers and their relatives implemented a various set of coping mechanisms as well as other strategies for adaptation in case of bad food production led inter alia by scarce rainfall as a result of climatic variability and changes in order to ensure their food security. These mechanisms include:

8.1. Social networks

- Local coping strategies at household level such as sale of animals, crafts etc in order to finance purchase of food;
- Cooperation at the extended family, village or focus group level to strive for better harvests etc.;
- The search for and purchase of food at district level particularly from inter-community cereal banks;
- The search for and purchase of food from other districts and agencies within the country, especially from State cereal banks;
- The search for and purchase of food from neighboring countries (Mali, Burkina Faso, Benin, etc.) thanks principally to cereal banks put in place in the framework of regional accords such as the Organization Commune Bénin-Niger;
- Temporary migration to neighboring countries to conduct income generating activities, and make remittances in advance of following rainy season;

- Permanent migration over longer distances to where work opportunities are available either on a legitimate or clandestine basis;
- Etc.

All these coping mechanisms are mainly based on communities' social capital.

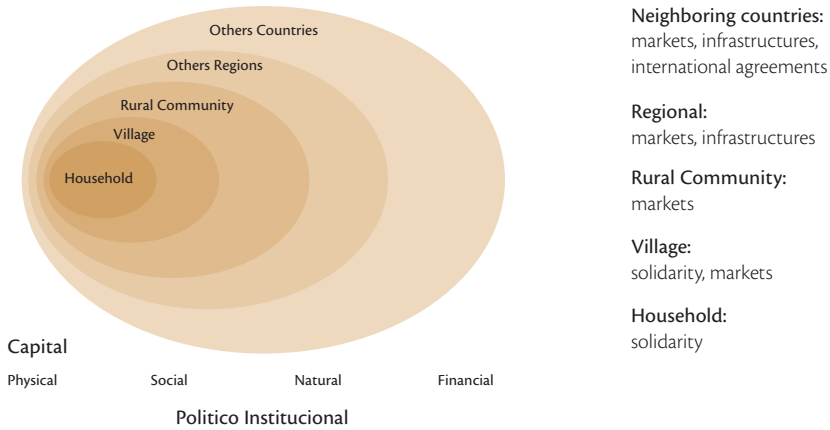


Figure 10 – Multi scale multi level community coping mechanisms in Maradi

These multi level and multi scale food insecurity coping mechanisms adopted by farmers in Maradi are actually part of their day by day life since tens of years and since climate has really changed and whenever food annual production is not reliably sufficient to cover food needs at household level before next harvest.

At household level, people tend to sell their valuable items to by food. These valuable items are generally domestic animals and family other precious objects. It is important to highlight the important role played by women at household level because they are generally the one who own the valuable items to be sold in such difficult periods. Our surveys revealed then that polygamous households (two, three or four wives) have a better coping/adaptive capacity.

At village and community level, that food insecurity coping mechanism is governed by solidarity which still existing as a social capital but between friends and relatives giving self help in difficult periods. This kind of solidarity is generally observed during wedding ceremonies and baptisms.

At higher levels of other regions and surrounding countries, the existence and proximity of food markets as well as the rules governing these markets are some key drivers of food security. The availability of road infrastructures can facilitate access to other regions in Niger or to neighbouring countries in order to supply food banks and also to lower the price of the food.. International

accords between Niger and surrounding countries can also promote food and people's mobility and thus facilitating communities' mechanisms of ensuring food security.

The above Figure 11 shows that any adaptation action aiming at assuring food security at household, village, community, region or neighbouring countries' level, concerns and thus must take into account the condition in which the neighbouring households and villages, regions and countries are. This is particularly true because of the high migratory dynamics gained by concerned communities in the event of food insecurity. The example of food banks and related management in Maradi can also illustrate this fact.

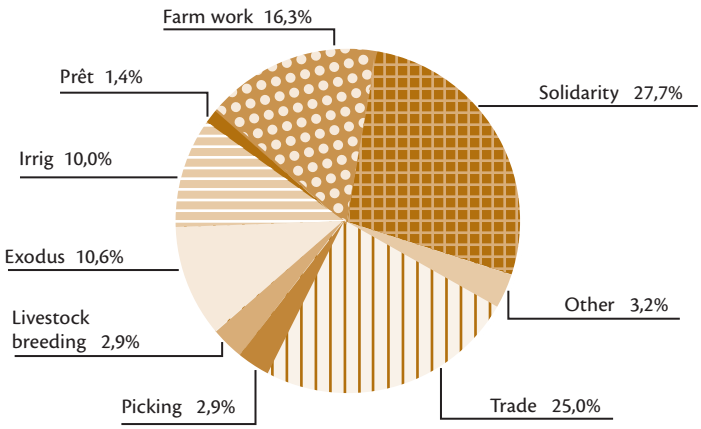


Figure 11 – Coping mechanism activities undertaken by interviewed farmers in Maradi

8.2. Food Banks in Maradi

«Food bank» is the term commonly used to designate a community based organisation (farmer organisation) managing a food stock or simply any other storage community system. Le vocable The objective of food banks is to improve food security in chronically food production deficit zones because of climate variability and change. The stocks of food are distributed for free or sold at low cost to communities in the event of food crisis subsequent to climatic constraints.

The surveys we conducted in Maradi revealed that the food stocks which serve to supply food banks for the benefit of deficient zones, are bought and channelled fro other regions of Niger like Zinder or Tahoua respectively situated 200 km and 250 km far away from Maradi. In case these neighbouring regions are also food deficient, people have to travel to other countries like Nigeria, Burkina Faso or Mali. In some cases, for structural or climate related reasons, food is simply unavailable or at a price so high that the poor cannot afford it. In this case, the setting and supply

of food banks is jeopardised, leading to the abandon of food banks as an adaptation/coping strategy. Our survey in Maradi revealed a similar case in the 80's when General Abacha ruled Nigeria and decided to close boundaries between Nigeria and Niger. This situation, combined with other drivers, made impossible the existence of food banks in Maradi and contributed to a severe famine in Niger denominated « El Bohari famine » for the circumstances.

La région de Maradi, à l'instar de régions de plusieurs autres pays sahéliens, avait en effet connue une période de sécheresse couplée à des attaques acridiennes en 1983/84. Maradi region, in the manner of other regions in many other countries in the Sahel, has effectively encountered a period of drought coupled with locust attacks in 1983/1984. The impact of these droughts and locust invasion would have been attenuated by the supply of food products from neighbouring regions or villages where such droughts and locust attacks did not occur. By the way, one of the surprising effects of climate change observed in Maradi and strangely perceived by local communities, is was that disparity in rainfall patterns between two nearby villages and even between two areas in the same town. For example when a thunderstorm occurs, it can rain down a lot in a village while the ground is simply dry in the next village. This unusual phenomenon is also observed by communities between two next areas of the same village.

It appears once again that if the impacts of climate changes are easily observed locally, adaptation to these impacts can be influenced by other processes at higher levels and thus, necessitates an approach not only a local approach, but at higher levels, as the causes of local vulnerability could be led by drivers occurring elsewhere.

8.3. The case of Maradi Goulbi (river in Hausalanguage)

The River basin of the Goulbi of Maradi covers an area of 9 787 km^2 out of which 3 803 km^2 are located in Nigeria and the rest in Niger.1 The Maradi Goulbi with its intermittent hydrologic regime, rise in Nigeria, crosses Niger via Maradi and after a run of about 130 km, returns to Nigeria and finally rejoin the Rima River which in its turn, flows into the main Niger River bed.

One of the most limiting factors for climate change adaptation in the agriculture sector in Maradi is the access to water resources for irrigation. This water formerly in the past was coming from that trans-boundary Goulbi of Maradi. However, after the drought of the 70's, autorities in Nigeria decided to set a dam on that River in Jibya[2], a border city with Niger, situated around 100 km away from Maradi. Since then, the water in the Maradi Goulbi which once flows for five to six months after the raining season can nowadays flow only for one month, limiting any

1 Project document - Integrated Ecosystem Management of Transboundary Areas between Niger and Nigeria – GEF, August 2005.

2 Jibya in the northern part of Nigeriga, a sand dam of 165000m^2 unveiled in 1993 for irrigation and hydro power purposes.

irrigation possibility for farmers in Maradi (Niger). Small scale irrigation is no longer feasible for the nine remaining months of the dry season before the next raining season.

The uncertainties of irrigation as climate change adaptation strategy for rain fed agriculture in Maradi (Niger) by the means of the trans-boundary Maradi Goulbi waters, demonstrates once again that adaptation is a process transcending local realities. Talks at high political level as well as at decentralised level are necessary in order to set a dialogue between the two countries for a concerted Maradi Goulbi water resource management vital for population on both sides of national boundaries.

According to the Fourth IPCC Assessment Report, the annual flow of Rivers and the availability of water may dwindle from 10 to 30% in some dry lands of middle latitudes and in dry tropics. By 2020, 75 to 250 million persons will be exposed to water scarcity because of climate change. According to the same report, poor communities will be the most vulnerable because of limited adaptive capacity and their reliance to climate-sensitive resources like water resources and agricultural production systems.

The importance of a river basin approach in the management of water resource in climate variability and change context also justifies the necessity of prospecting adaptation actions conceivable at related corresponding scale.[3] .In West Africa, the Niger River, shared between 08 countries is another illustration of the global aspect of adaptation to climate change because any usage by a country state of the water of that trans-boundary ecosystem, will affect with no doubt, the availability and quality of the water in the other countries downstream.

9. The role of social capital solidarity and community-based institutions

Experience shows that in the event of bad food production led by abnormal rainfall or other structural causes, communities in the Sahel (and in Maradi as well), recall to endogenous mechanisms on the spot in order to reduce food insecurity. As mention above, these mechanisms are essentially driven by the community-based social capital like solidarity which constitutes, even nowadays, one of the primary anchors of these mechanisms.

3 Adaptation aux Changements Climatiques et Gestion des Ressources en Eau en Afrique de l'Ouest – Rapport de Synthèse WRITESHOP, 21-24 Février 2007.

In fact, a household's food security could be searched thanks to contributions from the larger family, from next village, rural community, up to the next country.[4]

Even if it tends to disappear due to economic circumstances and social changes, solidarity is an important element of human social capital which enables farmers who experience food production deficit to recourse to help from more lucky farmers (generally relatives and good friends) in the same community, village or surrounding areas.

In case the bad food production concerns the entire village, household leaders do no longer have any alternative but selling their assets (domestic animals) to buy food. Even in this case, solidarity is playing a key role because the money generated will also benefit directly or indirectly, other unlucky elements of the community.

The farmer community in Maradi also receives solidarity contribution (generally financial) from household members who migrated and are working in West African countries like Nigeria, Benin, Togo, Ivory Coast or Libya.

On the other hand, the availability of infrastructures, regulatory market mechanisms or inter state accords governing food security in the Sahel can also influence the efficacy and the efficiency of that intra and inter community. The availability of road infrastructures between villages and between countries facilitates exchanges, self-help, import and export of food. A good regulation of food markets will support household's buying power whereas application of tailored bi and multi lateral accords between states will facilitate circulation of goods and people for the benefit of vulnerable populations. This is especially where we are calling upon decision makers to play a key role.

At country, region and sub regional levels, the existence of pre-colonial and indigenous community institutions has always shaped social networking and day by day life at community level. These institutions provide a community self-help framework either in happy or unhappy moments. As seen above, farmer households in Maradi have for many decades, been experiencing abnormal rainfall, droughts, food shortage, etc. Agriculture has always been the backbone of livelihoods and local economy in Maradi. Whenever agriculture, food production or food security are threatened by climate variability and changes, community organisations and institutions are the best structures through which people can find alternative solutions. The following describes these institutions and highlights the role such institutions are playing in community's struggle against food insecurity.

4 Adaptation aux changements climatiques et gestion des ressources en eau en Afrique de l'ouest – rapport de synthèse – WRITESHOP – Enda TM, février 2007

9.1. The "GAYYA"

The Gayya is a kind of occasional and informal self-help community groupings for farm work and whenever labor force is needed. The meaning of Gayya could be « invitation for farm work » insinuating an invitation to take part to a work generally related to farming. Gayya is therefore a collective labor in which the beneficiary is in charge of providing for restauration (breakfast and lunch). This kind of self-help could be initiated by individuals or by the entire community by way of solidarity. Gayya is generally gathering people of 10 to 50 years old[5]. The beneficiary is very often head of a big household lacking work force, a traditional authority or an agrobusiness holder at village level. A generalisation of Gayya to the entire community is also a way of increasing community food production especially when soil productivity is threatened by climate variability and changes.

9.2. "Samaria"

Put in a standby by colonisation, the Samaria was revalorised in Niger since 1974 particularly in its function of social life animation and its socio economic role including alphabetization, public hygiene, etc.

The Samaria is then an association gathering youth organisations at village level. It is also a movement in which the basic principle is a group and cohesion frame of mind for the collectivity and thus an important factor for consolidation of the entire nation, a development factor and a driver of changes because in Niger, Samaria is a national wide institution. Samaria is highly organised into hyerarchy and characterised by its community spirit and respect of values and traditional mores. Samaria has an important role in community capacity building and training for youth organisations especially in the event of crises like food insecurity. When education or is assured first by family, it is completed by the Samaria which is acting as a transitory structure between the family and the village and is a framework in which young people perceive their role in the community.

9.3. Majalissa

Majalissa is a word with an arabic origin meaning « assembly ». It is a structured association, generally a group of young volunteers at village level aiming at giving any needed support to local authorities in public work like street cleaning, cemetery weeding, etc. The Majalissa as well as the Gayya is also a self-help framework in case of food insecurity also offering to its members a better affinity and tends to set oneself up as a club of friends.

5 Les pouvoirs locaux au Niger: Tome 1, A la veille de la décentralisation - Par Jean-Pierre OLIVIER DE SARDAN et Mahamam TIDJANI ALOU – 366 pages.

9.4. Agro-sylvo-pastoralist groupings

Agriculture and livestock are the socio economic activities the first impacted by the adverse effetcts of climate change in Maradi and in general in Niger. The interlinkages, the complementarities, as well as the conflicts opposing stakeholders (farmers and livestock keepers) from these sectors, are key factors necessitating the set up of agro-sylvo-pastoralist committees for a participative and concerted management of natural resources especially when these resources become scarce. The definition of grazing areas, association of agriculture and livestock, the fight against animal deseases, collaboration between livestock keepers and farmers, etc. are some of the benefits of agro-sylvo-pastoralist groups.

9.5. Income generating activity groups

This kind of organisation aims at finding alternative sources of revenue because the community can no longer rely on agricultural food production which has become uncertain. Income generating activity groups are generally composed of and administered by women organised around activities like small scale irrigation, craft industry and other small trade so as to generate money they use to buy food and ensure food security. This function gives to women a key rôle in the society ensuring community food security.

9.6. Village development committee

Village development committee is the authority statuating and giving main orinetations in termes of development at community/village level. This committee consists of community human resources, the elders, NGOs, development agencies, etc. This committee plays a key rôle in the event of food insecurity especially when it comes to setting food banks and in the community's relationship with external actors. This committee is also in charge of distribution of food relif when necessary.

9.7. Village animation unit

Like the Samaria, the village animation unit plays the role sensitisation, vulgarisation, information and training for community members. In terms of community food security, the animation unit intervenes in the vulgarisation of short cycle and high yield crop varieties, training on farming methods, sustainable production factors, water and land use.

9.8. Water pond management committee

Temporary or permanent water ponds are key element of community natural capital because of its importance for irrigation in its complementary role with the uncertain rain fed agriculture because of climate change. Maradi region by its agriculture and livestock vocation especially in the north, experiences water access difficulties for these socio economic activities during the course of the year. The region has 48 ponds including the Madarounfa Lake allowing irrigation and fishing. However, only the Kourfin Koura pond, the Madarounfa Lake, the impoundment of Rafin Wada and the Akadaney pond are permanent. In order to insure a concerted water resource management and avoid conflicts between users (especially after short annual rainfall), village water pond management committee is set and involves many villages.

9.9. Food Banks

Food bank is a food security decentralised device organised and managed by farmers at village level. It is a local development tool which allows association and popular participation in the fight against food insecurity. Food bank collate and buy cereals, stock and conserve them and resell them at reduced prices to local population during scarce periods, so as insuring village food supply and security. The food is generally bought after harvest from producers who made food surplus, using members' savings or credits from decentralised funding systems. Food banks prospect different sources of funding to collect cerals and these sources include classical financial banks, micro finance institutions and development projects and NGOs offering better call rates.

9.10. Tontines (adaché in Hausa)

Participants in a tontine commit to give a pre-defined somme of money at a determined frequency. For every round of installment, one of the participants is designated to be the benficiary of the money. In a rotative tontine, the benficiaries are designated at random before any payment or well at the beginning of the process. In a cumulative tontine, contributions are not redistributed to members but accumulated in the tontine's account until the members decide to share the remittance proportionally to everyone's contribution.

Tontine is generally for women. The savings are used to cope with difficult situations (like buying food in crises period) or simply to deal with day by day expenses. In cumulative tontine, the money could be invested in the form of credits granted to members with refund conditions collectively agreed beforehand. The credits can also serve for other income generating activities so as to compensate chronic agricultural deficits.

9.11. Resourceful women groups or "Mata masu Dubara" (MMD) in Hausa

The MMD system consists in the creation and auto management of small savings account in villages. The MMD can be composed of 25 to 40 members ggiving regular financial subscriptions of 25 to 1000 CFA francs. Like the case of tontine, MMD group members are also women associated according to their capacity to save money. After many weeks of payments, the remittence is given as credits to MMD group members depending on agreed rate of interest varying from 5 to 10%. The credit which is given for a short term (around one month), is made profitable through income generating activities. The whole process is supported by a capacity building project (training, sensitisation, etc.) for the women by non governmental organisations.

The income generating activities serve to ensure a well being for the women and their families and are an alternative livelihood for rain fed agriculture.

9.12. Self-help

Mis à part les formes institutionnelles du capital social ci-dessus énumérées rencontrées à Maradi, d'autres mécanismes d'aide mutuelle existent entre les individus au sein de la communauté. Apart from the above institutional forms of social capital found in Maradi, other self-help mechanisms exist between individuals within the community. These mechanisms are implemented whenever it's necessary. In the event of food insecurity, these mechanisms include food aid, gifts, subscription for the benefit of needy persons, invitation to share food, charity, cereal loans (for baptisms, wedding ceremony, death, etc.), loans of money, etc.

In this mechanism, women are playing a key role. They provide help to their husbands thanks to their income generating activities; they also invest for the benefit of the entire household, etc.

10. Conclusion and lessons learned

Understanding coping mechanisms undertaken by vulnerable communities in Maradi should be the entry point for any adaptation measure from government or non government bodies. Farmers in Maradi have always experienced climate variability and changes even if they did not always adapt to these changes in a sustainable way. Adding values to community coping strategies can sustain adaptation which is a long term process and foster appropriation by concerned communities. It was surprising to see that implementation of adaptation and other coping strategies by communities, is often of very low cost. UNFCCC and other international NGOs

estimated the cost of adaptation in developing countries. It is also important, in a participatory manner, to hear communities' perspective and evaluate the cost of coping strategies.

When there is food insecurity, people migrate temporarily from Maradi towards neighbouring West African countries. Because of permanent climatic changes, they tend to move and settle permanently in countries like Nigeria, Ivory Coast or Libya. Those who migrate to Libya tend to reach European countries legally or not. In addition, the root causes of migrations are the unreliable conditions of local livelihoods because recent surveys have shown that people may have not migrated if means of life were available locally.

This study demonstrates that adaptation to climate change should no longer be considered only as a local but a multi level multi scale process. Indeed, a proper understanding and implementation of adaptation strategies locally requires analysis both at community level and at other scales, in this case including trans-boundary, where key drivers occur. In this example, the construction of a dam at Jibya, upstream on the Goulbi River which flows from Nigeria to Maradi district in Niger, means that irrigation using the Goulbi River water as adaptation option in Maradi requires cooperation and dialogue between decision makers both in Niger and Nigeria. This is important to avoid mal-adaptation in Maradi and obviate conflicts around use of trans-boundary ecosystem like the Goulbi of Maradi.

References

GEF. Integrated ecosystem management of transboundary areas between Niger and Nigeria, August 2005 (Project document).

OLIVIER DE SARDAN, J.P.; TIDJANI ALOU, M. **Les pouvoirs locaux au Niger**: Tome 1, A la veille de la décentralisation, 366 p., 2009.

MOUSSA NA ABOU Mamouda. Adaptation metrics in the agriculture sector: the Niayes; Senegal case. Environment and Development Action in the Third World In: ENDA-TM African Ministerial Conference on the Environment, Meeting of the Expert Group, 12. June, 2008. Scoping Paper For Expert Group Meeting On Climate Change Adaptation - Johannesburg, South Africa, 30 p. Jan 2009. **Tiempo Afrique** n. 2, Février 2009 Sécurité Alimentaire et Solidarité. Disponível em: <*http://energie.enda.sn/Documentations/Tiempo%20Afrique%202-%20final.pdf*>. Un bulletin sur le climat et le développement

____. **Strategy to Promote Inclusion**. Gender, marginalised/Disabled Groups. Synthesis ENDA, FOR AfricaAdapt. August 2009, 09 p.

_____. Adaptation and mitigation through 'produced environments': the case for agriculture intensification in Senegal. **ids bulletin – vulnerability, adaptation and climate disasters** v. 36, n. 4. Oct 2005.

MOUSSA NA ABOU Mamouda; THOMAS, J.P.; SARR, S.; DAFRALLAH, T. **Policy paper on energy, climate change and poverty alleviation - energy in the national adaptation programmes of action**; NAPAs in Africa, 23 p. Oct 2009.

DEVELOPMENT AND CLIMATE DAY **Survival at stake?** What is needed in Copenhagen for the most vulnerable? In: INTERNATIONAL CONFERENCE and Film Festival. Jun 2009. Disponível em: *http://www.germanwatch.org/klima/dcd09re.pdf*

Some historical reflections on the development of a major semi-arid region: The Brazilian northeast*

*Stefan H. Robock***

Resumo

Este trabalho foi apresentado pelo autor na primeira Conferência ICID, em 1992, e foi baseado em seu contato extensivo e intensivo com o Nordeste e com o Semi-árido do Brasil. Ele apresenta uma perspectiva histórica da evolução das políticas públicas para o desenvolvimento do Nordeste e mostra sua relação de longa data com o problema das secas no chamado poligono das secas. Ele descreve o desenvolvimento institucional e o predomínio das preocupações hidráulicas durante mais de um século. Nos anos cinquenta do século XX, uma nova percepção implcou em um quadro novo do desenvolvimento institucional, com a criação do Banco do Nordeste e da SUDENE, e uma perspectiva mais ampla de desenvolvimento que começou a se concentrar em questões de bem-estar econômico. O desenvolvimento dos recursos humanos é ressaltado como um componente chave de qualquer estratégia de desenvolvimento. A experiência histórica é fundamental para o desenho de futuras estratégias de desenvolvimento sustentável para o Nordeste.

Abstract

This paper was presented by the author in the first ICID Conference, in 1992, and was based on his extensive and intensive contact with the Northeast and Semi-arid of Brazil. It presents a historical perspective of the evolution of public policies for the development on the Northeast and shows its long-time relationship with the problem of the droughts in the so called drought Poligon. It describes the institutional development and the predominance of the hydraulic concerns during more than a century. In the fifties of the XX century, a new perception implied a new institutional development framework, with the creation of the Bank of the Northeast and of SUDENE, and a broader perspective of development that started to focus on economic welfare issues. The development of human resources is emphasized as a key component of any development strategy. The historical experience is instrumental in the design of future sustainable development strategies for the Northeast.

* Presentation at the first ICID in Fortaleza, in 1992.

** R. D. Calkins Professor Emeritus of International Business, Columbia University (USA).

Palavras-chave: Nordeste, Semiárido, Polígono das Secas, Política de Secas, Desenvolvimento Regional, Desenvolvimento Sustentável.

Keywords: *Northeast, Semi-arid, Drought Poligon, Drought Policy, Regional Development, Sustainable Development.*

1. Introduction

Old age has a few virtues. And one of these is the ability to see events within the context of a rather long historical perspective. On the basis of almost 50 years of familiarity with Brazil and almost 40 years of close contact with the Nordeste, I decided that my most useful contribution to this conference might be to provide some historical perspective on the development experience of one major semi-arid region - the Brazilian Nordeste.

I first came to Brazil as a Naval Officer during World War II and spent a year on antisubmarine duty stationed most of that year in the Northeast at the Natal air base. Ten years later, in 1954, when I was Chief Economist for the Tennessee Valley Authority, I accepted an invitation to serve as a United Nations development adviser to the newly created Banco do Nordeste. At that time. I spent another 2½ years in Brazil assisting in the establishment of the BNB. Over the ensuing years, I have returned to Brazil on frequent and extended missions to work with the Banco do Nordeste, Electrobras, the Sao Francisco Valley Commission and other government agencies.

My academic career has been as a professor of international business, including an assignment in Beijing, China, during the 1989 Tienanman Square massacre. But I have also continued my economic development career with technical assistance assignments in Brazil and other countries such as India and the Philippines. Thus, my orientation is that of a developrnent economist. But I should also note that my 5 years with the TVA exposed me to environmental issues long before the subject became popular.

2. The Northeast Secas

Turning now to the Brazilian Nordeste as a semi-arid region, during decades and even centuries, the Nordeste development problem was exclusively perceived as the periodic drought, or the secas. The published record of the secas goes as far back as 1614 to the reports of a mining prospector searching for emeralds in the San Francisco Valley. But it was not until the severe drought of 1877 occurred that the Brazllian government officially recognized the Northeast

secas as a national problem. The 1877 drought caught the region by surprise because it followed thirty comforting years of abundant rainfall. The magnitude and severity of this calamity has been recorded in the history of the secas with estimates of half a million inhabitants of the state of Ceara perishing from hunger, thirst and disease.

Moved by this great tragedy, Emperor Pedro II estabilished a Commission of Inquiry whose principal recommendations were to improve transportation and to build a series of dams. One of the three dams recommended was the Cedro dam in the municipality of Quixada that was started in 1884 and completed in 1906, 22 years later, after many starts and stops. To many Brazilians, the dam stood as a symbol of inefficiency and waste in the fight against the drought.

In 1909, a new federal agency, the Inspectoria of Works Against the Drought, was established. With slight changes in name, this federal agency remained in operation until recent years. In 1945, the Inspectoria became a Department (known by the acronym DNOCS) and the 1946 Constitution allocated 3 percent of federal tax revenues for defense against the drought. DNOCS and its predecessor agencies represented a physical or hydraulic strategy of (1) constructing works that would prevent or minimize the "flagellation" and (2) providing emergency assistance to the people of the region during prolonged drought periods.

The hydraulic solution for the Northeast "problem", that was followed for more than a century, focused on a better utilization of the hydrographic basins of the socalled Drought Polygon. Consequently, a plan was prepared in the 1920s for making use of the valleys of greatest importance to the Northeast economy through construction of dams, roads, irrigation channels and power plants. The dams and reservoirs were intended to provide surface water storage. From 1906 to 1959, 190 publicly owned reservoirs with a capacity of 6.6 billion cubic meters were constructed, and hundreds of small and medium storage reservoirs were built on a cooperative basis with land owners. For using underground water, DNOCS began a well drilling program in 1909 and within 50 years drilled 5,124 wells, an average of only 100 new wells per year for the Polygon.

Extensive transportation and communication facilities were built by DNOCS, which played a significant role in the demographic and economic integration of the region. A large number of small airfields were built in the region and a major communications system of radio stations was established and operated by DNOCS. In contrast to the magnitude of the water storage and transportation accomplishments, the irrigation results were small, as was also true for agro-industrial and piscicultural research.

3. The Failure or the Hydraulic Strategy

In Brazil, as in other countries, large public works programs can be vitiated by politics and riddled by scandals, particularly in emergency situations. And much of the criticism and evaluation of the DNOCS activities has been in terms of inefficiency and irregularities. There was much scandall, for example, connected with the 1951 and 1958 droughts - such as the corrupt handling of funds, padding of payrolls, irregularities in distribution of relief goods, and political influence in the selection of projects. In fact, the drought has long been an integral part of the political style of the Northeast. For decades, Nordestino politicians based their claims for increased national attention and resources on exaggerated reports of drought and famine. Among many Brazilians, this phenomenon has been labeled "The Industry of the Drought." But with the development of an extensive transportation network and resevoir system, by the 1960s the secas had become less a period of human suffering and more a political phenomenon.

From 1877 until the early 1950s, or for more than seven decades, the hydraulic solution to the Northeast "problem" reigned as the undisputed goal of federal policies and actions. Each new drought crisis demonstrated that expensive dams and water storage projects had little improved the economic security of the Nordestinos. But the lack of success was invariably ascribed to politics or deficient implementation of the basic policy. Frequent and heated controversies raged over subissues such as large versus small reservoirs and surface versus underground storage. But the basic philosophy of fighting the drought through water conservation projects persisted unchallenged.

Fundamental changes in government policies require more than the apparent failure of long-existing policies. Strongly supported alternative solutions also have to be available. And by the early 1950s such alternatives were emerging. New ideas about the economic development role of government were growing in strength and pervading intellectual, political and governmental circles. As a counter force to the longstanding influence of engineers in Brazilian society, technicos trained in economics began to flow from recently established faculties of economics. And an increasing number of experienced engineers and lawyers were shifting their professional interests to economic problems. Thus, wnen another drought crisis occurred in 1951. accompanied by the usual political scandals and popular disillusionment, new ideas and supporting personnel were on hand to gain a beach-head in the struggle to reshape federal policy toward the Northeast.

4. The "New" Development Aproach

The policy shift for the Northeast resulted from new forces at the national level rather than from stimuli originating in the region. Getulio Vargas won the presidential election of 1950 and was almost immediately faced with the 1951 Northeast drought crisis. Horacio Lafer, Vargas Minister of Finance, visited the Northeast in April 1951 to attend a conference on cotton. On his return, Lafer sent a note to the president suggesting that a specialized credit institution be established for the region because, as he noted, the combat of the secas through large engineering works is futile unless accompanied by steps to strengthen the regional economy. With Vargas approval, Minister Lafer drafted a law in mid-1951 to create the Bank of the Northeast as a regional credit agency.

Here enters another important historical facto. Vargas had three Nordestinos as presidential advisers - Romulo de Almeida, Jesus Soares Pereira and Cleantho de Paiva Leite - who were intimately involved in the new thinking on economic development. It was not surprising, therefore, that when Vargas asked the Congress to establish the Bank of the Northeast, the project had been broadened into a major regional development institution which would have a special staff for regional economic studies and planning - the ETENE. As Vargas stated in his presidential message, "The title itself, Works Against the Drought, expresses a limitation, focusing on the problem above all from the angle or engineering works. In the light of past experience and modern techniques or regional planning, it is time for a definite economic and social direction to be impressed upon the solution of the problem".

The essence of the new policy approach was to focus directly on economic welfare problems rather than on the physical drought phenomenon. It emphasized economic development planning and argued that higher regional levels of income, employment, and production, and a greater dependence on activities other than agriculture are the best defenses against the drought. Its basic strategy was to encourage all regional possibilities for economic growth - mining and manufacturing as well as agriculture, the humid areas as well as the semi-arid interior - and thus increase the resistance of the Northeast to the periodic droughts as they occur.

The Bank of the Northeast that was born out of an economic crisis began its life in the midst of a political crisis. Only months after the BNB began operations in 1954, President Getulio Vargas committed suicide. Two years of political turmoil followed including a period when Brazil had three different presidents of the Republic in three days. As the head of the BNB served at the pleasure of the President of the Republic, the Bank also had three different presidents between 1954 and 1956.

Nevertheless, the BNB made some progress - especially in preparing personnel, regional institutions and popular thinking for the new development approach. It also pressured Juscelino

Kubitschek, when he became president in 1956, to create an agency to coordinate all government development activities in Northeast Brazil. At the time, Kubitschek's interest and energies were dedicated to the construction of the new federal capital - Brasilia. But he accepted the proposal with major modifications and established a Working Group for Northeast Development in the Executive Office of the Presidency. The Working Group, however, had limited authority and uncertain financial support.

When another major drought occurred in 1958, accompanied by another series of DNOCS failures and drought 5candals, the economic development approach made another major advance. President Kubitschek transformed the Working Group into a new strong agency, SUDENE, to plan and coordinate all development efforts for the Northeast. And he named Celso Furtado, who had recently returned to Brazil from his United Nations job in Chile, as head of SUDENE.

I will not take the time nor attempt to summarize and evaluate the successes and failures of the BNB, SUDENE and other institutions in implementing the "new" strategy over the last thirty-some years. There are others at this conference, such as Drs. Rubens Vaz da Costa and Nilson Holanda, better prepared to do so.

Any evaluation of regional progress, however, must be based on a comparison with the previous situation in this region and related to the likely results of a continued hydraulic approach. On this basis, I'm sure that an objective evaluation would conclude that the change in development strategy has resulted in significant regional progress.

5. The Greatest Success: Investment In Human Resources

One method of evaluation is in terms of observable physical results. In this vein, I have often commented that when I arrived in Fortaleza in the 1950s, the streets (mainly unpaved) were crowded with donkeys and horse-drawn carts. When I returned in the 1960s, the same streets were mostly paved and filled with Lambrettas (motor scooters). When I returned again in the 1970s, the same streets were clogged with small Volkswagens. And now we see another level of automobile opulence.

But to my mind, the great development success of the Northeast has not been the creation of physical goods but the less visible spectacular development of human resources. When I began my advisory mission in 1954, the Brazilian government had promised to have one or more Brazilian economists available to assist me. But after a month of sitting and waiting for this commitment to be fulfilled, I realized that I was not going to get the promised help and I began to understand why. At that time, in all of Brazil there were less than 10 persons with the equivalent of a Master's degree

level of training in modern economics. And none of the few trained economists was willing to leave Rio (the then capital) or Sao Paulo to work in the distant Northeast. They wanted to be quickly available in the South in case the President of the Republic called on them.

Fortunately, out of desperation, we decided that we had to create staff by starting our own training program. From hundreds of applications by Nordestinos, we recruited 20 bright young people and initiated the first of many training programs by the Bank of the Northeast. The next problem was the absence of facilities in the Northeast, such as books, statistical reports and professors, for training. We had to take all of the trainees to Rio for about four months to do the training. I said that this situation was fortunate because it started the BNB on a large and continuing program of investing in human resources through its own training programs and by sending employees overseas to foreign universities.

Here I must pay tribute to a great Nordestino, Raul Barbosa, a former governor of the state of Ceara. When Raul Barbosa became president of the BNB, in his wisdom he committed the Bank to a major program for investing in human resources through training bank and regional personnel. Two other former presidents of the BNB - Rubens Costa and Nilson Holanda – also deserve recognition for forcefully continuing this tradition.

6. Sustainable Development and the Future

Now let me turn to the subject of sustainable development. The concept of sustainable development with its focus on the quality of life and avoiding deterioration of the environment represents a significant advance in the evolution of development strategies. On an historical note. I might mention that international concern about economic and social development has a rather short history, dating back only to the early 1950's. The challenge now is to make operational and to implement the sustainable development concept. Based on the development experience of the Northeast, several key and inter-related elements emerge as essential for implementation.

6.1. To succeed in changing prevailing policies and programs, alternative strategies in operational and pragmatic form must be available.

It is not enough to focus largely or exclusively on a negative approach of elaborating in great detail on the shortcomings and limitations of prevailing development efforts. As is being emphasized at this conference, much work remains in translating the sustainable development generalities into specific and feasible action programs.

6.2. The alternative strategies must go beyond environmental fundamentalism for the sake of conservation.

Two key economic concepts must be recognized in the formulation of strategies; namely, the need for allocating scarce resources and the need to consider trade-offs. Back in my early days at the Tennessee Valley Authority, I worked with environmental engineers who in their enthusiasm for preserving the water, soil and forest resources of the region would have allocated all of our resources to their programs at the expense of other competing demands, and without evaluating the trade-offs that were involved.

6.3. The most important element in any development strategy is investment in human resources.

I cannot overstress my belief in the payoff from well conceived investment in human resources. The fact that this conference is being held in Northeast Brazil is almost certainly a payoff from the far-seeing programs of the Bank of the Northeast and others to invest heavily in human resources. Strategies for sustainable development must be implemented and supported by people of the region. Thus, a region or a country must have an adequate supply of people who understand the development process and have the necessary knowhow to implement appropriate strategies and secure popular support.

6.4. There must be participation in the planning process by people and institutions that are responsible for the implementation

During the years I worked as an adviser in Brazil, I always had the Brazilian staff prepare the reports and investment plans. I gave advice and direction, but the end product was that of a Brazilian. My strategy was to be sure that the people responsible for implementation had contributed their knowledge to the planning process, were familiar with the basis for making the action recommendations, and committee to the proposals. Thus, we eliminated a decision gap. When an outsider makes recommendations, the implementer has to make an explicit decision to accept the outside recommendation. But when the recommendation has the implementer's name on it, the decision gap has been eliminated.

6.5. The last element I will mention is politics

In a democratic country like Brazil or the United States, the importance of politics in the formulation and implementation of government policies cannot be overemphasized. In the

United States, for example, we are now having a difficult time reducing military expenditures despite the end of the Cold War. Our congressional representatives are reluctant to reduce expenditures for military bases and defense industries that employ people in their districts.

I don't have any easy answers for the political problem. One must hope that there are political leaders on the scene who take a broad rather than parochial view toward social and economic welfare potentials, and have the courage and skills to implement sustainable development programs.

In its early days, the Bank of the Northeast was fortunate to have such politicians as Romulo de Almeida and Raul Barbosa as presidents. Raul Barbosa once explained to me that he was able to resist political pressures on the BNB because his political experience as a governor had taught him about all the political ploys.

7. Conclusion

In conclusion, I want to thank the conference organizers for inviting me to participate. I am fond of Brazil and the Nordeste. Sometimes when I speak Portuguese, people ask me if I am a Brazilian and I tell them that I am a Nordestino de coração - a Nordestino at heart. The region still has too much poverty. But relative to its past, the Northeast has made impressive economic and social progress. As I have visited the region over recent decades. I've seen unpaved streets become paved, extensive housing built, new jobs created, new schools and universities started, and as I once told a pessimistic nordestino politician, even the beggars on the street have become better dressed.

Above all when I see the valuable leadership role that some or my trainees and former colleagues in the Northeast are playing in programs to improve the quality of life, I feel personally rewarded for the years and the energy I devoted to the Northeast.

Individual land tenure and the challenges of sustainable land use and management in a semi-arid region in China

*Yongjun Zhao**

Resumo

A política de desenvolvimento rural da China com um foco na posse individual da terra dirigida pelo Estado ainda tem que enfrentar os desafios prementes da pobreza rural e degradação dos recursos naturais em regiões semiáridas. Incongruente com as condições ecológicas locais, sociais e políticas, o atual sistema de posse da terra não foi capaz de oferecer incentivos aos camponeses para seguir as políticas do governo. Pelo contrário, tem contribuído para crescentes tensões sociais e políticas. Este estudo de caso é baseado em um município pobre que está apresentando agravamento da aridez do solo e desastres naturais no norte da China. Ele examina as ligações entre a posse da terra, pobreza e governança dos recursos naturais. Ele enfatiza como os camponeses locais percebem estas questões e lutam pela sobrevivência. Ele argumenta que a adequação de um sistema de posse da terra só pode ser alcançada se a natureza fragmentada da posse individual puder ser corrigida por meio de desenhos institucionais inovadores. Contribui

Abstract

China's rural development policy with a focus on state-led individual land tenure has yet to address the pressing challenges of rural poverty and natural resource deterioration in semi-arid regions. Incongruent with local ecological, social and political conditions, the current land tenure system has failed to offer peasant incentives in following government policies. Rather, it has contributed to rising social and political tensions. This case study is based on a poverty-stricken county that is experiencing the aggravation of soil aridity and natural disasters in North China. It examines the linkages between land tenure, poverty and natural resource governance. It emphasizes how the local peasantry perceives these issues and struggles for livelihoods. It argues that the appropriateness of a land tenure system can only be achieved if the fragmented nature of the individual tenure can be redressed through innovative institutional designs. It contributes to a critical understanding of China's agrarian reform by articulating the need for land tenure diversity

* International Alliance on Land Tenure and Administration, *Groningen Centre for Law and Governance, Faculty of Law, University of Groningen, The Netherlands.*

para uma compreensão crítica da reforma agrária da China, articulando a necessidade de diversidade de posse da terra que sirva ao objectivo global de uso e gestão sustentável da terra e conforme sadias relações entre o estado e os camponeses.

Palavras-chave: regime de economia familiar com responsabilidade, pobreza, relações de terra, mudança institucional.

that serves the overall goal of sustainable land use and management and shapes sound state-peasant relations.

Keywords: household responsibility system, *poverty, land relations, institutional change.*

1. Introduction

Land desertification is one of the major environmental challenges for the Chinese government to achieve its sustained rapid economic growth through tackling poverty and unsustainable natural resource use and management in vast regions especially in northern China. It is in this region that dust storm is affecting the capital Beijing and other major cities. Dust storm is concentrated in the agro-pastoral zone in this region, where farmland and grassland constitute the major landscape patterns under semi-humid and semi-arid conditions. In this area, dust storm has occurred frequently, for instance, 9 times in 2000, 13 times in 2001, 17 sandy days in 2002 and 4 times in 2004. Thus, the management of land desertification has become a major environmental agenda of the government (WANG et al, 2005). This region is also among the most noticeable ones that have experienced sharp reduction of cultivated land (LIN & HO, 2003).

Greening the region through ecological construction is a major policy initiative of the central government to drastically improve the rural environment by enhancing vegetation cover (Jiang, 2006). However, this effort is severely undermined by the adverse effects of economic development on the natural resources, as most reform policies have accelerated, rather than, averted, rural land degradation (MULDAVIN, 1997; SANDERS, 1999; WILLIAMS, 1996). Ironically, it is argued that it is the local government's aggressive efforts to improve grassland and pasture that have resulted in this failure, for they disregard the ecological processes of the dry region. By focusing on greening or equating ecological construction with intensive land-use practices, such a pursuit of short-term gains has not led to the accomplishment of policy objectives and has met unintended consequences (JIANG, 2006).

Furthermore, the organization of ecological construction is predicated on land tenure reform in the post-reform era during which the former communes were replaced by the Household

Responsibility System (HRS) in the early 1980s. The HRS allows for the distribution of commune-held land and production resources to households who are entitled to use the resources for a long period by following the rules of government, while land ownership rests with the village collective. As a common practice, farmland is distributed among households, and fencing or enclosure of grassland for grass rehabilitation and tree planting is taken as a profound approach to distill the incentives of the householders in the process under the assumption that they will have ample space to exercise their rights and gain direct benefits (JIANG, 2006). To a certain extent, it has stimulated peasants' incentives in production and thus agricultural development. As a result, until the mid-1980s, total agricultural output grew by no less than 7.4 percent per year (HUANG, 1998). Chinese peasants had enjoyed greater freedom to sell surpluses after fulfilling obligatory grain quotas as compared with the commune era.

However, since 1985 agricultural growth has slowed down by 3.8 percent per year. And rural environmental degradation and depletion of natural resources have made many poor people fall back to poverty (LI et al, 2005). Many scholars hold the assumption that the retarded growth and continuing poverty are caused by the lack of clear-cut private titles to land as farmland ownership remains with the village collective. Such a form of ownership is often viewed as ambiguous in light of the mounting evidence of illegal land expropriation, land conflicts and more importantly, unsustainable land use and management. Furthermore, collective ownership obstructs the development of a healthy rural land market, which is the key to the realization of economies of scales in agricultural production and poverty reduction. This two-tiered rural land system that combines public ownership with private land use rights is also prone to corruption and rent seeking of local elites. To capitalize on the advantages of the current HRS, China would need a more individualistic institution that facilitates the development of tradable land rights or a rural land market under the rule of law (CAI, 2003; CHIN, 2005; LAI, 1995; also see HO, 2005; SZIRMAI, 2005).

Bramall (2004) argues that one should not overestimate the role of HRS in the Chinese agriculture. Rather, government intervention, technological advancement and natural conditions have played a more important role. The current small-size household farming system has caused major problems. These include fragmentation of land, land lost to paths and boundaries and conflict over access to irrigation systems among village groups. Moreover, it makes large-scale agricultural production extremely difficult. Access to land has not been the basis for China's agricultural prosperity. Land is valuable because of price support for agriculture rather than the greater efficiency of small-scale farms.

Transforming the HRS into more individualistic land tenure may not provide a viable solution. As Hu (1997: 175) points out, the current land tenure system has encouraged short-sighted decisions and irresponsible use of land resources by the peasants. Peasants pursue immediate and short-term gains, and this is exacerbated by land fragmentation. The latter hampers

irrigation and drainage and leads to the degradation of China's agro-ecological environment. Local governments do not function effectively in organizing agricultural production and overall rural development due to a lack of resources and democratic governance. On the one hand, the lack of resources and good governance has hindered their role in sustainable rural development. On the other hand, slow agricultural development has generated insufficient resources for local governments to deliver basic rural services and thus win the support of the peasantry. Moreover, the Chinese peasantry, to a large extent, has not been organized in a way that their land can be better utilized and managed. As a result, they have not managed to gain substantial benefits from their land except for the purpose of subsistence.

In semi-arid regions in China, in applying the individualist land tenure reform characterized by the HRS, the government's goal of averting the tragedy of the commons (HARDIN, 1968) has not been met as it is interwoven with complex ecological, social and political conditions, which underlie the appropriateness of a single land tenure system. Thus, this paper challenges any preconceived model of land tenure with an attempt to explicate its linkages with natural resource governance and rural development. Moreover, it aims to throw light on how the HRS actually fragments rural social and political relations, which are pillars of natural resource governance and rural development.

Drawing on the case study of a nationally designated poverty-stricken county, this paper explores the underlying institutional constraints especially concerning the changing property rights institutions and discusses the major pitfalls of the HRS in governing the use of land resources by the poor whose livelihoods have become more vulnerable to the degradation of these resources—grassland, forestland and farmland. It manifests the linkages of peasant livelihoods, land-induced conflicts among different actors and their contestations over resource utilization. It ends by indicating the need for policy changes to allow for peasants' collective choice over more appropriate land tenure systems that contribute to sustainable land use and poverty alleviation in semi-arid regions in China.

2. Ecological conditions, poverty and agricultural policy response

This case study is based on the fieldwork conducted in Guyuan County, Hebei Province, in 2008. The research methods were mainly qualitative, as it was extremely difficult to gather data from household survey and scant data published. I used participant observation as the most effective tool of research as it enabled me to get closer to the interviewees and learn about their livelihoods and land use practices. But most of the interviewees were reluctant to speak given the sensitivity of the research topic. I managed to gather the views of 30 informants from

county and township governments and local peasants in 8 villages of slightly different economic and natural conditions. The field results were supplemented by government published and unpublished reports and policy documents.[1]

The mountainous Guyuan County has a total area of 3,654 square kilometres and a population of 230,000 in 124 villages. It is situated to the northwest of Beijing—the capital of China (just 400 kilometres apart), and in the southeast of the Inner Mongolia Autonomous region (see Map). The county also falls within the ecologically-strategic region under the Three North Shelterbelt Programme that is to protect China's semi-arid and arid land from degradation. The Chinese government started this programme in 1978 and planned to spend 40 billion Yuan (1 US Dollar = 6.78 Yuan) over 70 years to create 35 million hectares of human-made forest. Perhaps as the largest government project to re-engineer the rural landscape (JIANG, 2006: 1913), the progamme is also aimed at preventing sand storms from entering the inner regions such as Beijing. Average precipitation remains 392.3 mm (WANG et al, 2005: 2403). As a result, the shortage of water is a major threat to farming. Hebei, together with other provinces in North China, produces almost 25 percent of China's total agricultural output, although it has at its disposal only 5 percent of the county's water resources. Irrigation is extensively used in agriculture (KAHRL et al., 2005: 13). Moreover, large part of its soil is covered with sparse vegetation as a result of salinization and alkalization (WANG et al, 2005), although large tracts of grassland and forests spread out in certain parts.

Map 1 – Guyuan County, Hebei Province, China

Guyuan is highly prone to natural disasters that affect an average of 30 percent of the farmland. Drought occurs almost every year, which causes much damage to the farmland. This damage is exacerbated by the continuous reduction of annual precipitation rate; as a result, local peasants have to increase their reliance on irrigation for farming. Economic development has caused

1 Names of interviewees, villages and local government departments are omitted.

the increasing loss of farmland, land degradation, loss of grassland and forests. Accordingly, the natural resource base especially soil fertility and groundwater level has declined dramatically. The local economy is constrained by unsustainable natural resources use and management. Poor access to public infrastructure and technical services has precluded many peasants' pursuit of better farming and marketing of their produce (GUYUAN COUNTY GOVERNMENT, 2003: 97).

The county features a combined economy of cultivated farming, animal husbandry and tourism, while the presence of industries remains minimal due to its various natural and infrastructural constraints. With an average of 0.43 ha of arable land per capita, it has been a nationally designated priority poor county since 1994. A total of 124 villages with a population of 93,069 or over 40 percent of the total population of the county are targeted for poverty alleviation. Despite the progress made especially in the promotion of large-scale vegetable farming since 1998, there are still 78,600 people living on an average annual net income in the region of 100 US Dollars. Poverty reduction continues to be a major task of the county government (GUYUAN COUNTY POVERTY ALLEVIATION OFFICE, 2007).

To address poverty, since 1998, the county government has spearheaded the development of agribusiness enterprises on the assumption that this trajectory would enable different villages to develop their economies of scales. Animal husbandry and vegetable farming have been promoted as the two most important enterprises for poverty reduction. It has become a well-known region for supplying milk, beef and vegetables to other parts of the country, especially the North. In 2007, for example, 80 percent of the villages or 40 percent of the population were involved in vegetable farming, which occupied 15 percent of the arable land. Till now, this sector has remained the most important sector in agricultural development (GUYUAN POVERTY ALLEVIATION OFFICE, 2007).

However, before 1998 cash crop farming in the county was not mainstreamed. Instead, traditional crops such as oats and flax were widely planted for both domestic use and the market, although profits for the peasants were minimal. These crops are still planted today on relatively small scales, but they are not as profitable as vegetable farming. Paradoxically, they are more drought resistant than vegetables. The introduction of vegetable farming by the local government as an alternative was assumed to be a quick fix to prolonged poverty, yet the extent to which poverty has been reduced is limited. While peasants shifted their traditional farming to the "modern" forms, the majority of them have not benefited from this switch. Natural disasters, water shortage and a lack of collective organization of farming constrain peasants' efforts in maximizing farming efficiency and market access. Both the county government and the peasants have voiced their concerns about the sustainability of the current farming methods in light of these challenges. Above all, peasants' lack of information on the market, choice over farming and off-farming employment opportunities has further complicated their difficult livelihoods.

3. Changing land relations: from mutual help to conflicts

Understanding the history of land tenure reform in this county is important to the analysis of the changing land relations which are central to rural development and village governance. Before 1949, most agricultural land in Guyuan County was owned by landlords, rich peasants and merchants. Ordinary peasants owned little or no land at all. Only a small number of poor peasants managed to become smallholders after many years of hard work and savings. The ratio of land occupation between the rich and poor was nearly 8:1–an indicator of a high level of social and economic inequality. The majority of the peasants maintained their livelihoods through renting the land of the landlords and other rich peasants. And land transactions took different forms which included land leases, sales, mortgages and the hiring of farm labourers by landowners.

The land revolution led by the Communist Party called for the abolition of the exploitive feudal land relations with a view to uniting the poor peasantry to overthrow the Nationalist government. Many landlords' landed properties were confiscated and redistributed to the poor peasants. The victory of this revolution faced an immediate challenge for agricultural development, since it was a drastic process of severing the old productive relations. The peasants with redistributed land could hardly cope with the shortage of labour, livestock and machinery, which were all essential to efficient farming. Peasant cooperation became a necessary institution to deal with these problems. After 1950, many temporary and year-round mutual help groups were established based on voluntary principles. These groups with varying numbers of participant households played an important role in offsetting the shortage of human and technical capital through the exchange of labour, livestock and machinery. During this period the number of the mutual help groups increased substantially. For instance, in 1950, only 2.8 percent of the households were involved; but in 1954, this number reached 81.7 percent (GUYUAN COUNTY GOVERNMENT, 2003: 197).

The establishment of peasant production organizations would not have been easy without government dominance and intervention. Their transformation went through three stages. At the first stage, in 1952, primary agricultural cooperatives were piloted and rolled out to the whole county. Individual households remained as the landowners, but also as cooperative members who received the benefits based on their labour contribution. Land use, management and agricultural production were all arranged by the cooperatives. At the second stage started in 1956, the primary cooperatives and earlier established mutual help groups were transformed into advanced agricultural cooperatives. Collective landownership replaced the old private ownership. All peasant households automatically became members of the cooperatives, which arranged farming and distributed production materials to the members. At the third stage, these cooperatives were transformed into communes, a larger institution that displayed more features of collective ownership of landed resources than the previous regimes. Underscored by

a high-level of planning and bureaucracy, the commune quickly showed its ineffectiveness in farming organization and rural development. The local government attempted to improve its efficiency, but it did not provide incentives to the members to stimulate agricultural production. Yet, this failure did not fully lie in the commune itself. The Cultural Revolution (1966-1976) as characterized by fierce political struggles contributed to the destruction of social and economic relations at all levels, which obstructed and did not leave space for further development of the commune (GUYUAN COUNTY GOVERNMENT, 2003).

The land reform agenda led by the Communist Party across China marks a fundamental shift from private landownership to collective ownership that is continued to this day to maintain the egalitarian principle. One can probably argue that the collective institution marks the watershed of the Communists' policy from the Nationalist regime. As Wong (1973) points out, when the Communist Party came to power, its 1950 Agrarian Reform Law contained no major policy innovation because all the important issues had already been tried out by its predecessor, especially the founder of the Nationalist Party—Sun Yat-sen. Sun's overall programme for "equalization of land ownership and the control of capital" was followed by the Communists who used the commune as an alternative to achieve similar objectives.

In Guyuan County, the HRS was first introduced in 1979 in pilot villages with great difficulties. Similar to the realization of the previous policies on the models of cooperatives and communes, its adoption was through strong administrative measures, without full peasant consent. Land, labour, livestock and machinery were allocated to individual households that were given the responsibility to meet production and other economic quota and tax set by the local government, while keeping the residue for themselves. On the assumption that the HRS would provide the peasants with more incentives to cultivate their land, its outcome has not been prominent in light of poverty and natural resources degradation. Moreover, the HRS from the very beginning cultivated the seeds of inequality, as large farms were leased to the so-called capable households. During the 1970s and 1980s, these farms were run with a huge loss of profits and property due to mismanagement and weak governance. They were returned to the management of the collective. In 1993, the whole county followed the call of the central government to stabilize and improve farmland contracting relations by granting 30 years of land use rights to the households. And in 1997, a second round of farmland leasing was carried out with a view to clarifying and documenting land contracting rights and improving land tenure security. The latter was assumed to be important to stabilize land relations and encourage land use rights transfers among the households, as some of them would prefer leasing their land to others while undertaking off-farm employment (GUYUAN COUNTY GOVERNMENT, 2003). In short, the egalitarian principle and practice concerning agriculture gradually receded with the introduction of the HRS whose alignment with state policies on agricultural output to be met by households does not always suit peasants' needs for livelihoods and social services (CHANG, 1994).

The practice of farmland leasing quickly triggered land conflicts among contractors, village collectives and local government after 1997. Affected peasants lack the power to hold the local government accountable and to negotiate terms of conditions with it. Village collectives are sometimes accused of corruption in village affairs especially concerning unequal land allocations. Those households with close relationships with the village leaders sometimes receive more and better quality of land than the others and even do not fully comply with their contractual terms. In some cases, the land of those who have migrated to cities is intentionally kept and redistributed to others, which contravenes the 2002 Rural Land Contracting Law. The latter provides a rigid stance on upholding land tenure security and equity (GUYUAN COUNTY DISCIPLINARY INSPECTION BUREAU, 2005). But, when the migrants wanted to return to their homes when they were unable to find a permanent stay in the cities, they discovered that their land had been taken away. This is the most critical factor for disputes and conflicts between peasants and village leaders.[2]

Obviously, how to manage appropriate land use for the benefit of the poor presents a daunting challenge for local governance. This challenge also exhibits the weakness of the HRS in securing peasants' land use rights. This historical account shows that none of the land tenure regimes have worked effectively. Rather, they have undermined the power of the poor and led to rising social inequality and conflicts in the countryside as will be discussed in the following sections.

4. Fallacies of land law and policy

4.1. The grassland enclosure policy

As Guyuan County is listed in the provincial and national ecological construction plan, the county government's goal for the optimized use of its fragile natural resources such as grassland have become paramount. It bears a strong burden to effectively preserve the degrading grassland given its past failures especially after 2002. A major highlight of their efforts is to roll out the grassland enclosure and animal husbandry prohibition policy, as the carrying capacity of the grassland is claimed to have reached the lowest level, which is beyond government control. In this regard, the local government determines to ban the traditional method of grazing deemed to be disorganized and attributable to the tragedy of the commons. It equates this policy with revolution, which implies the daunting challenges ahead. To a large extent, this measure has

2 Rural outmigration may not contribute to rural development to a large extent given the fact that enormous urban employment creation is needed to accommodate the migrants. However, it is never an easy task. For rural development to take off substantially, 75 percent of the peasants have to leave the countryside, and this is almost unrealistic (see Kahrl et al, 2005). Information on village disputes and conflicts is based on interviews with local township government staff in July 2008.

followed the overall goal of the Chinese government in putting in practice the so-called scientific development concept that emphasizes human-nature harmony, among other aspects.[3]

Moreover, this policy represents a major move towards the implementation of the 2002 Grassland Law of China that sets a strong mandate for local governments. This law stipulates that the ownership of grassland rests with the state which assigns use rights to the village collective. The latter is allowed to lease the land to individual households. In particular, Article 33 states the following:

Contractors for grassland management shall make rational use of the grasslands, and they may not exceed the stock-carrying capacity verified by the competent administrative department for grasslands; and they shall take such measures as growing and reserving forage grass and fodder…in order to keep the balance between grass yield and the number of livestock raised (GOVERNMENT OF CHINA, 2002: 7).

In essence, this law reiterates the government's call for the arbitrary management of the grassland in use of the carrying capacity concept. In addition, it marks no difference from the 2002 Rural Land Contracting Law in terms of granting land use rights to individual households. Thus, large part of the grassland in Guyuan has been partly contracted out to individual households that are required to sign their use rights contracts with the county Agricultural and Animal Husbandry Bureau. In principle, their grazing rights are set against the numbers of livestock to be kept by them, which is hard to implement. In practice, for the local government, the delimitation of household-based grassland will automatically lead to the reduction of the number of livestock. This measure is assumed to be useful to land preservation, as the peasant users should be made responsible. In a few cases, some parts of the grassland are kept in the hands of the village collective purely for the purpose of nature conservation. This land is fenced off for rehabilitation, as either it had been exploited to almost extinction or it is prone to further degradation. Apart from the contracted and preserved grassland, there is only a small proportion of the land left open to communal grazing.

However, the administration of grassland protection is too costly and difficult to manage, since the peasants can still find ways to cut the fence and enter the prohibited areas. The grassland contract management has not succeeded in fully registering the peasants, some of whom have not applied for the contract certificate as required by law. For those who have the certificates, they are only allowed to graze appropriate numbers of livestock; but in practice, one can hardly tell whether these numbers have been followed.[4] Furthermore, there is a lack of institutional

3 Interviews with county Agriculture and Animal Husbandry Bureau officers in July 2008.

4 Interviews with county Agriculture and Animal Husbandry Bureau officers in July 2008.

mechanisms for effective monitoring as county and township governments and the village collective do not have clear roles to play and thus do not think that they are solely responsible for it. They often blame each other for this rather than putting forward more coherent policies for sustainable land management.[5]

The ineffectiveness of the law in the view of the local bureau is due to peasants' lack of "modern knowledge" of livestock rearing and grazing. To influence peasants' grazing behaviour on the basis of ecological science (see Jiang, 2006), the bureau further attempted to introduce new methods to prevent the peasants from grazing outside their homes. However, as these methods require improvements in the use of fodder and feed, it was too costly for the peasants to follow them. The peasants have continued to ignore these calls and managed to avoid the inspection of the local bureau staff regarding the use of the grassland. Some rehabilitated sites, despite being well protected for some time, have now become degraded again due to a peasant "invasion". According to a news report, some large parcels of grassland contracted out were found to be used for cropping, grazing and other functions, which were not allowed by law. Nonetheless, with the implementation of the 2003 Decree of Grazing Prohibition by the local government, access to grazing has become more and more difficult for the peasants, who complained that their income from farmland cultivation was so limited that they had to rely on grazing to supplement it. The lack of adequate access to grassland further contributes to their vulnerable livelihoods (*XINHUA NET*, 2006).

The widespread grassland degradation indicates that relevant grassland laws and policies place overt emphasis on management issues rather than linking it with viable options for peasant livelihoods. To the peasants, the traditional method of grazing has certain cost-effective advantages, including easy management of the livestock. As their own grazing rules are not considered by the government, they do not believe that the "exotic" method of grassland enclosure is in their best interests. In fact, as in other regions, grassland enclosure has contributed to overgrazing and thus land degradation (JIANG, 2006). Furthermore, when there is not much leeway for them to use even their own contracted grassland as it is small in size, grazing on the preserved grassland becomes unavoidable. For instance, 95 percent of the informants acknowledged that they knew what was happening, but did not know how to deal with it. The rest simply did not believe that they themselves should be blamed. Above all, they saw livestock husbandry as a better way to fight poverty than other practices such as vegetable farming. And when they saw the immediate benefits from it, they simply wanted to forgo other scarce options.

The lack of effectiveness of policy instruments indicates the fact that as in many other parts of the country grassland preservation programmes are not coupled with appropriate poverty

5 According to county magistrate Zhang Cong's unpublished speech notes in various events.

alleviation strategies. Moreover, no community-based land management models based on household tenure are found (see Banks et al, 2003). In Guyuan, grazing remains as the most profitable means of livelihoods for the majority poor, as they cannot rely upon farmland production due to environmental and economic constraints as seen in later discussions. They showed discontent over the county government's grassland reclamation policy which caused an increase in poverty and rising social conflicts in the village (*XINHUA NET*, 2006). Their views on and participation in grassland use and management have not been at the top of the development agenda of the local government.

Furthermore, grassland management is often arguably compounded by the fuzziness of the heterogeneous and hybrid property relations, where village collectives and even local governments have more power to determine land uses than the peasants, and where lines of responsibility of grassland management are not clearly demarcated among different state and non-state actors (see HINTON, 1990; Yeh, 2004). These factors contribute to poor grassland governance, which has had a direct impact on the perceptions of the peasants regarding grassland use. A prominent example is the Ministry of Agriculture's national circular in 2006 on its decision to penalize the misconduct of Guyuan local government staff and land contractors in grassland use.[6] It was reported that the county government and a village committee had contracted the land owned by the government and village collective respectively to local businessman and certain peasant households without transparent procedures made known to the local community. The latter group had no idea of how local government line agencies played a key role or were involved. This led to the conversion of large pieces of the grassland into other land usages. According to the 2002 Grassland Law of China, land contractors must maintain the original status of the land. In the two reported cases they managed to cover up their purposes by stating that they wanted the land for eco-tourism development and would take care of the land to abide by the law. Only at a very late stage did the local community notice that they had changed large plots of land into cropland and fenced these parts off from the rest of the community. In fact, the two contractors even occupied the land before the local bureaus formally approved their applications (MINISTRY OF AGRICULTURE, 2006). This means that to a certain extent, the current tenure system has favoured the powerful groups in their uses of the land for their own benefits, which is commonly found in other parts of China.

6 According to the Grassland Monitoring and Supervision Centre of the Ministry of Agriculture, this circular sends a clear message to corrupt officials involved that the Grassland Law must be upheld. For the details of the cases, see http://www.grassland.gov.cn/grasslandweb/Article/ShowArticle.asp?ArticleID=103

4.2. Collective forestry reform

Tree plantation and preservation are regarded as equally crucial as grassland preservation to ecological restoration. The county government has made the forest a fundamental natural resource to be preserved and to be free from illegal logging by establishing forest protection teams in each township. To a large extent, their measures have been effective in this respect. But the peasants are not offered strong incentives in any of the forest plantation programmes. For instance, the most prominent land conversion or "green for grain" programme aimed at dramatically increasing forest coverage to combat soil erosion and flooding[7], as in the other parts of the country, has proved to be unsuccessful due to many factors, one of which is a lack of linkages between tree planting and direct benefits from it for Guyuan. For instance, in recent years peasants received only an estimate of 160 Yuan annually per mu (1 ha = 15 mu) of their land converted to forest land. And this included both compensation and a subsidy from the local government. This tiny amount was just impossible for the peasants to maintain their livelihoods when their land was devoted to forests. Given the climatic conditions in this dry region, it takes approximately 15 years for the trees to grow. Also, the planted trees had not been well cared for, and some even died off a few years later. Furthermore, as reflected by the county Forestry Bureau[8], peasants' lack of ownership over the trees put the sustainability of the forest programme at risk. This also applies to those trees under the direct management of the village collective. In the end, this programme was suspended. Obviously, balancing the interests of state and peasants in this sector poses a difficult challenge to decision-makers (see Strauss, 2009).

To address disincentives and to encourage the peasants to take an interest in the forest land, the Forestry Bureau follows the example of the collective forestry tenure reform in southern China, where cases of success are documented.[9] In fact, this initiative adopted elsewhere was taken up by the State Council, which promulgated the 2008 Opinions on Comprehensive Collective Forest Land Tenure Reform. Essentially, this policy is to emulate the HRS in the management of collective forestry land and peasants' ownership of wood across the country. It is seen as a major measure to boost the enthusiasm of the peasants, increase their incomes and make forestry sustainable. It stipulates that production and management of forestry should be entrusted to peasants by issuing extendable 70-year forest land use contracts, while the nature of collective ownership should be maintained. It calls for ensuring equal access to peasants' forestry land rights and guaranteeing their rights to know and participate in any decision-making process affecting their land rights.

7 Officially started in 2002, this programme has been the largest programme in the Chinese ecological protection history that covered 25 provinces, 1,897 counties and 97 million peasants (CUI & WANG, 2006).

8 Interviews in July 2008.

9 Since 2003, collective forestry reform had been piloted in Fujian, Jiangxi, Liaoning and Zhejiang provinces. China has 2.55 billion mu of forest land (equivalent to 60 percent of the country's total) under village collective ownership with more than half of the population living in these areas (XINHUA NEWS AGENCY, 2008).

Moreover, peasants are allowed to transfer, lease or mortgage the forest land use rights within the tenure period. Local government is asked to extend financial institutional services to the needy and establish forestry insurance to protect the peasants from natural disasters. This reform also makes an explicit call for strengthening public services to support forestry cooperatives and enterprises, which can play a leading role in forest management and production to promote economies of scale. It is set to be completed over a 5-year period, during which forest land rights certificates should be issued to the individual households based on the registration of their contracted forest land (GOVERNMENT OF CHINA, 2008; XINHUA NEWS AGENCY, 2008).

In fact, long before the promulgation of this policy, the Forestry Bureau had tried to emulate similar measures to undertake collective forestry reform — with very limited success. The slogan of strengthening individual households' awareness and forest management ownership was used to rationalize the policy and to motivate the peasants. However, the latter did not perceive this policy as something new, as the forest had already been under the management of the collective. Moreover, granting long-term use rights might incur more institutional burdens to shoulder for the households, since they do not expect to gain benefits from the forest products which are not as marketable as in the past. As a staff member of the bureau indicated,

The collective forestry reform here cannot be compared with the South, where the peasants can simultaneously plant other economic crops with the forest. Here, the climatic conditions just cannot allow this. That is why it is not attractive to the peasants. So, we may not be able to continue the reform later on.[10]

Whilst the use rights for a large proportion of the collective forests were said to be granted to individual households, the latter were reluctant to receive the use rights certificates. How to divide and redistribute the collective forests to individual households is never an easy task for the Forestry Bureau. To a large extent, the forest land is supposed to be redistributed to the peasants on the basis of equitable conditions in terms of the quality of the land and the number of household members. In cases where the land with poor quality cannot be redistributed easily, it should be done through lease, tender and auction to the needy. When this cannot be realized, it rests with the village collective. All these steps require sound planning and participation of the community in deciding on how the forest land can best be used and managed. Moreover, the peasants need to know whether the forests contracted to them are of economic value to them. Otherwise, they will lose interest in it (Bai, 2007). The lessons from this county and other regions indicate that in most cases, local governments pay insufficient attention to the needs of the households and collective efforts (MIAO & WEST, 2004). As a result, the reform can easily incur discontent and even conflicts among various stakeholders involved, which deserves further studies.

10 Interviews in July 2008.

The lack of capacity of the Forestry Bureau to control inappropriate forest land use overshadows its overall forestry reform agenda. Some staff blamed grazing as the number one threat to forestry and emphasized the need to put a complete stop to it by severely penalizing those responsible especially the households with a big number of livestock. Obviously, a lack of coordination between different line agencies further constrains any conceived efforts in sustainable forest land management. These factors are further compounded by the latest reform agenda and the ongoing process of forest decentralization (see LIEBERTHAL & LAMPTON, 1992). However, this policy does not differ from other laws on the issue of the abuse of power by the village collective as the latter retains the most power in decision making. What mechanisms should be established to empower the peasants to keep the local cadres in check remain unclear. As a result, "the leadership of the rural collective, including the Party secretary, the village head and other village committee members, may co-operate and pursue personals interests as a collective" (CAI, 2003: 668).

In short, policies of grassland and forest protection and utilization have been mutually exclusive. The local peasants could only resort to short-term gains, sometimes at the cost of these resources (CUI & WANG, 2006). A lack of coordination in land use planning and management contributes to the failure of the programmes in which the peasants are caught in a vortex of uncertainty regarding the changes in land use imposed by the government. The relationships between natural resource tenure reform, poverty and the environment have not been sufficiently addressed in an integrated manner by the local government. The reform of land resource tenure from collective to household-based institutions signifies a simplistic approach that departs from the biophysical, economic and political constraints.

5. Farmland use, conflicting interests and peasant contestations

5.1. Farmland for livelihoods

Rural development for the local peasants is nothing more than the maximization of the utilization of the available resources in the pursuit of quick results in the reduction of poverty. Their attachment to land, pasture, forests and other resources embodies their pragmatic values towards their livelihoods as discussed earlier. Yet, peasant relations have become less dynamic than the commune period in the 1960s and those found in traditional ethnic minority groups. With the market-oriented policies infiltrating their communities, individual interests override the mechanisms of collective choice and decision-making on the use of the resources for the benefit of all.

Vegetable farming is commonplace and constitutes a primary source of income for most households. This is found mostly in areas where soil conditions are favourable, although the increasing level of water scarcity has becoming a problem. The varieties of vegetables grown are limited across the county, and this unavoidably leads to competition over sales and marketing outlets. Only those households with relatively larger sizes of land manage to gain reasonable profits. However, this type of farming is seasonal, as winter temperatures can drop below -30 degrees Celsius. Thus, extensive farming is carried out in other seasons.

Vegetable farming requires reasonable capital inputs in terms of time spent in the field, use of water, chemical fertilizers and seeds. Where there is a lack of technical and funding services provided by the local government, the growers are vulnerable to various natural and economic risks. Unpredictable natural disasters can cause damage to the crop. The growers are incapable of effectively dealing with these risks. Since they have no other ways to sell their produce than relying on the middlemen from other provinces to collect it, quite often they are in a weak position to bargain over the prices offered.

With the introduction of the HRS, random growing of vegetables for the peasants to gain high economic returns has replaced traditional cropping to a large extent; as a result, grain production has reduced substantially. In China, between 1995 and 2001, the production of vegetables nearly doubled (LICHTENBERG & DING, 2008). Although the HRS has stimulated agriculture and promoted peasants' incentives in and choice over farming, in Guyuan, farmland fragmentation has reduced the efficiency of farming. Vegetable farming as carried out by the peasants is akin to "digging the soil and land without caring about the kind of resources they will leave for the future" (HU, 1997; ZEN, 1991: 79).

Village life is unlike that in the past when unity and mutual help played an essential role in organizing the peasants, which is partly due to fragmented land relations. "Everyone is helping himself. We do not know about the future — we just try to make ends meet anyway. Nobody will help us", as some peasants claimed. Similar remarks were also made by the local government staff.[11] Despite the HRS's partial success in poverty reduction, it displays an increasing weakness in uniting the poor as land becomes fragmented. The peasants have less space for the social organization of agricultural production. And when the village collective mostly represents the interests of the local state, the role of the peasants in voicing their concerns over land use and agricultural development becomes minimal. As a result, land is nothing but a means of livelihoods for the peasants. All the informants agreed that they were not sure whether the land belonged to them. When their land use contracts expire in around 30 years, they wondered whether their land rights would be altered by the local government. Facing uncertainty over

11 Interviews in July 2008.

land use and other associated rights and a lack of public support, many informants viewed the Chinese peasantry as the most vulnerable group in the country.[12] These institutional constraints pose severe challenges for the sustainability of vegetable farming in the county.

5.2. Conflicting interests in farmland use

Fragmented farmland use caused largely by the introduction of the HRS underpins complex peasant-local state relations as both have different or even conflicting interests in the land. As the value of the land increases with the local government gaining increasing control over it, local peasants see their land as their last resort to maintain their livelihoods.

The national policy on farmland protection places strict conditions on farmland use and prohibits its conversion into non-agricultural uses. Accordingly, the local government set the mandates for the village collective to demolish all the buildings such as pigpens in the field. And peasants' ignorance of this call would lead to forced demolition of their properties. However, when the peasants built their houses years ago, they were not informed of whether it would contravene any government policies. In fact, their ideas were even approved by the village collective. As these households are small in scale and only occupy the tiny plots unsuitable for cropping, thus literally, this act has nothing to do with farmland conversion. Seeking the support of the village committees was futile. As many of them are women, children and the elderly left behind in the village, they could not form a unified force against possible land evictions. They also knew that the peasants' weakness had led to the eviction of many of them as new land development takes place on a regular basis.[13]

In fact, this example also reflects that land use planning and management has never been an easy task for the local government which has been under mounting pressure to both preserve and utilize the land to promote economic development. The county does not have any foreign companies operating in it at the moment. To attract business development, when conditions allow, the local government must provide the necessary basic infrastructure, and this requires a huge amount of funds to be put aside. However, this is extremely difficult for a nationally-designated poor county like Guyuan. In the end, the acquisition and consolidation of land has become a necessity in favour of corporations and real estate developers. While creating space for this development, the local government has to restrict the use of farmland for "non-agricultural" purposes by the peasants in order to strike the overall balance between farmland preservation and conversion.

12 Interviews with local peasants representing different ages, gender and occupational groups in different villages in July 2008.

13 Interviews with local peasant households in July 2008.

The county government line agencies are trapped on the path towards economies of scale in agricultural production, making the maximization of land use and land acquisition unavoidably difficult for them. They all seemed to agree that the county had no other options but to introduce the "dragon head" agribusiness (*longtou qiye*) to take the lead in organizing scaled production. They complained about the peasants' backwardness of ideas, knowledge and skills in adjusting to the demands of the market economy. However, for the peasants, the lack of secure land rights and the mechanisms for transparent and effective partnership with agribusinesses could only make them cast doubt on every arrangement concerning the use of the farmland, grassland and forests. As the local government has the mandate to push further ahead economic development, its conflicting interests with the peasants are expected to arise.

The dilemma for sustainable rural development may indicate the need to reorganize the peasants who can collectively decide on how their land and other resources can be used properly. This is also a prerequisite for the healthy growth of agribusinesses. Like those pilot schemes taking place in southern China, the county line agencies staff pointed out that they should allow the peasants to become land shareholders and benefit from agribusinesses.[14] Thus, the village collective should play a bigger role in uniting the peasants and assuring them better economic returns on agricultural production. Ultimately, this requires the establishment of specialized business-oriented peasant associations. However, the current policy on these organizations requires a substantial amount of capital to be registered, and this would simply mean that for the poor peasants it is impossible. Moreover, the rural societal structure is fragmented and it is extremely difficult to bring the peasants together. This also demonstrates the failure of the village collective and government policy in revitalizing the social and political dynamics of the Chinese countryside since the market reform of the late 1970s. Nearly 50 percent of the local government staff held the view that the trend of the rural economic reform should reverse the HRS into genuine collective land use and management. And this was thought to be a way to revitalize the Chinese countryside and help the peasants cope with their vulnerabilities to various social, political, economic and natural risks associated with land use. However, how to convince the peasants and give them an incentive to form relevant agribusiness groups or associations remains a challenge, for these associations may become the cause of conflicting interests rather than representing collective efforts.

5.3. Peasants' contestations of farmland use

The scale of peasants' self-organization of economic, social and political activities is rather limited due to the institutional constraints as already mentioned. But they are not passive recipients of

14 However, shareholding cooperatives have their limitations, since the mechanisms for mutual supervision and self-restraints are often inadequate, representation of the vulnerable poor is not strong, and the interests of capital may predominate (see Clegg, 1998: 81).

government laws and policies. Changes in the central government policy that favours agriculture, on the one hand, have created more incentives for the peasants to care about their land; on the other hand, they also spur local conflicts. Land-induced conflicts between the peasants and local cadres have become a thorny governance matter. A recurring example is the tension between returning peasant migrants and local carders over land reallocation. Village collectives and township governments are often complained of purposely reallocating the land when the original legal users migrate to the cities. In this case, Guyuan resembles the rest of the country, where large numbers of impoverished rural people have become migrants as part of the "floating population" of 200 million to seek temporary work in cities (Solinger, 2002; Zhang, 2001). To the township government, the land left by these migrants should be redistributed to accommodate the needs of other groups. Paradoxically, this practice is no longer permitted by law that aims to ensure land tenure security and explicitly calls for an end to land readjustments.[15] As one member of the local township government staff remarked,

The current land law and policy do not really take into account the local conditions seriously. And it is sometimes contradictory in terms. For instance, it enshrines women's land rights. But if land readjustments are not allowed, how can we give land to the women who marry men in our villages? Besides this, the recent favourable agricultural policies have actually extended the invitation to the migrants who want to return to farming. When they migrated to cities, they left their land idle and let us manage it. We then leased it to others who could farm the land. How can we return this land to them when it is in others' hands? Their discontent with us has led to skyrocketing cases of petitions, but we find it hard to meet their demands.[16]

These conflicts do not indicate that the local peasants have more systemic concerns over how their land can be utilized in a sustainable way. Yet these conflicts show the peasants' growing concerns about their rights, livelihoods and ineffective policies in the context of widening social inequality between different groups. As a result, land readjustments may privilege some while marginalizing others due to the practice of personalism, clientelism and networking tactics carried out by the dominant group (see Nonini, 2008). Moreover, peasants' struggles for land use are sporadic and seldom organized systematically in terms of the creation of effective groups that can maximize their influence and collective force. This may indicate that the current HRS is inextricably linked to this, with its nature of fragmentation of agricultural production as well as social cohesion, which is a difficult area of research as power dynamics in a given setting

15 Article 27 of the 2002 Rural Land Contracting Law states that land adjustment is prohibited during the contract period. Even so, Article 28 states that land adjustment should be done on the land returned by the contracted households to accommodate newly increased households. Thus, it leaves space for ambiguous local interpretation, as it is hard to tell which land belongs to the returned migrants.

16 Interview in July 2008.

can hinder in-depth investigations as this case studies encountered. Paradoxically, 90 percent of the interviewees indicated that they would rather keep the HRS, as they did not trust the collective. The rest either preferred the old commune system or simply had no preferences. But they all thought that development policies and laws concerning their land rights should be strengthened. Some even expressed their inclination towards land privatization, which would ideally enshrine more secure rights for the peasants. But all of them expressed their concerns about the absence of viable property relations for sustainable land use and management and poverty alleviation as a whole.

6. Conclusions

This study indicates that the conventional individualistic approach to land resource tenure has not brought about viable solutions to addressing the complexity of rural poverty and its underlying institutional constraints. Relying on market-oriented development models, China's economic success has incurred severe social and environmental costs. To a certain extent, the replacement of the collective institution such as commune with the HRS has exacerbated its developmental dilemma. The serious flaws of this approach and the rhetoric of development policies are not responsive to local biophysical, political and economic realities (Gupta, 1998). As a result, the current land tenure regime is attributable to short-term development gains rather than sustainable resource use in the long run. Moreover, it is interwoven with the absence of appropriate institutional mechanisms for effective sustainable land use and management in a region where poverty and natural resource degradation prevail.

The HRS as an embodiment of modern management institution has been a contributing factor for the fragmentation of social relations and is an example of the lack of capacity of the local state and lack of collective action of local community in local development processes. The local state puts overt emphasis on meeting higher-level state demands rather than serving the community needs first (Kung, et al, 2009; Christiansen & Zhang, 1998). This is reinforced by the HRS whereby communities are marginalized in land use planning and broader-level of village governance. In the context of rising social inequality across the country, it becomes more difficult for the state to organize the peasantry. The fact that some peasants support the HRS actually implies that they mistrust other possible measures imposed upon them by the state. In other words, they are not given the space to explore other better systems of land tenure by the state.

The social fabric of the rural society is not simple. It is important to understand how mechanisms of power have been able to function within the society and between society and state in order to investigate the agents responsible for social constructs (Foucault, 1986). In this sense, this

case study shows that although mechanisms for peasants' collective action remain unclear and even weak, their daily struggles are omnipresent in their disorganized and silent contestations. However, their resistance is not "genuine" in the sense of being organized with clear motives and goals as defined by Scott (1985). This individually-based, and seemingly passive resistance to the land use institutions reveals the absence of the mechanisms for genuine peasant participation in policy-making processes concerning their land use and governance.

As the peasant-local state relations become more murky and complex, and social dynamics among different social groups become more intractable, how to revitalize the Chinese countryside by making the complex social, political and economic relationships work for the goal of sustainable land use and rural development remains an ultimate challenge for policy-makers, who need to rethink their current institutions governing farmland use and natural resource management. It is essential to tackle the structural barriers to law and policy-making mechanisms that put constraints on the representation of the peasants whose need to participate in the process should be nurtured and empowered (Cai, 2003; Li, et al, 2004).

In a nutshell, no single type of land ownership, be it government, private or community, is a blueprint for sustainable land use and management (Dietz, et al., 2003). A new form of land tenure congruent with local economic, ecological, political and social conditions should be explored and tested by policy-makers. This form of land tenure has to serve the needs of sustainable land use and management, which is largely impinged on state-peasant relations. In retrospect, these complex relations are shaped by land tenure arrangements. Thus, future land policy developments should be based on sound analyses of the interconnections between land tenure, land use and management and socio-political relations, the implications of which are critical for China's transition to ensure the accomplishment of sustainable development goals in semi-arid regions in particular.

References

BAI, Shunjiang 盯住目标 攻坚克难 确保完成全省集体林权制度改革任务: 在全省集体林权制度改革调度会议上的讲话. **Sticking to the target and overcoming difficulties to ensure the completion of the tasks of provincial collective forestry reform**: speech at the provincial collective forestry reform coordination meeting, unpublished speech note. 2007.

BANKS, T. *et al*. Community-based grassland management in western China: rationale, pilot experience, and policy implications, **Mountain Research and Development**, v. 23, n. 2, p. 132-140, 2003.

BRAMALL, C. Chinese land reform in long-term perspective and in the wider east Asian context, **Journal of Agrarian Change**, v. 4, n. 1/2, Jan/Apr, p. 107-141, 2004.

CAI, Yongshun Collective ownership or cadres' ownership? The non-agricultural use of farmland in China, **The China Quarterly**, Issue 175, p. 662-680, 2003.

CHANG, Kyuang-Sup The social-political processes of agricultural decollectivisation in a North China commune, **China Report**, v.30, n.4, p. 395-406, 1994.

CHIN, G.T. Securing a rural land market: Political-economic determinants of institutional change in China's agricultural sector, **Asian Perspective**, v. 29, n. 4, p. 209-244, 2005.

CHRISTIANSEN, F.; ZHANG, J. (eds). **Village INC.: Chinese rural society in the 1990s**. Honolulu: University of Hawai'i Press, 1998.

CUI, Haixing; WANG, Liqun 退耕还林工程与农村社会运行—基于河北省沽源县的实证分析, Green for grain programme and rural society: empirical studies on Guyuan county, In: CHINA SOCIAL SCIENCE ANNUAL CONFERENCE, 2006 **Proceedings**...2006.

DIETZ, T. et al. The struggle to govern the commons, **Science** n. 302, p. 1907-1912, 2003.

FOUCAULT, M. Disciplinary power and subjection. LUKES, S. (ed). **Power**, New York: New York University Press, 1986.

GOVERNMENT OF CHINA **Grassland Law of the People's Republic of China**, 2002.

_____. **Rural Land Contracting Law of the People's Republic of China**, 2002

_____.中共中央国务院关于推进集体林权制度改革的意见 (**Communist Party Central Committee State Council opinion on promoting collective forestry tenure reform**), 2008. Disponível em: *<http://english.gov.cn/jrzg/2008-07/14/content_1044403.htm>*, Acesso em: 20 Dec 2009.

GUPTA, A. **Postcolonial Developments: Agriculture in the Making of the Modern India**, Durham, NC: Duke University Press, 1998.

GUYUAN COUNTY GOVERNMENT. 沽源县志 (**Guyuan County history**), Baoding: Zhongguo sanxia Press, 2003.

GUYUAN COUNTY DISCIPLINARY INSPECTION BUREAU 完善制度, 强化管理, 切实规范农村干部行为 (**Improve institutions and strengthening management to regularize village cadres' behavior**), 2005. Disponível em: *<http://www.gyqlgk.gov.cn/news_JieGuo.asp?code=008004&id=1433>*. Acesso em: 20 Dec 2009.

GUYUAN POVERTY ALLEVIATION OFFICE 关于扶贫开发工作情况的调研报告 (**Research report on poverty and development in Guyuan county**), unpublished report, 2007.

HARDIN, G. Tragedy of the commons, **Science** v. 162, n. 1243, 1968.

HINTON, W. **The Privatization of China, the Great Reversal**. London: Earthscan Publications, 1990.

HO, P. **developmental dilemmas: land reform and institutional change in China**, London & New York: Routledge, 2005.

HU, W. Household land tenure reform in China: its impact on farming land use and agro-environment, **Land Use Policy**, v. 14, n. 3, p. 175-186, 1997.

HUANG, Y. **Agricultural reform in China**, Cambridge: Cambridge University Press, 1998.

JIANG, H. Decentralization, ecological construction, and the environment in post-reform China: case study from Uxin Banner, Inner Mongolia, **World Development** v. 34, n. 11, p. 1907-1921, 2006.

KAHRL, F. et al **New horizons for rural reform in China: Resources, property rights and consumerism**, Stanford Centre for International Development, 2005. Disponível em: <*http://are.berkeley.edu/~dwrh/Slides/SCID_KRHZ_100105.pdf*>, Acesso em: 15 Jan 2010.

KUNG, J. et al Rural cadres and governance in China: incentive, institution and accountability, **The China Journal**, n. 62, p. 61-77, 2009.

LAI, L.W.C. Land use rights reform and the real estate market in China: a synoptic account of theoretical issues and the property rights system, **Property Management**, v. 13, n. 4, p. 21-28, 1995.

LI, X. et al. (eds). **Environment and poverty: the Chinese practice and international experiences**, Beijing: Social Sciences Academic Press, 2005.

____.**2003-2004 Status of Rural China**, Beijing: Social Sciences Academic Press, 2004.

LICHTENBERG, E.; DING, C. Assessing farmland protection policy in China, **Land Use Policy** n. 25, p. 59-68, 2008.

LIEBERTHAL, K.G.; LAMPTON, D.M. **Bureaucracy, politics, and decision-making in post-Mao China**, Berkeley & Los Angeles: University of California Press. 1992

LIN, George & HO, Samuel P. S. China's land resources and land-use change: insights from the 1996 land survey, **Land Use Policy** n. 20, p. 87-103, 2003.

MIAO, G.; WEST, R.A. China collective forestlands: contributions and constraints, **International Forestry Review**, v. 6, n. 3-4, p. 282-298, 2004.

MINISTRY OF AGRICULTURE. 农业部办公厅关于河北省沽源县开垦草原案件查处情况的通报 (**Circular of the Ministry of Agriculture's decision on inspection and punishment concerning the Guyuan County of Hebei Province's mismanagement of grassland cases**), issue n. 29, 2006.

MULDAVIN, J. Environmental degradation in Heilongjiang: policy reform and agrarian dynamics in China's new hybrid economy, **Annals of Association of American Geographers**, v. 87, n. 4, p. 579-613, 1997.

NONINI, D.M. Is China becoming neoliberal? **Critique of Anthropology**, v. 28, n. 2, p. 145-176, 2008.

SANDERS, R. The political economy of Chinese environmental protection: lessons of the Mao and Deng years, **Third World Quarterly**, v. 20, n.6, p. 1201-1214, 1999.

SCOTT, J.C. **Weapons of the weak: everyday forms of peasant resistance**, New Haven: Yale University Press, 1985.

SOLINGER, D.J. The floating population in the cities: markets, migration, and the prospects for citizenship. In: BLUM, S.D.; JENSEN, L.M. (eds). **China off centre: mapping the middle margins of the middle kingdom**, p. 273-290, Manoa: University of Hawai'i Press, 2002.

STRAUSS, J.C. Forestry reform and the transformation of state capacity in Fin-de-Siecle China, **The Journal of Asian Studies**, v. 68, n. 4, p. 1163-1188, 2009.

SZIRMAI, A. **The dynamics of social-economic development: an introduction**, Cambridge: Cambridge University Press, 2005.

WANG, S. et al. Recent land use changes in north dust storm source area affecting Beijing and Tianjin I: Agro-pastoral transitional zone, **IEEE**, p. 2402-2405, 2005.

WILLIAMS, D.M. The barbed walls of China: a contemporary grassland drama, **The Journal of Asian Studies**, v. 55, n. 3, p. 665-691, 1996.

WONG, J. **Land reform in the people's Republic of China: institutional transformation in agriculture, New York & London**: Praeger Publishers, 1973.

XINHUA Net 沽源:非法开垦草原事件的背后 (**Guyuan: what is behind the case of illegal grassland reclamation**), 2006. Disponível em: <*http://www.he.xinhuanet.com/dishi/2006-03/30/content_6607521.htm*>. Acesso em: 13 Jul 2008.

XINHUA NEWS AGENCY China to push forward collective forestry land reform, 15 Jul 2008. Disponível em: <*http://www.china.org.cn*>, Acesso em: 15 Jul 2008.

YEH, E.T. Property relations in Tibet since decollectivisation and the question of fuzziness. **Conservation and Society**, v. 2, n. 1, p. 107-131, 2004.

ZEN, D. Collectives' land in countryside should be used under taxation, **Study on China's Land Problems**, Beijing: China Economic Press, p. 78-81, 1991.

ZHANG, L. **Strangers in the City: Reconfigurations of Space, Power, and Social Networks within China's Floating Population**, Stanford: Stanford University Press, 2001.

Vulnerabilidade e resiliência socioambiental no contexto da mudança climática: o caso do Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB)*

*Martin Obermaier**, Emilio Lèbre La Rovere****

Resumo

Este artigo discute adaptação à mudança climática na agricultura familiar em regiões semiáridas como estratégia de redução da vulnerabilidade local e a formação de processos de transição para estados de resiliência socioambiental mais desejáveis. Aplicamos o quadro teórico no caso do Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB) e os seus esforços para integrar agricultores familiares do nordeste brasileiro na cadeia produtiva de biocombustíveis. Os resultados indicam que, enquanto o PNPB integra relevantes componentes para redução de vulnerabilidades – como a assistência técnica ou acesso a mercados –, futuros mais sustentáveis no semiárido nordestino dependerão, fundamentalmente, de reformas socioeconômicas mais amplas para combater os processos sociais exclusivos. Fundamentalmente, uma adaptação bem sucedida implicará ações concertadas em níveis locais, regionais e nacionais.

Abstract

This article discusses family farmer adaptation to climate change in semi-arid regions as local vulnerability reduction and forming transition processes towards more desirable states of socio-ecological resilience. We apply this methodological framework to the case of the National Program on Biodiesel Production and Use (PNPB) and its efforts to integrate family farmers from the Brazilian northeast into biofuel commodity chains. The results indicate that while the PNPB addresses important components for vulnerability reduction—such as technical assistance or market access—more sustainable futures will essentially rely on broader socioeconomic reforms to break with currently socially exclusive processes. In particular, successful adaptation will need concerted actions at local, regional and national scale.

* O presente trabalho se baseia na tese de doutorado de Martin Obermaier "Velhos e Novos Dilemas nos Sertões: Mudanças Climáticas, Vulnerabilidade e Adaptação no Semiárido Brasileiro" (2011).

** Martin Obermaier é doutor em planejamento energético pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

***Emilio Lèbre La Rovere é doutor em tecnologias econômicas na École des Hautes Études en Sciences Sociales de Paris, e coordenador do Laboratório Interdisciplinar de Meio Ambiente (Lima) e o Centro Integrado de Estudos de Meio Ambiente e Mudanças Climáticas (Centro Clima) da UFRJ.

Palavras-chave: Vulnerabilidade; Resiliência socio-ambiental; Adaptação; Agricultura familiar; Semiárido; Brasil.

Keywords: *Vulnerability; Socio-ecological resilience; Adaptation; Family farmer; Semi-arid; Brazil.*

1. Introdução

A agricultura familiar em áreas semiáridas é altamente suscetível aos impactos da variabilidade e mudança climática (IPCC, 2007). No entanto, o setor agrícola tem mostrado, historicamente, uma forte capacidade de se adaptar a riscos, sejam eles climáticos ou não (BURTON E LIM, 2005). Um exemplo particular é o sertão nordestino do Brasil onde agricultores familiares da região lidam com déficits hídricos e secas recorrentes desde os primórdios da colonização da área, e tem se adaptado a isso. Exemplos incluem, entre outros, a pecuária extensiva com base em forragem e lambedouros para alimentação animal, uma agricultura comercial adaptada a déficits hídricos como a cana-de-açúcar e o algodão, assim como o plantio de cultivos de subsistência resistentes às secas, incluindo mandioca, milho e feijão (PRADO JR., 1945; ANDRADE, 2005).

O desenvolvimento agrícola, no entanto, veio a um alto custo socioambiental. São frequentes os relatórios sobre migração forçada, má nutrição e mortes devido aos déficits hídricos recorrentes (HIRSCHMAN, 1963; GOMES, 2001). Neste contexto, a alta demanda de carne nos centros litorais do país, do algodão e da cana como *commodities* agrícolas, implicou no desenvolvimento da agricultura de subsistência somente como apêndice à agricultura comercial. Isso tem sido evidenciado pelo uso de solos de qualidade inferior ou terras degradadas para áreas de subsistência, métodos agrícolas rudimentares, desconsideração do uso de fertilizantes ou pesticidas (mesmo orgânicos), e pouco desenvolvimento de irrigação, drenagem ou outras técnicas de regulamentação de água (PRADO JR., 1945; MAIA GOMES, 2001; CARVALHO E EGLER, 2003). Além disso, a criação extensiva de gado, a prática de queimadas na agricultura e o uso descontrolado da lenha (especialmente nos engenhos para a produção de açúcar) têm levado à forte degradação da caatinga – um dos maiores biomas do país (735 mil km2) –, incluindo processos de erosão de solo, desertificação, fragmentação da cobertura vegetal e perdas de biodiversidade (PRADO JR., 1945; GARIGLIO ET AL., 2010). Apesar de 40% da vegetação original da caatinga estar intacta, poucas áreas da região não são economicamente utilizadas (GARIGLIO ET AL., 2010). Apenas 1% de sua área está protegida (SRH/MMA e UFPB, 2007).

Há, portanto, um aparente paradoxo: de um lado a vulnerabilidade de agricultores familiares frente os riscos climáticos e socioeconômicos, e do outro lado a resiliência socioambiental da agricultura familiar como um conjunto para absorver ou se recuperar de tais choques. Em outras palavras, ao mesmo tempo em que a agricultura familiar do sertão é altamente vulnerável, ela se mostra extremamente resiliente.

Pesquisas sobre adaptação à mudança do clima têm integrado a ciência de vulnerabilidade e resiliência em seu campo de estudo (JANSSEN E OSTROM, 2006; GALLOPÍN, 2006; MCGRAY ET AL., 2007; EAKIN E PATT, 2011). A análise de vulnerabilidade tem se centrado no motivo da vulnerabilidade, ou seja, por que e em quais condições atores são vulneráveis. Dessa forma destacam-se ligações explícitas a temas como pobreza, exclusão social ou os impactos da globalização na agricultura, em vez de um foco de vulnerabilidade restrito aos impactos da mudança do clima (EAKIN E LUERS, 2006; ADGER, 2006; O'BRIEN ET AL., 2008; MALONE E ENGLE, 2011). Por outro lado, resiliência, definida como "a capacidade de um sistema de absorver distúrbios e se reorganizar num sistema totalmente funcional"[1] (CUTTER ET AL., 2008, pp. 599-600), foca na capacidade de avançar o estado de sistemas socioambientais[2] através de processos de aprendizagem e adaptação (Nelson et al., 2007; Cutter et al., 2008). Dessa forma, "boa" resiliência ou "estados mais desejáveis" de um sistema são ligados à possibilidade de seguir trajetórias para futuros mais sustentáveis no contexto de crescentes impactos causados pela mudança climática e das vulnerabilidades sociais e climáticas atuais (FOLKE, 2006; NELSON ET AL., 2007).

É importante entender que respostas locais para reduzir vulnerabilidades existentes (adaptação) não necessariamente andam no mesmo compasso de processos para uma resiliência socioambiental mais desejável de um sistema hierarquicamente maior (EAKIN E WEHBE, 2009). Portanto, analisar ações que tentam reduzir vulnerabilidades em um quadro teórico de resiliência sistêmica constitui um importante campo de estudos. Pesquisas neste âmbito (NELSON ET AL., 2007; EAKIN E WEHBE, 2009; OSBAHR ET AL., 2010) tem se centrado especificamente em como processos ou repostas locais podem deslocar sistemas (por exemplo, a agricultura familiar numa determinada região) em direção a estados de "*adaptedness*"[3], uma situação em qual um determinado sistema é eficaz no relacionamento com o seu meio ambiente e cumpra as metas normativas estabelecidas por suas partes interessadas (NELSON ET AL., 2007, p. 400).

Dentro desse contexto, a agricultura familiar da região semiárida brasileira é um estudo de caso interessante, mas ainda pouco pesquisado. Estudos anteriores focavam na identificação de causas-raízes de vulnerabilidades na agricultura e nos efeitos da posse da terra sobre vulnerabilidade a secas (FINAN E NELSON, 2001; LEMOS, 2007; TONI E HOLANDA, 2008). Todavia, pesquisas no Brasil ainda estão fortemente limitadas à discussão de riscos e impactos climáticos, em vez de incorporar um debate mais amplo incluindo as vulnerabilidades sociais ou a resiliência socioambiental (OBER-

1 Todas as traduções são dos autores.

2 Sistemas socioambientais são importantes unidades de análise porque homem forma seu meio ambiente da mesma forma que ele é formado por serviços ou suportes de ecossistemas (FOLKE, 2006).

3 Não existe uma tradução ao português que incorpora o sentido completo dessa definição. Por isso, usaremos o termo original ao longo do presente trabalho.

MAIER, 2011)[4]. Há, porém, um considerável interesse em aprender a partir dessa recente vertente de pesquisa: no ano passado, na conferência internacional ICID 18, em Fortaleza, discutiu-se a relação entre sustentabilidade, clima e de desenvolvimento em regiões semiáridas. Do ponto de vista prático, a redução de vulnerabilidade da agricultura familiar tem sido implicitamente integrada na agenda política brasileira via programas de desenvolvimento regional e programas sociais. Nesse contexto, tem sido de interesse particular na região do semiárido os recentes esforços para integrar agricultores familiares do sertão na cadeia produtiva de biocombustíveis por meio do Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB).

No presente artigo, analisamos como o PNPB consegue reduzir vulnerabilidades locais no sertão, e como isso poderia ser ligado a uma resiliência socioambiental maior. A análise se baseia no quadro estabelecido por Lambin (2005) e Eakin e Wehbe (2009) e o papel dos componentes-chaves *motivação*, *informação* e *capacidade* em um quadro teórico de resiliência socioambiental. Integramos explicitamente na nossa análise o debate sobre a redução da pobreza, do qual uma discussão sobre a resiliência no Brasil não pode ser deslocada, dado a persistente marginalização dos agricultores familiares no Nordeste (NE) e a forte ênfase do atual Governo Federal em melhorar as condições no campo, por exemplo, evidenciado pelo recente "Brasil sem Miséria".

A nossa pesquisa é, em grande parte, qualitativa, e resume os resultados da pesquisa de tese de doutorado do primeiro autor sobre o PNPB no estado da Bahia. Dessa forma, as lições aprendidas também deverão contribuir para o debate sobre a integração de medidas de adaptação com ações de mitigação (AdMit) (KLEIN ET AL., 2007; LA ROVERE ET AL., 2009). O trabalho se baseia em 44 entrevistas semiestruturadas com diversos atores ligados aos estudos de caso, e é complementada por dados de campo e dados secundários, uma revisão da literatura relevante, e observações feitas em diversas reuniões a nível local, regional e nacional. O estudo de caso analisa a região de Irecê na Bahia, onde é o foco na produção da mamona. A região de Irecê se encontra dentro da atual delimitação oficial da região semiárida do Brasil, assim como dentro dos limites do antigo "polígono da seca" de 1936 (CARVALHO E EGLER, 2003; SRH/MMA e UFPB, 2007).

Como mostraremos, o PNPB aborda uma série de componentes importantes para a redução de vulnerabilidades locais, assim como para uma transição para estados futuros mais sustentáveis. No entanto, argumentamos que uma situação de *adaptedness* dependerá fundamentalmente de reformas socioeconômicas e políticas mais amplas, inclusive a facilitação de acesso a terras agrícolas, medidas de proteção da caatinga, e reformas na governança, instituições e gestão. Dessa forma, o restante desse trabalho está organizado da seguinte forma: a seção 2 explica o qua-

4 Fazemos esta constatação com base na análise dos documentos oficiais do Governo Federal sobre mudança climática e adaptação (BRASIL, 2006, 2009, 2010; BRASIL E CIM, 2008) e das referências citadas nesses documentos, assim como uma análise bibliográfica extensiva das recentes publicações sobre o tema. Para mais informações ver Obermaier (2011) e Obermaier et al. (2011).

dro metodológico. Na seção 3 o estudo de caso é apresentado e analisado, e a seção 4 conclui o trabalho com algumas observações finais.

2. Metodologia

Resiliência e vulnerabilidade são condições inerentes a sistemas socioambientais (YOUNG ET AL., 2006). Portanto, uma gestão para futuros mais sustentáveis depende criticamente da abordagem de ambas propriedades: reduzir a vulnerabilidade, especialmente a dos menos capazes de se proteger de riscos ou perigos, e aumentar a resiliência de sistemas para que perturbações socioeconômicas ou ambientais (incluindo a variabilidade atual e a mudança futura do clima) possam ser absorvidas, enquanto mantendo-se a capacidade de avançar ou melhorar as propriedades do sistema em análise. Elementos como eficiência, equidade, eficácia e legitimidade são importantes partes nessa discussão (ADGER ET AL., 2005), assim como as discussões recentes sobre adaptação sustentável (BROWN, 2011) ou má-adaptação (BARNETT E O'NEILL, 2010), as quais vulnerabilidades locais e condições de resiliência socioambiental são intrinsecamente ligadas.

Enquanto a resiliência é, por vezes, considerada como o outro lado da moeda da vulnerabilidade (JERNECK E OLSSON, 2008), há uma potencial desconexão entre os dois termos. Pesquisa de vulnerabilidade ou adaptação pode ser considerada como aquela que foca em atores ou grupos, enquanto a resiliência, por definição, está ligada à análise de sistemas (NELSON et al., 2007). Dessa forma, em vez de eliminar as vulnerabilidades, identificar níveis aceitáveis de vulnerabilidade e manter a capacidade de resposta quando áreas ou sistemas vulneráveis são afetados é o principal desafio. Eakin e Wehbe (2009) ainda salientam que, em muitos casos, a soma das adaptações locais a processos de mudanças pode contrariar trajetórias a uma sustentabilidade socioambiental maior. Por exemplo, um agricultor pode diversificar a sua produção agrícola e reduzir a sua vulnerabilidade a déficits hídricos pelo desvio de águas superficiais ou subterrâneas para fins de irrigação, mas caso essa água seja propriedade comum seus vizinhos podem sofrer com a diminuição da disponibilidade de água. Processos de salinização, devido à irrigação excessiva, poderão reduzir fortemente a produtividade agrícola, afetando a integridade ecológica da propriedade e a segurança alimentar, assim como fontes de renda. Se ele é um agricultor de subsistência, a sua família pode sofrer com a falta de alimentos. Se ele é um grande produtor, a produção reduzida pode afetar significativamente a disponibilidade de alimentos em mercados locais ou regionais, promovendo, assim, processos de inflação nos preços agrícolas e, portanto, tornar mais vulneráveis as famílias pobres que não os produzem[5]. Essas interdependências são ainda mais complexas quando são incluídos fatores como mudanças regionais e globais (tais como desertificação ou mudança

5 Esses processos podem ser particularmente relevantes, por exemplo, se o número de agricultores que exploram os recursos naturais comuns é muito alto (OSTROM, 2009).

climática), pobreza, desigualdades sociais, capacidades adaptativas em diferentes escalas, política econômica (por exemplo, clientelismo ou exclusão de processos políticos) ou a globalização e acesso ao mercado (que pode gerar impactos positivos, mas também negativos) (ADGER ET AL., 2005; EAKIN E LUERS, 2006; MORTON, 2007; MCGRAY ET AL., 2007; EAKIN E PATT, 2011).

Neste contexto, Lambin (2005) argumenta que a transição para sustentabilidade é controlada por três componentes principais, que são motivação, informação e capacidade: "para qualquer deslocamento precisa de um mapa para saber onde estamos e para onde podemos ir (informação), uma meta para estimular movimento (motivação), e um veículo com dispositivos para controlar a nossa direção e velocidade (capacidades)". Como motivação, informação e capacidades fluem em um sistema socioambiental, é, portanto, relevante para entender transições de sistemas de um estado para outro (mais ou menos desejável). Eakin e Wehbe (2009) recentemente expandiram esse quadro teórico, integrando explicitamente questões sobre paradigmas de desenvolvimento, desigualdades sociais e o papel das instituições, tanto formais como informais, nestes processos. Esse fato promove, assim, uma análise mais completa das interações socioambientais em processos de adaptação, e liga a análise explicitamente à pesquisa de vulnerabilidade.

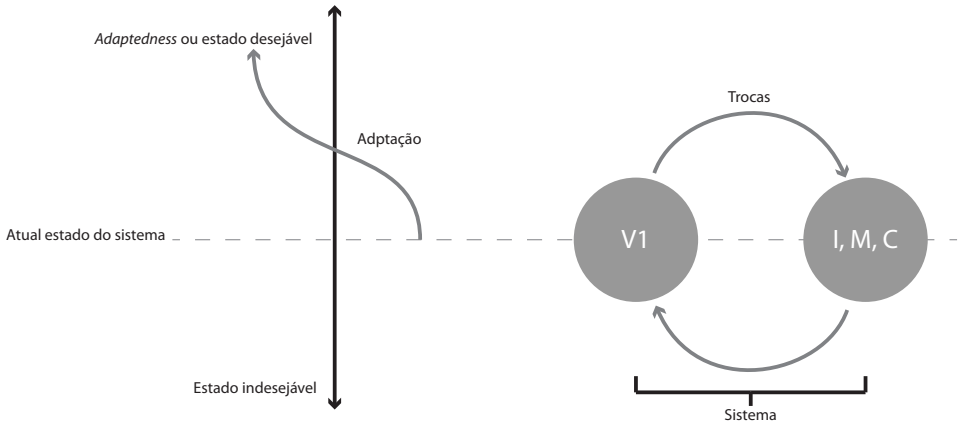


Figura 1 – Vulnerabilidade, resiliência socioambiental e futuros desejáveis dentro de um quadro teórico

Fonte: *Obermaier (2011).*

A Figura 1 apresenta uma visualização do quadro teórico adotado a partir do trabalho de Eakin e Wehbe (2009), com alguns ajustes adicionais. Um sistema $i = 1, ..., n$ pode ser definido pelo seu atual estado (linha horizontal em cinza). Por meio de adaptação, o sistema i pode se deslocar para estados mais (ou menos) desejáveis. Nós assumimos que adaptação (exemplificado pela flecha) é um processo permanente e não um resultado fixo que pode ocorrer por ajustes incrementais ou transformadores (NELSON ET AL., 2007). Informação (*I*), motivação (*M*) e capacida-

des (C) fazem parte integral do quadro, influenciando estados de vulnerabilidade (*V*) e resiliência socioambiental (e sendo influenciados por esses em volta).

Em seguida, definimos vulnerabilidade com base no quadro conceitual de Fuessel (2007), que argumenta que uma caracterização totalmente qualificada de vulnerabilidade necessita da definição de seis fatores, resumidos na tabela 1. É importante salientar que, por meio da definição de vulnerabilidade como problema explicitamente integrado, de acordo com o quadro de Fuessel (2007), a análise leva em conta todas as interações socioambientais originadas tanto internamente (agricultura familiar no nível de domicílio em uma região determinada) quanto externamente ao sistema em análise (por exemplo, mudanças climáticas ou globalização nos mercados de commodities agrícolas). Também incluímos "falta de acesso" dentro da categoria "perigo", definido aqui como "capacidade de obter benefícios de coisas" e não somente como o "direito de se beneficiar de coisas" (RIBOT E PELUSO, 2003). Assim, explicitamente integramos a questão da exclusão social dentro do contexto da mudança climática. Por fim, definindo vulnerabilidade como problema atual e de médio prazo, reforçamos a ideia que as vulnerabilidades atuais sociais e climáticas precisam ser colocadas no foco de pesquisas sobre adaptação, em vez da vulnerabilidade futura da mudança climática (OBERMAIER, 2011).

Tabela 1 – Caracterização totalmente qualificada de vulnerabilidade da agricultura familiar no semiárido do NE

No	Fatores de vulnerabilidade	Fatores de vulnerabilidade
1	Sistema vulnerável	Famílias de agricultores em regiões geográficas delimitadas (Irecê e Pintadas)
2	Atributo de preocupação	Meios de subsistência
3	Perigo	Falta de acesso, variabilidade e mudança climática
4	Referência temporal	Atual—médio prazo
5	Esfera	Integrada: vulnerabilidade de agricultores definida por fatores internos (e.g., uso de tecnologias, política econômica local) e externos (e.g., programas de governo, globalização do setor agrícola)
6	Domínio	Integrado: fatores socioeconômicos e ambientais são relevantes

Aplicaremos o quadro teórico desenvolvido no próximo capítulo. Irecê é situada a 7-8 horas de carro à sudoeste de Salvador. Numa altitude que varia entre 700m e 850m, Irecê possui solos férteis e fontes de águas subterrâneas. Grandes planícies favoreceram a mecanização na agricultura desde o início da colonização da região. Estas condições têm estimulado atividades agrícolas, distintas da predominante criação de gado no sertão nordestino (DUARTE, 1963; ANDRADE, 2005). A quantidade de chuvas na região é baixa e em torno de 488 a 745 mm por ano (INMET, s.d.).

3. A agricultura familiar dentro da cadeia produtiva de biodiesel: o caso da mamona na região de Irecê

Agricultores familiares na região de Irecê são tradicionais produtores da mamona no Brasil (*Ricinus communis L.*) (JAMES, 1953; AZEVEDO E BELTRÃO, 2007)[6]. Cultivada em consórcio ao lado de cultivos de subsistência, como o feijão ou o milho, ela serve como cultivo comercial (*cash crop* em inglês) e constitui uma importante parte da renda familiar na época do ano em que outras fontes são escassas (técnico agrícola 1, comunicação pessoal, jun. 2009). Resistente a déficits hídricos, a mamona pode reduzir a vulnerabilidade climática da agricultura quando outros cultivos de subsistência já não sobrevivem. Dessa forma, a mamona é frequentemente considerada como seguro de safra, apesar de não ser o foco da produção familiar na região de Irecê, sendo este os cultivos de subsistência (REPÓRTER BRASIL, 2009; representante de cooperativa, comunicação pessoal, jun. 2010). Por fim, a importância da mamona em torno da região de Irecê se mostra também na sua aceitação como forma de pagamento, por exemplo, em mercados locais ou na troca por outros bens ou produtos (DE SMET, 2010; REPÓRTER BRASIL, 2009).

Em termos globais, a mamona é uma commodity pequena com mercados bem definidos (CHIERICE E SALVADOR, 2007; ICOA, 2008). O seu óleo corresponde por somente 0.15% do mercado internacional de comércio em oleaginosas (SCHOLZ E SILVA, 2008), e apresenta preço elevado comparado com outros óleos vegetais comerciais (OBERMAIER ET AL., no prelo). O Brasil, já líder mundial nos anos 1970, perdeu essa colocação nas duas décadas seguintes pelo surgimento da Índia e da China como produtores importantes e por consideráveis perdas em produtividade e produção (SANTOS ET AL., 2007). Esse declínio foi ligado a complexas interações entre a continuada degradação ambiental na região de Irecê e a falta de disseminação de boas práticas agrícolas e de tecnologias apropriadas na agricultura familiar (REPRESENTANTE EMBRAPA 1, COMUNICAÇÃO PESSOAL, JUN. 2009; FREITAS ET AL., 2010). Isso impediu o desenvolvimento de cadeias produtivas mais estruturadas assim como a renda familiar dos agricultores, com preços pouco remunerativos (REPÓRTER BRASIL, 2009; CONSULTOR MDA 1, COMUNICAÇÃO PESSOAL, DEZ. 2010; REPRESENTANTE INDÚSTRIA RICINOQUÍMICA, COMUNICAÇÃO PESSOAL, JUN. 2010)[7].

6 A mamona cultivada é um cultivo perene da família da Euphorbiaceae, porém raramente continuado por mais de dois ou três anos num ciclo de colheita (SCHOLZ E SILVA, 2008). Devido à sua toxicidade ela não entra na cadeia alimentícia e fica estritamente para usos industriais (CHIERICE E NETO, 2007). Regiões subtropicais com temperaturas elevadas (15–38°C) e reduzida precipitação (750–1000 mm) são regiões naturais para a mamona (WEIBEL, 1948; AZEVEDO E BELTRÃO, 2007; SCHOLZ E SILVA, 2008).

7 A cadeia produtiva de mamona em alguns casos passou por até sete intermediários antes de chegar na indústrias ricinoquímica (CONSULTOR MDA 1, COMUNICAÇÃO PESSOAL, dez. 2010).

O potencial da industrialização da produção de mamona já foi discutido nos anos 1940 (JAMES, 1948). Porém, somente com a retomada da iniciativa de tentar integrar agricultores familiares pobres do NE dentro de uma estratégia agroenergética pelo Programa Nacional de Produção é Uso de Biodiesel (PNPB) de 2003 essa ideia ganhou nova força[8]. Apesar do alto custo da mamona, ela foi identificada como carro-chefe para a inclusão social da agricultura familiar da região semiárida nordestina (CÉSAR E BATALHA, 2010). Isso se justificou principalmente pela possibilidade de gerar emprego e renda no NE (FLEXOR ET AL., 2011); por ser um cultivo já conhecido pela agricultura familiar (REPÓRTER BRASIL, 2009; CONSULTOR MDA 2, COMUNICAÇÃO PESSOAL, dez. 2010), a sua adaptabilidade às condições climáticas extremas da região NE (AZEVEDO E BELTRÃO, 2007), pela sua usabilidade como matéria-prima para a produção de biodiesel (teor de óleo entre 43–49%) (PARENTE, 2003; SCHOLZ E SILVA, 2008) assim como pela base de P&D já existente (PARENTE, 2003; CAEATC, 2003).

Enquanto o setor de biodiesel doméstico cresceu fortemente nos anos após a implantação do PNPB, a integração da agricultura familiar do NE dentro do PNPB se mostrou extremamente difícil. Em seguida, analisamos a participação da agricultura familiar de Irecê dentro do nosso quadro teórico de informações, motivações e capacidades, e discutimos como essas componentes são ligadas a vulnerabilidades e resiliência socioambiental.

3.1. Motivação

O relançamento da mamona como cultivo comercial dentro do PNPB chegou à agricultura familiar com a promessa de bons preços, assistência técnica e extensão rural (ATER) e a distribuição de sementes de qualidade (REPÓRTER BRASIL, 2009; WILKINSON E HERRERA, 2010) – isso numa situação onde a produção de feijão, principal produto agrícola da região[9], se encontrou em decadência desde os anos 90 (NOVAES, 2007). Para incentivar a entrada de agricultores dentro do PNPB, vários programas de governo foram modificados: ou 1) criando novas linhas de atuação ligadas à produção de biodiesel na agricultura familiar, como no caso do Pronaf onde foi estabelecida uma nova linha específica de crédito para custeio; ou 2) priorizando agricultores da mamona em programas governamentais, como no caso do programa Garantia Safra, onde agricultores plantando mamona teriam prioridade em obter benefícios sobre outros (CARVALHO ET AL., 2007; CONSULTOR MDA 1, COMUNICAÇÃO PESSOAL, dez. 2010).

8 Semelhante ao Proálcool da década dos anos 70 o PNPB, apesar de constituir uma estratégia energética, foi criado com explícitos objetivos sociais. De fato, o fracasso de não conseguir integrar a agricultura familiar do Nordeste dentro do "novo modelo agrícola" pode ser interpretado como uma principal motivação do PNPB e o seu foco social (HALL ET AL., 2009).

9 A região era o segundo maior produtor nacional nos anos 90, e foi conhecida também como a "capital do feijão" (NOVAES, 2007).

O apoio político ao programa PNPB foi particularmente forte durante os primeiros anos (HALL ET AL., 2009; FLEXOR ET AL., 2011). A própria contribuição da agricultura familiar do NE foi ligada a sua contribuição para a produção de combustíveis limpos e renováveis[10], e dessa forma, a um futuro sustentável do planeta (ver figura 2). Enquanto associações de agricultores mostraram consideráveis discrepâncias no apoio ao PNPB –variando de "oportunidades" a críticas severas à integração de cadeias do agronegócio (FLEXOR ET AL., 2011) –, agricultores familiares mesmo, em entrevistas com o primeiro autor desse estudo, mostravam o seu carinho pela mamona "que sempre produz". Essa última observação, de fato, indica que a produção de mamona não requer muito cuidado dos agricultores, fato que pode ter, posteriormente, ter dificultado a motivação dos mesmos com poucos ganhos de produtividade.

Foto: M. Obermaier

Figura 2 – A agricultura familiar na cadeia de combustíveis renováveis: desenho mural na seda da cooperativa Coopaf, Morro do Chapéu

A produção da mamona expandiu fortemente nos anos 2004 e 2005 (19% e 26% respectivamente), porém abaixo das previsões originais (MDA, 2007; GUIMARÃES, 2010). Esse desenvolvimento levou a uma rápida inflação no preço da baga em um momento em que ainda não tinha preços contratualmente combinados entre agricultores e os produtores de biodiesel pelo Selo Combustível Social (CÉSAR E BATALHA, 2010)[11]. Já em 2005, o preço nominal pago aos produtores caiu abaixo de valores pré-PNPB (SEAGRI, 2011).

10 Diferente de hoje, no início da década passada biocombustíveis foram frequentemente ligados a uma série de benefícios socioambientais, como a redução de gases de efeito estufa (GEE) e o fortalecimento do desenvolvimento rural (LA ROVERE E OBERMAIER, 2009).

11 O SCS somente entrou em força 2005.

Esta evolução foi fortemente fortalecida por fortes problemas institucionais. O mercado de biodiesel no NE nos primeiros anos ficou fortemente dominado pela empresa Brasil Ecodiesel S.A. (BED). Com investimentos consideráveis no NE, bem como um forte apoio político do nível federal, a atuação da empresa foi avaliada por uns como essencial para o fortalecimento da região NE dentro do PNPB e a mobilização social da agricultura familiar, e por outros como oportunista, levando-se em conta má-gestão e, em alguns casos, práticas dúbias (REPRESENTANTE ONG 1, COMUNICAÇÃO PESSOAL, jun. 2009; REPRESENTANTE ONG 2, COMUNICAÇÃO PESSOAL, nov. 2009; CONSULTOR DIE, COMUNICAÇÃO PESSOAL, dez. 2008; REPÓRTER BRASIL, 2009; CONSULTOR MDA 1, COMUNICAÇÃO PESSOAL, dez. 2010). Por exemplo, houve relatos de quebra de contratos com os produtores rurais com a falta de recolhimento da produção, uso de técnicos pouco, ou não-qualificados, e, em alguns casos, incentivo aos agricultores a deixarem de plantar cultivos de subsistência para plantar a mamona, dessa forma afetando diretamente a segurança ou soberania alimentar. Além disso, houve considerável confusão entre os diferentes níveis governamentais: as políticas federais logo começaram a competir, e em alguns casos, colidir com as diferentes estratégias estaduais ou até programais municipais, dificultando a implementação dos programas e deixando os agricultores confusos (CONSULTOR MDA 1, COMUNICAÇÃO PESSOAL, dez. 2010).

Em conjunto, esses fatos causavam enorme frustração entre agricultores, e assim uma rápida retração do número de agricultores participantes. Dessa forma, houve em 2006 um declínio de 55% na produção nacional em relação ano anterior. Em alguns casos, os agricultores queimavam publicamente a mamona, como expressão de raiva, ou a escondiam na sua propriedade como forma de protesto e de mostrar a sua frustração (REPÓRTER BRASIL, 2009; CONSULTOR MDA 1, COMUNICAÇÃO PESSOAL, dez. 2010). Em outros casos, agricultores continuavam a vender a atravessadores – comumente também produtores de mamona (consultor DIE, comunicação pessoal, dez. 2008) – com os quais já tinham historicamente laços sociais, já que desde sempre garantiam o acesso ao mercado e crédito informal, e que fora do âmbito do PNPB se mostravam mais flexível na hora do pagamento e oferecendo preços superiores aos preços contratados (DE SMET, 2010; CONSULTOR MDA 2, COMUNICAÇÃO PESSOAL, dez. 2010).

O desempenho do PNPB no NE virou alvo de fortes críticas, em mídia, por pesquisadores, e até dentro do governo federal, e ameaças quanto à sua existência futura mantiveram-se fortes até pelo menos 2007–2008 (CONSULTOR MDA 1, COMUNICAÇÃO PESSOAL, várias datas; TÉCNICO MIN, COMUNICAÇÃO PESSOAL, dez. 2010). No entanto, houve um forte desejo político da Presidência de continuar o programa, o que resultou finalmente na entrada de forma forçada da paraestatal Petrobras S.A., e a mais tardia da sua subsidiária Petrobras Biocombustíveis (PBIO), dentro do mercado de biodiesel (FLEXOR ET AL., 2011). Sendo dirigida pelo anterior Ministro do Ministério de Desenvolvimento Agrário, houve uma reorganização da estratégia da inclusão social no NE. Contratos da PBIO com os agricultores foram baseados no pagamento de, ao menos,

os preços de mercado, desestimulando assim a venda de agricultores para atravessadores. Projetos para estruturar a organização da cadeia produtiva junto com as partes interessadas, liderado pelo MDA, começavam a aumentar seu escopo regional e a tentar reduzir as dificuldades na disseminação de material agrícola ou do serviço de ATER (CONSULTOR MDA 1, COMUNICAÇÃO PESSOAL, dez. 2010).

Em geral, essas tentativas conseguiram recuperar o interesse da agricultura familiar, e recentes dados mostram preços altos da mamona com menor oscilação, além de cerca de 9.300 agricultores familiares participantes das regiões em torno de Irecê. Apesar disso, a produção doméstica ficou estável, com uma produtividade extremamente baixa e muito abaixo do previsto (REPRESENTANTE ONG 3, COMUNICAÇÃO PESSOAL, dez. 2010) (ver tabela 2).

Tabela 2 – Produção e preços da mamona no Brasil e o papel da região de Irecê

Mamona	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Produção Brasil (kt)	168,802	95,000	98,142	122,140	91,076	
Produção Irecê, Jacobina e Senhor do Bonfim (%)	65.5	55.5	58.2	64.1	52.6	
Produtividade (kg/ha)	731	629	602	775	571	
Agricultores familiares no NE participando no PNPB (particularmente mamona)	15,000	30,226	6,850	17,187	17,711	55,000a
Preços recebidos pelos produtores (R$/60kg, média anual)b	33.11	32.17	54.71	70.48	60.75	70.98

a Dados preliminares.
b Dados não incluem Dezembro 2010.
Fontes: Goertz e Guimarães (2010), CONAB (2011, pp. 1-3); IBGE (s.d.); Obermaier et al. (no prelo), adaptação pelos autores.

3.2. Informação

Para aumentar a produção agrícola, a prestação da Ater tem sido foco principal do PNPB[12]. Dentro do programa, ela não é ligada à obtenção de financiamento pelo PRONAF, como é a prática comum (CONSULTOR MDA 3, COMUNICAÇÃO PESSOAL, dez. 2010). Portanto, o PNPB aumentou potencialmente a disponibilidade desse serviço a agricultores, processo que fica limitado, porém, devido às relativamente baixas taxas de participação no programa.

O forte desmatamento na região devido à criação de gado e, mais tarde, à produção do algodão, reduziu já nos anos 1960 a vegetação original da caatinga quase inteiramente em vários lugares

12 Na Bahia, principal centro da produção de mamona, somente 54.111 ou 7% dos estabelecimentos agrícolas recebe assistência técnica. Isso é ainda mais relevante devido à observação que 52% dos estabelecimentos na Bahia não usam nenhum tipo de boa prática agrícola. Ambos os números são muito inferiores à média brasileira ou de outras regiões (IBGE, 2009).

de Irecê (DUARTE, 1963), levando à diminuição do lençol freático, reduzindo assim a disponibilidade de água para o cultivo. Neste contexto, a comunicação e assimilação de boas práticas agrícolas é um problema na agricultura familiar do NE (REPRESENTANTE EMBRAPA 1, COMUNICAÇÃO PESSOAL, jun. 2009). Isso inclui a mamona, na qual uma enorme disparidade entre o conhecimento agronômico disponível, e a prática de cultivo no campo é observada (Técnico Agrícola 2, Comunicação Pessoal, dez. 2008; TÉCNICO AGRÍCOLA 1, COMUNICAÇÃO PESSOAL, jun. 2009; FREITAS ET AL., 2010). Problemas conhecidos incluem a compactação e erosão dos solos devido ao uso inadequado e intensivo de implementos agrícolas pesados ou a monocultura; miscigenação de variedades locais devido ao uso da própria baga guardada[13], com fortes impactos para produtividade, qualidade e susceptibilidade a pragas e doenças; ou a aplicação de técnicas básicas não recomendadas, como o espaçamento inadequado, falta de aplicação de fertilizantes ou herbicidas, queimadas para limpar a área agrícola, semeadura fora da época de plantio e plantios feitos sem respeitar a declividade do terreno (AZEVEDO E BELTRÃO, 2007; OBERMAIER ET AL., 2010; FREITAS ET AL., 2010; CÉSAR E BATALHA, 2010)[14]. Embora o ciclo natural da mamona seja de dois a três anos, os solos compactos, a degradação ambiental e outros fatores fazem com que, atualmente em Irecê, ela seja produzida somente por um ano (TÉCNICO AGRÍCOLA, COMUNICAÇÃO PESSOAL 3, dez. 2008).

A transferência de conhecimento é dificultada por problemas como baixa alfabetização (TÉCNICO EBDA, COMUNICAÇÃO PESSOAL, dez. 2008), má qualidade da Ater ou a falta de entendimento ou de consideração dos costumes locais. Além disso, problemas logísticos complementam esse quadro. Embora tenham sido lançados programas de qualificação para técnicos, o número de técnicos disponível era insuficiente para atender a enorme demanda devido ao PNPB. Isso levou não somente a cargas de trabalho exageradas para os técnicos (até 200 agricultores por técnico em alguns casos), mas também à contratação de técnicos pouco ou não-capacitados para trabalhar com a mamona (CARVALHO ET AL., 2007; CÉSAR E BATALHA, 2010; DE SMET, 2010; CONSULTOR MDA 1, COMUNICAÇÃO PESSOAL, dez. 2010). Evidências anedóticas indicam que a Ater da BED nos primeiros anos focou no monitoramento da produção agrícola, dessa forma sem oferecer ajuda real aos agricultores (TÉCNICO AGRÍCOLA 2, COMUNICAÇÃO PESSOAL, dez. 2008)[15]. Em alguns casos, o serviço oferecido pela empresa cessou por completo depois dos primeiros anos. A dispersão geográfica dos agricultores da região, a necessidade de visitas frequentes e o difícil acesso pelas estradas ruins complicam até hoje serviços de Ater, além

13 Existe um alto grau de heterogeneidade da mamoneira na Bahia, sendo encontradas mais de 90 variedades locais de "sementes" num levantamento realizado (CRISÓSTOMO ET AL., 1975, APUD FREITAS ET AL., 2010).

14 É interessante constatar que justamente a falta de mecanização da mamona nos EUA início no século 20 levou ao abandono da sua produção (Domingo, 1953).

15 Uma ONG num outro estado do NE observou discrepâncias consideráveis entre o âmbito restrito exigido pela empresa e a visão da ONG de como a assistência deveria ser fornecida (técnico ONG, comunicação pessoal, nov. 2009).

do enorme custo do serviço (TÉCNICO AGRÍCOLA, COMUNICAÇÃO PESSOAL, out. 2009, CÉSAR E BATALHA, 2010; CONSULTOR MDA 1, COMUNICAÇÃO PESSOAL, dez. 2010).

Recentes tentativas focam na melhoria dos serviços de prestação e, particularmente, na redução dos seus custos. Via a criação de polos produtivos espera-se obter uma maior densidade geográfica dos agricultores participantes, e uma maior estruturação da produção (CONSULTOR MDA 1, COMUNICAÇÃO PESSOAL, DEZ. 2010; GOERTZ E GUIMARÃES, 2010). Uma maneira de disseminar boas práticas agrícolas tem sido a implantação de unidades técnicas de demonstração (UDT) com práticas corretas de preparo do solo, aplicação de adubos orgânicos e herbicidas, espaçamento correto e consórcios recomendados. A PBIO por sua vez busca simplificar os serviços de assistência, tirando a extensão rural dos serviços de prestação (REPRESENTANTE PBIO, COMUNICAÇÃO PESSOAL, dez. 2010). A Ater, dessa forma, deve só focar nos consórcios agroenergéticos, deixando de ter uma abordagem holística de todas as atividades agrícolas da propriedade rural. Esse foco limitado foi alvo de críticas dos próprios técnicos rurais que tinham medo de serem menos aceito pelos agricultores (TÉCNICA AGRÍCOLA 4, COMUNICAÇÃO PESSOAL, jun. 2009). A atuação das máfias de sementes – que forjam grãos de baixa qualidade de grãos como sementes certificadas –parece estar cada vez mais sobre controle (CONSULTOR MDA 1, COMUNICAÇÃO PESSOAL, dez. 2010).

Em geral, as dificuldades relativas à assistência técnica não estão exclusivamente relacionados à cultura da mamona em si, mas refletem as deficiências estruturais na região. Há certos avanços autônomos de programas governamentais: a redução de assimetrias de informação entre os agricultores, intermediários e outras partes interessadas têm sido considerável na região de Irecê. Isto inclui o acesso a informações sobre cotações da mamona com o uso de celulares.

3.3. Capacidade

Dadas as consideráveis dificuldades do PNPB, o Ministério de Desenvolvimento Agrário (MDA, responsável pela integração dos agricultores familiares) e outros ministérios têm mostrado considerável capacidade de resposta na integração de agricultores ao programa. Isto inclui não só a introdução de preços mínimos acordados mutuamente através do SCS, mas também o afastamento da meta ambiciosa de 50% para participação dos agricultores familiares na região do NE (SINISCALCI, 2010). Como regra feral, essas mudanças não foram implementadas em relação às preocupações ambientais, mas para facilitar a adesão dos agricultores do nordeste ao PNPB – isso com impacto limitado, mas verificável (ver tabela 2): a produção de mamona no Brasil continua concentrada na região de Irecê, mesmo sete anos após o início do programa[16]. Isso implica

16 Uma exceção é o estado do Ceará, onde consideráveis subsídios (entre R$ 200–R$ 300 por ha/ano) foram dados aos agricultores que plantavam mamona (SINISCALCI, 2010).

que o foco de inclusão social da produção de mamona tem sido desproporcionalmente limitado à Irecê, contrariando a estratégia do PNPB de inclusão de todo o semiárido. No entanto, uma tendência de aumento na participação dos agricultores fora do polo produtivo de Irecê pode ser observada (GUIMARÃES, 2010), indicando que o SCS está gradualmente se tornando mais bem sucedido.

Os impactos na geração de renda na agricultura familiar ainda permanecem limitados. Um estudo recente estima a renda agrícola apropriada da mamona está em torno R$ 345 por ha/ano (GUIMARÃES, 2010). Zapata et al. (2010) estimam que o aumento da renda familiar devido à produção de mamona está na ordem de 20%. Um técnico (TÉCNICO AGRÍCOLA 2, COMUNICAÇÃO PESSOAL, dez. 2008) afirmou que a produção de mamona não se torna viável por causa do PNPB, no qual a produtividade permanece baixa: como regra geral, uma renda de R$ 500 por ha/ano é considerada um resultado bom, que requer uma produção de cerca de quinze sacos por ha (TÉCNICO AGRÍCOLA 2, COMUNICAÇÃO PESSOAL, DEZ. 2008; TÉCNICO AGRÍCOLA 4, COMUNICAÇÃO PESSOAL, dez. 2008). No entanto, em Irecê, a produção estimada foi de apenas seis a sete sacos/ha em 2007. Embora que pouco uso de fertilizantes, herbicidas ou tecnologias avançadas diminuam despesas com o cultivo, isso ocorre em detrimento a uma maior renda familiar. De fato, o escopo limitado da estratégia da inclusão social como geração de emprego e renda tem sido criticado por pesquisadores que argumentam que a inclusão deve incluir uma variedade mais ampla de fatores, incluindo educação, cultura e participação (KILHAM ET AL., 2010; DE SMET, 2010).

A capacitação continua a ser, na verdade, um gargalo: os agricultores plantam de forma cíclica e olham geralmente mais para os preços do que para os custos: agricultores familiares plantam quando o preço está alto e isso pode levar a uma tendência inflacionária. Embora o SCS haja atualmente como um escudo protetor em relação aos contratos de anos entre os agricultores e os produtores de biodiesel, isso torna o agricultor mais vulnerável, dados os atuais esforços pelas companhias de biodiesel para reduzir os preços da mamona. Na verdade, chuvas suficientes podem compensar por baixos preços: como mostrado por Macedo et al (2010), agricultores incorrem perdas de culturas agrícolas quando não há chuva suficiente, independentemente de seu preço estar alto no mercado, mas conseguem lucrar em anos com boa quantidade e distribuição de chuvas. De fato, secas continuam a dar problemas também no caso da mamona que, enquanto resistente a situações de déficits hídricos, produz pouco nessas condições (MACEDO ET AL., 2010; REPRESENTANTE PBIO, COMUNICAÇÃO PESSOAL, dez. 2010; REPRESENTANTE ONG 3, COMUNICAÇÃO PESSOAL, dez. 2010). A modernização é também limitada pelo pouco acesso ao crédito dentro do PNPB, apesar do lançamento de uma linha de crédito específica para financiamento do custeio com a produção de mamona (CONSULTOR MDA 1, COMUNICAÇÃO PESSOAL, dez. 2010; CONSULTOR MDA 2, COMUNICAÇÃO PESSOAL, dez. 2010). Altas taxas de inadimplência e o desvio de créditos para outros fins (além da plantação) criam

inseguranças para as instituições financeiras, e em alguns casos, agricultores "encararem estas fontes de crédito como oriundas de fundos não reembolsáveis" (ERVILHA ET AL., 2009, p. 6). Por outro lado, os agricultores familiares parecem relutantes em tomar crédito para financiar mamona devido aos baixos retornos.

Por outro lado, resultados positivos não esperados têm surgido. Um exemplo é o número crescente de cooperativas que surgiu junto ao programa. Estas instituições vêm sendo importantes para defender o interesse dos agricultores, especialmente durante os primeiros anos caóticos do PNPB[17]. A principal cooperativa de mamona na região de Irecê agora entrou numa estratégia de diversificar as suas atividades com base da renda da mamona, por exemplo, na produção de produtos lácteos com um maior valor agregado do que a própria mamona, o que pode beneficiar os agricultores da cooperativa no futuro. Porém, precisa-se ter cuidado em avaliar definitivamente tais processos. As cooperativas analisadas também têm demonstrado deficiências na capacidade organizativa e gestão e, além disso, mostravam em algumas ocasiões até comportamento fraudulento. Os recentes esforços do Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA), responsável pelo componente da inclusão social da agricultura familiar dentro do PNPB, assim passaram a incluir estratégias de capacitar cooperativas e aumentar seu poder de barganha vis-à-vis os produtores do biodiesel (CONSULTOR MDA 1, COMUNICAÇÃO PESSOAL, dez. 2010).

Com a implementação do Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB) em 2003, institucionalizou-se um processo de reorganização da cadeia produtiva da mamona: a participação nos leilões de biodiesel do PNPB começou a depender da compra de matéria-prima da agricultura familiar em todo o país, realizado pela contratação da mesma (ou direta ou via cooperativas), baseado em preços garantidos mínimos, o fornecimento de assistência técnica e sementes certificadas. Isso fez com que hoje cerca de 80 a 90% da produção doméstica esteja sendo comercializado pelo PNPB, e isso tem efetivamente excluído os atravessadores do comércio de mamona (CONSULTOR 1 MDA, COMUNICAÇÃO PESSOAL, dez. 2010). Um dos aspectos mais importantes, é que o PNPB parece ter inspirado outros programas governamentais, como o Programa de Aquisição de Alimentos (PAA), que criou um mecanismo de acesso semelhante de mercado para produtos alimentícios de agricultores familiares (CONSULTOR MDA 1, COMUNICAÇÃO PESSOAL, dez. 2010), e que integra questões sobre segurança e soberania alimentar (GRISA ET AL., 2009). No geral, as fortes intervenções políticas no programa ao longo dos seus primeiros anos foram vitais para que o PNPB tivesse continuidade, mas não ajudou a mudar a realidade dos problemas estruturais do sertão, que ainda persistem (OBERMAIER ET AL., 2010).

17 Estas cooperativas recentes têm suas raízes em movimentos locais e, portanto, marcam uma nova era em relação a esforços anteriores. Cooperativas na década dos anos 80 têm sido criticadas como promover objetivos de modernização autoritários e centralizados do Governo Federal. Assim, elas foram acusadas de promover uma agricultura de grande escala e baseada na exportação em detrimento da agricultura de subsistência (SILVA ET AL., 2003).

3.4. O nexo entre vulnerabilidade e sustentabilidade

Poucos produtos na história sofreram uma mudança tão radical na sua avaliação pela pesquisa, suporte político ou opinião pública como os biocombustíveis (LA ROVERE E OBERMAIER, 2009). Originalmente defendidos como panaceia para mitigação das mudanças climáticas, independência energética e fortalecimento do desenvolvimento rural (SACHS, 2005; HAZELL E PACHAURI, 2006; DE LA TORRE UGUARTE, 2006), pesquisas recentes realizadas ligam a expansão dos biocombustíveis a perdas de biodiversidade, depleções de recursos hídricos e, contrariamente a pesquisas anteriores, aumentos em emissões de gases de efeito estufa (GEE), devido a questões relacionadas ao desmatamento indireto e liberações dos estoques de carbono naturais (FARGIONE *ET AL*.; 2008; SEARCHINGER *ET AL*., 2008; BUTLER E LAURANCE, 2009; KING ET AL., 2009). Além disso, registros de violações de diretos trabalhistas em plantações, ou a própria expulsão de pequenos agricultores devido ao avanço de novas plantações (HALL ET AL., 2009; REPÓRTER BRASIL, 2009) colocam cada vez mais em dúvida a própria sustentabilidade dos biocombustíveis frente aos problemas mencionados.

Há, portanto, potencial para fortes conflitos entre o que pode ser chamado de redução da vulnerabilidade local e aumento da resiliência de sistemas socioambientais. O Brasil está há muito tempo na vanguarda da produção de biocombustíveis, devido ao programa de etanol com cana-de-açúcar Proálcool (LA ROVERE ET AL., 2008). Diferentemente do Proálcool, o PNPB foi explicitamente designado para prevenir a concentração de terra e a monocultura pela integração de agricultores familiares, focando fortemente nos derivados da mamona para produção de biodiesel no semiárido nordestino. Dada a pouco expressiva produtividade da mamona em Irecê e ainda mais em outras regiões, assim como o baixo nível tecnológico, não é possível chegar a conclusões sobre a sustentabilidade ambiental local da mamona (REPÓRTER BRASIL, 2009; OBERMAIER ET AL., no prelo). Há, porém, dúvidas sobre o impacto do biodiesel a partir da mamona em termos do seu potencial mitigatório do aquecimento global: recentes estudos mostram tem um saldo positivo de emissões de GEE devido ao seu atual baixo rendimento e ao alto consumo de energia elétrica durante a fase industrial para a produção de biodiesel (NOGUEIRA, 2010).

O PNPB tornou o Brasil, atualmente, em um dos maiores produtores de biodiesel do mundo (REN21, 2010). No entanto, dada a falta de competitividade e escala em comparação à liderança do agronegócio de soja, a mamona, na verdade, não vira biodiesel. Em vez disso, produtores de biodiesel vendem a mamona como óleo vegetal para indústrias químicas, uma opção legal permitida pela SCS. Como tal, o futuro da produção da mamona parece ser fora do mercado de biodiesel, já que a mamona parece ter uma grande variedade de outras aplicações (CONSULTOR MDA 1, COMUNICAÇÃO PESSOAL, dez. 2010; GEORGES FLEXOR, COMUNICAÇÃO PESSOAL, dez., 2010). Resumindo, o PNPB parece reduzir de forma relevante, mas limitada, as vulnerabilidades locais por meio de preços mais altos e acesso à assistência técnica, embora os agricultores

em Irecê continuem a contar com outras opções de subsistência e, sobretudo, os programas de transferência de renda, como o Bolsa Família (PBF) (GUIMARÃES ET AL., 2010). Dessa forma, a agricultura familiar pode considerada como mais resiliente, sem contar, porém, que riscos ambientais continuem a exercer consideráveis estresses sistêmicos, que deverão aumentar particularmente com a mudança climática (MARENGO ET AL., 2009a, 2009b).

4. Conclusões

A agricultura familiar do semiárido nordestino mostrou-se extremamente resistente a variabilidade climática no passado. Além disso, os agricultores utilizam, muitas vezes, práticas sustentáveis, embora isso ocorra, em grande parte, involuntariamente. Embora a gestão do uso de solo seja dependente do corte-e-queima na agricultura, há pouco uso de produtos químicos, tecnologias ou outros recursos. Isso se compara favoravelmente com grandes projetos de irrigação, projetos de infraestrutura ou criação de gado extensiva, que, historicamente, tem sido responsável por grande parte do desmatamento e da degradação da caatinga no sertão. Além disso, essas atividades podem criar trajetórias pouco flexíveis de usos insustentáveis de recursos naturais (terra, água), assim como aumentar emissões de GEE associados e, simultaneamente, fazer pouco para fortalecer acesso ou meios de subsistência dos agricultores familiares.

A transposição do Rio São Francisco, neste contexto, foi citada na Segunda Comunicação Nacional do Brasil à UNFCCC (Brasil, 2010) como um exemplo de adaptação necessária para a região. No entanto, a Agência Nacional de Águas (ANA) declarou recentemente de que mesmo com a transposição concluída o abastecimento dos centros urbanos com água seria susceptível a sofrer limitações já em 2025. Neste contexto, a falha em reduzir a vulnerabilidade dos mais pobres, criar trajetórias inflexíveis frente um futuro incerto, altos custos de oportunidade ou gerar substanciais emissões de GEE (um processo que retroalimenta o aquecimento global, e assim a necessidade de maiores esforços na mitigação ou adaptação) tem sido associada à má-adaptação (BARNETT E O'NIELL, 2010).

A resiliência socioambiental dos agricultores familiares é ligada a estados desejáveis ou "adaptedness". Agricultores familiares do sertão são extremamente vulneráveis à variabilidade e mudança climática, mas particularmente a iniquidades socioeconômicas e à economia política. O estudo de caso mostrou como esses fatores são tratados pela inserção de agricultores numa cadeia produtiva de biocombustíveis, onde se pretende reduzir a vulnerabilidade dos agricultores via vários componentes, incluindo a diversificação das opções de subsistência, processos de aprendizagem, fortalecimento da organização social, influxo de tecnologias ou técnicas novas e, simultaneamente, a tentativa de promover o uso sustentável de recursos naturais. No entanto, o estudo de

caso do PNPB é focado no fato de sua eficácia se limitar em tratar barreiras técnicas ou políticas em um contexto específico da sua atuação, mas não em fatores como as causas estruturais da pobreza, apoio político para a expansão do agronegócio, ou a globalização. Estes domínios, fundamentalmente, formam as vulnerabilidades locais, e uma adaptação bem sucedida é improvável de ocorrer de forma espontânea ou planejada se tais desigualdades não são abordadas no futuro. Como a mudança climática pode exacerbar as vulnerabilidades atuais, este é um resultado preocupante. Dessa forma, uma adaptação bem sucedida na agricultura familiar do NE vai necessariamente exigir ações concertadas em níveis locais, regionais e nacionais.

5. Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer Luiz Pinguelli Rosa, Renato Sergio Jamil Maluf, Eduardo Delgado Assad, Renata Marson Teixeira de Andrade e André Frossard Pereira de Lucena pelos valiosos comentários. Estendemos os nossos agradecimentos à Anne Luise de Amorim Bonifácio Pereira e a William Wills pela revisão do trabalho. Todos os erros são da responsabilidade dos autores. Martin Obermaier agradece ao CNPq pelo auxílio financeiro.

Referências

ABRAMOVAY, R.; MAGALHÃES, R. **O acesso dos agricultores familiares aos mercados de biodiesel: parcerias entre grandes empresas e movimentos sociais**. In: CONFERÊNCIA DA ASSOCIAÇÃO INTERNACIONAL DE ECONOMIA ALIMENTAR E AGROINDUSTRIAL AIEA2, Londrina, julho. 2007,

ADGER, W.N. Vulnerability. **Global Environmental Change**, v. 16, p. 268–281, 2006.

ADGER, W.N.; ARNELL, N.W.; TOMPKINS, E.L. Successful adaptation to climate change across scales. **Global Environmental Change**, v. 15, p. 77–86, 2005.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. **Atlas Brasil: abastecimento urbano de água**. v. 1 e 2, Brasília: ANA, ENGECORPS/COBRAPE, 2005.

ANDRADE, M.C. **A terra e o homen no Nordeste**. 7 ed. São Paulo: Cortez Editora, 2005.

AZEVEDO, D.M.P.; BELTRÃO, N.E.M. (Eds.) **O agronegócio da mamona no Brasil**, v. 2. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2007.

BAHIA. Secretaria da Agricultura, Irrigação e Reforma Agrária – SEAGRI. **Estatísticas da agricultura baiana: cotação agrícola**. Salvador: 2011. Disponível em: < *http://www.seagri.ba.gov.br/cotacao.asp* >.

BARNETT, J.; O'NIELL, S.; Maladaptation. **Global Environmental Change**, v. 20, p. 211–213, 2010.

BRASIL. CÂMARA DOS DEPUTADOS. Conselho de Altos Estudos e Avaliação Tecnológica – CAEATCD. **O biodiesel e a inclusão social, relatório técnico**. Brasília: Câmera dos Deputados, Coordenação de Publicações, 2003.

BRASIL. COMITÊ INTERMINISTERIAL SOBRE MUDANÇA DO CLIMA – CIM. **Plano Nacional sobre Mudança do Clima—PNMC** — Versão para Consulta Pública. Brasília, Decreto nº 6.263 de 21 de novembro de 2007, 2008.

BRASIL. **LEI n. 12.187, de 29 de Dezembro de 2009**. Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima — PNMC e dá outras providências. Brasília, Diário Oficial da União, Seção 1, Edição Extra, pp. 109–110, 2009.

BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. **Comunicação nacional inicial do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima**. Brasília: Coordenação-Geral de Mudanças Globais de Clima, MCT, 2006.

____. **Segunda Comunicação nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, v. 1, 2**. Brasília, Coordenação Geral de Mudanças Globais do Clima, MCT, 2010.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Agrícola – MDA. Biodiesel no Brasil: resultados socioeconômicos e expectativa futura. Brasília: MDA, 2007.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Recursos Hídricos - SRH, UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA – UFPB. **Atlas das áreas susceptíveis à desertificação do Brasil**. Brasília: 2007.

BROWN, K. Sustainable adaptation: An oxymoron? **Climate and Development**, v. 3, p. 21–31, 2011.

BURTON, I.; LIM, B. Achieving adequate adaptation in agriculture. **Climatic Change**, v. 70, p. 191–200, 2005.

BUTLER, R.A.; LAURANCE, W.F. Is oil palm the next emerging threat to the Amazon? **Tropical Conservation Science**, v. 2, p. 1–10, 2008.

CARVALHO, O.; EGLER, C.A.G. **Alternativas de desenvolvimento para o Nordeste Semi-Árido**. Fortaleza, Banco do Nordeste 2003.

CARVALHO, R.L.D.; POTENGY, G.F.; KATO, K.; **PNPB e sistemas produtivos da agricultura familiar no Semi-árido: oportunidades e limites**. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO, 7., Fortaleza, Embrapa Agroindústria. 2007. Anais... Fortaleza, Embrapa Agroindústria. 2007.

CHIERICE, G.O.; SALVADOR, C.N. Aplicação industrial do óleo. In: AZEVEDO, D.M.P., BELTRÃO, N.E.M. (Eds.) **O Agronegócio da mamona no Brasil**, 2 ed., Embrapa Algodão, cap. 2, p. 417–447, Campina Grande, 2007.

CÉSAR, A.D.S.; BATALHA, M.O. Biodiesel production from castor oil in Brazil: a difficult reality. **Energy Policy**, v. 38, p. 4031–4039, 2010.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. **Conjuntura mensal mamona: período dezembro de 2010**. Brasília: 2011. Disponível em: *<http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/10_12_17_17_23_51_mamonadezembro2010..pdf>*.

CUTTER, S.L.; BARNES, L.; BERRY, M. et al. A place-based model for understanding community resilience to natural disasters, **Global Environmental Change**, v. 18, p. 598–606, 2008.

De La Torre Ugarte, D.G. Developing bioenergy: economic and social issues. Overview. In: HAZELL, P.; PACHAURI, R.K. (Eds.) **Bioenergy and Agriculture: Promises and Challenges**, n. 14/2020 Focus, IFPRI, Teri. 2006.

DE SMET, K. **Biodiesel and social inclusion: unpacking the social inclusion discourse of the Brazilian biodiesel program**. Tese de Mestrado, Wageningen University, Wageningen, 2010.

DOMINGO, W.E. The development of domestic castor bean production. **Economic Botany**, v. 7, p. 65-75, 1953.

DUARTE, A.C. Irecê: uma área agrícola insulada no sertão baiano. **Revista Brasileira de Geografia**, v. 25, p. 453-474, 1963.

EAKIN, H., LUERS, A.L. Assessing the vulnerability of social-environmental systems. **Annual Review of Environment and Resources**, v. 31, p. 365-394, 2006.

EAKIN, H.C.; PATT, A. Are adaptation studies effective, and what can enhance their practical impact? Wiley Interdisciplinary Reviews. **Climate Change**, v. 2, p. 141–153, 2011.

EAKIN, H.C.; WEHBE, M.B. Linking local vulnerability to system sustainability in a resilience framework: two cases from Latin America. **Climatic Change**, v. 93, p. 355–377, 2009.

ERVILHA, J.C.C.; PEREZ, R.; JÚNIOR, A.G.S. et al. Mamona na Bahia: interações e influências entre seus principais agentes. In: NETO, P.C.; FRAGA, A.C. (Eds.) **Biodiesel: Inovação Tecnológica**, CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS OLEAGINOSAS, ÓLEOS, GORDURAS E BIODIESEL, 6., p. 625-635, Montes Claros, agosto. UFLA, 2009.

FARGIONE, J.; HILL, J.; TILMAN, D. et al. Land clearing and the biofuel carbon debt. **Science**, v. 319, p. 1235–1238, 2008.

FINAN, T.J.; NELSON, D.R. Making rain, making roads, making do:public and private adaptations to drought in Ceará, northeast Brazil. **Climate Research**, v. 19, p. 97–108, 2001.

FLEXOR, G.; KATO, K.Y.; LIMA, M.S. et al. **Políticas públicas, dinâmica institucional e conflito de interesses: análise do Programa Nacional de produção e uso de biodiesel**. FAPERJ, Rio de Janeiro, 2011.

FOLKE, C. Resilience: the emergence of a perspective for social-ecological systems analyses. **Global Environmental Change**, v. 16, p. 253–267, 2006.

FREITAS, J.G.; ALBUQUERQUE, F.A.; NÓBREGA, M.B.M. et al. Análise da mamoneira na microrregião de Irecê–BA. In: INCLUSÃO SOCIAL E ENERGIA, 7–10 de junho. **Anais**... p. 1151–1156. Embrapa Algodão, 2010.

FUESSEL, H.-M. Vulnerability: a generally applicable conceptual framework for climate change research. **Global Environmental Change**, v. 17, p. 155–167, 2007.

GALLOPÍN, G.C. Linkages between vulnerability, resilience, and adaptive capacity. **Global Environmental Change**, v. 16, p. 293-303, 2006.

GARIGLIO, M.A.; SAMPAIO, E.V.S.B.; CESTARO, L.A. et al. (Eds.) **Uso sustentável e conservação de recursos florestais da caatinga**. Brasília, D.F.: Serviço Florestal Brasileiro/Ministério do Meio Ambiente, 2010.

GOERTZ, S.; GUIMARÃES, A. **O Projeto Pólos de Biodiesel**. Políticas inovadoras para acesso a mercado e integração social da agricultura familiar no nordeste; balanço da atuação conjunta do ministério do desenvolvimento agrário e da cooperação técnica alemã. Brasília: GTZ/MDA, 2010.

GOMES, G.M. **Velhas secas em novos sertões: continuidade e mudanças na economia do semi-árido e dos cerrados nordestinos**. Brasília: IPEA, 2001.

GRISA, C.; SCHMITT, C.J.; MATTEI, L.F. et al. **O Programa de Aquisição de Alimentos (PAA) em perspectiva: apontamentos e questões para o debate**. Rio de Janeiro: OPPA/UFRRJ/ActionAid, 2009. Disponível em: < *http://oppa.net.br/acervo/publicacoes/Pesquisa_AABR-OPPA_Texto_PAA_versao_livro.pdf* >. Acesso em: 15 ago. 2011.

GUIMARÃES, A. **Sistema de monitoramento e avaliação dos resultados e impactos do programa nacional de produção e uso de biodiesel no nordeste**. Brasília, GTZ/MDA, 2010.

HALL, J.; MATOS, S.; SEVERINO, L. et al. Brazilian biofuels and social exclusion: established and concentrated ethanol. **Journal of Cleaner Production**, v. 17, p. 577–585, 2009.

HAZELL, P.; PACHAURI, R.K. Overview. In: HAZELL, P.; PACHAURI, R.K. (Eds.) **Bioenergy and agriculture: promises and challenges**. n. 14/2020 Focus, IFPRI, Teri, 2006.

HIRSCHMAN, A.O. Brazil's northeast. In: **Journeys Toward Progress: Studies of Economic Policymaking in Latin America**, Twentieth Century Fund, p. 11–92, Nova York, 1963.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Agricultura - Banco de dados agregados**, Rio de Janeiro. Disponível em: <*http://www.sidra.ibge.gov.br*>. Acesso em: 4 ago. 2011.

____. **Censo agropecuário 2006**: agricultura familiar - primeiros resultados. Rio de Janeiro: Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão/IBGE, 2009.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA – INMET. **Chuvas 1961 a 2010**. Rio de Janeiro: 2011. Disponível em: <*http://www.inmet.gov.br/html/observacoes.php*>.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE – IPCC. Climate Change 2007. v. 1: **The physical science basis**. v. 2: Impacts, adaptation and vulnerability. v. 3: Mitigation of climate change. Cambridge: Cambridge University Press, 2007.

INTERNATIONAL CASTOR OIL ASSOCIATION INC. - ICOA. **The chemistry of castor oil and its derivatives and their applications**. Nova York, 2008.

JAMES, P.E. The São Francisco Basin: a Brazilian sertão. **Geographical Review**, v. 38, p. 658–661, 1948.

_____. Patterns of land use in Northeast Brazil. In: **Annals of the Association of American Geographers**, v. 43, p. 98–126, 1953.

JANSSEN, M.A.; OSTROM, E. Resilience, vulnerability, and adaptation: A cross-cutting theme of the International Human Dimensions Programme on Global Environmental Change. **Global Environmental Change**, v. 16, p. 237–239, 2006.

JERNECK, A.; OLSSON, L. Adaptation and the poor: development, resilience and transition. **Climate Policy**, v. 8, p. 170–182, 2008.

KILHAM, S.; CAMARGO, C.; WILLETTS, J. **Biodiesel: Farmer's perspectives from Bahia Brazil**. Relatório técnico, Prepared for ETC Foundation by the Institute for Sustainable Futures, University of Technology, Sydney, 2010.,

KING, C.W.; WEBBER, M.; DUNCAN, I.J. The water needs for LDV transportation in the United States. **Energy Policy**, v. 38, p. 1157–1167, 2009.

KLEIN, R.J.T.; DENTON, F.; DOWNING, T.E. et al. Inter-relationships between adaptation and mitigation. In: PARRY, M.; CANZIANI, O.; PALUTIKOF, J. et al. (Eds.) **Climate Change 2007: impacts, adaptation and vulnerability**. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, p. 745–777, Cambridge, 2007.

LA ROVERE, E.L.; OBERMAIER, M.; WILLS, W. et al. Analysis of medium-term (2020-2030) global energy and Brazilian ethanol demand. Laboratório Interdisciplinar de Meio Ambiente (LIMA), COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro. 2008,

LA ROVERE, E.L.; OBERMAIER, M. Alternativa Sustentável? **American Scientific** Brasil Edição Especial, v. 32, p. 68–75, 2009.

LA ROVERE, E.L.; AVZARADEL, A.C.; MONTEIRO, J.M.G. Potential synergy between adaptation and mitigation strategies: production of vegetable oils and biodiesel in northeastern Brazil. **Climate Research**, v. 40, p. 233–239, 2009.

LAMBIN, E.F. Conditions for sustainability of human—environment systems: Information, motivation, and capacity. **Global Environmental Change**, v. 15, p. 177–180, 2005.

LEMOS, M.C. **Drought, governance and adaptive capacity in north east Brazil: a case study of Ceará**. Human Development Report Office Occasional Paper 2007/50, UNDP, 2007.

MACEDO, E.F.A.; VASCONCELOS, J.C.; ALVES, G.A.F. Viabilidade econômica da cultura da mamona no município de Itaetê, Chapada Diamantina–BA. In: INCLUSÃO SOCIAL E ENERGIA, 7–10 de junho, 2010. **Anais**..., Embrapa Algodão, p. 397–404, 2010.

MALONE, E.L.; Engle, N.L. Evaluating regional vulnerability to climate change: purposes and methods. **Wire's Climate Change**, v. 2, p. 462–474, 2011.

MARENGO, J.; JONES, R.; ALVES, L. et al. Future change of temperature and precipitation extremes in South America as derived from the PRECIS regional climate modelling system. **International Journal of Climatology**, v. 30, p. 1–15, 2009.

MARENGO, J.A.; AMBRIZZI, T.; ROCHA, R.P. et al. Future change of climate in South America in the late twenty-first century: intercomparison of scenarios from three regional climate models. **Climate Dynamics**, 2009. DOI: 10.1007/s00382-009-0721-6.

MCGRAY, H.; HAMMILL, A. BRADEL, R. et al. **Weathering the storm: options for framing adaptation and development**. World Resources Institute, Washington, D.C. 2007.

MORTON, J.F. The impact of climate change on smallholder and subsistence agriculture. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 104, p. 19680–19685, 2007.

NELSON, D.R.; ADGER, W.N.; BROWN, K. Adaptation to environmental change: contributions of a resilience framework. **Annual Review of Environment and Resources**, v. 32, p. 395–419, 2007.

NOGUEIRA, L.A.H. Does biodiesel make sense? Energy. DOI: 10.1016. **J.energy** 2010.08.035, 2010.

NOVAES, J.S. **Desenvolvimento local na microrregião de Irecê—Bahia, Município de Jussara: do feijão à ovinocaprinocultura**. Maceió: Universidade Federal de Alagoas, 2007.

OBERMAIER, M.; OBERLING, D.F.; LA ROVERE, E.L. A expansão dos biocombustíveis e potenciais impactos sobre a segurança alimentar: evidências recentes do Brasil. In: LEITE, S.P. et al. (Ed.) **Livro ainda sem título**, CPDA, Rio de Janeiro, no prelo.

OBERMAIER, M.; HERRERA, S.; LA ROVERE, E.L. Análise de problemas estruturais da inclusão da agricultura familiar na cadeia produtiva do biodiesel. In: Inclusão Social e Energia: **Anais**, p. 326–331, João Pessoa, 10 de junho. Embrapa Algodão, 2010.

OBERMAIER, M.; LA ROVERE, E.L.; ROSA, L.P. A abordagem brasileira sobre vulnerabilidade em áreas urbanas: uma análise crítica. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE CLIMATOLOGIA, 4., João Pessoa, 16–19 de outubro, 2011. **Anais**... João Pessoa, 16–19 de outubro, 2011.

OBERMAIER, M. **Velhos e novos dilemas nos sertões: mudanças climáticas, vulnerabilidade e adaptação no semiárido brasileiro**. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.

O'BRIEN, G.; O'KEEFE, P.; MEENA, H. et al. Climate adaptation from a poverty perspective. Climate Policy, v. 8, p. 194–201, 2008.

OSBAHR, H.; TWYMAN, C.; ADGER, W.N. et al. Evaluating successful livelihood adaptation to climate variability and change in Southern Africa. **Ecology and Society**, v. 15, n. 27, 2010.

OSTROM, E. A general framework for analyzing sustainability of socioecological systems. **Science**, v. 419, p. 419–422, 2009.

PARENTE, E.J.D.S. **Biodiesel: uma aventura tecnológica num país engraçado**. Fortaleza: Editora Unigráfica, 2003.

PRADO JR., C. **Formação do Brasil contemporâneo: colônia**. n. 1, Coleção Grandes Estudos Brasilienses. 2 ed. São Paulo: Brasiliense LTDA, 1945.

REN21. **Renewables 2010** Global Status Report. Paris: GTZ/REN21 Secretariat, 2010.

REPÓRTER BRASIL. **O Brasil dos agrocombustíveis: impactos das lavouras sobre a terra, o meio e a sociedade** - soja e mamona, v. 4. São Paulo: Repórter Brasil, 2009.

RIBOT, J.C.; PELUSO, N.L.; A theory of access. **Rural Sociology**, v. 68, p. 153-181, 2003.

SACHS, I. Biofuels are coming of age. In: **Palestra** no Seminário Internacional Assessing the Biofuels Options, 20 jun. IEA, 2005.

SANTOS, R.F.; KOURI, J.; BARROS, M.A.L. et al. Aspectos econômicos do agronegócio da mamona. In: AZEVEDO, D.M.P.; BELTRÃO, N.E.M. (Eds.) O agronegócio da mamona no Brasil, 2 ed., Campina Grande: Embrapa Algodão, cap. 2, p. 21–41, 2007.

SCHOLZ, V.; SILVA, J.; Prospects and risks of the use of castor oil as a fuel. **Biomass and Bioenergy**, v. 32, p. 95–100, 2008.

SEARCHINGER, T.; HEIMLICH, R.; HOUGHTON, R. et al. Use of U.S. croplands for biofuels increases greenhouse gases through emissions from land-use change. **Science**, v. 319, p. 1238–1240, 2008.

SILVA, E.S.; MCINTYRE, J.P.; SILVA PIRES, M.L.L. et al. **Panorama do cooperativismo brasileiro: história, cenários e tendências**. Relatório técnico, UNIRCOOP, s.l. 2003.

SILVA, R.M.A. Entre o combate à seca e a convivência com o semi-árido: políticas públicas e transição paradigmática. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 38, p. 466–485, 2007.

SINISCALCHI, C.R. **Análise da viabilidade para inserção da agricultura familiar do semiárido no PNPB - o caso do Ceará**. Tese de Mestrado, Programa de Planejamento Energético/COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, 2010.

TONI, F.; HOLANDA, JR., E. The effects of land tenure on vulnerability to droughts in Northeastern Brazil. **Global Environmental Change**, v. 18, p. 575–582, 2008.

WEIBEL, R.O. The castor-oil plant in the United States. **Economic Botany**, vol. 2, p. 273–283, 1948.

WILKINSON, J.; HERRERA, S. Biofuels in Brazil: debates and impacts. Journal of Peasant Studies, V. 37, p. 749–768, 2010.

YOUNG, O.R.; BERKHOUT, F.; GALLOPIN, G.C. et al. The globalization of socio-ecological systems: An agenda for scientific research. **Global Environmental Change**, v. 16, p. 304–316, 2006.

ZAPATA, C.; VASQUEZ-BRUST, D.; PLAZA-ÚBEDA, J. **Productive inclusion of smallholder farmers in Brazil's biodiesel value chain: programme design, institutional incentives and stakeholder constraints**. Working Paper, 73, Brasília: International Policy Centre for Inclusive Growth (IPC), UNDP, 2010.

Indústrias do futuro e tecnologias emergentes: visão de um futuro sustentável

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

Resumo

As tecnologias emergentes baseadas nos avanços da biotecnologia, nanotecnologia, tecnologias de informação e comunicação e da química verde moldarão o futuro de alguns setores e irão transformar muitos outros. Essas tecnologias determinarão, em muitos casos, o surgimento e a reestruturação de indústrias em um ritmo sem precedentes. Criarão a necessidade de revisão de marcos regulatórios e de novos modelos de negócios. Avaliar como serão as indústrias do futuro face aos avanços das chamadas tecnologias emergentes pode parecer um paradoxo, devido ao alto grau de incerteza e complexidade inerente à disseminação de novas tecnologias e, mais ainda, à urgência de mudanças nas próximas décadas em vários segmentos da sociedade e nos mercados. Nesse con-

Abstract

Emerging technologies based on biotechnology, nanotechnology, information and communication technologies, and green chemistry advances will shape the future of some industries and will transform many others. In many cases, these technologies will determine the development and restructuring of industries as never before. These changes, in turn, will promote debates and revisions of current regulatory frameworks and, also, of business-as-usual corporate models. Prospective assessments of how the future industries will face emerging technologies advances may seem a paradox, given the high degree of uncertainty and complexity inherent to the diffusion of innovations. In this context, this article aims to describing the evolutionary trajectories of eight industrial sectors, based on diffusion of the

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

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

texto, o presente artigo busca descrever as trajetórias evolutivas de oito setores industriais, baseadas na difusão das chamadas tecnologias emergentes – biotecnologia, nanotecnologia, tecnologias de informação e comunicação e química verde, em um horizonte de 20 anos. Consideram-se esses setores e tecnologias como de grande impacto para se alcançar a visão de um futuro sustentável, ressaltando-se que o entendimento das forças-motrizes, tendências e incertezas críticas que condicionarão a difusão das tecnologias emergentes e a evolução das configurações industriais desses setores constitui uma etapa fundamental em estudos prospectivos de natureza exploratória.

Palavras-chave: indústrias do futuro; tecnologias emergentes; estudos prospectivos; modelos de negócio; difusão tecnológica; inovação; Brasil.

so-called emergent technologies – biotechnology, nanotechnology, information and communication technologies, and green chemistry – in a time horizon of 20 years. These sectors and technologies were considered of great impact to achieve the vision of a sustainable future, in this time horizon. The article emphasizes the importance of understanding and anticipating movements of driving forces, trends and critical uncertainties in global level, which will influence the diffusion of emerging technologies into industrial processes and models concerning the eight selected sectors.

Keywords: *future industries; emerging technologies; prospective studies; business models; technological diffusion; innovation; Brazil.*

1. Introdução

O desafio da análise de mercados futuros para novas tecnologias consiste em antecipar novos valores e comportamentos, preferências dos consumidores, precificação de insumos, mensuração de lucros e perdas, todas variáveis de impacto significativo nos modelos de negócios e indústrias do futuro.

As novas descobertas estarão focadas na busca por soluções inovadoras radicais que gerarão novos negócios ou os avanços serão incrementais, mais voltados para o aperfeiçoamento de tecnologias e negócios já existentes? Que novas configurações industriais surgirão e em que ritmo e como evoluirão as configurações existentes em função da difusão dos avanços da biotecnologia, da nanotecnologia, da química ambiental e das tecnologias de informação e comunicação? Em que medida as chamadas tecnologias emergentes criarão ou resolverão dilemas éticos?

Essas são questões para os quais o planejamento baseado em estudos prospectivos, particularmente em cenários, oferece um referencial conceitual adequado, por abordar ambientes complexos e altamente voláteis, revelando e organizando as incertezas inerentes à analise dos potenciais impactos de tecnologias emergentes nas configurações industriais existentes e futuras, em horizontes de longo prazo.

Um dos benefícios dos estudos prospectivos em ambientes de formulação de políticas públicas ou de planejamento empresarial é que tais ferramentas permitem aos decisores examinarem a interação entre as dimensões mercado e tecnologia, face à possibilidade de mudanças de paradigmas impulsionadas pela adoção de tecnologias emergentes. Ao traçar quadros consistentes e ao mesmo tempo realistas do futuro, os estudos prospectivos permitem a visualização dos impactos e descontinuidades tecnológicas nos modelos de negócios e configurações industriais existentes (GEORGANTZAS E ACAR, 1995; SCHOEMAKER E VAN DER HEIDJEN, 1992; SCHWARTZ, 2000; 2003). Auxiliam os gestores a compreender melhor o potencial comercial das tecnologias emergentes e utilizar esse entendimento para a formulação objetiva e consistente de políticas e programas voltados para a consolidação de novas configurações industriais e para a revisão adequada de marcos regulatórios associados à difusão e incorporação das novas tecnologias em produtos, processos e serviços do futuro.

Nessa perspectiva, o Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE), por solicitação do Ministério de Ciência e Tecnologia (MCT), desenvolveu a Subação 51.46.1 - Indústrias do Futuro e Tecnologias Emergentes, cujo objetivo geral foi analisar, em caráter exploratório, os potenciais impactos de tecnologias emergentes nas configurações industriais existentes e futuras, considerando-se um horizonte de 20 anos.

O presente artigo apresenta uma síntese dos principais resultados da Subação 51.46.1, descrevendo as trajetórias evolutivas de oito setores industriais, considerados de grande impacto para se alcançar a visão de um futuro sustentável, em um horizonte de 20 anos e em nível global. Ressalta que o entendimento das forças-motrizes, tendências e incertezas críticas que condicionarão a difusão das tecnologias emergentes e a evolução das configurações industriais desses setores constitui uma etapa fundamental em estudos prospectivos de natureza exploratória.

2. Objetivos e escopo do estudo prospectivo

O objetivo geral do estudo prospectivo foi analisar, em caráter exploratório, os potenciais impactos de tecnologias emergentes nas configurações industriais existentes e futuras, considerando-se um horizonte de 20 anos. Em termos específicos, o estudo buscou: 1) analisar estudos prospectivos globais e focalizados nos setores selecionados, bem como relatórios internacionais e nacionais sobre o estágio atual e desenvolvimento futuro das chamadas tecnologias emergentes – nanotecnologia, biotecnologia, tecnologias de informação e comunicação e química verde; 2) discutir e descrever as trajetórias dos setores selecionados em dois períodos (2010-2020 e 2020-2030); 3) identificar os impactos potenciais das tecnologias emergentes nas configurações industriais associadas aos setores selecionados, em um horizonte de 20 anos; 4) analisar as implicações para o Brasil das transformações preconizadas para cada um dos setores no contexto global.

A Figura 1 representa o modelo conceitual do estudo prospectivo que foi objeto da Subação 51.46.1 - Indústrias do Futuro e Tecnologias Emergentes.

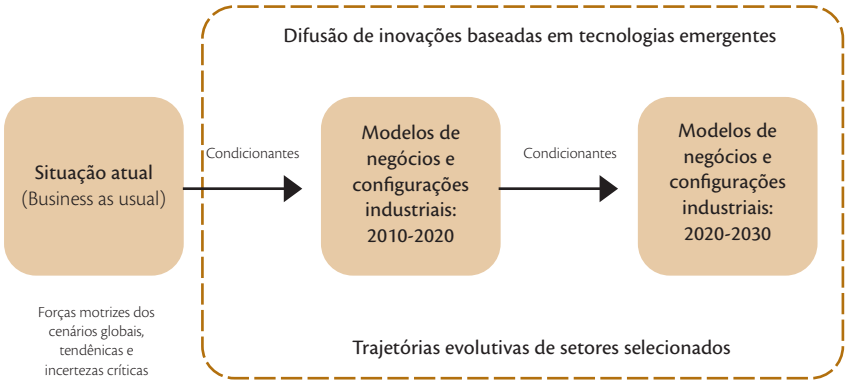


Figura 1 – Modelo conceitual proposto para o estudo prospectivo objeto da Subação 51.46.1

Conforme indicado na Figura 1, esse modelo integra quatro elementos básicos: 1) a situação atual, como linha de base (business as usual); 2) difusão das inovações baseadas em tecnologias emergentes nos setores selecionados, com foco nos avanços da biotecnologia, da nanotecnologia, da química verde e das tecnologias de informação e comunicação (TIC); 3) modelos de negócios e configurações industriais no período 2010-2020; e 4) modelos de negócios e configurações industriais segundo visão de futuro para 2030 (período 2020-2030).

Parte-se da análise da situação atual como linha de base para o estudo prospectivo, buscando-se traçar o panorama atual dos setores selecionados (*business as usual*). Com base na análise dos cenários globais, identificam-se as forças-motrizes, as principais tendências (pontos de convergência) e as incertezas críticas (pontos de divergência) que impactarão os modelos de negócio e configurações industriais dos referidos setores, no período 2010- 2020. Na sequência, como previsto no modelo, antecipam-se as trajetórias evolutivas dos setores nos primeiros dez anos, com destaque para as mudanças previstas – incrementais ou radicais. As cenas futuras em 2020 traduzem-se em novas linhas de base nas quais se apoiarão as descrições das trajetórias no período 2020-2030 até se alcançar a visão de um futuro sustentável.

O escopo do estudo compreendeu oito setores (conforme descrição no Quadro 1) e quatro grupos de tecnologias emergentes (biotecnologia, nanotecnologia, química verde e tecnologias de informação e comunicação).

Quadro 1 – Descrição dos setores selecionados

Setor	Descritivo
Complexo industrial da saúde	Conjunto de indústrias que produzem bens de consumo e equipamentos especializados para a área de saúde e um conjunto de organizações prestadoras de serviços que são as consumidoras dos produtos manufaturados pelo primeiro grupo, caracterizando uma clara relação de interdependência setorial
Agroindústrias	Atividades agroindustriais compreendendo os seguintes segmentos: fornecedores de insumos, bens de capital e tecnologia; recursos naturais (água, solo, sol), produção agropecuária; armazenamento de matérias-primas, insumos e produtos finais; processamento agroindustrial; aspectos culturais; coleta e distribuição (transporte e comércio); capacitação de recursos humanos; e assistência técnica.
Sistemas florestais	Sistemas florestais referem-se a todo processo que envolve espécies florestais nas cadeias de produção madeireira e não madeireira. As formas de utilização do componente florestal compreendem: plantações florestais, sistemas agroflorestais, sistemas de integração lavoura-pecuária-florestas e serviços ambientais.
Energia	Compreende processos, produtos e serviços voltados para a geração, armazenamento, transporte, transmissão e distribuição e consumo de energia das mais diversas fontes renováveis e não renováveis.
Construção	A cadeia produtiva da construção é formada pelas atividades que envolvem da concepção à produção de edificações e infraestruturas.
Mobilidade	Conjunto de atividades abrangendo processos, produtos e serviços voltados para mobilidade geográfica, intra e inter escalares, com destaque para os deslocamentos intra e inter urbanos, de pessoas e bens.
Telecomunicações	Os serviços de telecomunicações compreendem transmissão e emissão ou recepção de informações multimídia por qualquer processo eletromagnético. Abrangem os seguintes segmentos: pesquisa e desenvolvimento de tecnologias de telecomunicações; produtos e serviços para as prestadoras de serviços de telecomunicações; serviços de transmissão de comunicação multimídia e serviços de alto valor agregado.
Materiais	Compreende o desenvolvimento, a produção, a utilização e a reutilização de materiais nos mais diversos setores socioeconômicos.

Na perspectiva de se analisar transversalmente os impactos potenciais das tecnologias emergentes nas configurações industriais associadas aos setores acima, integrou-se ao escopo do estudo prospectivo as seguintes tecnologias emergentes: 1) nanotecnologia, 2) biotecnologia; 3) tecnologias de informação e comunicação; e 4) química verde.

3. Metodologia adotada

Nesta seção, apresenta-se a base conceitual e subsídios metodológicos que fundamentaram o desenvolvimento da metodologia adotada no desenvolvimento do referido estudo prospectivo exploratório.

A metodologia proposta baseou-se nos referenciais teóricos: 1) abordagens dinâmicas de sistemas de inovação (GEELS, 2004; 2005; 2008; BRESHI E MALERBA, 1998; MALERBA, 2004; JOHNSON, 1998; JOHNSON E JACOBSSON, 2001; BERGEK, 2002; BERGEK E JACOBSSON, 2003; CARLSSON

E JACOBSSON, 2004; EDQUIST, 2004); 2) metodologia de avaliação tecnológica, em particular na sua variante construtiva (SMITS ET AL. 1995; SANMARTÍN E HRONSZKY, 1994; TODT, 2002; SCHOT, 1992; SANMARTÍN E ORTÍ, 1992; SCHOT E RIP, 1997; SHRADER-FRECHETTE, 1985); e 3) construção de cenários (VAN DER HEIJDEN, 2004; 2005; SCHOEMAKER E VAN DER HEIDJEN, 1992; SCHWARTZ, 2000; 2003), com destaque para a ferramenta de análise estrutural como descrita no método de prospectiva de Godet (1993; 2000; 2001).

Em total consonância com o modelo representado na seção anterior, apresenta-se a seguir a visão geral da metodologia adotada no desenvolvimento do estudo prospectivo em questão, compreendendo três fases: 1) conceitual; 2) analítica; e 3) conclusiva. (Figura 2).

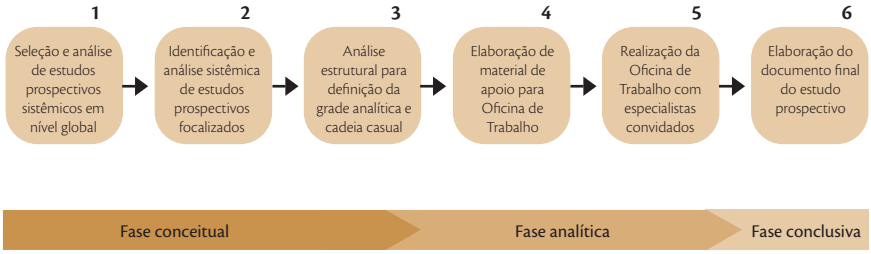


Figura 2 – Metodologia adotada no estudo prospectivo da Sub-ação 51.46.1

3.1. Fase conceitual

Conforme representado na Figura 2, a fase conceitual contemplou três etapas, conforme descrição a seguir.

Seleção e análise de estudos prospectivos sistêmicos em nível global

O objetivo desta etapa foi apresentar uma visão panorâmica de estudos prospectivos globais de longo prazo, realizados nos últimos anos por instituições ou empresas internacionais de referência no campo da prospectiva estratégica, tendo em vista: 1) o mapeamento das forças-motrizes que condicionarão a difusão das tecnologias emergentes e a evolução das configurações industriais no horizonte de 20 anos; 2) a identificação das tendências e incertezas críticas apontadas nos cenários múltiplos; e 3) a identificação de questões associadas a tecnologias emergentes, novos modelos de negócios e configurações industriais do futuro nos estudos prospectivos sistêmicos em nível global. A seleção e análise de estudos prospectivos globais foi objeto de contratação pelo CGEE de Nota Técnica específica que foi elaborada por especialista em prospectiva e construção de cenários (ALMEIDA, 2010).

Identificação e análise de estudos prospectivos focalizados

O objetivo desta etapa foi analisar sistemicamente estudos prospectivos de referência com foco nos setores selecionados e nas tecnologias emergentes, tendo em vista: 1) a identificação de variáveis-chave e questões relevantes que devam ser encaminhadas às etapas subseqüentes; 2) descrição da evolução futura das configurações industriais no horizonte de 20 anos; e 3) mapeamento das contribuições e impactos das tecnologias emergentes nos novos modelos de negócios e configurações industriais do futuro.

Análise estrutural para definição da grade analítica e cadeia causal

Os objetivos da análise estrutural foram: 1) identificar as variáveis-chave (internas e externas ao sistema), por sua ação direta e também por intermédio de combinações de influências indiretas; e 2) mapear as inter-relações e a relevância dessas variáveis para explicar a evolução do referido sistema.

A análise estrutural compreende basicamente quatro etapas: 1) identificação e descrição das variáveis-chave (internas e externas ao sistema); 2) julgamento sobre as relações entre as variáveis dentro da matriz de análise estrutural; 3) classificação das variáveis pela ferramenta MICMAC proposta por Godet (LIPSOR, 2010); e 4) desenho do plano motricidade-dependência da matriz de influências indiretas e do gráfico de influências indiretas.

A análise estrutural para definição da grade analítica e cadeia causal das variáveis do estudo prospectivo propiciou a integração dos resultados das análises dos cenários globais e dos estudos prospectivos focalizados. A grade analítica e a cadeia causal resultantes desta etapa constituíram insumos para a elaboração de documentos técnicos referentes aos setores selecionados.

3.2. Fase analítica

Já a fase analítica compreendeu a elaboração de documentos técnicos referentes aos setores selecionados e a realização de uma Oficina de Trabalho de dois dias, com a participação de um grupo seleto de especialistas convidados pelo CGEE.

Elaboração de material de apoio para a Oficina de Trabalho

Para a realização da Oficina de Trabalho, a equipe do CGEE elaborou um Caderno de Atividades contemplando: 1) os objetivos da Oficina; 2) a programação; 3) metodologia e dinâmica proposta; 4) orientações detalhadas para os trabalhos em grupos; e 5) questões de apoio para as atividades em grupos.

A partir da análise sistêmica de estudos prospectivos selecionados e dos resultados da etapa anterior, reuniu-se o material de referência para a elaboração dos documentos técnicos focalizados nas trajetórias dos setores no horizonte de 20 anos. Esses documentos constituíram insumos para uma discussão mais ampla envolvendo especialistas convidados pelos CGEE na Oficina de Trabalho, como descrito adiante no item 3.2.2.

Realização da Oficina de Trabalho com especialistas convidados

A realização da reunião de trabalho reunindo um grupo de 64 especialistas convidados pelo CGEE teve como objetivos: 1) discutir as trajetórias de setores selecionados em dois períodos (de 2010 a 2020 e de 2020 a 2030); 2) identificar os impactos potenciais das tecnologias emergentes nas configurações industriais associadas aos setores selecionados, em um horizonte de 20 anos; 3) analisar as implicações para o Brasil das transformações preconizadas para cada um dos setores no contexto global; 4) promover a troca de informações e conhecimento entre as instituições envolvidas.

3.3. Fase conclusiva

Finalmente, a fase conclusiva consistiu da elaboração do documento final do estudo, incorporando as proposições e análises geradas na reunião de trabalho.

4. Resultados do estudo prospectivo

O estudo prospectivo atingiu seu objetivo maior que foi analisar, em caráter exploratório, os potenciais impactos de tecnologias emergentes nas configurações industriais existentes e futuras de oito setores selecionados, considerando-se um horizonte de 20 anos. O modelo conceitual proposto no início do estudo foi validado coletivamente com representatividade de mais de sessenta especialistas, oriundos dos setores acadêmico, empresarial, governamental e do CGEE.

Os quatro elementos básicos do modelo foram discutidos por grupos setoriais e integrados transversalmente em uma segunda etapa do processo, por especialistas agrupados em torno das tecnologias emergentes. Assim, foi possível traçar para os setores selecionados: 1) a situação atual, como linha de base (business as usual); 2) difusão das inovações baseadas em tecnologias emergentes nos respectivos, com foco nos avanços da biotecnologia, da nanotecnologia, da química verde e das tecnologias de informação e comunicação (TIC); 3) modelos de negócios e configurações industriais no período 2010-2020; e 4) modelos de negócios e configurações

industriais segundo visão de futuro para 2030 (período 2020-2030). Os resultados aqui sumarizados foram fruto, portanto, desse processo participativo, estruturado para este fim.

Apresentam-se, a seguir, a síntese dos resultados do estudo prospectivo por setor, na perspectiva global e de sustentabilidade (CGEE, 2010).

4.1. Complexo industrial da saúde

Com relação ao complexo industrial da saúde, identificam-se na atual dinâmica setorial as seguintes tendências e aspectos relevantes: 1) formação de oligopólios e monopólios de conhecimento, patentes e mercados em processo de recrudescimento, levando ao cascateamento da dependência ao longo de toda a cadeia de produção em contexto global; 2) desafio de garantir o acesso aos produtos e serviços e a segurança no uso, face às pressões de custos e aos avanços tecnológicos; 3) tendência da individualização do diagnóstico e terapia como um desafio do ponto de vista do custo agregado por unidade de serviços e produtos somados as dificuldades de escala; 4) mudança do foco de investimentos e da cadeia de produção para medicina preventiva em substituição à medicina curativa; 5) uso intensivo do conhecimento e multidisciplinaridade, requerendo mão de obra altamente qualificada; 6) esforços de P&D exigindo altos custos e ciclos longos de desenvolvimento; e 7) alta dependência de regulamentação.

Com relação à difusão das tecnologias emergentes no complexo da saúde, são previstos impactos positivos decorrentes dos avanços de várias tecnologias emergentes e portadoras de futuro, como detalhado no Quadro 2.

Vale ressaltar que as quatro tecnologias referenciadas são igualmente importantes, e deverão possuir efeito sinérgico, na medida em que os conhecimentos e especialidades gerados são intercambiáveis, e contribuem para o desenvolvimento mútuo. Considerando-se aspectos puramente tecnológicos e de desenvolvimento, no entanto, observa-se o grande potencial da nanotecnologia no setor, e espera-se que tal impacto seja reconhecido a médio e longo prazos. Por outro lado, tecnologias como a química verde e biotecnologia já possuem forte influência no setor, especialmente nas áreas de produção de fármacos e medicamentos.

Quadro 2 – Desenvolvimento e difusão das tecnologias emergentes no complexo industrial da saúde: 2010-2030

Tecnologia	Desenvolvimentos de impacto no período 2010-2030
Biotecnologia	Tecnologia de células tronco, bioinformática, biologia sintética, terapia gênica, sistemas biológicos, diagnósticos moleculares, nanobiotecnologia, biologia molecular, tecnologia de fermentações, tecnologia enzimática, engenharia de tecidos e órgãos, controle biológico, biotecnologia animal (voltada para saúde humana), biochips.
Nanotecnologia	Nanoencapsulamento, drug-delivery systems e sistemas de veiculação para diagnóstico, tratamento e vetorização para o setor de fármacos e medicamentos. Próteses de alta eficiência, células-tronco, e engenharia tecidual; desenvolvimento de ligas e revestimentos para próteses; matrizes 2D e 3D para manipulação de células-tronco na fabricação de órgãos e tecidos. Aplicações em diagnóstico e biossensores: desenvolvimento de nanocomplexos para utilização como agentes ativos no diagnóstico por imagem (ressonância, tomografia, fluorescência), para contraste seletivo e precoce; sistemas de micro e nanofluídica. Aplicações em saúde coletiva (controle de processos e microbiologia): nanomateriais ativos microbiologicamente aplicados à higienização, esterilização e profilaxia; Nanocircuitaria para interfaces com sistema nervoso: nanomateriais (nanotubos e nanopartículas) no interfaciamento com células e sistemas nervosos. Uso de técnicas nanometrológicas aplicadas à nanobiotecnologia, como por exemplo FCS (fluorescence correlation spectroscopy), CD (circular dichroism sprectroscopy) DESI (desortion electrospray surface ionisation), bem como análise de risco à saúde e à segurança referentes a fabricação e uso de nanopartículas, nanotudos de carbono e nanomateriais estruturados.
Química verde	Uso de matérias primas renováveis e o conceito de economia atômica aplicado ao complexo da saúde; Uso de recursos da biodiversidade para a produção de fármacos, cosméticos e fitoterápicos e nutracêuticos; Uso de tecnologias microbianas.
Tecnologias de informação e comunicação	Sistemas de Informação em saúde; prontuário eletrônico do paciente; sistemas de apoio à decisão; processamento de sinais biológicos; processamento de imagens médicas; padronização da Informação em saúde; Telemedicina e telessaúde; Bioinformática; Bioengenharia: desenvolvimento da ciência biomédica com o auxílio de modelos matemáticos e simulações; Engenharia de reabilitação compreendendo sistemas eletrônicos e mecânicos que melhorem as condições de vida de deficientes; Engenharia médica: direcionada ao estudo, projeto e execução de instrumentação (principalmente eletrônica), sensores, próteses, etc, para a área médica; Engenharia clínica ou hospitalar: voltada às atividades de certificação e ensaios de equipamentos médicos e às atividades em hospitais, incluindo projetos, adequação e execução de instalações, assessoria em processos de tomada de decisão na aquisição de equipamentos, treinamento e orientação de equipes de manutenção.

Preconizam-se para a década 2010-2020 os seguintes movimentos e tendências para o complexo industrial da saúde: 1) foco na prevenção em vez da cura; 2) custo da saúde orientado pela evolução tecnológica e necessidade de escala; 3) globalização das pandemias e epidemias; 4) diversificação tecnológica de mão dupla entre setores; 5) oferta de produtos e serviços para mercados emergentes; 6) oferta de produtos e serviços voltados para população idosa;

7) produtos e serviços individualizados; 8) marcos legais e regulatórios internacionais que acompanham a aceleração tecnológica, pressão de custos e aspectos culturais regionais.

Destacam-se a seguir os principais condicionantes e movimentos considerados representativos do setor saúde na década 2020-2030: 1) necessidade de marcos regulatórios para as novas tecnologias que impactarão o setor; 2) oferta de produtos e serviços de home care; 3) atenção e acompanhamento dos idosos, reflexo da melhoria no processo de envelhecimento da população; 4) desenvolvimento de metodologias para diagnóstico, terapia e tratamento com o conceito point-of–care, principalmente os voltados à população idosa que prioriza o tempo em seu domicílio; 5) equalização do pagamento da assistência em saúde com tendência à prevenção; 6) ampliação e redistribuição da renda, aumentando a demanda pelos produtos e serviços do complexo industrial da saúde; e 7) adequação do ambiente de trabalho para melhores condições de saúde.

4.2. Agroindústrias

No que tange ao setor "agroindústrias", identificam-se as seguintes tendências e aspectos relevantes na atual dinâmica setorial: 1) posição de destaque na economia mundial; 2) fatores de serviços relacionados às agroindústrias são os elementos que conferem maior valor agregado a essas atividades; 3) valorização dos produtos agrícolas e agroindústrias, com consumidores dispostos a pagar por qualidade, saudabilidade e responsabilidade socioambiental; 4) aumento de demanda por alimentos seguros, havendo fortes restrições do mercado internacional pelas normas fitossanitárias atuais; 5) uso intensivo do conhecimento e aumento da capacitação dos agricultores no manejo sustentável da terra para obter mais produtividade com uso eficiente de recursos naturais e insumos, com responsabilidade ambiental e social; 6) aumento do conhecimento genético e biológico, propiciando uma melhoria nas variedades de cultivo e a adoção das chamadas boas práticas agrícolas, incluindo técnicas de irrigação mais eficazes; 7) número ainda limitado de países que produzem organismos geneticamente modificados (OGMs) reflete a polaridade de opiniões e atitudes em relação aos alimentos transgênicos e aos impactos ambientais das culturas geneticamente modificadas.

Preconizam-se para a década 2010-2020 os seguintes movimentos e tendências para o setor "agroindústrias": 1) aumento contínuo da demanda por produtos agroindustriais; 2) crescimento do comércio internacional dos produtos agrícolas e agroindustriais; 3) tendência de aumento dos preços relativos dos produtos agroindustriais; 4) complexidade crescente das cadeias produtivas da agroindústria; 5) criação e ampliação de biorrefinarias; 6) surgimento de novos tipos de serviços nas cadeias produtivas; 7) tecnologias de ponta sustentam a agricultura orgânica; 8) uso eficiente de recursos, incluindo novos fertilizantes e biopesticidas; 9) produção de biocombustíveis, a partir de matérias-primas lignocelulósicas; 10) importância da bioprospecção como ferramenta para

o melhoramento de plantas para a resistência a estresse hídrico e para a produção de proteínas em plantas ou para resistência a doenças. Ressaltam-se ainda os seguintes aspectos, considerados imprescindíveis para a materialização desta visão de futuro: 1) um esforço global para capacitar os agricultores para a Revolução Verde do século 21, que será orientada pelo conhecimento; 2) maior engajamento por parte dos governos na pesquisa agrícola; 3) aumento da taxa futura de ganhos de produção, definida a partir dos níveis históricos recentes ou acima desses níveis; e 4) novas soluções de variedades de cultivos e aprimoramentos, desenvolvidas para condições climáticas extremas.

Com relação à difusão das tecnologias emergentes no setor "agroindústrias", o Quadro 3 resume os principais avanços das quatro tecnologias emergentes que impactarão esse setor no horizonte de tempo analisado.

Quadro 3 – Desenvolvimento e difusão das tecnologias emergentes no setor "agroindústrias": 2010-2030

Tecnologia	Desenvolvimentos de impacto no período 2010-2030
Biotecnologia	Biotecnologia vegetal, animal e de microrganismos; biorremediação; biotecnologia para controle biológico; tecnologia de fermentações; tecnologia enzimática; clonagem vegetal e animal; cultura de tecidos; nanobiotecnologia aplicada à agricultura; tratamento de resíduos sólidos e líquidos por processos biotecnológicos; e biochips.
Nanotecnologia	Sistemas carreadores de insumos (agroquímicos); fitossanitários e medicamentos para liberação controlada; diagnóstico e biossensores; tecnologias pós-colheitas (embalagens ativas e com sensores) e aumento de vida de prateleira; catalisadores nanoestruturados para utilização na agroindústria; nanomateriais para remediação; processos de obtenção e utilização em alimentos de nanoestruturas de fontes renováveis; e nanoalimentos (nanoemulsões, corantes e aditivos microencapsulados).
Química verde	Criação e ampliação de biorrefinarias; redução dos níveis de desperdício na agricultura; grande uso de automação na produção agroindustrial; produção vertical de vegetais; aqüicultura; produção de microalgas; produção limpa e preservação ambiental nas agroindústrias; e desenvolvimento de biopesticidas.
Tecnologias de informação e comunicação	Agricultura de precisão; sistemas de monitoramento (GPS, satélite, radio frequência e outros) e simulação para o manejo sustentável; sistema de satélite de controle da produção; aplicativos para previsão de safra; estações meteorológicas e climatológicas; planejamento automatizado de operação de colheita e armazenamento; robótica agroindustrial; sistemas de produção, simulação e gerenciamento da produção agroindustrial.

Destacam-se a seguir os principais movimentos e aspectos considerados representativos do setor "agroindústrias" na década 2020-2030: 1) crescimento do comércio global de produtos agrícolas e agroindustriais, com uso intensivo das redes comerciais e maior harmonização das normas e regulamentos técnicos que favorecerão o livre comércio entre países produtores e consumidores de produtos agrícolas e agroindustriais; 2) aumento da produtividade agrícola em países em desenvolvimento, com ênfase nos países da África, região que atingirá o quíntuplo dos seus níveis atuais de produtividade; 3) uso eficiente dos recursos com redução significativa dos níveis de desperdício; 4) gestão eficaz dos créditos de carbono; 5) consolidação da regulamentação voltada para a segurança alimentar e física; 6) manejo sustentável e eficiência das áreas ocupadas; 7) amplo uso de automação na produção agroindustrial; 8) tecnologias de ponta sustentarão a agricultura orgânica; e 9) abertura de novos espaços para agricultura (produção vertical de vegetais, aqüicultura, microalgas, dentre outras modalidades).

4.3. Sistemas florestais

Com referência ao setor "sistemas florestais", identificam-se na atual dinâmica setorial as seguintes tendências e aspectos relevantes: 1) amplo reconhecimento da contribuição do componente florestal associada à adaptação de mudanças climáticas, produção de energia renováveis, manutenção à biodiversidade, conservação de recursos naturais (água, solo), preservação dos recursos florestais, diminuição dos processos de desertificação; 2) crescente entendimento dos impactos da desertificação; plantações florestais de alto rendimento; 3) ampliação da importância das florestas de proteção e produção ecoeficiente (mercado de carbono como mecanismos de pagamento de serviços ambientais, produção e consumo responsáveis); 4) demanda por produtos de base florestal, tendo-se em conta as iniciativas de construções ecológicas (green building); 5) contribuição das plantações florestais com alto rendimento; 6) benefícios das florestas urbanas para o aumento do Índice de Desenvolvimento Humano (IDH); e 7) exigências crescentes em relação a processos de certificação e rastreabilidade de produtos florestais.

Quanto à difusão das tecnologias emergentes no setor "sistemas florestais", são previstos impactos positivos decorrentes dos avanços de várias tecnologias emergentes e portadoras de futuro, como mostrado no Quadro 4.

Quadro 4 – Desenvolvimento e difusão das tecnologias emergentes no setor "sistemas florestais": 2010-2030

Tecnologia	Desenvolvimentos de impacto no período 2010-2030
Biotecnologia	Biotecnologia vegetal e de micro-organismos, biorremediação, biotecnologia para controle biológico, clonagem vegetal, cultura de tecidos, de meristemas de embriões somátiocs, nanobiotecnologia, captura e armazenamento de carbono, biologia sintética, tratamento de resíduos sólidos e líquidos por processos biotecnológicos, biochip.
Nanotecnologia	Sanidade vegetal; rastreabilidade; sistemas suporte para produção de mudas; obtenção/purificação de nanomateriais a partir da biomassa.
Química verde	Produção de insumos orgânicos nos sistemas florestais: uso de fontes celulósicas como matéria prima para geração de biocombustíveis (BTL e produtos da química fina); uso de recursos florestais de forma sustentável.
Tecnologias de informação e comunicação	GPS; sistemas de monitoramento e simulação – manejo sustentável e floresta plantada; sistema de satélite de controle de queimadas; aplicativos para previsão de safra; estações meteorológicas e climatológicas; sistemas sismológicos; planejamento automatizado de operação de corte, colheita e armazenamento; e coleta de informações por aeromodelos.

Cenarizam-se para a década 2010-2020 os seguintes movimentos, tendências e condicionantes: 1) conhecimento global mais abrangente da função das florestas na proteção do clima e na produção dos recursos naturais; 2) apoio institucional e mercadológico no sentido de aumentar a proteção e a gestão das florestas; 3) compromissos para aprofundar ainda mais as reduções do carbono nos países industrializados, gerando demanda por créditos de carbono por REDD+[1] ; 4) disponibilização de incentivos financeiros para as populações locais, para fins de preservação e expansão de serviços do ecossistema, das florestas naturais básicas e modificadas; 5) criação e adoção de normas e procedimentos referentes aos níveis de emissões; 6) processos para promover a participação dos povos indígenas e das comunidades locais; 7) processos para promover a participação dos povos indígenas e das comunidades locais; e 8) deslocamento na produção da floresta natural modificada para as florestas plantadas, melhorando os resultados dessas últimas.

Destacam-se, a seguir, os principais condicionantes e movimentos considerados representativos do setor "sistemas florestais" na década 2020-2030: 1) motivação crescente para a proteção das florestas e produção eficiente; 2) nivelamento de preços para alternativas ao desflorestamento, para proteger o habitat e a biodiversidade, aumentar as reservas de carbono, gerar capacidade

1 The United Nations Collaborative Programme on Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation in Developing Countries+ Sustainable Preservation and Management. Disponível em: <http://www.un-redd.org/ AboutUNREDDProgramme/tabid/583/Default.aspx>. (Acesso em: nov. 2010).

institucional nas regiões florestais remotas, e se aproximar do ponto de equilíbrio para os recursos agrícolas concorrentes; 3) aumento da demanda por produtos florestais ecologicamente corretos, oriundos de inovações verdes; 4) criação ou manutenção de florestas urbanas que proporcionarão sombra, ar mais limpo e maior qualidade de vida; 5) criação de fundos de segurança ambiental para respaldar a restauração e manutenção dos sistemas biofísicos subjacentes, além de mecanismos baseados no mercado; 6) aumento do consumo de madeiras roliças para atender a demanda crescente por materiais de construção e outros produtos madeireiros; 7) maior e melhor utilização da biomassa florestal para a geração de energia e a produção de combustíveis; 8) aumento da produção das florestas plantadas, por meio dos aprimoramentos genéticos que darão destaque a um mix de características vegetais, como tolerância à seca, resistência a insetos, dentre outras, e à adaptação aos diversos tipos e locais florestais; e 9) por volta de 2025, o desflorestamento chegará a quase zero.

4.4. Energia

Em relação ao setor de energia, identificam-se na atual dinâmica setorial as seguintes tendências e aspectos relevantes: 1) consenso internacional sobre a gestão eficaz das emissões de gases de efeito estufa; 2) definição de preço do carbono em nível global; 3) políticas eficazes para reduzir os custos da produção de energias e aumentar a eficiência de outras formas de geração energética; 4) medidas de incentivos e informações junto à sociedade em geral para orientar os ganhos de eficiência no consumo de energia; 5) educação energética e hábitos de consumo dentro do contexto da eficiência energética global; 6) demonstração segura e suficiente, implantação e aceitação das tecnologias promissoras, como CCS[2], nuclear e biomassas; 7) segurança energética sob o ponto de vista de assegurar a continuidade do desenvolvimento; e 8) regionalização de soluções energéticas.

Com relação à difusão das tecnologias emergentes no setor de energia, são previstos impactos positivos decorrentes dos avanços de várias tecnologias emergentes e portadoras de futuro, conforme apresentado no Quadro 5. Destacam-se as principais tendências previstas para a década 2010-2020, focalizando os combustíveis fósseis, os renováveis e os produtos energéticos oriundos de outras fontes de energia. No que se refere aos combustíveis fósseis, prevê-se que: 1) o setor petróleo continuará sendo dominado por cartéis, com aumento dos custos de exploração e produção (reservas remotas) e busca de soluções tecnológicas alternativas; 2) aumento do uso de carvão como fonte energética e busca por novas soluções tecnológicas alternativas visando a sua utilização mais limpa; 3) crescimento do consumo de gás natural e busca por soluções tecnológicas alternativas para ampliação de sua utilização, principalmente no que concerne suas transformações químicas; e 4) exploração potencial de uso do xisto e fontes betuminosas, bem

2 CCS – Carbon Capture and Sequestration.

como de reservas de petróleo de baixíssimo grau API, em função da viabilização de soluções tecnológicas alternativas.

Quadro 5 – Desenvolvimento e difusão das tecnologias emergentes no setor de energia: 2010-2030

Tecnologia	Desenvolvimentos de impacto no período 2010-2030
Biotecnologia	Biotecnologia vegetal (desenvolvimento de biomassa de origem vegetal), biotecnologia de micro-organismos, biologia sintética, tecnologia de enzimas e tecnologia de fermentações.
Nanotecnologia	Nanomateriais e nanorevestimentos ativos para dispositivos de energias renováveis, incluindo fotovoltaicos, células combustível, eólicos, dentre outros; catalisadores nanoestruturados para a indústria do petróleo e etanol; nanomateriais para produção de etanol e bioetanol e reaproveitamento da biomassa; novos sistemas de iluminação mais eficientes (LEDs orgânicos e inorgânicos); nanotecnologia para geração e armazenamento (nanobaterias e capacitores).
Química verde	Processos de remediação aplicados a matérias primas fósseis; PCH; energia solar; energia a partir de biomassa (biocombustíveis); energia eólica; tecnologias de hidrogênio; energias oceânicas.
Tecnologias de informação e comunicação	Sistemas de detecção de vazamentos de produtos químicos (convergência bio–nano-TIC); novos algoritmos para CLPs digitais; novos algoritmos para power line communication; Smart Grid - Intelligent meters/sensors; sistemas de controle e automação inteligentes; novos algoritmos e Inteligência artificial para as atividades de sísmica; sistemas para detecção de gases potencialmente perigosos; e redes sensoriais Zigbee

Para os combustíveis a partir de fontes renováveis, as estimativas e previsões indicam: 1) crescimento moderado da geração hidroelétrica até 2020; 2) grande potencial de crescimento utilizando tecnologias existentes de PCH; 3) potencial de crescimento de energia solar térmica, com tecnologia existente; 4) grande potencial de crescimento da energia solar, em função de inovações tecnológicas; 5) grande crescimento no uso de alguns tipos de biomassa de origem microbiana como matéria-prima para produção de biocombustíveis, a exemplo de microalgas; 6) crescimento acentuado no que se refere a etanol como combustível, o qual poderá ser ainda maior em função de inovações tecnológicas (etanol ligno-celulósico); 7) enorme crescimento nos segmentos de bioquerosene e diesel renovável decorrente das tecnologias existentes (biodiesel) e em desenvolvimento (BTL); 8) aproveitamento dos resíduos baseado em tecnologias de densificação (pirólise) e gaseificação (BTL), bem como em aplicações da biotecnologia; e 9) forte crescimento da energia eólica, em condições geográficas específicas com amortecimento no final do período.

Finalmente, quanto às demais fontes de energia, antecipam-se: 1) um potencial de crescimento da energia nuclear, com tecnologias inovadoras incrementais na área de segurança; 2) forte crescimento imediato e duradouro do uso de tecnologias de eficiência energética; e 3) crescimento discreto de hidrogênio, em nichos específicos.

As tendências previstas para a década anterior com foco nos combustíveis renováveis e produtos energéticos oriundos de outras fontes de energia serão consolidadas nesta década. Esperam-se grandes transformações no período 2020-2030 que se traduzirão principalmente no declínio das emissões de gases de efeito estufa (GEE); na competitividade da energia solar; e no uso crescente de energia limpa nos países em desenvolvimento. Além desses movimentos, prevê-se que a geração de energia nuclear continuará sendo chave nos esforços de atenuação das mudanças climáticas neste período e que haverá estagnação na geração de energia hidroelétrica até 2030. Particularmente em relação aos combustíveis fósseis, cenariza-se: 1) potencial mudança na taxa de crescimento da oferta de óleo em função do aparecimento de novas reservas remotas tipo pré-sal; 2) potencial mudança na taxa de crescimento do uso de carvão, em função do aparecimento de tecnologias alternativas de aplicação de carvão do tipo coal to liquids (CTL), dimetil éter (DME) e gaseificação in situ; 3) consumo crescente de gás natural, com potencial mudança na taxa de crescimento, em função do aparecimento de tecnologias alternativas de aplicação tipo dimetil éter (DME) e GTL offshore; e 4) exploração do potencial de utilização de xisto e fontes betuminosas, em função de soluções tecnológicas disruptivas alternativas.

4.5. Construção

Quanto ao setor de construção, identificam-se na atual dinâmica setorial as seguintes tendências e aspectos relevantes: 1) regulamentação diversa e não generalizada, com enfoque local; 2) baixa qualificação da mão de obra operacional; 3) grande gerador de emprego, mas sua maioria não qualificada; 4) fatores determinantes incluem clima, cultura, distribuição de renda, disponibilidade de recursos naturais; 5) crescimento da necessidade de mobilidade – necessidade de maiores investimentos em infraestrutura; 6) grande contingente de consumidores população fora no mercado; e 7) baixa incorporação de novas tecnologias devido à cultura setorial ser lenta.

Com relação à difusão das tecnologias emergentes no setor de construção, são previstos impactos positivos decorrentes dos avanços de várias tecnologias emergentes e portadoras de futuro, como mostra o Quadro 6, a seguir.

Cenarizam-se os seguintes movimentos, tendências e condicionantes para o setor de construção na década 2010-2020: 1) rigorosas exigências sobre a eficiência no consumo de energia, reconhecidas em nível internacional, nas normas para a construção civil, assim como o incentivo e monitoramento de sua implementação; 2) novos incentivos fiscais e subsídios para investimentos direcionados para a eficiência no consumo de energia, com períodos mais longos de retorno sobre o investimento; 3) termos profissionais e contratuais que abrangem antecipadamente designers, projetistas, empreiteiros, serviços públicos e usuários finais, como parte der equipes integradas; 4) auditorias periódicas do governo sobre a eficiência energética, com mais restrições

e aperfeiçoamentos dos mecanismos de fiscalização; 5) campanhas sustentadas para aumentar a conscientização sobre o uso da energia nas edificações e para promover mudança de comportamentos e hábitos em relação à ecoeficência; 6) maior mobilidade entre cidades de menor tamanho – necessidade de infraestrutura; 7) convergência e integração, com aumento de automação voltada para funcionalidade, segurança e eco eficiência; 8) crescimento da demanda por habitação e infraestrutura, impulsionada pela distribuição de renda em nível global; 9) difusão da tecnologia Building Information Modelling (BIM); e 10) aceleração do emprego e desenvolvimento de novas tecnologias construtivas e materiais.

Quadro 6 – Desenvolvimento e difusão das tecnologias emergentes no setor de construção: 2010-2030

Tecnologia	Desenvolvimentos de impacto no período 2010-2030
Biotecnologia	Novos biomateriais; tratamento de resíduos sólidos e líquidos por processos biotecnológicos.
Nanotecnologia	Cimentos nanoestruturados; novos nanocompósitos para utilização estrutural; vidros e superfícies auto-limpantes; nanomateriais e nanorrevestimentos para conforto térmico.
Química verde	Uso de matérias-primas verdes na construção civil (biopolímeros).
Tecnologias de informação e comunicação	Building Information Modelling (BIM); tecnologias de automação; simulações em projetos; segurança; maquete eletrônica; sistemas inteligentes de iluminação.

Entre os principais condicionantes e movimentos considerados representativos do setor de construção na década 2020-2030, destacam-se: 1) exigências mais rigorosas sobre a eficiência no consumo de energia, reconhecidas em nível internacional; 2) consolidação de incentivos fiscais e subsídios para investimentos direcionados para a eficiência no consumo de energia; 3) exploração responsável de nichos de novos espaços habitáveis; 4) ecoeficiência consolidada com auto suficiência em alguns nichos; 5) elevado grau de automação nas construções; 6) consolidação do uso de Building Information Modelling (do planejamento, operação/manutenção); 7) qualificação profissional acentuada (novas tecnologias em processos construtivos, automação); 8) presença maior do governo como elemento regulador e incentivador com políticas de direcionamento de mercado para sustentabilidade; 9) elevado grau de consciência socioambiental da sociedade - exigências de mercado; e 10) utilização intensiva de novos materiais e novas tecnologias e industrialização da construção.

4.6. Mobilidade

Com relação ao setor "mobilidade", configura-se a situação atual pela perspectiva dos seus principais atores e respectivos interesses, a saber: 1) setor produtivo, particularmente a indústria automobilística a de petróleo, gás natural e derivados; 2) governo; e 3) sociedade civil. Com relação

à indústria automobilística há poucos *players* globais, pela redução de custos de produção, aumento da eficiência no aproveitamento energético e também pela absorção de novos materiais e novos recursos tecnológicos. Já na indústria de petróleo, gás natural e derivados, observa-se hoje a predominância de empresas nacionais que detêm maior parte das reservas e altos investimentos em pesquisa e desenvolvimento focalizando novas fontes de energia.

Quanto ao governo, sua atuação em relação ao setor "mobilidade", concentra-se nos aspectos de regulamentação, incentivos fiscais e formulação de políticas públicas. Em países desenvolvidos há uma orientação de incentivo ao transporte coletivo e não motorizado, já em países em desenvolvimento, observa-se uma orientação de incentivo ao transporte individual. Finalmente, a sociedade civil hoje sofre as conseqüências do modelo atual de mobilidade, havendo uma enorme demanda por transporte público eficiente.

Com relação à difusão das tecnologias emergentes no setor "mobilidade", são previstos impactos positivos decorrentes dos avanços de várias tecnologias emergentes e portadoras de futuro, como poderá ser visto no Quadro 7, a seguir.

Quadro 7 – Desenvolvimento e difusão das tecnologias emergentes no setor "mobilidade": 2010-2030

Tecnologia	Desenvolvimentos de impacto no período 2010-2030
Biotecnologia	Biotecnologia para desenvolvimento de novos materiais, biotecnologia para biocombustíveis e biologia sintética.
Nanotecnologia	Nanocompósitos estruturais de alta resistência térmica e mecânica, que permitam, por exemplo, a construção de veículos e infraestruturas mais leves e eficientes; nanoaditivos para lubrificantes e combustíveis mais eficientes; nanoaditivos para desenvolvimento de pneus mais resistentes ao desgaste; e nanomateriais para célula-combustível e reformadores de etanol.
Química verde	Uso de novos materiais e novos recursos tecnológicos na indústria automobilística; desenvolvimento de motores para combustíveis alternativos verdes; uso de tecnologias para aumento da eficiência de motores; uso de carros elétricos ou a hidrogênio; materiais para a diminuição de peso dos veículos e conseqüente ganho de eficiência energética e redução das emissões de gases poluentes.
Tecnologias de informação e comunicação	Tecnologias de segurança, mapeamento, clusterização, visão computacional, imageamento, processamento de imagens (câmeras infra-red) e computação gráfica.

São previstos os seguintes movimentos, tendências e condicionantes para o setor "mobilidade" na década 2010-2020: 1) busca de soluções integradas em transporte público em detrimento do transporte individual; 2) implementação de novas tecnologias de transporte (VLT, VLP, Monotrilho, Maglev, TAV, carros elétricos ou a hidrogênio); 3) aprovação de padrões para

biocombustíveis sustentáveis em nível internacional e adoção de sistemas de monitoramento e fiscalização em larga escala; 4) priorização do transporte não motorizado no sistema de transporte em detrimento dos veículos; 5) busca de novos materiais para a diminuição de peso dos veículos e conseqüente ganho de eficiência energética e redução das emissões de gases poluentes; 6) busca pela universalização dos acessos aos equipamentos urbanos; 7) introdução do conceito de sustentabilidade no planejamento das cidades e nas políticas de mobilidade urbana; 8) investimentos em infraestrutura que acompanhem a demanda crescente por transportes de passageiro e a frete; 9) planejamento urbano integrado, principalmente nas cidades de mais rápido crescimento; 10) os sistemas de transporte inteligente estabelecendo conexão entre os próprios veículos e a infraestrutura; 11) desenvolvimento e a implantação de veículos com combustão interna eficiente reduzindo a intensidade de emissão de carbonos em até 30-40%; 12) legisladores e parceiros industriais agilizando a pesquisa e a implantação de sistemas de transmissão alternativos e biocombustíveis avançados; 13) usuários dos veículos passando a adotar um comportamento de direção mais eficiente, incentivado por meio das campanhas informativas; 14) biocombustíveis para aviação sendo testados e utilizados; 15) disseminação de redes ferroviárias integradas; e 16) maior eficiência no consumo de energia na navegação, alcançada por meio de abordagens holísticas para o desempenho da cadeia de transportes.

Entre os principais condicionantes e movimentos considerados representativos do setor "mobilidade" na década 2020-2030, destacam-se: 1) busca de sistemas de transmissão e combustíveis alternativos; 2) aumento de competitividade dos combustíveis alternativos e uso intensivo de biocombustíveis; 3) aprimoramento ao acesso ferroviário e a outras formas de mobilidade; 4) sistemas inteligentes de transportes (integração entre diversos modais, com sistemas de comunicação e informação em tempo real e maior integração no transporte público; 5) disseminação de novas tecnologias de transporte (VLT, VLP, Monotrilho, Maglev, TAV, carros elétricos ou a hidrogênio); 6) maior espaço para pedestres e ciclistas e restrição de veículos motorizados em centros urbanos; 7) uso de novos materiais para a diminuição de peso dos veículos e conseqüente ganho de eficiência energética e redução das emissões de gases poluentes; 8) universalização dos acessos aos equipamentos urbanos; e 9) adoção plena do conceito de sustentabilidade no planejamento das cidades e nas políticas de mobilidade urbana.

4.7. Telecomunicações

No que tange ao setor de telecomunicações, identificam-se na atual dinâmica setorial as seguintes tendências e aspectos relevantes: 1) setor fortemente marcado pela regulação como apoio aos modelos de negócio existentes ainda que cada país tenha suas especificidades; 2) alocação ineficiente do espectro de freqüência estratificado por serviços diferenciados; 3) operadoras migrando para prestação de serviços de valor agregado e terceirizando atividades de

rede para a indústria; 4) novas configurações de competição entre empresas que operavam em mercados distintos, geradas pela convergência ao agregar múltiplos serviços sobre os mesmos meios de transmissão; e 5) movimentos de busca de eficiência, tanto no segmento da indústria quanto no segmento de operação, para aumento de competitividade por meio de fusões, como resposta à comoditização da infraestrutura de comunicações.

Com relação à difusão das tecnologias emergentes no setor de telecomunicações, são previstos impactos positivos decorrentes dos avanços de várias tecnologias emergentes e portadoras de futuro, como detalhado no Quadro 8.

Quadro 8 – Desenvolvimento e difusão das tecnologias emergentes no setor de telecomunicações: 2010-2030

Tecnologia	Desenvolvimentos de impacto no período 2010-2030
Biotecnologia	Biotecnologia para desenvolvimento de novos materiais, biochips.
Nanotecnologia	Revestimentos nanoestruturados de fibra-óptica.
Química verde	Desenvolvimento de matérias-primas verdes para aplicações de tecnologias de informação e comunicação. Desenvolvimento de tecnologias verdes para aplicações de tecnologias de informação e comunicação.
Tecnologias de informação e comunicação	Tecnologias de terminais. Tecnologias de transporte. Aplicações: conexões óticas na última milha; tecnologias wireless; comunicações a curta distância; interface homem-máquina; e tecnologias de satélite.

Antecipam-se os seguintes movimentos, tendências e condicionantes para o setor de telecomunicações na década 2010-2020: 1) consolidação da convergência das tecnologias de informação e comunicação; 2) convergência entre comunicações móveis e fixas e comunicação pessoal multiserviços; 3) revisão das formas de tarifação no contexto global; 4) reestruturação de monopólios com a entrada de novos participantes e consolidações no setor; 5) pressão sobre a regulação gerada pela inovação; 6) competição em serviços de valor agregado, como cloud computing, entre novos participantes como Apple e Google com operadoras de televisão e carriers; 7) disseminação do acesso às telecomunicações, principalmente nos países emergentes; 8) comoditização das tecnologias de transmissão e rede sobre três pilares: comunicações móveis, rede IP e redes óticas de alta capacidade; e 9) otimização do uso do espectro.

Entre os principais condicionantes e movimentos considerados representativos do setor de telecomunicações na década 2020-2030, destacam-se: 1) desenvolvimento de dispositivos com interfaces inteligentes em linguagem mais natural; 2) ampliação dos mercados emergentes; 3)

distribuição geográfica dos repositórios de informação; 4) consolidação da mudança cultural para uso intensivo de reuniões virtuais; 5) surgimento de novos negócios baseados em tecnologias de satélite; 6) comunicação pervasiva; capacidades de comunicação presentes em todos os objetos; e 7) difusão das personal area networks.

4.8. Materiais

Com referência ao setor "materiais", destacam-se na situação presente os seguintes desafios em nível global: 1) produção de materiais é responsável por grande consumo de energia; portanto, sua evolução tem vínculos muito fortes com a questão da sustentabilidade; 2) o suprimento limitado de materiais com limitações geopolíticas; e 3) a poluição e dependência de energia inerentes à fabricação de matérias convencionais. Como oportunidades da cena atual, apontam-se: 1) o desenvolvimento de produtos e aplicações a partir de materiais renováveis; 2) a ampliação do processo de reciclagem; 3) o desenvolvimento de materiais biodegradáveis; 4) o desenvolvimento de materiais para substituir produtos críticos; e 5) a produção de materiais mais eficientes, com menor consumo de energia e menor impacto ambiental.

Os principais desenvolvimentos e difusão das tecnologias emergentes no setor "materiais" no período 2010-2030 são apresentados no Quadro 9, a seguir.

Quadro 9: Desenvolvimento e difusão das tecnologias emergentes no setor "materiais": 2010-2030

Tecnologia	Desenvolvimentos de impacto no período 2010-2030
Biotecnologia	Biotecnologia para desenvolvimento de novos materiais (biodegradáveis, biopolímeros, biomateriais, biotecnologia vegetal).
Nanotecnologia	Síntese e funcionalização de nanomateriais: nanocompósitos, incluindo nanopartículas de geometrias diversas como nanotubos, nanofios, nanoesferas, etc; nanocatalisadores.
Química verde	Desenvolvimento de produtos e aplicações a partir de materiais renováveis; ampliação do processo de reciclagem; desenvolvimento de materiais biodegradáveis; desenvolvimento de materiais para substituir produtos críticos; produção de materiais mais eficientes, com menor consumo de energia e menor impacto ambiental.
Tecnologias de informação e comunicação	Fibras óticas e optoeletrônica; materiais para displays; materiais orgânicos; microeletrônica; e armazenamento e conservação de energia.

Preconizam-se os seguintes movimentos, tendências e condicionantes para o setor "materiais" na década 2010-2020: 1) o preço do carbono e o aumento no uso de outras modalidades de avaliação determinarão o preço real dos materiais; 2) aterros extintos ou desativados por atendimento a

legislações rigorosas; 3) mais eficiência no consumo de energia, na produção de aço, cimento, alumínio, dentre outros materiais; 4) princípios de elaboração e processos de produção necessários para os sistemas de circulação de circuito fechado; 5) inovação dos modelos comerciais, reconsiderando as cadeias de valores, reelaborando produtos e serviços, recriando processos e revalorizando produtos; 6) co-inovação entre produtores e consumidores para reduzir o consumo de materiais; 7) a captura e o armazenamento de carbono serão acionados pela infraestrutura jurídica e por regulamentações específicas; 8) instalações de demonstração de conversão catalítica de dióxido de carbono em hidrocarbonetos (combustíveis e produtos químicos); 9) as águas residuais (efluentes) serão consideradas recursos e não mais rejeitos; 10) adequação do perfil dos produtores aos condicionantes socioeconômicos utilizando as tecnologias emergentes de materiais; 11) integração muito maior entre produtores de materiais e produtores de bens finais; e 12) consolidação de novos padrões de conforto/exigências do consumidor.

Entre os principais condicionantes e movimentos considerados representativos do setor "materiais" na década 2020-2030, destacam-se: 1) aceitação crescente por parte das sociedades em restringir o uso de materiais não renováveis para cerca de cinco toneladas anuais por pessoa; 2) projetos de circuito fechado, com reciclagem e reuso de materiais, consagrados nos setores industriais; 3) madeira considerada cada vez mais um material reciclável; 4) lixo inventariado para permitir a sua posterior reciclagem, quando a tecnologia ou as condições do mercado assim o viabilizarem; 5) diretrizes governamentais e regulamentações cada vez mais rigorosas para extinguir ou restringir as substâncias tóxicas (uma solução para a estocagem segura do lixo radioativo será adotada e colocada em prática); 6) oferta de uma grande variedade de novos produtos e serviços, com base na alta longevidade, baixos índices de água acumulada, baixo consumo de energia e conteúdo material; 7) muitas instalações de produção de materiais que usam intensamente o CO^2 passando a utilizar tecnologias e métodos de captura e armazenamento de carbono (CCS); 8) reconfiguração do portfolio baseado em commodities para um novo com foco em serviços, em conseqüência da redefinição dos modelos de negócios com foco em ecoeficiência e aprimoramento do ciclo de vida dos materiais; 9) fornecimento de materiais como um gerador de serviços de biodiversidade e do ecossistema, capaz de produzir produtos eficientes em termos ecológicos e criar e oferecer serviços em prol do meio ambiente; 10) empresas de materiais bem sucedidas reduzindo os índices de fornecimento de energia para diminuir os custos da energia, os custos das emissões e as multas fiscais; 11) reciclagem como uma estratégia chave nos setores industriais, com eliminação total de desperdícios e comprometimento por parte dos fabricantes com a reutilização e a eficiência de fabricação e de uso dos materiais; e 12) produção de materiais com menor consumo de energia e com redução de emissão de gases de efeito estufa (GEE), segundo a filosofia "fazer mais com menos".

5. Considerações finais e recomendações

Tendo em vista o posicionamento estratégico do Brasil frente às trajetórias globais dos setores selecionados e o devido aproveitamento das oportunidades tecnológicas e de negócios que se vislumbram no horizonte estudado, ações voltadas à estruturação e ao fortalecimento da capacidade nacional devem ser implementadas como prioridades estratégicas. Para o período 2010-2030, identificaram-se assim espaços de decisão que irão requerer ações estruturantes por parte de todos os atores envolvidos nos oito setores analisados neste estudo prospectivo.

Apresentam-se, a seguir, as recomendações do estudo:

- divulgar e difundir os resultados do estudo prospectivo "Indústrias do Futuro e Tecnologias Emergentes", de forma a se obter uma avaliação mais ampla, junto aos órgãos governamentais, à academia, às empresas e à sociedade em geral, das sinalizações estratégicas discutidas por setor neste estudo;

- possibilitar a efetiva incorporação dos resultados em processos decisórios associados ao cumprimento das metas estabelecidas na Política de Desenvolvimento Produtivo (PDP);

- aprofundar a análise de pontos críticos do contexto nacional, de modo a identificar mecanismos de gestão tecnológica, de investimentos em CT&I e regulamentação adequados aos mesmos, considerando as incertezas e riscos inerentes ao estágio de desenvolvimento das tecnologias emergentes;

- monitorar de forma sistemática o desenvolvimento, em nível mundial e nacional, das tecnologias emergentes identificadas nas trajetórias de cada setor, particularmente aquelas de que se mostram como oportunidades para inovações no Brasil.

Finalmente, cabe ressaltar que o estudo prospectivo congregou os resultados de um esforço coletivo, envolvendo mais de 60 representantes de instituições acadêmicas, de centros de P&D, da indústria, do governo e do CGEE que atuam diretamente nos campos das tecnologias emergentes aqui abordadas e nos setores selecionados. Consolidou-se, dessa forma, com o comprometimento de todos, um mapeamento inicial que servirá de base para estudos prospectivos futuros focalizando os desafios e as oportunidades associados a uma visão de futuro sustentável como a preconizada neste estudo.

Referências

ALMEIDA, M.F.L. **Subsídios metodológicos para o estudo prospectivo indústrias do futuro e tecnologias emergentes**. Nota técnica. Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2011. Mimeo.

_____. **Visão panorâmica de estudos prospectivos globais de longo prazo**. Sub-ação 51.46.1 - Indústrias do Futuro e Tecnologias Emergentes. Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2010. Mimeo.

BERGEK, A. **Shaping and exploiting technological opportunities: the case of renewable energy technology in Sweden**. Department of Industrial Dynamics. Chalmers University of Technology, Göteborg. 2002.

BERGEK, A.; JACOBSSON, S. The emergence of a growth industry: a comparative analysis of the german, dutch and swedish wind turbine industries. In: METCALFE, S.; CANTNER, U. Change. Eds. **Transformation and Development**. Heidelberg Physica-Verlag, , p. 198-228. 2003.

BRESHI, S.; MALERBA, F. Sectorial innovation systems: technological regimes, schumpeterian dynamics, and spatial boundaries. In: EDQUIST, C. Ed. **Systems of innovation: technologies, institutions and organizations**. London: Pinter. p.130-156, 1998.

CENTRO de Gestão e Estudos Estratégicos. **Relatório Final da Sub-ação 51.46.1 - Indústrias do Futuro e Tecnologias Emergentes**. Brasília: CGEE. Set 2010.

CARLSSON, B.; JACOBSSON, S. Dynamics of innovation systems: policy-making in a complex and non-deterministic world. In: INTERNATIONAL WORKSHOP OF FUNCTIONS IN INNOVATION SYSTEMS. University of Utrecht. 2004. **Proceedings**... University of Utrecht. 2004.

EDQUIST, C. Systems of innovation: perspectives and challenges. In: FAGERBERG, J. MOWERY, D.C.; NELSON, R.R. Eds. **The Oxford handbook of innovation**, Oxford: Oxford University Press, 2004.

ELZEN, B.; GEELS, F.W.; GREEN, K. **System Innovation and the transition to sustainability**: theory, evidence and policy. Cheltenham: Northampton: Edward Elgar, 2004.

GEELS, F.W. From sectoral systems of innovation to socio-technical systems: insights about dynamics and change from sociology and institutional theory. **Research Policy**, v. 33, n. 6/8, p.898–920. 2004.

_____. **Technological transitions and system innovations**: a co-evolutionary and socio-technical analysis, Cheltenham: Edward Elgar, 2005.

GEELS, F.W.; SCHOT, J.W. Typology of sociotechnical transition pathways. **Research Policy**, v. 36, n. 3, p. 399–418. 2008.

GEORGANTZAS, N. C.; ACAR, W. **Scenario-driven planning**: learning to manage strategic uncertainty. Westport, Connecticut: Quorum Books, 1995.

GODET, M. **A caixa de ferramentas da prospectiva estratégica**. Lisboa: Cepes, 2000.

_____. **Manual de prospectiva estratégica**: da antecipação à acção. Colecção Gestão & Inovação, Série Macrotendências, n.1, Lisboa: Publicações Dom Quixote, 1993.

_____. **Manuel de prospective stratégique**: tome 1 – une indiscipline intellectuelle. 2. ed. Paris: Dunod, 2001.

JOHNSON, A. **Functions in innovation system approaches**. Department of Industrial Dynamics, Chalmers University of Technology, Göteborg. Working paper. 1998.

LIPSOR. **MICMAC: se poser les bonnes questions et identifier les variables clés**. Laboratoire d'Investigation en Prospective, Stratégie et Organisation. 2010. Disponível em: <*http://www.3ie.fr/lipsor/micmac.htm*>. Acesso em: mai 2010.

MALERBA, F. Sectoral systems of innovation: basic concepts. In: **Sectoral systems of innovation**, Cambridge: Cambridge University Press, p. 9-41. 2004.

SANMARTÍN, J.; HRONSZKY, I. Eds. **Superando fronteras**: estudios europeos de cienciatecnologia-sociedad y evaluación de tecnologias. Barcelona: Anthropos, 1994.

SANMARTÍN, J.; ORTÍ, A. Evaluación de tecnologias. In: SANMARTÍN, J. et al. Eds. **Estudios sobre sociedad y tecnologia**. Barcelona: Anthropos, 1992.

SCHOEMAKER, P.J.H.; VAN der HEIJDEN, C.A.J.M. Integrating scenarios into strategic planning at Royal Dutch/ Shell: case study. **Planning Review**, May/June 1992, p. 41- 46, 1992.

SCHOT, J. W. Constructive technology assessement and technology dinamics: the case of clean technologies. **Science, Technology & Human Values**, v.18, n.1, p. 36-56, 1992.

SCHOT, J. W.; RIP, A. The past and future of constructive technology assessment. **Technology Forecasting and Social Change**, v.54, p.251-268, 1998.

SCHWARTZ, P. **A arte da previsão**: planejando o futuro em um mundo de incertezas. São Paulo: Ed. Best Seller, 2000.

_____. **Cenários**: as surpresas inevitáveis. Rio de Janeiro: Ed. Campus, 2003.

SHELL. **Global Scenarios 2025**. 2005. Disponível em: <*http:www.shell.com*>. Acesso em: abr 2010.

SHRADER-FRECHETTE, K. Technology assessment, expert disagreement, and democratic procedures. **Research in Philosophy & Technology**, v.8, 1985.

SMITS, R.; LEYTEN, J.; DEN HERTOG, P. Technology assessment and technology policy in Europe: new concepts, new goals, new infrastructures, **Policy Sciences**, v. 28, p.281-299, 1995.

TODT, J.O. **Innovación y regulación: la influencia de los actores sociales en el cambio tecnológico**: el caso de la ingeniería genética agrícola. 293 f. Tesis Doctoral. Universitat de Valencia. 2002.

VAN der HEIJDEN, K. **Planejamento de cenários: a arte da conversação Estratégica**. Bookman, Glasgow, 2004.

_____. **Scenarios**: The art of strategic conversation. 2.ed. West Sussex: John Wiley & Sons, 2005.

A diáspora científica brasileira: perspectivas para sua articulação em favor da ciência brasileira

Elizabeth Balbachevsky (USP), Eduardo do Couto e Silva (CGEE)***

Resumo

Neste trabalho trazemos discutimos algumas experiências de organização da participação da diáspora científica brasileira e seu potencial para fazer face aos desafios futuros da ciência e tecnologia no Brasil. O trabalho revisa os esforços nesse sentido, e analisa as dificuldades de organização deste segmento tomando como referência, à título ilustrativo, algumas experiências recentes ocorridas nos Estados Unidos da América.

Palavras-chave: Brasil, diáspora científica, institucionalização.

Abstract

This work discusses few experiences in organizing the Brazilian scientific diaspora and its potential to address future challenges for science and technology in Brazil. It reviews attempts in this direction, analyzes difficulties encountered during these organization efforts, and for illustration purposes, refers to some of the recent experiences in the United States of America.

Keywords: *Brazil, scientific diaspora, institutionalization.*

* Elizabeth Balbachevsky é professora associada do Departamento de Ciência Política da Universidade de São Paulo, pesquisadora sênior do Núcleo de Pesquisa em Políticas Públicas (NUPPs/USP) e membro do Centro de Estudos Avançados da UNICAMP (CEAv-UNICAMP).

** Eduardo do Couto e Silva é especialista visitante do CGEE e membro afiliado do Kavli Institute for Particle Astrophysics and Cosmology, Stanford University.

1. Introdução

Este trabalho tem o objetivo de trazer para discussão a necessidade e algumas dificuldades enfrentadas para a mobilização da chamada diáspora de científica brasileira. O termo diáspora remete às experiências históricas vividas por grupos humanos que, por diferentes motivos, experimentaram processos de dispersão.

O termo diáspora (do grego: semear dispersando as sementes uniformemente sobre a terra) foi originalmente cunhado para se referir aos processos históricos de dispersão de grupos étnicos e/ou religiosos produzidos por eventos sociais traumáticos capazes de preservar uma identidade comum mesmo quando os laços concretos que criam uma pertinência regional já se perderam. Nos anos 1960 e 1970 esse termo se generalizou para designar grupos que experimentaram processos de deslocamento forçado (decorrentes de perseguições políticas, étnicas ou religiosas, ou ainda como resultado de grandes cataclismos naturais). A partir do final dos anos 1990 o debate sobre as diásporas ganhou novo espaço, na medida em que a ênfase dos estudos se deslocou da questão das motivações subjacentes ao processo de dispersão, para o estudo dos mecanismos de coesão que sustentam a identidade desses grupos e a permanência da memória coletiva que os liga à terra natal. Nos anos 2.000, a questão das diásporas e seus efeitos regionais e globais foram retomados, agora centrados na análise dos efeitos positivos que esses processos podem ter na mobilização de redes internacionais de apoio e cooperação articuladas a partir de uma identidade nacional, regional, étnica ou religiosa comum, capazes de mobilizar investimentos e abrir oportunidades de negócio, ampliando espaços para empreendedorismo local no mercado global. (COHEN 2008, KAPUR 2010). Mais recentemente, o termo diáspora tem sido utilizado para entender processos complexos de circulação, agregação e produção de competências e conhecimento, produzidos pela articulação de grupos e setores de uma sociedade (ou nacionalidade) com seus conterrâneos que vivem no exterior, ampliando oportunidades de ganhos recíprocos em função de estratégias comuns e o compartilhamento de recursos e competências.

As primeiras experiências deliberadas para a articulação de redes dessa natureza por meio de políticas datam de meados dos anos noventa. Naquela época, diferentes experiências buscaram construir redes dessa natureza, como uma resposta ao fenômeno usualmente descrito como fuga de cérebros (*brain-drain*): isto é, a perda de competências e especializações (*expertise*) que países em desenvolvimento sofrem para países mais centrais.

A maior parte das diásporas bem sucedidas como, por exemplo, a chinesa e a indiana (Para uma descrição das experiências das diásporas desses países, consultar, por exemplo, PANDEY et al. 2006 e COHEN, 2008), privilegiam o formato negocial. Isto é, a cooperação se articula visando aproveitar oportunidades para o desenvolvimento de projetos comuns com forte inserção no

mundo produtivo e de negócios. Diásporas que se articulem com base exclusivamente – ou prioritariamente – na cooperação para a produção de conhecimento básico são pouco comuns, e, em geral, no passado, não foram bem sucedidas. As experiências mais conhecidas nesse sentido são a colombiana e a chilena (Para essas duas experiências, consultar, respectivamente, MEYER et al., 1997 e BRICKLE et al. 2010) . A despeito disso, alguns fatores presentes no momento vivido pelo Brasil, e, em particular, pela ciência brasileira, nos levam a crer que esse tipo de estratégia seria particularmente adequada.

2. A diáspora no contexto atual da ciência brasileira

Considerando inicialmente o momento vivido pelo Brasil, é importante assinalar a relevância que os processos de dinamização da inovação e a necessidade de se alcançar uma competitividade global jogam para a sustentação do ímpeto de crescimento de nossa economia. O Brasil não pode sustentar por longo tempo sua inserção na economia internacional em fatores associados às vantagens comparativas: a complexidade da economia brasileira simplesmente inviabiliza uma inserção vantajosa no mercado internacional baseada em fatores de custo comparativamente mais baixos (salários baixos, legislação mais frouxa, impondo menos custos, etc). Nesse quadro, a ciência e a produção de conhecimento de ponta têm um papel estratégico: elas atraem investimentos de alta qualidade, podem abrir janelas de oportunidade para os negócios brasileiros, e podem contribuir para criar uma dinâmica positiva para o país. Mas para isso, não basta apenas um dinamismo inovador nos negócios: é preciso uma base científica sólida e relevante – em escala global – que sustente essas dinâmicas e atraia investimentos de alta qualidade. Portanto, o desenvolvimento de uma ciência robusta, de ponta, e articulada com as redes internacionais de conhecimento é central para a sustentação de longo prazo do desenvolvimento do país.

Por outro lado, pode-se dizer que a ciência brasileira passou o limiar da quantidade: há hoje no Brasil uma comunidade científica sólida, competente e produtiva que tem sustentado uma presença crescente do país na ciência mundial. A despeito desse quadro em geral positivo, alguns resultados ainda revelam pontos vulneráveis de nossa atividade de pesquisa. Essas fragilidades estão usualmente associadas a dois aspectos distintos: o baixo impacto de nossa produção – medido por diferentes indicadores[1]; e a debilidade dos canais que ligam a academia a outros

1 O impacto da produção científica é usualmente medido pelo número de citações que um artigo induz na produção científica posterior à sua publicação. Usando essa métrica, considerando as publicações indexadas pela Web of Science, os artigos publicados por brasileiros entre 1996 e 2010 receberam, em média, 9,57 citações até julho de 2011. Com essa média, e considerando apenas os 50 países que mais contribuíram para a produção mundial de trabalhos científicos no período considerado, o Brasil cai da 15ª posição (em número de artigos publicados) para a 32ª posição. Considerando a média de citações por artigo. Considerando o universo total de 237 países, o Brasil cairia para a 108ª posição (*http://www.scimagojr.com/countryrank.php*).

atores da sociedade. É justamente aqui que a colaboração entre os cientistas que fazem suas carreiras no Brasil com nossos cientistas radicados fora daqui com uma vivência mais longa no exterior (pesquisadores brasileiros que amadureceram profissionalmente em outros ambientes culturais, com uma vivência prolongada fora do país) pode trazer frutos altamente vantajosos.

Os profissionais que amadureceram no exterior desenvolveram um perfil que pode enriquecer a experiência de nossa comunidade científica, especialmente em área essenciais para o desenvolvimento do país, a saber, o desenvolvimento de políticas, gestão de redes complexas e promoção do conhecimento junto a outros atores (KUZNETSOV 2006b). Dadas às especificidades do ambiente acadêmico que marca as transformações recentes vividas pela ciência nos países europeus e os Estados Unidos[2], muitos desses profissionais têm uma ampla experiência na promoção dos resultados de pesquisa e cooperação com o poder público para a produção de políticas públicas (especialmente no desenvolvimento de políticas de ciência e inovação); e desenvolveram competências específicas para a gestão de projetos complexos, que é rara em nosso país; e, por fim, têm experiência na articulação interesses sociais heterogêneas para quem os resultados da pesquisa são relevantes, e para enfrentar situações de negociação que envolvem múltiplos interesses e usuários.

Assim, um dos resultados esperados mais relevantes da interação entre a diáspora e a comunidade científica nacional é o de acelerar processos que levam à internacionalização da pesquisa brasileira, ampliando as oportunidades de articulação das redes nacionais com as grandes redes que produzem conhecimento de ponta em escala global. A literatura internacional tem produzido múltiplos resultados que apontam para o fato de que a intensidade de articulação das redes locais de produção do conhecimento com as redes mundiais é decisiva para acelerar o processo de internacionalização da produção local, ampliando simultaneamente seu impacto para a produção científica mundial, e, paradoxalmente, reforçando a relevância do conhecimento do ponto de vista das necessidades da sociedade nacional. A explicação para esses resultados está no fato de que a integração de redes globais, articuladas em múltiplos níveis, multiplica exponencialmente o número de pontos críticos de teste de modelos, ampliando a velocidade de produção de conhecimento, e multiplicando as alternativas de teste para o desenvolvimento de aplicações, além de criar canais estáveis que permitem sondar alternativas de competências e tecnologias produzidas fira do ambiente doméstico (STOWSKY, 2004; KITAGAWA, 2010; JANSEN, 2007; LESTER & SOTARAUTA, 2007). Portanto, é razoável esperar que a consolidação de redes dessa natureza ampliaria a velocidade de internacionalização da produção brasileira, reforçaria seu impacto sobre a ciência mundial, além de ampliar as oportunidades de acesso à fontes de recursos internacionais.

2 Para uma revisão das transformações recentes da ciência e sua institucionalidade nesses países, ver, entre outros, WHITLEY e JOCHEN (2007), JANSEN (2007), HESSELS e VAN LENTE (2008) e BONACCORSI (2008 e 2010).

A organização de redes dessa natureza, evidentemente, não substitui os esforços de internacionalização empreendidos pelas agências nacionais de financiamento da ciência e inovação. Ela teria a finalidade de reforçar e ampliar os efeitos da cooperação com colegas que viveram experiências profissionais diversas, que permanecem fora do alcance do pesquisador que vai ao exterior num estágio ou intercâmbio de curta duração. Esses intercâmbios e estágios são uma peça central de qualquer política de internacionalização bem sucedida. Mas sua articulação com uma ação estratégica voltada para ampliar a interface da comunidade local com as redes internacionais é fundamental para se alcançar os resultados esperados (e necessários) do esforço de pesquisa realizado no Brasil. Nesse sentido, a organização da diáspora brasileira representaria um esforço complementar, capaz de amplificar os resultados das ações que já vem sendo empreendido tanto pelas agências, como pela própria comunidade científica nacional.

3. Características da diáspora científica brasileira nos EUA

Os Estados Unidos abrigam a maioria dos emigrantes brasileiros e possuem uma diáspora científica atuante que vem amadurecendo, seja pelas iniciativas de organização que partem dos seus próprios membros ou do governo brasileiro, ou ainda pelas atividades pontuais de cientistas de renome.

Ao tentarmos entender a relevância deste grupo, é natural indagar quantos são os membros da diáspora científica brasileira. Infelizmente, não há respostas precisas, somente estimativas. Os dados de 2007 do Departamento de Assistência Consular do Ministério das Relações Exteriores (MRE) estima que há entre 2.1 e 3.7 milhões de brasileiros no exterior, dos quais, aproximadamente 40% se encontram nos EUA. A Capes estima que a proporção de inadimplentes, isto é, a porcentagem de bolsistas que foram ao exterior completar sua formação e não retornaram é de apenas cerca de 2% de todas as bolsas concedidas para o exterior[3]. Essa proporção é baixa e nos faria supor uma diáspora bastante reduzida. Ainda assim, é preciso considerar que nem todos os emigrados saíram do país nesse momento da vida profissional, e nem contaram com o financiamento do governo brasileiro. Muitos saíram em distintos momentos da carreira, especialmente em conjunturas adversas à produção científica, em momentos de escassez grave de recursos para pesquisa, fechamento dos canais de recrutamento de novos acadêmicos no setor público, etc., que foram bastante frequentes na década de 1980 e 1990.

Estudos realizados com dados obtidos no ano 2000 sobre as diásporas das Filipinas, Índia, China e México indicam que, para esses países, o número de emigrantes de alta qualificação, incluindo cientistas e outros profissionais, representava cerca de 1 milhão de pessoas para cada um desses países (KUZNETSOV 2006b). Utilizando como parâmetro as populações correspondentes no

3 Informação prestada à revista Época (08/07/2011), *http://revistaepoca.globo.com/Revista/Epoca/0,,EMI247618-15223,00.html*

ano 2000 para cada um desses países, é possível estimar que os emigrantes de alta qualificação constituam, em média, a 0.8% da população do país de origem. Assumindo que essas estimativas sejam válidas para o caso brasileiro, inferimos que há cerca de 16 mil pessoas de alta qualificação fora do país. Apenas a título de comparação, os números mais recentes da "*Red Argentina de Investigadores y Científicos nel Exterior*" sugerem que esse país possui uma diáspora de 7 mil membros (MCTeIP 2008). Portanto, embora não tenhamos dados precisos da diáspora científica brasileira, é possível trabalhar com ordens de grandeza. Ainda que essas estimativas fujam ao rigor estatístico, já que estamos comparando amostras completamente diferentes e sujeitas a condições dissimilares. Não nos surpreenderia se os números da diáspora de alta qualificação brasileira girasse em torno de 5 mil pessoas. Dessa maneira, é importante proceder a um mapeamento da diáspora científica brasileira de forma a gerar subsídios para uma discussão mais aprofundada da questão, assim como para o delineamento de estratégias visando aumentar o impacto dessa riqueza de recursos humanos para nosso país.

Por outro lado, grandes números absolutos não são base para se inferir as chances de sucesso de uma articulação dessa natureza. Há exemplos de redes de pequeno porte que alcançaram grande impacto local. Esse é o caso, por exemplo, da rede Chile Global, que com um pouco mais de 100 membros da diáspora foi capaz de produzir impactos significativos no ambiente de pesquisa e de negócios daquele país (POLLACK 2007).

A diáspora científica brasileira possui características herdadas da formação brasileira e se sujeita às influências culturais do país que a acolhe. Tradicionalmente, os brasileiros nos EUA se organizam para participar de atividades culturais, esportivas e festivas, mas não o fazem com a mesmo vigor para as atividades científicas. Este comportamento não é de se estranhar. Considerando o próprio perfil da imigração brasileira. No final da década de 1980 e início da de 1990, o número de brasileiros que emigrou para os EUA cresceu, e com ele o número de pesquisadores fora do país (GUIMARÃES 2002). Este grupo da diáspora não viveu as mesmas situações dos "exilados" durante o período da ditadura na década de 1960 e 1970. Uma parte relevante desse grupo, inclusive entre aqueles mais qualificados, saiu do país em função da falta de perspectivas profissionais criadas pela crise econômica que se estendeu por toda a década e início dos anos 1990. Portanto, essa geração saiu do país tendo como referência um ambiente doméstico bem distinto daquele vivido hoje por nosso país.

No novo ambiente em que esses profissionais se inseriram, a competição, meritocracia e o planejamento de longo prazo são partes essenciais para desbravar as fronteiras do conhecimento científico, o que permite a criação de centros de referência de padrão mundial associados a mecanismos que possibilitam maiores oportunidades de mobilidade aos pesquisadores. Esses fatores foram atraentes para a nossa diáspora e sua vivência criou espaço para que esses valores se incorporassem em sua formação.

Estas observações não constituem críticas à política brasileira daquelas décadas, mas apenas a constatação do óbvio: num período reconhecidamente caracterizado pela desarticulação das políticas e instrumentos de apoio à ciência no Brasil (GUIMARÃES, 1994; SCHWARTZMAN, 1996 e BALBACHEVSKY e BOTELHO, 2011) a parcela dos cientista que migrou teve a oportunidade de acumular vivências relevantes, que podem ser importantes para contribuir para o momento atual que vivemos no Brasil. Conforme assinalam (NALINI, HOFFMAN e GLASS 2009), a articulação de uma rede de contatos com esses profissionais poderia trazer resultados extremamente positivos para o novo momento que vive a ciência brasileira marcado por dinâmicas que sustentam seu crescimento e internacionalização. Membros da diáspora brasileira poderiam operar como pontos de contato, ajudando a construir e aprofundar as relações de colaboração com parceiros e redes no exterior, ampliar o volume e a variedade dos recursos disponíveis para pesquisa no país, e, finalmente, podem contribuir para diversificar (em algumas áreas), focar (em outras áreas) ou dinamizar a agenda de pesquisa da ciência no Brasil.

Destarte, perguntamos: existe interesse desta diáspora em querer colaborar com o Brasil e até retornar, se necessário for? Os argumentos anteriores podem sugerir que parte dos brasileiros radicados fora do país não tenha interesse em participar de iniciativas dessa natureza. Não obstante acreditamos em uma tendência reversa, na qual a diáspora científica tende a se aproximar do Brasil. A motivação não é produzida apenas pela confiança gerada pela sensação de estabilidade e ao crescimento econômico do país, na última década, mas também está associada a uma percepção de que o aprendizado no exterior pode ser de grande valia para colaborar com o desenvolvimento do Brasil. Para muitos, a oportunidade de colaborar é percebida como uma forma de resgate da própria brasilidade, além de dar um sentido de futuro para essa identidade.

4. Organização da diáspora brasileira nos EUA

Nos últimos anos identificamos iniciativas tanto individuais como governamentais buscando organizar a diáspora. Porém, até o presente, não houve uma consolidação dos esforços que levassem a resultados tangíveis e duradouros na área científica. Vale ressaltar os avanços significativos do governo brasileiro na organização da diáspora como um todo, não se limitando ao segmento científico. Em 2008, por intermédio do Ministério das Relações Exteriores, foram instituídas as Conferências anuais "*Brasileiros no Mundo*", regulamentadas pelo Decreto 7.214/2010, e que estabelecem princípios e diretrizes da política governamental para essas comunidades. Em 2004, o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação iniciou discussões que culminaram com o lançamento em 2005 de um sistema integrado de informações, com bases de dados e de conhecimento para especialistas, empresas, grupos de pesquisa e Instituições de

Ciência, Tecnologia e Inovação[4]. Posteriormente, foram incorporados sistemas de conhecimento, de informações estratégicas, de redes de relacionamento e de comunidades de prática, e em 2010 uma área específica para a diáspora científica foi criada. Também em 2010, a 4ª Conferência Nacional de Ciência e Tecnologia e Inovação mencionou a importância da diáspora de alta qualificação. Para a maior parte dessas experiências, a referência internacional é o modelo das diásporas da China e da Índia (CGEE 2010). Entretanto, alguns autores afirmam que as experiências desses dois países são muito peculiares e de difícil reprodução (DEVANE 2006).

Nos EUA encontramos também organizações de redes sociais de profissionais da diáspora nas áreas de negócios que se baseiam na experiências similar das diásporas de outros países. Membros das diásporas de negócio da Escócia, Chile, Coréia do Sul, Israel, Taiwan, China, Índia e África do Sul contribuem com seus países de origem por intermédio de investimentos diretos dos próprios membros ou como intermediadores de contratos com empresas de seus países de origem, em função da posição de liderança que ocupam empresas e outras organizações norte-americanas. No caso da diáspora de negócios brasileira, as articulações que seguem esse modelo têm potencial para serem bem sucedidas (TEJADA 2010). Essa abordagem caracteriza um modelo negocial, isto é, são redes que buscam contribuir para o crescimento do país de origem, e que se estabelecem em função da percepção de oportunidades e diretamente voltadas ao retorno econômico.

Articulações dessa natureza têm uma contribuição limitada para a ciência no Brasil. Isso porque alguns dos resultados esperados mais relevantes de articulações dessa natureza é o aumento do número de pesquisadores radicados país com experiência longa e diferenciada no exterior e a intensificação da interação das redes de pesquisa nacionais com as redes globais de produção de conhecimento. Objetivos intangíveis dessa natureza dificilmente atraem recursos, especialmente o apoio privado. Por esse motivo, organizar a diáspora científica para colaborar com os desafios do Brasil não é trivial.

Estudos originados no programa "Knowledge for Development", do Banco Mundial, sugerem que redes de diáspora iniciadas por cientistas são vibrantes, mas difíceis de manter. Asseveram que é um erro comum acreditar ser este o caminho mais viável para organização da diáspora (KUZNETSOV 2006a). Segundo esses trabalhos, quando o foco científico predomina, os resultados de curto prazo são intangíveis, o que cria barreiras para a obtenção de apoio do setor privado, mas também para a formulação de políticas públicas adequadas. Apesar de estes estudos já serem conhecidos, isso não impediu um esforço iniciado em 2007 para organizar a diáspora brasileira por meio de uma rede social (com ajuda da internet) que manteve seu fôlego até 2010, após a utilização de duas ferramentas diferentes (DO COUTO E SILVA e DE SOUZA, 2008). Neste período corroborou-se outra percepção do especialista do Banco Mundial: a catálise deste processo

4 Portal de Inovação - *http://www.portalinovacao.mct.gov.br/*

depende de indivíduos bem sucedidos em busca novos desafios. Nessa experiência, verificamos que o indivíduo catalisador precisa ter vivido fora do país por um tempo suficientemente longo para compreender as necessidades e expectativas da diáspora, a sua bagagem cultural, e as idiossincrasias do país que a acolhe. A maior dificuldade experimentada por essa rede da diáspora científica foi a limitação nos mecanismos institucionais de financiamento.

A priori pode-se supor que o interesse do país que acolhe a diáspora em apoiar essas iniciativas seja pequeno, a menos que exista um retorno econômico bem definido, o que em uma rede científica só acontece em longo prazo[5]. Alertados pelos especialistas do Banco Mundial sobre essas dificuldades, os organizadores se esforçaram para definir uma rede da diáspora científica e tecnológica, mas faltaram projetos específicos. Talvez o equívoco maior naquele momento tenha sido assumir que simplesmente enunciar ciência e tecnologia juntas seria condição suficiente para atrair interesse de ambas as comunidades e explorar sinergias. Entretanto, apesar de um ambiente mais propício ao sucesso (Vale do Silício na Califórnia), os mesmos desafios que hoje enfrentamos no Brasil ao tentarmos aproximar comunidade científica do setor produtivo, foram vivenciados por esta rede nos EUA, em um espaço amostral menor. A falta de financiamento não foi a única dificuldade, mas também a falta de um mecanismo eficaz para vencer barreiras de comunicação que naturalmente aparecem ao aproximar grupos com culturas e objetivos diversos. No que tange à disponibilidade das fontes de financiamento no Brasil, especialmente no setor privado, estas não surgem de simples interações espontâneas entre pesquisadores e pessoas de negócio; é necessário um produto ou tecnologia comerciável que justifique o plano de investimento e apoio institucional (privado ou público) a essa rede.

Entretanto, podemos assinalar a abertura para essa experiência por parte do governo brasileiro. A rede participou de uma mesa de debates na primeira conferência Brasileiros no Mundo, em 2008. Ainda assim, mecanismos de apoio continuado foram difíceis de materializar. Em 2010, o MRE intensificou os seus esforços e organizou reuniões com apoio dos consulados de São Francisco e Washington procurando estabelecer contato com cientistas brasileiros que trabalhavam e estudavam no exterior. Uma das iniciativas positivas do governo brasileiro, e bem recebida pela diáspora, foi a realização de homenagens a membros ilustres da diáspora científica brasileira, como aquela feita ao Prof. Aldo da Rosa, um dos fundadores do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e hoje professor emérito da Universidade de Stanford. Mesmo assim, acreditamos que ações exclusivamente governamentais tenham dificuldade de avançar nessa área. É necessário que elementos catalisadores da comunidade científica trabalhem mais próximos do governo para dar emprestar "credibilidade" perante esta comunidade para sustentar a interlocução, podendo assim, articular as competências da comunidade em sintonia com os seus anseios e limitações.

5 Alguns trabalhos publicados e o debate corrente em alguns países indicam que essa percepção pode estar mudando entre países com uma comunidade científica mais madura. Para esse debate, ver NALINE et al. 2009.

5. Dificuldades para a colaboração da diáspora brasileira com o Brasil

Considerando, por exemplo, a trajetória típica de um membro da diáspora científica brasileira nos Estados Unidos pode-se dizer que a maioria dos pesquisadores que saem por um período curto (até seis anos), ainda pensam em voltar ao país para ocupar uma posição de professor em alguma universidade brasileira, em particular no setor público. Normalmente esse grupo ocupa posições de doutorandos ou pós-doutorandos na instituição que os acolhe. Nessas posições, esses pesquisadores vivenciam oportunidades para desenvolver competências de liderança de equipes de pesquisa, mas de forma limitada. Por ocuparem posições temporárias, sua participação nas decisões envolvendo o planejamento de políticas públicas de ciência e inovação e no desenvolvimento de parcerias com o setor produtivo é restrita. O Programa Ciência sem Fronteiras é uma iniciativa recente do governo brasileiro que deverá atrair cientistas brasileiros, principalmente os jovens, a colaborarem com o país[6].

Depois de sete anos fora, a situação muda. A ascensão profissional, aliada às oportunidades de mobilidade criadas pelo sistema fortemente meritocrático, permitem que membros da diáspora diversifiquem sua vivência direta, ampliando o leque de competências intangíveis que esses profissionais acumulam. É bem verdade que essa situação também torna o retorno menos provável. A despeito disso, profissionais com esse perfil têm potencial de contribuição elevado para nossa comunidade científica. A dificuldade maior é que demandas à diáspora precisam ser bem definidas. O mapeamento das suas competências e a criação de canais significativos para sua interação com a comunidade local ainda são desafios para todos os atores envolvidos no processo. O diálogo a ser estabelecido deve ser sensível a aspectos intangíveis como a homogeneização de conhecimento e a percepção comum de possibilidades e desafios. Por fim, as políticas que definem os mecanismos e a infraestrutura que propiciam esta interação deveriam ser desenhadas com participação de membros com potencial catalisador no seio da diáspora.

Ademais, como bem assinala KAPUR (2010) em sua análise compreensiva da importância da diáspora indiana para a construção das instituições políticas e sociais contemporâneas naquele país, o impacto relativo da diáspora depende também do ambiente institucional doméstico. Ainda que a ciência brasileira apresente vários dos quesitos considerados essenciais para o sucesso desse tipo de iniciativa – um conjunto de instituições de pesquisa bem estabelecidas, infraestrutura de pesquisa, recursos para financiamento de projetos, inclusive para redes de pesquisa mais complexas e dinâmicas é preciso investigar em que medida a institucionalidade desse ambiente apresenta um grau de porosidade necessário para fomentar esse tipo de colaboração; isto é, qual o potencial de

6 *www.cienciasemfronterias.gov.br*

absorção dessas competências no âmbito das universidades e institutos de pesquisa do país. Em que medida há espaço para acomodar e dar densidade institucional para diferentes alternativas de cooperação, que vão desde o apoio para aa articulação de redes de pesquisa transnacionais, até a incorporação de profissionais maduros, dispostos a enfrentar novos desafios, no interior da carreira acadêmica no interior das universidades e institutos de pesquisa no país.

6. Conclusão

Este trabalho buscou contribuir para o debate sobre a efetividade e a relevância de iniciativas de mobilização da diáspora científica brasileira para contribuir para o desenvolvimento da ciência brasileira. Como afirmamos anteriormente, um dos resultados esperados dessas iniciativas é ampliar as oportunidades de articulação das redes nacionais com as grandes redes que produzem conhecimento de ponta em escala global. Essa articulação é fundamental para acelerar o processo de internacionalização da produção local, ampliando simultaneamente seu impacto para a produção científica mundial. Paradoxalmente, ela contribuiria também para reforçar a relevância do conhecimento produzido pela ciência do ponto de vista das necessidades da sociedade nacional. Isso porque a integração da produção nacional com as redes globais que se articulam em múltiplos níveis, multiplica exponencialmente o número de pontos críticos de teste de modelos, cria alternativas de acesso às competências e ao conhecimento produzido fora do espaço doméstico, além de ampliar a velocidade da e aplicação do conhecimento produzido, na mesma medida em que multiplicam os pontos de teste de uma tecnologia.

Como assinalamos no início do trabalho, a fuga de cérebros não é o que nos remete à discussão sobre a diáspora. Até porque estudos realizados no âmbito da OCDE indicam que a taxa de emigração de indivíduos de alta qualificação é menor em países com populações maiores como a China e a Índia (DUMONT 2005). No caso do Brasil, a percentagem de profissionais altamente qualificados na diáspora corresponde a pouco mais da metade daquela dos outros países dos Brics (DUMONT 2010). Dessa maneira, a questão das alternativas para a organização da diáspora brasileira responde prioritariamente à necessidade crescente de incorporar profissionais altamente qualificados para atender os desafios científicos e tecnológicos gerados pela expectativa de crescimento do Brasil. Países populosos pertencentes ao grupo dos Brics, como a China e a Índia, já possuem modelos eficazes de organização da diáspora científica e de negócios. Destarte, as políticas públicas no país não devem priorizar ações baseadas somente no número de membros da nossa diáspora científica. Há um papel de relevância para um grupo relativamente pequeno, cujos valores incorporados em sua formação, permitirão que contribuam decisivamente para a diversificação, dinamização e priorização da agenda científica brasileira; um dos pilares do desenvolvimento econômico futuro do país.

7. Agradecimentos

Agradecemos à Fernanda Antonia da Fonseca Sobral e à Silvia Maria Velho pelas sugestões e comentários que ajudaram a enriquecer este trabalho.

Referências

BALBACHEVSKY, E.; BOTELHO, A.A. Science and innovation policies in Brazil: a framework for the analysis of change and continuity. In: IPSA-ECPR Joint Conference: Whatever Happened to North-South? Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil, 16 a 19 Feb, 2011 **Trabalho apresentado**...Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil, 16 a 19 Feb, 2011.

BONACCORSI, A. Search regimes and industrial dynamics in Science. **Minerva** v. 46, n. 3, p. 285-315, 2008.

____. New forms of complementarity in Science. **Minerva** v. 48, n. 4, p. 355–387, 2010.

BRICKLE, P.D.; NORAMBUENA, M.D.; SAAVEDRA, A. Chile, el capitalismo mondial integrado y la diáspora. **Revista Enfoques**, v. 8, n. 12, p. 85-102, 2010.

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS - CGEE **Consolidação das recomendações da 4ª Conferência Nacional de Ciência e Tecnologia e Inovação para o Desenvolvimento Sustentável; Conferências nacional, regionais e estaduais e Fórum Municipal de C,T&I** Brasília: MCT/CGEE, 2010.

COHEN, R. **Global diásporas: an introduction**. Londres e N. York: Routledge, 2008.

____. Trade and business diasporas: chinese and libanese In: **Global diasporas**: an introduction. London/ New York: Routledge ed. (versão kindle, posições 2304 a 2769), 2008.

DEVANE, C. The dynamics of diaspora networks: lessons of experience. In: KUZNESTOV, Y. (ed) **Diaspora networks and the international migration of skills: how countries can draw of their talent abroad**. Washington DC: World Bank Institute Development Studies, 2006.

DO COUTO E SILVA, E.; DE SOUZA G.H. A primeira rede da diáspora científica brasileira - brasileiros com alta qualificação contribuindo para o desenvolvimento econômico, científico e tecnológico do Brasil. In: Texto de apoio à I Conferência sobre as Comunidades Brasileiras no Exterior, Rio de Janeiro. Ministério das Relações Exteriores, p 11-21, 2008.

DUMONT, J-C.; SPIELVOGEL, G.; WIDMAIER, S. International migrants in developed, emerging and developing countries: an extended profile. **OECD Social, Employment and Migration Working Papers**, 114. Disponível em: < *http://www.oecd.org/els/workingpapers* > Acesso em: 2010.

DUMONT, J.; LEMAÎTRE, G. Counting immigrants and expatriates in oecd countries: a new perspective. **OECD Social, Employment and Migration Working Papers**, 25. Disponível em: <*http://dx.doi.org/10.1787/521408252125* > Acesso em: 2005.

GUIMARÃES, R. A diáspora: um estudo exploratório sobre o deslocamento geográfico de pesquisadores brasileiros na década de 90. **DADOS – Revista de Ciências Sociais**, Rio de Janeiro, v. 45, n. 4, p. 705-750, 2002.

_____. FNDCT: uma nova missão In: SCHWARTZMAN, S. (ed.) **Ciência e tecnologia no Brasil: política industrial, mercado de trabalho e instituições de apoio**. Rio de Janeiro: FGV, p. 257-287, 1996.

HESSELS, L.K.; VAN LENTE, H. Re-thinking new knowledge production: a literature review and research agenda. **Research Policy** v. 37, n. 4, p. 169-187, 2008.

JANSEN, D. **New forms of governance in research Organization: disciplinary approaches, interface and integration**. Dordrecht: Springer, 2007.

KAPUR, D. **Diaspora development and democracy: the domestic impacto f international migration from India**. Princeton: Princeton University Press, 2010.

KITAGAWA, F. Pooling resources for excellence and relevance: an evolution of universities as multi-scalar network organization. **Minerva**, v. 48, n. 1, p. 169-187, 2010.

KUZNETSOV, Y. How talent abroad can help reforms and private sector development in home countries. In: UN-TiE Workshop New York, October 5, 2006. **Trabalho apresentado**… New York, October 5, 2006.

KUZNETSOV, Y.; SABEL International migration of talent, diaspora networks, and development: overview of main issues. In: KUZNESTOV, Y. (ed) **Diaspora networks and the international migration of skills: how countries can draw of their talent abroad**. Washington DC: World Bank Institute Development Studies, 2006.

LESTER, R.J.; SOTARAUTA, M. **Innovation, universities and competitiveness of regions**. Helsinki: TEKES, 2007.

MCTeIP. **Libro blanco de la prospectiva** TIC Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva. Republica Argentina. 2008.

MEYER, J-B.; CHARUM, J.; BERNAL, D.; GUAILLARD, ; GRANÉS, J; LEÓN, J; MONTENEGRO, A.; MORALES, A. MURCIA, C.; NARVAEZ-BERTHELEMOT, N.; PARRADO, L. S.; SCHLEMMER, B. Turning brain drain into brain gain: the Colombian experience of the Diaspora Option. **Science Technology & Society**. v. 2, n. 2, p. 285-315, 1997.

NALINE, P.A.; HOFMAN, K.J.; GLASS, R.I. Globalization of health research: harnessing the scientific diaspora. **Academic Medicine**, v. 84, n. 4, p. 525-534, 2009.

PANDEY, A.; AGGARWAL, A.; DEVANE, R.; KUZNETSOV Y. The Indian diaspora: a unique case? In: KUZNESTOV, Y. (ed) **Diaspora networks and the international migration of skills: how countries can draw of their talent abroad**. Washington DC: World Bank Institute Development Studies, p. 71-98, 2006.

POLLACK, M. Diretora Executiva da Chile Global. **Comunicação oral privada**, 2007.

SCHWARTZMAN, S. **Notas sobre a transição necessária da pós-graduação brasileira**. Texto Preparado como subsídio à comissão responsável pela elaboração do Plano Nacional de Pós-graduação (PNPG) relativo ao período 2011-2020, 2010.

SEGUIN, B.; SINGER, P.A.; DAAR, A. Scientific diasporas. **Science**, v. 312, 16 Jun 2006, p. 1602-1603. [DOI:10.1126/science.1126325].

STOWSKY, J. Secrets to shield or share: new dilemmas for military R&D policy in the digital era. **Research Policy** v. 33, n. 2, p. 257-269, 2004.

TEJADA Engaging diasporas as development partners: Some good practices. WORKSHOP IN THE FRAMEWORK of the Moldovan Diaspora Congress, 4., Chisinau, 13 October, 2010. **Presentation at the**... Chisinau, 13 October, 2010.

WHITLEY, R.; JOCHEN, G. **The changing governance of science**. Dordrecht: Springer, 2007.

Características e impactos do Fundo Setorial de Infraestrutura*

*Luciano Martins Costa Póvoa***

Resumo

O presente artigo analisa os editais e 811 projetos apoiados pelos Fundos de Infraestrutura (CT-Infra), do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), entre 2001 e 2008, suas características e impactos. Além da base de dados, foram realizadas entrevistas com membros do Comitê Gestor e coordenadores de projetos. A percepção geral dos entrevistados é a de que o CT-Infra possibilitou ao país um avanço inédito da sua capacidade de pesquisa. Os recursos do CT-Infra têm sido aplicados em projetos ligados a áreas científicas consideradas estratégicas. A contribuição primordial do CT-Infra foi a de permitir às instituições apoiadas a entrada em um novo paradigma de condução de pesquisas intensivo em acesso e processamento de informação.

Abstract

This paper analyzes public announcements and 811 projects supported by the Infrastructure Funds (CT-Infra) between 2001 and 2008, their characteristics and their impacts. In addition to the database, we conducted interviews with members of the Comite Gestor and project coordinators. The general perception of respondents is that the CT-Infra enabled Brazil to an unprecedented advance of its research capacity. The CT-Infra resources have been invested in projects related to strategic scientific fields. The main contribution of the CT-Infra was to allow the institutions supported to perform a new paradigm for conducting research based on access and intensive information processing.

* Agradeço a Antônio Salvio Mangrich, Edgar Salvadori De Decca, Francisco Guilherme Emmerich, Francisco de Sousa Ramos, José Clecildo Barreto Bezerra e Eduardo da Motta e Albuquerque pelas entrevistas e comentários. O autor agradece também as valiosas informações prestadas e o acesso aos convênios e relatórios técnicos dos projetos do CT-Infra da UFG fornecidos por Gustavo Abrantes Condeixa e Antônio Guilherme Pereira da Fundação de Amparo à Pesquisa (Funape) da UFG. Por fim, agradeço ao apoio financeiro do CNPq por meio da bolsa de Desenvolvimento Tecnológico e Industrial. As opiniões e eventuais erros remanescentes são de minha inteira responsabilidade.

** Doutor em Economia pelo Cedeplar-UFMG. Professor Adjunto do Departamento de Economia da UnB

Palavras-chave: Fundo de Infraestrutura, Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, pesquisa, recursos, áreas estratégicas

Keywords: *Infrastructure Funds, Ministry of Science and Technology, research, resources, strategic áreas*

1. Introdução

O objetivo deste artigo é apresentar uma análise dos projetos apoiados pelos Fundos de Infraestrutura (CT-Infra) e seus impactos. De uma forma geral, é discutida a relevância do CT-Infra para o fortalecimento do Sistema Nacional de Inovação.

Esse trabalho é fruto da pesquisa intitulada "Metodologia de avaliação dos resultados de conjuntos de projetos apoiados por Fundos de ciência, tecnologia e inovação (CT&I)", decorrente da parceria MCT-Finep/UFMG/Ipea. A análise busca responder a algumas perguntas cruciais: os recursos do CT-Infra estão sendo aplicados em projetos ligados a áreas científicas consideradas estratégicas? O perfil dos projetos tem se alterado ao longo dos anos? O CT-Infra está contribuindo mais para consolidar a infraestrutura institucional de pesquisa existente ou para expandi-la? O CT-Infra tem objetivos e diretrizes claras e consistentes ao longo do tempo?

Para responder a essas perguntas foram utilizadas as bases de dados elaboradas pelo Ipea referentes a 13.433 projetos apoiados pelos Fundos Setoriais até setembro de 2008, além de fontes bibliográficas e entrevistas com coordenadores de projetos do CT-Infra de universidades e instituições de pesquisa.

Além dessa introdução, o artigo está organizado em mais seis seções. A segunda seção apresenta um breve histórico da criação da infraestrutura de pesquisa no Brasil. As contribuições do FNDCT para essa infraestrutura estão descritas na terceira seção. A criação do CT-Infra e seus objetivos apresentados na quarta seção, enquanto a análise dos projetos é feita na quinta seção. Os impactos do CT-Infra, críticas e sugestões estão presentes na seta seção. A última seção trás as conclusões.

2. A criação da infraestrutura de pesquisa científica e tecnológica nacional

A infraestrutura de pesquisa científica e tecnológica no Brasil começou a ser criada em meados do século 19, com a chegada da Família Real. Naquele período, foram criados o Jardim Botânico do Rio de Janeiro (1808), o Museu Nacional (1818) e o Observatório Nacional (1827).

Suzigan e Albuquerque (2008) destacam o caráter tardio e limitado, em um contexto histórico problemático, devido à escravidão, no qual houve a criação das instituições de ensino e pesquisa no Brasil. Os autores lembram que, em 1822, o Brasil já possuía uma população de 4,5 milhões de habitantes e ainda não tinha uma universidade, apenas algumas faculdades isoladas, enquanto nos EUA, em 1776, já contava com nove. Para analisar a formação da infraestrutura de ensino e pesquisa no país, os autores sugerem uma periodização, por intermédio de "ondas" de criação institucional, descritas no Quadro 1.

Quadro 1 – Ondas de criação de instituições de ensino e pesquisa no Brasil

Ondas	Período	Algumas das instituições criadas
Primeira onda	1808-1810	Jardim Botânico, Academia Militar.
Segunda onda	1870-1900	Museu Arqueológico e Etnográfico do Pará, Escola de Minas de Ouro Preto, Instituto Agronômico de Campinas, Escola Politécnica de São Paulo, Institutos Vacinogênico e Bacteriológico, Butantã, Instituto de Manguinhos.
Terceira onda	1920-1934	Universidade do Rio de Janeiro, UFMG, USP, IPT.
Quarta onda	1949-1964	Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, ITA, CTA, Impa, UnB.
Quinta onda	1964-1985	Cenpe, CPqD, Embrapa, Inpe, Cetem, Unicamp.

Fonte: A*daptado de Suzigan e Albuquerque (2008)*

O século 19 foi marcado por duas ondas de criação de instituições de ensino e pesquisa. A primeira foi motivada pela presença da corte portuguesa, em uma tentativa de equipar a nova sede do Império com uma estrutura mínima de instituições que permitissem o desenvolvimento do conhecimento técnico de questões ligadas à fabricação de pólvora e adaptação de plantas orientais, como chá, abacate, canela, cravo, etc. (SCHWARTZMAN, 2001). Seguiu-se um período de quase 60 anos, até o surgimento da segunda onda, com a criação de instituições como a Escola de Minas de Ouro Preto (1875) e o Instituto Agronômico de Campinas (1887). É interessante notar que essas duas ondas do século 19 estiveram estreitamente relacionadas a fatores econômicos. Mesmo sem conseguir muito êxito, inicialmente a corte portuguesa teve a clara intenção de promover uma industrialização do país[1]. Já no final do século 19, várias instituições foram criadas para auxiliar o desenvolvimento agrícola, não só em termos de produção, mas também de transporte, gerando a necessidade da formação de engenheiros para a construção das estradas de ferro e estudos do solo.

Nesse contexto, as primeiras instituições de ensino e pesquisa no Brasil foram criadas, em geral, para resolver problemas práticos, fossem eles a aclimatação de novas espécies de plantas para

1 Ver o exemplo do Alvará Régio, de 1809, que pode ser analisado como a primeira política industrial do Brasil. Nele, o governo tenta estimular o surgimento de uma indústria nacional, usando a isenção de impostos, compras do governo e concessão de privilégios de exclusividade a inventores.

uma possível exportação, a tentativa de implantação de uma siderúrgica ou o combate a pragas nas lavouras de café.

A terceira onda marcou o surgimento das universidades, entendidas não apenas como o conjunto de faculdades, mas como uma integração entre elas. O principal marco dessa fase foi a criação da Universidade de São Paulo.

A criação de novos institutos de ensino pesquisa, como o Instituto Tecnológico da Aeronáutica (ITA) (1950) e o Instituto Nacional de Matemática Pura e Aplicada (Impa) (1952) bem como instituições de apoio à pesquisa, como o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq, 1951) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (Capes, 1951), marcou a quarta onda. A motivação dessa onda foi o contexto internacional do pós-guerra, quando o conhecimento tecnológico passou a estar estreitamente vinculado ao avanço do conhecimento científico. Nessa fase, também surgiram o Instituto de Energia Nuclear (1962), o Centro de Pesquisa e Desenvolvimento Leopoldo Américo Miguez Mello (Cenpes-Petrobras, 1963) e o Instituto Alberto Coimbra de Pós-Graduação (Coppe-UFRJ, 1964).

A quinta onda foi resultado das políticas do período militar, onde o domínio do conhecimento tecnológico era visto como uma questão estratégia. Esse período foi marcado pelo surgimento da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa, 1973) e da Unicamp (1966), que desde a sua constituição proporcionou uma maior ligação entre as atividades de ensino e de pesquisa.

Até o início da década de 1970, eram isolados os casos de estreitamento entre as atividades de ensino e pesquisa nas universidades brasileiras. Esse cenário começou a mudar com a Lei da Reforma Universitária, de 1968. Embora tenha sido elaborada com o propósito de reformular todo o sistema de educação superior adotando o modelo norte-americano, a referida lei teve maior impacto sobre a constituição de departamentos acadêmicos, de institutos de pesquisa e sobre a pós-graduação (SCHWARTZMAN, 2001). Nesse período, a estratégia do governo era elevar o nível de instrução dos docentes e a formação de pessoal com pós-graduação. De acordo com Schwartzman, (2001), o número de programas de doutorado passou de 57 em 1970 para mais de 800 em 1985. Entretanto, esse crescimento ocorreu em grande parte nas áreas das ciências sociais. A pós-graduação continuou sua expansão na década seguinte. Entre 1987 e 2003, o número de doutores titulados subiu de 868 para 8.094, representando um aumento de 932% (MEC, 2004).

Ao final da década de 1970, já estavam criadas as instituições que formam a base da infraestrutura de ensino e pesquisa do país. Sem dúvida, a criação de cursos de pós-graduação nas décadas seguintes foi o principal indutor da ampliação da infraestrutura de pesquisa no país.

Contudo, a instabilidade econômica na década de 1980 e a política de contingenciamento da década de 1990 foram responsáveis pela falta de investimentos na modernização e ampliação dessa infraestrutura. Sobre a situação do sistema de ensino superior em 1985, Schwartzman (2001) destaca que "são escassas as instalações físicas, materiais de pesquisa, laboratórios e material de ensino". Ao final dos anos 1990, as universidades e institutos de pesquisas públicos eram frequentemente descritos como sucateados. Mesmo recentemente, o Plano Nacional de Pós-Graduação (2005-2010) destaca que "é imperativo restaurar a infraestrutura para a pesquisa nas universidades por ele mantidas" (MEC, 2004).

3. O FNDCT e a infraestrutura de pesquisa científica e tecnológica

As políticas de financiamento da infraestrutura de ensino e pesquisa no Brasil começaram com a criação do Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT) em 1969. Durante a fase de expansão de recursos, entre 1970 e 1978, o FNDCT foi fundamental para ajudar a estruturar várias instituições, tais como Fundação Centro de Pesquisa de Minas Gerais (Cetec, 1972), Centro de Pesquisa de Energia Elétrica (Cepel, 1974) e Centro Pesquisa e Desenvolvimento de Telecomunicações (CPqD, 1978). Conforme destacam Longo e Derenusson (2009, p. 519), "raras são as instituições criadas no período que não contaram com recursos do FNDCT". Ainda de acordo com os autores, o Fundo apoiava projetos para obras civis e aquisição de equipamentos, entre outros recursos necessários para consolidar grupos de pesquisas. Nesse período, a estratégia de financiamento adotada pelas agências de ciência e tecnologia era a de identificar e apoiar diretamente os grupos de pesquisa com maior potencial (SCHWARTZMAN, 2001).

A finalidade descrita no Decreto-Lei 719, que criou o FNDCT, estabeleceu que o Fundo deveria dar apoio financeiro para a implantação do Plano Básico de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (PBDCT, 1973/74). O I PBDCT, em seu capítulo III, tratou especificamente da "consolidação da infraestrutura de pesquisa científica e tecnológica". Nos planos que se seguiram, o II PBDCT (1975/79) e o III PBDCT (1980/85), não houve a mesma atenção destacada para investimentos em infraestrutura. O II PBDCT, por exemplo, previa aplicação de apenas 1,9% de recursos em infraestrutura[2]. Em todos esses três planos, a formação de recursos humanos teve destaque, mas apenas no I PBDCT houve maior atenção dada à questão da infraestrutura. Os demais planos, quando mencionada a infraestrutura, tratava apenas do "suprimento e

2 Estava prevista a aplicação de CR$ 23 bilhões, a preços de 1975, para o período de 1975-77. Deste total, CR$ 440 milhões seriam destinados a "outros setores de infraestrutura". Além disso, no documento oficial fica claro que não se tratava de infraestrutura de ensino e pesquisa, mas sim de uma "infraestrutura tecnológica de apoio à atividade industrial" (SALLES-FILHO, 2003, p. 195).

manutenção da infraestrutura física e material necessária à pesquisa" (III PBDCT), e não da modernização e ampliação.

Entre 1975 e 1989, foram lançados três planos nacionais de pós-graduação (PNPG). A leitura desses planos deixa claro que a melhoria da infraestrutura de pesquisa científica do país, ao longo desse período, foi decorrente da implantação e ampliação de programas de pós-graduação. Mesmo assim, o III PNPG (1986-1989) tratava apenas de "efetuar a atualização das bibliotecas e das informações científicas e de laboratórios" (MEC, 2004).

Decorrente da elaboração das Ações Programadas constantes no III PBDCT, foram diagnosticadas carências referentes à infraestrutura física, tais como manutenção de equipamentos e instrumentação científica (TEIXEIRA E RAPPEL, 1991). Para solucionar esses problemas, foi formulado o Plano de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (PADCT, 1985).

De acordo com Valle, Bonacelli e Salles-Filho (2002), a infraestrutura das universidades e instituições de pesquisa encontrava-se em uma situação precária. As primeiras atividades do PADCT representaram um esforço para tentar recuperar essa infraestrutura.

Entretanto, o PADCT, em suas três etapas (1985, 1991 e 1998), representou apenas uma melhoria pontual da infraestrutura, onde foram priorizadas apenas algumas áreas como Química, Biotecnologia e Geociências (TEIXEIRA E RAPPEL, 1991). Ao longo da década de 1990, verificou-se uma redução dos recursos do FNDCT acompanhada do aumento natural do número de pesquisadores e de cursos de pós-graduação. Essa combinação levou ao agravamento da infraestrutura de pesquisa.

Suzigan e Albuquerque (2008) lembram que "entre 1972 e 1984, no contexto de planos nacionais de desenvolvimento, vários planos básicos de desenvolvimento científico e tecnológico (PBDCT) foram lançados, porém apenas parcialmente implementados e depois abandonados a partir da década de 1980, com o agravamento da crise macroeconômica".

Essa situação de restrição dos recursos começou a mudar no final da década de 1990, com a destinação de um percentual dos royalties da produção de petróleo para o Ministério da Ciência e Tecnologia, que, posteriormente, levou à criação do Fundo Setorial de Petróleo e Gás Natural, em 1998, que impulsionou a criação de outros fundos (LONGO E DERENUSSON, 2009).

Na apresentação do documento, que serviu de base para estimular a criação dos Fundos Setoriais, foi apresentado o gráfico a seguir (Gráfico 1) para demonstrar a redução dos investimentos em infraestrutura no Brasil entre 1980 e 1999 (PACHECO, 2007). Como destacado no documento "A redução dos recursos para o apoio à infraestrutura das instituições de pesquisa se reflete na crítica situação por que passam diversas das instituições de excelência no país." (PACHECO, 2007).

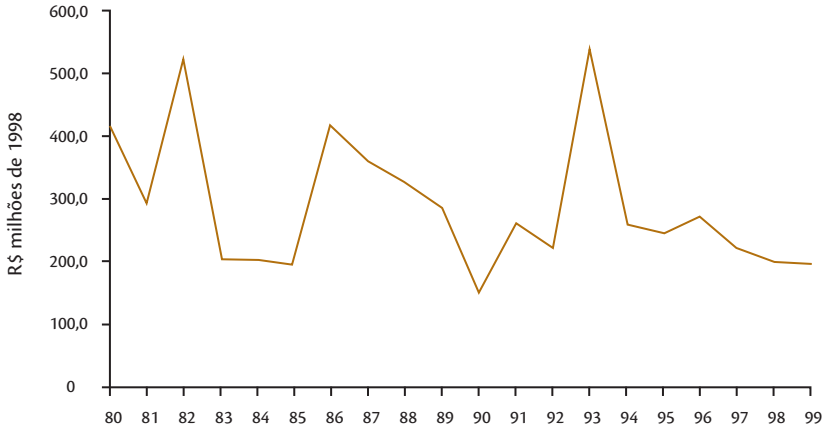


Gráfico 1 – Fomento e gastos com infraestrutura de C&T, MCT (FNDCT, PADCT, Pronex, Fomento do CNPq) 1980-99.

Fonte: E*xtraído de Pacheco (2007).*

4. O CT-Infra

4.1. Origem e objetivos

O Fundo de Infraestrutura, também denominado CT-Infra, foi criado em 2001 (Lei 10.197, de 14 de fevereiro de 2001 e regulada pelo Decreto nº 3.807, de 26 de abril de 2001) com o objetivo de apoiar "projetos e ações que visem a implantação e recuperação de infraestrutura de pesquisa nas instituições públicas de ensino superior e de pesquisa". Conforme definido nas diretrizes básicas do CT-Infra, a infraestrutura de P&D é composta pelo "conjunto de condições materiais de apoio e instalações físicas para implementação de atividades de pesquisa e desenvolvimento".

Além de ser um anseio da comunidade acadêmica[3], a recuperação da infraestrutura de pesquisa era uma necessidade para realizar parcerias com o setor produtivo[4]. As universidades e instituições

3 Houve uma reação da comunidade acadêmica com relação aos setores que não estavam sendo contemplados pelos fundos a serem criados. Desta forma, foi proposto um fundo geral, o fundo dos fundos, que originou o Fundo de Infraestrutura (COSTA, 2004). Segundo um dos entrevistados por Costa (2004), o CT-Infra foi pensado originalmente para durar dois anos e depois voltaria para a concepção de fundo dos fundos para atender todas as áreas do conhecimento.

4 De acordo com o relato de um pesquisador, um dos primeiros projetos do CT-Petro teve problemas para estabelecer uma relação com a UFRJ, porque a empresa não desejava compartilhar o seu equipamento com a universidade devido às suas precárias instalações elétricas.

de pesquisa estavam com sua infraestrutura defasada ou era inexistente para a realização de certas pesquisas no final da década de 1990. Antes da criação do CT-Infra, recursos do CT-Petro (R$ 20 milhões) foram destinados para apoiar a infraestrutura de pesquisa na área de petróleo e gás natural de universidades das Regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste[5].

Os recursos para o CT-Infra constituem-se de 20% dos recursos de cada Fundo Setorial. De acordo com a legislação, no mínimo 30% dos recursos do CT-Infra devem ser aplicados em instituições públicas de ensino superior e de pesquisa sediadas nas Regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste. Nos editais mais recentes, há interpretação de que não é necessário que sejam destinados 30% dos recursos em cada chamada pública, e sim, do total dos recursos aprovados para o ano.

A Lei 10.197 também estabeleceu a criação de um Comitê Gestor[6] presidido pelo representante do Ministério da Ciência e Tecnologia. Entre as várias atribuições desse Comitê destacam-se: a elaboração das diretrizes gerais do Fundo, o plano anual de investimentos, o estabelecimento dos critérios de apresentação de propostas de projetos e dos critérios de julgamento.

Uma das características interessantes do CT-Infra é que os projetos devem ser submetidos pela administração superior das instituições. Isso faz com que os projetos estejam em consonância com os objetivos e estratégias das instituições como um todo e não apenas de um departamento ou instituto dentro de uma universidade, por exemplo. Tal procedimento gerou um efeito positivo nas universidades. Algumas unidades acadêmicas, que não haviam participado inicialmente da elaboração dos projetos e nem apresentado propostas para a reitoria, começaram a se mobilizar após observarem os primeiros projetos aprovados para outras unidades acadêmicas e a preparar um planejamento estratégico de forma a apresentar projetos e propostas nos próximos editais do CT-Infra. Ou seja, várias unidades acadêmicas voltaram a planejar após um período de "hibernação".

4.2. Características e evolução dos recursos comprometidos pelos editais

Em 2001 foi lançado o primeiro edital pelo CT-Infra. Até junho de 2010, já haviam sido lançados 16 editais, que comprometeram um valor total de R$ 1.714.500.000 (um bilhão, setecentos e quatorze milhões e quinhentos mil reais). O Gráfico 2 apresenta a evolução dos valores comprometidos pelo CT-Infra entre 2001 e 2009. Os dois editais lançados em 2001 disponibilizaram um total de R$ 181,5 milhões. Contudo, em 2002 e 2003 houve expressivo contingenciamento de recursos que atingiram todos os Fundos Setoriais.

5 Pelas regras do Edital CT-Petro 04/2000, seria excluído o Distrito Federal e incluído o Espírito Santo.

6 O Comitê Gestor possui a seguinte composição: um representante do Ministério da Ciência e Tecnologia; dois representantes do Ministério da Educação; um representante do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq); um representante da Financiadora de Estudos e Projetos (Finep); um representante da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes); dois representantes da comunidade científica.

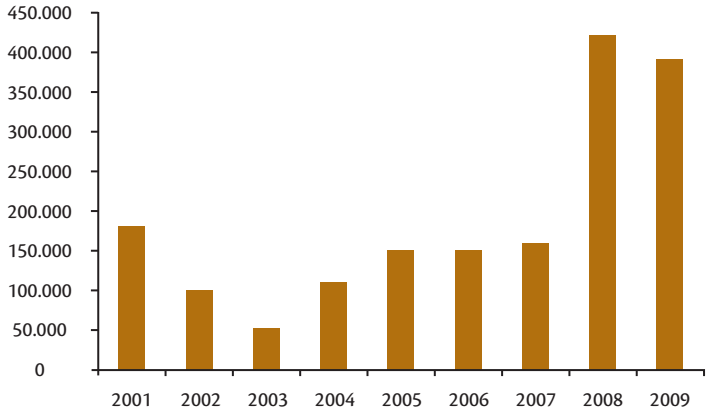


Gráfico 2 – Valores comprometidos pelos editais (R$ mil) entre 2001 e 2009

Fonte: E*laboração própria a partir dos dados do site da Finep (consulta em maio de 2010).*

A política de contingenciamento e as dívidas relacionadas aos editais anteriores fizeram com que apenas em 2008 fossem lançados editais cujos valores superassem os de 2001, atingindo um pico de R$ 420 milhões, em 2008, e 390 milhões, em 2009. De uma média de R$ 129 milhões, entre 2001 e 2007, passou-se para uma média acima de R$ 400 milhões, em 2008 e 2009.

No início houve uma desconfiança por parte da comunidade acadêmica de que o principal benefício do novo sistema de financiamento trazido pela política dos Fundos Setoriais, que era a estabilidade dos recursos, estava comprometido. Contudo, os últimos cinco editais, com valores de R$ 150 milhões ou mais, e o fato de serem sempre lançados no final de cada ano (o que permite as instituições planejarem melhor a elaboração dos projetos), trouxeram mais confiança por parte da comunidade acadêmica.

É possível classificar a evolução dos editais do CT-Infra em duas fases. A primeira é caracterizada pela presença de vários editais de pequenos valores e com objetivos mais específicos. Alguns exemplos são as Chamadas Públicas 02/2001 (R$ 31,5 milhões), com o objetivo de apoiar projetos para o uso racional de energia e de fontes alternativas de energia nas instituições, e a Chamada Pública 01/2003 (R$ 4 milhões) para apoiar a implantação de polos de educação à distância.

Uma segunda fase, iniciada em 2004, foi caracterizada pelo lançamento anual de grandes editais, com valores sempre acima de R$ 100 milhões. Esses editais foram elaborados com objetivos amplos, como a implantação, modernização e recuperação da infraestrutura física das universidades e instituições de ensino superior e pesquisa.

Nos dois primeiros anos, as ações estimuladas pelos editais foram basicamente do tipo sistêmicas. Nos anos seguintes, foram estimuladas primordialmente as ações institucionais.

Até 2007, a demanda de recursos por parte das instituições superou, em média, em três vezes o volume comprometido pelas chamadas públicas. Apenas a partir de 2008, com o aumento substancial dos recursos do CT-Infra, passou-se a ter uma disponibilidade de recursos mais próxima da demanda[7].

5. CT-Infra: análise dos projetos

5.1. Características gerais

Este artigo tem como base de dados um conjunto de 13.433 projetos apoiados pelos Fundos Setoriais entre 2001 e 2008. Contudo, as informações referentes ao ano de 2008 não estão completas. Assim, trataremos os dados como sendo uma amostra. Desse total, 811 (6,0%) referem-se a projetos do CT-Infra e correspondem a um montante de R$ 846 milhões (em valores correntes), representando 18,8% do valor total dos Fundos Setoriais no período.

Os projetos aprovados tiveram um valor médio de aproximadamente R$ 1 milhão (ver tabela 1). Os projetos envolveram uma média de 25,5 membros e 15,2 doutores.

Tabela 1 – Estatísticas descritivas dos projetos do CT-Infra – amostra (2001-2008)

Características	Média	Desvio padrão	Mín	Máx
Valor contratado (R$)	1.043.164	1.754.259	9.950	35.000.000
qtde de membros	25,5	24,7	1	88
qtde de doutores	15,2	18,6	0	78
Projetos sem empresa: 775 (95,5%) (R$)	1.044.605	1.765.276	9.950	35.000.000
Projetos com empresa: 36 (4,5%) (R$)	1.012.128	1.518.846	82.407	7.982.758

Fonte: E*laboração própria com base nos dados organizados pelo* IPEA *(2010).*

Apenas 36 projetos na base de dados apontam a participação de alguma empresa, sendo que o valor médio dos projetos com e sem empresa não diferem estatisticamente. Entretanto, esses projetos devem ser analisados com cautela, pois não refletem, necessariamente, a interação entre

7 *http://www.finep.gov.br/imprensa/revista/edicao5/inovacao_em_pauta_5_pag15a17_proinfra.pdf.* (Acesso em 28 jun 2010). De acordo com a publicação citada, a demanda estimada para a chamada de 2008 supera os recursos disponíveis em apenas um terço.

universidades, institutos de pesquisa e empresas, e, sim, ao fato de que vários institutos de pesquisa terem a denominação de empresas. Tais foram os casos da Embrapa, Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (Epamig) e Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri). Alguns projetos estão ligados à melhoria das instalações elétricas e à eficiência do consumo de energia, que contaram com a parceria de empresas de energia elétrica. O maior projeto[8] envolvendo empresas é o de Fortalecimento do Sistema Pernambucano de Inovação em Empresas de Base Tecnológica, através dos Parques Tecnológicos, que envolveu, aproximadamente, R$ 8,5 milhões, com início em 2008 e término previsto para 2011. Como o foco do CT-Infra não é a promoção direta de interações entre universidades, institutos de pesquisa e empresas, tem-se esse pequeno número de projetos com "empresas".

Quando caracterizados por tipo de demanda, nota-se que apesar de a maior parte dos projetos (79%) serem contratados através de Chamadas Públicas, chama a atenção o fato de que 22,8% do valor dos recursos do CT-Infra na amostra analisada terem sido contratados através de Encomendas (ver tabela 2). Esse tem sido um instrumento de política federal de infraestrutura importante para apoiar projetos de grande porte e com grande impacto na comunidade acadêmica e na sociedade. Dois exemplos são claros. O primeiro é o projeto do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe), o de maior valor do CT-Infra (R$ 35 milhões). Seu objetivo foi o de "ampliar e integrar a capacidade nacional de previsão de tempo, clima e qualidade do ar" e envolveu 16 membros, sendo sete deles doutores. O segundo exemplo refere-se a dois projetos de apoio e fortalecimento do Portal de Periódicos Capes, envolvendo R$ 6 milhões.

Tabela 2 – Projetos do CT-Infra por tipo de demanda – amostra (2001-2008)

Tipo de Demanda	Projetos	(%) dos projetos	Valor total (R$ mil)	(%) valor total
Chamada pública	641	79,0	613.071,11	72,5
Encomenda	121	14,9	193.015,58	22,8
Eventos	43	5,3	1.834,71	0,2
Carta convite	6	0,7	38.084,45	4,5
Total	811	100,0	846.005,85	100,0

Fonte: E*laboração própria com base nos dados organizados pelo Ipea (2010).*

5.2. Distribuição regional

A Tabela 3 permite avaliar a distribuição regional dos recursos do CT-Infra. Na amostra avaliada, 37,1% dos projetos contratados são referentes a instituições das Regiões Norte, Nordeste e

8 Esse projeto refere-se à demanda "Convite Estados - MCT/Finep/Ação Transversal - Projetos estruturantes ciencia e tecnologia 12/2007".

Centro-Oeste. Esses projetos correspondem a 34,7% do valor total do CT-Infra. Dessa forma, verifica-se que, de acordo com o exigido pela Lei de criação do Fundo, o mínimo de 30% dos recursos tem sido destinado a essas regiões.

O Rio de Janeiro destaca-se como o Estado com o maior número de projetos contratados (154, ou seja, 19% do total), representando 21,4% do valor total do CT-Infra. Isso se deve ao fato de várias instituições, além de universidades, estarem sediadas lá, tais como o Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF), o Instituto Nacional de Matemática Pura e Aplicada (Impa) e o Instituto Militar de Engenharia (IME). Mas, se tomarmos o número de grupos de pesquisas registrados no CNPq em 2008 como proxy do tamanho da estrutura de pesquisa em cada Estado, é possível verificar uma distorção da alocação regional dos recursos. Enquanto o Rio de Janeiro possui 12,3% dos grupos de pesquisa e recebeu 21,4% dos recursos, os Estados das Regiões Sul e Centro-Oeste, juntos, concentram praticamente 30% dos grupos de pesquisa e tiveram aprovados um montante de recursos inferior ao Estado do Rio de Janeiro.

Pernambuco também se destaca pois, apesar de ser o oitavo Estado em termos de número de grupos de pesquisas registrados no CNPq em 2008, aparece como o quarto Estado em valor total dos projetos do CT-Infra (R$ 46,4 milhões).

Tabela 3 – Projetos do CT-Infra por Estados – amostra (2001-2008)

UF	Projetos	(%)	Valor contratado (R$ mil)	(%)
AM	27	3,3	23.819	2,8
PA	26	3,2	28.032	3,3
AC	7	0,9	5.546	0,7
RO	7	0,9	5.521	0,7
TO	6	0,7	4.178	0,5
RR	4	0,5	4.147	0,5
AP	2	0,2	1.350	0,2
Norte	79	9,7	72.592	8,6
PE	38	4,7	46.472	5,5
BA	37	4,6	29.720	3,5
CE	22	2,7	20.181	2,4
PB	18	2,2	15.381	1,8

UF	Projetos	(%)	Valor contratado (R$ mil)	(%)
RN	18	2,2	16.586	2,0
MA	12	1,5	8.710	1,0
AL	10	1,2	8.456	1,0
SE	8	1,0	4.619	0,5
PI	7	0,9	4.189	0,5
Nordeste	170	21,0	154.313	18,2
RJ	154	19,0	181.391	21,4
SP	140	17,3	170.636	20,2
MG	86	10,6	81.601	9,6
ES	7	0,9	11.366	1,3
Sudeste	387	47,7	444.994	52,6
RS	50	6,2	44.792	5,3
PR	33	4,1	41.759	4,9
SC	22	2,7	21.198	2,5
Sul	105	12,9	107.750	12,7
DF	40	4,9	40.120	4,7
MS	11	1,4	7.093	0,8
GO	10	1,2	10.849	1,3
MT	9	1,1	8.296	1,0
Centro-Oeste	60	7,4	66.358	7,8
Total	811	100,0	846.006	100,0

Fonte: E*laboração própria com base nos dados organizados pelo Ipea (2010).*

5.3. Distribuição por área científica

Na Tabela 4, os projetos apoiados pelo CT-Infra estão classificados por área científica predominante. Para fins de comparação, também estão presentes na tabela o percentual de doutores pertencentes aos grupos de pesquisa em cada área científica.

Uma parcela considerável de projetos do CT-Infra (37,4%) não foi classificada em nenhuma das áreas do conhecimento. Tais projetos estão relacionados à construção ou recuperação da infraestrutura física das universidades e institutos de pesquisa (incluindo também bibliotecas digitais, rede de informática e rede elétrica, por exemplo), a projetos multidisciplinares e multiusuários. Como são projetos que envolvem estruturas físicas, estes possuem um valor

médio superior aos demais, chegando a ser três vezes o valor médio dos projetos ligados às ciências exatas e da terra[9]. Alguns exemplos são o projeto do Inpe (R$ 35 milhões), o projeto do Laboratório Nacional Embarcado (R$ 12,6 milhões), os projetos relacionados à estruturação e ao fortalecimento do Portal de Periódicos da Capes, (dois projetos de R$ 3 milhões cada) e um projeto de modernização do navio Faroleiro (R$ 2,4 milhões).

Tabela 4 – Projetos do CT-Infra por área científica – amostra (2001-2008) e percentual de doutores ligados a grupos no diretório do CNPq em 2008, de cada área

Grande área	Projetos	(%)	Valor médio	(%) doutores em Grupos
Engenharias	115	14,2	964.269	11,0
Ciências Exatas e da Terra	100	12,3	551.362	14,1
Ciências Agrárias	84	10,4	662.287	14,3
Ciências Biológicas	77	9,5	701.384	13,5
Ciências da Saúde	50	6,2	893.820	16,2
Ciências Humanas	49	6,0	567.280	16,1
Ciências Sociais Aplicadas	21	2,6	913.528	9,5
Lingüística, Letras e Artes	12	1,5	1.350.136	5,3
[Não informado]	303	37,4	1.526.293	-
Total	811	100	1.043.164	100

Fonte: E*laboração própria com base nos dados organizados pelo Ipea (2010).*
Obs.: [Não informado] geralmente refere-se a projetos multidisciplinares, amplos (como melhoria do sistema de bibliotecas, melhoria da infraestrutura física).

Os projetos relacionados à área de Engenharias foram os que tiveram maior participação percentual nos projetos do CT-Infra, com 14,2%. Entretanto, muitos desses projetos estão relacionados não à construção de laboratórios e compra de equipamentos para pesquisa na área de Engenharia, mas, sim, à racionalização do uso de energia elétrica e melhoria das instalações elétricas de unidades acadêmicas de várias áreas de pesquisa. A chamada 02/2001 (ver Quadro 2) incentivou a elaboração de tais projetos. A importância de projetos dessa natureza é o impacto indireto que tem sobre a pesquisa científica. Muitos laboratórios dependem de um fornecimento contínuo e de qualidade de energia elétrica. Relatos de pesquisadores apontam que várias pesquisas foram perdidas por falhas no fornecimento de energia elétrica. Para se ter uma ideia, a área da engenharia elétrica teve 50 projetos envolvendo R$ 60 milhões. Desse valor total, aproximadamente 75% foi para projetos ligados à racionalização do uso da energia e adequação de instalações laboratoriais.

9 O valor médio dos projetos cuja área não foi informada só não é estatisticamente superior ao das áreas de ciências sociais aplicadas e linguística, letras e artes.

Outro fato de destaque é o baixo número de projetos ligados às ciências da saúde, apenas 6,2%. Entretanto, essa é a segunda área em termos de produção científica no Brasil e a que possui o maior percentual de doutores vinculados aos grupos do CNPq (16,2%).

5.4. Projetos do CT-Infra por instituições

Para analisar a distribuição dos projetos e dos recursos aprovados pelo CT-Infra por instituições, foram encontradas algumas dificuldades decorrentes do fato de vários projetos na base de dados enviada ao Ipea pelo Ministério da Ciência e da Tecnologia não continham o nome da instituição, mas, sim, de algum departamento a ela vinculado. Esse problema foi mais comum para os projetos de universidades. Por exemplo, alguns projetos apareciam apenas com o nome "departamento de química" ou "faculdade de engenharia", sem ter como saber de qual universidade. Um total de 116 instituições foi identificado. Estas instituições são responsáveis por 606 projetos. Contudo, outra peculiaridade das informações é que existem projetos aprovados, por exemplo, para a Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e para a Fundação de Desenvolvimento da Pesquisa (Fundep), que apoia a atividades de pesquisa da UFMG. Assim, a UFMG foi contada como uma instituição, já a Fundep, como outra.

A tabela 5 apresenta os dados sobre o número de projetos e o valor contratado para as 20 principais instituições participantes do CT-Infra na amostra no período 2001 a 2008. Essas 20 instituições tiveram projetos aprovados que correspondem a 45,4% do valor total do CT-Infra em nossa amostra. É interessante observar que, dessas instituições, apenas três Universidade Federal da Paraíba (UFPA), Universidade Estadual de Londrina (EUL) e Universidade Federal do Espírito Santo (Ufes) não estão entre as 20 principais instituições brasileiras em termos de publicação e citação. Ou seja, as principais universidades estão conseguindo captar a maior parte dos recursos do CT-Infra. Isso se deve ao fato de os editais do CT-Infra vincularem o tamanho dos projetos (e o número de subprojetos) a serem apresentados ao número de doutores da instituição. Por exemplo, a Chamada Pública 01/ 2005 limitava o valor dos projetos a R$ 1,2 milhão para instituições com menos de cem pesquisadores doutores e para aquelas com mais de cem pesquisadores - doutores era imposto um limite máximo de R$ 12 mil vezes o número de pesquisadores doutores da instituição.

Tabela 5 – Projetos do CT-Infra por instituições – amostra (2001-2008)

Posição no ranking Scimago	Instituição	Projetos	Valor contratado	
(R$ mil)	Valor médio			
1	USP	36	33.733	937
2	Unicamp	19	33.391	1.757
4	UFRJ	14	27.683	1.977
6	UFMG	14	27.259	1.947
11	UFPE	17	25.426	1.496
25	UFPA	18	24.260	1.348
12	UNB	25	20.644	826
5	UFRGS	14	20.539	1.467
-	ABTLUS	16	16.714	1.045
14	UFC	12	16.549	1.379
15	UFF	7	16.016	2.288
8	UFSC	11	15.616	1.420
3	Unesp	8	15.546	1.943
23	UEL	10	15.325	1.532
7	Unifesp	7	15.242	2.177
19	UFRN	10	14.702	1.470
13	UFV	11	12.074	1.098
-	Fiocruz	5	11.637	2.327
27	UFES	8	11.636	1.455
-	Funape/UFG	8	10.300	1.287
-	Outras	336	269.595	802
-	Sub-total	606	653.886	1.079
-	Não identificados	205	192.120	937
	Total	811	846.006	1.043

Fonte: E*laboração própria com base nos dados organizados pelo Ipea (2010).*
Obs.: O ranking de instituições acadêmicas ibero-americanas do Scimago leva em conta as publicações e citações entre 2003 e 2008. Para maiores detalhes sobre a metodologia, ver Scimago (2010). A posição do ranking na tabela é com relação a 109 instituições analisadas no Brasil.

Existe uma predominância das universidades sobre as demais instituições que tiveram projetos apoiados pelo CT-Infra (institutos de pesquisa e organizações sociais). Dos 606 projetos identificados, 432 (71%) foram de universidades, correspondendo a um valor de R$ 504.462 milhões (77%). Essa predominância é normal, já que as universidades são em um número bastante superior ao das demais instituições de pesquisa e acabam por ser responsáveis pela maior parte da pesquisa científica realizada no Brasil. Além disso, a ABTLUS (Organização Social) e a Fundação Oswaldo Cruz (Institutos de Pesquisa), estão entre as 20 principais em termos de valor contratado.

6. Impactos do CT-Infra

Mensurar os impactos da aplicação dos recursos do CT-Infra sobre a infraestrutura de ensino e pesquisa do país requer, primeiramente, um levantamento da infraestrutura antes e depois da aplicação dos recursos[10]. Contudo, a avaliação dos impactos de uma maneira rigorosa é dificultada por dois fatores: indisponibilidade de dados e alteração na dinâmica da estrutura e dos métodos de pesquisa. Esses fatores serão discutidos a partir da mensuração da infraestrutura de pesquisa dos EUA.

6.1. A infraestrutura de pesquisa dos EUA: o que é mensurado e surgimento de um novo indicador

Dado que as pesquisas acadêmicas requerem, em geral, uma estrutura de laboratórios e salas de computadores, a contagem de equipamentos e de metros quadrados de laboratórios eram os principais indicadores de infraestrutura de P&D acadêmica até recentemente. Contudo, conforme destacado pela National Science Foundation (2010, cap. 5, p. 16), avanços tecnológicos ocorridos nas últimas décadas, tais como as novas tecnologias da informação, alteraram tanto os métodos de investigação científica como a infraestrutura necessária para se realizar a pesquisa. Essa nova infraestrutura, chamada de "infraestrutura cibernética", compreende, por exemplo, formas de transferir e armazenar dados em larga escala e integração de equipamentos para realização de processos computacionais complexos. A infraestrutura cibernética pode ser medida através da velocidade das redes internas das instituições de pesquisa (incluindo universidades). Em 2003, 33% das instituições possuíam redes com velocidades entre 1 e 2,5 gb. Essa velocidade passou a estar disponível em 50% das instituições em 2008.

A National Science Foundation, além de mensurar a infraestrutura cibernética, também adota o critério de mesurar o espaço de pesquisa. Segundo NSB (2010, cap. 5 p. 48)

> *"Research space here is defined as the space used for sponsored R&D activities at academic institutions that is separately budgeted and accounted for. Research space is measured in net assignable square feet (Nasf), the sum of all areas on all floors of a building assigned to, or available to be assigned to, an occupant for a specific use, such as research or instruction. Nasf is measured from the inside faces of walls. Multipurpose space that is at least partially used for research is prorated to reflect the proportion of time and use devoted to research".*

10 O Comitê Gestor do CT-Infra havia designado, logo em sua primeira reunião, uma equipe chefiada pelo prof. Brito Cruz para verificar a conveniência de se elaborar um diagnóstico da situação da infraestrutura de C&T das instituições. Atas de reuniões posteriores mencionam a necessidade da elaboração de tal estudo com a colaboração do CGEE, mas, em entrevista, Brito Cruz diz não ter conhecimento se tal estudo foi efetivamente elaborado após sua saída do Comitê Gestor. Atas posteriores também não indicam a condução do estudo.

As instituições acadêmicas dos EUA possuíam 192 milhões de Nasf (aproximadamente 17,8 milhões de metros quadrados) para a pesquisa. Combinando com os dados de doutores empregados na academia em 2006 (272,8 mil), teríamos um valor de 65 metros quadrados de área de pesquisa por doutor. Desse espaço, 23,7% pertence às ciências biológicas e biomédicas e 15,7% pertencem às engenharias. A Nasf cresceu a uma taxa de 3,7% ao ano, entre 2005 e 2007, após alcançar um pico de crescimento de 11% ao ano, entre 2000 e 2003. Uma comparação, embora com restrições, pode ser feita com a USP que possuía 237,8 mil metros quadrados de área de laboratórios, em 2009, e 5.625 doutores, ou seja, uma área de laboratórios de 42,2 metros quadrados por pesquisador[11].

Ainda com relação às instituições acadêmicas dos EUA, as novas construções iniciadas em 2006/2007 representaram um acréscimo de 8,9 milhões de Nasf, número que em 2002/2003 havia sido de 16,2 milhões de Nasf. Entre 2006 e 2007, aproximadamente um terço das novas construções foram financiadas por governos locais e estaduais. A maior parte dos Fundos para novas edificações (70%) foi constituída por recursos das próprias instituições acadêmicas (U$ 5,8 bilhões em 2007), sendo o restante proveniente do governo federal. Ou seja, em 2007 foram investidos aproximadamente U$ 8,3 bilhões em novas construções de áreas de pesquisa nas instituições acadêmicas dos EUA (NSB, 2010).

Em 2008, o governo federal dos Estados Unidos investiu US$ 31,2 bilhões na P&D acadêmica. Desse total, U$ 1,9 bilhão (6,1%) foi em equipamentos de pesquisa, tais como computadores, telescópios, etc. (NSB, 2010).

6.2. A infraestrutura de pesquisa do Brasil: a falta de uma medida

A principal limitação da análise presente neste artigo é decorrente da falta de informações minimamente sistematizadas sobre a infraestrutura de pesquisa das universidades e instituições de pesquisa. Várias instituições não possuem dados sobre a quantidade de laboratórios, nem sobre a área total destinada à pesquisa, para um período que permita avaliar o impacto do CT-Infra sobre o aumento dessas variáveis. Além disso, mesmo para universidades que possuem esses dados para períodos recentes, seria necessário separar o que foi construído com recursos do CT-

11 Enquanto a Nasf leva em conta o tempo que cada laboratório é utilizado efetivamente para a pesquisa, os dados da USP apenas nos informam a área dos laboratórios, sem ser possível separar o tempo que é utilizado para pesquisa daquele que é utilizado para atividades de ensino (ver Anuário Estatístico da USP, http://sistemas3.usp.br/anuario/ (acesso em 28 jun.2010). Foi possível calcular também a área de laboratórios da UFMG em 2001, ou seja, antes do CT-Infra ter influência. Nesse ano, a área de laboratórios da UFMG era de 43.377 m2, que dividida por um total de 1.358 doutores, proporcionava uma área de 32 m2 de área de pesquisa por doutores *http://www.ufmg.br/proplan/relatorios_anuais/relatorio_anual_2001/numeros.htm* (acesso em 29 jun.2010). Infelizmente, os dados para anos recentes não desmembram a área construída de laboratórios da destinada ao ensino. A UnB possuía, em 2000, uma área laboratorial de 39,8 m2 por doutor http://www.spl.unb.br/Dados/unb_dados/2000/2000.asp (acesso em 29 jun.2010). Porém, os dados não apresentam consistência para uma comparação temporal.

Infra do que foi realizado com recursos próprios. Os anuários estatísticos de várias instituições são recentes e a maioria contém apenas informações sobre o total da área construída, mesmo que por institutos e departamentos, sem discriminar qual seria a área total dos laboratórios.

Mesmo que houvesse informações sobre o número de equipamentos e a metragem dos espaços usados para pesquisa (como laboratórios, embora muitas pesquisas sejam conduzidas na própria sala do pesquisador), antes do CT-Infra e atualmente, seria necessário acrescentar dados a respeito da evolução de algum indicador de infraestrutura cibernética, como a capacidade de transferência da rede de internet da universidade ou instituto de pesquisa e pontos de conexão.

Para avaliações posteriores, sugere-se que seja incluído nas Chamadas Públicas, como requisito para a apresentação de projetos por parte das instituições, a apresentação de dados sobre o número de laboratórios de pesquisa (com separação, em percentual, de tempo que é utilizado para ensino e do tempo para pesquisa) com respectiva área construída.

6.3. Impactos do CT-Infra: percepção dos entrevistados e análise geral dos objetivos dos projetos

Antes do CT-Infra, os recursos para a construção, expansão e consolidação de um laboratório de pesquisas eram escassos e oriundos do próprio orçamento de cada instituição. Construir e equipar um novo laboratório, ou mesmo modernizar os já existentes, eram extremamente difíceis, pois os pesquisadores não tinham acesso a um volume de recursos suficientes. A principal fonte de recursos para a pesquisa até então era por meio dos editais do CNPq, que são direcionados especificamente aos pesquisadores e não têm a característica de apoiar projetos de grande porte nem obras civis.

O CT-Infra representou um aporte de recursos sem precedentes, principalmente para as universidades. As entrevistas realizadas, bem como conversas com vários pesquisadores beneficiados com projetos e uma análise geral dos objetivos descritos[12] em cada um dos 811 projetos presentes na base de dados balizaram as avaliações apresentadas a seguir.

Impactos do CT-Infra sobre a produção científica

Uma avaliação do impacto sobre a produção científica deveria ser capaz de isolar o efeito do CT-Infra, pois, entre 2001 e 2008, as universidades contrataram vários professores doutores, o que já teria um impacto significativo sobre a produção científica. Além disso, a unidade de

12 Dos 811 projetos, 792 possuem objetivos detalhados. Além da análise dos objetivos, verificou-se que desse total, 363 incluíam a palavra "laboratório", 270 "equipamento", 161 "pós-graduação", 76 "implantação", 81 "construção" e 69 "modernização".

análise não poderia ser a universidade, mas, sim, grupos de pesquisa diretamente beneficiados por projetos do CT-Infra, realizando o devido controle[13]. Isso deve ser feito porque os projetos apresentados pelas universidades são divididos em subprojetos e cada um está, geralmente, ligado a alguma unidade acadêmica. Cada universidade escolhe, com base em suas prioridades e seu planejamento estratégico, quais projetos irão concorrer ao edital. Assim, existem unidades acadêmicas que somente passaram a participar do CT-Infra nos últimos editais e outras que ainda não puderam participar.

O mesmo acontece para algumas universidades, como a Ufes, que começou a ter projetos aprovados somente a partir de 2003 e a contar com os recursos a partir de 2004. Ou seja, uma melhor avaliação deveria ser feita caso a caso, tendo como marco divisor da análise o período em que o projeto do CT-Infra foi concluído. Por exemplo, se um projeto de construção de um prédio para abrigar um laboratório de biofísica foi aprovado em 2004 só foi concluído em 2006, os impactos do CT-Infra nesse caso deveriam comparar o período antes e após 2006.

Mesmo com as ressalvas destacadas acima, é inadequado realizar uma análise que considere apenas o montante de recursos do CT-Infra aprovados para uma determinada universidade ou instituição de pesquisa e comparar com a evolução de sua produção científica[14].

Devido à dificuldade de se realizar uma avaliação detalhada do impacto do CT-Infra sobre a produção científica, o presente artigo leva em consideração, para efeito de conclusões, a percepção geral das entrevistas realizadas com coordenadores de projetos.

Todos os entrevistados destacaram o efeito positivo do CT-Infra. Por exemplo, um equipamento de ressonância magnética nuclear instalado em dezembro de 2008 no Instituto de Química da UFG já havia possibilitado, até agosto de 2009, a publicação de 16 comunicações em congressos, um artigo aceito para publicação e três dissertações de mestrado com base em dados gerados por meio do equipamento (UFG, 2009).

Embora tenha sido apontado um aumento da produção científica por todos os entrevistados, o efeito que mereceu maior destaque foi o sobre a qualidade das pesquisas. Por exemplo, a pesquisa que se faz com um microscópio capaz de fazer ampliações de até 700 mil vezes é mais precisa do que a realizada com um microscópio que amplia 50 mil vezes.

13 Levando em conta que vários grupos foram beneficiados por recursos de outros Fundos Setoriais, isolar o efeito do CT-Infra seria ainda mais difícil.

14 Outro fator que agravou esse tipo de análise foi o contingenciamento de recursos que ocorreu nos primeiros anos dos Fundos Setoriais.

Alguns laboratórios e equipamentos possibilitaram a abertura de novas linhas de pesquisa que sem eles seriam inviáveis. Possibilitaram também um acompanhamento mais próximo do estado da arte em vários ramos de pesquisa. De acordo com um dos entrevistados, o CT-Infra possibilitou a montagem e a estruturação de um laboratório de química que está no mesmo nível de muitos dos melhores laboratórios internacionais. Isso permite atualmente que alunos possam fazer um doutorado gerando teses e artigos de qualidade sem precisar sair do país.

Alguns laboratórios já existiam, mas eram utilizados apenas parcialmente para pesquisas, devendo ceder tempo para aulas práticas. Alguns projetos utilizaram recursos do CT-Infra para construir, ou ampliar, laboratórios de forma possibilitar o uso contínuo para pesquisas.

Impactos difusos do CT-Infra

Como os recursos do CT-Infra foram utilizados para uma variedade de ações e projetos, tais como adequação e melhoria do uso da energia nas instituições, aumento do acervo das bibliotecas, implantação e atualização dos sistemas de pesquisas das bibliotecas, bibliotecas digitais e implantação e melhoria da rede de informática, os impactos do CT-Infra são, portanto, difusos.

Além de favorecer diretamente a pesquisa, vários equipamentos também contribuíram para facilitar cooperação entre a universidade e o setor produtivo. Por exemplo, análises mais precisas de proteínas foram permitidas com a aquisição de um espectrômetro de ressonância nuclear, no Departamento de Bioquímica e Biologia Molecular da UFPR. Com isso, foi possível a realização de testes de qualidade como os solicitados por produtores de vinhos europeus para verificar se houve ou não adulteração do produto quando da importação para o Brasil[15].

Outro benefício é em relação à redução de custos da pesquisa, principalmente com importação. Um dos projetos da Unesp foi para a construção de um biotério para a produção e manutenção de ratos Wistar e camundongos suíços que são utilizados em inúmeras pesquisas.

Muitos projetos melhoraram a qualidade do acesso à informação e processamento dos dados com a atualização das redes de transmissão de dados, o que aumentou a agilidade e a qualidade da condução da pesquisa.

A melhoria da infraestrutura de pesquisa nas universidades tem impactos diferenciados dependendo do porte da universidade e da região onde se encontra. Em primeiro lugar, melhores laboratórios contribuem para manter bons pesquisadores e atrair novos doutores para Regiões como Norte e Centro-Oeste, consideradas menos atrativas pela distância dos grandes centros de pesquisa e pelas limitadas condições de pesquisa até pouco tempo. Em segundo lugar, o peso dos recursos do CT-

15 Ver o periódico Notícias da UFPR, ano 8, n. 45, outubro de 2009, p. 11.

Infra tende a ser maior em universidades de médio e pequeno porte em termos de orçamento. A Tabela 6 apresenta algumas instituições selecionadas, divididas em três grupos de acordo com o tamanho do seu orçamento em 2008 e respectivos valores aprovados para projetos na chamada pública Proinfra 01/2008. Para as universidades de grande porte, com orçamentos acima de R$ 1 bilhão, os recursos do CT-Infra representaram, em média, apenas 0,59% do seu orçamento. Já para universidades de menor porte, com orçamentos entre R$ 200-400 mil, os recursos do CT-Infra tiveram um peso três vezes maior, representando, em média, 1,82% do seu orçamento.

Tabela 6 - Projetos aprovados (chamada pública Proinfra 01/2008) e valores por instituições selecionadas com respectivos orçamentos para 2008

Instituição	Orçamento em 2008 (a)	CT-Infra 2008	
(b)	(%) (b/a)		
Grupo 1			
USP	2.603.061.918,00	7.044.059,00	0,27
UFRJ	(*)1.735.634.876,90	10.645.485,00	0,61
UFMG	1.078.315.210,14	9.486.866,00	0,88
Média	1.805.670.668,35	9.058.803,33	0,59
Grupo 2			
Fiocruz	801.089.979,00	5.240.600,00	0,65
UnB	(*)776.526.231,00	8.764.672,00	1,13
UFSC	670.536.275,88	10.323.179,00	1,54
UFBA	646.578.751,00	6.015.978,00	0,93
UFPE	636.966.158,00	9.065.426,00	1,42
UFRN	627.909.807,32	9.526.430,00	1,52
UFSM	548.293.830,97	7.841.182,00	1,43
Média	672.557.290,45	8.111.066,71	1,23
Grupo 3			
UFG	387.828.391,00	9.168.324,00	2,36
UFAL	327.941.171,00	4.365.591,00	1,33
UFPEL	326.335.215,08	4.775.468,00	1,46
UEL	344.540.467,00	4.169.164,00	1,21
UEM	256.274.830,00	7.023.888,00	2,74
UFSE	210.926.722,00	3.824.561,00	1,81
Média	308.974.466,01	5.554.499,33	1,82

Fonte: *Site das instituições (consultas em junho de 2010). Obs.: (*) o orçamento refere-se ao ano de 2009.*

Mesmo para uma universidade de grande porte, como a UFMG, o CT-Infra representou em 2008 um aporte considerável de recursos, representando quase 1% do seu orçamento. Em 2000,

ano imediatamente anterior ao primeiro edital do CT-Infra, a UFMG teve apenas 0,12% dos seus recursos orçamentários destinados à infraestrutura[16].

Outro aspecto relacionado ao tamanho das universidades é que as de menor porte puderam melhorar sua infraestrutura de pesquisa de forma a ter maior chance de concorrer e captar recursos de pesquisas de maior envergadura, além de poder se inserir de forma ativa em redes de pesquisas nacionais e internacionais.

Redes de pesquisas estão surgindo dentro das próprias instituições como frutos de projetos que só foram viáveis a partir do CT-Infra, como é o caso do projeto Núcleo de Pesquisa em Inovação Terapêutica da UFPE[17]. Esse projeto já recebeu recursos de quatro chamadas públicas e possibilitou o agrupamento de pesquisadores de diferentes áreas. De acordo com um dos entrevistados, antes do CT-Infra os grupos de pesquisa tendiam a se fechar em suas respectivas áreas, sendo raras as interações. Projetos e laboratórios multiusuários possibilitaram o surgimento de novas interações e pesquisas.

De acordo com vários entrevistados, os projetos do CT-Infra também contribuíram para a criação e consolidação de programas de pós-graduação.

Por fim, deve-se destacar o impacto organizacional mencionado anteriormente. O fato de o CT-Infra lançar editais com regularidade todos os anos e sempre no final de cada ano, incentivou as universidades a fazer planejamentos estratégicos mais abrangentes e mais ousados. Por exemplo, em uma universidade que participou de todos os editais, de acordo com um dos entrevistados, o diretor de uma das unidades acadêmicas revelou recentemente que a sua unidade estava sendo sempre deixada de lado por não receber os recursos do CT-Infra que eram aprovados para a sua universidade. Porém, o diretor não sabia que os recursos eram aprovados para subprojetos elaborados de antemão por outras unidades acadêmicas ou por órgãos superiores. Agora, o referido diretor está mobilizando os pesquisadores da sua unidade acadêmica para elaborar estratégias e projetos de pesquisa para concorrer no próximo edital.

Impactos dos primeiros editais do CT-Infra: estudos da Finep e do CGEE

A Finep e o Centro de Gestão de Estudos Estratégicos (CGEE) já realizaram avaliações dos primeiros editais lançados pelo CT-Infra. O CGEE, que atuou mais estreitamente com o Comitê Gestor do Fundo nos três primeiros anos, elaborou uma série de notas técnicas ligadas ao projeto "metodologia de acompanhamento e avaliação do CT-infra". Contudo, pelo fato de ainda não ter sido completado nenhum projeto na época, essas notas tiveram um caráter essencialmente

16 Valor calculado a partir dos dados disponíveis em: *http://www.ufmg.br/proplan/orcamento_igs2000.htm*. (Acesso em: 16 jun. 2010).

17 Ver *http://www.finep.gov.br/imprensa/revista/terceira_edicao/inovacao_em_pauta3_50a54.pdf*. (Acesso em 29 jun. 2010).

descritivo das instituições e dos projetos apoiados, analisando-os por número de doutores e por região. Tais estudos, no entanto, contribuíram para subsidiar as discussões do Comitê Gestor sobre a forma como seriam elaborados os editais posteriores.

Um estudo mais aprofundado sobre os impactos do CT-Infra foi conduzido pela Finep e os principais resultados estão presentes em Cruz e Simpson (2008). Nesse estudo, foram enviados questionários para as 51 instituições que tiveram os maiores valores de projetos aprovados até 2006, obtendo respostas de 42 instituições. Os questionários procuraram avaliar o impacto do CT-Infra sobre o incremento da produção científica, abertura e consolidação de linhas de pesquisa, abertura e ampliação de cursos de pós-graduação, entre outros fatores. De acordo com os resultados, 78% das instituições indicaram incrementos em todos os indicadores, com destaque para a consolidação de linhas de pesquisa e da pós-graduação, apontados por 90% das instituições.

Principais dificuldades e críticas

Cruz e Simpson (2008) apresentam algumas das dificuldades enfrentadas pelas instituições durante a condução dos projetos e destacam que a maior parte dos projetos enfrenta atrasos. Um dos casos mais extremos talvez seja o da Universidade Federal do Maranhão (UFMA), que possuía, no início de 2010, "obras aprovadas há mais de cinco anos que estavam paralisadas por falta de projetos e licitação"[18]. Entre as dificuldades estão:

- **Variação cambial:** muitos projetos que dependiam da compra de equipamentos importados ainda não haviam sido finalizados devido às variações cambiais, entre a elaboração do projeto e a liberação dos recursos.

- **Readequação do projeto:** dificuldades com a readequação de projetos aprovados com cortes de recursos.

- **Licitações**: atrasos devido a dificuldades com licitações (RÜTHER E ORDENES, 2006; CRUZ E SIMPSON, 2008). De acordo com Rüther e Ordenes (2006), a especificação dos equipamentos muda entre a data da elaboração do projeto e o momento da liberação do recurso para a sua compra. Os autores destacam a falta de preparo das equipes para lidar com as restrições da Lei nº 8.666.

- **Necessidades imediatas:** de acordo com Rüther e Ordenes (2006, p. 14), em uma avaliação dos resultados do edital 02/2001 do CT-Infra para racionalização do uso de energia elétrica e utilização de fontes alternativas, "o sucateamento de algumas instituições faz

18 http://www.ufma.br/noticias/noticias.php?cod=7402 (acesso em 23 jun.2010).

com que recursos alocados para melhora da eficiência energética sejam usados para gerar condições mínimas de uso".

- **Contingenciamentos:** dificuldades iniciais devido ao contingenciamento de recursos.

Entre as principais críticas apontadas pelos entrevistados estão: o contingenciamento de recursos na fase inicial e o corte de valores de projetos pela comissão de avaliação de mérito, que praticamente inviabilizam a condução do projeto. No estudo apresentado por Cruz e Simpson, 85,7% das instituições precisaram utilizar recursos próprios ou de outros fontes para completar os projetos.

Cabe ressaltar que os entrevistados foram unânimes em elogiar a atuação da Finep quanto ao fornecimento de informações, disponibilização de dados e relacionamento geral com as instituições.

Principais mudanças ocorridas

1. **Perfil dos projetos:** a Unicamp, por exemplo, fechou um ciclo, em 2008, caracterizado por projetos de pequeno e médio porte. Nas duas últimas chamadas, iniciou projetos maiores, como o da Biblioteca de Obras Raras e Coleções Especiais (R$ 8,3 milhões), uma das maiores da América Latina. A UFMG também teve um projeto de adequação da estrutura física dos laboratórios de pesquisa e pós-graduação do Departamento de Química, que envolveu R$ 7,1 milhões. Ao longo dos anos, as instituições passaram a precisar também de recursos para a manutenção dos equipamentos comprados nos primeiros projetos, o que começou a ser contemplado no edital 01/2004.

2. **Questão regional:** de acordo com um dos entrevistados, nos primeiros anos do CT-Infra, surgiram críticas de que o atendimento do mínimo de 30% dos recursos para as Regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste por lei estaria levando a aprovação de projetos de qualidade inferior em detrimento de projetos superiores apresentados pelas demais Regiões. Contudo, parece ter ocorrido o efeito esperado pelos legisladores de uma evolução da capacidade de pesquisa das regiões favorecidas pela lei. Como existem problemas em se avaliar essa evolução em termos de publicações, como os destacados anteriormente, um indicador é a aprovação de 65 projetos na chamada de 2007 dessas três Regiões de um total de 158, representando 40% dos recursos da chamada[19].

3. **Apoio a novos campi:** Nos últimos dois anos (2008 e 2009), foram lançadas chamadas públicas direcionadas explicitamente a novas universidades (criadas a partir de 2002) e campi fora das sedes das universidades federais, além de grupos emergentes em universidades estaduais e municipais. Essas chamadas sinalizam que, com o aumento

19 *http://www.finep.gov.br/imprensa/revista/edicao5/inovacao_em_pauta_5_pag15a17_proinfra.pdf.* (Acesso em 21 jun.2010).

dos recursos, preocupou-se novamente em não deixá-los serem capturados pelos centros já estruturados, permitindo a criação e o fortalecimento de uma infraestrutura de pesquisa no interior.

7. Conclusões

A percepção geral dos entrevistados é a de que o CT-Infra possibilitou ao país um avanço inédito com relação à sua capacidade de pesquisa. Em muitas áreas já é possível fazer pesquisas que avançam o estado das artes. Os laboratórios e equipamentos que propiciaram esse avanço, contudo, devem ser periodicamente modernizados (em alguns casos não é preciso comprar um novo, mas, sim, realizar um upgrade) para continuar no nível de pesquisa alcançado.

Os recursos do CT-Infra têm sido aplicados em projetos ligados a áreas científicas consideradas estratégicas, mas ainda de uma maneira tímida. Uma das causas foi a necessidade de realizar uma melhoria ampla da infraestrutura básica de pesquisa nos primeiros anos, como a reforma e ampliação de instalações físicas e elétricas e implantação de sistemas de transmissão de dados.

O CT-Infra permitiu uma democratização do acesso a infraestrutura de pesquisa em termos regionais. Pesquisadores que dependiam de viagens e agendamentos de utilização da estrutura laboratorial e de equipamentos existentes apenas na USP ou UFRJ, agora conseguem realizar pesquisas em seus próprios laboratórios. Essa democratização também veio com o Portal de Periódicos da Capes.

As chamadas públicas tem sido consistentes em seus objetivos ao longo dos anos e sensível às mudanças sinalizadas pelas demandas. Os editais voltados para novos campi lançados em 2008 e os voltados para grupos emergentes de universidades estaduais e municipais também demonstram uma preocupação em fortalecer a infraestrutura de pesquisa fora dos grandes centros. Os editais também têm tido a capacidade de permitir o apoio a projetos de tamanhos variados. Em uma mesma chamada pública foram aprovados projetos de R$ 300 mil e acima de R$ 4 milhões, o que permite o atendimento de demandas relacionadas a realidades e fases distintas em que se encontram as instituições do país.

A principal conclusão desse artigo é que, a partir da percepção dos entrevistados e do perfil dos projetos desenvolvidos pelas universidades e institutos de pesquisa entre 2001 e 2008, a contribuição primordial do CT-Infra foi a de permitir que essas instituições entrassem em um novo paradigma de condução de pesquisas intensivo em acesso e processamento de informação. Ou seja, a forma de se fazer pesquisa tem mudado com o surgimento de novas tecnologias, como por exemplo, o de geração e análise de imagens que utilizam a tecnologia 3D. Assim, no

ritmo lento que a infraestrutura de pesquisa nacional estava evoluindo antes do CT-Infra, o país corria um sério risco de "perder o bonde". Hoje, os primeiros laboratórios de algumas áreas científicas no Brasil já estão sendo construídos com os equipamentos mais avançados existentes.

Referências

COSTA, E.F. (2004) **Os caminhos e descaminhos na formulação das políticas de ciência, tecnologia e inovação no Brasil**: uma análise pela via das controvérsias. Tese de Doutorado em Sociologia, UnB, 300f.

CRUZ, C.A.; SIMPSON, M.T.F. (2008) Oito anos de apoio à infra-estrutura de pesquisa. **Revista Inovação em Pauta**, n. 3, agosto-setembro, p. 55-57. FINEP.

FUNDO DE INFRAESTRUTURA (2001) Diretrizes Básicas. Disponível em *http://www.finep.gov.br.* Acesso em março 2010.

FUNDO DE INFRAESTRUTURA. Atas publicadas das reuniões do Comitê Gestor. Acessos em abril de 2010. Disponível em *http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/307027.html*.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO – MEC (2004) Plano Nacional de Pós-Graduação – PNPG (2005-2010).

NATIONAL SCIENCE BOARD (2010). Science and Engineering Indicators 2010. Arlington, VA: National Science Foundation (NSB 10-01).

RÜTHER, R.; ORDENES, M. (2006) Resultados do workshop CT-Infra edital 02/2001-**Racionalização do uso de energia elétrica e utilização de fontes alternativas**. Disponível em *http://www.habitare.org.br/ctinfra/apresentacao/Resultados_CT-INFRA_05.pdf*. Acesso em 25 maio 2010.

SALLES-FILHO, S. (2003) Política de ciência e tecnologia no II PBDCT (1976). **Revista Brasileira de Inovação**, v. 2, n. 1, jan-jun, p. 179-211.

SCHWARTZMAN, S. (2001) **Um espaço para a ciência**: a formação da comunidade científica no Brasil. Brasília, Ministério de Ciência e Tecnologia.

SCIMAGO (2010) **Ranking Iberoamericano SIR 2010**. Disponível em *http://www.scimagoir.com/pdf/ranking_iberoamericano_2010.pdf*. Acesso em 22 jun. 2010.

SUZIGAN, W,; ALBUQUERQUE, E.M. (2008). **A interação entre universidades e empresas em perspectiva histórica no Brasil**. Texto para Discussão n. 329, CEDEPLAR.

TEIXEIRA, F. L. C.; RAPPEL, E. (1991) PADCT: uma alternativa de gestão financeira para C&T. **Revista de Administração**, São Paulo, v. 26, n. 4, p. 113-118.

UFG (2009) Relatório Técnico Final. Convênio n. 01050561.00. Ampliação e Recuperação da Infra-Estrutura de Pesquisa da Universidade Federal de Goiás.

VALLE, M.G.; BONACELLI M.B.; SALLES-FILHO, S. (2002) Os Fundos Setoriais e a política nacional de ciência, tecnologia e inovação. **XXII Simpósio de Gestão da Inovação Tecnológica**. Salvador, 6 a 8 de novembro. Disponível em *http://www.ige.unicamp.br/geopi/documentos/22809819.pdf*. Acesso em maio 2010.

VIOTTI, E.; MACEDO, M. M. (orgs) (2003) Indicadores de ciência, tecnologia e inovação no Brasil. Campinas: Editora Unicamp.

A promoção da 'excelência' gerencial nos institutos e centros de P&D brasileiros: para além dos modismos gerenciais

Marconi Edson Esmeraldo Albuquerque, Maria Beatriz Machado Bonacelli***

Resumo

O artigo analisa o Projeto Excelência na Pesquisa Tecnológica (PEPT), voltado à melhoria do desempenho de Institutos e Centros de Pesquisas (ICPs), encorajando-os a reverem e a aperfeiçoarem suas rotinas. Na verdade, o PEPT promoveu uma agenda micro-institucional nos ICPs, focada na otimização de práticas, e a capacidade inovativa dos ICPs pode ser limitada, uma vez que, imersos em ciclos de melhoria contínua, podem não perceber mudanças no ambiente, nem que rotinas e capacidades prevalecentes podem não atender mais a novos problemas. Acredita-se que são as políticas públicas e a mudança na postura dos ICPs que devem convergir para definir os papéis destas organizações e sua contribuição ao desenvolvimento do país.

Palavras-chave: Gestão da Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação; Modelos gerenciais; Best practices; Políticas públicas

Abstract

The paper discusses the Projeto Excelência na Pesquisa Tecnológica (PEPT), aimed at improving the management of Research and Technology Organizations (RTOs). The business model proposed in PEPT encourages RTOs to review and refine their organizational routines. However, the innovativeness of RTOs can be limited, since, immersed in cycles of continuous improvement, RTOs may not perceive changes in the environment, nor that the prevailing routines and capabilities may no longer meet the new problems. PEPT promoted a micro-institutional agenda in RTOs, focused on optimizing strategy. Thus, public policies and the change in the attitude of RTOs must converge to define the roles of these organizations and their contribution to the Brazilian development process.

Keywords: *Management of Research & Development and Innovation; Management Models; Best practices; Public Policies.*

* Doutor em Política Científica e Tecnológica pela Unicamp. Analista em Ciência e Tecnologia do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Brasília – DF, medson@cnpq.br

** Doutora em Ciências Econômicas pela Université des Sciences Sociales de Toulouse I, França. Professora Livre-docente do Departamento de Política Científica e Tecnológica (DPCT/IG/Unicamp). Campinas – SP, bia@ige.unicamp.br

1. Introdução

Em muitos países, institutos e centros de pesquisa e desenvolvimento (ICPs) vêm passando por transformações e redefinindo papéis e funções. Entre as tendências estão uma maior cobrança de seus mantenedores pela geração de receitas e, em geral a emulação de modelos gerenciais, buscando maior

efetividade em suas atividades. Isto também se verifica no caso brasileiro. Nos últimos quinze anos, vários ICPs têm buscado rever suas trajetórias, visando diversificar suas atividades e ocupar novos espaços. Uma ação institucional envolvendo vários ICPs brasileiros foi o Projeto Excelência na Pesquisa Tecnológica (PEPT), capitaneado pela Associação Brasileira das Instituições de Pesquisa Tecnológica (ABIPTI) desde 1998 e apoiado com recursos públicos. Por meio do PEPT, a ABIPTI procura apoiar ICPs a remodelarem sua gestão com base no Modelo de Excelência Gerencial (MEG) do Prêmio Nacional da Qualidade (PNQ), como meio de aprimoramento de suas atividades. MEGs ajudam no desenvolvimento de práticas de melhoria do desempenho das organizações, disseminação de *best practices*[1] e transmissão de conhecimentos em desempenho gerencial, planejamento e avaliação (DALE, 2003).

O presente trabalho abre a caixa-preta do PNQ e discute o alcance do PEPT via adoção e aplicação de MEGs. Tal objetivo se desdobra em outros três: 1) examinar como se deu a difusão e 'absorção' do PEPT nos ICPs; 2) analisar a adequação do MEG/PNQ nos ICPs; 3) analisar resultados, limitações e dificuldades na introdução das metodologias propostas no PEPT por ICPs no país.

As reflexões feitas aqui podem ser úteis na criação de novas trajetórias nos ICPs, para além dos caminhos possibilitados pela adoção de modismos gerenciais[2]. Além de revisão literária e análise documental, o trabalho baseia-se em 36 entrevistas realizadas com atores-chave nos processos de construção, difusão, adoção e apoio do PEPT.

O artigo está estruturado em três seções, além desta que o introduz: a primeira apresenta uma reflexão crítica acerca dos MEGs; a segunda faz-se uma análise da concepção, difusão e resultados do PEPT/Abipti; e na terceira e última seção são apresentadas as principais conclusões do trabalho.

1 *Best practices* são métodos e técnicas que acredita-se gerem resultados superiores àqueles obtidos por outros meios, e que são utilizados como referência no esforço de obtê-las.

2 Modismos gerenciais são definidos como novas ideias, desenvolvidas de modo vago e em áreas indefinidas previamente, cujos usuários são inicialmente entusiastas das mesmas, embora eles possam rapidamente perder o interesse se tais ideias não se mostrarem tão promissoras quanto visualizadas inicialmente (DALE et al., 2001).

2. Abrindo a caixa-preta dos modelos de excelência gerencial: a 'efetividade' da gestão pela qualidade total e a difusão e absorção de *best practices* em questão

Um dos elementos mais recentes da evolução da gestão da qualidade são os MEGs, como um meio de identificar e difundir *best practices* gerenciais. Tais modelos têm sido reproduzidos mundo afora, difundindo ideias e diretrizes da Gestão pela Qualidade Total (TQM) nos diferentes setores econômicos. Busca-se, aqui, fazer algumas reflexões com a intenção de abrir a caixa-preta da TQM e consequentemente dos MEGs, uma vez que eles contemplam em sua estrutura, muitos elementos daquela abordagem (KANJI, 2002; DALE, 2003; MIRANDA, 2003). Abrir a caixa-preta significa desvelar o que está oculto ou o que é pouco considerado, evidenciando controvérsias que podem ajudar a explicar alguns desdobramentos da aplicação do PNQ em ICPs no Brasil. Portanto, o conceito de excelência gerencial[3] foi desconstruído. Assim, os binários adequado *vs* inadequado, universal *vs* não universal e não prescritivo *vs* prescritivo foram tratados. A literatura selecionada traz várias críticas à TQM e ao modelo de avaliação a ela associado. As discussões são guiadas pelas seguintes afirmações: a TQM envolve muitos modismos gerenciais e não assegura ganhos de desempenho e a universalidade e transferência direta de best practices são uma falácia.

Chorn (1991) afirma que as dúvidas quanto à eficácia da TQM surgem, uma vez que a implantação de programas de TQM não garante alta produtividade no longo prazo e que há vários mitos em torno da 'universalidade' da sua aplicação, entre os quais: 1) o de que sua implantação é um processo neutro; 2) que ela melhora o foco no cliente; 3) que ela eleva os níveis globais de desempenho; 4) que ela institucionaliza inovação e auto-renovação nas organizações. O autor conclui que a TQM não é tão 'universalmente' aplicável. McCabe e Wilkinson (1997) apontam para evidências empíricas mostrando resultados ambíguos quanto ao sucesso da TQM. Enquanto alguns surveys acenam para altas taxas de falhas na implantação daquela abordagem, outras mostram algum grau de sucesso. Já Harrington (1997) revela que práticas de gestão 'consagradas' não são tão efetivas como a retórica de seus defensores o faz crer. Os resultados do estudo International Quality Study, envolvendo 584 empresas no Canadá, Europa, Japão e EUA, no qual se buscou construir um banco de práticas internacionais de gestão, revelam que a ideia de um conjunto de *best practices* universalmente úteis provou-se ser débil, irreal e sem fundamento.

Hayes et al. (2008) têm relatado expectativas exageradas (e depois frustradas) de gerentes de produção, na adoção de abordagens como a TQM. Eles relatam que estudos subsequentes mostraram muitos fracassos dessas abordagens, que inicialmente foram bem sucedidas, mas estag-

3 Conforme FPNQ (2001), excelência é uma situação 'excepcional' da gestão e dos resultados obtidos pelas organizações, alcançada pela prática continuada de valores organizacionais 'reconhecidos internacionalmente'

naram ou mesmo regrediram. Apenas um terço das empresas que implantaram TQM alcançaram os objetivos esperados e que várias iniciativas para vincular a TQM com o sucesso financeiro das empresas haviam produzido resultados ambíguos e conflitantes. As pesquisas empíricas até hoje apresentam resultados não conclusivos que confirmem a vinculação direta entre qualidade e desempenho (PIGNANELLI, 2007).

Vários autores (HAYES et. al, 2008; HARRINGTON, 1997) afirmam que um fator-chave da debilidade dessas práticas é a volubilidade da alta direção na adoção inconsequente de modismos gerenciais. As diferenças nos perfis de seus executivos, clientes, competidores e produtos, exigem que diferentes práticas sejam implantadas para ampliar o desempenho organizacional. Infelizmente, não existe uma resposta única para todas as organizações (HARRINGTON, 1997; HAYES et al., 2008).

Além disso, há problemas na identificação de *best practices*. A menos que um resultado superior seja obtido, claramente a organização estará fazendo algo sub-ótimo, que não é o melhor (SKYRME, 2001). Outro complicador é a conotação ampla e imprecisa do significado de 'melhor'. Uma vez que a identificação de 'best' practices depende da análise de medidas de desempenho, pode haver distintas visões sobre o que representa um resultado bem-sucedido. Diferentes atores implicam perspectivas diversas. Assim, o que é 'melhor' para um ator ou grupo, pode ser o oposto para outro. A subjetividade na identificação de *best practices* também precisa ser considerada. Em muitas situações, *best practices* podem não ser deduzidas por meio de medidas objetivas, mas por meio de julgamento subjetivo (SKYRME, 2001). Esse autor conclui que as organizações não podem pôr em prática modelos de gestão para determinar *best practices*. Parte do desafio de identificar práticas de gestão em que há intenção de absorvê-las é que elas não são amplamente visíveis. O que se costuma ver divulgado são apenas registros dessas práticas.

Szulanski (1996) e Pollitt (2002) afirmam que o sucesso da transferência de práticas organizacionais depende de capacidades de absorção e de aprendizagem de quem as recebe e que um dos maiores obstáculos à sua efetivação é compreender e reproduzir a componente tácita dos conhecimentos envolvidos nas práticas organizacionais em outros contextos. Segundo Newell (2005), é falaciosa e simplista a suposição de que *best practices* podem ser identificadas em um lugar e o conhecimento sobre elas ser transferido diretamente para outro, de modo a transformar a prática ali. Há limitações nessa ideia, pois se considera a perspectiva de que o conhecimento é socialmente construído e enraízado na prática. Tal perspectiva sugere que a natureza situada do conhecimento torna impossível transferir *best practices* de modo direto. Ao invés disso, o conhecimento tem de ser gerado em seu próprio contexto usando, certamente, ideias obtidas de outros lugares, mas exigindo, necessariamente, a reconstituição da prática ao invés de simplesmente envolver a transferência de conhecimento de um lugar para outro.

A visão subjacente de que *best practices* são facilmente transferíveis considera o conhecimento como possível de ser possuído (NEWELL, 2005). Essa visão é dominante na literatura de gestão, e assume que o conhecimento pode ser tornado explícito e transferido de uma pessoa (ou grupo, organização, sociedade) para outra. Uma visão alternativa reconhece o conhecimento como dependente do contexto (DOSI; MARENGO, 1994; DOSI; MARENGO; FAGIOLO, 2003; NEWELL, 2005). Desse modo, o conhecimento é incorporado na prática e, assim, intrinsecamente social. Logo, a transferência direta de conhecimento não é possível, porque o conhecimento é socialmente construído e inerentemente difícil de ser transferido (SZULANSKI, 1996). Logo, transferir *best practices*, em que os indivíduos envolvidos possuem conhecimentos variados e estão engajados em diferentes atividades, não será algo trivial e diretamente efetivo. Consideradas as diferenças de contexto, interpretações ou entendimentos alternativos são inevitáveis, mesmo quando as pessoas têm o mesmo conhecimento explícito (NEWELL, 2005).

O mero acesso ou posse de conhecimento explícito é apenas o ponto de partida (NEWELL, 2005). Isso não basta para mudar a prática porque ela só pode ser alterada quando as barreiras socioculturais de diferentes comunidades envolvidas forem derrubadas. Em vez disso, as pessoas precisam se comunicar, assimilar abordagens cognitivas e desenvolver compreensões compartilhadas. A prática de que fala a autora, em que o conhecimento é incorporado, é culturalmente mediada, e resulta de uma teia de conhecimentos gerados por meio de interações sociais, condições materiais de trabalho e interpretações negociadas (SZULANSKI, 1996). A transferência de *best practices* será, pois, limitada pelas ideias pré-existentes sobre a 'prática normal' no outro contexto. Particularmente, a transferência de conhecimento será limitada pela capacidade de absorção da organização 'recipiente' (COHEN; LEVINTHAL, 1990; SZULANSKI, 1996), i.e. a capacidade de ela reconhecer valor, assimilar e aplicar o conhecimento. E essa capacidade depende amplamente do conhecimento e prática acumulados. Assim, mesmo a mais simples prática gerencial pode variar entre culturas organizacionais devido a diferentes expectativas e normas, de modo que a transferência de conhecimentos em torno de *best practices* pode ser inadequada e ineficaz.

Programas de excelência em gestão reproduzem esses problemas, uma vez que estabelecem, no entender de seus arquitetos, um modelo de gestão genérico, universal e aplicável a qualquer tipo de organização (FNQ, 2009), não sendo flexível às especificidades e idiossincrasias das mesmas (KANJI, 2002). Ao MEG/PNQ falta consistência ou fundamentação, em razão de sustentarem o equívoco conceitual e metodológico no trato das organizações como sendo homogêneas, desconsiderando-se as distintas especificidades e contextos. Outra falácia desses programas é a afirmação de que não são prescritivos, pois não recomendam técnicas de gestão específicas para o atendimento de seus requisitos. Isso não se sustenta, pois em sua própria estrutura há muitos preceitos da qualidade, com forte poder normativo sobre seus aplicantes. Sem falar nas práticas e modismos de gestão encobertos nos requisitos de excelência.

3. A promoção da 'excelência' gerencial nos institutos e centros de P&D brasileiros

A busca de modelos de gestão para ICPs tem sido constante nas últimas décadas. Conforme vários estudos (ARAOZ, 1996; SOUZA NETO; 1998; ABIPTI, 2000; ALBUQUERQUE, 2005; entre outros), muitos dos aspectos que ajudam a explicar as dificuldades na execução de suas missões decorrem de suas práticas operacionais. Assim, a Abipti incorporou essa temática em diversos momentos de sua trajetória, que ganhou ênfase a partir de 1995, com a proposição do Programa de Revitalização dos Institutos de Pesquisa Tecnológica (Revite), apoiado com recursos das agências federais de fomento à C&T.

O Revite foi um marco institucional importante na trajetória da Abipti e teve como pressuposto básico a necessidade de reorientar a atuação dos institutos para demandas do setor produtivo de prestação de serviços técnicos especializados e de atividades de P&D, como o desenvolvimento de projetos cooperativos com empresas. No âmbito desse Programa, vários projetos foram desenvolvidos visando fortalecer os institutos. Uma dessas iniciativas foi o Projeto Excelência na Pesquisa Tecnológica, que buscou ajudá-los a medir e a melhorar seu desempenho. Sua principal diretriz era contribuir com a melhoria do desempenho dos institutos, por meio do estímulo à adoção do MEG/PNQ e uso de indicadores dessas organizações.

A emergência de uma proposta que privilegiava a avaliação e melhoria do desempenho de ICPs teve como determinantes algumas váriaveis de contexto, tais como redução gradativa dos recursos públicos para atividades de pesquisa e pressão dos mantenedores para os institutos obterem recursos de receita própria. Na visão de Kahan (2003), nunca foi tão importante que ICPs se voltassem para o mercado como no início do século 21, e estes institutos nunca enfrentaram pressão tão forte neste sentido. É nesse contexto que surge o PEPT/Abipti.

Com o apoio do CNPq, em conjunto com 16 ICPs e apoio técnico (remunerado) de consultores da FNQ, a Abipti iniciou em 1998 as atividades do PEPT[4], que se pautam no treinamento de especialistas para avaliação de sistemas de gestão dos ICPs segundo o MEG/PNQ, na geração de indicadores de desempenho e na disseminação de 'best' practices de gestão de ICPs. Desse total, 12 institutos participaram efetivamente das atividades desenvolvidas (early-adopters) naquele ano, submetendo seus sistemas de gestão à avaliação.

4 Projeto Excelência na Pesquisa Tecnológica (PEPT), Programa Excelência na Gestão de Instituições Tecnológicas (PEGITec) e Programa de Excelência na Gestão (PEG), se referem à mesma ação da ABIPTI, de promoção da avaliação da gestão dos ICPs, ampliado em 2006 para outros atores como unidades de design, associações setoriais, secretarias estaduais de C&T e fundações de apoio à pesquisa.

3.1. Concepção e formulação do PEPT: controvérsias e sedução de modismos

A escolha do MEG/PNQ para instrumentalizar o PEPT é uma questão controversa, pois, além de ter havido relutância em sua aceitação por parte de pessoas da própria Abipti, bem como dirigentes e técnicos de ICPs, houve outras propostas metodológicas na construção do PEPT que poderiam ter sido consideradas e que eram passíveis de influenciar sua trajetória. Tais forças se inclinaram pelo caminho da busca da 'excelência' gerencial nos ICPs, que se tornou a ideia dominante na trajetória do PEPT[5].

Tal escolha se apoia no discurso da FNQ quanto à universalidade e à neutralidade normativa de sua metodologia. Ou seja, o de que o MEG/PNQ é adequado a ICPs, pois é aplicável a todo tipo de organização e de que não impõe técnicas de gestão específicas para essas organizações atenderem seus requisitos. Além disso, outro aspecto que evidencia fragilidades no delineamento do PEPT foi a falta de clareza quanto a resultados e consequências do uso do PNQ nos ICPs, que recursos seriam demandados, que contingente e perfis de pessoas seriam envolvidos etc..

Adotado o PNQ e definido o escopo do PEPT, os ICPs participantes vêm se capacitando naquela metodologia, vários deles se submetendo àquele processo de avaliação. Um instrumento importante na metodologia do PNQ é a gestão baseada em indicadores que devem retratar o desempenho dos processos e práticas de gestão das organizações. Isso demandou da Abipti e dos ICPs a construção e a alimentação de um banco de indicadores de desempenho, formando séries históricas para ajudar os dirigentes dos institutos a terem uma visão ampla e comparada dos indicadores, que lhes possibilite estabelecer elos entre seus resultados e o processo de planejamento estratégico e a tomada de decisões (GIESBRECHT; ALBUQUERQUE, 2002). Esses indicadores vêm sendo discutidos anualmente no PEPT e estão organizados conforme a ferramenta de gestão BSC, reflexo de transformações e inserções no aprendizado da própria FNQ. Reproduzindo o aprendizado da FNQ, a Abipti seguiu essa opção de estimular a construção de BSC nos ICPs, e incorporou no PEPT, treinamento para os institutos nessa metodologia.

3.2. Difusão do PEPT nos ICPs brasileiros

Desde o início do PEPT, os ICPs participantes têm sido capacitados no MEG/PNQ, composto bancas de avaliação de outros ICPs, redigido relatórios de gestão (RGs) para submissão ao processo de avaliação do PEPT e medido indicadores dessas organizações. O Quadro 1 mostra os indicadores de atividades do PEPT.

5 Uma análise detalhada da trajetória do PEPT pode ser encontrada em Albuquerque (2011).

Quadro 1 – Indicadores de atividades do PEPT, conforme ciclos de avaliação

Resultados \ Ciclos	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2009	2010
No de adesões	16	26	30	34	41	61	61	54	38	31	45
No de ICPs que aderiram ao PEPT	16	26	30	34	40	61	61	54	38	21	34
No de RGs apresentados	12	15	16	13	13	18	15	15	17	5	13
No de ICPs que apresentaram RGs	12	15	16	13	13	18	15	15	17	5	11
No de examinadores	27	32	33	49	43	55	54	33	38	50	-
No de pessoas treinadas	30	155	73	137	-	325	363	-	-	207	297
No de eventos de divulgação/capacitação	04	09	06	06	-	-	15	05	05	13	13

Fonte: *http://bluestar.selfip.org:81/abipti/sistema/indicadores.php. Acesso em 10/01/2011.*

Notas: 1 Em 2003, uma fundação de apoio à pesquisa aderiu ao PEPT.

2 Em 2008, o PEPT foi descontinuado e ressurgiu em jun./2009. Assim, os anos em destaque (2009 e 2010) se referem à retomada do projeto, sob a denominação PEG e com a adesão de outras instituições além de ICPs, como secretarias estaduais e associações.

O Gráfico 1 apresenta a evolução dos números de adesões e de avaliações no PEPT.

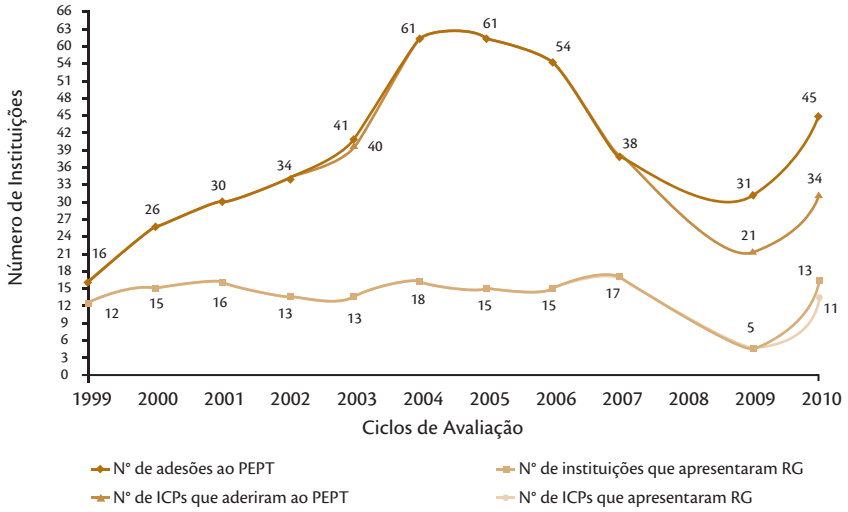


Gráfico 1 – Evolução do PEPT: número de instituições adesas e avaliadas, 1999 – 2010

Fonte: E*laboração própria, a partir de dados obtidos no endereço: http://www.abipti.org.br.*

Entre 1999 e 2005 houve progressiva adesão de ICPs ao PEPT. Ao longo de 11 ciclos de avaliação (no qual 104 ICPs participaram) houve uma adesão média de 38 ICPs por ciclo. Porém, nos últimos anos tem havido diminuição no interesse pelo PEPT, percebida pela queda nas adesões de ICPs entre 2006 e 2009. Além disso, a evolução no número de institutos avaliados – com tendência à constância – tem evidenciado pouca atratividade dos ICPs por aquele processo de avaliação. Em média, 14 institutos foram avaliados por ano no período 1999 – 2010, abaixo da média anual de 38 institutos adesos. Esses dados sugerem, também, que houve maior concentração de esforços na busca de novas adesões, em detrimento da internalização do MEG/PNQ nos ICPs, que poderia refletir em número maior de relatórios avaliados no PEPT. A curva real da evolução de adesões de ICPs ao PEPT é mostrada no Gráfico 2 (série em azul claro e triângulo como marcador).

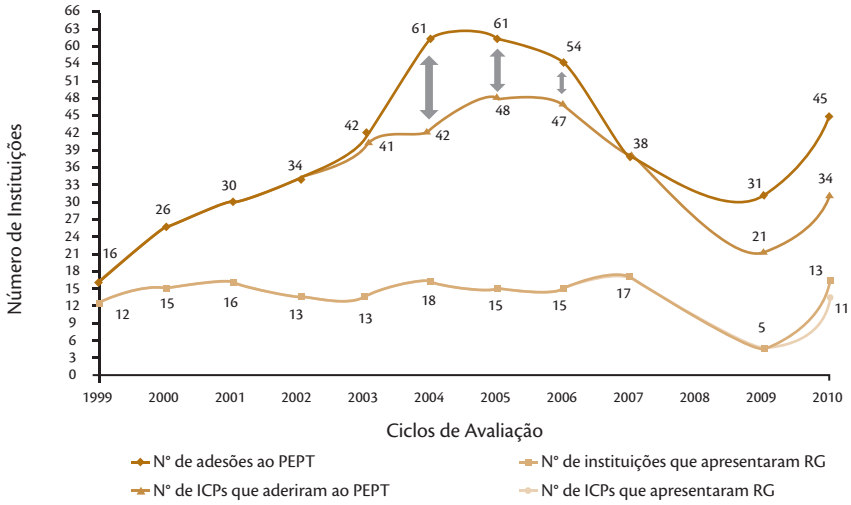


Gráfico 2 – Evolução real de adesões de ICPs ao PEPT, 1999 – 2010

Fonte: *Elaboração própria, a partir de dados obtidos no endereço: http://www.abipti.org.br.*

Nota: P*resume-se que as unidades da Embrapa que aderiam no período 2004 – 2006 o fizeram devido a orientação superior da Embrapa-Sede.*

A Embrapa demandou de suas unidades em 2004 a elaboração de um RG estruturado segundo o PNQ e propôs que elas aderissem ao PEPT (algumas já o tinham feito em 2003). Buscava com essa adesão em massa aprendizado na elaboração do RG, dado que é um indicador importante no Sistema Embrapa. Esse estímulo indireto da Embrapa-Sede explica o salto nas adesões no período 2004-2006. Contudo, esse salto não se reflete significativamente no número de RGs avaliados. Assim, a dinâmica real de adesões de ICPs ao PEPT é essa que evidencia o patamar de 48 ICPs. A ascensão no número de adesões e avaliações em 2010, relativa a 2009, se refere ao esfor-

ço de retomada do PEPT (agora PEG), incorporando outras instituições do Sistema de Inovação, como secretarias estaduais de C&T e associações setoriais.

3.3. Motivação dos ICPs e dificuldades na internalização do PEPT

A possibilidade de interação entre os institutos foi um aspecto do PEPT que gerou nos mesmos grande expectativa. Estreitar vínculos com outros institutos era um meio de se criar redes de conversação, de discussão e solução de problemas. Outro aspecto importante era a liderança do promotor do PEPT, ou seja, uma associação que integra ICPs de todo o Brasil e com trânsito político importante no meio de C&T. Uma aproximação entre os ICPs e desses com a ABIPTI poderia significar uma maior convergência e aglutinação de demandas políticas na esfera da C&T.

Antes de 1998, quando o PEPT iniciou, vários institutos já se preocupavam com a melhoria da qualidade, manifestada na introdução de sistemas de controle e garantia da qualidade e busca de acreditação de seus laboratórios[6]. Mas para a grande maioria dos ICPs, a preocupação em avaliar seus sistemas de gestão, de se dispor de indicadores de desempenho para a sua atividade, é atacada com sua adesão ao PEPT. Embora a metodologia do PNQ não fosse nova para alguns institutos, a novidade neste processo foi a definição de indicadores para os ICPs e a criação de espaços de discussão dos problemas. E nesta definição, essas instituições participaram ativamente em sua construção, juntamente com a Abipti.

Além disso, a percepção da adoção de normas técnicas da qualidade nos processos finalísticos dos ICPs e acreditação de seus laboratórios de ensaios é um estímulo forte, podendo funcionar como importantes credenciais para a realização de serviços por essas organizações. A respeito desse aspecto, é necessária uma reflexão sobre o que aparenta ser uma grande debilidade de MEGs em se afirmarem nas organizações de pesquisa: a de gerar valor nas relações de fornecimento vs consumo de produtos de ICPs. Ou seja, seus clientes valorizam a implantação de sistemas de garantia da qualidade nos institutos, pois isso dá visibilidade na cadeia de fornecimento e consumo dos produtos dos institutos (funciona como 'moeda forte' de aproximação), mas não julgam importante, ou não percebem a excelência em gestão. A adoção de modelos como o PNQ não tem esse apelo, não sendo perceptível nessas relações dos ICPs com seus mercados.

Sobre a adoção do MEG/PNQ ser um aspecto de continuidade da trajetória da qualidade nos institutos, a linguagem da qualidade embarcada em um modelo de excelência era algo novo para os institutos. A cultura da qualidade nos institutos seria um facilitador nesse processo de busca

6 Com a finalidade de garantir a qualidade de seus ensaios e serviços e participar das redes de serviços tecnológicos para a indústria, muitos ICPs lançam mão da definição e uso de procedimentos e padrões conforme normas técnicas, em particular da ABNT NBR ISO/IEC 17025, cujo atendimento aos seus requisitos gerais, ajuda-os a internalizarem competências em seus laboratórios de ensaios e calibração.

da excelência. Ou seja, a adesão ao PEPT e consequentemente ao MEG/PNQ intensificaria o que já existia nos institutos[7].

No discurso dos institutos privados, percebe-se uma reflexão constante com a relação custo vs benefício no desenvolvimento de projetos. Alguns deles, que já haviam alcançado níveis desejáveis/aceitáveis de maturidade gerencial, não perceberam que os benefícios prometidos no PEPT justificavam os esforços inerentes à sua implantação e se afastaram do mesmo. Alguns deles, contudo, embora não estivessem mais presentes nos ciclos de atividades daquele projeto, incorporaram vários requisitos do PNQ. Havia, assim, clareza dessas instituições, de que o PEPT demandaria esforços internos em termos de custos, cujos benefícios não seriam percebidos e, portanto, 'pagos pelos seus clientes'.

Percebe-se, também, uso racional pela Embrapa das possibilidades de aprendizado pelo PEPT, face ao desenvolvimento de sua trajetória organizacional e maturidade gerencial. Sua principal preocupação, ao exigir de suas unidades um RG nos moldes da metodologia do PNQ e ao estimular a participação delas no PEPT, era que elas internalizassem capacidades na elaboração de RGs e Planos de Melhoria Gerencial.

Os principais obstáculos dos ICPs ao buscarem internalizar o PEPT são apoio da direção, envolvimento das pessoas, elementos de cultura e rigidez organizacional e assimilação do modelo proposto no PEPT. Esses elementos inibiram a difusão e absorção das metodologias prescritas no PEPT dentro dos institutos.

O apoio dos dirigentes dos ICPs é um dos principais fatores críticos nos processos de mudança em ICPs, pois ele pode oscilar conforme a mudança de direção, susceptível a escolhas meramente políticas. Os seguintes aspectos são reveladores dessa fragilidade nos ICPs: 1) o envolvimento da direção e, de certo modo, a existência de algum enforcement e a institucionalização dessas iniciativas são fundamentais; 2) um problema crônico em vários ICPs é o voluntarismo no trato de questões gerenciais, i.e. muitas decisões são pautadas no entendimento e vontade absoluta do dirigente e de uns poucos que o cercam; 3) a possibilidade de algum êxito na adoção do PEPT passa, inevitavelmente, pela compreensão e absorção desses conteúdos pela direção do instituto; 4) cientistas (muitos deles em postos de direção) são refratários a demandas gerenciais e não enxergam valor nas mesmas; 5) alta rotatividade dos dirigentes.

7 Nem todos os ICPs tinham cultura forte em controle e gestão da qualidade e em outros essa passagem da gestão da qualidade para a qualidade na gestão não aconteceu, ou teve pouca força. A descrição de Garcia e Salles-Filho (2009, p.688-689), ao estudarem a trajetória institucional do ITAL, é ilustrativa. "O Ital foi avaliado em quase todos os ciclos do projeto, tendo sempre alcançado pontuação acima da média geral. Contudo, seus avanços na direção da excelência de sua gestão, de acordo com o PNQ, têm sido pequenos e uma das razões pode ser a não incorporação efetiva dos valores e requisitos desse modelo de referência. O modelo do Ital tem sido, de fato, a ISO 9001 e 17025". A conclusão desses autores evidencia a dificuldade em se relacionar a influência do PEPT nos resultados daquele centro, i.e. embora o ITAL tenha participado de quase todos os ciclos de avaliação do PEPT, sua evolução não se explica por esse possível link causal.

A rigor, os dirigentes máximos dos ICPs se envolveram pouco no PEPT e tiveram baixo compromisso naquele esforço. A 'média gerência' é que foi sensibilizada, ou seja, uma elite gerencial formada para absorver as metodologias do PEPT e conduzir a internalização das mesmas nos institutos.

Outro aspecto fundamental em programas de mudança organizacional são as pessoas. Em relação à experiência dos ICPs com as metodologias propostas no PEPT/Abipti esse foi um grande entrave, uma vez que a mobilização das pessoas foi baixa em muitos institutos que resolveram adotar o MEG/PNQ, se restringindo, muitas vezes, a um núcleo duro que conduziu essas atividades.

Vários aspectos restritivos referem-se tanto à cultura de pesquisa nos ICPs, quanto a características de seus modelos jurídico-institucionais que, aliados ao marco legal e a questões relativas à PCT, delimitam os atributos dos modelos de gestão e conforma a agenda de trabalho nessas organizações. Peculiaridades dos modelos jurídico-institucionais dos institutos públicos impõem restrições à sua flexibilidade e autonomia. Muitas dessas organizações têm de lidar com muitas contingências quanto à definição e execução de sua agenda gerencial. Nelas, o gestor tem pouca margem de manobra para influenciar mudanças de rumo e fica muito preso às questões centrais. Além disso, sobre as organizações públicas existe uma agenda política e um marco legal determinando ou restringindo o alcance da agenda gerencial. Assim, institutos públicos, sujeitos às turbulências do ambiente político e do marco legal que os regulam, geralmente têm mais dificuldades de obtenção e gestão de recursos, bem como elementos culturais que dificultam/limitam a absorção de intervenções gerenciais.

Além disso, a comunidade de pesquisa em ICPs tem dificuldade de compreender a importância de processos gerenciais nas atividades de P&D o que, em parte, explicaria a dificuldade em se conseguir envolver pesquisadores e técnicos em processos de desenvolvimento gerencial. Esse aspecto pode ser compreendido como uma questão de dificuldade do corpo diretivo dos ICPs intensificar estímulos às suas comunidades de pesquisa, vis-à-vis àqueles presentes no fomento à C&T, o que pode gerar uma visão 'desintegrada' de uma gerencial e outra de pesquisa, como dificultar a construção de capacidades organizacionais nos institutos. Há uma multi-institucionalidade em muitos ICPs: de um lado, a ciência mertoniana, em que a comunidade interna de pesquisadores responde a estímulos fortes, por exemplo, na captação de recursos diretamente nos órgãos de fomento, muitas vezes não se alinhando com demandas da instituição da qual faz parte. De outro, há a institucionalidade de direito nos institutos (a hierarquia organizacional designada, com suas diretorias, assessorias, etc. que pode dispor de instrumentos tais como plano estratégico, plano diretor, programas de ação, práticas de gestão etc. para ajudar no cumprimento de seus mandatos e a produzir resultados eficazes), que tem dificuldades em estabelecer estímulos fortes (v.g. políticas e práticas de gestão de pessoas, como mecanismos de atração e retenção de talentos) para as lideranças técnicas responderem demandas da agenda gerencial.

Os mundos da ciência e da gestão trazem consigo culturas, ethos, linguagens e realidades distintas e, muitas vezes, não conversam ou dialogam[8]. Assim, interações nem sempre são fáceis, o que dificulta que os institutos atuem em unidade e efetivem uma agenda de mudança organizacional. A lógica dos ICPs, pautada essencialmente na produção científica, representa a 'morte' para os mesmos, uma vez que, sob essa racionalidade, eles tendem a se voltar para dentro e para as comunidades relacionadas às suas disciplinas, não percebendo e mesmo ignorando aspectos que os levem a uma maior inserção socioeconômica. Todavia, há, também, a possibilidade de que as demandas institucionais da comunidade de pesquisa em um instituto não sejam devidamente respondidas, o que favorece que ela busque caminhos 'mais curtos' para viabilizar o atendimento de seus interesses.

Outro entrave à adoção do MEG/PNQ pelos ICPs foi a assimilação daquele modelo. Além de não terem sido feitas adequações às distintas realidades e/ou adaptações de linguagem, um aspecto que contribuiu para isso foi o processo de capacitação no PEPT, conferido exclusivamente por consultores da FNQ, acostumados a realidades empresariais. Essa forma de tratar os questionamentos dos ICPs participantes acerca da adequação metodológica foi uma grande fragilidade, pois não assegura que a 'transposição' dos significados do MEG/PNQ para ICPs se efetivem. A linguagem do MEG/PNQ é empresarial, não sendo trivial e, portanto, difícil de compreender o que ele requisita. Vertê-lo para o ambiente de ICPs é um aspecto crítico, dado o imenso hiato entre as realidades dessas organizações.

3.4. Aspectos positivos, fragilidades e evidências das limitações do PEPT

Não se pode afirmar que o MEG/PNQ esteja consolidado em nenhum dos institutos9. Em diversos ICPs que se envolveram muito nos primeiros anos do PEPT/Abipti e conseguiram aplicar rotinas de avaliação institucional baseadas no PNQ e introduzir novas práticas de gestão, tem havido descontinuidade e mesmo abandono na aplicação de várias práticas. Em alguns ICPs pri-

8 Isso deriva de problemas de governança nos ICPs, i.e. da maneira pela qual a autoridade e o poder são exercidos na gestão dessas organizações, refletindo na capacidade dos institutos formularem e implantarem estratégias que levem à melhoria de desempenho organizacional e o cumprimento do mandato institucional. No caso brasileiro, o modelo de fomento à pesquisa pública, fortemente voltado para universidades, não percebe especificidades das organizações de pesquisa e fragiliza, assim, sua governança interna. Em boa parte dos ICPs públicos que dependem de recursos orçamentários dos estados ou da União, tais recursos são insuficientes e a agenda de pesquisa vem de estímulos dos órgãos de fomento, que controlam-na, e atribuem um peso e importância fenomenais ao pesquisador individual. Assim, em boa parte dos ICPs não é a direção quem controla suas agendas de pesquisa, sendo difícil para essas pessoas impor sua autoridade e cobrar resultados no exercício de seus mandatos.

9 Isso pode ser evidenciado pelas capacidades de melhoria contínua e medição de desempenho não enraizadas nos ICPs. A MC está difundida (mas nem sempre sistematizada) na maioria dos ICPs investigados, mas não por força do PEPT, e sim devido à adoção de normas ISO (9000 e 17025) e acreditação de laboratórios. Então, uma relação causal direta de que o PEPT esteja modificando/influenciando a MC nos ICPs não é muito fácil de ser estabelecida. Por sua vez, a medição de desempenho não está enraizada em muitos dos ICPs, embora haja alguma preocupação em se medir indicadores. Nos institutos em que esta prática foi enraizada, as influências fortes vieram de outras iniciativas que não o PEPT/ABIPTI.

vados, bem como na Embrapa-Sede, várias práticas que eles introduzem em seus modelos de gestão estão alinhadas com o PNQ, mas surgiram por meio de esforços indiretos. Além disso, não se pode afirmar que a adoção das metodologias do PEPT/Abipti é o único ou principal fator explanatório de alguma mudança nos ICPs, já que o ambiente de CT&I tem sofrido muitas transformações na última década, em que novas variáveis foram introduzidas/intensificadas, influindo bastante em como os ICPs atuam.

Questionados se suas práticas mudaram em função da adesão ao PEPT, as respostas variaram, desde 'não mudaram nada', 'mudaram muito pouco', 'mudaram no início desse esforço, mas estão sendo descontinuadas/abandonadas', até a menção a algumas preocupações introduzidas/fortalecidas a partir da adesão do instituto com o PEPT, tais como: alterações na estrutura organizacional, introdução/aprimoramento de indicadores de desempenho, introdução/intensificação de uma visão de mercado nos ICPs e reforço na cultura da qualidade. Embora não se duvide de que tenha havido benefícios em vários ICPs em virtude de sua adesão ao PEPT, não é óbvio precisar sua real contribuição, ou seja, é difícil isolar os fatos e exprimir qual a componente de participação ou a capacidade explanatória do PEPT nos resultados dos ICPs e na definição de suas trajetórias organizacionais.

O principal ponto forte do PEPT não está na avaliação que promoveu, mas na criação de um fórum de discussão de questões de gestão e organização de ICPs, que funcionou como um vetor de integração entre eles, envolvendo grande diversidade dessas instituições na troca de informações e experiências (learning-by-interacting) e difusão de práticas de gestão. Criava, assim, um espaço para os ICPs se encontrarem, identificarem seus pares, quais são seus problemas, enfim, descobrir canais de busca de soluções para seus problemas. Essa rede de ICPs permitiu que muitos deles saíssem do isolamento.

Todavia, uma debilidade daquela iniciativa está na demasiada ênfase atribuída ao processo de avaliação dos ICPs, sobrevalorizando-a em detrimento de um tratamento mais cuidadoso acerca do desenho, funcionamento e avaliação da efetividade dessa comunidade e dos eventos que a favorecem, bem como

de discussão mais criteriosa sobre os indicadores de desempenho de ICPs. Muitos dos indicadores produzidos no âmbito do PEPT são fundamentais à avaliação de desempenho de processos-chave de ICPs. No entanto, precisam estar vinculados a políticas/estratégias, do contrário não têm efeito nos processos de planejamento e tomada de decisão, seja no âmbito da policy ou no nível organizacional. Além disso, um olhar comparativo desses indicadores pode revelar aspectos importantes do setor. A construção de instrumentos que evidenciem a real contribuição desse setor à sociedade brasileira deveria ser uma preocupação dos policy makers, pois na atualidade inexistem sistemas de avaliação dessa natureza.

Um aspecto relevante é a introdução do MEG/PNQ como referência para modelar os sistemas gerenciais dos ICPs. MEGs podem se configurar como heurísticas de busca por rotinas e meios de soluções para problemas organizacionais (problem-solving routines), antes não percebidas, antes não priorizadas. Sua aplicação em ICPs pode contribuir para a introdução de algumas rotinas que evoluem mediante esforços de aprendizagem, que podem ajudá-los a estruturar processos de busca por melhorias em suas rotinas e práticas. Assim, o MEG/PNQ pode induzir aprendizagem nos ICPs, que levam à criação e ao aperfeiçoamento de rotinas e capacidades organizacionais. Muito mais aperfeiçoamento daquilo que já existe do que a criação de algo novo. Essa é a principal limitação interna daquele modelo em induzir processos inovativos nos ICPs, uma vez que a capacidade de inovação de ICPs depende fortemente que eles construam novas representações do ambiente em que atuam, além de desenvolver capacidades que lhes possibilitem explorar novas oportunidades.

O relato de práticas gerenciais induzido pela aplicação do PNQ pode suscitar reflexões internas sobre aquilo que fazem, gerando questionamentos na tentativa de melhorá-las ou mesmo modificá-las por algo que se compreenda melhor. O RG tem papel importante, pois traz muito da memória organizacional e, consequentemente, elementos de suas rotinas. O exercício de fazê-lo possibilita que se explicite e documente como as coisas são feitas. Ele funciona como um mecanismo de retenção de rotinas e práticas organizacionais, que evidenciam capacidades organizacionais e habilidades técnico-científicas nos ICPs.

Um aspecto negativo na elaboração do RG e mesmo um risco da aplicação do PNQ nos ICPs, são de os meios serem 'preferidos' ao invés dos fins, i.e. de que com o PNQ os ICPs se desvirtuem de seu objetivo, que é o cumprimento de sua missão, seu papel e inserção na sociedade. O RG é um meio para que o instituto internalize melhorias e não um fim em si mesmo. Vários institutos têm se ensimesmado em produzir RGs e/ou perseguido (ou se deslumbrado com) a participação/obtenção de premiações em qualidade gerencial, ofuscando-os e talvez os desviando de seus objetivos primordiais. Dessa forma, o objetivo não passa a ser a melhoria da instituição e sim ganhar (e ostentar) troféus, medalhas, enfim obter reconhecimento e visibilidade por suas 'conquistas' gerenciais.

A adoção do MEG/PNQ na instrumentalização do PEPT é um dos pontos mais controversos. Em razão do foco e das contradições em torno daquela metodologia, excitar os ICPs a adotarem um modelo supostamente aplicável a todos, sem que houvesse adaptações ou ajustes, ignorando a diversidade e as peculiaridades dessas instituições na construção daquela proposta, foi um dos principais equívocos na concepção do PEPT. Em geral, um ICP é uma organização diferente, com lógica de produção e funcionamento diferentes, e por isso não pode ser olhado pelo viés de uma empresa. Assim, o objeto em que se aplicou o MEG/PNQ e sua realidade era muito distante daquele em que esse modelo foi concebido e seria capaz de trazer alguma melhoria. Em virtude da estrutura disposta nos institutos públicos, mas, também, de elementos culturais e de contorno,

há vários requisitos naquela metodologia que eles jamais vão conseguir atender e outros que não têm aplicação naquele ambiente.

Analisando-se os resultados dos 99 ICPs que aderiram ao PEPT entre 1998-2007, com base na pontuação média obtida na aplicação do PNQ, têm-se que seis ICPs (três federais, dois cativos e um centro privado) tiveram pontuação média acima de 300 pontos nos últimos três ciclos pontuados. Pela métrica empregada no PEPT, esses seriam os 'melhores' institutos. Mas em que medida o PEPT mudou sua realidade? Qual a relação desse resultado com o cumprimento do seu papel, da sua missão? Medir a força dessa relação (se existente) não é trivial. Seguramente eles têm boas práticas de gestão, mas eles são os ICPs que mais contribuem para a sociedade, para a economia nacional e para o progresso tecnológico em suas áreas? Enfim, estes são os cases nacionais de institutos de P&D, que se distinguem dos demais?

Programas de modernização baseados em modelos como o PNQ e/ou benchmarking, em replicação de 'best' practices ou qualquer outra abordagem voltada para a otimização de rotinas, práticas etc., não conseguirão resolver vários dos problemas dos institutos. Programas semelhantes a este, aplicados em um conjunto de ICPs, vários dos quais pouco demandados pela sociedade, que têm problemas de legitimidade, cujo papel do ponto de vista da sua contribuição ao desenvolvimento econômico, social, industrial etc. é, em geral, limitado, contribuirão para a melhoria de algumas rotinas e práticas organizacionais. No entanto, a essência continuará a mesma. Esse e vários outros aspectos do histórico organizacional dos ICPs brasileiros se impõem sobre o presente, retendo experiências em suas rotinas e práticas que perduram como o modo 'correto' de pensar os problemas e de fazer as coisas promovendo, assim, estabilidade no comportamento dos indivíduos e inércia organizacional, que restringem a capacidade dos institutos de identificarem oportunidades no ambiente externo. Muitos ICPs brasileiros se 'estabilizaram' em suas atividades e rotinas usuais, criando-se com isso toda sorte de dificuldades em desenvolver e aplicar modos alternativos de planejamento e ação.

A melhoria gerencial dos ICPs nem sempre encontra um meio de cultura adequado que impulsione a transformação dessas organizações. Municiar um gestor com ferramentas que focam a estratégia de otimização de práticas pode vir a internalizar algumas rotinas de aprendizagem e melhorar a gestão do ICP, mas isso não altera o perfil institucional, não permite saltos significativos, porque não se abandona o modo dominante de se enxergar os problemas e aprender sobre eles. Ou seja, do ponto de vista das estratégias, da missão, da ação, o instituto não muda, pois o modelo gerencial, em sua essência, permanece o mesmo, embora fique mais vistoso com a adoção de modismos gerenciais.

Mudança organizacional envolve novos experimentos, com alguma dose de riscos e incertezas. A força de uma instituição está na preservação e respeito por sua excelência científica, tecnoló-

gica e/ou de prestação de serviços, refletidas em suas rotinas e práticas de gestão, do contrário a instituição ficaria à deriva, com muitas missões (individuais, grupais e institucionais) a se incumbir. As rotinas preservam a instituição e, naturalmente, podem ser questionadas, revistas e, sempre que necessário, suplantadas.

A ênfase exagerada em atividades baseadas em MC, TQM e MEGs pode criar efeito de inércia nos ICPs, em torno do aperfeiçoamento de suas rotinas e capacidades já consagradas, direcionando-os para a estabilidade, não os ajudando a 'moverem-se para fora da zona de conforto' em torno de conhecimentos e práticas normais, para um esforço ousado e desafiador de renovação e mudança de trajetória a partir da criação de novas rotinas, práticas e linhas de atuação, e.g. desenvolver novas rotas de pesquisa, construir estratégias para prospectar e atender novas demandas sociais e introduzir aprendizagem em novas disciplinas. A mudança pode envolver a necessidade de se buscar modos criativos e abordagens de aprendizagem que possibilitem o desenvolvimento de novas e distintivas práticas que tragam maiores benefícios para os ICPs.

Os sistemas internos de seleção dos ICPs (diretrizes, normas, comunidades, programas, metas etc.) devem estar orientados a se conectarem às mudanças nas condições ambientais, sob pena de seus recursos, rotinas e capacidades se tornarem irrelevantes e/ou obsoletos e ampliarem sua capacidade de percepção da realidade em que estão inseridos (sense), com o intuito de explorarem oportunidades de renovação de suas rotinas e capacidades organizacionais (seize). A viabilidade dessas organizações no longo prazo depende fortemente que elas se lancem ao desafio permanente de internalizar/fortalecer tais capacidades.

Como dito anteriormente, o marco jurídico e legal e a influência política representam fortes obstáculos à introdução de mudanças nos ICPs. Além disso, a inércia e a rigidez organizacional, relativas a elementos comportamentais e culturais nessas organizações, são fatores internos restritivos à autonomia e à mudança nos ICPs. A Figura 1 ilustra o espaço de autonomia dos ICPs, delimitado por esses fatores, e destaca a construção de capacidades de absorção como elemento fundamental na ampliação da mesma[10].

10 Uma ideia importante e útil na construção de modelos de gestão de ICPs que incorporem as preocupações expostas acima e que valorizem aspectos como flexibilidade e autonomia, é aquela expressa no conceito de capacidades de absorção, popularizado por Cohen e Levinthal (1990) como a capacidade de uma organização valorizar, assimilar e aplicar conhecimentos, e reescrito por Zahra e George (2002) como um conjunto de rotinas e processos organizacionais por meio dos quais organizações adquirem, assimilam, transformam e explotam conhecimentos para produzir capacidades dinâmicas. Essas capacidades atuariam melhorando a habilidade dos ICPs explorarem oportunidades e obterem resultados sustentáveis, levando-os a melhorar sua legitimidade, cumprir a missão institucional e seu papel na construção de sistemas de inovação robustos. No contexto em que os ICPs atuam, essas capacidades poderiam se sobressair como um aspecto-chave na criação/ampliação de espaços de atuação, únicos e distintivos.

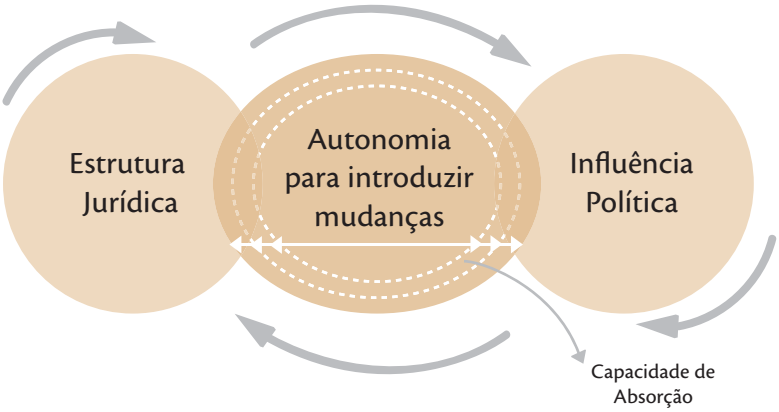


Figura 1 – Delimitação do espaço de atuação gerencial dos ICPs

Fonte: *Adaptado de Salles-Filho e Bonacelli (2010)*

Assim, o grau de autonomia dos ICPs pode variar em função dessas circunstâncias. As restrições legais e políticas se alteram conforme os diferentes modos de organização jurídico-institucional em que os ICPs operam (e.g. organizações da administração direta, autarquias, institutos privados etc.), cuja compreensão pode ajudá-los a explorar as possibilidades diante dos limites impostos por tais restrições. A inércia dos ICPs em esboçar reações a tendências, mudanças e estímulos no ambiente externo, também se configura como inibidor do grau de autonomia de um ICP, agindo como uma força contrária à mudança (SALLES-FILHO; BONACELLI, 2010), promovendo estabilidade e mesmo desmotivação para mudanças.

Não obstante esses fatores restritivos à mudança nos ICPs, entende-se que os modelos de gestão nessas organizações, bem como as deliberações internas de suas lideranças em torná-los dinâmicos, pró-ativos e robustos, são importantes e podem ajudá-los na definição de processos de evolução organizacional e construção de competências distintivas em atenção a transformações no contexto externo. A ampliação e renovação das capacidades internas dos ICPs são, assim, cruciais para eles responderem (ou se anteciparem) a mudanças contextuais e mesmo 'abrir' novas opções estratégicas a serem exploradas.

Outra limitação do PEPT é a pouca profundidade com que é tratada a difusão de práticas de gestão dos ICPs, realizada por meio de seminários de disseminação e criação de bancos de dados. Estas iniciativas são mecanismos de busca e retenção de rotinas e práticas gerenciais, que visam mantê-las ou replicá-las de um ICP para outros, preservando o conhecimento e a acumulação de práticas selecionadas por grupo de especialistas na gestão de ICPs. Embora seja uma estratégia importante de difusão e retenção de conhecimento, há restrições à replicação de práticas

e muitas organizações se enganam ao tentar buscar referenciais a serem seguidos, como se um padrão de práticas de gestão pudesse ser facilmente transposto de um contexto e replicado em outro. Rotinas e práticas têm uma componente tácita e sua absorção e transferência direta podem ser tarefas complexas, arriscadas e pouco efetivas. A diversidade de ICPs torna exercícios de benchmarking uma prática mais difícil, pois não há um conjunto único de práticas para os ICPs. Cada instituto tem seus próprios pontos fortes, fraquezas e potenciais. Cada um deles atua em um ambiente econômico diferente e tem papéis específicos no Sistema de Inovação.

Assim, o acesso às informações divulgadas nos seminários e no banco de práticas de gestão é apenas um ponto de partida para institutos que se valham daqueles canais de busca para introduzir e principalmente aperfeiçoar variações, não sendo suficiente para mudar as rotinas e práticas organizacionais dos ICPs, dado que muitas barreiras culturais naquelas organizações inibem sua transferência pura e simples. Não se pode prescindir de atividades complementares relativas a comunicação, abordagens cognitivas e desenvolvimento de compreensões compartilhadas a partir de interações sociais. Ou seja, o sucesso na 'reconstituição' de rotinas e práticas empreendidas em outros ICPs é fortemente condicionado pelas capacidades de absorção acumuladas no ICP adotante. Assim, a eficácia na transferência de conhecimento nos ICPs implica a necessidade de construção dessas capacidades nos mesmos para que eles compreendam, enxerguem valor, reflitam sobre e enraízem esses processos na sua prática.

Por fim, outra preocupação do PEPT é sua pouca aderência a políticas de C,T&I, ou seja, sobre o ambiente externo (v.g. informar policy makers e ajudar na definição/monitoramento de políticas públicas). Nem o MCTI, CNPq ou FINEP usam concretamente os indicadores da ABIPTI para fins de gerar políticas públicas voltadas aos ICPs ou mais gerais, de CT&I. Conclui-se disso que a base de indicadores se presta muito mais à medição de resultados de processos organizacionais nos ICPs do que à condução de políticas públicas pelos próprios atores envolvidos no sistema de CT&I no país.

De outro lado, falta uma visão estratégica naquele movimento em torno do PEPT, de vincular a discussão de melhoria gerencial dos ICPs a uma problemática de PCT, em que eles deveriam estar inseridos como atores fundamentais no processo de desenvolvimento. Ou seja, o PEPT deveria estar contido em algo maior, que apontasse na direção da estratégia dos ICPs como elementos importantes ao desenvolvimento nacional. Da parte dos policy makers que legitimaram aquela iniciativa (MCTI, CNPq e Finep) não houve muita ênfase/proatividade no processo político em torno do PEPT, nem aproximação dos mesmos à Abipti para buscar discutir estratégias e planos de transformação dos ICPs, com pouco interesse dos atores políticos em contribuir mais incisivamente para a construção, revisão/reformulação do PEPT como um programa de apoio ao desenvolvimento dos ICPs.

O MCTI não deu o devido apoio a essa iniciativa, nem reconheceu a importância de ter um papel mais forte em criar uma ação mais robusta de desenvolvimento dos institutos, já que tanto a Abipti quanto as unidades de pesquisa do MCTI participantes do PEPT cobravam uma posição mais enfática do MCTI quanto ao tipo de apoio que deveria ser dado ao PEPT e um envolvimento proeminente. Na verdade, o MCTI perdeu uma boa oportunidade de ampliar sua governança sobre os ICPs, usando o mote da capacidade de mobilização de ICPs que o PEPT gerou, de se envolver mais diretamente e induzir reflexões e direcionamentos naquela iniciativa para algo mais consistente, fundamentado e urgente, que são a reformulação de suas missões e a criação/revisão de rotinas e capacidades organizacionais nos ICPs, que possibilitem a esses atores ampliar sua capacidade de resposta face às transformações no ambiente técnico-científico e institucional em que estão inseridos.

A construção de modelos de gestão nos ICPs precisa ser contemplada na Política Científica e Tecnológica e uma maior percepção de oportunidades e ampliação de possibilidades de ação nessas organizações dependem disso. A ebulição das construções em torno do PEPT poderia vir a ser, na realidade, um 'trunfo' para o MCTI incorporar em sua prática elementos do aprendizado dos ICPs no PEPT, introduzindo uma dinâmica mais indutora de mudanças nos modelos de gestão daquelas organizações.

4. Conclusões

O PEPT influenciou pouco o processo de transformação organizacional dos ICPs que o adotaram, muito em função de razões internas às organizações, tais como a falta de liderança que apostasse na ideia, descontinuidade e dificuldades de disseminação para o restante do ICP, cultura arraigada em muitos institutos, muitas vezes impermeável a esse tipo de mudança, e mesmo de lideranças apáticas/avessas a novas experimentações. Ambientes de P&D têm muitas condicionantes à absorção de rotinas gerenciais, que são impactados, também, pelo comprometimento e conscientização de dirigentes, pesquisadores e demais profissionais atuando em um ICP, assim como o conjunto de normas, regras, valores, costumes e hábitos que delimitam a cultura dessas organizações. Nesses ambientes, inovações organizacionais têm dificuldade de prosperar.

O modelo que instrumentalizou o PEPT – o MEG/PNQ – acolhe a ideia importante de melhoria contínua que tem alguma aderência com o que vêm dizendo evolucionistas da economia. Modelos que incorporam a lógica da melhoria contínua podem induzir nos seus aplicantes padrões de comportamento e ação (rotinas, heurísticas etc.) voltados à resolução de problemas organizacionais e suas atividades podem promover um modo de aprendizagem organizacional baseado na filosofia de se 'fazer melhor as coisas já existentes', resultando em mudanças incrementais,

mediante refinamentos em variações existentes. A consideração do PNQ na constituição dos modelos de gestão dos ICPs traz elementos novos e motivadores, podendo contribuir para a identificação, revisão e aperfeiçoamento de rotinas e práticas organizacionais nos mesmos. Na prática, fornece um roteiro que permite o planejamento da melhoria da gestão dos ICPs. Entretanto, uma das maiores dificuldades dos ICPs que aderiram ao PEPT e decidiram apostar no MEG/PNQ está justamente em fazer disso algo presente em seu cotidiano.

Por outro lado, o MEG/PNQ não capta especificidades dos ICPs, não capta questões importantes relativas ao sistema de C&T, como sua política, as práticas de fomento e o arcabouço legal e regulamentar, fundamentais na definição de espaços de atuação e modelos gerenciais nos ICPs, bem como do desempenho dessas organizações. Logo, modelos como o PNQ não são suficientes para o processo de transformação dos ICPs. Em parte, ele melhora a caracterização de onde estão os problemas, mas os problemas dos ICPs são mais complexos do que apenas implantar as rotinas previstas no MEG/PNQ. A discussão de melhoria gerencial precisa estar vinculada a uma problemática de PCT.

Mesmo que rotinas de melhoria contínua e medição e gestão baseada em indicadores não tenham sido enraizados nos mesmos, bem como haja descontinuidade em muitas das práticas que haviam sido introduzidas, em grande parte dos ICPs se percebem ganhos residuais. O não enraizamento desses elementos é crítico, pois os comportamentos/rotinas que promovem a melhoria contínua têm de ser aprendidos e reforçados para que uma capacidade de melhoria contínua se efetive, resultado de um processo cumulativo e hierarquizado. Desse modo, subsequente à introdução de novos padrões de comportamento, devem vir ações de articulação e fortalecimento do comportamento, repetidas o suficiente para ele ser enraizado. Isso não se verifica no caso do PEPT, mas sim, forte inércia de vários ICPs em introduzir aprendizagem baseada na melhoria contínua em seus processos organizacionais.

Assim, considera-se que, devido à multiplicidade de novos eventos no ambiente da C,T&I brasileira na última década, é difícil compreender e isolar a real e exclusiva contribuição do PEPT para os ICPs. Desse modo, estabelecer uma forte correlação entre resultados de desempenho obtidos pelos ICPs e a adoção das metodologias propostas no PEPT careceria de legitimidade.

Entretanto, mesmo com todas as críticas e limitações imputadas ao PEPT, não é exagero afirmar que ele foi a mais importante iniciativa organizada de apoio à modernização gerencial nos ICPs na última década. O principal aspecto que configura a sua importância está na capacidade que teve de mobilizar um contingente expressivo e diversificado de institutos, assim como pela constituição de um fórum de discussão de problemas de gestão e organização de ICPs, envolvendo grande diversidade dessas instituições na troca de informações e experiências e difusão de práticas de gestão.

Conclui-se, também, que metodologias como o MEG/PNQ apresentam uma limitação intrínseca à sua proposta, i.e. seu viés fortemente voltado para o aperfeiçoamento contínuo. O foco demasiado nessa estratégia pode limitar a capacidade de inovação dos ICPs, uma vez que, ficando 'presos' nesses ciclos de melhoria contínua, os ICPs podem não perceber a necessidade de 'pensar fora da caixa' sobre seus problemas e de se moverem 'para fora' do sistema prevalecente e construírem novos modelos representativos do ambiente em que atuam e, consequentemente, não empreenderem esforços de criação de novas rotinas e capacidades organizacionais.

Os modelos de gestão dos ICPs deve(ria)m ser construídos/aperfeiçoados de modo a ampliar sua autonomia, tendo como questões de fundo o fortalecimento da missão institucional e as construções teórico-conceituais em torno das capacidades dinâmicas e de absorção. Além disso, capacidades, regras de decisão e estruturas de governança são geradas em um processo de aprendizagem e adaptação e co-evoluem com o ambiente em que estão inseridas. A construção de capacidades de absorção pode ser uma estratégia fundamental para os ICPs ampliarem sua autonomia, pois possibilitam a valorização de elementos como flexibilidade e autonomia, fundamentais à 'boa' gestão de organizações de P&D. Embora haja muitos elementos restritivos a mudanças nos ICPs, entende-se que são seus modelos de gestão e particularmente o empenho de suas lideranças em torná-los dinâmicos, pró-ativos e robustos, que podem contribuir para que essas organizações definam processos de evolução organizacional e construção de competências distintivas. A ampliação e renovação das capacidades dos ICPs são cruciais para eles responderem ou se anteciparem a mudanças contextuais e mesmo 'abrir' e explorar novos caminhos e possibilidades.

Desse modo, a atuação dos ICPs brasileiros deveria conter as seguintes premissas, que expõem a centralidade das capacidades de absorção em processos inovativos: i) estabelecimento de P&D exploratório para desenvolver novas capacidades; ii) desenvolvimento de trabalho complementar para refinar e explotar esses conhecimentos, de modo não padronizado; e iii) explotação mais rotinizada desses conhecimentos. Atenção a recorte que contemple este perfil de atividades de um ICP é importante inclusive como modo de firmar a posição de que sem capacidades de fazer pesquisa, essas instituições não sobrevivem. Isto é, a identidade distintiva, legitimação e efetividade dos ICPs no longo prazo dependem de relativa densidade técnico-científica em suas atividades e transferência de conhecimentos para a sociedade, não obstante a importância da oferta de serviços técnicos especializados.

Os ICPs brasileiros, em geral não têm acompanhado (ou se antecipado) as mudanças em seu ambiente de atuação. Vários elementos do histórico organizacional dos ICPs brasileiros se impõem sobre o presente, retendo experiências em suas rotinas e práticas que perduram como o modo 'certo' de pensar os problemas e de fazer as coisas promovendo estabilidade no comportamento dos indivíduos, além de rigidez e inércia organizacional, que restringem a capacidade dessas organizações identificarem oportunidades no ambiente externo. Vários ICPs brasileiros se 'estabiliza-

ram' em suas atividades e rotinas usuais, criando-se com isso toda sorte de dificuldades em desenvolver e aplicar modos alternativos de planejamento e ação que os levem a processos inovativos.

Algumas das manifestações que evidenciam isso são as contínuas dificuldades de identificação e atendimento de demandas da sociedade, assim como (e talvez especialmente) a dificuldade em antecipá-las e a inexistência/pouca efetividade de mecanismos e estruturas que favoreçam a troca constante de informações com seu ambiente. O processo evolutivo ocorre onde há intercâmbio contínuo de energia, matéria e informações com o meio externo. O aumento na capacidade de resposta dos ICPs depende muito dessa troca constante de informações com outras organizações.

O que se deseja para os ICPs é que eles ampliem sua capacidade de resposta a mudanças no contexto econômico e social do país (responsiveness). Mas para isto acontecer se faz necessária uma mudança de mentalidade e cultura na construção/revitalização dessas organizações, tanto da parte dos próprios ICPs, como também dos governos. É preciso avançar em termos de abertura dessas organizações para absorção de progressos e novos modos de se fazer as coisas. Entretanto, se não houver mecanismos que permitam troca constante de informações entre os próprios ICPs e entre eles e outras organizações de seu ambiente (e de fora dele), que permitam aos mesmos a geração de respostas rápidas, a propensão natural é haver inércia organizacional

Referências

ABIPTI. As melhores práticas operacionais para a gestão das instituições de pesquisa tecnológica: experiências e perspectivas quanto à aplicação da metodologia de melhores práticas operacionais da Waitro. Seminário Internacional. **Anais**... . Brasília: ABIPTI; Manaus: FUCAPI, 2000.

ALBUQUERQUE, L.C. Geração de riqueza: o papel dos institutos de pesquisa. In: Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação, 3, 2005, Brasília. **Anais**... Brasília: MCT/CGEE/ABIPTI.

ALBUQUERQUE, M.E.E. **Modelos de 'excelência' gerencial nos institutos e centros de p&d brasileiros**: entre falácias, modismos e inovações, 2011. 292f. Tese (Doutorado em Política Científica e Tecnológica) – Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

ARAOZ, A. Industrial technology research institutes in Latin América: their role in the 1990's. In: Seminário Internacional: "O papel dos institutos de pesquisa em tecnologia industrial". 1996, São Paulo. **Anais**... Brasília: Associação Brasileira das Instituições de Pesquisa Tecnológica. pp.13-34.

CHORN, N.H. Total quality management: panacea or pitfall? **International Journal of Physical Distribution & Logistics**. v.21, n.8, pp.31-35, 1991.

COHEN, W.M., LEVINTHAL, D.A. Absorptive capacity: a new perspective on learning and innovation. **Administrative Science Quarterly**. v.35, n.1, pp.128-152, Mar.1990.

DALE, B.G. **Managing quality**. 4.ed. Malden–Oxford–Melbourne– Berlin: Blackwell Publishing, 2003.

DOSI, G., MARENGO, L. Some elements of an evolutionary theory of organizational competences. In: ENGLAND, R.W. (Ed.). **Evolutionary concepts in contemporary economics**. The University of Michigan, 1994, pp.157-178.

DOSI, G., MARENGO, L., FAGIOLO, G. Learning in evolutionary environments. **LEM - Working Paper Series**, 2003/20, Pisa, Laboratory of Economics and Management - Sant'Anna School of Advanced Studies, Oct. 2003, 90p.

FNQ. **Critérios de excelência 2010**: avaliação e diagnóstico da gestão organizacional. São Paulo: Fundação Nacional da Qualidade, 2009.

FPNQ. **Critérios de excelência 2001**: o estado da arte da gestão para a excelência do desempenho. São Paulo: Fundação para o Prêmio Nacional da Qualidade, 2001.

GARCIA, A.E.B., SALLES-FILHO, S.L.M. Trajetória institucional de um instituto público de pesquisa: o caso do Ital após 1995. **Revista de Administração Pública**. v.43, n.3, pp.661-693, 2009.

GIESBRECHT, H.O., ALBUQUERQUE, M.E.E. Processo, estrutura e análise de indicadores de desempenho de instituições de pesquisa tecnológica. In: CONGRESSO ABIPTI 2002: PESQUISA TECNOLÓGICA PARA INOVAÇÃO E COMPETITIVIDADE DAS EMPRESAS. II, 2002, Curitiba. **Anais** ... Brasília: Associação Brasileira das Instituições de Pesquisa Tecnológica, 2002. cd-rom.

HARRINGTON, H.J. The fallacy of universal *best practices*. **The TQM Magazine**. v.9, n.1, pp.61-75, 1997.

HAYES, R. et al. **Produção, estratégia e tecnologia**: em busca da vantagem competitiva. Porto Alegre: Bookman, 2008.

KAHAN, M. **Orientação de negócios nos institutos de pesquisa tecnológicas industriais brasileiros:** um estudo exploratório. 2003. 145f. Dissertação (Mestrado em Administração) – Departamento de Administração, Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo.

KANJI, G.K. **Measuring business excellence**. London, New York: Routledge, 2002.

McCABE, D., WILKINSON, A. 'The rise and fall of TQM': the vision, meaning and operation of change. **Industrial Relations Journal**. v.29, n.1, pp.18-29, 1997.

MIRANDA, A. de. Total quality management and inequality: the triple helix in global historical perspective. **Science, Technology, & Human Values**. v.28, n.1, pp.34-51, Winter 2003.

NEWELL, S. The fallacy of simplist notions of the transfer of "best practice". In: BUENO, A., POULFELT, F. **Challenges and issues in knowledge management**. Charlotte: Information Age Publishing, 2005, pp.51-67.

PIGNANELLI, A. **Qualidade x desempenho**: mito ou realidade. 2007. 131f. Dissertação (Mestrado em Administração) – Escola de Administração de Empresas de São Paulo, FGV, São Paulo.

POLLITT, C. Reformas da gestão pública: a experiência internacional pode ser transferida? **Seminários Internacionais**: A nova gestão pública em debate. ENAP, 2002, 23p.

SALLES-FILHO, S.L.M., BONACELLI, M.B. Trends in the organization of public research institutions: lessons from the Brazilian case. **Science and Public Policy**. v.37, n.3, pp.1-12, 2010.

SKYRME, D.J. Are your *best practices* really the best? **I3 Update/Entovation International News**. n.54, 4p., 2001. Disponível em: *http://www.skyrme.com/updates/u54_f1.htm*. Acesso em 14 nov. 2009.

SOUZA NETO, J. A. de. **Manual de elaboração de planos de negócios em institutos de pesquisa em tecnologia industrial**. Brasília: ABIPTI, 1998.

SZULANSKI, G. Exploring internal stickiness: impediments to the transfer of best practice within the firm. **Strategic Management Journal**. v.17, Winter Special Issue, pp.27-43, 1996.

ZAHRA, S.A., GEORGE, G. Absorptive capacity: a review, reconceptualization, and extension. **Academy of Management Review**. v.27, n.2, pp.185-203, 2002.

Condições históricas e aspectos atuais da C&T na Região Metropolitana do RJ: notas preliminares de pesquisa*

*Brasilmar Ferreira Nunes**, Heitor Vianna Moura****

Resumo

O presente artigo apresenta a relação entre o espaço urbano/metropolitano da cidade do Rio de Janeiro e a produção da ciência e da tecnologia que se pratica na cidade. Ao longo do texto, os autores apontam os caminhos que se podem percorrer para comprovar que a cidade oferece bases físicas e estruturais como fatores de indução no avanço de determinadas atividades no campo científico e tecnológico nacional.

Palavras-chave: Rio de Janeiro, Ciência. Tecnologia. Região Metropolitana.

Abstract

This paper presents the relationship between the urban / metropolitan city of Rio de Janeiro and the production of science and technology that is practiced in the city. Throughout the text, the authors point out the paths you can go to prove that the city offers a physical basis and structural factors such as induction of certain activities in the advancement in national scientific and technological system.

Keywords: *Rio de Janeiro. Science. Technology. Metropolitan Region.*

* Pesquisa em curso na UFF/Depto de Sociologia apoiada pela Faperj

** Professor titular da Universidade Federal Fluminense (UFF), Programa de Pós-graduação em Sociologia, Pesquisador do CNPq e Faperj.

***Bolsista PIBIC/Depto de Sociologia UFF.

1. Introdução

O objetivo que iremos perseguir neste artigo é o de discutir a relação entre o espaço urbano/metropolitano do Rio de Janeiro e a produção da ciência e da tecnologia que aqui se pratica. São duas dimensões que iremos procurar articular, considerando que as bases físicas e estruturais que uma cidade oferece podem ser tratadas enquanto fatores de indução no avanço de determinadas atividades. Tais pressupostos nos apontam os caminhos que iremos percorrer para comprovar esses argumentos. Articular um ambiente científico a um ambiente urbano pode parecer óbvio num primeiro momento, mas estamos interessados em analisar o grau de inter-relação entre essas duas dimensões no sentido de mostrar que um espaço urbano é muito mais do que o aglomerado de pessoas, imóveis e equipamentos coletivos, mas que suas características sócio-culturais devem ser consideradas como fatores locacionais para inúmeras atividades, inclusive a prática cientifica. Particularmente a atividade científica, vista no seu conjunto, se beneficia de fatores oferecidos pelo ambiente intelectual da cidade, o que poderia explicar em parte a importância da Região Metroplitana do Rio de Janeiro no cenário da ciência no Brasil.

Alguns elementos analíticos são então necessários para avançarmos no objetivo proposto. Inicialmente, a própria concepção de ciência. Merton (1973), discutindo o tema, nos chama atenção para a multiplicidade de coisas que poderiam ser entendidas como ciência, tais como os métodos utilizados e que fazem avançar o conhecimento, o próprio acúmulo de saberes produzidos a partir da utilização desses métodos ou mesmo um conjunto de valores culturais e costumes que governam as atividades cientificas. Mesmo sem estabelecer distinção entre ciência e tecnologia[1], não se pode esquecer que o grande movimento que se iniciou nos últimos séculos da Idade Média européia, a expansão do moinho de água por volta do século 12, depois a invenção do relógio mecânico, a técnica se impôs rapidamente como um dos principais componentes desta civilização e deu origem à atual civilização industrial que conhecemos hoje. Schwartman (1979), com base nesse entendimento e analisando a formação da comunidade científica no Brasil, procura relacionar a atividade científica com as características mais gerais dos sistemas sociais e econômicos em que elas se dão e vice-versa, ou seja, o impacto que a atividade cientifica exerce sobre o sistema social e produtivo da sociedade. Mesmo sendo esse impacto crucial para explicar as características das sociedades contemporâneas, não se pode esquecer que a presença dos cientistas e pesquisadores, apesar de onipresentes, passa muitas vezes despercebida pela grande maioria. E, no entanto, estamos rodeados de objetos e situações resultantes da prática científica.

A questão permite, portanto, vários recortes e daí nosso interesse específico em discutir a relação que se cria entre a prática cientifica e o meio urbano, procurando mostrar, como veremos na sequência, a íntima relação entre ambos, a partir do caso da Região Metropolitana do Rio de

1 Podemos considerar por momento a tecnologia

Janeiro. A tentativa será descobrir o papel desempenhado pela cidade para que instituições e pesquisadores aqui se instalem, procurando detalhar os modos pelos quais expectativas oferecidas pela cidade atraem a crescente atenção de uma comunidade científica, bem como a maneira pela qual se estrutura a distribuição dessas práticas cientificas pelo território da metrópole. A tese fundamental que guia nossas reflexões é que esse ambiente científico apresentado pelo Rio de Janeiro é resultado de um processo histórico que paulatinamente vai consolidando a área como pólo de atração de instituições e pesquisadores e que essa característica é hoje um importante fator de desenvolvimento da própria cidade.

2. Aspectos históricos da institucionalização da ciência no Rio de Janeiro

2.1. O Rio de Janeiro e os primórdios da ciência no Brasil

A cidade do Rio de Janeiro e os municípios a ela conurbados formando a Região Metropolitana do Rio de Janeiro é hoje a aglomeração urbana mais importante do Brasil, logo após a de São Paulo. Essa importância se liga ao fato de ter sido a capital do país por um longo período, ao volume de população residente, ao fato de ser o segundo polo industrial nacional, além de apresentar um setor de comércio e prestação de serviços dinâmico e diversificado.

A institucionalização da ciência no Brasil remonta aos primeiros anos do descobrimento quanto em 1549 os jesuítas fundam na Bahia a primeira escola de "ler e escrever" no Brasil que se multiplica em Porto Seguro, Ilhéus, Espírito Santo, São Vicente e São Paulo nos anos seguintes. Em 1556, é fundado ainda na Bahia pelos mesmos jesuítas o Colégio de Todos os Santos, para o ensino de retórica, filosofia e teologia e, em 1557, é criado no Rio de Janeiro o Colégio do Rio de Janeiro.

A evolução do processo de institucionalização da ciência entre nós, vista com o recuo do tempo, parece tímida nos séculos 16 e 17, porém, não é de forma nenhuma desprezível, se levarmos em conta de que estávamos ainda num período primeiro de ocupação do território pelo império português. Naquele período, a Bahia ocupa posição de destaque, sobretudo porque Salvador era a capital da colônia; esta condição se prolonga até o século 19 quando, em 1808, a corte portuguesa se transfere para o Rio de Janeiro. Nesses três séculos que antecedem à passagem do Rio de Janeiro a capital do reinado português, o que se faz como ciência no Brasil é mais sobre o Brasil: sobretudo relatos e estudos de viajantes europeus que por aqui passaram. A título de curiosidade, em 1581 é concedido pelo Colégio da Bahia, com festejos de que participam toda a população local, os primeiros graus de doutor da colônia. No Rio de Janeiro, apesar de aparecer

em alguns momentos só em 1739, é criado o "Seminário dos Órfãos de São Pedro", mais tarde chamado de "São Joaquim", e posteriormente, em 1837, dará origem ao "Colégio D. Pedro II".

Sintetizando, portanto, o Rio de Janeiro recebeu no século 19 a corte portuguesa, se transformando em Vice-Reino da Colônia portuguesa, definindo as condições políticas institucionais que lhe trouxeram benefícios, recebendo investimentos na infraestrutura de forma a corresponder a esse papel político. D.João VI e seus sucessores tiveram importante papel na consolidação da cidade e na sua modernização. Com a proclamação da República, quando se torna capital da nação, os investimentos se consolidam e transformam a cidade no polo nacional que perdura por várias décadas ao longo do século 20. A transferência da capital política para Brasília em 1960, muda de forma abrupta a sua função política, porém, não chega a ameaçar as suas demais funções, sobretudo econômica, cultural e científica. No entanto, tal mudança fez com que o Estado entrasse na mesma lógica dos demais Estados na busca por recursos, uma vez que perdeu seu poder de pressão no Ministério da Ciência Tecnologia e Inovação (MCTI). Isso se agravou ainda mais após o período de redemocratização, no qual foi incentivada a criação de secretarias estaduais de C&T, tendo como resultado uma nova lógica de alocação de recursos para pesquisa, desta vez muito mais pulverizada.

Os dados apresentados no Anexo1 permitem perceber que a institucionalização da ciência no Brasil avança substancialmente no século 19 com a chegada da corte portuguesa no Rio de Janeiro. Essa cidade, junto com Salvador da Bahia, é a partir daí a principal referência para se visualizar a consolidação do que existia de instituições científicas no país no período. Lembremos que Salvador foi capital da colônia antes do Rio de Janeiro, apontando para uma estreita relação entre Estado e ciência no Brasil, relação esta que se estenderá ao longo do século 20[2]. Sem entrarmos numa avaliação dessa relação, pois fugiria ao escopo de nosso trabalho, não se pode negar a importância do processo de consolidação do campo científico no Brasil ter se iniciado durante o período em que a cidade do Rio de Janeiro era capital, uma vez que a cidade se transformou no principal polo cientifico do país, pelo menos até meados do século 20, quando São Paulo começa a adquirir importância neste particular.

2.2. As instituições cientificas no RJ ao longo do século 20

O século 20 marca um diferencial na lógica geográfica de implantação de instituições científicas no país. Sua principal característica é a presença de São Paulo, a partir da proclamação da república, com uma lenta e gradual transferência para aquele Estado de grande parte das novas ins-

2 Ana Maria Fernandes em sua tese de doutorado defendida em Oxford trata do assunto para o período do regime militar brasileiro na segunda metade do século 20 e desvenda essa relação por ela denominada de "atração e repulsa" quando vivíamos em pleno regime militar. Ver.FERNANDES A. "A SBPC e a comunidade cientifica brasileira". Edunb/Anpocs, 1983

tituições que se criam no país a partir de então. O Rio de Janeiro continua importante, mesmo porque se beneficia das instituições criadas anteriormente, além de ser ainda até os anos 1950 a capital política. Porém, a economia cafeeira se estende pelo sul (Minas, São Paulo e Paraná), atrai o setor industrial ainda incipiente, amplia o mercado de trabalho assalariado e, sobretudo, domina o aparelho do Estado com a política do "café com leite", deslocando para lá os novos investimentos, inclusive os voltados à prática científica.

Se acompanharmos cronologicamente esse processo vamos perceber que o Rio de Janeiro, na primeira metade do século 20, ainda ocupará posição de destaque, embora perca o seu quase monopólio observado ao longo do século 19. Em 1900 consolida-se na cidade a Fundação Oswaldo Cruz, atualmente ainda o maior centro de pesquisa fármaco-fisiológico do país. A Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), instalada em 1911, se destacou nos campos de experimentação de práticas agrícolas, formou os primeiros engenheiros agrônomos e médicos veterinários do Brasil. É na cidade que se instala a Academia Brasileira de Ciência (ABC), focada em três setores: ciências matemáticas, físico-químicas e biológica em 1916. Em 1920, o Presidente Epitácio Pessoa, unindo as faculdades isoladas da cidade, funda a Universidade do Brasil, mais tarde Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Em 1921, cria-se o Instituto Nacional de Tecnologia (INT), uma evolução da antiga "Estação Experimental de Combustíveis e Minérios, com a função de auxiliar a indústria brasileira em questões técnicas e tecnológicas fazendo pesquisas visando a melhoria da qualidade de produtos e matérias primas nacional.

Nas décadas seguintes, uma série de importantes instituições continua sendo criada no Rio de Janeiro e adjacências. Assim, temos, entre outras, as seguintes: o Instituto Nacional de Tecnologia (INT), 1934; Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1934; o Instituo Brasileiro de Economia (IBRE), 1949. Esta foi a primeira instituição a calcular o Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro, realizando estudos econômicos e estatísticos sobre o produto nacional, preços, salários, produção e comércio. Ele se subdivide em várias especialidades, Centro de Políticas Sociais (CPS), Centro de Economia e Petróleo, Centro de Estudos Agrícolas (CEA), Centro de Comércio Internacional e Centro de Crescimento Econômico; o Instituto de Matemática Pura e Aplicada (Impa), 1951, primeira unidade de pesquisa criada pelo recente Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq); e a Universidade do Distrito Federal (UDF), 1952, atual Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), e o Centro Nacional de Ensino e Pesquisas Agronômicas (CNEPA).

No governo Getúlio Vargas, em 1930, novas instituições vão surgir, no bojo de um processo de industrialização que se dinamiza no país. Merece destaque a criação em 1941 da Fábrica Nacional de Motores (FNM) e a Companhia Siderúrgica Nacional (CSN). Essas são as primeiras indústrias de base do país, criadas com recursos de um Acordo com os EUA e o governo brasileiro, para inicialmente alimentar a indústria bélica americana, além de fornecer matéria prima para a emergente indústria nacional. A Fundação Getúlio Vargas (FGV), criada em 1944, se volta para a

discussão acadêmica dos problemas relacionados ao desenvolvimento do país, particularmente questões econômicas e administrativas, exercendo forte estímulo na formação de um pensamento teórico que irá influenciar as políticas econômicas nacionais ao longo dos anos seguintes.

Algumas unidades industriais merecem ser lembradas, pois pertencendo aos setores de produção de bens duráveis ou bens de capital, têm um forte papel indutor de desenvolvimento tanto econômico como também científico e tecnológico. Assim, a Fábrica Nacional de Motores (FNM), surgida na década de 1940, tinha o propósito de fabricar motores aeronáuticos, mas acabou expandindo seu mercado para a fabricação de tratores e caminhões e tentou alavancar a economia industrial nacional. Em 1949, a FNM fez um acordo, junto à empresa italiana Alfa Romeo, para desenvolvimento de tecnologia para caminhões com motores nacionais. Com isso, a FNM obteve relativo sucesso entre as décadas de 1950 e 1970, quando a FNM é vendida para a Alfa Romeo, que mais tarde seria incorporada pela Fiat. Em 1985, devido a defasagem de tecnologia aliada a falta de investimentos pela própria Fiat, fez com que a FNM encerrasse suas operações.

Sobre a Companhia Siderúrgica Nacional (CSN), vale ressaltar que ela começou a operar com 100% do seu potencial somente no governo de Eurico Gaspar Dutra (1946-1951). Com o fim da II Guerra Mundial, a CSN mudou o foco e visava apenas a exploração de minérios de ferro e carvão para o desenvolvimento do Brasil, diversificando suas atividades e se transformando na maior indústria siderúrgica da América Latina e uma das cinco maiores do mundo.

Além da CSN e FNM, houve a criação de outras fábricas de porte no Rio de Janeiro no período do Estado Novo (1937-1945), como a Companhia Nacional de Álcalis (CNA) produzindo barrilha e sal em 1943 na cidade de Arraial do Cabo e a Vale do Rio Doce (hoje, Vale) voltando à mineração em 1942. A Vale do Rio Doce foi criada a partir da construção de uma estrada de ferro entre Vitória (ES) e Minas Gerais. Nessa construção foi descoberta a existência de uma grande reserva de minério de ferro naquela região. Também construída a partir de Acordos de Washington, a Vale expandiu-se lentamente nos primeiros 20 anos (nessa época, a Vale apenas tinha o papel de suprir as necessidades da CSN e de outras indústrias nacionais) e foi só na década de 1960 que começou a expandir os horizontes de seu mercado e obteve reconhecimento internacional na exploração e exportação de minério de ferro.

Em 1951, o governo brasileiro faz um grande avanço na área de pesquisas para o desenvolvimento nacional e cria dois dos mais importantes centros de fomento à pesquisa: o Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes). Surgida da ideia da Academia Brasileira de Ciências na década de 1930, o CNPq emerge da necessidade do desenvolvimento científico e tecnológico do Brasil, já que outras nações criaram agências de fomento à pesquisa e prosperavam. O Brasil, apesar de detentor de recursos minerais estratégicos, não possuía tecnologia necessária para maximização de seu aproveitamento. Vis-

to essa necessidade, o então presidente Eurico Gaspar Dutra sanciona uma lei para a criação do CNPq, vinculado a Presidência da República. O CNPq era uma espécie de "estado-maior da ciência, da técnica e da indústria, capaz de traçar rumos seguros aos trabalhos de pesquisas científicas e tecnológicas do país", desenvolvendo e coordenando-os de modo sistemático. Antes chamada de Campanha Nacional de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, a Capes tem a missão de "assegurar a existência de pessoal especializado em quantidade e qualidade suficientes para atender às necessidades dos empreendimentos públicos e privados que visam ao desenvolvimento do país". Sendo órgãos de governo ambos são sediados no Rio de Janeiro, então capital, e só seriam transferidos para Brasília nos anos 1960.

Em função do desenvolvimento acelerado da indústria no período getulista dos anos 1950, foi relevante o aumento do número de veículos automotivos favorecendo assim a expansão da malha rodoviária brasileira. Com isso, viu-se a necessidade da procura por matéria prima para abastecer o país. Foi então que Vargas criou em 1953, no Estado do Rio de Janeiro, a instituição de maior sucesso no Brasil: a Petróleo Brasileiro S.A (Petrobras). Com a criação da Petrobras, aumentou-se a demanda de mão de obra técnica especializada no Rio de Janeiro, motivando a criação de escolas técnicas para atender a demanda do setor petrolífero. O acervo do antigo Conselho Nacional de Petróleo (CNP) é absorvido pela nova empresa, bem como suas atividades de exploração, produção, refino, comercialização e transporte de gás natural, petróleo e derivados do mesmo para todo o território nacional, neste setor onde a Petrobrás se torna a líder.

Uma empresa desse porte gera efeitos multiplicadores no seu lugar sede. Assim, já em 1955, em parceria com a UFRJ, cria o Centro de Aperfeiçoamento e Pesquisas de Petróleo (Cenap) voltado à formação de pessoal qualificado em pesquisa petrolífera e na implementação de pesquisas de cunho tecnológico. Posteriormente, em 1963, as atividades do Cenap se expandindo, consolida a pesquisa petrolífera e na formação de pessoal qualificado no país. A Cenap, hoje denominada de Cenpes, atua, sobretudo, na adaptação de tecnologias importadas para as condições e padrões nacionais. Hoje, a Petrobras opera em mais de 27 países e é a quarta maior empresa petrolífera de capital aberto do mundo, a terceira maior empresa de todo continente americano, no que diz respeito ao seu valor de mercado e a sexta maior empresa do mundo.

Em 1960 é fundada a Universidade Federal Fluminense (UFF). A universidade foi criada a partir da também incorporação de faculdades já existentes na cidade de Niterói. A UFF vem se somar a outras universidades federais e estaduais no Rio de Janeiro, contribuindo para consolidar o setor de ensino universitário público na área, sem dúvida um dos mais importantes no país. A chegada dos militares ao poder, em 1964, vai provocar uma mudança nos rumos do ensino e da pesquisa no país. Com o novo regime político a ciência e a tecnologia passam a compor itens do programa governamental, através da visão militar de segurança nacional, algo já presente nos argumen-

tos que sustentaram a criação do CNPq nos anos 1950. O país deveria assegurar sua autonomia científica e tecnológica entendida como questão estratégica.

No Rio de Janeiro, os militares criaram a Companhia de Desenvolvimento Industrial do Estado do Rio de Janeiro, em 1964, com o objetivo de estruturar as áreas industriais do Estado. Foi a partir desta Companhia que emergiu a ideia e a construção da Usina Nuclear de Angra dos Reis, que colocou o Estado do Rio em um lugar ímpar em relação à administração de tecnologias consideradas de primeiro mundo. A Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto (Usina de Angra dos Reis) surgiu da ideia já postulada em 1950, do programa nuclear brasileiro, do CNPq. A CNAA é composta por três grandes usinas (Angra I, Angra II e Angra III) e só foi começar suas operações no ano de 1982.

Também na década de 1960, foram instituídos pelos militares novos centros de apoio à ciência e a tecnologia no Estado do Rio, como a Federação das Escolas Federais Isoladas do Estado do Rio de Janeiro (Fefierj), que no fim da década de 1970 viria a se tornar a Universidade do Rio de Janeiro (Unirio) (instituição pública e federal) e a Finep (1967).

Criada em 1967 para institucionalizar o Fundo de Financiamento de Estudos de Projetos e Programas de 1965, a Finep substituiu e ampliou o papel exercido pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) e seu Fundo de Desenvolvimento Técnico-Científico (Funtec), constituído com a finalidade de financiar a implantação de programas de pós-graduação nas universidades brasileiras. A Finep foi a responsável pela promoção, expansão e consolidação da infraestrutura de pesquisas nas áreas de ciência e tecnologia nas universidades brasileiras, particularmente no Rio de Janeiro, destacando a criação do Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia (Coppe), o maior conglomerados de estudos e pesquisas de engenharia no país, assim como da América Latina, sediada dentro da própria UFRJ.

Na década de 1970 foi fundado pelos militares o Centro de Tecnologia Mineral (Cetem), que se constituía de uma série de centros de pesquisas dentro da UFRJ. A criação do Cetem veio precedido por um discurso da política militar que pretendia dotar o país de um aporte de desenvolvimento científico e tecnológico no setor mínero-metalúrgico. Em 1971, como resultado da fusão de três instituições existentes com tradição em pesquisa (Instituto de Tecnologia Alimentar, Instituto de Tecnologia de Óleos e Instituto de Tecnologia de Bebidas e Fermentações), surgiu o Centro de Tecnologia Agrícola e Alimentar (CTAA), que tem como principal função estimular e promover a melhoria da eficácia e eficiência dos sistemas de produção agropecuários, agroflorestais, agroindustriais e ambientais em suas referências específicas, por meio de trabalhos de pesquisa coordenados pela Embrapa.

Na década de 1980, os militares fundam na cidade de Petrópolis o Laboratório Nacional de Computação Científica (LNCC), especializado em computação científica e modelagem computacional, atuando como unidade de pesquisa científica e desenvolvimento tecnológico do governo militar e como órgão governamental provedor de infraestrutura computacional de alto desempenho para a comunidade científica e tecnológica nacional.

Em 1985, talvez o último ato de incentivo à pesquisa antes da abertura política, o governo militar funda o Museu de Astronomia e Ciências Afins (Mast). O Mast, vinculado ao CNPq, é uma instituição já idealizada pelo Grupo Memória da Astronomia (1982) no âmbito do Observatório Nacional que trabalha com a história científica e tecnológica do Brasil, ao mesmo tempo em que promove e estuda a divulgação e a educação em ciências.

O Estado do Rio de Janeiro, historicamente, foi peça fundamental na estruturação do país, no que diz respeito à formação de mão de obra qualificada, de novas tecnologias e pesquisas. Estas, quando passam a ser parte integrante de uma política nacional de planejamento, contribuíram de maneira significativa para o desenvolvimento nacional. Além do mais, o Estado beneficiou-se dos maiores investimentos em infraestrutura do governo federal até a década de 1960, período pelo qual foi capital do Brasil, condição que certamente lhe trouxe vantagens. Sendo assim, o Rio de Janeiro administrou seus projetos e deixou um legado de infraestrutura científica e tecnológica para o Brasil. Mesmo com a transferência da capital para Brasília, o Rio de Janeiro mantém suas instituições atraindo novos incentivos à pesquisa, resultado de um longo processo histórico de consolidação de seu parque científico e tecnológico.

Vimos assim que ao longo do século 19, durante o regime monárquico, o Rio de Janeiro praticamente define o seu papel na ciência brasileira, papel esse que se mantém mesmo se ao longo do século 20 vai dividir com outros estados brasileiros a localização de novas instituições que irão surgir. Schwartman (op.cit, 150 e seg.) procura discutir essa condição, sobretudo quando o Estado de São Paulo desponta como centro privilegiado nessa dimensão. O autor irá se deter nessa elação entre São Paulo e Rio de Janeiro e mostrar como sendo o Rio de Janeiro capital há uma cultura do funcionalismo público que prejudica a contratação e a remuneração do trabalho cientifico, enquanto que São Paulo, mais dinâmico e menos impregnado de políticas clientelistas, consegue arregimentar os melhores quadros para as instituições que ali se implantam. O efeito disso é que as instituições cariocas passam por um período de declínio enquanto as de São Paulo florescem. De forma ambígua, entretanto, será no Rio de Janeiro que se assiste ao "surgimento de uma ideologia de valorização da atividade cientifica da universidade e da nova racionalidade do século 20, que se dava de forma independente e sem relação direta e necessária com o trabalho cientifico profissional propriamente dito. É no Rio que surge "o grande movimento pela criação de uma verdadeira universidade no Brasil, em um projeto que, muito significativamente, só che-

gou a ser concretizado em São Paulo". Vejamos alguns aspectos desse processo nos anos mais recentes, a partir da democratização do Estado nos anos 1980.

3. A pós-graduação na Região Metropolitana do RJ

A pós-graduação nas universidades brasileiras é um fenômeno da segunda metade do século 20 e tem relação com a perspectiva dos governos militares de ganharmos autonomia na esfera científica, colocada naquele momento como um dos elementos da estratégia de segurança nacional. Se essa política teve suas críticas, sobretudo sobre o avanço das ciências humanas, naquele momento sob controle de uma censura política, não se pode afirmar o mesmo para ramos das chamadas ciências duras. A física, a química, a biologia etc, não sofreram os efeitos do momento político na mesma proporção, sobretudo porque estavam inseridas nessa estratégia de autonomia e segurança nacional. O exemplo da instalação da Usina Nuclear em Angra dos Reis é ilustrativo, mas não é apenas ali que temos evidências da prioridade militar: a criação da Coppe na UFRJ, a expansão da pesquisa na Amazônia através de estímulos ao Inpa, o estímulo aos cursos de engenharia nas politécnicas do país, especialmente no Sudeste. Os Planos Nacionais de Desenvolvimento (PNDs), elaborados ao longo dos anos 1960 e parte dos de 1970, colocam a C&T como áreas prioritárias confirmando esse diagnóstico. O fortalecimento da Capes no Ministério da Educação e o do CNPq na Secretaria da Presidência da Republica e, já nos anos 1980, a criação do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) comprovam o contínuo fortalecimento institucional dentro do Estado da política de desenvolvimento cientifico e tecnológico.

Essa expansão é plena de contradições, sobretudo em razão da lógica de "atração e repulsa" entre a comunidade científica e o Estado brasileiro. Resquício do clima imperante ao longo dos quase 20 anos de governo militar, não se pode, entretanto negar que nossas universidades sempre se beneficiaram das verbas públicas, pouco se articulando com a iniciativa privada, sobretudo no que se refere às pesquisas e a geração de conhecimento. Com a subida do partido PT à frente do governo em 2002, percebe-se um apaziguamento nessa relação, na medida em que houve estratégias diretas de fortalecimento da pesquisa nas universidades, acompanhado por uma política de valorização salarial dos docentes, abertura de vagas e criação de novas unidades universitárias públicas. Ao mesmo tempo, criam-se programas específicos de estímulo à entrada de novos grupos sociais no ensino superior através do Prouni e a melhoria das unidades físicas das universidades através do Reuni. O apoio e financiamento à pesquisa se modificam através da adoção de editais abertos ao conjunto das unidades e grupos espalhados pelo país, na tentativa de contrabalançar a excessiva concentração histórica das atividades científicas no eixo RJ/SP/BH.

O Estado do Rio de Janeiro nesse contexto vai disputar com outros Estados a aplicação de recursos em C&T, seja na formação de recursos humanos, seja no financiamento de projetos nas universidades ou agências especializadas. Conforme tivemos oportunidade de perceber, o Rio de Janeiro foi privilegiado historicamente para a implantação na RMRJ de inúmeras instituições de pesquisa, que lhe dá vantagens comparativas quando comparado com outros centros do país. Assim, mesmo com a supremacia de São Paulo, a RMRJ nunca perde sua importância mesmo depois de deixar de ser a sede da capital política do país. Esse "estoque" de instituições constitui um capital instalado de crucial importância, pois ela é o suporte para que ao longo do tempo vá se consolidando uma comunidade cientifica no RJ que desempenha papel importante na captação de recursos e no desenvolvimento de certos ramos da ciência na Região, caracterizando um circulo virtuoso entre a cidade, o cientista e a ciência. Essa dinâmica atravessa períodos de maior ou menor expansão, mas em nenhum momento abala sua importante posição no cenário científico nacional. Se analisarmos a variação do número de programas de pós-graduação nas últimas avaliações da Capes vemos que as instituições federais continuam até hoje sendo as mais importantes no cenário da produção da C&T no Estado (Quadro 1 anexo).

Considerando a segunda metade do século 20, e a partir de informações da Faperj, podemos constatar que os mais antigos cursos de pós-graduação no Estado são os cursos de mestrado em Matemática da Associação Instituto Nacional de Matemática Pura e Aplicada (Impa) e em Odontologia da UFRJ em 1960, e os cursos de doutorado em matemática, também do Impa, em Física, do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF), Ciências (Microbiologia), da UFRJ, todos os três iniciados em 1962. Se analisarmos a distribuição dos programas atuais, por ano de início (Gráficos 1 e 2 anexo), vemos que 10,78% foram criados na década de sessenta, 20, 06% na década de 1970, 7,49% na década de 1980, 20,96% na década de 1990, e 40,72% criados a partir do ano 2000, até julho. A queda observada nos anos 1980 tem relação com a chamada "década perdida" onde a redemocratização se deu em contexto de forte crise econômica que se refletiu em inúmeras esferas, inclusive nas atividades acadêmicas. Esta dinâmica se altera a partir dos anos 1990 e, sobretudo, nos primeiros anos do século 21, representando um aumento de quase 100% dos programas entre os dois períodos. A partir dos anos 1990 é que se percebe um crescimento mais vigoroso dos cursos de doutorado, e foi nesse período também que inicia o primeiro curso de mestrado profissional, modalidade que irá expandir nos últimos anos a partir de políticas de incentivo da Capes (Gráfico 2 anexo).

A análise da variação percentual do número de programas entre os dois últimos triênios de avaliação da Capes e deste último, até julho de 2008, segundo grande área de conhecimento (Quadro 2 anexo), revela que os programas da grande área multidisciplinar foram os que mais cresceram, com um aumento de mais de 64% entre os dois triênios e de quase 70% do último triênio até julho de 2008. Considerando a variação entre o triênio 2001-2003 e julho de 2008, esta área teve um aumento de 179% na oferta de programas de pós-graduação. Em segundo lugar em

crescimento, vem os programas da grande área de ciências da saúde, com uma variação percentual de 30% entre os dois últimos triênios, 14% entre o último triênio e julho de 2008 e de 48% para todo o período. As áreas com menor crescimento na oferta de programas foram as de ciências exatas e da terra, linguística, letras e artes esta com 0% de crescimento do último triênio de avaliação até julho de 2008 e a grande área de ciências biológicas (Quadro 2 anexo).

Observando-se a variação do número de programas segundo conceito na avaliação da Capes (Quadro 3 anexo), destaca-se o não crescimento do número de programas com conceitos 6 e 7. Os primeiros, em todo o período, aumentaram apenas em um programa, enquanto os de conceito 7 tiveram 0% de crescimento. O número de programas com conceito 5 também variou pouco, cerca de 6% e 1%, respectivamente, entre os dois últimos triênios e na primeira metade do atual triênio. Os programas com conceitos menores 3 e 4 foram os que mais cresceram. Esse quadro apresenta os efeitos não só da intensificação no número de novos programas, que em geral iniciam com conceitos mais baixos, mas parece também refletir um aumento no nível de exigência e um maior rigor nos critérios de avaliação da Capes, resultando em maiores desafios para que os programas sejam classificados em níveis de excelência e também, eventualmente, gerando a reclassificação de programas em conceitos mais baixos do que os que se encontravam anteriormente.

Essa rápida demonstração da situação da pós-graduação no Rio de Janeiro permite algumas considerações. Em primeiro lugar, fica evidente a dinâmica de crescimento de programas de pós-graduação nas instituições cariocas. Se levarmos em conta que a pesquisa se faz, sobretudo em instituições com programas de pós-graduação, e se considerarmos ainda que a RMRJ concentre praticamente a grande maioria dos programas de pósgraduação do RJ, podemos deduzir que se repete a posição histórica da área como polo científico do Estado. Por outro lado, se tomarmos os índices de avaliação da Capes da pós graduação brasileira ao longo da primeira década dos anos 2000, o RJ não apresenta aumento nos níveis de excelência (notas 6 e 7); temos sim um crescimento significativo nos Programas com notas 3 e 4 apontando para um aspecto que merece destaque: a dinâmica de criação de cursos novos é intensa na área, apontando para uma forte presença de estímulos à C&T, porém os ganhos em excelência não estão se manifestando com a mesma intensidade. O dado indica que de fato, observa-se dentro da RMRJ uma criação de "ilhas de excelência" numa situação similar ao que se constata a nível nacional entre diferentes universidades nos Estados da Federação; aponta ainda que além de incentivo à criação de novos programas de pós-graduação deve ainda haver esforços a serem desenvolvidos para a melhoria qualitativa dos programas de pós-graduação no Estado.

Com relação ao uso do termo "ilhas de excelência", é pertinente pontuar o re-direcionamento parcial que ocorreu na gestão de C&T na década de 1990 no país, apontado por Baumgarten (2007). Frente à escassa disponibilidade de recursos devido ao momento recessivo da economia nacional e hegemonia de um discurso neoliberal, se optou por um crescimento vertical do setor

de C&T, ou seja, a orientação do setor a partir do princípio de "excelência". Tal discurso acabou por intensificar as assimetrias no setor, visto que se defendia a inserção do país na nova ordem econômica mundial, em detrimento de preocupação com as demandas sociais/regionais existentes. Baumgarten (2007) também defende que essa política, que destaca a importância do mercado, criou formas de controle no sistema de educação sintetizadas na avaliação quantitativista, na ideia de eficiência, no controle de desempenho e na falência das estruturas públicas estatais, o que seus reflexos talvez possam explicar o aumento quantitativo dos cursos de pós sem que haja uma melhora qualitativa[3].

4. Os grupos de pesquisa na RMRJ e na Região Sudeste

Apesar da pesquisa acadêmica no Brasil ser pouco articulada com sistema produtivo, muitas vezes atuando completamente isolada das necessidades econômicas diretas, ela se localiza historicamente nas regiões onde se concentra ou o poder político ou o poder econômico do país. Sobretudo ao longo do século 20, em São Paulo e Rio de Janeiro, os dois principais polos científicos do país, é onde se implanta um setor industrial moderno que irá ao longo do século se diversificando territorialmente. Essa diversificação pelo território vai sendo comandada pelo Estado nacional, numa lógica geográfica que incorpora aos poucos as demais regiões do país. Essa incorporação se faz de maneira desigual, se guiando principalmente ou por fontes de matéria prima ou por políticas de incentivos fiscais que criam vantagens comparativas em determinadas localidades regionais.

Por outro lado, a indústria, no geral, é uma atividade urbana que se beneficia das chamadas "economias de urbanização" ou "economias de aglomeração" preferindo assim se implantar em cidades já com porte relativamente grande, beneficiando-se da infraestrutura e da disponibilidade de mão de obra e mercado consumidor. A implantação de centros de pesquisa nas universidades brasileiras segue a lógica locacional da indústria no país. Portanto, embora não sendo financiada diretamente pelo capital produtivo, a pesquisa acadêmica vai se guiar pela potencial articulação que ela teria com as atividades produtivas e econômicas. Seja formando pessoal com elevada qualificação, seja pesquisando novos produtos e materiais há uma íntima relação entre as esferas – acadêmica e produtiva – que faz com que haja uma sobreposição de uma sobre a outra no território.

Para corroborar com essa análise é possível recuperar os gráficos 2 e 3 anexo, presentes no Plano Nacional de Pós Graduação (2005/2010), que apresentam a correlação entre as variáveis PIB, número de docentes na pós-graduação e o valor de investimento por docente em bolsas pelas ati-

3 Futuramente, ao longo dos trabalhos da pesquisa ,voltaremos à discussão desse argumento.

vidades de fomento. Observa-se que existe sim uma relação direta entre a participação dos Estados no PIB e a porcentagem de docentes, assim como o maior investimento público onde existe essa maior concentração. Assim, a Região Sudeste se destaca mais uma vez ao ser representada por três Estados (São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais) entre os quatro mais representativos. Portando, é indiscutível que existe uma concentração de investimentos públicos onde há uma maior capacidade instalada de recursos humanos qualificados e de geração de riqueza através do sistema produtivo .

Historicamente no Brasil a presença do Estado no estímulo ao ensino superior e à pesquisa acadêmica também resulta numa forte relação entre a localização da atividade acadêmica e a das instituições administrativas do Estado no território. Nesta última década nota-se uma ligeira inflexão nessa tendência, com a criação de novas universidades públicas em cidades não capitais. Entretanto, ainda é uma experiência inicial cujos impactos são ainda pontuais; o usual e corriqueiro no país é a presença de universidades e centros de pesquisa em cidades capitais ou municípios a elas conubardos que também são, no geral, os mais importantes economicamente. Essa lógica locacional merece uma análise mais detalhada que não será aprofundada aqui agora. Ela comprova a tese de Fernandes (1983) sobre a comunidade científica brasileira que vivencia um mecanismo de atração e repulsa com o poder político e, podemos acrescentar, com parte do sistema econômico[4].

Se nos detivermos na distribuição dos grupos de pesquisa registrados no CNPq segundo as macrorregiões do Brasil nestes últimos oito anos (2000-2008), os argumentos acima se comprovam (Quadros 4A e 4B anexo). A Região Sudeste se destaca ao longo do período a principal no registro de grupos de pesquisa e a Região Norte a menos importante. Tivemos na primeira no ano 2000 um total de 6.733 grupos, número esse que cresce ao longo do período alcançando no ano de 2008 um total de 11.120 registros, ou seja, um crescimento de 65,15% no período. Já a Região Norte passa dos 354 grupos em 2000 para 1070 em 2008, indicando um acréscimo de 202%. Ainda mais interessante que esse dado, que revela um crescimento muito superior da Região Norte quando comparada com ao Sudeste, é perceber essa mesma distribuição em termos percentuais das regiões. Ao observar o quadro 4A anexo constata-se que a Região Sudeste foi a única que perdeu representatividade no cenário nacional ao se tratar do número de grupos de pesquisa, o que possui uma relação com uma perda também da representatividade de sua atividade econômica, apesar de ambas ainda se apresentarem como dominantes em ambos os critérios. Ou seja, esta forte concentração de grupos no Sudeste aliado ao crescimento generalizado de grupos de pesquisa pelas demais regiões aponta uma tendência ainda embrionária de uma distribuição menos desigual, visto que as demais regiões ganharam espaço no cenário nacional.

4 Da mesma maneira, concentração econômica se traduz também por concentração populacional, numa relação direta entre ambas variáveis: migrante é alguém procurando se inserir no mercado de trabalho e os postos de trabalho estão onde está o capital.

Vejamos agora como se distribui dentro da Região Sudeste os grupos de pesquisa. Como vimos antes, é nela que se concentra a maioria dos grupos cadastrados no CNPq e estamos considerando que a localização geográfica dos mesmos guarda estreita relação com o poderio econômico da área. Pois bem, dentro do Sudeste, tanto o Rio de Janeiro quanto São Paulo perdeu parte de sua representatividade no cenário nacional. Enquanto isso, Minas Gerais apresentou um crescimento significativo e o Espírito Santo não apresentou mudanças (Quadros 5A e 5B anexo). Graficamente podemos perceber com mais clareza a tendência apontada. Óbvio que São Paulo e Rio de Janeiro ainda são os mais importantes (embora o RJ apresente sinais de estagnação), porém, a presença de Minas Gerais vem se consolidando cada vez mais, o que guarda relação com a participação desses Estados no PIB nacional no período. Segundo os dados do IBGE dos anos de 2000 e 2008, a participação do PIB paulista frente ao PIB brasileiro diminuiu de 36,0% para 33,1%, o mesmo movimento ocorreu no Estado do Rio de Janeiro que teve a participação diminuída de 11,8% para 11,3%. Enquanto isso, o mineiro passou de 8,5% para 9,3%. O que corrobora com a correlação que estamos apontando entre economia e atividade de pesquisa.

Vejamos também a distribuição dos grupos de pesquisa nas instituições de ensino da RMRJ segundo a sua posição no cenário nacional. A participação proporcional (Quadro 6A anexo) quanto absoluta (Quadro 6B anexo) dos grupos de pesquisa na RMRJ em relação ao Brasil é evidente. O dado que chama mais atenção na Tabela 6A é a significativa queda do percentual da UFRJ, enquanto as demais instituições apresentam variações menores, mas também de queda ou, no caso da UFF, de estabilidade. Não necessariamente está apontando uma queda absoluta, pois pela Tabela 6B percebemos que os grupos aumentam sempre no período; porém em termos relativos há perda de posição da RMRJ no cenário brasileiro, resultado da expansão da pós-graduação nas demais regiões do país.

A UFRJ concorria em 2000 com 5,8% dos grupos de pesquisa do país, chegando em 2008 com 3,6%: é ainda uma forte presença no cenário brasileiro com os 822 grupos cadastrados em 2008, porém perde espaço para outras instituições também dentro da RMRJ. As outras instituições da RMRJ, embora percam posição nacional, o ritmo de queda é inferior ao observado para a UFRJ, indicando uma ligeira acomodação dentro do território da metrópole de seus pesquisadores. A presença da UFF permanece estável no período (1,7% dos grupos do país); a Fiocruz, Uerj, UFRRJ com pequenos decréscimos, destacando o surgimento da Unirio, que não pontuava nos três primeiros anos da década e a partir de 2006 já concorre com 0,4% do total nacional. Em resumo, o elemento que se mostrava hegemônico (UFRJ) perdeu espaço frente ao país e as demais instituições do Rio de Janeiro, entretanto, quem ocupou esse espaço perdido no cenário nacional não foram as instituições cariocas.

Voltaremos a essa discussão posteriormente, porém, podemos agregar à análise os dados sobre matriculas de discentes nos doutorados do país e compará-las com as que constam nos progra-

mas por macrorregiões. A intenção é procurar perceber a capacidade que a área detém de atrair estudantes para seus programas de pós-graduação, um indicador sem dúvidas, significativo na lógica acadêmica. Evidente que em se tratando de uma região com maior número de cursos, e, portanto, de oferta de vagas, temos em termos absolutos uma hegemonia clara do Sudeste nesse indicador. No ano de 2000, o Sudeste concorria com 75,3% das matrículas em cursos de doutoramento no país, ou seja, uma hegemonia inquestionável. Entretanto, cabe ressaltar que há uma tendência de diminuição nessa participação percentual, pois em 2008 o é de 62,4% (Quadro 7 anexo). As Regiões Sul e Nordeste vão ao longo do período ganhando representatividade, apontando uma tendência de distribuição menos concentrada espacialmente das matrículas. Embora não seja objeto de nossa análise aqui, podemos considerar que há uma estratégia de distribuição mais equitativa da oferta de vagas resultado do estímulo à criação no período de novos programas de pós-graduação nas universidades espalhadas pelo país.

Ao analisar Plano Nacional de Pós-Graduação (PNPG) 2005/2010, elaborado pela Capes, e os planos anteriores, observa-se que a preocupação com as desigualdades regionais sempre esteve presente, em maior ou menor medida, mas que, a partir dos dados apresentados, as mudanças não estão apenas no campo das ideias, mas que começam a refletir na perda da representatividade no cenário nacional dos grandes centros históricos de produção de C&T. Portanto, existe um movimento importante sendo iniciado, apesar de ainda insuficiente para alterar as assimetrias existentes entre as regiões. Esse último plano não só chama atenção para o círculo vicioso referente à canalização dos investimentos nos grupos mais consolidados, dificultando o crescimento dos grupos e regiões emergentes, mas também para a principal contradição no setor e a discussão de um caminho possível para se reverter o quadro. A contradição existente é que, ao mesmo tempo em que não se pode pensar na diminuição dos investimentos nos grupos mais qualificados, é preciso criar condições adequadas para os grupos já consolidados em regiões com menor densidade de grupos de pesquisa ou em áreas do conhecimento estratégicas para o desenvolvimento harmônico da ciência e tecnologia nacional. Portanto, segundo o PNPG (2005/2010), "isso implica no estabelecimento de propostas indutivas que contemplem recursos novos e/ou remanejamento de orçamentos. As iniciativas para correção da tendência deveriam começar pelo reconhecimento, por parte dos governos estaduais, da importância da qualificação de recursos humanos locais para propiciar o desenvolvimento do estado e da região. O ponto de partida seria a absorção de doutores em áreas específicas de modo a formar massa crítica capaz de propor programas de pós-graduação de qualidade". Já Baumgarten (2007) sugere outro caminho ao dilema apresentado: a tentativa de priorizar temas de interesse regional, permitindo que cada Região do país se destacasse em determinadas áreas, criando assim polos de produção de C&T. O que não significa uma fragmentação do conhecimento através da criação de centros de excelência, mas o aproveitamento das potencialidades locais/regionais, obtendo assim respostas tecnológicas para problemas locais específicos. Assim, a autora destaca a importância dos estudos sobre o assunto estarem dispostos a estudarem e criarem tipologias regionais que permitam um diagnóstico e análise mais detalhados e específicos para cada região.

5. Elementos para uma síntese futura da posição da Região Metropolitana do RJ no cenário científico nacional

Essa primeira aproximação analítica sobre a posição da RMRJ no cenário brasileiro da pós-graduação tem algumas implicações. Em primeiro lugar, cabe lembrar que se trata de uma sistematização de alguns dados existentes dentro de uma perspectiva mais ampla de tentar perceber o lugar que a região metropolitana ocupa como polo científico nacional.

Vimos que a área passou por profundas alterações na sua posição política nacional, além do fato de que tem hoje que barganhar espaço nas políticas de C&T com outras Regiões do país que também priorizam em suas ações o fortalecimento da capacidade instalada de gerar conhecimento. Tendo historicamente se privilegiado da condição de capital da república, período em que se beneficia de inúmeras ações estatais de localização de estabelecimentos de pesquisa em seu território, o Rio de Janeiro desfrutou durante muito tempo dessa condição que se vê alterada com as transformações na política nacional ao longo da segunda metade do século 20.

Sendo assim, a partir dessa primeira análise pode-se perceber que o Estado do Rio de Janeiro assim como a Região Sudeste ocupam uma posição hegemônica na produção de C&T no país. Entretanto, esse papel protagonista vem perdendo espaço com o desenvolvimento de outras regiões do país, movimento que deve ser estudado a partir de políticas públicas específicas na diminuição das assimetrias e na desconcentração do sistema produtivo. O caso do Rio de Janeiro, como pode ser percebido a partir dos gráficos e quadros, a situação é um pouco mais alarmante, visto que este apresentou nas duas últimas décadas um quadro de queda não só de representatividade no setor em números percentuais, mas sinais de uma diminuição ou estagnação de seu crescimento em números absolutos.

No entanto, a Região Metropolitana vive nesse momento uma onda de renovação de seu parque científico, particularmente nas suas universidades federais (UFRJ e UFF), sendo a Ilha do Fundão onde se implanta importantes laboratórios de pesquisa tecnológica, certamente um dos mais dinâmicos no continente. O petróleo foi, sem dúvida, a principal fonte de atração desses centros de pesquisa, mas ali se localizam ainda diversas áreas da UFRJ potencializando a possibilidade de má interação acadêmica universitária e empresarial mais abrangente nessa região da cidade. Da mesma forma, a UFF vem ampliando a sua importância dentro do cenário da ciência metropolitana, sobretudo se beneficiando dos aportes de recursos federais advindos de programas tais como o Reuni.

As atuais condições estão apontando para uma reversão da tendência de estagnação que se observava na RMRJ nas últimas décadas do século 20, quando então a cidade perdia espaço na disputa por cérebros. A estagnação econômica do Estado naquele período estava implicando no desinteresse de renomadas companhias de engenharia, especialmente no segmento de projetos, e muitas desaparecem do cenário carioca por falta de oportunidades. A exploração de petróleo

no mar forçou um avanço da fronteira da tecnologia no setor, e tudo isso está acontecendo na costa do Rio de Janeiro. Várias empresas começaram a se desenvolver diretamente nesse processo, e os núcleos de pesquisa em torno da UFRJ na Ilha do Fundão acabaram criando o ambiente adequado para que companhias como a Schlumberger, FMC, Baker Hughes, Usiminas, Repsol e agora a GE, tomassem a decisão de instalar no local unidades de desenvolvimento de tecnologia.

A mudança está relacionada a um quadro geral de revitalização da econômica fluminense e da própria cidade do Rio de Janeiro. Não é possível separar os centros de pesquisa dos novos empreendimentos industriais, seja na construção naval, na siderurgia, na petroquímica, na nuclear, na área automotiva, ou em segmentos de infraestrutura e logística. Nem não associá-los ao esforço para se combater a violência e restabelecer a ordem urbana com progressiva melhora das condições de habitação, transporte e serviços básicos. Já como reflexo desse esforço, e também como uma forma de acelerá-lo, o Rio voltou a atrair importantes eventos internacionais, que culminarão com os Jogos Olímpicos de 2016. O Estado do Rio – especialmente a capital e a região metropolitana – está longe de resolver seus graves problemas. Há muito que ser feito para que o Rio reconquiste o título de Cidade Maravilhosa, que inclusive tem que ser pensada através da integração dos diferentes pontos que compõem a RMRJ.

Referências

Baugarten, M.: Avaliação e gestão de ciência e tecnologia. In "Revista de Ciênicas sócias". Dezembro 2004: 33-56. São Paulo, ANPOCS.

CAPES/MEC (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior).: Plano Nacional de Pós-Graduação (PNPG) 2005-2010. Brasília, Dezembro 2004.

CNPQ. Banco de dados e estatísticas. Disponível em: *http://www.cnpq.br/estatisticas/index.htm*. Acesso em 03/06/2011

FAPERJ. Diagnóstico Institucional dos Programas de Pós-Graduação do Estado do Rio de Janeiro – 2008. Disponível em: *http://www.faperj.br/servicos/buscaposgrad/pos_grad_RJ_apresentacao.phtml* Acesso em 03/06/2011

Fernandes, A.M.: A SBPC e a comunidade cientifica brasileira. Brasília, EDUNB/ANPOCS, 1983

Freitag, B.: Capitais migrantes e poderes peregrinos: o caso do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, Papirus, 2010

Merton, R.K.: The sociology of science: Theorical and Empirical Investigations. Chicago, University of Chicago Press, 1973

Pinheiro, A.I.F. (org.): Rio de Janeiro: cinco séculos de história e transformações urbanas. Rio de Janeiro, Casa da Palavra Edit. 2010

ANEXO

Variação do Número de Programas de Pós-Graduação entre os Dois Últimos Triênios de Avaliação da CAPES, do Último Triênio até Julho de 2008, e de 2001 a Julho de 2008, segundo Dependência Administrativa – Estado do Rio de Janeiro – 2008

Quadro 1

Dependência Administrativa	Total de programas existentes até o triênio 2001-2003	Total de programas existentes até o triênio 2004-2006	Variação %	Total de programas existentes até jul/2008	Variação %	Variação 2001 jul 2008
Estadual	37	51	37,84	58	13,73	56,76
Federal	154	176	14,29	204	15,91	32,47
Particular	51	62	21,37	72	16,13	41,18
Total	242	289	**19,42**	334	**15,57**	**38,02**

Fonte: FAPERJ. *Características acadêmicas, curriculares e capacidade de produção. Diagnóstico Institucional dos programas de pós-graduação do Estado do Rio de Janeiro. Disponível em : http://www.faperj.br/servicos/buscaposgrad/pos_grad_RJ_caracteristicas_academicas.phtml*

Programas de Pós-Graduação por Década de Início – Estado do Rio de Janeiro – 2008

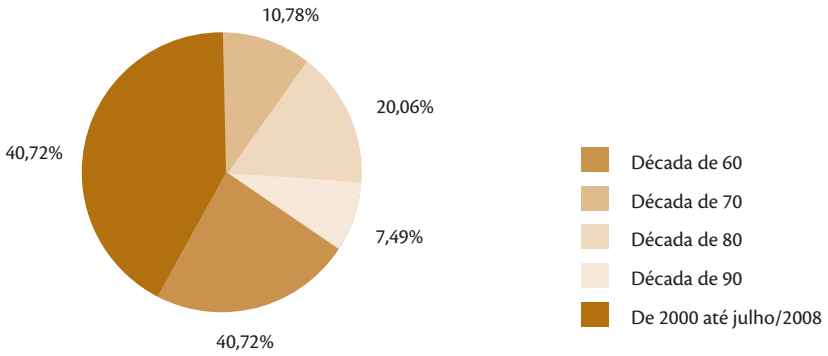


Gráfico 1

Fonte: FAPERJ. *Características acadêmicas, curriculares e capacidade de produção. Diagnóstico Institucional dos programas de pós-graduação do Estado do Rio de Janeiro. Disponível em : http://www.faperj.br/servicos/buscaposgrad/pos_grad_RJ_caracteristicas_academicas.phtml*

Curso de Pós-Graduação por Nível, segundo Década de Início – Estado do Rio de Janeiro - 2008

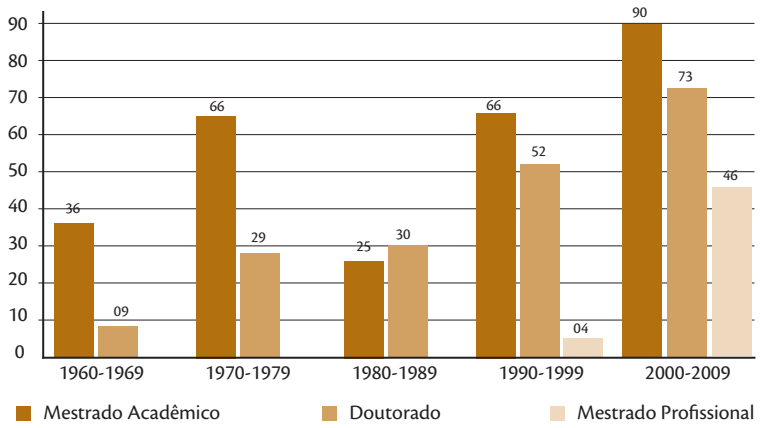


Gráfico 2

Fonte: FAPERJ. *Características acadêmicas, curriculares e capacidade de produção. Diagnóstico Institucional dos programas de pós-graduação do Estado do Rio de Janeiro. Disponível em : http://www.faperj.br/servicos/buscaposgrad/pos_grad_RJ_caracteristicas_academicas.phtml*

Variação do Número de Programas de Pós-Graduação entre os Dois Últimos Triênios de Avaliação da Capes, do Último Triênio até Julho de 2008 e de 2001 a Julho de 2008, segundo Grande Área de Conhecimento – Estado do Rio de Janeiro – 2008

Quadro 2

Grandes áreas	Total de programas existentes até o triênio 2001-2006	Total de programas existentes até o triênio 2004-2006	Variação %	Total de programas existentes até jul/2008	Variação %	Variação 2001 jul 2008
Ciências agrárias	11	14	27,27	15	7,14	36,36
Ciências biológicas	23	25	8,70	27	8,00	17,39
Ciências da saúde	33	43	30,30	49	13,95	48,48
Ciências exatas e da terra	31	33	6,45	35	6,06	12,90
Ciências humanas	40	48	20,00	56	16,67	40,00
Ciências sociais aplicadas	39	43	10,26	46	6,98	17,95
Engenharias	37	45	21,62	52	15,56	40,54
Linguísticas, letras e artes	14	15	7,14	15	0,00	7,14
Multidisciplinar	14	23	64,29	39	69,57	178,57
Total	242	289	**19,42**	334	**15,57**	**38,02**

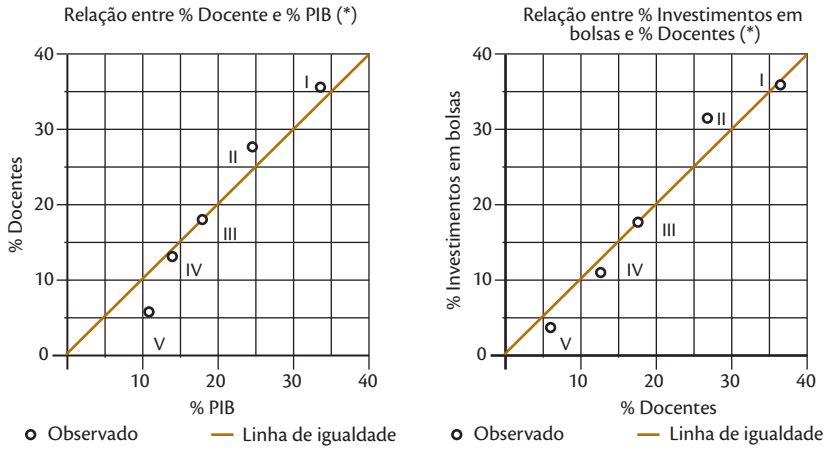
Fonte: FAPERJ. *Características acadêmicas, curriculares e capacidade de produção. Diagnóstico Institucional dos programas de pós-graduação do Estado do Rio de Janeiro. Disponível em : http://www.faperj.br/servicos/buscaposgrad/pos_grad_RJ_caracteristicas_academicas.phtml*

Variação do Número de Programas de Pós-Graduação entre os Dois Últimos Triênios de Avaliação da CAPES, do Último Triênio até Julho de 2008 e de 2001 a Julho de 2008, segundo Conceito do Programa – Estado do Rio de Janeiro – 2008

Quadro 3

Conceito atual da Capes	Total de programas existentes até o triênio 2001-2003	Total de programas existentes até o triênio 2004-2006	Variação %	Total de programas existentes até jul/2008	Variação %	Variação 2001 jul 2008
31	42	71	69,05	103	45,07	145,24
4	82	96	17,07	107	11,46	30,49
5	70	74	3,71	75	1,35	7,14
6	31	31	0,00	32	3,23	3,23
7	17	17	0,00	17	0,00	0,00
Total	242	289	19,42	334	15,57	38,02

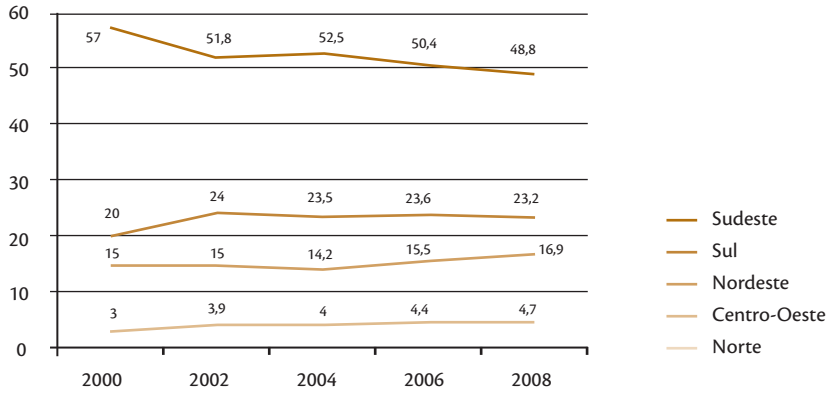
Fonte: FAPERJ. *Características acadêmicas, curriculares e capacidade de produção. Diagnóstico Institucional dos programas de pós-graduação do Estado do Rio de Janeiro. Disponível em : http://www.faperj.br/servicos/buscaposgrad/pos_grad_RJ_caracteristicas_academicas.phtml*



Gráficos 2 e 3

Fonte: *Plano Nacional de Pós Graduação (2005-2010)*

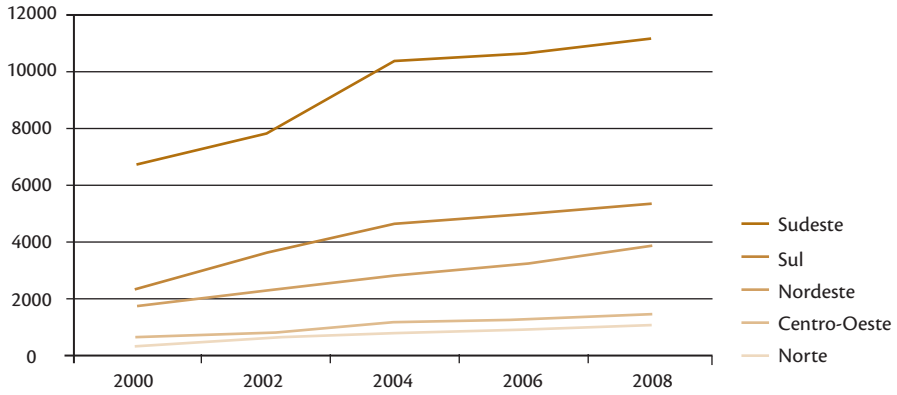
Distribuição dos grupos de pesquisa segundo a região geográfica em porcentagem. (2000 – 2008)



Quadro 4A

Fonte: *Dados originais do CNPQ*

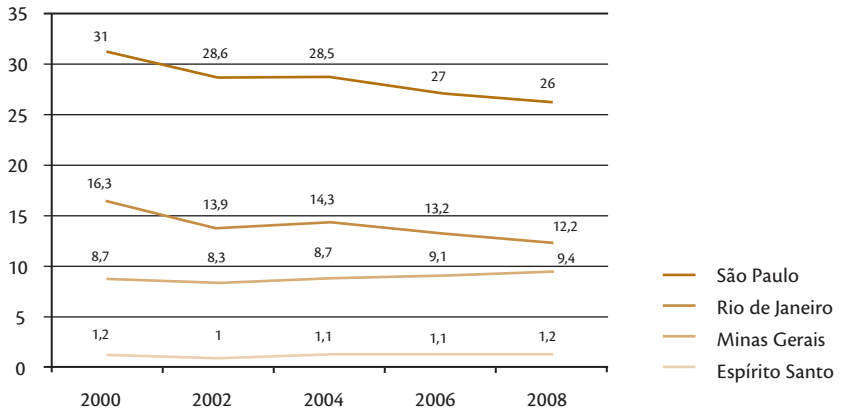
Distribuição dos grupos de pesquisa segundo a região geográfica em números absolutos. (2000 – 2008)



Quadro 4B

Fonte: *Dados originais do CNPQ*

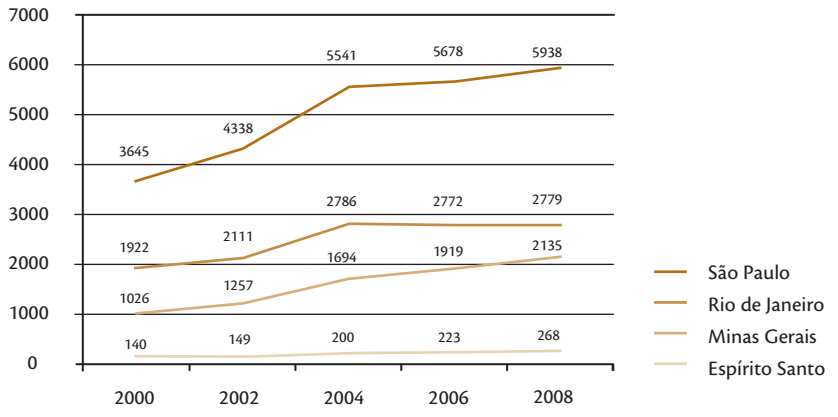
Distribuição dos grupos de pesquisa na região sudeste segundo a Unidade Federativa em relação ao Brasil. Gráfico em porcentagem. (2000 - 2008)



Quadro 5A

Fonte: *Dados originais do CNPQ*

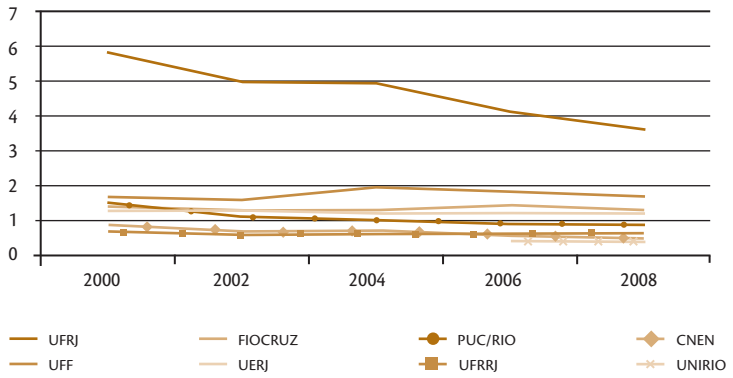
Distribuição dos grupos de pesquisa na região sudeste segundo a Unidade Federativa em relação ao Brasil. Gráfico em números absolutos (2000 – 2008)



Quadro 5B

Fonte: *Dados originais do CNPQ*

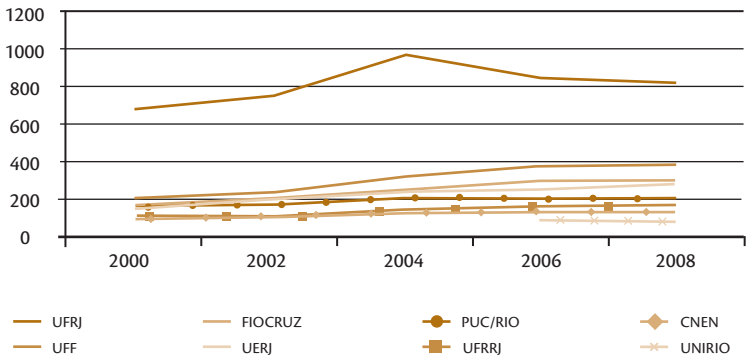
Distribuição dos grupos de pesquisa das instituições de ensino na Região Metropolitana do Rio de Janeiro segundo sua participação no quadro nacional. Gráfico em porcentagem. (2000 – 2008).



Quadro 6A

Fonte: *Dados originais do CNPQ*

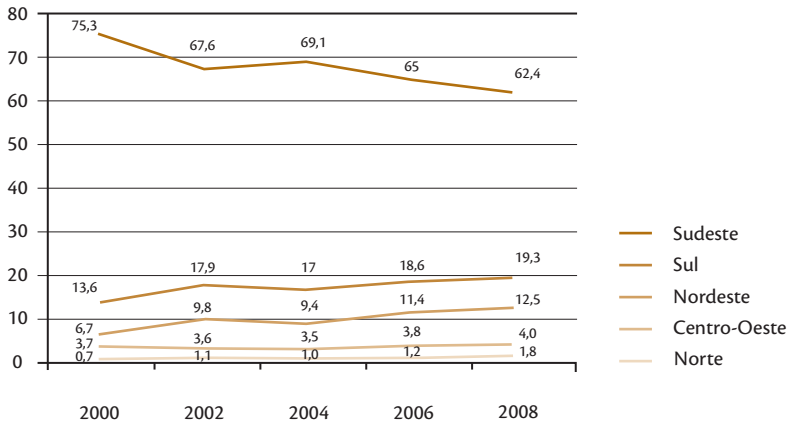
Distribuição dos grupos de pesquisa das instituições de ensino na Região Metropolitana do Rio de Janeiro segundo sua participação no quadro nacional. Gráfico em números absolutos. (2000 – 2008)



Quadro 6B

Fonte: *Dados originais do CNPQ*

Distribuição total dos estudantes de doutorado segundo a região geográfica. Gráfico em porcentagem. (2000 – 2008)



Quadro 7

Fonte: D*ados originais do CNPQ*

O papel do BNDES no financiamento do setor de energia elétrica no Brasil*

*Simone Uderman**, Luiz Ricardo Cavalcante****

Resumo

O propósito deste artigo é analisar o papel desempenhado pelo BNDES no financiamento do setor de energia elétrica no Brasil. Do ponto de vista metodológico, a pesquisa baseia-se: 1) em análise documental e entrevistas sobre a atuação do BNDES; 2) em dados relativos aos investimentos no setor de energia elétrica e à capacidade de geração de eletricidade; e, 3) na sistematização de políticas públicas dirigidas para o setor de energia elétrica. A análise segmenta-se em dois principais períodos: o primeiro é marcado pela predominância de investimentos diretos do Estado (da década de 1950 à década de 1980) e o segundo (dos anos 1990 em diante) pelo processo de privatização e pela estruturação de novos padrões de regulação. Cada período caracteriza-se por diferentes formas de financiamento e distintos papéis desempenhados pelo BNDES. As principais conclusões indicam que durante o primeiro período, o BNDES,

Abstract

The aim of this paper is to evaluate the role played by the BNDES in supporting electric power investments in Brazil. The research focuses, from a methodological point of view, on 1) the documental analysis and interviews of BNDES performance; 2) data on electric power investments and power generation capacity; and 3) the systematization of the public polices focused on the electric power sector. The analysis is segmented in two main periods: the first one marked by direct investments by the state (from the 1950s to the 1980s), and the second (from the 1990s onwards) characterized by privatization and new regulation patterns. Each period has been characterized by different financing patterns and different roles played by the BNDES. The main conclusions indicate that during the first period, the BNDES, due to its "institutional nature" (a state bank endowed with more autonomy and readiness than the government itself), not only made the investments

* Os autores são gratos a Carlos Henrique Rocha, Máximo Pompermayer, Carlos Campos e Fernando Puga, pela disponibilidade em responder às questões propostas e discutir os resultados do trabalho. Agradecem também a Glauter Rocha, Luiz Guilherme Oliveira e Márcia Pedreira pelos comentários e sugestões

** Professora do Departamento de Ciências Humanas e do mestrado em Políticas Públicas, Gestão do Conhecimento e Desenvolvimento Regional da Universidade do Estado da Bahia (Uneb).

***Técnico em Pesquisa e Planejamento do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea).

devido à sua natureza institucional (um banco público dotado de maior autonomia e agilidade que o próprio governo), não apenas viabilizou a realização de investimentos no setor de energia elétrica, como também coordenou ações relevantes para o desenvolvimento setorial. Durante o processo de privatização, por outro lado, como as empresas estrangeiras temiam desvalorizações cambiais, procuravam estabelecer mecanismos de proteção contra esse risco contratando créditos do BNDES em moeda local (para compatibilizar rendimentos e obrigações). Além disso, para lidar com problemas associados a um ambiente de frágil regulação e grandes incertezas sobre os preços da energia, o BNDES também foi utilizado, nesse segundo período, como uma espécie de "hedge regulatório", ou seja, como uma forma de compartilhar os riscos de mudanças nas regras do jogo com o próprio governo.

Palavras-chave: financiamento, energia elétrica, Brasil, hedge regulatório

in the electric power sector possible, but also coordinated relevant actions towards sectoral development. During the privatization process, as foreign companies were afraid of exchange rate devaluations, a way of hedging against this risk was to contract BNDES credits in local currency (to match liabilities and revenues in BRL). Besides, to cope with the problems associated to a "weak regulation" and uncertainties about energy prices, the BNDES was also used, from 1990s onwards, as a "regulation hedge", i.e., as a way of sharing the risk of changes in the rules of the game with the government itself.

Keywords: *investiments, eletric power, Brasil, regulation hedge*

1. Introdução

Não parece haver dúvidas de que investimentos em infraestrutura, em particular no setor de energia, sempre exerceram um significativo impacto sobre os níveis de desenvolvimento econômico, estando usualmente associados à criação de externalidades positivas (YOUNG, 1928; ROSENSTEIN-RODAN, 1943; HIRSCHMAN, 1958). A geração e distribuição de energia elétrica, de fato, estão fortemente relacionadas à expansão das atividades econômicas (especialmente das atividades industriais intensivas em capital, mas também dos demais segmentos, por meio de efeitos multiplicadores), assim como em níveis de bem estar das famílias. Essa percepção é notável no caso de países em desenvolvimento, que vêm fazendo intensivos esforços com vistas a promover maiores níveis de crescimento econômico e melhorar as condições sociais da população (HULTEN et al, 2006).

Na América do Sul, o Brasil dispõe do maior mercado de consumo de eletricidade, apresentando, em janeiro de 2011, uma capacidade instalada de geração de cerca de 113 mil MW (ANEEL, 2011). A capacidade de geração local instalada é quase 71% hidrelétrica (majoritariamente grandes plantas, que representam mais de 67% do total e requerem um montante muito expressivo de investimentos); 23% térmica e menos de 2% nuclear, como ilustrado na Tabela 1.

Tabela 1 – Capacidade de Geração no Brasil (1) – Janeiro/2011

Tipo		Quantidade	Capacidade Instalada KW	Participação (%)
Central Geradora Hidrelétrica	CGH	328	188.118	0,17
Central Geradora Eolielétrica	EOL	50	926.886	0,82
Pequena Central Hidrelétrica	PCH	389	3.440.112	3,03
Central Geradora Solar Fotovoltaica	SOL	4	86	0
Usina Hidrelétrica de Energia	UHE	173	77.022.189	67,09
Usina Termelétrica de Energia	UTE	1.399	29.856.901	23,32
Usina Termonuclear	UTN	2	2.007.000	1,77
Total		2.345	113.441.292	100.00

Nota: (1) *Potência Fiscalizada (KW) dos empreendimentos em operação*
Fonte: http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.asp. Acesso em: 28/01/2011.

A despeito da relevância dos projetos do setor de energia elétrica, o acesso a financiamento permanece uma questão chave para a concretização dos investimentos, usualmente caracterizados por: 1) descasamento entre o seu longo prazo de maturação e o curto prazo dos retornos requeridos por instituições financeiras privadas; 2) incertezas associadas a preços/tarifas e rentabilidade; e, 3) taxas relativamente baixas de retornos privados (FARIA, 2003). Esses aspectos são especialmente relevantes em países que enfrentam restrições provenientes de deficiências e fragilidades de seus sistemas financeiros.

O Brasil é certamente um desses países. Seus mercados de crédito e capital são, por diversas razões, historicamente caracterizados por severas restrições. Como resultado, lucros retidos, recursos externos e/ou provenientes de instituições financeiras públicas financiaram vários investimentos de relevo. É bastante conhecido o fato de que o processo de industrialização e formação de infraestrutura no país está fortemente associado ao papel desempenhado pelo BNDES, instituição pública destinada a prover crédito de longo prazo para investimentos produtivos, de logística e infraestrutura (BAER, 2002, p. 293; BONELLI; PINHEIRO, 1994). Desde a sua criação, em 1952, o BNDES tem disponibilizado crédito e apoiado a implementação de vários projetos no setor de energia.

Dado esse quadro, o objetivo do trabalho é analisar o papel desempenhado pelo BNDES no suporte a investimentos no setor elétrico no Brasil. Argumenta-se que a atuação do Banco não esteve restrita à provisão de fundos em condições atrativas e estáveis para esses projetos, mas incluiu também a coordenação de políticas públicas de desenvolvimento voltadas para promover um ambiente afeito aos investimentos.

De modo a cumprir esse objetivo, a pesquisa, do ponto de vista metodológico, apoiou-se nos seguintes procedimentos: 1) análise documental e entrevistas acerca da atuação do BNDES[1]; 2) coleta e organização de dados sobre investimentos no setor de energia elétrica e a capacidade de geração no país; e, 3) sistematização de políticas públicas focadas no setor elétrico. Além disso, as informações recolhidas incluem: 1) a participação do BNDES no total de recursos requeridos para financiar projetos no setor de energia elétrica; 2) as características dos diferentes modelos de repartição de riscos; e, 3) as mudanças observadas nos padrões de regulação na segunda metade do século no Brasil.

Tomando como base essas informações, argumenta-se que a atuação do BNDES no financiamento de projetos do setor de energia modificou-se ao longo do tempo. Identificam-se, como pano de fundo desta pesquisa, dois grandes períodos de análise: o primeiro, entre as décadas de 1950 e 1980, caracterizado pela predominância de investimentos diretos do Estado; o segundo, que se inicia na década de 1990, marcado pelo processo de privatização e pela estruturação de novos padrões de regulação. Cada um dos períodos associa-se a distintos modelos de financiamento e diferentes funções desempenhadas pelo BNDES. Em ambos, o banco exerceu um papel importante e ativo. Contudo, diferentes características podem ser identificadas em seu desempenho.

Este artigo é composto, além da presente introdução, por quatro seções adicionais. Na primeira delas, apresentam-se as políticas públicas dirigidas para o setor de energia elétrica no Brasil, destacando-se as principais diferenças identificadas ao longo do tempo. As duas seções subsequentes analisam, respectivamente, as especificidades associadas a cada um dos períodos definidos no que diz respeito aos padrões de investimento e financiamento setoriais. A última seção, por fim, sintetiza as principais conclusões da pesquisa.

2. Políticas públicas e o setor de energia elétrica no Brasil

Existe um relativo consenso de que dois principais elementos moldaram as políticas públicas dirigidas para o setor de energia elétrica no Brasil: 1) o foco na geração hidrelétrica; e, 2) os diferentes papeis assumidos pelo Estado na economia brasileira em suas diversas etapas de desenvolvimento (FERREIRA, 2000; AMANN; BAER, 2005).

O foco na geração hidrelétrica, que norteia a formulação e a execução das políticas públicas setoriais, é decorrente das características físicas do país (ampla base territorial e recursos fluviais abundantes) e do acesso restrito a fontes alternativas, como o óleo e a nuclear, devido à falta de reservas e às restrições tecnológicas e ambientais (FERREIRA, 2000, p. 184).

1 O roteiro de entrevistas e a filiação institucional dos entrevistados encontram-se disponíveis no anexo 1.

Os diferentes papéis assumidos pelo Estado na economia brasileira já foram largamente discutidos por diversos autores, como Velasco Jr (1997), Amann e Baer (2005), Mattos (2006) e Uderman (2007). A maior parte dos analistas concorda que, durante os últimos 50 anos, o papel do Estado alterou-se consideravelmente, afastando-se de um modelo desenvolvimentista e aproximando-se de um padrão menos intervencionista e mais liberal. Essa trajetória pode ser esquematizada como segue:

- Entre as décadas de 1950 e 1970, o Estado participou diretamente de projetos de investimentos produtivos e de infraestrutura;
- Nos anos 1980, o modelo anterior entra em colapso, sobretudo em função da crise fiscal e da crise da dívida externa; e
- Na década de 1990, o governo avança no processo de desestatização da economia, privatizando inicialmente unidades produtivas (petroquímica, aço) e, na sequência, serviços de utilidade pública como telecomunicações e eletricidade (BAER, 2002).

Estudos prévios com esse mesmo foco – abordando um período mais extenso que se inicia no final do século 19 – chamam a atenção para o fato de que as mudanças no papel do Estado na economia brasileira estão associadas a importantes alterações nos padrões de investimentos no setor elétrico no país. Duas dessas análises, em particular, sustentam a segmentação proposta nesta pesquisa: Baer e McDonald (1998) e Carneiro (2000).

Baer e McDonald (1998) decompõem a evolução do setor elétrico no Brasil nas seguintes fases:

- Investimentos estrangeiros em serviços de utilidade pública, inicialmente;
- Geração elétrica como um negócio privado, até a década de 1960;
- Nacionalização gradual do setor de energia elétrica;
- Período de total propriedade estatal (1980-1996);
- Privatização dos serviços de utilidade pública.

Essa percepção é compatível com a visão apresentada por Carneiro (2000), que identifica quatro períodos distintos, de acordo com os arranjos organizacionais e produtivos que caracterizam o setor de energia elétrica no Brasil. Cada um dos intervalos propostos reflete diferentes correlações entre o funcionamento do mercado e a lógica institucional da regulação estatal. Assim, de acordo com Carneiro (2000), a evolução do setor de eletricidade no Brasil inclui:

- Uma fase inicial marcada por um baixíssimo grau de institucionalização dos serviços e pela prevalência de regras de mercado, que perdura do final do século 19 até o início do século seguinte;

- Um segundo período caracterizado pela instituição de um marco legal que inibe decisões privadas (entre os anos 1930 e 1950);

- Um terceiro momento, entre os anos 1950 e 1980, quando a progressiva intervenção estatal foi maximizada com a nacionalização das atividades de geração e distribuição;

- A emergência de um quarto período, sustentado pela inflexão em direção às regras de mercado. Iniciado na década de 1990, esse período é simultaneamente marcado pela redução da intervenção direta do Estado e pela criação de condições institucionais para guiar o mercado e ampliar o papel desempenhado por agentes privados.

Os períodos descritos acima podem ser sintetizados na figura a seguir, que leva em consideração, no eixo horizontal, a proeminência de investimentos públicos ou privados e, no eixo vertical, a prevalência de preços regulados ou de mercado. As combinações dessas características evidenciam diferentes fases, marcadas na Figura 1 para ilustrar a evolução do setor de energia elétrica no Brasil. Na primeira fase, investimentos privados e preços de mercado predominam, na medida em que o país não parecia de fato preparado para lidar com alternativas operacionais, em função de gargalos financeiros e tecnológicos, bem como por conta das limitadas possibilidades burocráticas e administrativas de interferência estatal. Na segunda fase, a emergência de um Estado interventor leva a uma crescente ingerência pública nos preços. A terceira fase consolida essa tendência, à medida que os investimentos públicos começam a ser fortalecidos com a criação do BNDES e da Eletrobrás (Centrais Elétricas Brasileiras)[2]. A quarta fase, por fim, alia o processo de privatização ao consequente declínio dos investimentos públicos e, até certo ponto, à maior flexibilidade de preços. A partir desse momento, já na década de 2000, observa-se também uma tendência à retomada de preços regulados, o que explica a seta de baixo para cima no final do ciclo.

2 Criada em 1962, a Eletrobras lidera um sistema composto por seis empresas subsidiárias, o Centro de Pesquisas de Energia Elétrica (Cepel) e a Eletrobras Participações S.A. (Eletropar). A Eletrobrás é também detentora de 50% do estoque de capital da Itaipu Binacional, a maior empresa do setor de energia elétrica da América Latina.

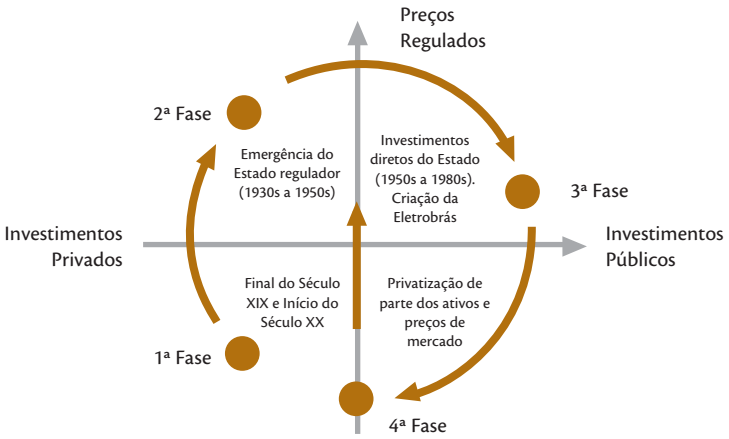


Figura 1 – Evolução do setor de energia elétrica no Brasil

Fonte: *Elaborado pelos autores com base em Carneiro (2000) e Baer e McDonald (1998).*

Nesta pesquisa, o foco de análise recai sobre o intervalo posterior à criação do BNDES (fases 3 e 4), à medida que o principal objetivo traçado é avaliar o papel desempenhado pelo banco no suporte a investimentos em energia elétrica no Brasil. Assim, dois principais períodos podem ser identificados:

- Da década de 1950 à década de 1980: período caracterizado por investimentos diretos do Estado e pela criação da Eletrobrás.
- A partir dos anos 1990: privatização de parte dos ativos de geração de energia elétrica e tendência à prevalência de preços de mercado regulados.

À primeira vista, pode parecer paradoxal que um banco público destinado a prover crédito de longo prazo possa ter desempenhado um papel significativo num contexto marcado por investimentos diretos do Estado (primeiro período) ou durante uma etapa caracterizada pela privatização de empresas de eletricidade (segundo período). Entretanto, com será visto nas próximas seções, o BNDES de fato exerceu um papel relevante em ambos os casos. Adicionalmente, como consequência dos diferentes padrões de financiamento que marcam os dois períodos, as atribuições do BNDES também mudaram. Informações e análises focando essas distintas fases ajudam a compreender como o BNDES atuou e a avaliar a importância de suas ações para o funcionamento do setor de energia elétrica no Brasil.

3. O primeiro período: investimentos diretos do estado

De cerca de 10 MW em 1900, a capacidade instalada de geração elétrica no Brasil alcançou cerca de 2.000 MW no início dos anos 1950 e aproximadamente 40.000 MW no princípio da década de 1980. Como indicado na Tabela 2, entre 1950 e 1980 as taxas anuais de crescimento da capacidade instalada situaram-se em torno de 10%. Considerando que a maior parte dessa capacidade é representada pela geração hidrelétrica, e que durante esses anos grandes projetos iniciaram as suas operações, as taxas de crescimento dessa fonte foram também muito elevadas.

Tabela 2 – Taxas anuais de crescimento da capacidade instalada de geração no Brasil

Período	Capacidade instalada total	Capacidade hidrelétrica instalada
1900-1910	31,7%	37,9%
1910-1920	8,9%	9,3%
1920-1930	7,8%	7,7%
1930-1940	4,8%	4,8%
1940-1950	4,2%	4,3%
1950-1960	9,8%	9,0%
1960-1970	8,9%	9,3%
1970-1980	11,5%	12,1%
1980-1990	4,7%	5,1%
1990-2000	3,3%	3,0%
2000-2007	4,5%	3,3%

Fonte: w*ww.ipeadata.gov.br. Elaboração própria.*

Além das significativas taxas de crescimento e da prevalência das fontes hidrelétricas, algumas características adicionais marcam o setor de energia elétrica nesse período:

- Grandes investimentos, como resultado do crescente tamanho das plantas e da extensão das linhas (CARNEIRO, 2000): como economias de escala constituem um importante critério para decisões de investimentos setoriais, foram implementados grandes projetos, com elevados custos fixos e longos prazos de maturação (FERREIRA, 2000). Havia também uma demanda reprimida a ser satisfeita e as plantas regionais foram consideradas, em geral, uma boa opção (FARIA, 2003).

- Baixas tarifas, como resultado da intervenção do Estado (subavaliação dos ativos e políticas anti-inflacionárias): conforme indicado por Amann e Baer (2005, p. 424), "state firms provided relatively cheap inputs to the private sector (steel, electric power, etc.)".

A equação "grandes investimentos + baixas tarifas", de um lado, e "longo prazo de maturação + elevado montante de investimentos", de outro, tornava o financiamento desses projetos uma

questão da maior importância. Faria (2003) analisou os recursos financeiros alocados em projetos de eletricidade durante esse período e chamou a atenção para o papel desempenhado por:

- Investimentos diretos do Estado;
- Crédito de instituições nacionais (BNDES) e multinacionais (BID e BIRD);
- Arrecadação tarifária usualmente influenciada por medidas intervencionistas, como a avaliação de ativos fixos considerando valores históricos e o conjunto de esforços para controlar a inflação;
- Imposto Único sobre Energia Elétrica (IUEE) - criado em 1954, representava 30% do valor básico das tarifas dos consumidores, tendo os seus rendimentos divididos na seguinte proporção: 60% entre estados e municípios e 40% para o governo federal (Fundo Federal de Eletrificação, gerenciado pela Eletrobrás).

Chamando a atenção para a necessidade de mobilização de grande volume de recursos, em função das economias de escala, do prazo de maturação dos projetos, do alto grau de especificidade de ativos e da presença de custos irrecuperáveis, Pêgo e Campos (2008) destacam a importância da intervenção do Estado, que assumia riscos que a iniciativa privada não estava disposta a assumir para garantir a provisão de serviços essenciais. Enquanto a regulação do Estado beneficiou claramente as empresas estatais, o retorno relativamente baixo dos investimentos gradualmente afastou investidores privados. Assim, a participação privada na capacidade instalada, que era de 82,4% em 1952, decresceu para 45,1% em 1964 (Tabela 3).

Tabela 3 – Capacidade de geração instalada (público, privada e autoprodutores), 1952 - 1964

	Público		Privada		Autoprodutores		Total		Taxa de crescimento
	MW	%	MW	%	MW	%	MW	%	
1952	135	6,8%	1.636	82,4%	214	10,8%	1.985	100%	
1953	171	8,1%	1.631	77,5%	303	14,4%	2.105	100%	6%
1954	303	10,8%	2.161	77,0%	342	12,2%	2.806	100%	33%
1955	538	17,1%	2.248	71,4%	362	11,5%	3.148	100%	12%
1956	657	18,5%	2.552	71,9%	341	9,6%	3.550	100%	13%
1957	682	18,1%	2.697	71,5%	392	10,4%	3.771	100%	6%
1958	823	20,6%	2.743	68,7%	427	10,7%	3.993	100%	6%
1959	967	23,5%	2.724	66,2%	424	10,3%	4.115	100%	3%
1960	1.099	22,9%	3.182	66,3%	518	10,8%	4.799	100%	17%
1961	1.343	25,8%	3.243	62,3%	619	11,9%	5.205	100%	8%
1962	1.793	31,3%	3.162	55,2%	773	13,5%	5.728	100%	10%
1963	2.873	42,0%	3.085	45,1%	882	12,9%	6.840	100%	19%

Fonte: F*undap/Iesp, apud Memória da Eletricidade, 2001. Faria (2003, p. 15).*

Em meados da década de 1960, a Eletrobras consolidou sua importância como centro de decisões técnicas e financeiras, planejando e coordenando investimentos no setor de energia elétrica no país. Nesse período, o BNDES não apenas financiou vários projetos no setor de eletricidade, mas também forneceu as garantias necessárias para o acesso a créditos externos. Entre 1952 e 1962, 141 operações (envolvendo financiamento e aval) foram aprovadas no âmbito do setor de energia elétrica, o que corresponde a 32% do total aprovado pelo BNDES nesses anos (GOMES et al, 2002). No período 1955-1962, conforme ilustra a tabela a seguir, cerca de 50% do crescimento da capacidade de geração de energia elétrica no Brasil contou com o apoio do BNDES (Tabela 4).

Tabela 4 - Acréscimo anual da capacidade de geração de energia elétrica (MW), 1952 - 1962

	Acréscimo total (A)	Acréscimo com financiamento do BNDES (B)	(B/A)
1952-54	866	–	–
1955	343	22	6,3%
1956	402	54	13,4%
1957	217	102	46,9%
1958	226	82	36,2%
1959	122	73	59,4%
1960	685	515	75,2%
1961	405	126	31,2%
1962	524	502	95,9%

Fonte: *Gomes et al (2002).*

No curto período que vai do final dos anos 1960 ao início dos anos 1970, o BNDES não se mostrou tão importante no financiamento a projetos do setor elétrico, uma vez que:

- A política de "verdade tarifária" expandiu a disponibilidade de utilização de recursos próprios por parte das empresas (com uma taxa relativamente baixa de inflação, as tarifas deixaram de ser usadas como um instrumento de controle do nível geral de preços, de modo que os rendimentos puderam ser utilizados para financiar parte dos investimentos);

- As empresas passaram a acessar recursos diretamente do exterior (BAER; VILLELA, 1980, p. 434), contanto com a garantia soberana.

Na década de 1970, contudo, as condições favoráveis do mercado financeiro internacional e a intermediação da Eletrobras abriram novas alternativas de crédito para as empresas. Como resultado, entre 1970 e 1980 a participação de empréstimos e financiamentos na estrutura financeira do setor de energia elétrica ampliou-se de 37% para 51% (SANTOS, 2002, p. 37). No final dos anos 1970, a participação de créditos externos era de 32%, enquanto créditos de bancos

nacionais (especialmente o BNDES) alcançavam cerca de 30% dos recursos utilizados para financiar investimentos em energia elétrica no país (CARNEIRO, 2000, p. 336) (Gráfico).

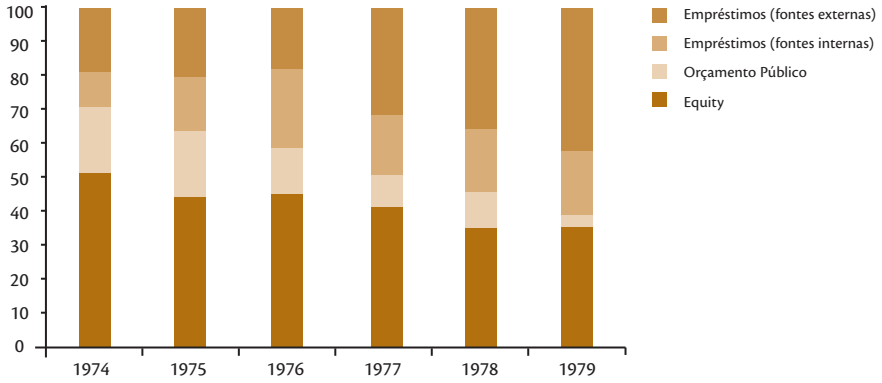


Gráfico 1 - Estrutura de financiamento do setor elétrico no Brasil, por fonte de recursos, 1974 - 1979 (%)

Fonte: E*letrobrás. Departamento de Estudos e Planejamento Econômico-Financeiro. Setor de Energia Elétrica: Fontes e usos de recursos, série retrospectiva 1967/1977 e 1978/1979. Extraído de Lima, J. L. Políticas de governo e desenvolvimento do setor de energia elétrica: do Código de Águas à crise dos anos oitenta (1934-1984). Rio de Janeiro: Centro da Memória da Eletricidade no Brasil, 1995. (CARNEIRO, 2000, p. 336). Elaboração própria.*

Com efeito, a partir de meados da década de 1970, a situação do mercado financeiro internacional, o retorno de taxas mais elevadas de inflação e a construção da enorme planta binacional de Itaipu[3] faziam com que o BNDES se tornasse um importante parceiro outra vez. Assim, quando o primeiro período de análise é considerado em sua totalidade, fica claro o importante papel desempenhado pelo BNDES no financiamento a investimentos no setor de energia elétrica.

Não obstante essa afirmação, é possível indagar porque a intervenção de um banco público seria requerida para financiar o próprio setor público, já que a maior parte dos investimentos do período era de responsabilidade da Eletrobrás. A resposta parece estar na natureza institucional do BNDES, conforme apontam Baer e Villela (1980). De fato, durante o período marcado por investimentos diretos do Estado, o BNDES, devido à sua natureza institucional (um banco estatal dotado de mais autonomia e agilidade que o governo federal ou os governos estaduais), não apenas coordenou as ações, mas também tornou possível a realização dos investimentos. Além disso, mesmo o influxo de capital internacional era facilitado pela intervenção do BNDES, que conferia maior segurança às operações realizadas.

3 O prazo total de amortização do financiamento concedido para Itaipu foi de 20 anos (1978 a 1998). *http://www.bndes.gov.br/english/news/not015_07.asp. Acesso: 22/10/2008.*

A despeito dos efeitos positivos das políticas empreendidas no período na criação de capacidade de geração, transmissão e distribuição de energia e no cumprimento dos objetivos estratégicos de desenvolvimento nacional, alguns equívocos identificados por Bajay (2006) merecem ser destacados:

- As tarifas artificialmente baixas no setor de energia elétrica, acompanhando a maior parte das tarifas de serviços públicos fixadas pelo governo federal no país, constituíam-se em esforços geralmente vãos para controlar as altas taxas de inflação registradas;

- O mau uso político da oferta de eletricidade e dos serviços de distribuição de gás - envolvendo gestão incompetente e frequentemente corrupta e o início da construção de diversas plantas sem recursos suficientes para conclusão dos projetos, com vistas a colher benefícios políticos para alguns, resultaram em obras inacabadas ou em atrasos comprometedores em seus cronogramas;

- O governo federal não conseguiu obter incrementos substanciais e rápidos na produção doméstica de óleo e gás, conforme pretendia.

Ferreira (2000) também aponta que o planejamento central e a disponibilidade de crédito dissociavam as decisões de investimentos da análise de fluxo de caixa dos projetos e dos níveis de produtividade operacionais das unidades. Esse descasamento – muito pouco visível num ambiente de elevada liquidez – tornar-se-ia um sério problema a partir da década de 1980, quando a crise fiscal e financeira, provocando um severo estrangulamento dos financiamentos externos para o Brasil e impactando na capacidade de investimento do Estado, desencadeou a exaustão do modelo desenvolvimentista até então em vigor.

Essa década, como discutido por diversos autores (COLCLOUGH, 1990; ALMEIDA, 1989; SUZIGAN, 2000; CARNEIRO; MODIANO, 1992), é marcada por taxas mais elevadas de inflação, severas restrições creditícias e custos mais altos do capital. Nesse ambiente, a capacidade de investimento do setor público nos projetos de infraestrutura deteriorou-se progressivamente. Além disso, requisitos ambientais mais rigorosos ampliavam o montante de recursos necessários para a construção de novas plantas hidrelétricas, além de estender os prazos associados aos estudos de viabilidade e às etapas de aprovação dos projetos. No setor elétrico, os investimentos anuais declinaram de US$ 8,3 bilhões em 1982 para US$ 3,2 bilhões em 1993 (BAER; MCDONALD, 1998). De acordo com Pinheiro (2005) "após o boom de investimentos que caracterizou o setor elétrico entre os anos 1950 e 1980, quando a capacidade de geração se expandiu a uma taxa média de 9,8% a.a. (1951-1980), esta cresceu modestamente entre 1981 e 1993, a uma taxa de 4,1% a.a., menos do que o consumo (5,3% a.a.)".

A inflexão observada nessa década também se associava a uma mudança nos padrões de financiamento do setor de eletricidade no Brasil. Faria (2003) assinala que no final dos anos 1980 o governo brasileiro procurava novas maneiras de financiar investimentos em infraestrutura e começava a discutir seriamente o papel do Estado na economia. Conforme destacam Carneiro e Rocha (2000), os países latino-americanos, após a crise dos anos 1980, avançavam no processo de ajuste fiscal, abertura comercial, privatização e desregulamentação, construindo um novo ambiente. Ao mesmo tempo, agentes financeiros externos recomendavam a privatização como forma de alavancar recursos privados (PÊGO; CAMPOS NETO, 2008), privilegiando o financiamento direto aos projetos. Essa nova situação moldou as políticas adotadas a partir de 1990, estabelecendo um novo papel para o BNDES no suporte aos investimentos no setor de eletricidade no país.

4. O segundo período: privatização e novos padrões de regulação

No princípio da década de 1990, tornava-se cada vez mais evidente a necessidade de alcançar a estabilização monetária, organizar novas instituições e estruturar um marco regulatório capaz de sustentar padrões de competitividade adequados para alavancar um novo ciclo de desenvolvimento. Metas de indução de investimentos privados, redução de tarifas e melhoria de serviços compunham a política de reforma setorial, que incluía o recurso à privatização. A chamada Lei de Concessões (Lei 8.987/95), a inclusão do Sistema Eletrobrás no Programa Nacional de Desestatização – PND (Decreto 1.503/95), o estabelecimento de bases legais para a compra livre de energia por grandes consumidores (Lei 9.074/95) e a regulamentação do produtor independente e da venda de sua produção excedente (Decreto 2.003/96) davam corpo à ampla reforma do setor de eletricidade (SOARES et al., 2009, p. 165).

Imediatamente, evidenciou-se a importância setorial no programa de privatização: no período compreendido entre 1995 e 2000, o setor elétrico representava 76,6% dos recursos envolvidos no PND (FARIA, 2003). Dados disponíveis em 2003 mostravam que, no âmbito desse setor, 67% das atividades de distribuição, 32% da geração e 11% da transmissão estavam sob responsabilidade de agentes privados (FARIA, 2003). Esses números convergem com os apresentados por Pinheiro (2005), que chama a atenção para o fato de que, no setor elétrico, 63% das atividades de distribuição e 22% da geração foram transferidas para agentes privados entre 1992 e 2001. Simultaneamente, estruturavam-se condições de suporte ao financiamento dos projetos.

Até 1994, o crédito era limitado porque as empresas de eletricidade ainda eram públicas e enfrentavam restrições associadas à sua capacidade de endividamento. Depois disso, o BNDES – como

coordenador e agente financeiro do Programa Nacional de Desestatização – ofereceu empréstimos aos governos estaduais interessados em privatizar as suas empresas e criou outros instrumentos adicionais para estimular essa tendência (FERREIRA, 2000)[4]. Essas medidas seguiam uma agenda que visava à inclusão de novos setores no programa de privatização[5]. O BNDES também alterou normas e critérios operacionais, de modo a expandir a concessão de crédito, especialmente para projetos de infraestrutura. Assim, desembolsos para infraestrutura, que correspondiam a 25,8% do total de desembolsos do banco no período 1990-1993, aumentaram para 43,7% em 1998 (PRATES et al, 2000).

Outra importante mudança foi a possibilidade, a partir de 1995, de que o BNDES concedesse também financiamento às empresas multinacionais, uma vez que Emenda Constitucional n. 6 eliminou a distinção entre empresa de capital nacional e estrangeiro e igualou as condições de acesso ao crédito das agências oficiais de fomento e aos incentivos e subsídios governamentais (PRATES et al., 2000). Em 1999, a decisão do BNDES de estender os financiamentos aos leilões de privatização também a grupos formados por capital estrangeiro (PÊGO; CAMPOS NETO, 2008) ampliou as condições de atração de investidores internacionais.

Nesse cenário, uma questão emerge: por que uma empresa estrangeira usaria crédito local quando poderia acessar empréstimos em moedas estrangeiras a taxas de juros mais baixas? A resposta parece ser o risco iminente de desvalorização cambial naquele momento: como o rendimento das empresas privatizadas era em moeda local, manter dívidas em moeda estrangeira poderia ser um grande problema em caso de desvalorização (em 1996/1997, 1 R$ = 1 US$). Assim, o crédito do BNDES tornava-se uma espécie de hedge cambial destinado a cobrir os riscos assumidos pelas empresas. Reduzindo incertezas e riscos percebidos pelos participantes dos leilões, o crédito ofertado pelo BNDES parece ter contribuído para agilizar o processo de privatização e sustentar preços mais elevados. De fato, em 1997, o vice-presidente do BNDES, José Pio Borges, admitia que as incertezas tendessem a reduzir o valor das empresas privatizadas e fazer com que os investidores requeressem maiores taxas de retorno (Folha de São Paulo, 16/01/1997). Isso explica porque o BNDES disponibilizava crédito para empresas estrangeiras que participavam do programa de privatização no Brasil[6].

Após a privatização das empresas, os recursos financeiros requeridos para novos investimentos e/ou para uma adequada operação seriam, teoricamente, conseguidos através de financiamentos diretos aos projetos (e não mais por meio do governo) e através de novos instrumentos

4 Pêgo e Campos Neto (2008, p. 18) chamam a atenção para o fato de que, embora os estados detivessem 79% da propriedade dos ativos do segmento de distribuição, a situação de endividamento generalizada permitiu ao governo federal, no âmbito do processo de renegociação das dívidas, impor uma política de privatização das empresas elétricas estaduais.

5 Essa agenda incluía, em 1995, eletricidade, telecomunicações e transporte.

6 Pêgo e Campos Neto (2008) fazem referência à importância da proteção contra o risco cambial. Nascimento (2006) também reconhece a importância dessa questão. De acordo esse autor, a percepção do problema reduz a participação do endividamento em moeda estrangeira das companhias abertas brasileira de 46% para 30% entre 2001 e 2005.

financeiros – *project finance, private equity, leasing, joint venture, venture capital*, securitização dos ativos (PRATES et al., 2000; Gomes et al., 2002; FARIA, 2003). Como indicado por Faria (2003), investimentos podem ser sustentados pela estruturação de operações financeiras em torno do fluxo de caixa dos projetos e dos ativos próprios das empresas, prescindindo de garantias adicionais de terceiros. As expressões-chave, nessa nova engenharia financeira, são "divisão de riscos" e "crescente participação de investidores privados".

Contudo, de modo a estar plenamente operacional e funcionar adequadamente, esse modelo requer uma apurada estrutura de regulação. Quando persistem incertezas acerca das regras do jogo (excessiva instabilidade nas políticas de preços, imprecisões regulatórias ou elevados riscos cambiais), os novos instrumentos financeiros tendem a não funcionar. Assim, um ambiente estável e confiável é crucial para investidores privados que se propõe a arriscar o seu capital em novos projetos de geração de energia. Disponibilidade de financiamento de longo prazo, segurança no cumprimento das normas, fixação de valores tarifários e equilíbrio financeiro dos projetos são elementos centrais para sustentar decisões de investimento[7].

No Brasil, a criação da Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel), em 1996, não parece ter sido suficiente para prover a necessária atmosfera de segurança aos investidores. Os principais problemas usualmente mencionados são: 1) indicações políticas para funções eminentemente técnicas; 2) ausência de critérios técnicos, instrumentos e metodologias consistentes para definir metas de investimentos e valores de tarifas; e, 3) decisões controversas e disputadas, inclusive nas instâncias jurídicas adequadas, por concessionárias e/ou grupos de consumidores (CÂMARA…, 2006)[8].

Pêgo e Campos Neto (2008, p. 19) identificam na demora na definição das regras para a operação do Mercado Atacadista de Energia Elétrica, que só foi concluída em 2000, e na crise cambial de 1999, que desencadeou importantes mudanças na condução da política macroeconômica, fatores que atrasaram a agenda de reformas, ampliando o grau de insegurança no mercado. Pires, Gostkorzewicz e Giambiagi (2001, p. 19) também associam problemas no setor de energia elétrica à "dessincronizada transição do modelo estatal para o modelo privado" e aos "riscos regulatórios do novo modelo"[9]. Segundo esses autores, as regras de funcionamento do Mercado Atacadista

7 Algumas análises investigam como a existência de incertezas relativas a reestruturações regulatórias afetam o comportamento dos investidores. O argumento básico é que "regulatory uncertainty can create a substantial option value that leads to firms delaying their investment decision in order to gather more information and assurances regarding future regulatory changes" (ISHII; YAN, 2004). Autores como Watts (2001), por sua vez, entendem que a desregulamentação eleva os custos do capital, considerando que o problema dos mecanismos de controle ainda não foi equacionado.

8 Pereira (2010) agrega o contingenciamento de recursos ao leque de fatores que enfraquecem a atuação das agências reguladoras.

9 Criada pela Lei 9.427/96, a ANEEL, órgão regulador e fiscalizador do sistema, iniciou suas atividades em dezembro de 1998. A política de privatização setorial, por sua vez, teve início em 1995, com a chamada Lei de Concessões (Lei 8.987/95) e a inclusão do Sistema Eletrobrás no Programa Nacional de Desestatização (Decreto 1.503/95). Ainda em 1995, algumas unidades da Federação incluíam ativos de suas concessionárias de energia elétrica nos respectivos Programas Estaduais de Desestatização (SOARES et al, 2009).

de Energia (MAE) e a tarifação do uso das linhas de transmissão, por exemplo, só foram definidas cinco anos após o início da privatização, não tendo gerado, no tempo adequado, sinais para estimular a realização de novos investimentos privados. O fato de que o processo de privatização no setor elétrico deu-se de forma paralela ao estabelecimento do aparato regulatório setorial desencadeou, além disso, incertezas regulatórias que incidiram sobre os contratos de concessão, instrumentos que norteiam a relação entre o regulador, a firma e os consumidores, estabelecendo direitos e obrigações recíprocas (PIRES, PICCININI, 1999). De acordo com Amorim (2008/2009), embora o marco regulatório setorial tenha sido consolidado em 2004 pela Lei 10.848, diversos contratos de concessão foram firmados antes do estabelecimento do novo modelo do setor elétrico, o que tem motivado interpretações divergentes.

A falta de confiança dos investidores em face de um ambiente ainda bastante instável afastou, em muitas ocasiões, novos projetos privados. Conforme afirmam Gomes et al (2002), a transição para o modelo misto (participação pública e privada) gerou incertezas que fizeram com que muitas decisões de investimento tenham sido postergadas. Como resultado, o país deparou-se com um sério "apagão" energético em 2001 (BAJAY, 2006)[10]. Watts e Ariztia (2002, p. 10) assinalam que

> *"the new market structure has not helped in boosting new investments either, mainly as a result of three factors: the effect of the initial contracts scheme, the currency exchange risk at which the thermal generators are exposed, and finally, the lack of consistency and order of the reforms".*

Nesse ambiente, o risco de mudanças nos padrões regulatórios era percebido pelos investidores como algo de que deveriam se proteger. Como argumentam Baer e McDonald (1998),

> *"there is always the possibility that the state will change its attitude again in the future. Once the pressing need for foreign capital in expanding the electric power and other public utilities subsides, the foreign investor-friendly attitude of the 1990s may fade. A day may come when the political pendulum will once again swing towards redistributive populist attitudes which could once more result in much less favorable interpretations of concession contracts by the regulating agency".*

Para lidar com essas incertezas, o BNDES passou a ser usado como uma espécie de "*hedge regulacional*", ou seja, como uma forma de dividir os riscos de mudanças nas regras do jogo com o próprio governo. Como consequência, entre o início de 1995 e agosto de 2001, o BNDES

10 A crise no abastecimento alertou para a necessidade de introduzir novas fontes de energia primária na matriz energética nacional, levando o BNDES a avançar na estruturação de programas voltados para o financiamento de projetos envolvendo fontes alternativas (GOMES et al, 2002).

contratou operações que elevaram a capacidade instalada do setor em 6.027 MW[11]. Os projetos mais importantes, que envolveram investimentos totais de R$ 4,29 milhões, contaram com uma participação do Banco de R$ 1,9 bilhão, correspondentes a 44,3%[12].

Como se pode observar nos dados sistematizados a seguir, mesmo a partir de 1995, os desembolsos do BNDES para o setor de eletricidade e gás não apenas se mantiveram elevados, mas também foram significativos quando comparados com os investimentos no setor de eletricidade no Brasil[13] (ver Tabela 5 e Gráfico 2, a seguir).

Tabela 5 – Desembolsos do BNDES para o setor "eletricidade e gás" (R$ milhões), 1995 - 2009

Ano	Eletricidade e gás	Total	Participação do setor eletricidade e gás (%)
1995	648	7.098	9,1%
1996	1.441	9.673	14,9%
1997	5.764	17.894	32,2%
1998	4.003	18.991	21,1%
1999	1.961	18.052	10,9%
2000	1.446	23.046	6,3%
2001	1.423	25.217	5,6%
2002	8.852	37.419	23,7%
2003	5.082	33.534	15,2%
2004	6.507	39.834	16,3%
2005	4.963	46.980	10,6%
2006	3.564	51.318	6,9%
2007	6.940	64.892	10,7%
2008	8.923	90.878	9,8%
2009	14.716	136.356	10,8%
2010	13.878	168.423	8,2%

Fonte: h*ttp://www.bndes.gov.br/estatisticas/download/Int2%201D%20m%20setorCNAE.xls. Acesso 25/02/2010 e http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/empresa/estatisticas/Int2_1D_a_setorCNAE.pdf. Acesso 02/02/2011. Elaboração própria*

11 Esse montante equivale a mais de 35% do crescimento da capacidade instalada de geração de energia elétrica no período, que saltou de 59.120 MW, em 1995, para 76.255 MW, em 2001 (dados disponíveis em www.ipeadata.gov.br. Acesso em: 03/02/2011)

12 Trata-se das hidrelétricas de Serra da Mesa, Machadinho e Lajeado (BNDES, 2001).

13 Puga e Nascimento (2008) revelam que, entre 2001e 2007, o BNDES respondeu por cerca de 20% dos recursos usados para financiar os investimentos das empresas industriais e de infraestrutura.

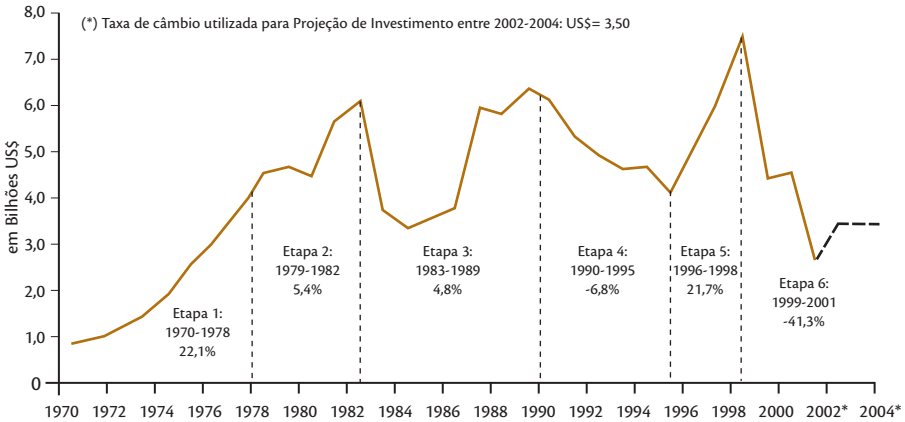


Gráfico 2 – Investimentos totais no setor elétrico do Brasil, 1970 - 2004 (R$ bilhões)

(*) Taxa *de câmbio utilizada para projeção de investimento entre 2002-2004: US$ = R$ 3,50*
Fonte: Faria (2003, p. 41).

Alguns autores mencionam que pelo menos 30% dos investimentos tendem a ser cobertos, nos projetos financeiros, com capital próprio dos investidores (MONTGNON, 1999, apud PRATES et al, 2000). No Brasil, essas operações, no setor elétrico, contaram com empréstimos do BNDES para cobrir cerca de 50% dos investimentos. A outra metade dos recursos foi financiada com capital dos investidores e recursos externos, levantados no Banco Mundial, International Finance Coorporation (IFC), Oversea Project Investment Coorporation e outros (PRATES et al., 2000). A principal conclusão a que se pode chegar é que o BNDES, mesmo após 1994, continuou a ser a fonte mais importante de recursos de longo prazo disponível para investimentos no setor de energia elétrica no Brasil.

5. Considerações finais

Neste trabalho, discutiu-se o papel desempenhado pelo BNDES no financiamento a investimentos no setor elétrico no Brasil. A análise foi segmentada em dois principais períodos: o primeiro, marcado por investimentos diretos do Estado (da década de 1950 à década de 1980), e o segundo (dos anos 1990 em diante) caracterizado pela privatização e pela estruturação de novas formas de regulação. Conforme discutido anteriormente, cada período caracterizou-se por diferentes padrões de financiamento e distintas funções assumidas pelo BNDES. Em ambos os períodos, o banco desempenhou um papel ativo e importante, embora características diversas possam ser identificadas:

- Durante o período marcado por investimentos diretos do Estado, o BNDES, devido à sua natureza institucional (um banco público dotado de maior autonomia e agilidade que o próprio governo), não apenas viabilizou investimentos no setor elétrico, mas também coordenou ações relevantes para o desenvolvimento setorial.

- Nos anos 1990 (durante o processo de privatização), empresas estrangeiras temiam os efeitos de desvalorizações cambiais. Uma maneira de prover proteção contra esse tipo de risco consistia em contratar os financiamentos em moeda local (para conciliar rendimentos e obrigações). Os empréstimos do BNDES cumpriam essa função. Para lidar como problemas associados à frágil regulação e às incertezas sobre os preços da energia, o BNDES também foi usado como uma espécie de "*hedge* de regulação", ou seja, como uma maneira de compartilhar os riscos de mudanças nas regras de jogo com o próprio governo.

A análise empreendida nesta pesquisa provê suporte para a formulação de políticas públicas, à medida que extrai importantes lições da trajetória histórica brasileira. Embora o sistema financeiro no Brasil esteja se tornando cada vez mais complexo (uma vez que as empresas têm acesso mais fácil aos mercados de capitais e têm sido desenhados novos mecanismos de suporte), instituições públicas que se distinguem por um maior grau de autonomia e agilidade que o próprio governo devem prosseguir desempenhando um papel significante no desenvolvimento econômico do país, caracterizado por um ambiente institucional ainda em fase de consolidação. Assim, mesmo num contexto marcado por mudanças estruturais nos padrões de geração energética (que pode resultar de diferentes combinações de fontes de energia, especialmente petróleo e gás) e pela complexidade do sistema financeiro, os resultados da pesquisa indicam que o BNDES deve continuar exercendo um papel fundamental no financiamento a investimentos no setor elétrico no Brasil.

Espera-se que as conclusões aqui apresentadas sirvam como suporte a análises prospectivas das mudanças estruturais no padrão de geração energética no Brasil. Essas mudanças devem envolver preocupações acerca da repartição dos rendimentos de Itaipu entre o Brasil e o Paraguai, do limitado acesso a fontes externas de gás natural, da trajetória de desenvolvimento de fontes alternativas de energia (especialmente etanol), da recente descoberta de extensas reservas que podem mudar a combinação de fontes energéticas no Brasil (camada pré-sal) e, finalmente, das crescentes restrições ambientais à criação de plantas hidrelétricas de grande escala. Dados primários referentes ao período de 2001 a 2009 coletados diretamente no BNDES permitiram a segmentação dos empréstimos em diferentes categorias de projetos. Esses dados corroboram a percepção corrente de que os financiamentos para investimentos de geração de energia termelétrica ou de cogeração envolvendo fontes alternativas (como energia de cana-de-açúcar) ainda representam uma pequeníssima parcela dos créditos. É fundamental que se avance no conhecimento das especificidades desse tipo de projeto, de modo a compreender como o BNDES pode ampliar o apoio à sua execução.

Referências

ALMEIDA, Sheila Márcia E. S. O papel dos organismos financeiros internacionais nas economias em desenvolvimento. In: IPEA. **Para a década de 90**: prioridades e perspectivas de políticas públicas. Brasília: IPEA, 1989. p. 29-54.

AMANN, Edmund; BAER, Werner. From the developmental to the regulatory state: the transformation of the government's impact on the Brazilian economy. **The Quarterly Review of Economics and Finance**, v. 45, p. 421-431, 2005.

AMORIM, Fábio. Mais prazo para as concessões de energia. **Custo Brasil**. Ano 3, n. 18, Dezembro 2008/ Janeiro 2009, p. 68-72. Disponível em: *http://www.revistacustobrasil.com.br/18/pdf/Artigo%2009.pdf*. Acesso em: 12/04/2011.

ANEEL. **Capacidade de geração no Brasil**. Disponível em: *http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.asp* Accesso: 28/01/2011.

BAER, Werner; McDONALD, Curt. A Return to the Past? Brazil's Privatization of Public Utilities: The Case of the Electric Power Sector. **The Quarterly Review of Economics and Finance**, Vol. 38, No. 3, Fall 1998, p. 503-523.

BAER, Werner; VILLELA, Annibal. The changing nature of development banking in Brazil. **Journal of Interamerican Studies and World Affairs**, v. 22, n. 4, nov. 1980, p. 423-440.

BAER, Werner. **A Economia Brasileira**. São Paulo: Nobel, 2002. 509 p.

BAJAY, S.V. Integrating competition and planning: A mixed institutional model of the Brazilian electric power sector. **Energy**, v. 31, p; 865-876, 2006.

BNDES. **Informe Infra-Estrutura**, n. 57, agosto/2001.

BONELLI, Régis; PINHEIRO, Armando C. O papel de poupança compulsória no financiamento do desenvolvimento: desafios para o BNDES. **Revista do BNDES**, Rio de Janeiro, v. 1, n. 1, jun. 1994, p. 17-36.

CÂMARA AMERICANA DE COMÉRCIO DE SÃO PAULO – AMCHAM-SP. **Relatório sobre a Agência Nacional de Energia Elétrica** – Aneel. Dezembro de 2006.

CARNEIRO, Dionísio Dias; MODIANO, Eduardo. Ajuste externo e desequilíbrio interno: 1980-1984. In: Abreu, Marcelo de Paiva (Org.). **A ordem do progresso**: cem anos de política econômica republicana, 1889-1989. Rio de Janeiro: Campus, 1992. p. 323-346.

CARNEIRO, Francisco Galrão, ROCHA, Carlos Henrique. Reforma do setor público na América Latina: uma perspectiva comparada. In: BNDES. **A privatização no Brasil** – o caso dos serviços de utilidade pública. Rio de Janeiro: BNDES, 2000, p. 47-70.

CARNEIRO, Ricardo. Es**tado, mercado e o desenvolvimento do setor elétrico brasileiro**. Tese apresentada ao Doutorado em Ciências Humanas – Sociologia e Política, da Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2000.

COLCLOUGH, Christopher. Estructuralismo y Neoliberalismo: una introducción. In: COLCLOUGH, Christopher; MANOR, James (Comp.). **¿Estados o Mercados?:** El neoliberalismo y el debate sobre las políticas de desarrollo. México: Fondo de Cultura Económica, 1990. p. 11-44.

FARIA, Viviana Cardoso de Sá E. **O Papel do Project Finance no financiamento de Projetos de Energia Elétrica**: Caso da UHE de Cana Brava. [Rio de Janeiro] 2003. 180 p. (COPPE/UFRJ, M.Sc., Planejamento Energético, 2003) Tese – Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE.

FERREIRA, Carlos Kawall Leal. Privatização do setor elétrico no Brasil. In: BNDES. **A privatização no Brasil** – o caso dos serviços de utilidade pública. Rio de Janeiro: BNDES, 2000, p. 179-220.

GOMES, Antônio Claret S.; ABARCA, Carlos David G.; FARIA, Elíada Antonieta S. T., FERNANDES, Heloísa Helena de O. O setor elétrico. In: SÃO PAULO, Elizabeth Maria de; KALACHE FILHO, Jorge. (Org.). **BNDES 50 Anos**: histórias setoriais. São Paulo: DBA Artes Gráficas, 2002, p. 321-348.

HIRSHMAN, Albert O. **The Strategy of Economic Development**. New Haven: Yale University Press, 1958.

HULTEN, Charles R.; BENNATHAN, Esra; SRINIVASAN, Sylaja. Infrastructure, Externalities, and Economic Development: A Study of the Indian Manufacturing Industry. **The World Bank Economic Review**, v. 20, n. 2, 2006.

ISHII, Jun; YAN Jingming. **Investment under Regulatory Uncertainty**: U.S. Electricity Generation Investment Since 1996. University of California Energy Institute, Center for the Study of Energy Markets (CSEM), March 2004 (working paper).

MATTOS, Paulo Todescan Lessa. A formação do estado regulador. **Novos estudos**. CEBRAP [online]. 2006, n.76, pp. 139-156. Disponível em: *http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0101-33002006000300007&script=sci_arttext*. Acesso em: 11/04/2011.

NASCIMENTO, Marcelo Machado. Empresas abertas ganham fôlego para investir. **Visão do Desenvolvimento**. Rio de Janeiro: BNDES, n. 8, ago. 2006.

PÊGO, Bolivar; CAMPOS NETO, Carlos Álvares da Silva. **O PAC e o setor elétrico**: desafios para o abastecimento do mercado brasileiro (2007-2010). Brasília: IPEA, fevereiro de 2008. (Texto para discussão, 1329)

PEREIRA, Renée. Agência Reguladora fica sem verba. **O Estado de São Paulo**, 16/08/2010, Caderno B1.

PINHEIRO, Armando Castelar. Reforma regulatória na infraestrutura brasileira: em que pé estamos? In: SALGADO, Lucia Helena; MOTTA, Ronaldo Seroa da (eds). **Marcos regulatórios no Brasil**: o que foi feito e o que falta fazer. Rio de Janeiro: IPEA, p. 41-90, 2005.

PIRES, José Cláudio Linhares; PICCININI, Maurício Serrão. A regulação dos setores de infra-estrutura no Brasil. In: GIAMBIAGI, Fábio e MOREIRA, Maurício Mesquita (orgs). **A economia brasileira nos anos 90**. Rio de Janeiro: BNDES, 1999, p. 217-260.

PIRES, José Claudio Linhares; GOSTKORZEWICZ, Joana; GIAMBIAGI, Fabio. **O Cenário macroeconômico e as condições de oferta de energia elétrica no Brasil**. Rio de Janeiro: BNDES, março de 2001. (Texto para Discussão, 85).

PRATES, Daniela Magalhães; CINTRA, Marco Antônio Macedo; FREITAS, Maria Cristina Penido de. O papel desempenhado pelo BNDES e diferentes iniciativas de expansão do financiamento de longo prazo no Brasil dos anos 90. **Economia e Sociedade**, Campinas, (15): 85-116, dez. 2000.

PUGA, Fernando Pimentel; NASCIMENTO, Marcelo Machado. Como as empresas financiam investimentos em meio à crise financeira internacional. **Visão do Desenvolvimento**. Rio de Janeiro: BNDES, n. 58, dez. 2008.

ROSENSTEIN-RODAN, P. N. Problems of Industrialisation of Eastern and South-Eastern Europe. **The Economic Journal**, vol. 53, n. 210/211, p. 202-211, Jun-Sep 1943.

SANTOS, Tânia Maria Dornellas dos. **A Crise no setor elétrico brasileiro**. Universidade de Brasília. Núcleo de Pesquisa em Políticas Públicas. III Curso de Especialização em Políticas Públicas, 2002.

SOARES, Ricardo Pereira; CAMPOS NETO, Carlos Álvares da Silva; PÊGO, Bolívar; ABREU, Francesca; ROMINGER, Alfredo Eric. A CF/88 e a Infraestrutura Econômica Brasileira. In: **A Constituição brasileira de 1988 revisitada**: recuperação histórica e desafios atuais das políticas públicas nas áreas econômica e social / organizador: José Celso Cardoso Jr. Brasília: Ipea, 2009, p. 161-199.

SUZIGAN, Wilson. Industrialização brasileira em perspectiva histórica. **História Econômica & História de Empresas**, v. 3, n. 2, p. 7-25, 2000.

UDERMAN, Simone. **Indústria e Desenvolvimento Regional**: uma análise das estratégias de industrialização na Bahia. 1. ed. Salvador: FIEB, 2007. v. 01. 252 p.

VELASCO Jr, Licínio. **A economia política das políticas públicas**: as privatizações e a reforma do Estado. Rio de Janeiro: BNDES, 1997. (Texto para Discussão, 55).

WATTS, Price C. Heresy? The Case Against Deregulation of Electricity Generation. **The Electricity Journal**, p. 19-24, May 2001.

WATTS, David; ARIZTIA, Rafael. The Electricity Crises of California, Brazil and Chile: Lessons to the Chilean Market. **Proceedings of the 2002 Large Engineering Systems Conference on Power Engineering**, 2002.

YOUNG, A.A. Increasing Returns and Economic Progress. **Economic Journal**, vol. 38, p. 527-542, 1928.

Anexo 1

Roteiro de entrevista

As entrevistas foram realizadas em agosto de 2010, quando uma versão preliminar da pesquisa já estava disponível. O roteiro, apresentado a seguir, contempla sete tópicos discursivos, que induzem o interlocutor a emitir opiniões e sistematizar argumentos acerca de questões chave investigadas. Trata-se, assim, de perguntas abertas voltadas, sobretudo, para testar as hipóteses e conclusões preliminares obtidas, permitindo aos pesquisadores avançar na compreensão dos processos investigados.

1. Qual o papel desempenhado pelo BNDES no financiamento do setor de energia elétrica no Brasil a partir da década de 1950?
2. Qual a importância da Eletrobras na organização do setor elétrico no Brasil?
3. O que explicaria a queda da participação privada na capacidade instalada de geração de energia de 82,4%, em 1952, para 45,1%, em 1964?
4. Porque a intervenção do BNDES seria requerida para financiar o próprio setor público, já que a maior parte dos investimentos entre 1950 e 1980 era de responsabilidade da Eletrobrás?
5. Os anos 1980 marcam uma mudança no papel do Estado na economia. Em que medida esses novo ambiente moldou as políticas adotadas a partir de 1990, estabelecendo um novo papel para o BNDES no suporte aos investimentos no setor de eletricidade no país?
6. O Programa Nacional de Desestatização promoveu a expansão do crédito do BNDES, especialmente para projetos de infraestrutura. Além disso, a Emenda Constitucional n. 6 permitiu às empresas multinacionais, a partir de 1995, acessar créditos do BNDES para participar do processo de privatização. Mas por que uma empresa estrangeira usaria crédito local quando poderia acessar empréstimos em moedas estrangeiras a taxas de juros mais baixas?
7. Qual a sua visão sobre a criação da Agência Nacional de Energia Elétrica e as suas reais condições para prover segurança aos investidores.

Relação de entrevistados

- Carlos Campos - Coordenador de Infraestrutura Econômica do Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas (Ipea)
- Carlos Henrique Rocha – Professor Adjunto da Universidade de Brasília (UNB) e Vice-Diretor de Administração do Centro Interdisciplinar de Estudos em Transporte (Ceftru)

- Fernando Pimentel Puga - Chefe do Departamento de Pesquisa Econômica do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES)
- Máximo Luiz Pompermayer - Superintendente de Pesquisa e Desenvolvimento e Eficiência Energética da Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel)

Roadmap Tecnológico: proposta de uma métrica para levantamento de demandas e ofertas tecnológicas

Elias Pereira Lopes Júnior, Luiz Eduardo dos Santos Tavares**, Aloma Verônica Bernardo Meireles Pessoa****

Resumo

O ambiente empresarial é muito incerto, tendo as estratégias adotadas um papel importante na manutenção de suas atividades. Para lidar com estas incertezas, existem metodologias de prospecção estratégica, tecnológica e organizacional, que ajudam as empresas na decisão das ações presentes com objetivos futuros mais precisos. O objetivo central deste artigo é desenvolver uma ferramenta para levantamento de informações sobre demandas e ofertas tecnológicas das empresas de diversos segmentos de Fortaleza-CE que alimentem o método *Technology Roadmapping* (TRM). A metodologia usada na elaboração desta pesquisa abrangeu uma revisão da literatura, nacional e internacional, além da verificação de instrumentos e ferramentas utilizados em estudos semelhantes. Conclui-se que o TRM é uma ferramenta útil de planeja-

Abstract

The business environment is very uncertain, and the strategies adopted an important role in maintaining their activities. To deal with these uncertainties, there are methods of exploring strategic, technological and organizational, that help companies in deciding on future goals with these actions are more accurate. The aim of this paper is to develop a tool for gathering information about demands and technology offerings for companies of different segments of Fortaleza-CE method that feed the Technology Roadmapping (TRM). The methodology used in preparing this research included a literature review, nationally and internationally, and in the verification of instruments and tools used in similar studies. It was concluded that the TRM is a useful tool in planning an increasingly competitive environment, in whatever segment. A successful process of the

* Elias Pereira Lopes Júnior é mestre em Administração pela Universidade Estadual do Ceará (UECE). É docente na Faculdade 7 de Setembro. Bolsista na área de Roadmap Tecnológico do projeto de estruturação da Rede de Núcleos de Inovação Tecnológica do Estado do Ceará (Redenit-CE).

** Luiz Eduardo dos Santos Tavares é mestre em Administração pela Universidade Estadual do Ceará (UECE). Coordenador técnico do projeto REDENIT-CE e responsável pela área de propriedade Intelectual da UECE. É docente da Faculdade FATE em Fortaleza no curso de Administração.

***Aloma Verônica Bernardo Meireles Pessoa é mestre em Administração pela Universidade Estadual do Ceará (UECE). Vem atuando na área de Gestão da Inovação Tecnológica. Atualmente coordena o Núcleo de Inovação Tecnológica (NIT) da UECE.

mento em um ambiente cada vez mais competitivo, em qualquer que seja o segmento. Um processo bem sucedido do TRM é fundamental para identificar por os motivos da elaboração de roteiros e de como eles serão utilizados.

Palavras-chave: prospecção, metodologia, ferramenta, Technology Roadmapping (TRM

TRM is critical to identify the reasons for the development of roadmaps and how they are used.

Keywords: *roadmap, methodology, tool, Technology Roadmapping (TRM)*

1. Introdução

Diante de um cenário de muita competitividade, mas composto por muitas oportunidades de investimento, as empresas têm que, cada vez mais, lidar com ações que vão nortear seu desempenho. Contudo, o ambiente em que estas empresas estão inseridas também é muito incerto, tendo as estratégias adotadas um papel importante na manutenção de suas atividades.

Para lidar com estas incertezas, existem metodologias de prospecção estratégica, tecnológica e organizacional, que ajudam as empresas na decisão das ações presentes com objetivos futuros mais precisos. Entretanto, fazer isso não é tarefa simples. A maioria das empresas ainda luta cotidianamente para sobreviver. Elas não têm tempo, recursos humanos e financeiros para lançar-se em estudos e atividades de prospecção (SOUZA et al., 2008, p. 5).

Uma questão atrelada atualmente a sobrevivência das empresas é a tecnologia, em que está presente em produtos e serviços. Conforme Brady et al., (1997), a tecnologia é aplicada nos processos de fabricação de produtos, na administração das empresas, em operações de venda e distribuição, etc.

Gestão da tecnologia é um tema desafiador, tanto em termos de teoria e prática, devido à sua natureza multidisciplinar e multifuncional, portanto, conforme Phaal, Farrukh e Probert (2006), certo número de disciplinas são relevantes do ponto de vista acadêmico, como a engenharia, a economia, a sociologia e a psicologia.

Para tanto, o método *Technology Roadmapping* (TRM), com sua abordagem estruturada, faz interagir grupos de especialistas e induz, de forma compartilhada, a criação de visões prospectivas e a elaboração de conjuntos de ações encadeadas em um horizonte temporal de curto, médio e longo prazo.

O principal benefício observado com a utilização da ferramenta é a possibilidade de previsão dos sistemas. Pode-se planejar de forma mais consistente, alocar recursos de forma otimizada, aumentado assim a vantagem competitiva da organização favorecendo sua sobrevivência (ANDRADE; MONTI; SILVA, 2008).

Portanto, o método *Technology Roadmapping*, ou *Roadmap* de Tecnologia, é uma poderosa e versátil técnica para gestão e planejamento, sobretudo quando se trata de explorar os vínculos ativos entre recursos tecnológicos, objetivos organizacionais e desenvolvimento das tecnologias.

O objetivo central deste artigo é desenvolver uma ferramenta para levantamento de informações sobre demandas e ofertas tecnológicas das empresas de diversos segmentos de Fortaleza-CE que alimentem o método *Technology Roadmapping*.

2. Referencial teórico

2.1. O método *Technology Roadmapping*

Conforme Bray e Garcia (1998), o termo *roadmap* é um neologismo em inglês que significa um processo de planejamento tecnológico para identificar, selecionar e desenvolver as alternativas tecnológicas com objetivo de atender a um conjunto de necessidades pré-elaboradas por uma ou mais empresas.

Para Phaal, Farrukh e Probert (2001), o método *Technology Roadmapping* é constituído de sucessivas etapas de coleta e análise de dados (workshops), fornecendo informações importantes que servem de base para a tomada das decisões estratégicas. Já os resultados destas etapas são organizados em relatórios e mapas de suporte, que serão utilizados como inputs para o mapa final.

Os resultados desse tipo de trabalho são consolidados em *roadmaps*, ou seja, representações gráficas simplificadas que permitem comunicar e compartilhar de forma eficaz uma intenção estratégica com vistas a mobilizar, alinhar e coordenar esforços das partes envolvidas para atender um ou vários objetivos (SOUZA et al., 2008, p. 5).

Para Albright (2003), *roadmaps* são roteiros que descrevem um ambiente futuro, bem como os objetivos a serem alcançados dentro desse ambiente, e os planos para o modo como esses objetivos serão alcançados ao longo de um período determinado.

Segundo Albright (2003), o *roadmap* ajuda a equipe a reunir diversas perspectivas sobre todos os aspectos do ambiente e do planejamento, além de ajudar a equipe a construir um consenso. Para Coelho et al. (2005, p. 206), a importância deste tipo de estudo é que os "*roadmaps* propiciam a criação de um plano que integre as necessidades do mercado e do consumidor, a evolução do produto, e a introdução de novas tecnologias logo no início do processo".

Conforme Freitas et al. (2006), o método TRM teve sua primeira aplicação entre as décadas de 1970 e 1980 com a Motorola e a Corning, sendo adotado por grandes organizações posteriormente. O surgimento do método teve como motivação principal a necessidade de se ter uma estrutura de mapeamento de informações relacionadas ao trinômio tecnologia, produto e mercado, integrando-as ao longo do tempo (FREITAS et al., 2006).

Contudo, o primeiro artigo que efetivamente abordou o TRM só veio a ser publicado em 1987 na revista "*Research Management*" pelo diretor de planejamento tecnológico da Motorola (WILLYARD; MCCLEES, 1987).

Para Andrade, Monti e Silva (2008), o método TRM é uma importante ferramenta para tecnologia que colabora no planejamento e na coordenação das corporações e indústrias. Por meio das informações coletadas pelo roadmap, a empresa pode tomar decisões de investimento atendendo assim as necessidades do produto. Galvin (2004) considera os roadmaps como ferramentas para a inovação, sendo, portanto, um inventário de possibilidades para um campo em particular.

De acordo com Albright (2003), o conhecimento humano é um elemento muito importante para o TRM e, para, um bom funcionamento do roadmap, faz-se necessário a participação dos seguintes agentes:

- Contribuinte, que traz informações valiosas para um contexto de elaboração de roteiros;
- Controlador, que garante que o roadmap está sendo feito de forma sistemática;
- Distribuidor, que absorve informações em um contexto de elaboração de roteiros e as divulga para aqueles que precisam agir.

Um grande número de abordagens (ferramentas) foi desenvolvido por gestores, consultores e acadêmicos para compreender as questões conceituais e práticas associadas à gestão da tecnologia. Tais ferramentas podem assumir muitas formas, incluindo as matrizes, quadros, gráficos, listas de verificação, taxonomias e software, juntamente com as possibilidades de combinações entre essas formas (PHAAL; FARRUKH; PROBERT, 2006).

A disposição de um *roadmap* pode ser generalizada, contendo ilustrações de várias camadas e subcamadas (temas estratégicos), sendo identificadas três camadas externas (incorporando os temas das subcamadas), permitindo a generalização e aplicação do conhecimento em diversas situações (Figura 1), em que (PHAAL; FARRUKH; PROBERT, 2005):

1. As camadas superiores do *roadmap* tratam dos propósitos (*know-why*) que cada organização aspira juntamente com os fatores que influenciam cada propósito. Usualmente,

no nível empresarial, esta camada contém as perspectivas externa e interna. Alguns assuntos encontrados normalmente neste nível são: mercado, consumidores, competidores, ambiente, indústria, negócio, tendências, motivação, ameaças, objetivos, marcos e estratégia;

2. As camadas intermediárias do roadmap dizem respeito aos mecanismos utilizados para o alcance dos objetivos, sendo de extrema importância, pois funcionam como uma ponte entre o propósito e os recursos, determinando o que fazer (*know-what*). Em nível empresarial, essas camadas tratam de produtos, serviços, operações entre outros, sendo ligadas diretamente a geração de receita;

3. As camadas inferiores do roadmap tratam dos recursos (incluindo tecnológicos) que precisam estar ordenados e integrados para o desenvolvimento dos mecanismos de entrega (*know-how*). Nesta camada serão empregadas técnicas de como fazer (*know-how*), utilizadas para atender a demanda estipulada nas camadas superiores. Outros recursos abordados neste nível são: habilidades, parcerias, fornecedores, instalações, infraestrutura, organização, normas, ciência, finanças e projetos de P&D.

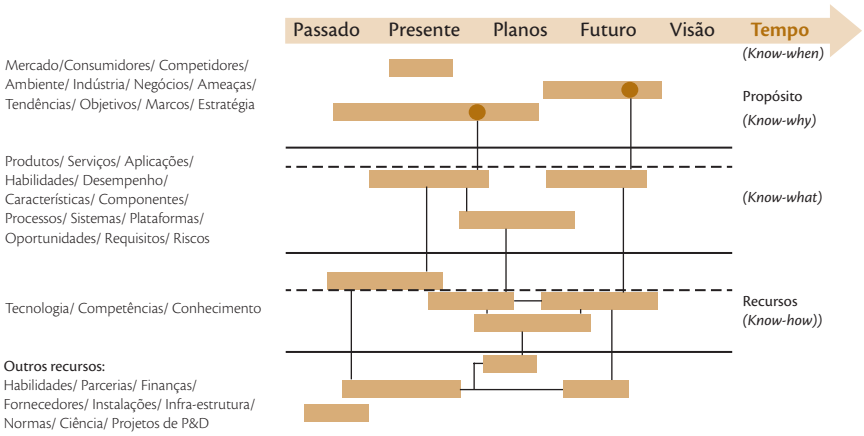


Figura 1 – *Roadmap* genérico para conexão entre recursos para os objetivos.

Fonte: *Phaal, Farrukh e Probert (2005)*

De acordo com Phaal, Farrukh e Probert (2005), o *roadmap* pode ter várias formas e busca responder três simples questões (simples de propor, mas não de responder) que levam em consideração uma gama de perspectivas, tais como mercado, produto e tecnologia: 1) Para onde estamos indo? 2) Onde estamos agora?, e 3) Como chegaremos lá? (Figura 2).

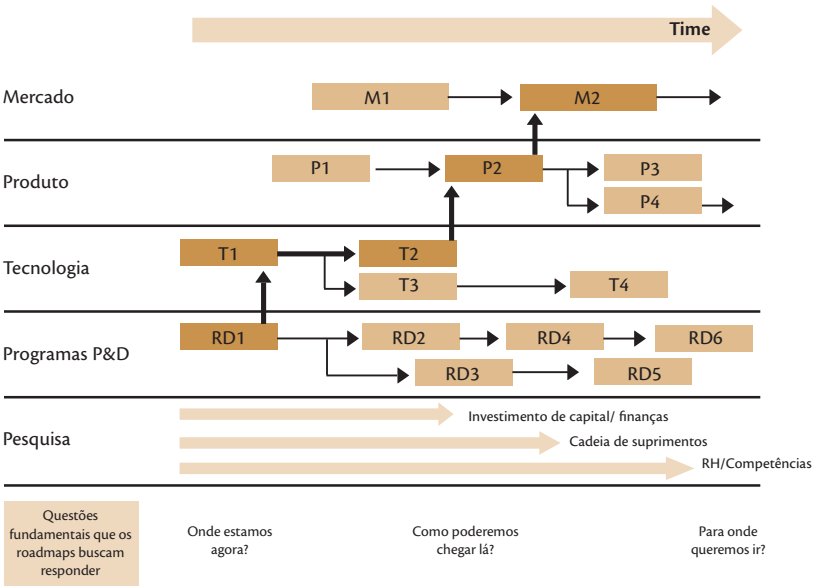


Figura 2 – Roteiro de *roadmap* para a integração e alinhamento dos planos estratégicos.

Fonte: *Phaal, Farrukh e Probert (2005).*

Devido a essa flexibilidade em sua disposição, o TRM pode ser aplicado em diversos segmentos e para os mais variados produtos/serviços, tornando-se um atrativo para as empresas que desejam fazer um planejamento em longo prazo. Segundo o Senai (2007), atualmente, além dos *roadmaps* tecnológicos, que são os mais comuns, também encontra-se referências de *roadmaps* para produtos, políticas, cadeia de fornecedores, inovação, estratégias, competências, entre outros campos.

Conforme Phaal, Farrukh e Probert (2001), a abordagem do *roadmap* tecnológico é muito flexível e seus produtos podem ser mais apropriados para diversos usos. Os autores examinaram um conjunto de cerca de 40 *roadmaps* e este estudo revelou uma série de objetivos diferentes, agrupados em oito grandes áreas: 1) planejamento de produto, 2) serviço/capacidade de planejamento, 3) planejamento estratégico, 4) planejamento de longo alcance, 5) conhecimento de planejamento de ativos, 6) programa de planejamento, 7) processo de planejamento, e 8) planejamento da integração.

Phaal, Farrukh e Probert (2001) também elencaram as diversas maneiras gráficas que um *roadmap* pode assumir, onde entre elas tem-se:

Múltiplas camadas: este é o formato de roadmap de tecnologia mais utilizado e nele consta uma série de camadas, tais como tecnologia, produto e mercado. Este tipo de estrutura permite a evolução em cada camada a ser explorada, juntamente com as camadas dependentes, facilitando a integração entre as camadas (Figura 3);

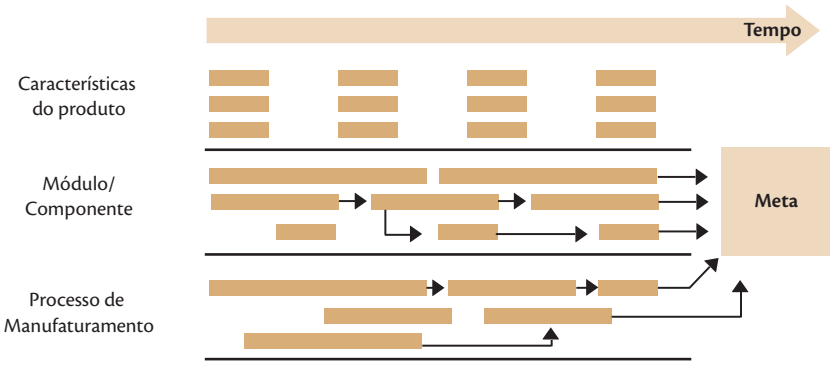


Figura 3 – *Roadmap* no formato de múltiplas camadas.

Fonte: *Phaal, Farrukh e Probert (2001)*

Barras: muitos *roadmaps* são exibidos em forma de um conjunto de barras, em que cada uma representa uma camada ou subcamada do roadmap. Este tipo de estrutura possui a vantagem de simplificar e unificar as produções para facilitar comunicação e integração como suporte ao roadmap (Figura 4);

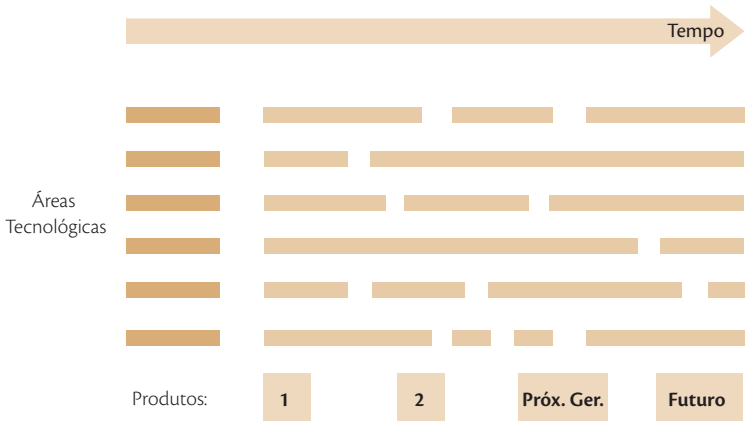


Figura 4 – *Roadmap* no formato de barra.

Fonte: *Phaal, Farrukh e Probert (2001)*

Mesas: em alguns casos, os *roadmaps* podem ser expressos em tabelas, relacionando tempo *versus* desempenho. Este tipo de abordagem é particularmente adequado para situações onde o desempenho pode ser quantificado, ou no caso das atividades estarem agrupadas em períodos de tempo específicos (Figura 5);

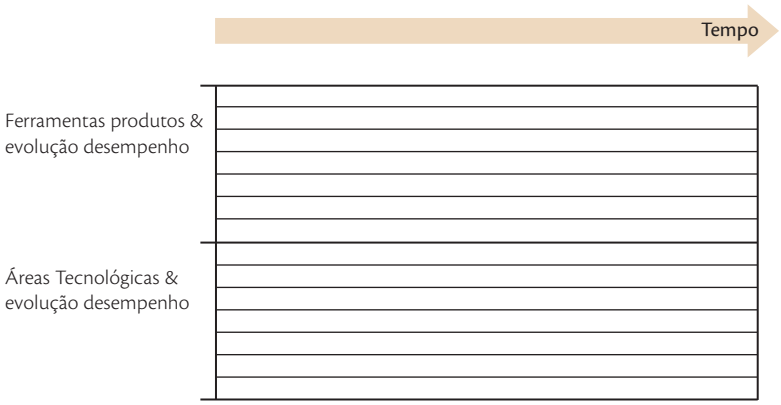


Figura 5 – *Roadmap* no formato de mesas.

Fonte: *Phaal, Farrukh e Probert (2001)*

Gráficos: quando o desempenho do produto ou tecnologia pode ser quantificado, o roadmap pode ser expresso como um simples gráfico, em que são feitos, normalmente, um para cada subcamada. Esse tipo de gráfico também pode ser chamado de curva de experiência (Figura 6);

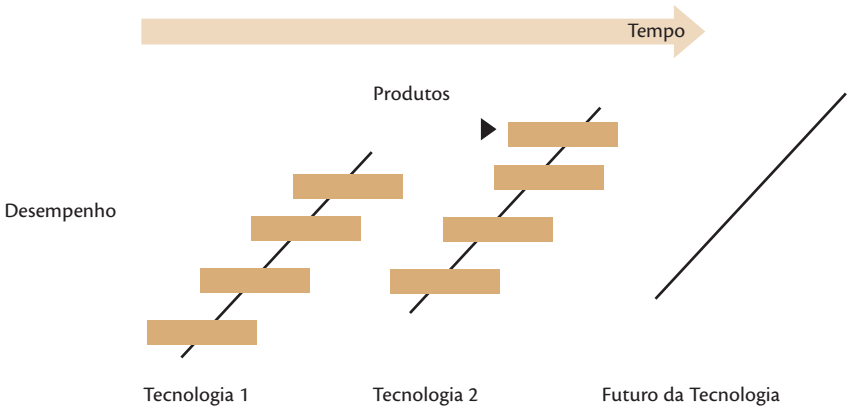


Figura 6 – *Roadmap* no formato gráficos.

Fonte: *Phaal, Farrukh e Probert (2001)*

Representação pictórica: alguns *roadmaps* podem possuir uma estrutura mais criativa, com representações pictóricas para comunicar a integração de tecnologia e planos. Às vezes metáforas são usadas para apoiar os objetivos (Figura 7).

Conforme Phaal, Farrukh e Probert (2001), a gama de possíveis combinações decorrentes dos tipos de *roadmaps*, combinando-se proposições e tipos de formatos, visualizados na Figura 8, pode ser parcialmente atribuída à falta de normas claras e aceites ou protocolos para a sua construção. No entanto, considera-se que esta reflete também a necessidade de ajustar o método para se adequar a cada situação, em termos de finalidade de negócio, fontes de informação existentes, recursos disponíveis, etc.

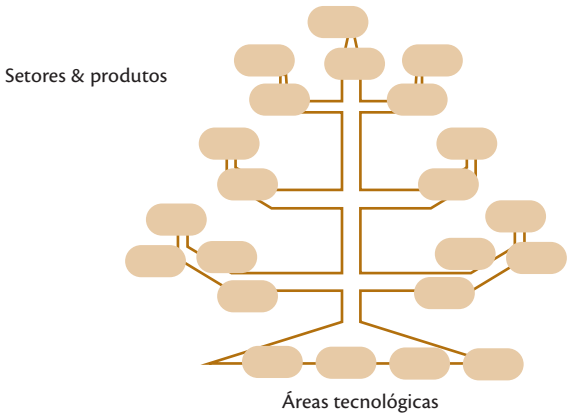


Figura 7 – *Roadmap* no formato representações pictóricas.

Fonte: *Phaal, Farrukh e Probert (2001)*

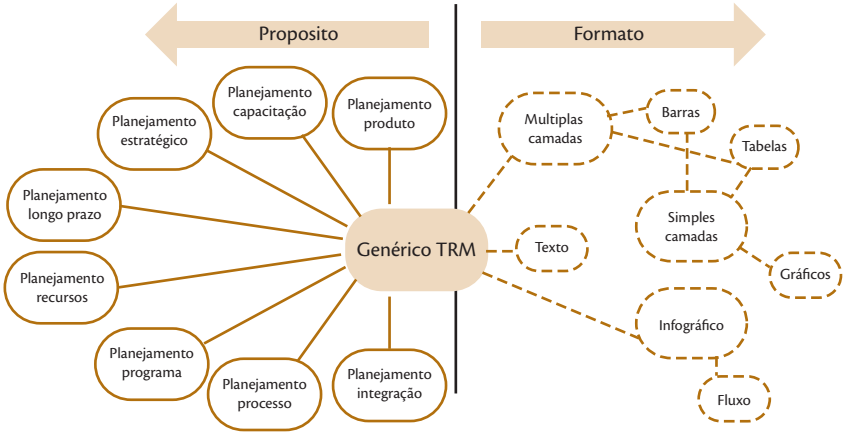


Figura 8 – Tipos de *roadmap*: proposição e formato.

Fonte: *Phaal, Farrukh e Probert (2001)*

Os *roadmaps* nem sempre se encaixam perfeitamente dentro das categorias identificadas na Figura 8 e podem conter elementos de mais de um tipo, tanto em termos de finalidade e formato, resultando em formas híbridas (PHAAL, FARRUKH, PROBERT, 2001). Phaal, Farrukh e Probert (2006) posteriormente desenvolveram um estudo com o desenvolvimento de uma ferramenta de gerenciamento de catálogo, em que a colheita dessas ferramentas identificou quatro tipos genéricos de ferramenta matriz: matrizes, grelhas, tabelas e perfis marcados.

De acordo com a Sandia National Laboratories (2005), os processos do *roadmap* tecnológico podem ser elaborados em três fases, em que a primeira fase envolve a atividade preliminar, a segunda fase corresponde ao desenvolvimento do *roadmap* tecnológico e a terceira fase diz respeito ao acompanhamento e utilização do método.

FASE I: Atividade preliminar

1. Satisfazer as condições essenciais

   Necessidade do envolvimento e participação de diferentes grupos (diferentes perspectivas);

   Envolver membros da indústria, seus clientes e fornecedores, governo e academia;

   Mostrar aos envolvidos que um roadmap é necessário para atender necessidades.

2. Fornecer liderança / patrocínio

   Estabelecido devido ao tempo e esforço exigido pelo *roadmap*;

   A liderança deve ser oriunda do grupo que está implementando o atual *roadmap*.

3. Definir o âmbito e limites para o *roadmap* tecnológico

   Garantir que o contexto para o *roadmap* foi especificado;

   Garantir que a visão está correta e que o roadmap pode suportá-la;

   Especificar o âmbito e o alcance do *roadmap*.

FASE II: Desenvolvimento do plano tecnológico

1. Identificar o "produto" que será o foco do *roadmap*

   O passo crítico do desenvolvimento do roadmap é chegar a um consenso entre os participantes de quais são os produtos necessários para o *roadmap*;

   Dependendo da complexidade do produto, existem muitos componentes e níveis em que o *roadmap* precisa manter o foco.

2. Identificar os requisitos sistêmicos críticos e seus objetivos

   Fornecer a estrutura total para o roadmap e são os níveis mais elevados que se relacionam com a tecnologia.

3. Especificar as principais áreas da tecnologia

   Estas são as áreas mais importantes, pois podem ajudar no alcance dos requisitos sistêmicos críticos para o produto do *roadmap*.

4. Especificar os direcionadores da tecnologia e suas metas

   Estes direcionadores da tecnologia são variáveis cruciais que irão determinar quais alternativas tecnológicas serão selecionadas;

   As metas dos direcionadores de valor especificam como a alternativa tecnológica viável precisa estar hábil para desempenhar sua função a uma determinada data.

5. Identificar as alternativas tecnológicas e suas linhas de tempo

   Uma meta difícil pode requerer avanços em muitas tecnologias;

   Uma tecnologia pode impactar múltiplas metas.

6. Recomendar a alternativas tecnológicas que devem ser perseguidas

   Alternativas tecnológicas variam em termos de custo, programas e desempenho.

7. Criar o relatório *roadmap* tecnológico

   Identificação e descrição de cada área tecnológica e sua atual posição;

   Fatores críticos, em que sem eles o *roadmap* poderia falhar;

   Áreas não abrangidas pelo *roadmap*;

   Recomendações técnicas;

   Recomendações de implementação.

FASE III: Seguimento da atividade

1. Crítica e validação do *roadmap* tecnológico

   O projeto precisa ser revisto, criticado e validado

   As alternativas de tecnologia são sensatas?

   Está faltando alguma tecnologia importante?

O *roadmap* está claro e compreensível para as pessoas que não estão envolvidas no processo de desenvolvimento do projeto?

2. **Desenvolver um plano de implementação**

   Através das alternativas tecnológicas recomendadas;

   Deve ser um ou mais projetos que deverão ser desenvolvidos baseados nas alternativas tecnológicas selecionadas.

3. **Revisão e atualização**

   Roadmaps tecnológicos devem ser constantemente revistos e atualizados;

   O ciclo de revisão tem que ser baseado no ciclo natural de planejamento da empresa ou baseado, mais apropriadamente, na proporção em que a tecnologia vai mudando.

2.2. Prospecção de informações

Conforme Mayerhoff (2008), estudos de prospecção constituem a ferramenta básica para a fundamentação nos processos de tomada de decisão em diversos níveis na sociedade moderna. O propósito dos estudos de prospecção não é desvendar o futuro, mas sim delinear e testar visões possíveis e desejáveis para que sejam feitas, hoje, escolhas que contribuirão, da forma mais positiva possível, na construção do futuro.

Estas informações podem ajudar a gerar políticas de longo prazo, estratégias e planos que dispõem circunstâncias futuras prováveis e desejadas em um estreito alinhamento.

O desenvolvimento das tecnologias da informação provoca a necessidade de aumento da competitividade por parte das organizações e países. Esse aumento nos níveis competitivos faz com que a antecipação das mudanças tecnológicas se torne um fator importante, levando a que a capacidade de uma empresa, indústria ou país em identificar novas tecnologias e tomar ações apropriadas seja de vital importância (DU PREEZ; PISTORIUS, 1999).

Além disso, a mudança tecnológica pode ser vista como uma resposta às diversas forças que impulsionam as tendências tecnológicas, na qual podem ser políticos, sociais, econômicas ou de natureza tecnológica (DU PREEZ; PISTORIUS, 1999).

Outra importância da utilização dos métodos de prospecção tecnológica é que ela pode demonstrar uma atitude pré-ativa, no sentido de que a busca por informações acerca das mudanças possíveis no futuro ou já em curso constitui, por si só, uma forma de preparação para tais mudanças (MAYERHOFF, 2008).

As ofertas e demandas tecnológicas das empresas são definidas a partir da determinação de fatores críticos de maior impacto sobre a melhoria de eficiência, qualidade e da competitividade do setor.

Contudo, o futuro não pode ser predito de maneira determinística, mas existe a possibilidade de se antecipar o futuro tecnológico, gerando, assim, vantagem competitiva.

Roadmap é uma ferramenta ideal para tratar as informações coletadas, pois permitem planejar e executar um plano para atingir determinado objetivo, da mesma maneira que um mapa rodoviário permite a um viajante decidir entre rotas alternativas para alcançar um destino.

Portanto, o método é uma ferramenta de apoio a uma equipe encarregada do desenvolvimento de um produto fornecendo o método para ligar sua estratégia às ações futuras e incorporar explicitamente um plano para que a infraestrutura, as competências e as tecnologias necessárias estejam disponíveis no momento adequado (COELHO et al., 2005).

3. Método

A metodologia usada na elaboração desta pesquisa abrangeu uma revisão da literatura, nacional e internacional, disponível sobre o tema para a construção do referencial teórico, além de verificar os instrumentos e ferramentas utilizados em estudos semelhantes.

A elaboração dos formulários foi baseada em estudos anteriores que trataram do levantamento de informações tecnológicas (BANDES, 2005; INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL, 2005; SIMIONI, 2007).

Como forma de obter informações e possíveis respondentes, realizou-se um workshop com objetivo de reunir especialistas de diversos segmentos para que estes pudessem alimentar a ferramenta do *roadmapping* tecnológico. Em seguida, será empregada a técnica Delphi, que estabelece uma comunicação entre os especialistas e possibilita uma nova consulta onde os respondentes podem observar suas respostas em relação ao conjunto dos respondentes (JANNUZZI et al., 2004).

4. Resultados finais e conclusões

Os formulários elaborados foram preparados para funcionarem através de interface eletrônica em tempo real pela Internet e estão disponíveis no site da Rede de Núcleos de Inovação Tecnológica do Ceará (Redenit-CE).

O questionário que trata do levantamento de informações sobre o mercado está disponível e pode ser acessado através em <*http://www.redenitce.com.br/questionario/publico/?pesquisa_id=2*>.

O formulário, que está sendo preenchido pelas empresas, busca informações de modo a contribuir com a construção de visões de futuro para os diversos segmentos, além de alinhar os objetivos da área de ciência e tecnologia com as demandas e necessidades do mercado.

Este formulário busca, além de informações de identificação do respondente, como setor, empresa, especialista, cargo, etc., informações quanto aos ambientes organizacional, institucional, tecnológico e competitivo, levando em consideração três períodos, situação atual, situação em 2016 e situação em 2020.

Outras informações que se busca neste foram quanto às inovações tecnológicas, incrementais, quanto aos produtos, processos, serviços e organizacionais. Também são solicitadas informações sobre os fatores críticos de cada segmento e suas influências.

O outro formulário é exclusivo para professores e está disponível em <*http://www.redenitce.com.br/competencias/*>. Este questionário tem por objetivo levantar as competências dos professores das ICTs para auxiliar na tomada de decisão das universidades, visando o maior incentivo à pesquisa e à inovação, assim como uma maior aproximação entre universidade e sociedade.

Desta forma, o formulário trata de questões sobre os vínculos institucionais, as principais produções científicas, os principais grupos de estudo e projetos, experiências profissionais, além de uma área que trata da auto-avaliação do professore, em que contém questões quanto às atitudes, conhecimentos, habilidades, competências e possíveis oferta de serviços.

Concluiu-se, portanto, que o método *Technology Roadmapping* é uma ferramenta útil de planejamento em um ambiente cada vez mais competitivo, em qualquer que seja o segmento. Um processo bem sucedido do TRM é fundamental para identificar por os motivos da elaboração de roteiros e de como eles serão utilizados.

O método *Technology Roadmapping* é especialmente importante para coordenar o desenvolvimento de várias tecnologias, especialmente em vários projetos. Esta coordenação é muito útil, pois esta pesquisa lida com tecnologias e pesquisas que estão relacionadas diretamente com as competências essenciais da instituição.

Portanto, através desses formulários pode-se identificar, avaliar e selecionar alternativas tecnológicas que podem ser usadas para solucionar demandas de mercado.

Referências

ALBRIGHT, R. E. **Roadmapping Convergence**. Commercializing and Managing the New Converging Technologies –Workshop, September, 22, 2003.

ANDRADE, C. C.: MONTI, L. L.; SILVA, A. R. P. Aplicação do Technology Roadmapping em empresa automobilística. **Anais**... V Simpósio de excelência em gestão e tecnologia SEGeT, Resende, MG, 2008.

BANDES. **Arranjo produtivo local metalmecânico do Espírito Santo**: potencial de fornecimento e da demanda. Vitória: BANDES, 2005. Disponível em <*www.bandesonline.com.br/menuAzul/estudos/documentos/Estudo_CDMEC_final.pdf*>. Acesso em 23/07/2010.

BRADY, T.; RUSH, H.; HOBDAY, M.; DAVIES, A.; PROBERT, D.; BANERJEE, S. Tools for Technology Management: An Academic Perspective. **Technovation**, Vol. 17, n. 8, p. 417-426, 1997.

BRAY, O. H.; GARCIA, M. L. **Technology roadmapping**: the integration of strategic planning for competitiveness. Portland: PICNET - Portland International Conference on Management and Technology, 1998.

COELHO, G. M.; SANTOS, D. M.; SANTOS, M. M.; FELLOWS FILHO, L. Caminhos para o desenvolvimento em prospecção tecnológica: Technology Roadmapping um olhar sobre formatos e processos. **Parcerias Estratégicas**, Brasília, v. 21, p. 199-234, 2005.

DU PREEZ, G. T.; PISTORIUS, C. W. I. Technological threat and opportunity assessment. **Technological Forecasting and Social Change**, V. 61, p. 215-234, 1999.

FREITAS, J. S.; CHENG, L. C.; LIMA, L. M. A.; MATTOS NETO, P.; DRUMMOND, P. H. F.; COTA JÚNIOR, M. B. G. Aplicação do Método TRM na Estruturação do Planejamento Estratégico de Novos Produtos em uma Empresa Brasileira do Setor de Internet Móvel. **Anais**... 13ª Jornada Nacional de Iniciação Científica, 2006, Florianópolis (UFSC). Anais/Resumos da 58a Reunião Anual da SBPC, 2006.

GALVIN, R. Roadmapping: a practitioner's update. **Technological Forecasting & Social Change**, n. 71, p. 101-103, 2004.

INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. **Identificação de gargalos tecnológicos da agricultura familiar**: subsídios e diretrizes para uma política pública: relatório 3: o processo de inovação tecnológica na indústria de máquinas e equipamentos agrícolas do Paraná. Curitiba: IPARDES, 2005, 58. p.

JANNUZZI, G. M.; MACEDO, I.; ZACKIEWICZ, M.; SANT'ANA, P. H. M. A prospecção tecnológica em energia e a pesquisa e desenvolvimento no Brasil: elementos para um estratégia. Campinas, SP: **Energy Discussion Paper**, n. 2.64.2/04, 2004.

MAYERHOFF, Z. D. V. L. Uma Análise Sobre os Estudos de Prospecção Tecnológica. **Cadernos de Prospecção**, v. 1, n. 1, p. 7-9, 2008.

PHAAL, R.; FARRUKH, C. J. P.; PROBERT, D. R. **Technology Roadmapping**: linking technology resources to business objectives. Centre for Technology Management, University of Cambridge, 2001.

PHAAL, R.; FARRUKH, C. J. P.; PROBERT, D. R. **Developing a Technology Roadmapping System**, Proceedings of the 2005 PICMET, Portland, 2005.

PHAAL, R.; FARRUKH, C. J. P.; PROBERT, D. R. Technology Management Tools: Concept, Development and Application. **Technovation**, Vol. 26, p. 336-344, 2006.

SANDIA NATIONAL LABORATORIES. **Fundamentals of technology roadmapping**. Disponível em : http://www.sandia.gov/Roadmap/home.htm. Acesso em: 28/04/2010.

SENAI, Departamento regional do Paraná. **Rotas Estratégicas para o futuro paranaense**: roadmapping de produtos de consumo - 2015. Curitiba: SENAI/PR, 2007.

SIMIONI, F. J. Análise diagnóstica e prospectiva da cadeia produtiva de energia de biomassa de origem florestal no planalto sul de Santa Catarina (**Tese - Doutorado em Engenharia Florestal**). Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2007, 132 p.

SOUZA, M.; SCHNEIDER, A. H.; ROEPCKE, C. B. S.; SKROBOT, F. C.; STEINGRABER, R. A metodologia roadmapping como ferramenta de apoio para formalução e implementação de estratégias. **Anais**... Global Forum América Latina, 2008, Curitiba. Global Forum América Latina. Curitiba: SENAI, 2008. v. 1. p. 05-06.

WILLYARD. H.; McCLEES, W. Motorola's technology roadmap process. **Research Management**, Vol. 30, No. 5, 1987.

Rodolpho von Ihering, o pai da piscicultura*

Um dos ícones da história do Departamento Nacional de Obras Contra a Seca (DNOCS), Rodolpho von Ihering, o pai da piscicultura. Graças a seu trabalho científico meticuloso, seu espírito de liderança e a uma equipe de colaboradores imbuídos de um sentido de missão, os açudes e outros mananciais nordestinos, além de manterem suas espécies nativas, ganharam espécies adventícias vindas dos rios amazônicos. Rodolpho Von Ihering nasceu no Rio Grande do Sul, em 17 de julho de 1883 e, em São Paulo, fez-se bacharel em Ciências e Letras em 1901. Rodolpho dedicou-se de corpo e alma ao estudo da fauna brasileira e à solução dos problemas da piscicultura.

Percorrendo todo o Brasil, catalogou todas as espécies brasileiras, associando nomes científicos aos nomes populares dados aos animais em cada região. Chegou a aprender o tupi-guarani, objetivando conhecer melhor as raízes etimológicas dos nomes dos animais. Nasceu assim uma obra importante: "Dicionário dos Animais do Brasil", publicada pela Universidade de Brasília (UnB). Dedicou-se, sobretudo, ao estudo dos peixes, criando no Brasil o Serviço de Piscicultura. Fez inúmeras experiências para conseguir a fecundação in vitro, de peixes de água doce, com o objetivo de obter alevinos em grande quantidade para o repovoamento de rios, açudes e barragens. Em 1934, Ihering criou e desenvolveu o processo artificial de reprodução de peixes, conhecido como hipofisação. O resultado é a imensa produção atual de peixes nos açudes administrados pelo DNOCS, uma fonte inestimável de proteínas no semiárido.

Rodolpho casou-se com Isabel de Azevedo Von Ihering e teve duas filhas: Maria e Dora Von Ihering, que escreveu o livro "Ciência e Beleza nos Sertões do Nordeste", a memória da Comis-

* Este artigo foi publicado na revista ConViver, do DNOCS/BNB, em outubro 2009. Número 6, O Século do DNOCS.

são de Piscicultura que percorreu os sertões nordestinos entre 1932 e 1939, obra que a Revista ConViver, nesta edição pelo Centenário do DNOCS, publica fragmentos, como retratos de tempos heroicos.

1. Fragmentos de "Ciência e belezas nos sertões do Nordeste (por *Dora von lhering*)

Nossos cenários eram os magníficos Estados do Nordeste e Norte, deste país imenso. Rodolpho Von lhering, meu pai, chefiava uma comissão do governo, nos anos idos de 1932 a 1939. Um grupo heterogêneo, constituído de médicos e cientistas, alguns recém-formados, vindos de São Paulo, Rio de Janeiro e de outros pontos: brasileiros, enfim, cheios de entusiasmo e vibrando ao enfrentar um destino diferente daquele do asfalto das grandes cidades. Muitos cientistas convidados ou que se ofereciam para unir seus conhecimentos aos estudos a que a Comissão Técnica de Piscicultura se propunha realizar. Como estagiários, chegavam personalidades de diversos ramos da biologia, da Europa, de vários países, outros dos Estados Unidos, Canadá e ainda do Japão, de Java, etc., para uma permanência de intercâmbio cultural, que se destinava a pesquisas, mais especificamente, às da piscicultura. Impossível ignorar todo o mundo de riquezas que a terra oferecia na sua plenitude dos três reinos do solo amplamente gratificados, como o são os deste Brasil privilegiado. No mais, compunha o quadro da C.T.P.N.: um desenhista de nomeada – Alfredo Norfini, um jornalista ilustre – Amadeu Amaral Jr. O fotógrafo "especializado" para o documentário mais completo de nossas andanças, quer do ponto de vista da flora, da fauna e dos minérios, ainda tão desconhecidos pela maior parte dos nossos irmãos do Sul, era o próprio Rodolpho Von lhering. Havia ainda, minha mãe e eu, como secretárias: voluntária uma, honorária outra; cozinheiros, serventes e motoristas.

Todos unidos no afã de coligir, ao máximo, material para a piscicultura e dados, mesmo fora dos estudos biológicos, assim quer da música – (e D. Isabel era exímia profissional, entendendo a fundo o assunto) quer dos tipos, hábitos, topografia, tudo o que formasse um apanhado geral desta terra tão grande, tão rica e bela em todos os aspectos e, também, tão dividida na etnografia, pela sua imensidão.

As primeiras explorações começaram em Pernambuco, Estado que atravessamos de ponta a ponta, conhecendo desde logo a série de regiões bem distintas do Nordeste: o "Tabuleiro", planalto de pouca elevação, geralmente arenoso, porque ainda é continuação de praias, a vegetação é rasteira com poucos arbustos, entre eles a mangabeira, de frutos saborosos, servindo para doces, compotas, xaropes e vinhos. Não os conhecendo chupamos uns ainda verdes e o travo, nos deixou de boca presa.

Depois entramos pela "Caatinga" ("caa" – mato, "tinga" – claro, ralo), região composta de pequenas árvores que se despem de suas poucas folhas durante as prolongadas secas e que comumente é rica de espinheiros, cactáceas, bromélias. Passamos do "Cariri", variedade de caatinga, com vegetação também rala, menos áspera, porém igualmente triste. Como são desertas essas plagas! Rodando de carro, durante dois ou três dias, não víamos viva alma. A monotonia era apenas quebrada por belas aves: papagaios, azulões, periquitos em bandos, gaviões de porte altaneiro e um sem número de pássaros coloridos; muitos "calangos" (lagartos verde-azulado) inofensivos, assim como outros animais que resistem a tudo nesses semi desertos.

Íamos do "Agreste", campo silvestre, rústico, entre a mata e a caatinga, de solo pedregoso, ao "agreste-acaatingado", mais seco e arenosos, árido também e de vegetação escassa. Seguimos pela região do "Carrasco", espécie de mata anã; raras as plantas mais altas e quase nenhum verde, como sempre; os ramos duros, esguios estorricados. O terreno muito pobre e hostil, cheio de pedras, a vegetação mais aberta, enfezada, áspera e espinhenta, pior do que a da caatinga. Essas paisagens têm as tonalidades do amarelo e do cinza claro ao escuro. Chamam de "Zona Nordestina" a todo esse conjunto de solo improdutivo, assolado pelo clima escaldante, que mais tarde verificaríamos ser o complexo de todo esse vasto território. Abismados por toda essa pobreza de terra, chegamos ao "Seridó", zona de calor ainda mais ardente, de campos estéreis, que é a transição entre a caatinga e o cariri, e se presta apenas, mas grandemente, ao plantio do algodão do mesmo nome, considerado como o melhor, pela fibra mais longa e forte. Rodávamos sempre, com paradas nos pontos onde por milagre ainda houvesse alguma água. E seguiam-se os dias e os meses em jornadas estafantes que procurávamos amenizar como o bom humor e chegávamos mesmo a nos divertir com as novidades, os embaraços imprevistos, com tudo tão variado e desigual nesses cenários completamente diferentes para a gente do Sul ou para os de plagas estrangeiras.

De Recife, fomos visitar Olinda, encantadora terra da donataria de Duarte Coelho, que fundou essa cidade e a Vila de Igaraçu, onde há uma das mais antigas construções do Brasil, o Convento e Igreja de Santo Antônio, singelos e graciosos na arquitetura colonial, datando de 1535. Estivemos no município de Paulista, conhecido pela grande indústria têxtil, fábricas que em São Paulo e Rio têm as famosas Casas Pernambucanas e seguimos por um sem número de pequenos povoados. Chegamos e nos detivemos em Garanhuns, construída num maciço que alcança mais de 1.000m de altura e onde são frequentes as temperaturas de 22°C. O povo ali é mais forte e corado e queixa-se do frio. Toda essa área, situada a Este da escarpa da Borborema, usufrui de pluviosidade abundante. As feiras dessa região têm fartura de legumes, tubérculos, frutos, boa carne de gado e lindas flores. Só nessas paragens, gozamos das delícias do clima fresco; as chuvas e a umidade são mais constantes.

Rumando para o Norte alcançamos Caruaru, boa cidade também de temperatura amena. Enquanto os homens trabalhavam nos seus estudos, a Sra. e filha do Chefe, viveram experiências diferentes: na bonita Matriz, havendo um harmônio, decididas, alegraram as missas e o Terço, uma no teclado e a outra cantando cânticos da Igreja, mais conhecidos de todos! E tendo o nosso artista Norfini e se oferecido para pintar um grande painel no adro, ambas pousaram como N. Senhora e Maria Madalena... "Mestre Vitalino"; o famoso escultor no barro, nos foi apresentado e, por uns dias, fez parte do grupo C.T.P.N. Em Pesqueira, encantaram-nos os vastos campos de tomateiros com os rubros frutos, enormes "pomodoros" – temos uma fotografia com um, pesando quase um quilo – das fábricas de massa de tomate mais famosas na época: a "Peixe" e a "Rosa". Esticando as viagens, Triunfo e Parnamirim estavam no caminho, depois Serra Talhada, S. José do Belmonte, Exu e Araripina, já no fim do Estado. O calor terrível nos fazia suar "em bicas"; o sol inclemente esquentava até a pouca brisa – o "Bochorno", que nos parecia vir do inferno.

Acampava-se às margens dos rios maiores de Pernambuco, como o Capiberibe, Pajeú, Moxotó e dos riachos Brígida, Jacaré, das Graças, assim como em vários açudes. Qualquer regato que ainda levasse água correndo, detinha a C.T. P.N. para a colheita de material para estudos.

Continuando, foi a vez da Paraíba, "pequenina, mulé macho, sim sinhõ", como diz a cantiga, afirmando o heroísmo de um povo sofrido e valente. Nela, em Campina Grande – ex-Vila Nova da Rainha, na Micro-região da Borborema, permanecemos bom tempo – e ali foi instalado o I° Posto da Piscicultura, à Rua dos Paus Grandes, 62, próximo do açude Bodocongó. O chefe alugou várias casas – uma simplesinha e pequena, residência dos três Von lhering; outra para os companheiros de ciência, que logo a batizaram de "Pensão Dá prá-Todos", achando-a enorme, agasalhando também os serviçais e sendo ali feitas as nossas refeições. Outra menor para o casal e filho, Sillman Wright e a 4ª, muito espaçosa, a calhar para os laboratórios, com o luxo de uma – sala Biblioteca e secretaria, além de bom lugar para o almoxarifado.

Campina Grande é a maior cidade do Estado. Fica no Planalto da Borborema com um clima bem agradável; conta com rede de água e esgoto, luz elétrica, várias indústrias, bom comércio. Os açudes Velho e Bodocongó nas cercanias são de grande valor para a população. A matriz e a praça, naturalmente muito frequentadas e dois cinemas. Filiais de bancos da capital, boas escolas e hospital geral, bem aparelhado. Tínhamos, enfim, um meio mais culto na "society" campinense.

Desse centro, partíamos nos três Chevrolet, novinhos, mas tão minúsculos, dos anos 1930, os "Fords Bigode" que hoje, nem sabemos como cabíamos neles e com mais dois caminhões retalhamos, em incursões contínuas, o mapa do Estado. Por vezes, íamos a João Pessoa, a pequena e formosa Capital, arborizada com rútilos e vermelhos flamboians,para o reabastecimento de víveres. As lindas praias ainda selvagens, de graça e beleza especiais nos encantavam: em Tambaú,

tão clara e pontilhada por dezenas de coqueiros, demos estupendos mergulhos e braçadas e Dr. Rodolpho providenciou um passeio coletivo nas frágeis jangadas; a sensação de todos era a de estarmos andando sobre as ondas. Que nos deu uma "paúra" ah, isso deu! Baía da Traição, Cabo Branco – o ponto mais oriental do Brasil; Cabedelo com o Porto do Estado, também, têm praias magníficas. Voltávamos sempre por caminhos e lugarejos diferentes, esmiuçando tudo.

Rumo ao Sertão, estivemos em Patos, sendo hospedado o nosso "Estado Maior" na ampla casa rústica dos missionários anglicanos. Com suas esposas, finíssimas, faziam questão de toilete para o jantar... (Nessas alturas, era só trocarmos de camisa ou blusa e ajeitarmos os cabelos após o banho de "chuveiro-de-latras"!). Pombal e Souza, duas cidades banhadas pelo Rio Piranhas, que de largo e cheio, nas secas, "cortado" fica reduzido a um fio d'água.

Os comandos do cangaceiro Lampião cometeram várias estripulias também na Paraíba, chegando nessas bandas de sertão paraibano e tomar a cidade de Souza, que é das melhores do Estado, onde saquearam o comércio e praticaram horríveis maldades, cujas provas e os relatos nos arrepiaram.

Pilões, é hoje a cidade – Antenor Navarro, em homenagem ao 1º interventor Federal da Paraíba, após a Revolução de 1930, morto no acidente do avião "Savoya Marquetti", em que viajava também o ilustre Ministro José Américo de Almeida, em 1932. Com eles jantáramos juntos na véspera, em Recife; o corpo de Antenor veio da Bahia, onde se deu o desastre, e ficou exposto na Catedral: o enterro foi em João Pessoa, acompanhado por inúmeros paraibanos que lhe devotavam admiração e confiança.

Os açudes de Corema e Piranhas sempre nos atraíam e dali partimos para Piacó, histórica: em 1926, uma das tropas da Coluna Prestes, sob o comando de Oswaldo Cordeiro de Faria, travou encarniçado combate os com Jagunços do chefe político local, Padre Aristides Ferreira – derrotados. Batendo estradas, estivemos em Cajazeiras e Princesa, também famosas por fatos bélicos. Nessa última, fomos hóspedes de honra de um amabilíssimo coronel, fazendeiro, Casa-Grande típica com alpendre à volta, mas sem o mínimo vislumbre de conforto e de higiene. (Aliás, isso era comum nesses ermos incultos e distantes, encastoados em zonas tão áridas e pobres). Numa sala imensa, havia 22 pares de ganchos pra redes; nela se instalou o grupo de cientistas e médicos.

Um quarto foi cedido ao Dr. Von Ihering e Sra., outro aos três Stillman Wright. A filha do Chefe coube a "saleta de orações". Cubículo de 3m x 3m, com oratório, bela peça entalhada e dourada, com ricas imagens antigas, um genuflexório, dois tocheiros – sem vela, e onde puseram uma caminha exígua. O teto todo em madeira pintada a óleo, com figuras sacras. Nada de janela, nem mesmo uma pequena ogiva, como verdadeira alcova medieval. E a pobre moça, penou a noite inteira, sufocada e sem luz; deram-lhe apenas um "fifó" (lamparina). De lanterna em punho, com a bota procurava massacrar o ataque de milhares de pulgas. Dessas, todos se queixaram amargamente!

Raríssimamente vimos água encanada, corrente; o banho em geral é de "cuia em bacias" nos quartos atijolados, ou então nos açudes em frente à casa e nunca nesses sertões se ouviu falar em aparelhos sanitários! O problema era mesmo sério. Quem precisasse, ia se embrenhar no mato e tinha que ir longe, sempre com alguém de guarda. Tínhamos mesmo um fôlego para aguentar de tudo, mas era alegre e divertido o que esse punhado de gente fina, enfrentava todas as peripécias. E todos esses cafundós, são deveras bravos.

Moto contínuo, percorríamos as estradas de belos traçados das "Obras Contra as Secas". Ótimas, em chão batido, firme, feito de macadame (de Mr. Muc Adams), cortando as paisagens agrestes, ornamentadas de xique-xiques, palmas-santas ou Bourbank (nome que ficou do botânico que descobriu um enxerto, tornando-as mais ricas d'água), mandacarus, cardeiros, palmatórias, "quipá" espécie de cacto rasteiro. Muitas dessas plantas Cactáceas deserto nordestino. Embrenhávamo-nos pela "Caatinga" a dentro observando o verdadeiro emaranhado de arbustos secos que a poucos metros encobria qualquer vulto, homem, seriemas, porcos-do-mato, capivaras, mão-pelada e outros animais de porte. É ali um estupendo esconderijo do cangaço. Os tangerinos tocando seu gado têm a manada garantida por cincerros, que badalando, dão o aviso de gente de paz. É lindíssimo de se ouvir, porém tão emocionante o "aboio", canto nostálgico, plangente com o qual guiam as boiadas, num prolongado: ÊÊÊ ÔÔÔ que soa longe pelo eco num tristíssimo desabafo da alma solitária.

E prosseguíamos destemidos, alegres, pelas paragens formosíssimas expandidas em chapadões ondulantes, ou pelas planícies áridas dos "Tabuleiros", extensos planaltos, de pouca elevação, geralmente arenosos e de vegetação rasteira, onde campeia a sociedade rude dos intrépidos vaqueiros. É digna de nota essa classe de homens audaciosos, de uma coragem indômita, que a cavalo se arroja pelo cariri, caatinga, Seridó, à procura do gado perdido. Nós mesmos tivemos a oportunidade de expor nossa valentia e verificar o perigo – de frente: ao Dr. Rodolpho e mais uns quatro de nós, emprestaram uns animais que, acostumados aos donos e às suas cavalgadas doidas, desebestaram-se meio pelo do mato seco. Nem sabemos como voltamos inteiros, embora feridos por sérios arranhões e atordoados após havermos nos safado de cabeçadas em troncos e desviando na carreira louca, de ramaria seca e espinhuda. Foi uma terrível façanha!

Thomas Mann escreveu: "A beleza pode nos assaltar como uma dor!", significando que ela podia tocar cordas tão íntimas do nosso ser a ponto de silenciar completamente outros sentimentos. Ao acontecer isto, sem qualquer aviso, é como se de repente renascêssemos! A um choque suave, somos uma nova pessoa, mais capaz de enfrentar as tarefas desagradáveis do momento!

Sempre isso nos acontecia nessa vida onde o desconforto e o cansaço nos atormentavam, ou nas situações desastrosas, nos imprevistos indesejáveis assim era no encontrar um cacto em flor, como a joia nascendo da pedra bruta, um "calango", lagarto multicor sulcando o areal ressequi-

do, um gavião-real e carcarás sobrevoando o espinheiro; ovinhos coloridos aconchegados num ninho sob a maternal proteção; os seixos rolados fulgurantes e lisos no leito de um riacho seco onde os calangos faziam sua festa. Quantas vezes meu pai se atrevia, destemido, a acordar a uns e a outros, às quatro horas da madrugada, para que apreciássemos a aurora radiosa e deslumbrante, quando toda a natureza despertava, dando-nos um presente indizível. Havia também o crepúsculo daquelas plagas, que nos punha silenciosos pela paz, a quietude quase piedosa de um dia que se recolhe após a luta pela sobrevivência de cada ser criado por um Deus Sábio, misericordioso e bom. Na beatitude em que se ficava ante o cenário magistral, nos alegravam bandos de procelárias em linha formando o clássico "V" certo, preciso, rumo aos seus ninhos. E cada um, na capelinha que trazemos escondida em nossos corações, murmurava sua prece de gratidão, escolhendo o manto infinito de que se cobre a noite, a sua estrela preferida, dando-lhe um nome querido.

De quando em vez ouvia-se uma viola plangente ou um desafio à moda nordestina; festejos típicos, paisagens diversas, povo diferente, amigo e hospitaleiro. Por vezes acampávamos à margem dos açudes ou de algum rio perene, sombreados por carnaubais extensos, de enormes folhas arredondadas. Belas palmeiras, fortuna do sertão pelo aproveitamento integral, a começar pela cera, tão útil e conhecida. Tudo era aceito e encarado com espírito esportivo, altruístico e felizmente entremeado com as distrações do nosso folclore vivo e rico; assim aos encontros com os vaqueiros destemidos e elegantes, envergando suas vestes características e tradicionais de couro bem curtido; assistimos as famosas "vaquejadas", espetáculo inédito para o sulista, mas que dá uma ideia da coragem de verdadeira tourada.

Conhecemos os cantos e as danças do ritual do "Bumba-meu-Boi"; traçávamos nas célebres Feiras Nordestinas, onde aparece o tudo que o sertanejo consegue e de que se vale para sua alimentação; a variedade em palha tecida, cerâmica prática e artística, e revelando a força de vontade e a alma ingênua e pura do sofrido povo nordestino. Há cidadezinhas, vilas inteiras, cujos moradores vivem exclusivamente do artesanato da palha, no qual são verdadeiros artistas; chapéus, esteiras, abanos, cestos lindos e tantas outras invenções úteis que tecem fora de casa, na extensão da rua, em alegres conversas com os vizinhos. Assim são também as rendeiras de mãos de fadas na sua arte de labirintos (crivo) e rendas famosas do Nordeste. Sentam-se nas soleiras das portas e, cantando ou na prosa com as colegas, vão entrelaçando os bilros sonoros, a cada instante a estalar numa velocidade incrível, quase numa música de percussão ritmada, e vão compondo desenhos artísticos, copiados ou inventados. Adquiríamos várias peças muito finas e até com os dizeres |"Eu te amo", "Feliz amor", "Felicidade eterna"; talvez a ideia fosse para enxovais de noivas. Muito úteis lhes são os compridos espinhos de mandacaru que vão espetando na almofada, fincados na sequencia dos trabalhos, substituindo os alfinetes.

Nessas terras, onde os coqueiros e palmeiras imperam, mais graciosas são as cenas pitorescas do mulherio em atividade. Cada casebre tem suas latinhas de plantas de estimação. Mesmo onde não há água elas ganham nem que seja um dedo de caneco da dona! Nas praias a poesia é ainda maior, a inspirar essas obreiras no seu afã primoroso. E vão as toalhas, camisolas com palas, uma variedade imensa de rendas, para essas feiras. Os preços tão baixos não condizem, com o esmero do trabalho e o tempo gasto.

A comissão, acampada certa vez às margens do caudaloso e poético Rio São Francisco, em Jatobá de Tacaratu-PE, ia se instalar dessa vez em caráter permanente, numa enorme casa de dois andares, que fora antes um Posto do Governo, perto do cais, na margem do rio. Nesse ambiente, agora, para nós, majestoso, procedeu-se uma limpeza em regra, nas teias de aranha, enxotando as "bríbas" (lagartixas), calangos e ratos que ali fizeram seu "habitat". Depois da varrida, houve a lavagem com vassouras novas e abundância de água, da qual tomaram parte vários médicos moços, e os tijolos retomaram à sua cor primitiva. Tudo cheirava a limpeza. Num amplo quarto no andar superior, na quantidade de gancho nas paredes, as redes de cores berrantes foram estendidas e formavam o dormitório dos doutores.

Dr. Stillman, Doris e Timmy ganharam o seu recanto privado. O Chefe e Senhora tiveram sua privacidade em bom aposento e a filha exultou com o quarto menor, tendo a janela aberta para a paisagem dos barrancos e das límpidas águas do "Chico"! O andar térreo foi todo destinado ao laboratório, sala do contador, quarto de Norfini, almoxarifado e a vasta sala de jantar e de visitas. As mãos femininas logo improvisaram cortinas, vasos de barro decorativos com mandacaru, palmeirinhas e cordão-de-frade. O artista, em pouco tempo, pintou uns lindos quadros: as "Cabrochas do Sertão", série estupenda, umas com vaqueiros na paquera, outras dançando, ou fazendo renda de bilro, ou com mantilha de ir à igreja, ou à beira d'água molhando os pés. Um encanto de pequenas aquarelas, sendo que uma retratou a filha do Chefe de "culote", chapéu de palha e tocando gaita.

Ante o palacete, no chão seco coberto por capim rasteiro, a fileira de carros dava certa imponência: o carro-laboratório, grande caminhão fechado que fora o Quartel General ambulante do General Klingelhofer, na revolução de 1930, em São Paulo, adaptado para esse fim, com mesa, cadeira estofada, geladeira a gás – assombro dos sertanejos – armário equipado com material cirúrgico, que tanto servia para os ensaios científicos, como na ajuda a dezenas, centenas de pobres flagelados, parturientes e apiedados. Os nossos carros de transporte, o carro-aquário para a condução dos peixes e os caminhões de bagagens.

Nas águas, atracava a frota de três barcos a motor: o Pirá, o Surubim e o Mandi. Nunca a "C.T.P.N." se viu em tal luxo. Ali nesse esplendido ambiente, campo farto de material para trabalho, os cientistas iriam passar muitos meses, bem longe de Recife, da civilização. De luxo e o ponto cômico

era o "WC" da mansão. Isolado a 20 metros de distância, nunca viríamos nada igual ou parecido. Nos sertões não existe nem a chamada "casinha", talvez o Chefe desse antigo posto tenha explicado ao pedreiro como proceder para uma fossa num quarto privado. Talvez, também, tenha se ausentado durante a construção e o mestre de obras se esmerado ao construir um verdadeiro trono pomposo. Bem no meio dessa ampla sala de banho, cujo chuveiro era abastecido por "latras" d'água, pelo telhado, quatro degraus altos, rodeavam a cisterna elevada com um arremedo de cano de esgoto saindo para o mato. As cobras é que se encantaram com esse reduto fresco, sossegado e ali aninhavam. Jacinta de Jatobá, nossa "cunzinheira" e "Bonne a tout faire" – "pau pra toda obra", quem primeiro deu o alarme, saindo espavorida aos gritos. Então... Só armados poder-se-ia ir!

Tudo nos parecia um paraíso pela beleza e grandiosidade do cenário, pela paz reinante, certa fartura na alimentação devido a um sitiante das redondezas que instalara um encanamento – cano de apenas uma polegada de grossura, bombeando água do rio e tinha fartura de tudo o que o solo fértil, bem irrigado produzia: legumes, tubérculos, verduras fresquinhas e também frutos de várias qualidades: mangas enormes e deliciosas, sapotis, goiabas, seriguelas, bananas, laranjas. Era onde íamos nos abastecer. Porém nessas paragens foi a primeira vez em que todos tivemos a noção do perigo: Dr. Rodolpho reuniu a Comissão, pedindo que se precatassem, se armassem, pois o aviso era que Lampião rondava por perto e com seus homens se arranchara à jusante do rio – a dois quilômetros de nós.

Chegando-se à filha, com uma terna sutileza, foi dizendo-lhe do perigo e pediu-lhe: - "Não saia mais as cavalo, nem a passeio nem para ir buscar as hortaliças e frutos. Fique sempre perto de sua Mãe. Como vai sua pontaria? Agora é hora de andar com o revólver na cintura. Por uns dias, abstenha-se do banho de rio. Com sua mãe, Doris e Timmy, permaneça dentro de casa." Meu pai estava realmente preocupado e a situação parecia bastante séria. A ordem foi cumprida até que feio uma força armada sob o comando do tenente Mané Netto. Esse era um dos mais rancorosos perseguidores do cangaceiro que lhe fizera onde mortes na família. Inimigo ferrenho, andava nas pegadas de Virgulino e tinha também o seu bando de rastejadores, que por sua vez confiavam nos seus informantes.

A cidade estava morta, ninguém saía de casa. Raro era o vulto se esgueirando até o armazém ou em busca de água. Todo mundo temia um tiroteio entre as duas forças igualmente ferozes. O tempo parecia não passar. O silencio aguçava ainda mais a preocupação que se via em todos os rostos. Não podíamos fazer planos. Que planos?! O Chefe se sentia responsável tanto pelos estrangeiros como pelos rapazes e por nós mulheres. A comida esfriava nos pratos e as conversas eram entrecortadas ou em frases lacônicas. E nós rezávamos! Um alívio imenso nos veio nas notícias de que o famigerado bandoleiro havia atravessado o rio e estava agora na margem oposta, de tocaia à espera do Tenente.

Na madrugada seguinte, às quatro horas e pouco, assistimos à partida do pelotão, cujos soldados do Governo iam todos vestidos idênticos aos cangaceiros: sandálias, chapéus de couro e roupa comum com as cartucheiras cruzadas no peito. Para confundir. Pediram que a filha do Chefe fosse sua madrinha. E, aos primeiros raios da alvorada, foi a despedida silenciosa. Mansamente as canoas iam se distanciando. Todos nos quedamos postados na escadaria do cais, ainda tensos, sem saber que rumo tomariam as coisas.

Soubemos depois que não houve choque entre as duas forças. Lampião temia os "macacos", se não fugira, também não quisera enfrenta-los. Os boatos corriam que entrar no Piauí. Então retornamos aos nossos afazeres dando Graças a Deus!

Todas as populações ribeirinhas gostam e aproveitam o banho de rio. O "Chico", como é carinhosamente chamado, vem de lá da Serra da Canastra – MG, serpenteando, descendo de grande altura suas águas límpidas, mas fortes, possantes, formando suas cachoeiras, que se espalham no percurso. Em Jatobá passa entre barrancas, sem praias e numa largura de quilômetros, oferecendo um fabuloso caudal de água e a população ribeirinha sabe como aproveitá-lo. Em horas do dia em que o calor é sufocante, reunia-se em grande pândega, sendo que as mulheres tinham recôncavos particulares e ali totalmente despidas, davam seus mergulhos, nadavam e lavavam roupas. Tinham nos avisado disso: só as senhoras podem se aproximar desse local, e ouvindo a algazarra chegamos perto do barranco, estando a uns oito metros de altura. Encabuladas se encolheram, mas fomos conversando e veio-nos o amável convite de nos unirmos a elas, o que fizemos indo vestir os maiôs, que estranharam. Nós três muito claras, éramos alvo de comentários e algumas até se atreviam a tocar em nossa pele e ver a diferença...

Jatobá de Tacaratu, mísero povoado, já teve seus dias grandiosos, recebendo a visita de D. Pedro II que ali fez construir grande paredão e espécie decais, entusiasmado pela possibilidade de navegação fluvial, que ainda hoje se faz de Petrolina – BA a Penedo – AL e Propriá – SE. Desse muro de 17 metros de altura, num arremedo dos mergulhadores de Acapulco, a rapaziada mergulhava de cabeça, "por um cruzado", ante os visitantes. Um grupo da Comissão, doido por um bom banho após a viagem no calarão, atirou-se à água e por pouco não houve uma tragédia, pois não contavam com a força brutal da correnteza; já uns iam sumindo e reaparecendo. Foram os peritos nadadores e pescadores com suas canoas à espera dos incautos, rio abaixo, que os tiraram desse apuro.

Pouco adiante despencava vigorosa a Cachoeira de Itaparica. Fixados nessa margem ante a largura imensa do rio, fazia-se excursões pelos arredores e chegamos até à fabulosa Paulo Afonso, extasiados ante a magnificência, a imponência e grandeza dessa possante catarata. Nunca mais se apagará dos nossos olhos de excursionistas deslumbrados a miragem do belo espetáculo selvagem, majestoso, reunindo três altíssimas quedas d'água: "Véu de Noiva, Prin-

cesa e Angico", na divisa dos Estados da Bahia, Alagoas e Pernambuco. Só quem conheceu a cachoeira de Paulo Afonso daqueles tempos, ainda selvagem, bravia, poderá fazer uma ideia da beleza e força ciclópica.

O rio São Francisco, naquelas paragens, tem alguma coisa de trágico na sua impressionante majestade. É um belo horrível, que deslumbra e apavora. O rio cavou nas pedras um abismo profundo onde as águas se precipitam e torrentes e vapores em névoa. É um dilúvio canalizado do rio imenso que espadana em borbotões de espuma alva, roncando fortemente numa confusão tremenda, na ânsia de liberdade e de medir suas forças com o mar longínquo. Ninguém pode calcular a sua impetuosidade. É preciso ter coragem de suportar nos ouvidos aquela fúria rugidora que se propaga a cinco léguas de distância. Nunca nos fora dado experimentar maior sensação do que quando descemos por uma longa e estreita escada em espiral, pela "Angiquinho", admirando a fantástica Paulo Afonso, coroada de sol e sob o esplendor de um arco-íris. Um mistério inexplicável é que quase junto à queda há uma serenidade inacreditável; faz-se um remanso, num fenômeno a nos intrigar, aquele lago calmo que só Deus sabe o que lhe vai por baixo, nas profundezas.

Ali perto estava a cidadezinha de Pedra, hoje "Delmiro Golveia", em homenagem ao homem de visão extraordinária que criara dentro da brenha sanfranciscana o que sonhara transformar em flórida Canaã Sertaneja de paz e trabalho e conseguira fazer surgir uma civilização. Nela, esse cearense de alta capacidade e inteligência, de astúcia incrível, condensou a visão de realizações monumentais, num milagre de gênio, mostrando aos brasileiros o que no futuro seria uma das mais possantes usinas hidrelétricas de nosso país. Contrariando a opinião de engenheiros, resolvia tudo em golpes de intuição espantosa. E poucos meses mais tarde, uma bomba possantíssima despejava na cidade dezenas de litros d'água por segundo. Montou enorme fábrica de linha, deu água, luz e esgotos, os elementos primordiais da higiene, e, entre outros melhoramentos, criou grande curtume, fábrica de gelo para o matadouro enorme, corpo de bombeiros, extensa vila operária, dando em tudo o que fazia um tino e perspicácia, seu grande exemplo de tenacidade e valor às possibilidades.

Depois de captada a força hidráulica para a energia, iniciou a instalação de turbinas elétricas e o progresso veio vindo. Alguns anos mais tarde esse grande homem, esse crânio invulgar, era covardemente assassinado. Sua visão incrível foi um caminho para o que é hoje a fantástica "Usina Hidrelétrica do São Francisco". Nós, patriotas, reverenciamos a memória desse benemérito que consagrou toda sua existência em proveito da população sertaneja, realizando, com toda a pujança da sua força de vontade, a maior obra de que se pode orgulhar um homem só, no interior do país. A violência das águas foi domesticada, domada em benefício do progresso e do bem estar do povo de vários Estados do Nordeste. Reconhecemos esse bendito valor ,mas na nossa lembrança do maravilhosos panorama, guardamos a imagem rude e poética da selvagem e magnífica Cachoeira de Paulo Afonso dos anos 1930.

Um dia, em busca de material, uma parte do grupo foi rio a fora, até Penedo – AL. Só voltamos de madrugada. Maravilha de céu da alvorada à margem do largo e formoso rio! Bandos de garças em branca revoada, uma algazarra "medonha" de araras, papagaios e periquitos em esvoaçante arco-íris; infinidade de pássaros acordando o dia em deslumbrante festa. Meu pai, com seu chapéu de palha, botas e sempre a máquina fotográfica a tira colo, era uma figura imponente. Alto, alourado, de olhos muito azuis, afável para com todos, irradiando seu extraordinário "sense of humor" e principalmente interessado em tudo que pudesse contribuir para o progresso da ciência em geral, além da piscicultura – fosse ave, inseto, réptil, árvore ou flor.

Nesse alvorecer, lembro-me bem, levava um cajado com o qual ia ritmando os passos rumo à ribanceira. Em determinado ponto, o som da terra foi diferente, soou ôco. Isso o impressionou e fê-lo repetir as batidas que confirmaram suas suspeitas: ali o terreno guardava algo de expressivo e fora do comum, anormal. Com a ajuda de todos pôs-se a cavar e, radiante com o achado, exclamava eufórico: "É um tesouro, o Roquete Pinto vai exultar! Cuidado! É um tesouro!" E surgiram igaçabas, machados de sílex, objetos e esqueletos de índios, que encantados extraímos desse pequeno sambaqui. Naturalmente já havia à nossa volta, um aglomerado de curiosos, muita gente, o que sempre acontecia. Entre estes, rondavam, esgueirando-se, os indefectíveis coiteiros de Lampião. E, se já corria a fama de doutores do governo em andanças para eles misteriosas, as interjeições do Chefe confirmaram a suposição de que ele carregava um aparelho de "descobrir ouro", sendo o carro-laboratório, com a grande inscrição: "Comissão Técnica de Piscicultura do Nordeste", palavras que não sabiam decifrar, o nosso "Cofre Forte"!

Em pouco tempo espalhou-se a notícia fantástica, indo célere aos ouvidos do cangaceiro-mór. Feliz, esperançado com a ideia da fortuna fácil, o "Capitão" preparou-se com seu bando e pôs-se ao nosso encalço.

A princípio ignorantes, prosseguimos viagens em excussões pelos arredores do nosso ponto fixo. Depois, bastante temerosos pelo alerta sorrateiro que corria de boca em boca, ficamos todos armados e com ordens de precaução (menos "D. Bezinha", minha mãe, e arvorada na de todos os companheiros, quem na sua certeza linda e ingênua pensava conseguir a conversão do bandoleiro que diziam inteligente, com certa cultura e muito justiceiro...).

Rodolpho Von Ihering teve então uma ideia genial, uma inspiração da sua boa-fé, baseada em que por bem tudo se consegue. Enviou uma carta ao "Capitão Virgulino Ferreira". Houve então uma troca de recados entre o Chefe da C.T.P.N. e Lampião, quem por vezes, soubéramos, aplaudira os nossos feitos humanitários. Disso tudo resultou e foi enviado um convite amável ao bandoleiro, para que visitasse e conhecesse o laboratório e os estudos, bem como os supostos "banco ambulante" e o "aparelho de encontrar ouro"... O "faiscador". Naturalmente com a condição de estarmos longe. Assim, por intermédio de um mascate – homem da confiança e leva-e-traz

do cangaço – tudo se arrumou. Pouco mais tarde, soubemos da inspeção feita pelo "Capitão" nos confins do Sertão, em Geritacó – PE, à beira do rio Moxotó. Destemido e curioso, ficara um dos médicos Dr. Luiz Canale, de São Paulo, como voluntário e anfitrião, para receber, explicar e mostrar as pesquisas , as experiências e os pertences de um punhado de brasileiros e estrangeiros dedicados à ciência em prol do bem estar e na ajuda aos nossos irmãos do Brasil.

Não fora a quem... E seria honroso dizer que Lampião, admirado e assombrado, deixou-nos sua mensagem de aplausos, ficando como cartão de visita "sui generis" do famigerado bandido, além de uma esgaratujada carta de amigo, aprovadora e mesmo enaltecedora, gorda bolada de notas – "Uma boa soma", dizia ele, "Para os pobres do vosso caminho!...".

Havia temporadas em que a C.T.P.N. se fixava num estágio maior, junto de açudes. Improvisavam-se laboratórios incríveis, na concepção dos cientistas dos grandes centros, acostumados ao conforto de aparelhagem moderna, instrumentos, vasilhames, tubos de ensaio, enfim, tudo o que compõe um ambiente perfeito para pesquisas. A paupérrima Piscicultura dispunha apenas de um microscópio, alguns vidros, cubas, plaquetas, baldes, muitas latas vazias de gasolina, como eram vendidas, tesouras, "quicés" (pequenas facas), facões e pouco mais. No resto dava-se um jeito. Mesas rústicas eram compradas na feira mais próxima, caixotes e banquinhos constituíam a mobília que possuíamos. Mas tudo isso, disposto nas margens pedregosas ante as límpidas águas, dava uma certa importância – visto de longe. Não era à toa que nos cognominavam: o "Grupo de Ciganos" ou "O Circo".

Para aquele suposto laboratório, traziam os peixes vivos, que tinham ali sua guilhotina. Com um golpe de facão, os serventes decepavam lhes as cabeças e os discípulos do Dr. Von Ihering retiravam as hipófises para as experiências. Os óvulos eram contados... Tínhamos horror a essa tarefa fastidiosa! Pesavam e separavam uma parte das ovas e... Entre xingos, ia-se chegando aos... 206, 808, 1.304, por aí a fora. Pior que contar carneirinhos. Nem mesmo a hora do "rancho", da boia, interrompia os ensaios de trabalhos dos estudiosos. Obstinados, entusiasmados, desesperados no afinco de alcançar a sua meta, ninguém os arredava do "habitat" em pesquisas e os desviava do seu objetivo. Foi essa força de vontade, esse abençoado propósito firme que os levou à descoberta tão sonhada: a reprodução induzida nos peixes pela hipofisação!

Quanto a parte financeira, os componentes da Comissão viviam em verdadeira incoerência. Se tínhamos dinheiro, não havia o que comprar nas paupérrimas cidadezinhas do tórrido sertão. Cruzando certa vez o estado ado Rio Grande do Norte, o acampamento se fez à beira do açude de Caicó e o "cunzinheiro" notificara a D. Isabel sobre a escassez dos alimentos, mas estávamos tão longe de qualquer vilarejo. A sorte nos ajudaria se conseguíssemos pelo caminho um jerimum ou um queijo do sertão, delicioso mas raro naquela pobreza, algumas lascas de carne de sol ou mesmo umas raízes de "macaxeira". Os trabalhos se alongaram noite a dentro – (ô,

quantas vezes os cientistas, com as grandes botas de borracha, se metiam na lagoa a dentro, esquecidos das horas!) – e pela manhã os companheiros estavam famintos. Sonhavam com ovos e presunto, queijo fresco, frutas geladinhas e um belo café com leite, pão fresco e ainda quente...

O Chefe mandou que a filha, sua motorista particular (deixando os matutos pasmos ao verem-na dirigir, exclamando incrédulos: "Vige! É mulé!", fosse ao povoado mais próximo comprar algo para o desjejum. Dera-se mesmo ao luxo de especificar: sanduiches, frutas... Levando dinheiro, ela voltou com apenas duas "latras" de sardinha, uma rosca bem amanhecida, três ovos e uma garrafa de cerveja choca. Isso tudo para mais de 20 pessoas. Ah! Bem merecíamos nós um milagrezinho da multiplicação!

Mas em geral os bolsos andavam vazios. Comumente acontecia o tesoureiro receber, por exemplo, em abril, "o adiantamento de verba de janeiro, fevereiro e março". Pobre Chefe desesperava-se, sentindo-se responsável pelo bem estar dos seus ilustres colegas, dos discípulos e dos empregados, e os telegramas se sucediam para o Rio de Janeiro, quase súplices pelo pagamento. A Divina Providencia, porém, não o desamparava; fazendeiros solícitos, prestativos, gerentes de bancos, acreditavam na integridade daquela cientista que lutava por um ideal, e o gaúcho encontrava, nos seus irmãos do Norte a mão bendita estendida para o empréstimo. Povo formidável, altruísta e compreensivo, cruzava a nossa estrada de dificuldades.

Seguidamente as viagens eram de estirões infindáveis entre uma e outra cidade e escuridão surpreendia a caravana. Procedia-se então à votação para: continuar mais uns 50, 70km ... E vencia sempre a alternativa "Dormiremos aqui mesmo". A decisão unanime parecia renovar os ânimos para mais uma aventura. Cada um tirava da bagagem a sua rede e a estendia no leito arenoso da "rodagem" não oficial, ou no solo pobre da "caatinga", Seridó", "sertão", onde quer que fosse sob a abóbada aveludada e infinita do céu.

A princípio, sentíamo-nos como num salão árabe luxuoso, acomodados no chão, em conversas animadas pelos mais diversos e interessantes assuntos, com aquela plêiade de homens cultos, inteligentes e libertos dos "as-salam-alaik" (salamaleques) da sociedade. Os menestréis do sertão encarregavam-se do fundo musical em plangentes toadas nordestinas. (D. Isabel, musicista, as anotava, levando-as depois para São Paulo, como referência à música folclórica da região). Em noites de plenilúnio, a nota do romantismo tocava cada um nos devaneios líricos e o encantamento deixava as almas enluaradas. Se não havia lua, o êxtase tornava-se coletivo ante o céu inteiro, juncado de todas as estrelas do Senhor. As de 1ª grandeza, enormes, a coruscar fulgurantes, semeadas por entre as médias, as menores e a poeira das galáxias, como o mais belo espetáculo na maior tela do mundo.

Nada mais propício para a aula de astronomia, e Dr. Rodolpho iniciava-a com a colaboração de outros entendidos no assunto, empolgando o grupo ávido do saber. E descobria-se as constela-

ções com suas Alfa, Beta, Gama, Delta, etc., adorando o despencar de meteoros e desejando a passagem de um cometa tipo Haly, talvez... Divertida, a turma apontava com o dedo tal ou tal astro, que o companheiro não percebia e ficavam a precisar o local – "ali, perto daquelas duas juntas, não, mais pra cá, mais pra cima..." até que o futuro astrônomo sintonizasse a mira no agrupamento estelar certo .Na "biblioteca volante", havia um Atlas Celeste para os interessado, e, se acostumando a essa matéria, ninguém tinha coragem de fechar os olhos ante tamanho esplendor. A noitada ia longe, com, diversas rodadas de café quentinho, que com o cigarro de palha de milho, ali mesmo pachorrentamente enrolado, contribuía para que os cansados homens de ciência se sentissem confortáveis, relaxando a tensão dos problemas e estudos mais sérios.

Variando o programa noturno, ligava-se o gerador (Home Light) em pleno campo e o serviço de todos constituía em apanhar, com redes especiais, os insetos encandeados pela forte luz. Usávamos, então, chapelões de palha com filó descendo até o busto, protegendo-nos daquele incomodo enxame a esvoaçar desatinado. Colocava-se o material colhido para os biólogos amigos, de São Paulo e do Rio, em caixas próprias que ficavam abarrotadas dessa contribuição entomológica. Quando isso se dava nos vilarejos, o enxame de gente empatava com o das mariposas, besouros e mil outros espécimes alados, atraídos e estonteados. Era uma festa inédita para os sertanejos, o prodígio da Luz Elétrica.

Havia também os serões de taxidermia das aves e animais abatidos pelo caminho. Enquanto as mãos trabalhavam na arte que requer delicadeza, as línguas não paravam e seria um divertimento estupendo, para algum observador arguto, o espetáculo de cientistas e senhoras manuseando habilmente os bisturis, na dissecação, ante espectadores atônitos que acompanhavam o serviço, perguntando, na sua ignorância e incompreensão, o porque daquele escalpelar os bichos mortos.

Não nos atínhamos fanaticamente ao trabalho no seu objetivo: a piscicultura. De fato, ninguém perdia um minuto do tempo preciosos, em relatórios, estudos, observações, pesquisas, cada um no seu "mettier", cônscio de seu dever. Admirávamos também as aquarelas do famoso pintor Norfini, a quem carinhosamente apelidamos de "General Brontoloni" (reclamador) pois, já de idade avançada, vivia a resmungar, protestando ou criticando, sem que o levássemos a sério, mas todos o respeitavam e amavam. Fazia desenhos científicos, que sempre redundavam em polêmicas com o Chefe, pois achava que ficariam mais artísticos com menos um par de pernas, ou floreava e coloria-os ao seu bel prazer. Fazia esboços de tudo quanto de diferente chamasse a atenção para o documentário do trabalho; além de peixes, delineava as diversas modalidades dos instrumentos de pesca, das cercas do Nordeste, feitas de pedras, de gravetos secos, e até de planta Avelós, "Dedo do Cão", tipo de Euforbiácea, arbusto espessa, constituído de hastes roliças, contendo leite pegajoso que dizem ser venenoso. Selas típicas ados vaqueiros e para os jegues no transporte de carga. O artista estupendo, num instante transportava para a tela as paisagens variadas: doces, áridas, tristes ou pujantes, conforme a zona onde estivéssemos. Ante a admiração

de todos, um dia pediu-nos num misto de orgulho e medo da desvalorização – "Por favor, não contem a ninguém que em 15 minutos eu pinto um quadro!" – tal a rapidez na beleza e acuidade que imprimia aos seus painéis.

Alfredo Norfini, italiano de nascimento, arraigado há muitos anos no Brasil, especializou-se em aquarelas e tornou-se conhecido principalmente em São Paulo, como professor e por suas exposições, além de ilustrações em livros. Artista boêmio, o pleonasmo bem se ajustava aquela figura imponente. Alto, forte, decabelos e vasto bigode brancos, guardava no porte e na fisionomia os traços do belo homem que nos contava ter sido. Doido por ingressar na Comissão, prevendo andanças e aventuras, chegou a falsificar sua idade nos documentos – de 67 para 55 anos. Dr. Von Ihering se preocupara em leva-lo a um clima diferente e pelas peripécias ocasionais, mas previsíveis. Vida incerta em continuas mudanças. E como reagia bem, tal qual um jovem a enfrentar bravuras! Atirava-se também às aventuras amorosas com qualquer "rabo-de-saia"... E vivíamos a desfazer os compromissos de casamento que selava com régios presentes. Muito bem posto sempre nos seus impecáveis ternos de brim ocre, com botas e chapelão, fazia mesmo um furor.

As oportunidades de distração também surgiam animando e alegrando aquele grupo unido e homogêneo. Sempre convidados, graças à conhecida hospitalidade do nordestino, por pessoas de destaque; quando nas Capitais, opíparos jantares constituíam homenagens à C.T.P.N. em Palácios de Governadores, gente importante dos Estados, ou nas zonas mais férteis como as da Mata, do brejo, das praias, por Políticos interessados na agricultura, usineiros abastados.

Menos ostensivos pela pobreza do solo e do clima, aceitávamos igualmente agradecidos e contentes os convites dos prósperos fazendeiros do sertão e tínhamos almoços tipo banquetes, com dezenas de pratos à moda típica: "galinha de cabidela", "buchadas", carne de carneiro, de porco, de inambu e de outras caças. Só um Pantagruel aguentaria os ataques da quantidade de iguarias exibidas em travessas que vinham fumegando e rescendendo o sabor delicioso.

Por vezes, lá nos cafundós, encontrávamos turmas das entidades "Rochfeller", "Obras Contra as Secas", perdidas naqueles ermos e ávidas por um boa prosa e nos proporcionavam refeições improvisadas com o que pudessem conseguir. Nosso prazer também era imenso nesses encontros com gente do Sul ou estrangeiros que, como nós, viviam afastados da civilização. Encontrávamos também com outros grupos em excursão pelo Nordeste, como arqueólogos, fotógrafos da famosa revista americana "Nastional Geographic Magazine", gente do Serviço de Meteorologia, e era a vez da Piscicultura oferecer-lhes algo do que possuíamos como num convescote ultra descontraído.

Mas os sertanejos, donos de grandes terras com plantações de algodão, ou de "Carnaubais", coqueirais, ou mesmo de criação de gado, simples e bonacheirões, nos convidavam, por exemplo, para uma "Umbuzada" típica iguaria preparada com o umbu cozido, passado na peneira e mistu-

rado ao leite e açúcar. Uma delícia a "queijada": queijo mole e quente que é comido com colher e acompanhado de doces de abóbora (jerimum), de leite, de jaca, de saborosos figos de mandacaru, de coco verde em calda, em compoteiras a nos instigar a gula. Em quase todas essas circunstâncias, seguiam-se os "forrós" ou "arrasta-pés" nos terreiros, com sanfona e orquestra de "pau e corda". Era a hora dos rapazes, médicos solteiros, uns 12 a 14, se espalharem por entre as "cabrochas", lindas sertanejas, e no namoro fugaz, alimentarem sonhos difíceis ou impossíveis, flertando aqui e ali, o interessante é que a maioria deles casou-se com bonitas e finas moças do Ceará.

Numa das paradas para descanso, foi escolhido um recanto sombrio e fresco, casualmente perto de um dos últimos fios d'água a correr. Após o almoço tipo pic-nic, pai e filha enlaçados seguiram com mais três companheiros até o bendito riacho, a fim de lavarem suas "quicés" e "peixeiras". Conversando, entretidos, apenas perceberam que algo se movimentara na outra margem, por entre a folhagem – e vimos aparecerem figuras de cabelos longos e desgrenhados, cobertos pelo típico chapéu de couro, batido na frente e cheios de metais brilhando. Portavam rifles e traziam seus cantis nas mãos. Cena tragicômica se deu. Os dois grupos ao se defrontarem, surpresos, apenas se fitaram por segundos e ambos fugiram espavoridos, cada qual para seu lado. Nós, certos de serem cangaceiros e eles, pensando estarmos escoltados. Foi o nosso encontro cara a cara com "Corisco", "Lua Branca", "Volta Seca" e mais dois bandoleiros. Aliás, três motoristas da expedição – Severino, Abílio e Odilon – haviam pertencido ao bando de Lampião. Calmos, respeitosos e eficientes, logo se entrosaram com os membros da C.T.P.N. Só muito tempo mais tarde, numa estalagem eles foram reconhecidos pelo dono da espelunca, conhecido "coiteiro" do cangaço.

Após alguns anos de permanência nos Estados do Nordeste, em terrenos de topografia variada e de acidentes geográficos, e já abalizados quanto às faunas dos seus rios e açudes, o Chefe resolveu ampliar os conhecimentos e estudos em águas da Amazônia, além de sondar as possibilidades de trazer de lá peixes carnudos e saborosos como o pirarucu, tucunaré, surubim, para cruzamento ou adaptação nas represas nordestinas.

cgee

Centro de Gestão e Estudos Estratégicos

Ciência, Tecnologia e Inovação

ISSN 1413-9375