



## A institucionalidade da ciência, tecnologia e inovação na Amazônia e a conformação de trajetórias e paradigmas tecnológicos

Institutionality of science, technology and innovation in Amazonia and conformation of technological trajectories and paradigms

*Maurílio de Abreu Monteiro* – Doutor em Desenvolvimento Sustentável do Trópico Úmido pelo NAEA/UFPA. Professor e pesquisador do NAEA/UFPA. Secretário de Desenvolvimento, Ciência e Tecnologia do Estado do Pará (SEDECT-PA). E-mail: maurilio\_naea@ufpa.br

---

### Resumo

O artigo analisa aspectos da produção e da apropriação de ciência e tecnologia na Amazônia brasileira e a relação delas com estratégias de desenvolvimento. Tendo por base indicadores estatísticos, foram realizadas análises acerca dos nexos entre a produção científica regional e a produção mercantil; da dimensão desta produção; da qualidade das instituições de ciência, tecnologia e inovação da região; e do grau de adensamento especialização destas. O artigo indica que os padrões observados criam bloqueios para a consolidação de trajetórias e de paradigmas tecnológicos necessários para impulsionar dinâmicas de desenvolvimento sustentável na região.

---

### Abstract

Analyzes aspects of production and appropriation of science and technology in the Brazilian Amazon and their relation with development strategies. Based on statistical indicators, were analyzed the links between the scientific production and regional commodity production, the dimension of this production, the quality of institutions of science, technology and innovation in the region, and its degree of specialization and densification. The article indicates that the observed patterns create blockages to the consolidation of trajectories and technological paradigms are necessary to drive the dynamics of sustainable development in the region.

---

### Palavras-chave

Amazônia. Ciência e Tecnologia. Trajetórias Tecnológicas. Paradigmas Tecnológicos. Desenvolvimento Sustentável.

---

### Keywords

Amazonia. Science and Technology. Technological Trajectories. Technological paradigms. Sustainable Development

## INTRODUÇÃO

Em relação à produção de ciência e tecnologia (C&T) na Amazônia e à sua apropriação em processos produtivos, há, pelo menos, quatro ordens de questões inter-relacionadas entre si, que têm implicações estratégicas para o futuro da região: os nexos entre a produção do conhecimento, em termos regionais, e a produção mercantil são pouco consistentes; as instituições de C&T na Amazônia são escassas, existindo uma crescente distância entre a dimensão e a produção dessa institucionalidade em relação à das instituições de regiões mais desenvolvidas; o sistema de ensino da região é de baixa qualidade; existe baixo grau de adensamento, interação e especialização das instituições de C&T.

São questões que impõem limites e desafios à implementação de estratégias de modernização sustentáveis para a Amazônia, uma vez que essa institucionalidade, entre outros fatores, cria chances ou bloqueios para a consolidação de trajetórias e paradigmas tecnológicos (DOSI, 1982) que configuram possibilidades e limites para estratégias de desenvolvimento para a região.

Considerando essas questões, este artigo analisa e indica ações que podem ser implementadas.

## 1 OS NEXOS ENTRE A PRODUÇÃO DO CONHECIMENTO E A PRODUÇÃO REGIONAL

Os nexos entre a produção de ciência e tecnologia efetivada na Amazônia e a produção mercantil são muito tênues. Ao analisar a produção da agricultura do Estado do Pará – maior economia agrícola da região e espaço da realização da quase totalidade da pesquisa agropecuária regional –, Costa (1998) demonstrou que os 16 produtos agrícolas mais importantes da região em 1975, que representavam mais de 80% do valor bruto da produção, apresentaram, nas duas décadas posteriores, uma trajetória de crescimento. Todavia, naquele período, a pesquisa científica relativa a eles apresentou um decréscimo.

Já em relação aos 16 produtos agrícolas de menor importância, cuja participação no valor bruto da produção, entre 1975 e 1994, decresceu acentuadamente, aproximando-se de zero, a pesquisa regional teve comportamento diferenciado, “comprometeu de forma persistente e ligeiramente crescente quase a metade do seu esforço no período” (COSTA, 1998, p. 94).

Outra característica relevante das instituições da ciência e tecnologia na Amazônia decorre do perfil dos cursos de doutorado. Ao se comparar o nível de especialização na titulação de doutores nesta região, com o do restante do país, constata-se que há uma elevada inflexão, com a concentração, em termos regionais, de cursos multidisciplinares (Figura 1).

Em geral, nos cursos multidisciplinares, por suas características universalistas “o conhecimento é tratado como estoque, ao qual, eventualmente, se recorre” (COSTA, 1998, p. 61), diferentemente daquelas instituições finalísticas, cujos “objetivos são, em última instância, dois: aumentar a frequência com que conhecimentos em estoque – gerados pelo primeiro tipo de instituição – transformam-se em força produtiva social e reduzir o tempo de transformação” (COSTA, 1998, p. 61). O nível de concentração de instituições finalísticas e universalistas, em alguma medida, pode ser deduzido do índice de especialização na titulação de doutores.

Na Amazônia, o índice de especialização em cursos multidisciplinares é de 9,96, muito superior, portanto, ao dos demais cursos, como os da área de engenharia, cujo índice é de 0,43 (Figura 1).

Tais índices contrastam com o perfil da região Sudeste, onde o índice de especialização em cursos multidisciplinares é bem menor, correspondendo, em termos regionais, a 0,55, e o de engenharias é de 1,01, quase o dobro daquele (Figura 1).

Este perfil das instituições de C&T da Amazônia dificulta, também, o fortalecimento de nexos entre o conhecimento gerado e a produção mercantil, pois revela uma institucionalidade fortemente universalista.

Na institucionalidade da ciência, tecnologia e inovação (CT&I) da Amazônia, assume uma maior importância, em relação ao Brasil, o fato de que os recursos humanos de alto nível concentram sua atuação profissional, em larga medida, na docência, sendo bem menor a atuação em atividades diretamente ligadas à produção mercantil. Dos doutores titulados entre 1996 e 2006, empregados na Amazônia, 84,54% atuavam na área da educação em 2008, enquanto a média nacional era de 76,71%; no Estado de São Paulo, esse percentual correspondia a 68,37% (Tabela 1).

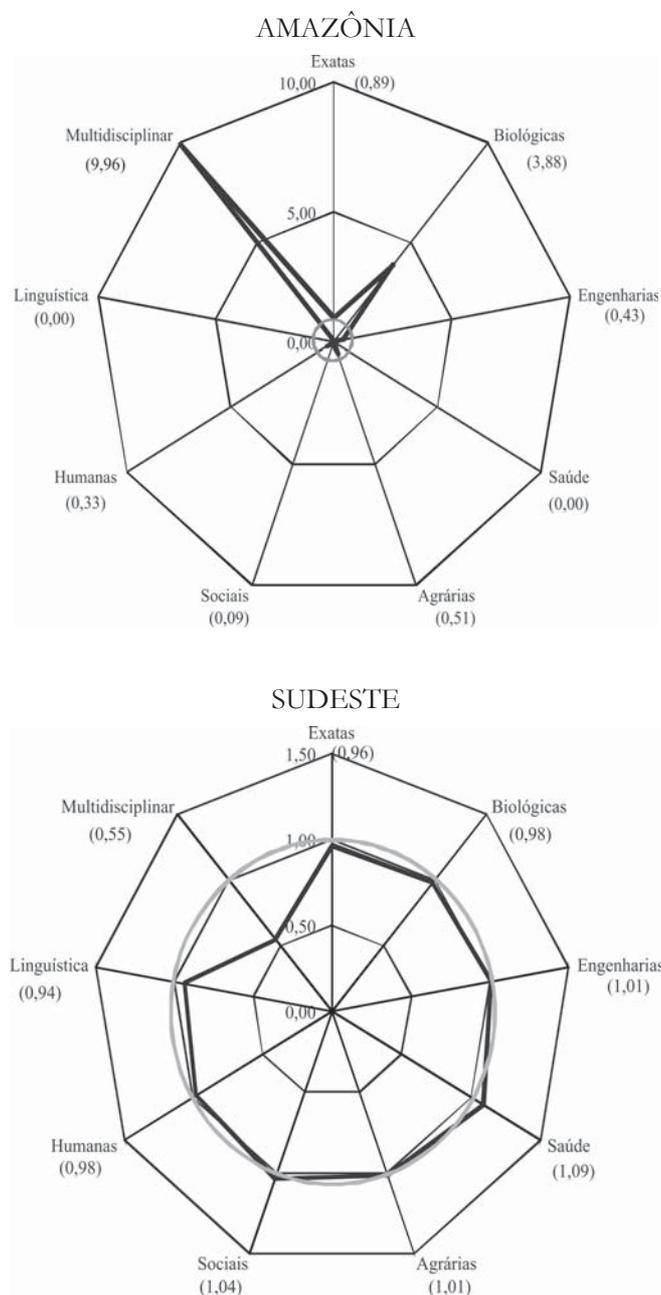


Figura 1. Índice de especialização da Amazônia e da região Sudeste na titulação de doutores por grandes áreas do conhecimento em relação à média nacional dos doutores titulados no Brasil no período de 1996 a 2008.

Fonte: Adaptado pelo autor de CGEE (2010, p. 99, Gráfico 2.2.14; p. 153-154, Tabela A.2.2.10; p. 155-156, A.2.2.11; com base em dados da Coleta CAPES/MEC).

Nota: A linha concêntrica indica a média nacional, representada na escala de uma unidade.

Tabela 1. Percentagem de doutores titulados no Brasil no período de 1996 a 2006, empregados em 2008, por seção da Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE) selecionadas dos estabelecimentos empregadores, para Brasil, Amazônia e São Paulo

Seção	Brasil	Amazônia	São Paulo
Educação	76,71%	84,54%	68,37%
Administração pública, defesa e seguridade social	11,10%	7,09%	14,77%
Atividades profissionais, científicas e técnicas	3,75%	5,08%	0,45%
Indústrias extrativas	0,41%	0,49%	0,04%
Agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura	0,41%	0,72%	0,28%
Outros	7,61%	2,08%	16,09%
<b>Total</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>

Fonte: Elaborado e calculado pelo autor a partir de CGEE (2010, p. 300-301, Tabela 3.4.9, baseada em dados da coleta CAPES-MEC e RAIS-MTE, 2008).

Esse perfil de ocupação, somado a outras peculiaridades, já citadas, representa limites para a ampliação dos nexos entre a produção científica e tecnológica regional e a produção mercantil.

A superação da fragilidade desses nexos – quando se leva em conta a necessidade de se utilizar, de forma mais qualificada, a natureza originária da região – incorpora um elemento adicional: as características da natureza originária da região, que a tornam única. Trata-se, portanto, do estabelecimento de articulações entre a produção científica e o processo produtivo, com componentes específicos.

Esses nexos têm de ser capazes de ampliar a produção de valor e de mercadorias, não pela negação de características naturais da região, mas por sua utilização sustentável. O estabelecimento desses nexos requer, também, a capacidade de articular o conhecimento tácito das populações tradicionais com o conhecimento formalizado e com inovações (VIEIRA, 2006).

O problema que se levanta é que, regionalmente, são majoritários os processos de valorização – entendida como a agregação de valor pelo trabalho humano –, cuja competitividade não se fundamenta na utilização mais qualificada das características naturais da região, ou, mesmo, cuja competitividade está associada à negação dessas características (COSTA, 2005; MONTEIRO, 2005) e à depreciação da mão de obra local (EGLER, 2006). Tais processos de valorização mercantil, por sua vez, assentam-se em paradigmas tecnológicos que

medeiam a apropriação, no processo produtivo, de certas tecnologias derivadas do conhecimento científico.

Os paradigmas tecnológicos são “um modelo e um padrão de solução de problemas tecnológicos selecionados, baseado em princípios selecionados derivados das ciências naturais e em tecnologias materiais selecionadas” (DOSI, 1982, p. 151). Eles comportam trajetórias que “são padrões usuais para resoluções de problemas no âmbito de um paradigma tecnológico” (DOSI, 1982, p. 152).

Nesses termos, a maioria dos processos de valorização mercantil existentes na Amazônia se baseia, sobretudo, em um paradigma tecnológico que pode ser denominado mecânico químico, tendo por características a baixa necessidade de colaboração entre agentes e a pouca circulação de informações – a apropriação nos processos produtivos dependendo, em especial, aos avanços tecnológicos ligados à utilização intensiva da mecânica e da química.

O problema é que a produção mercantil sustentada por esse paradigma tecnológico e pelas trajetórias tecnológicas a ele associadas não é capaz de incorporar as características particulares da natureza originária da região como fundamento de competitividade.

A superação desse padrão de produção mercantil requer, portanto, entre outras coisas, uma “revolução científico-tecnológica” (BECKER, 2007, p. 126). Entretanto, o caminho para isso enfrenta obstáculos de diversas ordens, cuja superação não é fácil. Um desses obstáculos são *habitus* (BOURDIEU, 1983, p. 65) que se configuram como uma espécie de matriz que condiciona padrões de atuação tanto de sujeitos que operam, mais diretamente, na produção do conhecimento quanto dos que atuam, mais proximamente, na valorização dos recursos naturais.

O desafio, portanto, é criar arranjos institucionais que induzam a alteração do fundamento do comportamento de diversos sujeitos. Trata-se, por conseguinte, de reforçar trajetórias tecnológicas que sejam compatíveis com a utilização mais qualificada das características naturais únicas da Amazônia e que possam levar à afirmação de um novo paradigma tecnológico, capaz de provocar a valorização mercantil, sem que isso signifique a negação daquelas características (COSTA, 2009, p. 43). Um paradigma com esses fundamentos poderia ser chamado paradigma tecnológico informacional bioquímico, que pressupõe a produção de valores muito ligados à circulação, à troca e ao compartilhamento de informações e de avanços na bioquímica.

Um arranjo nesses moldes requer, entre outras coisas, institucionalização de ciência, tecnologia e inovação que possa multiplicar a produção científica

regional e, a partir dessa base endógena, mediar a produção planetária da CT&I e sua utilização produtiva.

Evidentemente, a configuração das trajetórias tecnológicas está ligada a fatores históricos, econômicos, sociais, culturais e políticos. E, dado o padrão atual da produção mercantil na região e do *habitus* de diversos sujeitos, o reforço de trajetórias tecnológicas está decisivamente articulado com a indução de novas estratégias de desenvolvimento para a região. Os fundamentos gerais de uma nova estratégia estão indicados no Quadro 1.

Quadro 1. Comparação esquemática dos fundamentos de estratégias de desenvolvimento para a Amazônia.

<b>Desenvolvimento de fundamentos exógenos</b>	<b>Transição</b>	<b>Desenvolvimento de fundamentos endógenos</b>
Reforça trajetórias tecnológicas vinculadas ao paradigma tecnológico mecânico químico		Reforça trajetórias tecnológicas de novo tipo, que se associariam à afirmação de um paradigma tecnológico informacional bioquímico
Tem como fundamento de competitividade a homogeneização		Tem como fundamento de competitividade a diversidade
Valoriza a ampliação da produtividade individualmente		Valoriza e estimula a competitividade sistêmica
Reproduz padrões de desenvolvimento de outras localidades		Valoriza potencialidades locais latentes
Baseado em estímulos de demanda		Baseado em condições de oferta com foco nas potencialidades dos territórios
Valoriza o grande capital como sujeito modernizador		Induz arranjos institucionais como fundamento de modernização
Enfatiza o papel do crescimento das exportações na estratégia de desenvolvimento		Apresenta restrições ao crescimento das exportações enquanto estratégia de desenvolvimento
Favorece a utilização dos recursos naturais de forma pouco qualificada		Induz a utilização mais qualificada dos recursos naturais
Enfatiza a verticalização da produção		Enfatiza a necessidade de enraizamento social dos processos produtivos

Fonte: Elaborado pelo autor (2010).

A alteração dos fundamentos dos processos de desenvolvimento e do comportamento dos sujeitos sociais evidentemente implica uma transição que, por sua vez, tem relação direta com a capacidade de construção de institucionalidade que reforcem trajetórias tecnológicas específicas.

A institucionalidade da ciência, tecnologia e inovação, no contexto das estratégias de desenvolvimento, também desempenha um papel decisivo na consolidação da capacidade que os territórios amazônicos têm de ofertar produtos, processos e serviços, favorecendo a consolidação de um desenvolvimento com fundamentos endógenos.

Assim, a institucionalidade da CT&I não é neutra, impondo oportunidades e vedações à consolidação de trajetórias e de paradigmas tecnológicos. Nesse contexto, o padrão de atuação de instituições de ciência, tecnologia e inovação na Amazônia tem estreita ligação com a configuração de estratégias de desenvolvimento.

Portanto, há o desafio e a possibilidade de essa institucionalidade vir a ter papel decisivo no fortalecimento de paradigmas tecnológicos que conciliem a produção mercantil com a valorização de características do bioma amazônico. A conformação de uma institucionalidade da CT&I nesse padrão está ligada, como se indicou, a fatores de diversas ordens.

Na constituição dessa institucionalidade, assumem principalidade e prioridade o reforço, a ampliação e a criação na região de instituições finalísticas, tais como institutos científico-tecnológicos (ACADEMIA BRASILEIRA DE CIÊNCIAS, 2008, p. 17), e a estruturação, na Amazônia, de Sistemas Regionais de Inovação (SRI) (COOKE, 1998), fortemente interligados entre si.

## **2 A PRODUÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA DA AMAZÔNIA EM RELAÇÃO À DAS REGIÕES MAIS DESENVOLVIDAS**

A conformação de uma institucionalidade na Amazônia capaz de multiplicar a produção científica e tecnológica da região para equipará-la à das regiões mais desenvolvidas enfrenta obstáculos de diversas ordens. Em especial pelo fato de que o número de instituições de CT&I, em termos proporcionais, é muito menor que a média do Brasil e bem menos expressiva, ainda, que a do Sudeste do país.

No Sudeste brasileiro, a produção de C&T iguala-se à das regiões mais desenvolvidas do mundo; em compensação, a produção científica da Amazônia, considerando os critérios das produções indexadas, aproxima-se da produção

das regiões menos produtivas (CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS, 2008, p. 93). Da mesma forma, as atividades de inovação no Brasil estão, basicamente, concentradas no Sudeste (CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS, 2008, p. 96). Há, por conseguinte, um grande hiato entre a produção científica e tecnológica da Amazônia e a das regiões mais desenvolvidas.

Ao se analisar a correlação entre o percentual de investimentos em bolsas e no fomento à pesquisa realizados pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), somado aos recursos dos fundos setoriais, e o percentual da população residente, constata-se um índice elevado, correspondendo a 0,88. No que concerne à Amazônia, essa comparação sinaliza que há uma tendência de replicação da situação que envolve a concentração desproporcional das instituições de CT&I no Sudeste do Brasil, considerando que, nesse caso, em termos médios, a Amazônia recebe recursos abaixo da média nacional (Figura 2).

No ano de 2007, a região concentrava 12,95% da população brasileira; todavia, os investimentos em bolsas e no fomento à pesquisa, naquele ano, foram de, tão somente, 5,97%. O Rio de Janeiro, por exemplo, que concentra 8,32% da população brasileira, recebeu 17,53% dos recursos, e os demais estados do Sudeste também se encontram acima da média nacional (Figura 2).

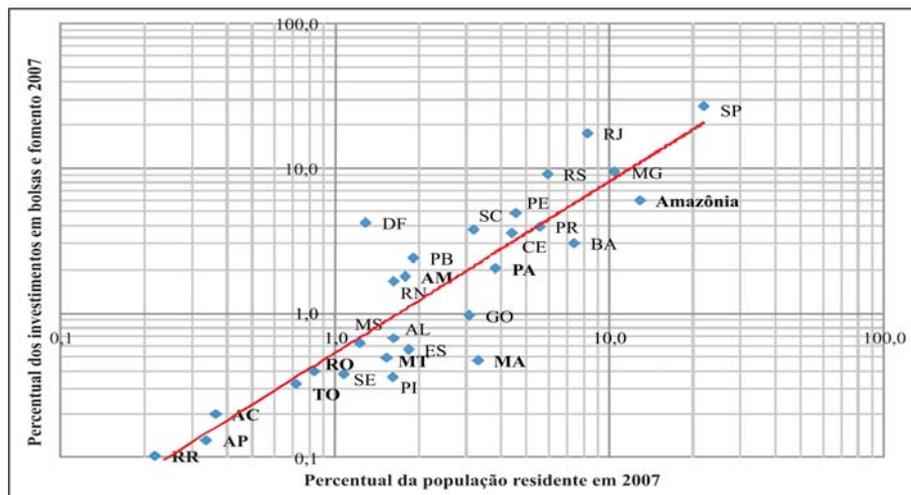


Figura 2. Relação entre o percentual de investimentos em bolsas e fomento à pesquisa e o percentual da população residente em 2007.

Fonte: Elaborado pelo autor, com base em CNPq (2010).

Quando se estabelece uma relação entre o percentual do PIB de cada unidade da federação (UF), em 2007, e o percentual de doutores em cada uma delas, em 2008, o índice de correlação obtido é 0,98, portanto, mais elevado. Mas, ao se levar em conta essa correlação, observa-se que a Amazônia situava-se, também, abaixo da média nacional. A região, que congregava 7,81% do PIB nacional, abrigava 6,34% dos doutores do país (Figura 3).

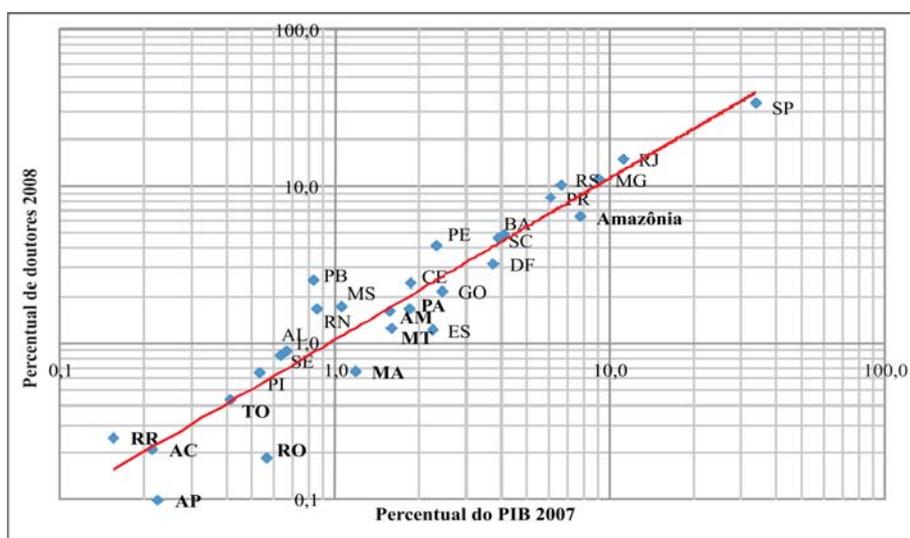


Figura 3. Relação entre o percentual de doutores em 2008 e o percentual do PIB em 2007, por estados. Fonte: Elaborado pelo autor, com base em CNPq (2010).

Houve, especialmente a partir de 2002, uma ampliação dos recursos destinados às instituições brasileiras de CT&I. Isso tem levado ao rápido aumento da formação de recursos humanos qualificados, ao crescimento dos investimentos em bolsas e fomento à pesquisa e do volume de publicações indexadas e de patentes (CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS, 2008, p. 24). Tem propiciado também a redução da desigualdade, em termos intrarregionais, na distribuição dos recursos investidos pelos estados em ciência e tecnologia e dos recursos investidos em bolsas e no fomento à pesquisa pela União e pelos fundos setoriais.

A aferição da redução da desigualdade na aplicação destes recursos baseia-se na noção de que uma distribuição de recursos igualitária entre os estados requereria que a cada estado correspondesse a proporção de investimentos, oriundos das fontes supracitadas, equivalente à participação relativa de cada estado na população do país.

Ao se construir para cada região ou estado brasileiro, o índice dado por  $j_i = y_i/p_i$ , em que  $y_i$  = participação no estado ou região  $i$  dos investimentos em C&T realizados pela própria unidade da federação e dos investimentos em bolsas fomento e pelos fundos setoriais no total nacional e  $p_i$  = participação da população do estado ou da região  $i$  na população do Brasil. A distribuição de investimentos, originários destas fontes, realizados de forma igualitária, aqui implicaria valores dos índices  $j_i$  iguais a 1 para todos os estados ou regiões. Em termos desse indicador, um estado ou região se encontrará numa situação tanto mais privilegiada quanto mais acima de 1 se encontrar o valor (Figura 4).

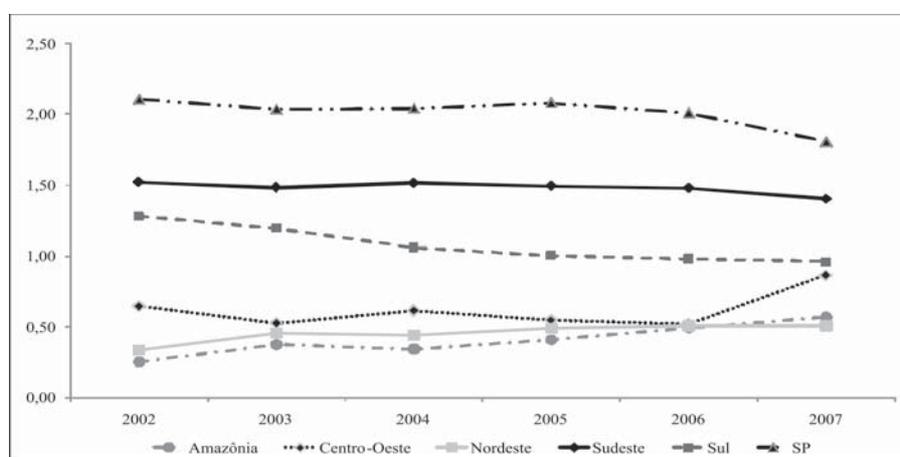


Figura 4. Índices de desigualdade – razão entre a proporção de investimentos selecionados em CT&I e a proporção da população de estado e regiões selecionadas.

Fonte: Elaborado e calculado pelo autor com base em Ministério do Tesouro Nacional (2010), CNPq (2010) e IBGE (2010).

Os valores do índice para Amazônia, Sul e Nordeste do Brasil e o Estado de São Paulo, relativos ao período entre 2002 e 2007 evidenciam uma tendência à redução da desigualdade na alocação de relevantes investimentos em termos nacionais neste último período (Figura 4), mas não suficientes para denotar uma dinâmica de convergência, tendo em vista a grande assimetria acumulada entre a dimensão e a institucionalidade de CT&I de cada região.

É neste contexto que o número de instituições de CT&I na região Norte (que agrega a maior parte da Amazônia Legal) também tem apresentado crescimento. Todavia, ao se comparar o número de doutores titulados na região com o das demais regiões do Brasil, constata-se que a taxa desse crescimento é menor na região Norte do que no Sul, no Nordeste e no Centro-Oeste, o que denota

que há estratégias mais bem-sucedidas para ampliar a formação de doutores nas demais regiões citadas que no Norte. Entre 1996 e 2008, o Nordeste multiplicou por mais 25 a titulação regional de doutores, enquanto o Norte multiplicou apenas por 5 (Figura 5).

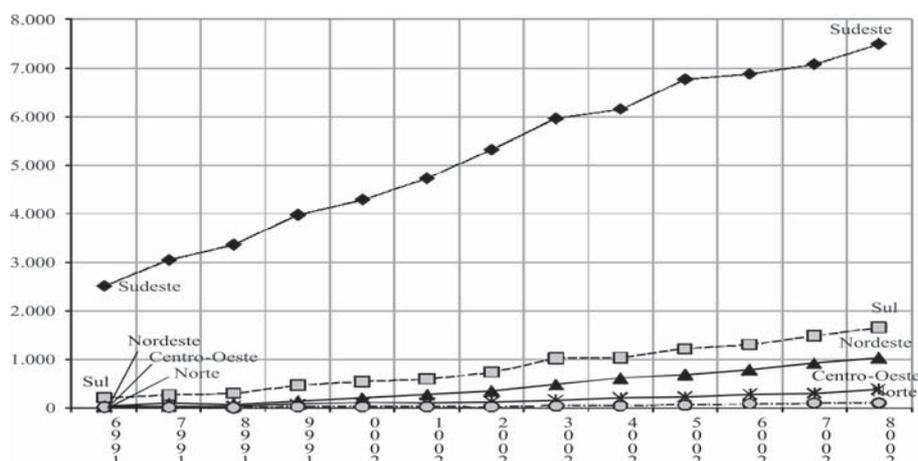


Figura 5. Número de doutores titulados no Brasil por grandes regiões, de 1996 a 2008. Fonte: Elaborado e calculado pelo autor a partir de CGEE (2010, p. 94, Tabela 2.2.3, baseada em dados da coleta CAPES-MEC).

O crescimento das instituições de CT&I no Brasil também pode ser definido pela ampliação de discentes que frequentaram cursos de pós-graduação (mestrado e doutorado). Segundo o Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE), eram 267 mil em 1998, número esse que saltou para mais de 612 mil, em 2008 (Figura 6).

Todavia, o fosso existente entre o número de instituições de CT&I da região Norte (que abarca quase toda a Amazônia Legal) não foi reduzido por essa expansão, visto que a taxa de crescimento no período, em termos nacionais, foi de 8,66% a.a. Porém, a da região Norte ficou abaixo da média (7,99%), mantendo o hiato em relação às demais regiões brasileiras (Figura 6).

O crescimento nacional das instituições de CT&I tem-se refletido, também, na ampliação do número de cursos e de doutores titulados, o que tem alterado o padrão da distribuição geográfica da pós-graduação no Brasil.

Houve uma ligeira desconcentração da pós-graduação, em relação ao Estado de São Paulo. Em âmbito nacional, o “centro de gravidade” dos doutores titulados entre 1996 e 2008 sofreu um pequeno deslocamento em direção ao Nordeste (Figura 7). Esse efeito reflete a ampliação, proporcionalmente superior, das instituições de C&T no Nordeste, em comparação à das outras regiões. O número

de titulação de doutores na região Nordeste obteve taxa de crescimento bem acima da média nacional. Em 2008, foram 1.035 os titulados, o que corresponde a 9,7% do total nacional.

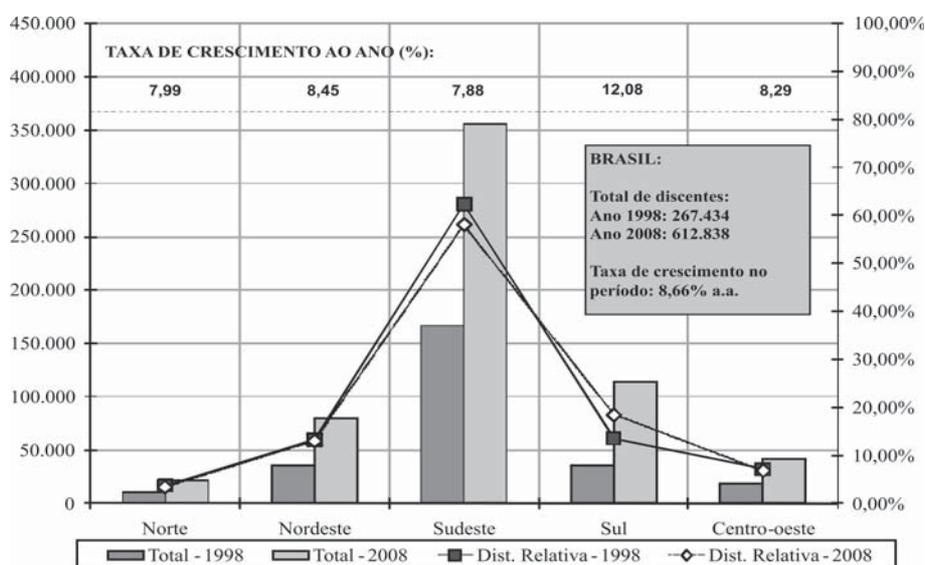


Figura 6. População que frequentou cursos de pós-graduação (mestrado e doutorado) segundo as grandes regiões, 1998 e 2008.

Fonte: Elaborado e calculado pelo autor a partir de CGEE (2010, p. 389, Tabela 4.2.2.1.3, baseada em dados da Pesquisa Nacional por Amostras de Domicílio (IBGE, 2008)).

Na região Sul, houve a titulação de 212 doutores em 1996, o que representa 7,5% do total nacional, número que, em 2008, foi ampliado para 1.659, representando 15,5% do total nacional (CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS, 2010, p. 94). O número de programas de doutorado existentes no Nordeste passou de 71 (9,1% do Brasil) em 1998, para 172 (13%) em 2008; no mesmo período, no Sul do Brasil, eles foram ampliados de 116 (14,8%) para 242 (18,3%) (CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS, 2010, p. 77).

No que concerne à Amazônia, as alterações ocorridas no período não constituem uma dinâmica de convergência. No Norte, os doutores titulados totalizaram 21 (0,7% do total nacional) em 1996 e 113 (1,1%) em 2008 (CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS, 2010, p. 77).

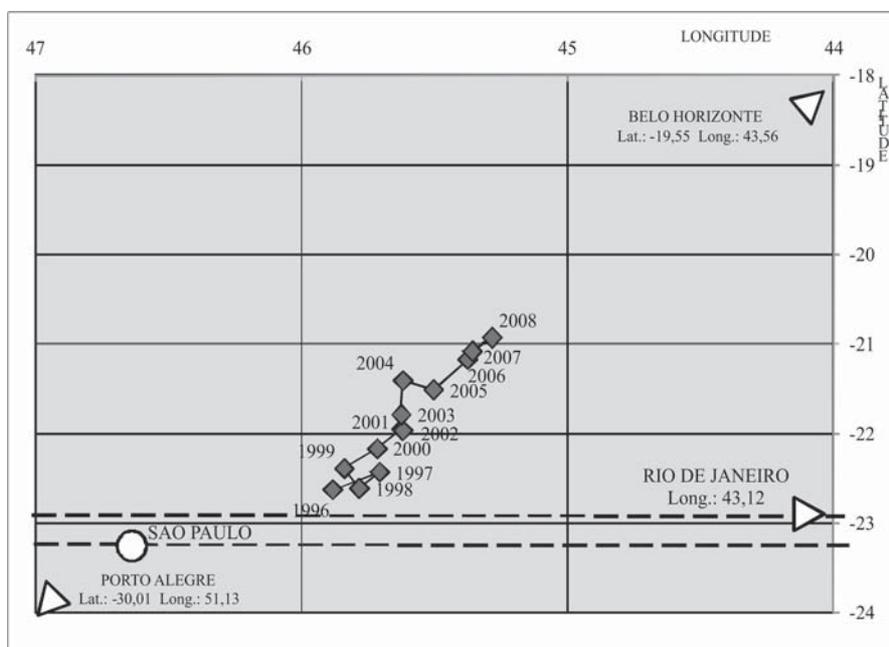


Figura 7. Centro de gravidade dos doutores titulados, no período de 1996 a 2008.

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de CGEE (2010, p. 96, Tabela 2.2.4, baseada em dados da coleta CAPES-MEC).

Nota: O centro de gravidade foi calculado com base na média ponderada das coordenadas geográficas das capitais dos estados com a percentagem do número de doutores titulados em cada UF.

A análise do comportamento do “centro de gravidade” nacional relativo à distribuição de investimentos em bolsas e no fomento à pesquisa, entre 1996 e 2008, indica também uma alteração pouco significativa (Figura 8). Nesse caso, diferentemente do comportamento do “centro de gravidade” da titulação de doutores, o deslocamento deu-se em direção ao Norte – um comportamento que pode ser justificado pela contabilização, no Distrito Federal, de recursos destinados ao fomento à pesquisa em instituições nacionais.

A distribuição espacial dos doutores titulados e dos empregados no Brasil, no período de 1996 a 2008, demonstra a maior concentração geográfica das titulações em quatro estados: São Paulo (SP), Rio de Janeiro (RJ), Minas Gerais (MG) e Rio Grande do Sul (RS), que juntos representam 84,2% do total nacional (Figura 9). São eles os principais centros de formação e de absorção dos titulados. Todavia, a população de doutores empregados é inferior à de titulados, o que representa 62,6% do total brasileiro (CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS, 2010, p. 235).

A institucionalidade da ciência, tecnologia e inovação na Amazônia  
e a conformação de trajetórias e paradigmas tecnológicos

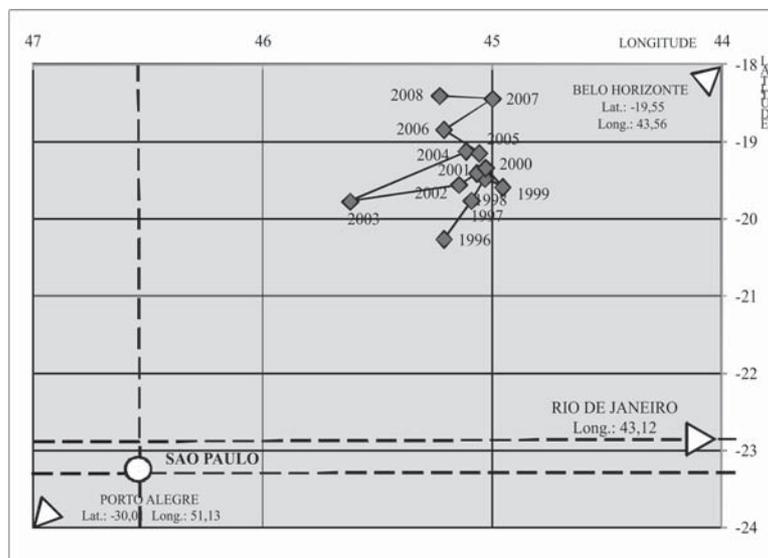


Figura 8. Centro de gravidade dos investimentos em bolsas e fomento à pesquisa, no período de 1996 a 2008.

Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados do CNPq (2010) relativos ao total dos investimentos realizados em bolsas e no fomento à pesquisa segundo região e unidade da federação (1996-2009).

Nota: O centro de gravidade foi calculado com base na média ponderada das coordenadas geográficas das capitais dos estados com a percentagem do número de doutores titulados em cada UF.

A análise de absorção desses profissionais por outros estados (que não os quatro principais centros de pós-graduação) permite inferir que uma parcela significativa se direciona para os estados da região Nordeste (13,3% do país) e Sul (10,5%, exceto RS, com 8,2% do total nacional). Individualmente, os estados de Paraná, Santa Catarina, Paraíba, Bahia, Pernambuco e Ceará são os que mais têm atraído, proporcionalmente, doutores nos últimos anos (CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS, 2010, p. 238). Nesse contexto, a institucionalidade da CT&I na Amazônia não se coaduna com a das regiões mais avançadas.

Em que pese o aumento dos recursos destinados a CT&I, em termos nacionais, eles não têm sido capazes de consolidar uma redução desse hiato e o estabelecimento de uma dinâmica de convergência entre a Amazônia e as regiões mais desenvolvidas.

Para a alteração desse cenário, é necessária a intervenção do Estado Nacional, mediante o estabelecimento, por indução, de uma agenda que inclua a institucionalidade brasileira de CT&I nos principais desafios para a valorização mais

qualificada das particularidades presentes na natureza originária da Amazônia. Essa agenda previria a implementação de programas com fins e recursos específicos voltados para a rápida ampliação da institucionalidade da CT&I na região (ACADEMIA BRASILEIRA DE CIÊNCIAS, 2008, p. 17).

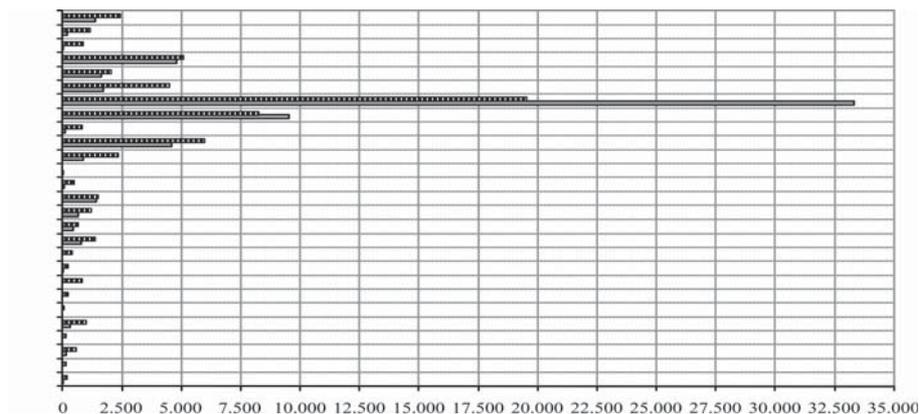


Figura 9. Doutores titulados no Brasil no período de 1996 a 2008, empregados em 2008, por unidades da federação da titulação e do emprego.

Fonte: Elaborado e calculado pelo autor a partir de CGEE (2010, p. 235, Tabela 3.7.1, baseada em dados da coleta CAPES-MEC e RAIS-MTE, 2008).

Sem ações como essas, aparentemente, inexistente a possibilidade do estabelecimento de dinâmicas de convergências entre a institucionalidade da CT&I da região e a do Sudeste do Brasil.

### 3 A QUALIDADE DO SISTEMA EDUCACIONAL DA REGIÃO

Tem peso decisivo na estruturação de uma institucionalidade da CT&I a “capacidade social” de uma determinada região (ABRAMOVITZ, 1986, p. 388). Tal capacidade está relacionada com a infraestrutura econômica e social historicamente construída. Na sua conformação, o sistema educacional é decisivo.

No caso da Amazônia, ampliar a qualidade do sistema de ensino da região também é outro desafio, uma vez que os indicadores utilizados para inferi-la apontam grandes deficiências. A baixa qualidade da educação básica fragiliza essa “capacidade social”. Todos os estados da Amazônia Legal apresentaram médias do Índice do Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) abaixo da nacional (Figura 10).

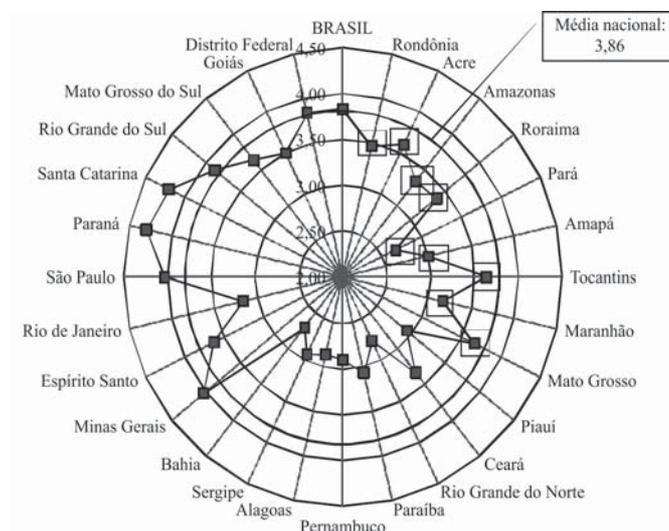


Figura 10. Médias do Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) do Brasil e dos estados, com destaque para as UF da Amazônia Legal. Ano base de 2007.

Fonte: Elaborado e calculado pelo autor com base em dados do *site* do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP) – IDEB, resultados e metas, 2007.

Nota: Médias calculadas a partir do IDEB encontrado para: (1) primeiras séries do ensino fundamental, (2) últimas séries do ensino fundamental e (3) ensino médio.

Outro elemento com repercussões negativas na “capacidade social”, em relação à das demais regiões, relaciona-se à qualidade do ensino médio. Tanto na avaliação referente à redação, quanto na avaliação referente à prova objetiva, os estados da Amazônia Legal apresentaram médias abaixo da média nacional, e muito inferiores às dos estados do Sudeste e do Sul (Figura 11).

A baixa qualidade do ensino fundamental e do ensino médio (Figuras 11 e 12) reflete-se, seguramente, no nível superior. As médias do Índice Geral de Cursos de Graduação (IGC) dos estados da Amazônia também são inferiores à média nacional e às do Sudeste e do Sul brasileiros (Figura 12).

Dentre outros fatores responsáveis pela baixa qualidade dos ensinos médio e fundamental na região, tem relevância a fragilidade do corpo docente. Em 2007, por exemplo, o Estado do Pará tinha uma demanda de 124.583 mil funções docentes nas redes de ensino público (municipal e estadual) e privado, funções então exercidas por profissionais não qualificados (Tabela 2).

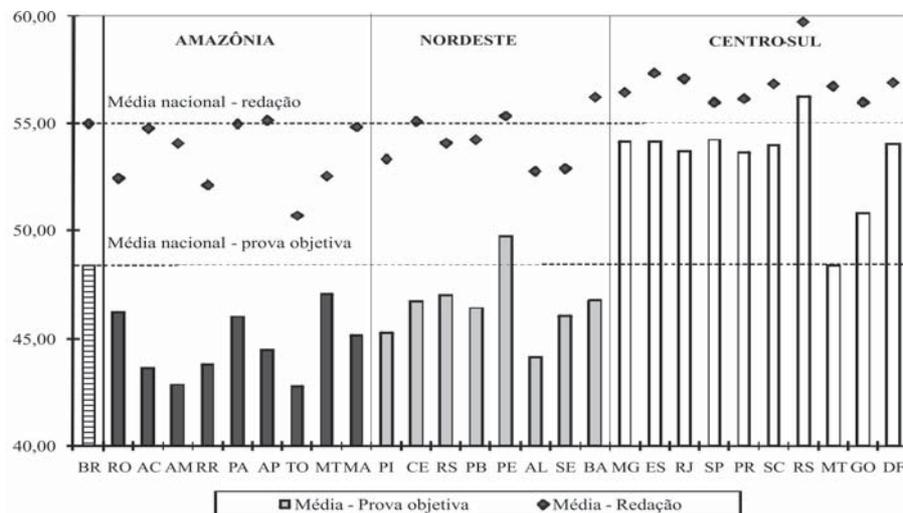


Figura 11. Médias gerais do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) do Brasil e dos estados, com destaque para as UF da Amazônia Legal. Ano base de 2007.

Fonte: Elaborado e calculado pelo autor com base em dados do *site* do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP) – ENEM, relatório pedagógico, maio de 2008.

Nota: Médias gerais calculadas a partir das notas da (1) parte objetiva da prova e (2) da redação.

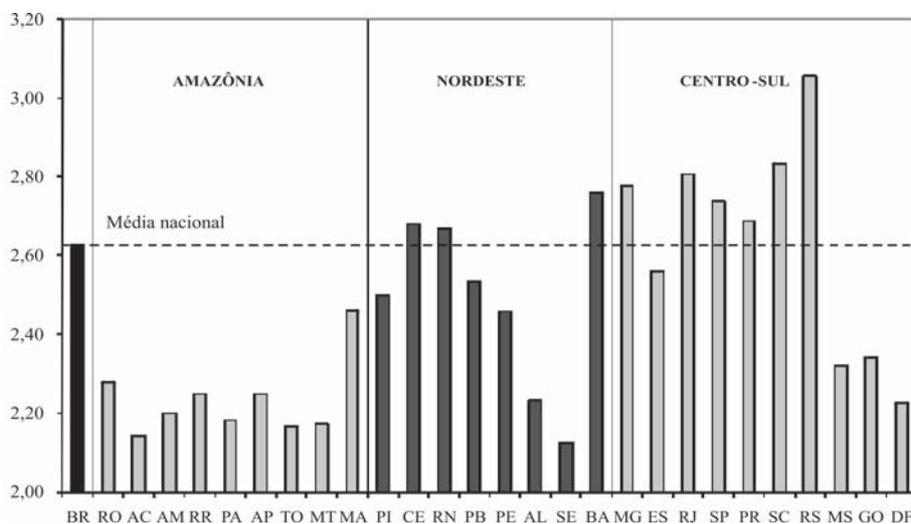


Figura 12. Índice Geral de Cursos da Instituição (IGC) no nível superior de ensino no Brasil e nos estados. Triênio de 2006-2008.

Fonte: Elaborado e calculado pelo autor com base em dados do *site* do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP) – IGC, consulta, 2008.

Nota: Médias calculadas a partir do IGC encontrado para as instituições de ensino avaliadas na totalidade do triênio de 2006-2008.

Tabela 2. Déficit de funções docentes no sistema de ensino do Estado do Pará (2007).

Funções	Déficit
Química	783
Física	1.098
Sociologia	1.599
Outras disciplinas	4.359
Educação Física	7.839
Artes	11.348
Geografia	12.431
História	12.574
Ciências	14.198
Matemática	15.783
Português	15.949
Pedagogia (séries iniciais)	26.622
<b>Total</b>	<b>124.583</b>

Fonte: Secretaria de Educação do Estado do Pará (SEDUC).

Nesse contexto, passa a ser incorporada às tarefas prioritárias para a estruturação de uma institucionalidade da CT&I na Amazônia a formação de professores que se dediquem, ou que venham a dedicar-se, aos ensinos fundamental e médio, uma vez que essa deficiência retroalimenta, negativamente, a base dessa institucionalidade e, sobretudo, reduz a “capacidade social” da região.

#### 4 A HIERARQUIA E A ESPECIALIZAÇÃO DAS INSTITUIÇÕES DE CT&I DA REGIÃO

Costa (1998, p. 107), analisando indicadores que informam sobre as interligações entre instituições e que apontam os vínculos institucionais dentro de temáticas comuns, observou que a complementaridade e a cumulatividade entre instituições de C&T na Amazônia são muito tênues.

A diversidade dos territórios socialmente construídos na Amazônia brasileira e as particularidades que a natureza originária da região possui são dificuldades adicionais para imprimir à institucionalização da CT&I uma dinâmica de cumulatividade e complementaridade. Tal dinâmica será implementada, não

por meio da negação das territorialidades, mas por meio do estabelecimento de uma relação entre as instituições de CT&I e essas territorialidades.

Nesse contexto, as ações direcionadas ao fortalecimento dos fundamentos de trajetórias tecnológicas que se coadunem com uma utilização mais qualificada das características da natureza originária da região Amazônica têm de incorporar, também, a dimensão territorial como elemento norteador.

No âmbito da dimensão territorial dos processos de desenvolvimento, a literatura (EUROPEAN COMMUNITIES, 1999, p. ex.) recomenda que se leve em consideração que as cidades são elos centrais das redes ligadas aos fluxos de todo tipo, o que inclui a oferta de serviços de alto nível e a criação de sinergias múltiplas (BECKER, 2009; BOISIER, 2005; KLINK, 2001). As cidades são, por conseguinte, um lócus privilegiado para intervenções visando à melhoria da ambiência institucional que podem favorecer ou bloquear certas trajetórias tecnológicas, o que envolve a construção e a implementação de uma rede de produção de conhecimento e inovação fundada na hierarquia das cidades.

Os processos produtivos vinculados ao paradigma tecnológico mecânico-químico fazem da região Amazônica uma fronteira de recursos naturais, sobretudo no arco de povoamento adensado da porção oriental e meridional da região (BECKER, 2005). Esse contexto alterou a organização da hierarquia urbana regional. Houve o aumento de sua complexidade devido à redução da supremacia de Belém e de Manaus e a formação de cidades dinâmicas nas áreas mais impactadas pela formação da fronteira.

Nos níveis intermediários da hierarquia, as demais capitais estaduais consolidaram sua importância, e cidades médias afirmaram-se como polos nas sub-regiões sob influência direta delas, caso de Santarém (PA), Marabá (PA), Imperatriz (MA) e Araguaína (TO) (CORRÊA, 1987; INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2008; MACHADO, 1999; TRINDADE JÚNIOR, 2009).

Contudo, o aumento de importância das cidades de nível intermediário (i.e., daquelas situadas entre as metrópoles e os centros locais) não abrange a região como um todo, notando-se a permanência da supremacia de Manaus na Amazônia ocidental (Figura 13), em área menos impactada pelas transformações recentes – fato que corrobora a tese de fragmentação do espaço regional pela construção de diversas geografias na região (Figura 13).

Na Amazônia, políticas governamentais elaboradas na atual década já adotam princípios de caráter territorial e consideram as redes e os centros

urbanos em suas práticas de intervenção (BECKER, 2005, 2009). Todavia, isso foi incorporado timidamente ao quadro organizacional que envolve a produção e a difusão do conhecimento. Nesse contexto, a edificação de uma institucionalidade da CT&I deve levar em conta essa conformação territorial.

A intervenção territorial, em termos da institucionalização da CT&I, requer a realização de ações em rede apoiadas nas duas “metrópoles regionais” (Belém-PA e Manaus-AM) e nas dez “capitais regionais” existentes (Boa Vista-RR, Rio Branco-AC, Porto Velho-RO, Cuiabá-MT, Palmas-TO, Araguaína-TO, Imperatriz-MA, São Luís-MA, Marabá-PA e Santarém-PA) que polarizam e organizam espaços e territórios em suas áreas de influência (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2008) (Figura 13). Essas ações em rede possibilitam que os centros urbanos funcionem, por um lado, como catalisadores de fluxos, como aglomerações que podem impulsionar processos baseados no uso sustentável dos recursos naturais, e, por outro, como focos de irradiação das sinergias produzidas (VIEIRA, 2006).

As vantagens da aglomeração, nesse caso, são pensadas, não no sentido de reforçar a polarização do espaço, mas de aproveitar o potencial delas para a construção de um território-rede, no qual se consideram níveis de hierarquização e de especialização e no qual as principais cidades da região podem produzir sinergias decorrentes do estabelecimento e do reforço de redes institucionais de ciência, tecnologia e inovação.

Essa orientação não preconiza o incentivo à primazia das maiores cidades (que historicamente têm concentrado população e instituições científicas) na rede urbana, mas assegura a promoção da diversidade de centros urbanos a longo prazo, juntamente com a ampliação da circulação de informações, da colaboração e da integração e especialização das instituições de ciência e tecnologia da região. Trata-se de uma orientação que valoriza as especificidades territoriais e processos que favoreçam a consolidação da institucionalidade em CT&I com foco na diversidade territorial, atuando de forma complementar e cumulativa.

Considerar os territórios existentes, maximizar as vantagens e os efeitos da aglomeração e potencializá-los com a edificação de redes para a circulação de informações são imperativos estratégicos, devido à fragilidade, em termos regionais, do quadro organizacional voltado para a produção de conhecimento científico e tecnológico, à baixa densidade científico-tecnológica e à existência de poucos e limitados institutos de ciência e tecnologia.

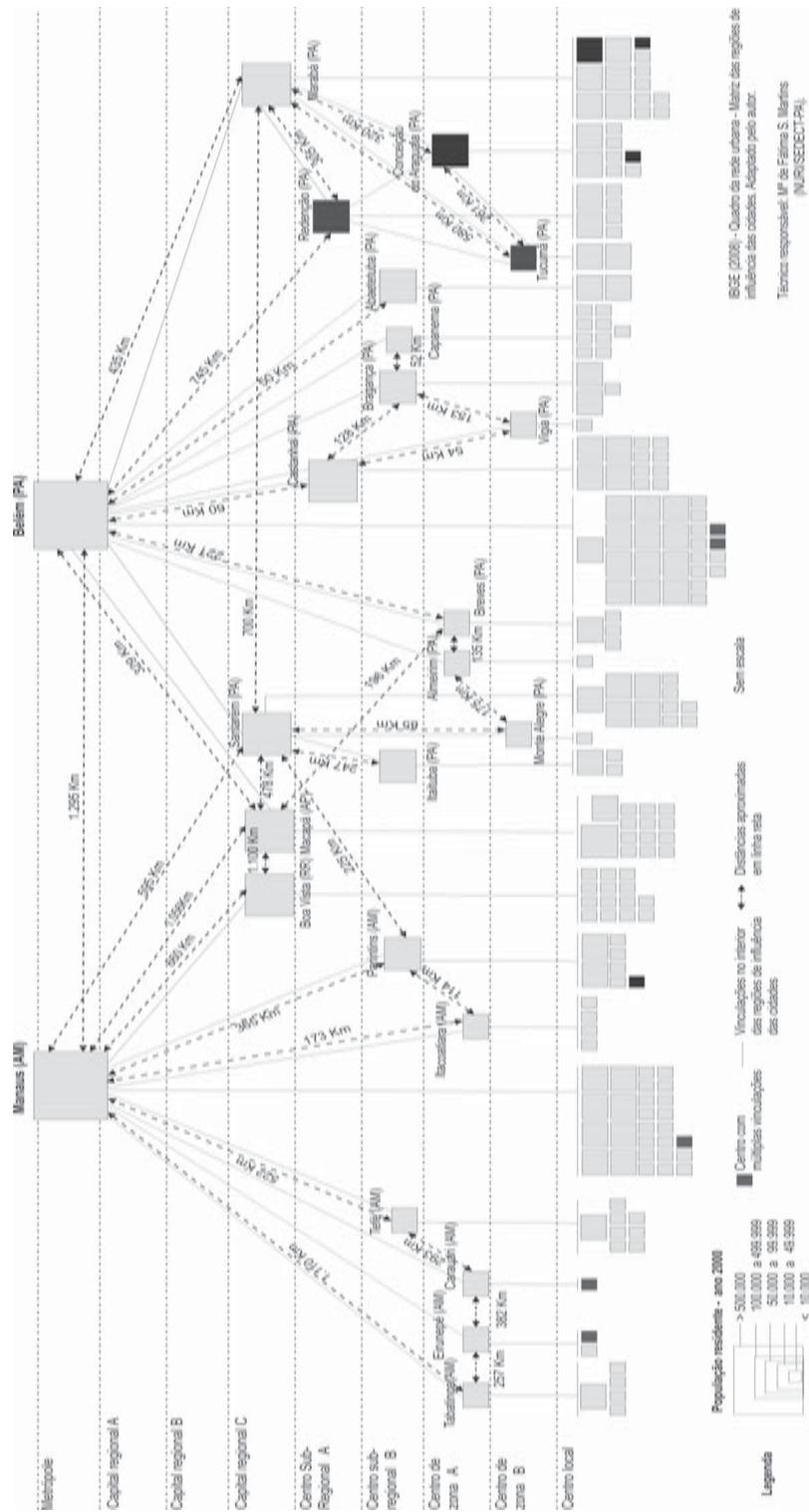


Figura 13. Exemplos de hierarquia urbana na Amazônia: redes de influência das metrópoles Manaus e Belém. Fonte: Elaborado pelo autor, com base nos esquemas do REGIC (IBGE, 2008).

Para a implantação desse território-rede, a implementação de infraestruturas públicas de comunicação de altíssimo desempenho é determinante (ACADEMIA BRASILEIRA DE CIÊNCIAS, 2008, p. 19), uma vez que isso permite que agentes diversos criem uma ambiência capaz de tornar mais consistentes as trajetórias tecnológicas para as quais a troca de informações, a execução de ações conjuntas e coordenadas e a própria coesão territorial e social são decisivas.

No escopo dessa ação estratégica, merece menção a infraestrutura de comunicação baseada em fibra óptica por meio da qual o Estado do Pará interligou Belém às “capitais regionais” Santarém e Marabá, e elas a diversos “centros sub-regionais” e “centros locais”.

Considerar a estrutura de hierarquização das cidades e tratá-la como um elemento do processo de ampliação da “capacidade social” e de produção de ciência, tecnologia e inovação implica, em termos de institucionalidade da CT&I na Amazônia, que cada uma das suas capitais regionais passe a funcionar como catalisadora de fluxos. Para isso, cada uma delas deve contar com, pelo menos, uma universidade federal multicampi e um parque de ciência e tecnologia, de forma que possa nuclear Sistemas Regionais de Inovação (SRI) específicos.

## CONCLUSÃO

Parece estar evidente que a dimensão e o perfil das instituições de CT&I da região têm significado estratégico para a conformação de trajetórias e paradigmas tecnológicos que podem influenciar, decisivamente, os padrões de valorização das características singulares da natureza originária da Amazônia.

Diante de um cenário que evidencia a ausência de convergências entre a “capacidade social” e a institucionalidade da CT&I da Amazônia e a das regiões mais desenvolvidas, consubstancia-se a necessidade de o Estado Nacional implementar ações para a região que, em grande medida, foram sugeridas pela Academia Brasileira de Ciências (ABC) (2008, p. 10). Trata-se de estabelecer uma política nacional que induza a estruturação, na Amazônia, de Sistemas Regionais de Inovação (SRI), envolva a institucionalidade da CT&I brasileira em uma agenda que abarque os principais desafios para a valorização mais qualificada das particularidades presentes na natureza originária da região, implemente programas com fins e recursos específicos destinados à rápida ampliação da institucionalidade da CT&I na região, implante, com destaque para as instituições finalísticas,

infraestrutura pública de comunicação de altíssimo desempenho, interligando centros urbanos entre si, e crie universidades federais sediadas em Marabá (PA), Imperatriz (MA), Araguaína (TO) e nas “capitais regionais” que ainda não contam com institutos dessa ordem.

São políticas públicas que favorecem o estabelecimento de uma ambiência institucional que pode vir a reforçar trajetórias e paradigmas tecnológicos que se coadunam com o desenvolvimento em bases sustentáveis.

## REFERÊNCIAS

ABRAMOVITZ, M. Catching up, forging ahead and falling behind. **The Journal of Economic History**, v. 46, n. 2, p. 385-406, jun. 1986.

ACADEMIA BRASILEIRA DE CIÊNCIAS. **Amazônia**: desafio brasileiro do século XXI. São Paulo: Fundação Conrado Wessel, 2008. 32p.

BECKER, B. K. Amazônia: nova geografia, nova política regional e nova escala de ação. In: COY, M.; KOHLHEPP, G. (Org.). **Amazônia sustentável**: desenvolvimento sustentável entre políticas públicas, estratégias inovadoras e experiências locais. Rio de Janeiro: Garamond, 2005, v. 1. p. 23-44.

BECKER, B. K. Síntese da produção científica em ciências humanas na Amazônia: 1990-2002. In: BECKER, B. K.; ALVES, D. S.; COSTA, W. M. (Org.). **Dimensões humanas da biosfera-atmosfera na Amazônia**. São Paulo: EDUSP, 2007. p. 13-38.

BECKER, B. K. Articulando o complexo urbano e o complexo verde na Amazônia. In: BECKER, B. K.; COSTA, F. A.; COSTA, W. M. (Org.). **Um projeto para a Amazônia no século 21**: desafios e contribuições. Brasília: CGEE, 2009, v. 1. p. 39-86.

BOISIER, S. ¿Hay espacio para el desarrollo local en la globalización? **Revista de la CEPAL**, Santiago do Chile, n. 86, p. 47-62, ago. 2005.

BOURDIEU, P. **Sociologia**. São Paulo: Ática. 1983.

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS. **Brasil**: a economia natural do conhecimento. Brasília, DF, 2008. 114 p.

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS. **Doutores 2010**: estudos da demografia da base técnico-científica brasileira. Brasília, DF, 2010. 508 p.

CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO. **Estatísticas e indicadores do fomento, por região/ unidade da federação**. Disponível em: <<http://www.cnpq.br/estatisticas/investimentos/regiao.htm>>. Acesso em: 25 maio 2010.

COOKE, P. N. Introduction: origins of the concept. In: BRACZYK, H.-J.; COOKE, P. N.; HEIDENREICH, M. **Regional innovation systems: the role of governances in a globalized world**. London: Routledge, 1998. p. 2-27.

CORRÊA, R. L. A periodização da rede urbana da Amazônia. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, v. 49, n. 3, p. 39-69, jul. 1987.

COSTA, F. A. **Ciência, tecnologia e sociedade na Amazônia: questões para o desenvolvimento sustentável**. Belém: CEJUP, 1998. 178 p.

COSTA, F. A. Questão agrária e macropolíticas para a Amazônia. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 19, n. 53, p. 131-156, jan./abr. 2005.

COSTA, F. A. Trajetórias tecnológicas como objeto de política de conhecimento para a Amazônia: uma metodologia de delineamento. **Revista Brasileira de Inovação**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 1, p. 35-86, jan./jun. 2009.

DOSI, G. Technological Paradigms and Technological Trajectories: a suggested interpretation of the determinants and directions of technical change. **Research Policy**, v. 11, n. 3, p. 147-162, 1982.

EGLER, P. **Organização e formas cooperativas da ciência e tecnologia na Amazônia**, Brasília: CGEE, 2006. Não publicado.

EUROPEAN COMMUNITIES. **ESDP: European Spatial Development Perspective: Towards Balanced and Sustainable Development of the Territory of the European Union**. Luxembourg, 1999. 87 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Regiões de influência das cidades – 2007**. Rio de Janeiro, 2008. 203 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Contagem da população**. Disponível em: [http://www.ibge.gov.br/home/mapa\\_site/mapa\\_site.php#populacao](http://www.ibge.gov.br/home/mapa_site/mapa_site.php#populacao). Acesso em: 25 maio 2010.

KLINK, J. J. **A cidade-região: regionalismo e reestruturação no grande ABC paulista**. Rio de Janeiro: DP&A, 2001.

Maurílio de Abreu Monteiro

MACHADO, L. O. Urbanização e mercado de trabalho na Amazônia Brasileira. **Cadernos IPPUR**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 1, p. 109-138, 1999.

MINISTÉRIO DO TESOUREIRO NACIONAL. **Execução orçamentária dos Estados (1995-2009)** Disponível em: [http://www.tesouro.fazenda.gov.br/estados\\_municipios/index.asp](http://www.tesouro.fazenda.gov.br/estados_municipios/index.asp). Acesso em: 25 maio 2010.

MONTEIRO, M. de A. Meio século de mineração industrial na Amazônia e suas implicações para o desenvolvimento regional. **Estudos Avançados**, São Paulo, v.19, n. 53, p. 187-207, jan./abr. 2005.

TRINDADE JÚNIOR, S. C. Amazônia oriental: cidades, urbanização do território e estratégias de gestão no espaço paraense. In: MENDONÇA, F.; LOWEN-SAHR, C. L.; SILVA, M. (Org.). **Espaço e tempo: complexidade e desafios do pensar e do fazer geográfico**. Curitiba: ADEMADAN, 2009. p. 635-658.

VIEIRA, I. **Aproveitamento da biodiversidade com ênfase para oportunidades de uso a partir do conhecimento autóctone**. *Paper* apresentado no Fórum Regional para Fortalecimento da Pesquisa Agropecuária na Região Amazônica, Belém, 8 nov. 2006.

Texto submetido à Revista em 7.6.2010

Aceito para publicação em 29.10.2010

---

A elaboração deste artigo contou com apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), processo nº 400849/2009-7