



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E CONTABILIDADE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA - MESTRADO EM ECONOMIA
APLICADA

LARISSA CAMILA TORRES PINTO

**O ESFORÇO DOS ESTADOS NORDESTINOS NA CONSTRUÇÃO DE
CAPACITAÇÕES PARA INOVAÇÃO**

Uma análise para 2010

MACEIÓ

2014

LARISSA CAMILA TORRES PINTO

**O ESFORÇO DOS ESTADOS NORDESTINOS NA CONSTRUÇÃO DE
CAPACITAÇÕES PARA INOVAÇÃO**

Uma análise para 2010

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade Federal de Alagoas, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Economia Aplicada.

Orientador: Prof. Dr. Francisco José Peixoto Rosário

MACEIÓ

2014

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico

Bibliotecário Responsável Valter dos Santos Andrade

P659e Pinto, Larissa Camila Torres.

O esforço dos estados nordestinos na construção de capacitações para inovação :
Uma análise para 2010 / Larissa Camila Torres Pinto. – 2014.
104 f. ; il., graf., tab.

Orientador: Francisco José Peixoto Rosário.

Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) – Universidade Federal de
Alagoas. Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade. Maceió, 2014.

Bibliografia: f. 92-97.

Apêndices: f. 98-104.

1. Brasil – Nordeste - Capacitação tecnológica. 2. Brasil – Nordeste – Ciência
e tecnologia. 3. Índice de capacitação tecnológica. 4. Brasil – Nordeste – Políticas
de ciência e tecnologia. I. Título.

CDU: 330.341.1(812/813)

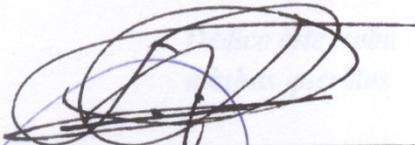
Universidade Federal de Alagoas
Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade
Programa de Pós-Graduação em Economia

“O esforço dos Estados Nordestinos na construção de capacitações para inovação:
Uma análise para 2010”

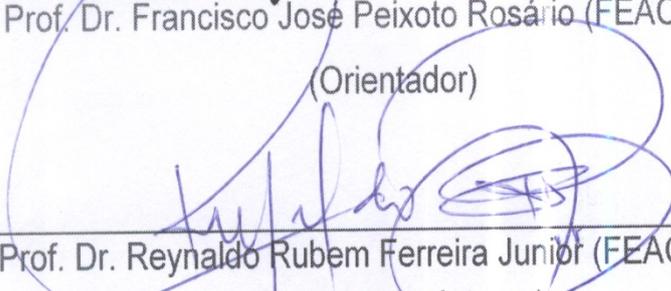
LARISSA CAMILA TORRES PINTO

Dissertação submetida ao corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Economia
da Universidade Federal de Alagoas e aprovada em 30 de julho de 2014.

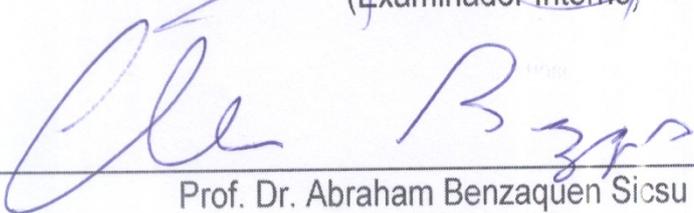
Banca Examinadora:



Prof. Dr. Francisco José Peixoto Rosário (FEAC-UFAL)
(Orientador)



Prof. Dr. Reynaldo Rubem Ferreira Júnior (FEAC-UFAL)
(Examinador Interno)



Prof. Dr. Abraham Benzaquen Sicsu (UFPE)
(Examinador Externo)

*Dedico este trabalho aos meus pais Cláudio e Maria e às
minhas queridas avós Maria e Maura.*

AGRADECIMENTOS

Ao Deus no qual acredito,

Por me dar força sempre para enfrentar qualquer problema que possa aparecer, bem como por me conceder graças todos os dias e me fazer acreditar que o amanhã será sempre melhor.

Aos meus pais e familiares,

Aos meus pais Cláudio e Maria, pelo amor, dedicação e incentivos diários, nunca deixando de acreditar no meu potencial e sempre colocando a minha educação em primeiro lugar. Às minhas avós Maria e Maura, pelo amor incondicional e o carinho diário. À minha prima Karla, por ser a irmã mais nova que nunca tive. Às minhas tias e aos primos e primas, pela cumplicidade, atenção e alegria em diversos momentos.

Ao Prof. Dr. Francisco José Peixoto Rosário,

Pela atenção, paciência e orientação responsável, e por ter me transmitido tanta calma nos meus momentos de desespero.

Aos Professores Ana Maria Rita Milani, Reynaldo Rubem Ferreira Junior e Francisco José Peixoto Rosário,

Por todas as críticas altamente construtivas durante a minha banca de qualificação.

Aos professores Abraham Sicsú e Reynaldo Rubem,

Por aceitarem contribuir para a melhoria deste trabalho.

Aos demais professores do Mestrado em Economia Aplicada da Universidade Federal de Alagoas,

Que contribuíram fortemente para o meu desenvolvimento acadêmico. Um agradecimento em especial ao Prof. Cícero Péricles de Oliveira Carvalho, que além de um grande professor, tem se mostrado um grande amigo.

Aos amigos,

Everson, Mayanna, Maayara, Wagner, Joelma, Aline, Helena, Ylana, Raisia e Vanessa, pessoas que eu agradeço todos os dias por ter na minha vida. Também aos amigos feitos ao longo do mestrado, obrigada. Um agradecimento mais que especial à Sarah Pessoa, mais uma irmã que a vida me deu, parceira de todas as horas ao longo desses dois anos de mestrado.

RESUMO

A aquisição e desenvolvimento de novas tecnologias são essenciais para o processo de crescimento e desenvolvimento econômico de um país ou uma região. O modelo tradicional de mudança técnica afirmava que a tecnologia poderia ser transferida dos países já desenvolvidos e aplicada, de maneira eficaz e eficiente, nas economias dos países em desenvolvimento, com “garantia” de obtenção do mesmo sucesso. Porém, um dos grandes fatores a ser considerado, neste caso, são as capacitações tecnológicas do país ou região que irá receber essa tecnologia. Muitos estudos já mostraram que a capacitação tecnológica de um local pode ser fundamental para o seu desenvolvimento econômico e social. Desta forma, o presente trabalho tem como principal objetivo verificar como estavam configuradas as capacitações tecnológicas dos estados da região Nordeste no ano de 2010. Para tanto, calculou-se um Índice de Capacitação Tecnológica – ICT estadual, utilizando a mesma metodologia de cálculo do *Technology Achievement Index*, proposta pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD). Com esse índice, também foi possível fazer uma análise de cada dimensão que influencia nas capacitações tecnológicas do Nordeste. Como a metodologia do TAI não permite uma comparação entre dois momentos diferentes, utilizou-se o modelo de escalonamento multidimensional para fazer um exercício de comparação entre os anos de 2007 e 2010, tentando perceber que estados tinham suas capacitações menos heterogêneas, aparecendo mais próximos no mapa de percepção, e quais estados tinham capacitações mais heterogêneas em relação aos demais. Os resultados do ICT mostraram que o estado da Paraíba, no ano de 2010, apresentou um esforço tecnológico para criar um sistema de capacitações, que permite a introdução de inovações, maior que os demais estados da região Nordeste. Em relação à comparação das capacitações tecnológicas da região nos anos de 2007 e 2010, talvez seja possível afirmar que houve mudanças na configuração regional das capacitações, principalmente as capacitações científicas e as habilidades humanas, reduzindo as dissimilaridades de capacitações tecnológicas entre alguns estados da região Nordeste.

PALAVRAS-CHAVE: Capacitações Tecnológicas. Índice de Capacitação Tecnológica Região Nordeste, Brasil. Políticas de Ciência e Tecnologia.

ABSTRACT

The acquisition and development of new technologies are essential to the process of growth and economic development of a country or a region. The traditional model of technical change claimed that technology could be transferred from developed countries and applied effectively and efficiently in the economies of developing countries, with the "guarantee" of achieving the same success. However, one of the major factors to be considered in this case is the technological capabilities of the country or region that will receive this technology. Many studies have shown that local technological capability can be critical to its economic and social development. Thus, this study aims to verify the configuration of technological capabilities of states in Northeast Region in 2010. Therefore, we calculated a Technological Capability Index (TCI) for each state, using the same methodology of calculation of Technology Achievement Index, proposed by the United Nations Development Program (UNDP). With this index, it was also possible to analyze each dimension that influences the technological capabilities of the Northeast. Because the methodology of the TAI does not allow a comparison between two different times, we used the model of multidimensional scaling to make a comparison exercise between 2007 and 2010, aiming to realize which states had less heterogeneous capabilities, appearing closer in perceptual map, and which states had the most heterogeneous capabilities in relation to the others. TCI's results showed that the state of Paraíba, in 2010, presented a higher technological effort to create a system of capabilities that allows the introduction of innovations than other states of Northeast region. Regarding the comparison of the regional technological capabilities in the years 2007 and 2010, it may be possible to say that there were changes in the regional setting of the capabilities, especially the scientific capabilities and human skills, reducing the dissimilarities of technological capabilities among some states in the Northeast Region.

KEY-WORDS: Technological Capabilities. Technological Capability Index. Northeast Region, Brazil. Science and Technology Policies.

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1: Acumulação Tecnológica: Conceitos básicos e termos.....	21
Figura 2.2: Dimensões da capacidade tecnológica.....	22
Figura 2.3: Posição relativa dos estados do Sudeste-Sul do país no plano da ciência, tecnologia e inovação (ordem decrescente do valor do ICTeI).....	36
Figura 3.1: Evolução dos investimentos públicos em CT&I (2005 – 2010).....	48
Figura 4.1: Tipos de EMD.....	57
Figura 5.1: Gasto per capita com C&T por UF (2005 a 2010).....	67
Figura 5.2: Percentual dos gastos com C&T em relação às receitas totais por UF (2005 a 2010).....	68
Figura 5.3: Mapa de Capacitação Tecnológica Estadual – 2007.....	81
Figura 5.4: Mapa de Capacitação Tecnológica Estadual – 2010.....	83

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1: Capacidades tecnológicas do setor sucroenergético do Nordeste segundo percentual de ocorrências.....	29
Tabela 2.2: Dimensões e variáveis utilizadas no ICTel.....	35
Tabela 3.1: Distribuição de alguns indicadores de capacidade de P&D – 2010.....	38
Tabela 3.2: Distribuição das empresas industriais que realizam inovações de produto ou processo.....	38
Tabela 3.3: Fundações de Amparo à Pesquisa – Região Nordeste.....	40
Tabela 4.2: Valores de referência para o <i>stress</i>	60
Tabela 5.1: ICT por dimensão – Prioridade Governamental em C&T (2010).....	66
Tabela 5.2: Ranking por dimensão – Prioridade Governamental em C&T (2010).....	67
Tabela 5.3: ICT por dimensão – Produção Científica e Tecnológica (2010).....	70
Tabela 5.4: Ranking por dimensão – Produção Científica e Tecnológica (2010).....	71
Tabela 5.5: ICT por dimensão – Infraestrutura Tecnológica (2010).....	72
Tabela 5.6: Ranking por dimensão – Infraestrutura Tecnológica (2010).....	73
Tabela 5.7: ICT por dimensão – Desenvolvimento de Habilidades Humanas (2010).....	75
Tabela 5.8: Ranking por dimensão – Desenvolvimento de Habilidades Humanas (2010).....	75
Tabela 5.9: ICT por dimensão – Capacitação das Empresas (2010).....	77
Tabela 5.10: Ranking por dimensão – Capacitação das Empresas (2010).....	78
Tabela 5.11: Índice de Capacitação Tecnológica Estadual (2010).....	79
Tabela 5.12: Ranking do Índice de Capacitação Tecnológica Estadual (2010).....	79

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	BREVES CONSIDERAÇÕES SOBRE ALGUNS MODELOS DE CRESCIMENTO ECONÔMICO	14
2.1	Referencial teórico	14
2.1.1	Inovação e desenvolvimento econômico.....	14
2.1.2	Capacitações tecnológicas.....	20
2.2	Aplicações empíricas	25
3	POLÍTICAS DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA NA REGIÃO NORDESTE	37
3.1	Algumas políticas de C&T nos estados nordestinos	40
3.1.1	Bahia.....	41
3.1.2	Ceará.....	42
3.1.3	Pernambuco.....	43
3.1.4	Sergipe.....	44
3.1.5	Maranhão.....	44
3.1.6	Rio Grande do Norte.....	44
3.1.7	Piauí.....	45
3.1.8	Paraíba.....	45
3.1.9	Alagoas.....	46
4	METODOLOGIA	49
4.1	Descrição da metodologia do Technology Achievement Index (TAI)	49
4.2	Descrição das variáveis usadas para o cálculo do Índice de Capacitação Tecnológica (ICT)	51
4.3	Escalonamento multidimensional	55
4.3.1	Características.....	57
4.3.2	Modelo.....	58
4.3.3	Qualidade de ajuste.....	59
4.3.4	Dimensões.....	61

5	RESULTADOS	63
5.1	Índice de capacitação tecnológica para os estados da região Nordeste por dimensão	65
5.2	A evolução da capacitação tecnológica no Nordeste	78
	CONSIDERAÇÕES FINAIS	86
	REFERÊNCIAS	92
	APÊNDICES	98
	APÊNDICE A - Cálculos dos índices-indicadores, índices sintéticos e o Índice de Capacitação Tecnológica Geral (2007)	99
	APÊNDICE B - Cálculos dos índices-indicadores, índices sintéticos e o Índice de Capacitação Tecnológica Geral (2010)	101
	APÊNDICE C – Outputs do SPSS do Escalonamento Multidimensional	103

1 INTRODUÇÃO

Não é de hoje que economistas dão importância à tecnologia e, conseqüentemente, à introdução de inovações na economia, como um dos principais fatores de propulsão ou manutenção do desenvolvimento econômico de um país ou região.

As análises de Adam Smith e Marx já davam destaque para o papel que as invenções e inovações desempenhavam dentro do crescimento das economias capitalistas (FREEMAN e SOETE, 2008). Mas foi com os estudos de Schumpeter (1984) que o papel da inovação tecnológica na dinâmica capitalista teve seu merecido destaque.

A competição capitalista é a base para se entender a busca por inovação realizada pelas firmas e pela economia, como um todo. A tecnologia ou a introdução de inovações desempenha um papel fundamental na análise do desenvolvimento econômico dentro de contexto concorrencial. Como afirmavam Freeman e Soete (2008), a taxa de crescimento econômico de um país não consegue se sustentar sem mudança tecnológica.

Para Schumpeter, a inovação tinha um caráter decisivo na economia, justamente porque ela introduzia mudanças técnicas e organizacionais que eram essenciais para gerar a dinâmica que a economia capitalista necessitava. O aparecimento de novos produtos, processos, formas organizacionais ou novas fontes de matéria-prima era responsável pela quebra da continuidade do fluxo circular, gerando “surto descontínuos, separados uns dos outros por períodos de relativa calma” (1984, p. 113), que, segundo Schumpeter, era o que gerava o desenvolvimento econômico.

A partir da década de 1970, e ao longo da década de 1980, surgiram autores influenciados pela teoria schumpeteriana, que estudavam o processo de desenvolvimento econômico a partir do conceito de inovação. Os neoschumpeterianos usavam uma analogia com as Ciências Biológicas para tentar entender o caráter evolutivo do capitalismo e do processo de mudança tecnológica.

Assumida a importância da inovação na economia, o modelo tradicional de mudança técnica apontava que a tecnologia poderia ser transferida dos países desenvolvidos para os países em desenvolvimento de maneira eficaz, obtendo nestes o mesmo sucesso alcançado pelos países desenvolvidos. Porém, como a literatura mostrou, o sucesso da introdução ou desenvolvimento de uma inovação em uma determinada região irá depender do conjunto de habilidades, conhecimentos e experiências que esse local possui (Freeman e Soete, 2008). A

esse conjunto de características, vários autores neoschumpeterianos dão o nome de capacitações.

Bee e Geeta (1998) definem as capacitações tecnológicas ao nível da firma como a habilidade que estas possuem de adquirir, assimilar, adaptar e gerar novas tecnologias. Edith Penrose, em seu livro *The Theory of the Growth of the Firm* (1959), aponta que a capacitação tecnológica está intimamente ligada ao contexto da firma, região ou país. Sendo assim, a transferência da tecnologia não se dá de maneira automática e fácil. Primeiro, é preciso ter a capacidade de adquirir, instalar e operar essa nova tecnologia. Depois, é preciso que haja um esforço no sentido de, além de adquirir, gerar novas tecnologias.

Muitos estudos já mostraram que a capacitação tecnológica de um país ou região pode ser um dos principais responsáveis pelas diferentes performances econômicas apresentadas. Diversos trabalhos trataram da capacitação tecnológica em nações desenvolvidas (MANSFIELD *et al.*, 1979; WORTMAN, 1990; JACOBSSON & OSKARSSON, 1995; PACK, 1997).

Alguns estudos fizeram essa mesma análise de capacitações tecnológicas para o Brasil, tais como Nogueira (2006) e Ferreira e Rocha (2004). Porém, são poucos os estudos voltados para analisar as capacitações tecnológicas da Região Nordeste, região que possui, historicamente, um menor desenvolvimento tecnológico, quando comparada às regiões Sul e Sudeste.

Vale ressaltar que o correto entendimento da importância das capacitações regionais permite a elaboração de políticas públicas em CT&I e políticas industriais de forma mais acurada e efetiva, evitando desperdícios de tempo e dinheiro público em um momento da história mundial no qual os países e regiões se estruturam para um possível novo paradigma tecnológico.

Desta forma, o presente trabalho tem como principal objetivo verificar, por meio da metodologia do *Technology Achievement Index* – TAI, como estavam configuradas as capacitações tecnológicas dos estados da região Nordeste no ano de 2010. Para tanto, calculou-se um Índice de Capacitação Tecnológica – ICT estadual, utilizando a mesma metodologia de cálculo do TAI, proposta pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD). Com esse índice, também será possível fazer uma análise de cada dimensão que influencia nas capacitações tecnológicas do Nordeste.

Como as capacitações regionais são dependentes da trajetória histórica local e como a metodologia do TAI não permite uma comparação entre dois momentos diferentes, utilizou-se o modelo de escalonamento multidimensional para fazer um exercício de comparação entre os anos de 2007 e 2010, tentando perceber quais estados apresentavam capacitações menos heterogêneas, aparecendo mais próximos no mapa de percepção, e quais estados tinham capacitações mais heterogêneas em relação aos demais. Dessa forma, nesse exercício tentou-se descrever uma possível evolução das capacitações dos estados nordestinos.

Sendo assim, essa dissertação está dividida em quatro seções. Após esta introdução, segue-se a segunda seção, que traz um referencial teórico, onde é abordada parte da literatura sobre capacitações tecnológicas, mostrando a sua importância para o processo de crescimento e desenvolvimento econômico local. Ainda na segunda seção são vistas algumas aplicações empíricas. A terceira seção traz um breve relato de algumas políticas de Ciência e Tecnologia nos estados da região Nordeste no período recente. A quarta seção apresenta a metodologia utilizada neste trabalho, especificando como foi calculado o ICT e como o modelo de escalonamento multidimensional foi utilizado para mostrar as semelhanças ou dissimilaridades entre as capacitações tecnológicas dos estados nordestinos. A quinta seção mostra os resultados obtidos com este trabalho. A sexta seção traz as considerações finais.

2 BREVES CONSIDERAÇÕES SOBRE ALGUNS MODELOS DE CRESCIMENTO ECONÔMICO

Ao analisar o desenvolvimento econômico de um país ou região, a partir da ótica das capacitações tecnológicas, faz-se necessário, antes, entender quão fundamental é o papel das inovações dentro desse processo. A partir disso, expõe-se o conceito de capacitações tecnológicas e como elas podem ser mensuradas dentro de regiões em desenvolvimento.

2.1 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1.1 Inovação e Desenvolvimento Econômico

As análises de desenvolvimento econômico, até o final do século XIX, em sua grande parte, não davam a devida importância para o papel fundamental que a inovação desempenhava nesse processo em uma nação, muito embora alguns autores como Adam Smith, Alexis de Tocqueville e Karl Marx já tivessem observado os benefícios da inovação dentro do processo de crescimento econômico (FIGUEIREDO, 2005).

Marx (1996), ao considerar que o capitalismo possuía características evolucionárias, já reconhecia a importância que o avanço tecnológico tinha dentro desse processo. A mudança tecnológica desempenhava papel fundamental na economia capitalista, uma vez que “a burguesia não poderia existir sem revolucionar permanentemente os instrumentos de produção, portanto as relações de produção, portanto as relações sociais todas” (1996, p. 69).

Logo, percebe-se que, mesmo não usando o termo “inovação”, Marx já reconhecia a tecnologia como alavanca do processo evolucionário do capitalismo. Para Freeman e Soete (2008), tanto Smith quanto Marx acreditavam ser a invenção e a inovação os grandes motores da economia capitalista, relacionando-se com a acumulação de capital, economias de escala e mercados em expansão.

É a análise com base científica, juntamente com a aplicação de leis da mecânica e da química, que permite à máquina realizar as atividades antes desenvolvidas pelo próprio trabalhador. O desenvolvimento da máquina, contudo, somente segue essa trajetória quando a indústria pesada atinge um estágio avançado, e quando as várias ciências estão postas a serviço do capital. As invenções tornam-se então um ramo de atividades, e as aplicações da ciência à produção imediata têm por objetivos a determinação das invenções ao mesmo tempo em que as solicita (MARX, 1858, p. 592 *apud* FREEMAN e SOETE, 2008, p. 18).

Já para os economistas neoclássicos, por outro lado, a tecnologia era considerada um fator de produção exógeno, disponível no mercado para todos. Como o acesso era imediato e a um custo nulo, supunha-se que a decisão de produção seria uma questão de escolher a melhor técnica, uma vez que todos tinham competência para operar qualquer tipo de tecnologia. Dessa forma, negligenciava-se a importância do fator tecnológico nas decisões de produção.

Atualmente, já não se pode negar que as inovações são essenciais para o progresso econômico das economias capitalistas, seja essa análise feita para um país ou região. A inovação é importante tanto para os que precisam manter suas taxas de crescimento altas quanto para aqueles que apresentam um desempenho econômico mais claudicante e desejam reverter essa situação.

De acordo com Archibugi e Michie (1998), o processo de inovação tecnológica é de natureza muito complexa, principalmente devido a quatro aspectos-chave relacionados à tecnologia:

- a) **Tecnologia é, muitas vezes, de natureza proprietária** - Uma vez que alguém inova, esse alguém detém direito sobre essa inovação. Aos demais, cabe a imitação, onde para muitos, o custo para tanto não compensa (NELSON, 1992a). É a questão da *apropriabilidade*, definida por Dosi (1988) como sendo a “propriedade dos conhecimentos tecnológicos e dos artefatos técnicos, do mercado e do ambiente legal que viabilizam as inovações e as protegem, como ativos geradores de renda, das imitações dos concorrentes” (p. 19).
- b) **Nem todo conhecimento pode ser repassado de “maneira formal”** - Acontece que boa parte do conhecimento não está presente nos livros, patentes ou códigos, mas no dia-a-dia, como *o learning by doing, using ou interacting*. É a economia de aprendizagem, que leva em consideração não só os conhecimentos codificados, muito mais fáceis de serem repassados, como também os conhecimentos tácitos, cuja propagação é bem mais complexa (LUNDVAL, 1996).
- c) **Acesso à tecnologia nos diferentes setores** - Enquanto alguns setores são beneficiados por terem fácil acesso dos agentes ao conhecimento necessário, outros setores encontram diversas dificuldades. A apropriabilidade da inovação também varia de setor para setor (LEVIN *et al.*, 1987).

- d) **A evolução do conhecimento é altamente dependente do que já foi feito no passado** - Ou seja, dito de outra forma, o conhecimento acumulado ao longo da história da firma influencia na evolução do conhecimento atual e, conseqüentemente, no processo inovativo da mesma (NELSON e WINTER, 1977). De acordo com Penrose (2006), “o crescimento [das firmas] é essencialmente um processo evolucionário e está baseado no incremento cumulativo do saber coletivo” (p. 16). Esse aspecto caracteriza a natureza cumulativa do conhecimento, a dependência da trajetória, os efeitos de Lock-In e as economias de escala de um padrão tecnológico (ARTHUR, 1994).

Na obra mais importante de Joseph Schumpeter, Teoria do Desenvolvimento Econômico, escrita em 1911, o autor já discutia a importância da inovação na economia. Mas, foi a partir de Capitalismo, Socialismo e Democracia (1984) que o papel da inovação tecnológica na dinâmica capitalista teve real destaque. Ele, por meio de sua teoria, descreveu o processo de internalização da atividade científica e inventiva na firma (FREEMAN e SOETE, 2008).

Even the central point of his [Schumpeter] whole life work: that capitalism can only be understood as an evolutionary process of continuous innovation and “creative destruction” is still not taken into the bosom of mainstream theory, although many now pay lip service to it (FREEMAN, 1997, p. 3).

Partindo da ideia de Marx, do capitalismo como processo evolutivo, Schumpeter mostra que esse caráter evolucionário tem relação direta com a introdução de inovações na economia.

O Capitalismo, então, é pela própria natureza, uma forma ou método de mudança econômica, e não apenas nunca está, mas nunca pode estar, estacionário. E tal caráter evolutivo do processo capitalista não se deve meramente ao fato de a vida econômica acontecer num ambiente social que muda e, por sua mudança, altera os dados da ação econômica. [...] Tampouco se deve esse caráter evolutivo a um aumento quase automático da população e do capital ou aos caprichos dos sistemas monetários, para os quais são verdadeiras exatamente as mesmas coisas. O impulso fundamental que inicia e mantém o movimento da máquina capitalista decorre de novos bens de consumo, dos novos métodos de produção ou transporte, dos novos mercados, das novas formas de organização industrial que a empresa capitalista cria (SCHUMPETER, 1984, p. 112).

Ora, se para Schumpeter a inovação era o motor principal da economia capitalista, como seria possível o desenvolvimento econômico sem essa mudança tecnológica? E, não sendo a inovação um dos grandes determinantes do desenvolvimento econômico, o que então seria?

Muito difícil seria, senão impossível, trabalhar os conceitos de inovação e desenvolvimento de maneira separada, dentro da teoria schumpeteriana; são conceitos que se completam e que se determinam.

E a inovação tinha um caráter decisivo neste processo dentro da teoria desenvolvida por ele, justamente porque ela introduzia mudanças técnicas que eram essenciais para gerar a dinâmica que a economia capitalista necessitava. O aparecimento de novos produtos, processos, formas organizacionais ou novas fontes de matéria-prima era responsável pela quebra da continuidade do fluxo circular, gerando “surto descontínuos, separados uns dos outros por períodos de relativa calma” que, segundo Schumpeter, era o que gerava o desenvolvimento econômico.

Esses saltos descontínuos acontecem porque a introdução de inovações quebrava a estrutura econômica vigente e criava uma nova, sendo conhecido este processo como *destruição criadora*, gerando desenvolvimento econômico.

É importante ressaltar que, ao falar de inovações, ele não está se referindo somente à introdução de tecnologia, pura e simplesmente. O próprio Schumpeter (1984) mostrou que existe diversos tipos de inovação, como novos produtos, novos processos, abertura de novos mercados, novas formas organizacionais e novas fontes de matéria-prima (SCHUMPETER, 1984; FIGUEIREDO, 2005; OCDE, 1997), possibilitando maior discussão acerca do amplo significado que tinha a inovação.

A partir de meados da década de 1970, e ao longo da década de 1980, surgiram diversos autores que eram fortemente influenciados pela teoria schumpeteriana e que tentavam entender o processo de desenvolvimento econômico a partir do conceito de inovação. Os neoschumpeterianos usavam uma analogia com as Ciências Biológicas (hereditariedade, princípio de mutação e mecanismos de seleção) para tentar entender o caráter evolutivo do capitalismo e do processo de mudança tecnológica.

Segundo Feitosa (2011), alguns desses teóricos, que faziam parte da corrente americana e ficaram conhecidos como neoschumpeterianos evolucionistas, foram Nelson e

Winter (1982). Já a corrente inglesa de neoschumpeterianos evolucionistas foi representada por Freeman (1974), Dosi (1988) e Pavitt (1984).

Os teóricos evolucionistas intensificaram seus estudos a partir do trabalho de Nelson e Winter (1982), intitulado *An evolutionary theory of economic change*, onde os autores passaram a analisar a economia a partir da sua dinâmica evolutiva. A firma era o centro da análise (nível microeconômico), uma vez que era dentro da firma que se encontrava o processo inovativo, visto como o princípio dinâmico essencial de uma economia capitalista.

Possas (2008) mostrou que o trabalho de Nelson e Winter (1982) abandonou alguns pressupostos neoclássicos, sendo o principal deles a noção de equilíbrio da economia.

Uma característica central dessa contribuição é a articulação, a meu ver bastante bem dosada, entre elementos extraídos – em princípio, por analogia – da biologia evolucionária e uma forte presença de ingredientes de teoria econômica que os autores denominam não-ortodoxos (não-neoclássicos), pelo abandono deliberado dos pressupostos tradicionais de maximização e de equilíbrio, em benefício de comportamentos e estratégias mais realistas sob incerteza e racionalidade limitada – com inspiração explícita em H. Simon –, gerando trajetórias em aberto e normalmente fora do equilíbrio (POSSAS, 2008, p. 281).

A competição capitalista é a base para se entender a busca por inovação realizada pelas firmas. Inserem-se, então, os processos de busca e seleção. As firmas, devido ao ambiente competitivo no qual estão inseridas, se veem diariamente forçadas a buscar novas oportunidades tecnológicas, seja de produtos, processos ou formas organizacionais, para conseguir algum tipo de vantagem econômica sobre as demais firmas do mercado. Cada firma faz a sua escolha e, como não é possível saber qual é a melhor escolha *ex-ante*, o processo de seleção se dá através do mercado. As firmas que escolheram as melhores técnicas irão, conseqüentemente, se expandir mais do que as outras; e está feito, então, o processo de seleção, *ex-post*.

O que leva as organizações a empreender os arriscados processos de busca e a engendrar as condições de ruptura com soluções tecnológicas precedentes é, antes de mais nada, a busca pela criação de posições diferenciadas nos mercados, a busca pela valorização contínua de seus recursos. Mais do que a busca pela sobrevivência, trata-se aqui de uma busca por desequilíbrios, pela construção permanente de assimetrias. A competição capitalista que fundamenta a lógica do comportamento inovativo – fonte de diversidade – é, por sua vez, fator necessário para a operação do mecanismo de seleção (CORAZZA; FRACALANZA; 2004, p. 138).

Então, as firmas buscam novas oportunidades tecnológicas e o mercado se encarrega de selecionar aquelas que fizeram as melhores escolhas. Porém, esse é um processo permanente, devido à dinâmica da concorrência capitalista.

Diante desse comportamento das firmas, que a todo instante buscam introduzir inovações no mercado para se diferenciar das demais, desenvolve-se o processo de aprendizagem, em que a firma vai criando um conjunto de capacitações tecnológicas essencial para a aquisição, absorção e adaptação local de novas tecnologias e, posteriormente, seu desenvolvimento.

Os trabalhos de Dosi (1988), um dos representantes da corrente inglesa neo-schumpeteriana, apresentam-se como um complemento à teoria evolucionista e mostram que o acúmulo das capacidades tecnológicas¹ se dá através do processo de aprendizagem.

A capacidade de inovação das empresas (e, por extensão, dos países) é fortemente influenciada pela natureza cumulativa do progresso técnico, a qual incorpora, com base no fator tempo, elementos tão diferentes como a aprendizagem de atividades destinadas para a resolução dos mais variados problemas, a melhora da investigação heurística, o aumento de dados sobre a demanda dos clientes ou sobre o uso dos bens de capital, etc (CIMOLI e DOSI, 1993, p. 26).

Este processo pode ser visto de três formas do ponto de vista da firma: pelos investimentos em P&D, pelos conhecimentos que são repassados de maneira “informal”, como *o learning by doing, using ou interacting*, e pelo desenvolvimento de externalidades intra e inter-industriais (CIMOLI e DOSI, 1993 *apud* FEITOSA, 2011, p. 35).

Esses três fatores citados acima são, em grande parte, responsáveis pelos diferentes processos de aprendizagem de cada firma, bem como pelos diferentes desempenhos obtidos pelas mesmas na adoção de uma inovação.

Como o processo de aprendizagem se relaciona diretamente com o conjunto de capacidades tecnológicas da firma, faz-se necessário entender o que vem a ser a capacitação tecnológica, tão importante para o sucesso do processo inovativo e, conseqüentemente, para o

¹ Vale ressaltar que existe uma controvérsia quando se trata dos conceitos de capacitação tecnológica e capacidade tecnológica. Enquanto alguns autores tratam os conceitos como se fossem sinônimos, outros os consideram diferentes. Para Figueiredo (2005), por exemplo, a capacitação tecnológica é o conjunto de capacidades tecnológicas acumuladas, ao longo do tempo, através do processo de aprendizagem. Para o que se propõe o presente trabalho, os conceitos serão considerados próximos ou sinônimos e, dessa forma, a partir de então, usar-se-á somente o termo capacitação tecnológica.

desenvolvimento econômico, bem como entender como é feita a sua análise dentro das economias em desenvolvimento.

2.1.2 Capacitações Tecnológicas

A aquisição de novas tecnologias é essencial para o processo de crescimento e desenvolvimento econômico de um país ou uma região, de acordo com diversos autores, como já foi discutido anteriormente.

O grande problema seria, pois, não levar em consideração a influência que os fatores locais teriam sobre o desempenho dessa tecnologia adquirida. Dito de outra forma, não se pode esperar que o simples fato de adquirir novas tecnologias vindas de fora irá levar um país ou região a um aumento de sua competitividade. De acordo com Bell e Pavitt (1995), “*the assumption of industrializing countries can generate technical change simply by choosing and adopting technologies from industrial countries has often obscured the importance of accumulating pertinent domestic assets*” (p. 72).

O ponto central da discussão de Bell e Pavitt (1995) é que adquirir tecnologia externa nem sempre levará aos mesmos resultados obtidos no local de surgimento dessa tecnologia.

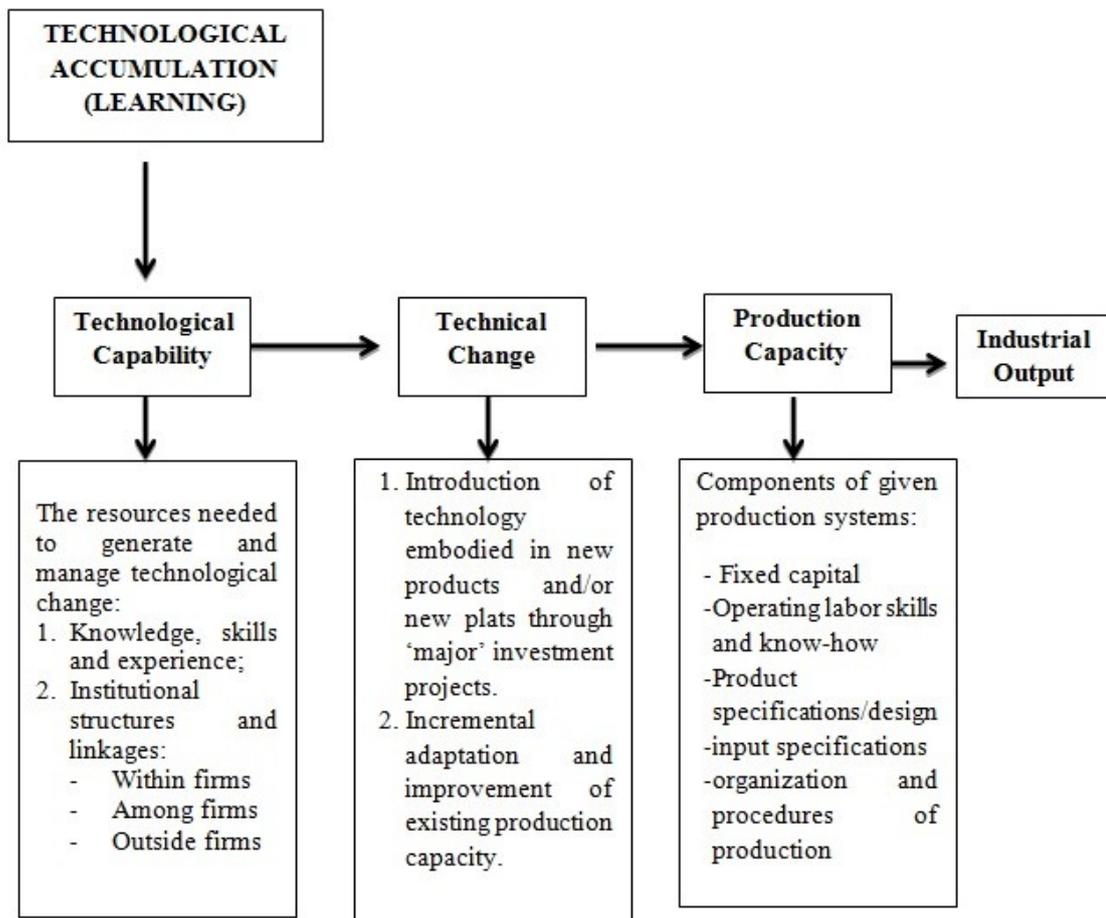
[...] dynamic efficiency does not follow automatically from the acquisition of foreign machinery embodying new technology and the accumulation of related operating know-how. Sustained dynamic efficiency depends heavily on domestic capabilities to generate and manage change in technologies used in production, and these capabilities are based largely on specialized resources (such as a highly skilled labor force) that are neither incorporated in, nor automatically derived from, capital goods and technological know-how (BELL; PAVITT, 1995, p. 71).

O grande problema do modelo tradicional de mudança técnica era afirmar que a tecnologia poderia ser transferida dos países já desenvolvidos e aplicada, de maneira eficaz e eficiente, nas economias dos países em desenvolvimento, com “garantia” de obtenção do mesmo sucesso. Acontece que a tecnologia é algo muito complexo porque, além de envolver uma série de conhecimentos codificados, ela engloba os conhecimentos tácitos extremamente específicos, os quais são muito difíceis de serem repassados. Dessa forma, a “transferência” da tecnologia não geraria os mesmos bons resultados obtidos nos países desenvolvidos².

² Ver Bell e Pavitt (1995).

Um dos grandes fatores a ser considerado, neste caso, são as capacitações tecnológicas do país ou região que irá receber essa tecnologia. Dessa forma, Bell e Pavitt (1995) desenvolveram o conceito de capacitação tecnológica como o conjunto de recursos necessários (habilidades, conhecimentos e experiências) tanto no sentido de gerar mudanças tecnológicas, quanto de geri-las, passando sempre pelo processo de aprendizagem, conforme a figura 1 abaixo:

Figura 2.1
Acumulação Tecnológica: Conceitos básicos e termos

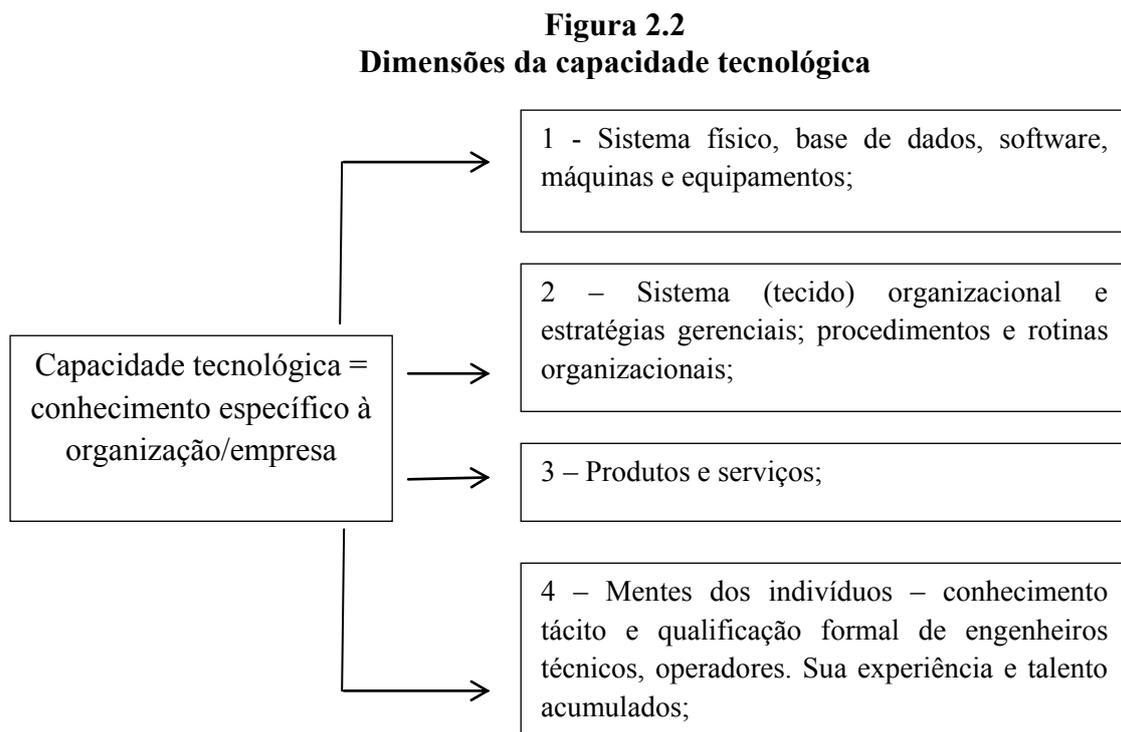


Fonte: Bell e Pavitt (1995).

Percebe-se, então, que não somente o capital físico tem importância nesse processo (figura 1). Conhecimento, habilidades e experiência, além do aparato institucional são de extrema importância para que a mudança técnica ocorra, levando a um aumento da produtividade.

Arun e Chen (2004) mostram que, para Bee e Geeta (1998), as capacitações tecnológicas ao nível da firma são definidas como a habilidade que estas possuem de adquirir, assimilar, adaptar e gerar novas tecnologias.

Figueiredo (2005) afirma que a capacitação tecnológica está acumulada em quatro componentes (LALL, 1992; BELL; PAVITT, 1993; 1995; FIGUEIREDO, 2001), como mostra a figura 2 abaixo:



Fonte: Figueiredo (2005).

O autor ainda afirma que esses quatro componentes atuam de maneira integrada e que haveria uma relação inseparável entre eles. A capacitação tecnológica engloba os quatro elementos citados acima e, portanto, todos devem ser trabalhados de maneira conjunta, reforçando o que foi anteriormente dito por Bell e Pavitt (1995).

Outro autor que também tratou de analisar a industrialização dos países sob a ótica das capacitações tecnológicas foi o economista indiano Sanjaya Lall, fazendo uma separação das capacitações a nível da firma daquelas a nível nacional.

Lall (1992) considerava a capacitação tecnológica a nível da firma, em países desenvolvidos ou em desenvolvimento, como o domínio sobre cada elemento no processo da

atividade tecnológica. Ao falar deste processo, ele refere-se às atividades primárias, onde estão incluídas as atividades de investimento e a produção, e às atividades de suporte, onde se inserem a oferta de bens de capital e os *linkages* dentro da economia.

Dessa forma, há diversas maneiras de categorizar as capacitações tecnológicas ao nível da firma.

Investment capabilities are the skills needed to identify, prepare, obtain technology for, design, construct, equip, staff, and commission a new facility (or expansion). [...] *Production capabilities* range from basic skills such as quality control, operation, and maintenance, to more advanced ones such as adaptation, improvement or equipment “stretching,” to the most demanding ones of research, design, and innovation. [...] *Linkage capabilities* are the skills needed to transmit information, skills and technology to, and receive them from, component or raw material suppliers, subcontractors, consultants, service firms, and technology institutions (LALL, 1992, p. 168).

O autor mostra que a aquisição das capacitações tecnológicas, ao nível da firma, é fortemente influenciada por diversos fatores, tais como: decisões de investimento, ambiente macroeconômico, pressões competitivas e o regime de comércio.

Considerando agora as capacitações tecnológicas a nível nacional dos países em desenvolvimento, Lall aponta que não é possível defini-las como sendo a soma das capacitações individuais das firmas.

O autor mostra que, de acordo com a OCDE (1987), as diferentes performances das economias industrializadas, no longo prazo, podem ser explicadas pela ação conjunta das capacitações e dos incentivos, atuando dentro de um quadro institucional específico. Essa tríade também é importante na hora de organizar os fatores que influenciam as capacitações tecnológicas a nível nacional nos países em desenvolvimento.

Ao estudar a capacitação tecnológica e os padrões de cooperação para as firmas do Reino Unido, Iammarino et al. (2009) mostraram como as capacitações tecnológicas também são extremamente influenciadas por fatores locais.

Capabilities instead involve learning and accumulation of new knowledge on the part of the firm, and also the integration of behavioural, social and economic factors into a specific set of outcomes. Consequently, capabilities are to be taken as the results of adaptive learning processes that, in their collective dimension, can be highly localized, giving rise to ‘system’ capabilities, i.e. referring to a specific spatial and industrial setting (IAMMARINO and MCCANN, 2009 *apud* IAMMARINO et al., 2009).

A capacitação tecnológica está intimamente ligada ao contexto da firma, região ou país (PENROSE, 1959; NELSON; WINTER, 1982). Portanto, a transferência da tecnologia não se dá de maneira automática e fácil. Num primeiro momento, é preciso ter a capacidade de adquirir, instalar e operar essa nova tecnologia. Num segundo momento, é preciso que haja uma maior interação no sentido de se inserir num processo contínuo e sistemático de aprendizagem tecnológica, para que seja possível também, além de adquirir, gerar novas tecnologias. Um dos problemas das estratégias de inovação das economias em desenvolvimento é negligenciar justamente esse segundo momento (FIGUEIREDO, 2005).

Ao mostrar a importância de Friedrich List para a construção do conceito de “sistema nacional de inovação”, Freeman (1995) apontou uma preocupação do autor quanto à necessidade das nações de não se limitarem à importação de tecnologia.

[...] He [List] also recognized the interdependence of the import of foreign technology and domestic technical development. Nations should not only acquire the achievements of other more advanced nations, they should increase them by their own efforts (FREEMAN, 1995, p. 6).

Hansen (2000) também assume que a capacitação tecnológica se divide, basicamente, em dois pontos fundamentais: primeiro, na capacidade que a região tem de selecionar, utilizar, adaptar e melhorar uma nova tecnologia; segundo, de desenvolver uma capacidade de pesquisa e inovação.

Vários elementos, condições e processos, no entanto, são fundamentais para a construção de capacidades tecnológicas regionais que podem ser fomentadas através do desenvolvimento de infraestruturas de apoio baseadas em: a) recursos humanos; b) redes de pesquisa; c) aglomerações regionais. Embora esses fatores individuais sejam identificados como distintos, deve ser lembrado que seus inter-relacionamentos são de indubitável importância [...] (HANSEN, 1990 *apud* HANSEN, 2000).

Analisar a capacitação tecnológica do ponto de vista regional/local é muito mais complexo do que analisá-la sob a ótica da firma. Como já foi dito antes, outros atores, além das firmas, estão inseridos nesse processo de aquisição e criação de novas tecnologias. De acordo com Freeman (1995), List (1841) já sugeria a importância da atuação do Estado na criação e coordenação de políticas industriais com essa finalidade.

Not only did List analyze many features of the national system of innovation which are at the heart of contemporary studies (education and training institutions, science, technical institutes, user-producer interactive learning,

knowledge accumulation, adapting imported technology, promotion of strategic industries, etc.) he also put great emphasis on the role of the state in coordinating and carrying through long-term policies for industry and the economy (FREEMAN, 1995, p. 7).

Uma vez que a inovação é vista de maneira sistêmica, é fundamental que as capacitações tecnológicas sejam analisadas não somente com enfoque na firma, mas também sob o prisma do conceito de sistema local de inovação, dando importância aos outros agentes que atuam nesse processo.

Cassiolato e Lastres (2008) definem um conceito de sistemas de inovação e mostram a sua relevância dentro da análise das diferentes performances inovativas de países ou regiões. Ainda mostram o quão importante é a ligação entre os diversos agentes (firmas, universidades, instituições de pesquisa, governo etc.) para o processo inovativo.

Systems of innovation, defined as a set of different institutions that contribute to the development of the innovation and learning capacity of a country, region, economic sector or locality, comprises a series of elements and relations that relate production, assimilation, use and diffusion of knowledge. In other words, innovative performance depends not only on firms and R&D organizations performance but also on how they interact, among them and other agents, as well as all the other forms by which they acquire, use and diffuse knowledge. Innovation capacity derives, therefore, from the confluence of social, political, institutional, and cultural specific factors and from the environment in which economic agents operate. Different development trajectories contribute to shape systems of innovation with quite diverse characteristics requiring specific policy support (CASSIOLATO, LASTRES; 2008, p. 6).

Sendo assim, é de extrema importância que essa análise seja feita, pois as capacitações tecnológicas diferem de um local para outro e é justamente esse um dos fatores causadores de disparidades econômicas regionais, uma vez que as capacitações tecnológicas deixam mais visível o afastamento existente entre aquelas regiões que conseguem se beneficiar de novas tecnologias daquelas que não conseguem (ZHAO; TONG; 2000).

2.2 APLICAÇÕES EMPÍRICAS

Sendo a aquisição e criação de novas tecnologias fundamental para o processo de crescimento e, posteriormente, desenvolvimento econômico de um país ou região, é importante que se faça uma análise dos fatores que o influenciam. No presente trabalho, o fator que terá mais importância será a capacitação tecnológica local.

Diversos trabalhos anteriores trataram da capacitação tecnológica de nações desenvolvidas (MANSFIELD *et al.*, 1979; WORTMAN, 1990; JACOBSSON & OSKARSSON, 1995; PACK, 1997).

Como a análise do presente trabalho se dará em cima da região Nordeste, que se encontra num país em desenvolvimento, o esforço será de se basear nos trabalhos que contemplam regiões semelhantes.

O primeiro trabalho a ser analisado é de Arun e Chen (2004). Os autores assumem, neste trabalho, que existem disparidades regionais dentro da China, na década de 1990. O intuito é, então, analisar que fatores estão influenciando no aprofundamento dessas disparidades: se são os diferentes graus de abertura comercial ou as diferenças de capacitação tecnológica das regiões chinesas.

A capacitação tecnológica é definida, ao nível da firma, como a habilidade de adquirir, assimilar, adaptar e criar novas tecnologias (BEE & GEETA, 1998) e pode, muito provavelmente, diferir de uma região para a outra, causando disparidades econômicas regionais.

Os autores tentam diferenciar as atividades de P&D: as das firmas e as das “não-firmas” (públicas). Para eles, as “não-firmas” são aquelas instituições mais voltadas para o âmbito da pesquisa, buscando a inovação. Assim, determinam a capacidade tecnológica de gerar novas tecnologias da região. Já as firmas são voltadas especificamente para o desenvolvimento dos produtos inovadores.

Para mensurar estas atividades, foram usados os dados de: (1) gasto público *per capita* com P&D, (2) número de cientistas e técnicos envolvidos em atividades de P&D/10000 pessoas e (3) valor de transações tecnológicas *per capita*. Já as atividades de P&D das firmas foram mensuradas por: (1) taxa de gastos internos com P&D em relação à receita de vendas ao nível da firma, (2) taxa da receita com a venda de novos produtos em relação à receita de venda total da firma e (3) taxa de melhoramento técnico e investimentos com inovação em relação ao investimento de capital básico.

Depois de fazer uma análise fatorial com as variáveis de P&D das firmas e “não-firmas” e de abertura comercial, fez-se uma relação desses fatores com os PIB das trinta e uma regiões chinesas. Ao retirar da análise as três regiões mais desenvolvidas do país (Pequim, Xangai e Tientsin), pôde-se perceber uma relação negativa entre P&D das “não-firmas” e nível de renda e não foi estabelecida nenhuma relação satisfatória entre P&D das

firmas e a performance econômica das regiões, o que confirma a teoria de Malecki (1997) de que a relação entre P&D e crescimento econômico para os países em desenvolvimento tem que ser feita com muito mais cuidado, pois ela não é tão trivial como para os países desenvolvidos.

O trabalho de Arun e Chen (2001) mostrou que o uso somente de dados de P&D como variável para analisar capacitação tecnológica em países em desenvolvimento é muito limitado. Sendo assim, outros aspectos têm que ser considerados.

Já o trabalho de Nogueira (2006) trata de criar uma metodologia de tomada de decisão para identificação de tecnologias-chave, baseada nos trabalho do Professor Chiappin³. De acordo com o próprio autor, “o estabelecimento de um ambiente favorável para o desenvolvimento de tecnologias-chave proporciona um movimento de capacitação tecnológica nacional voltada ao desenvolvimento econômico do país e a sua inserção internacional” (p. 18).

Essa metodologia de tomada de decisão foi aplicada no trabalho de Nogueira (2006) para o setor automobilístico que, segundo ele, apresenta um grande mix de tecnologias, bem como uma relação muito forte com outros setores industriais.

Antes de aplicação da metodologia, foi feito um levantamento de todas as tecnologias usadas pelo setor automobilístico, totalizando quatrocentas e sete tecnologias. A partir de então, buscou-se identificar quais eram as tecnologias-chave ou centrais no setor que seriam fundamentais para os processos de decisão para capacitação tecnológica.

Duas perspectivas foram levadas em consideração no processo de decisão: a perspectiva endógena, que trata dos gargalos internos e aumento de produtividade e inovação, por meio da criação de políticas industriais voltadas para a inovação tecnológica; e a perspectiva exógena, relacionada às pressões externas decorrentes das vantagens comparativas.

Nos resultados, as tecnologias foram divididas em: tecnologias de produto, de processo e de serviços. Com o resultado obtido foi possível perceber que as inovações de produtos dentro desse setor ainda são as que têm maior potencial de inserção de inovações mais significativas, levando a maior produtividade e maior vantagem comparativa. As tecnologias de serviço também ganham atratividade com a adição de inovação. Segundo o autor, o “Brasil caminha rumo às exportações de serviços” (p. 325).

³ Ver Chiappin (1996) e (1997).

O trabalho de Nogueira (2006) se diferencia da maioria dos trabalhos desenvolvidos, que se preocupam em mensurar a capacitação tecnológica ou de analisar seu impacto no crescimento econômico. O autor faz o caminho inverso, tentando identificar quais as tecnologias-chave dentro de um setor industrial específico com o intuito de, com esses resultados, direcionar melhor as políticas de criação e desenvolvimento de capacitações tecnológicas. Dessa forma, mesmo fazendo um caminho inverso em relação à maioria dos trabalhos, Nogueira (2006) consegue mostrar a fundamental importância que têm as capacitações tecnológicas no desenvolvimento de setores industriais, mais especificamente, e, por consequência, no desenvolvimento econômico do país.

Outro trabalho mais recente, também setorial, e que também tratou de capacitação tecnológica foi o trabalho de Anjos (2012), que se deu justamente no sentido de analisar como se configuravam as capacitações tecnológicas no setor sucroalcooleiro nordestino, entre 2011 e 2012. Para tanto, tentou-se mensurar essas capacitações usando a matriz de capacidades de Lall (1992).

Foi aplicado um questionário em 61 (sessenta e uma) usinas/destilarias, das quais 33 (trinta e três) responderam, no período de dezembro de 2011 a abril de 2012. A análise foi dividida em quatro âmbitos: investimento (inicial e execução de projetos), produção (engenharia de processo, engenharia de produto e gestão industrial), inovação e relações com a economia. Cada função teve suas capacitações desagregadas em três níveis de intensidade: a) básica (simple routine), onde é necessário deter certo grau de conhecimento sobre a tecnologia adquirida pela firma; b) intermediário (adaptive duplicative), onde é necessária a capacidade de melhorar a tecnologia adquirida; e c) avançado (innovative risky), onde se dá a criação de novas tecnologias.

Fazendo uso da análise de conglomerado, também conhecida como *cluster analysis*, Anjos (2012) achou os seguintes resultados para as capacitações tecnológicas do setor sucroalcooleiro na região Nordeste:

Tabela 2.1
Capacidades tecnológicas do setor sucroenergético do Nordeste segundo percentual de ocorrências

Âmbito	Perfil	Capacidade Tecnológica		
		Básica	Intermediária	Avançada
Investimento	Inicial	97	100	-
	Execução de projetos	97	94	88
Operação/ Produção	Engenharia de processo	97	97	-
	Engenharia de produto	82	48	-
	Gestão industrial	100	100	21
Inovação	Capacidade de buscar inovações de produto e processo e desenvolver P&D	91	55	-
Relação com a economia	Inserção no ambiente organizacional e institucional	73	58	18

Fonte: Anjos (2012).

De acordo com o quadro acima, é possível perceber que as usinas/destilarias nordestinas apresentam uma capacitação no nível intermediário (100%) quando se trata de investimento inicial. Já na parte de execução de projetos, a capacitação fica no nível básico (97%). No segundo âmbito, de operação e produção, as capacitações de engenharia de processo e gestão industrial se encontram no nível intermediário, com 97% e 100 %, respectivamente, enquanto que a engenharia de produto, que requer habilidades de engenharia reversa, encontra-se no nível mais básico (82%).

No âmbito de inovações, onde é analisada a capacidade de buscar inovações de produto e processo e desenvolver P&D, as usinas/destilarias nordestinas encontram-se no nível básico (91%), assim como no âmbito de relação com a economia, com 73%.

Sendo assim, percebeu-se um nível de capacitação tecnológica relativamente alta nos perfis de investimento inicial, execução de projeto, engenharia de processo e gestão industrial. Já nos perfis de engenharia de produto, inovação e relação com a economia, as usinas/destilarias apresentaram capacitações tecnológicas no nível mais básico.

Portanto, analisando de acordo com a categorização de Figueiredo (2005), as usinas/destilarias nordestinas analisadas possuem capacitações tecnológicas de rotina bem desenvolvidas, enquanto que suas capacitações tecnológicas inovadoras ficaram aquém do esperado.

Assim sendo, o primeiro trabalho descrito, de Arun e Chen (2001), buscou analisar se as capacitações tecnológicas exerceram influência no aprofundamento das disparidades

entre as regiões da China. O resultado do trabalho deles mostrou que os diferentes níveis de capacitação tecnológica das regiões não conseguiram, por si só, explicar as diferenças de desempenho econômico. Mas deve-se atentar para o fato de que, ao usar somente dados relativos a P&D, os autores acabaram por limitar sua análise.

O trabalho de Anjos (2012) tentou mostrar como se configuravam as capacitações tecnológicas no setor sucroalcooleiro nordestino, utilizando a matriz de capacidades de Lall (1992). Como resultado, percebeu que as capacitações tecnológicas do setor sucroalcooleiro nordestino são muito maiores nos âmbitos de investimento e produção/operação do que nos âmbitos de inovação e relação com a economia.

Já o trabalho de Nogueira (2006) se deu na direção contrária, uma vez que ele buscou identificar quais as tecnologias-chave dentro do setor industrial automobilístico para, assim, direcionar quais seriam as melhores políticas de criação e desenvolvimento de capacitações tecnológicas.

Alguns autores ainda acreditam que seja possível uma comparação entre as capacitações tecnológicas dos países desenvolvidos e os em desenvolvimento.

First, we assume that a comparative analysis across countries is meaningful (Sirilli, 1997). In spite of the enormous difference across countries (how can one describe in a single number the technology gap between Switzerland and Somalia?), countries can be compared. But we also assume that a battery of indicators could provide a more comprehensive picture of the differences than a single indicator would (ARCHIBUGUI; COCO, 2004, pp.630-31).

As Nações Unidas, por meio do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), propôs o *Technology Achievement Index*, ou em português, Índice de Realização Tecnológica, que foi primeiramente idealizado por Meghnad Desai, Sakiko Fukuda-Parr, Claes Johansson e Francisco Sagasti. Esse trabalho foi divulgado no *Journal of Human Development*, em 2002.

Os autores explicam que mesmo que alguns países não consigam estar no topo do desenvolvimento de tecnologias avançadas, eles precisam de capacitação tecnológica para adquirir, assimilar e adaptar as novas tecnologias às necessidades deles.

Not all countries need to be on the cutting edge of global technological advance, but every country needs the capacity to understand and adapt global technologies for local needs. It is often mistakenly assumed that technology transfer and diffusion are relatively easy, that developing

countries can simply import and apply knowledge from outside by obtaining equipment, seeds and pills. But for firms or farms to use a new technology — to identify its potential benefits, to learn it, and adapt it — requires new skills and the ability to learn and develop new skills with ease (Lall, 2000b). [...] Furthermore, with today's rapidity of technological advance, the skill and knowledge required is the adaptability to master new technology continuously (DESAI *et al.*, 2002, p. 97).

Além disso, a capacitação tecnológica tem que ir além do que Figueiredo (2005) chamou de capacitações de rotina, que é a capacidade de lidar com as tecnologias vindas de fora, e obter capacitações inovadoras, que são aquelas ligadas à criação de novas tecnologias.

Beyond the capacity to use or adopt new techniques, developing countries also need capacity to invent and adapt new technologies. Global markets will not develop cures for malaria, cheap wireless computers, or pest-resistant cassava — products with huge gains for the well being of poor people but not much profit potential. Poor countries need to foster their own creativity to use both local and global knowledge and science to find technological solutions to their development problems (DESAI *et al.*, 2002, p. 97).

Sendo assim, os autores desenvolveram o Technology Achievement Index (TAI), que é um índice composto de realização tecnológica, que tenta refletir o nível de progresso tecnológico dos países, bem como a capacidade destes de fazer parte dessa rede tecnológica na qual todos os países estão interligados. Os autores afirmam que o TAI pode ser usado como um ponto de partida para perceber qual a colocação de um país no aspecto tecnológico quando comparado aos demais países e avaliar em que patamar estão as dimensões de capacitação tecnológica contempladas pelo índice, permitindo um melhor direcionamento das políticas de ciência, tecnologia e inovação.

O índice, então, tenta capturar a realização tecnológica dos países em quatro dimensões principais: (1) criação de novas tecnologias; (2) difusão de inovações recentes; (3) difusão de tecnologias já existentes que ainda são “insumo básico” para a indústria; e (4) construção de uma base de competências humanas para a adoção e criação de novas tecnologias.

O foco do TAI é mostrar como o país, como um todo, está participando da adoção e criação de novas tecnologias. Sendo assim, percebe-se o TAI como sendo um índice que tenta contemplar, dentro das possibilidades, o maior número possível de agentes responsáveis pela criação e desenvolvimento de capacitações tecnológicas.

As quatro dimensões abordadas pelo TAI são:

- **Criação de tecnologia:** mesmo que seja impossível que todos os países tenham a mesma capacitação tecnológica, é essencial que um país tenha capacidade tanto de adotar uma nova tecnologia, como de criá-la, mesmo sabendo que a intensidade dessa capacitação seja variável de país para país. Para representar essa dimensão, o TAI usa dois indicadores, os quais são o número de patentes concedidas per capita, que mostra o nível de atividade de inovação, e recebimento de taxas de royalties e licenças do exterior per capita, para mostrar o estoque de inovações antigas ainda bem sucedidas;
- **Difusão de inovações recentes:** essa dimensão tenta mostrar que um país consegue se beneficiar com a adoção de inovações. Dessa forma, eles usam dados referentes ao uso da internet, que é uma forte ferramenta de difusão de inovações, e a participação da exportação de produtos de média e alta tecnologia sobre o total das exportações. Para eles, quanto maior a intensidade tecnológica nos produtos exportados, mais desenvolvido é o país.
- **Difusão de inovações antigas:** essa dimensão se preocupa com a estrutura tecnológica que serve como base indispensável para a adoção de novas tecnologias. Nesse caso, usaram-se dados de penetração de telefone e consumo de energia elétrica. Os dados são expressos em logaritmo.
- **Habilidades humanas:** a quarta e última dimensão está ligada ao desenvolvimento de habilidades humanas, tanto para lidar com novas tecnologias, quanto para criá-las. Os autores chamam a atenção para a importância das habilidades cognitivas, mas, como estas são muito difíceis de serem mensuradas, usou-se a média de anos estudados. Além disso, usou-se um indicador de matrícula no ensino superior nas áreas de ciências, matemática e engenharia, uma vez que eles acreditam que o conhecimento nestas áreas é de fundamental importância para o desenvolvimento de novas tecnologias.

Os valores do TAI variam entre 0 (zero) e 1 (um), sendo que, quanto mais próximo de 1 (um) for o valor do índice, mais desenvolvida é a capacitação tecnológica desse país.

Com os resultados do índice, dividiram-se os 72 países em quatro categorias: (1) Líderes ($TAI > 0,5$) – são os países capazes de criar e manter suas taxas de inovação, sendo o grupo que concentra a maior parte de criação de tecnologias (Suécia, Finlândia, EUA, Japão e outros); (2) Potenciais líderes ($0,35 \leq TAI \leq 0,49$) – são aqueles países que até investiram em competências humanas e infraestrutura tecnológica, mas têm conseguido poucas inovações de fato (Grécia, Portugal, Argentina, Chile e outros); (3) Usuários dinâmicos ($0,20 \leq TAI \leq 0,34$) –

são os países que são dinâmicos no uso de tecnológicas, até possuem uma indústria de alta tecnologia significativa, porém a difusão das inovações é lenta e incompleta (Brasil, África do Sul, China e outros); (4) Marginalizados ($TAI < 0,20$) – grupo formado pelos países que não têm amplo acesso às tecnologias, bem como a eletricidade e telefone e onde as habilidades humanas não são tão desenvolvidas (Gana, Senegal, Paquistão e outros).

Os próximos dois trabalhos aqui descritos têm em comum o fato de utilizarem a mesma metodologia proposta pelo TAI para criação de um índice. O fato curioso é que, enquanto um deles, o de Archibugui e Coco (2004), usa essa metodologia para criar o índice de capacitação tecnológica ArCo, o outro, de Ferreira e Rocha (2004), usa praticamente as mesmas variáveis, só que para criar o indicador de ciência, tecnologia e inovação, ICTel.

O trabalho de Archibugui e Coco (2004) tem a mesma proposta do TAI, de desenvolver um indicador de capacitação tecnológica, que pode ser usado tanto para os países desenvolvidos quanto para os países em desenvolvimento. Partindo do princípio de que todas as economias podem ser comparadas entre si, o ArCo, nome dado ao indicador, foi criado levando em conta três características principais consideradas na escolha das variáveis que irão compor esse indicador: criação de tecnologia, infraestrutura tecnológica e desenvolvimento de habilidades humanas. Esse índice foi calculado para 162 países.

Dessa forma, o ArCo é composto da seguinte maneira: na categoria *criação de tecnologia*, tem-se número de patentes e número de artigos científicos; na categoria *infraestrutura tecnológica*, tem-se penetração de internet, penetração de telefone e consumo de energia; e, por último, na categoria *desenvolvimento de habilidades humanas*, tem-se participação de estudantes universitários em atividades de ciências e engenharia, média de anos de estudo e taxa de alfabetização. Uma quarta categoria (*importar tecnologia*) é adicionada ao indicador mais adiante, utilizando dados de investimento externo direto, pagamentos de licença de tecnologia e importação de bens de capital.

Da mesma forma que o TAI, o cálculo do ArCo permitiu criar um ranking para os países com relação às suas capacitações tecnológicas. De acordo com o valor do ArCo encontrado, os países foram divididos nas categorias de *líderes*, *potenciais líderes*, *retardatários* e *marginalizados*.

Os autores afirmam que a construção desse indicador é importante não só para poder fazer comparação entre os países, como para analisar o impacto dessas capacitações tecnológicas no crescimento econômico do país.

O esforço de criação de um único indicador é extremamente interessante, pois muitas são as variáveis utilizadas em diversos trabalhos para mensurar capacitação tecnológica e, ao escolher entre uma ou outra, limita-se o alcance da análise. Acredita-se que, ao criar um indicador como este, que capta informações de muitas variáveis, consegue-se não só criar um método de comparação, como permite também verificar quais as dimensões mais desenvolvidas e aquelas que precisam melhorar dentro das capacitações tecnológicas.

É importante também porque consegue captar informações dos diversos agentes dentro do sistema local de inovação, como o governo, as empresas e a estrutura educacional.

Porém, um fato importante deve ser destacado. No caso do ArCo, que compara as capacitações tecnológicas de todos os países, a influência de certas variáveis para a criação e desenvolvimento de capacitações tecnológicas difere muito entre países desenvolvidos e países em desenvolvimento. Um exemplo é o caso do número de pedidos de patente. Muitos fatores influenciam esse número: alguns países simplesmente não possuem a cultura de patentear novos produtos ou processos, enquanto que em outros países isso é muito forte; o custo de patentear em alguns países é muito alto, o que acaba por inibir esse processo; a burocracia para dar entrada no pedido; é difícil encontrar laboratórios de P&D em empresas de países em desenvolvimento, entre outros.

Complicado é, então, usar as mesmas variáveis de análise para economias como Finlândia e Angola, por exemplo, e depois comparar seus resultados como se as questões institucionais e econômicas desses países fossem iguais. Acredita-se, neste caso, que esse indicador tem suas limitações quando compara regiões em situações tão desiguais, mas é uma importante ferramenta de comparação e análise das capacitações tecnológicas em regiões que possuam características semelhantes ou que, ao menos, as disparidades não sejam tão gritantes.

Enquanto o trabalho de Archibugui e Coco (2004) calculou o índice de capacitação tecnológica para todos os países, comparando-os, o trabalho de Ferreira e Rocha (2004), usando a mesma metodologia do primeiro, tratou de construir uma medida de sistema de inovação para os estados da região Sul e Sudeste do Brasil.

Baseando-se em estudos desenvolvidos por Freeman e Soete (2008) e Nelson (1993), as autoras desenvolvem seu conceito de sistemas nacionais de inovação como “uma construção institucional, produto seja de uma ação planejada e consciente, seja de um

somatório de decisões não planejadas e desarticuladas, que impulsiona o progresso tecnológico” (p. 62).

A partir disso, viram a necessidade de criar uma medida de sistema estadual de inovação, possibilitando uma classificação quanto ao seu estágio de desenvolvimento. O ICTel é dividido em quatro dimensões principais de um sistema de inovação, como descritas na tabela abaixo:

Tabela 2.2
Dimensões e variáveis utilizadas no ICTel

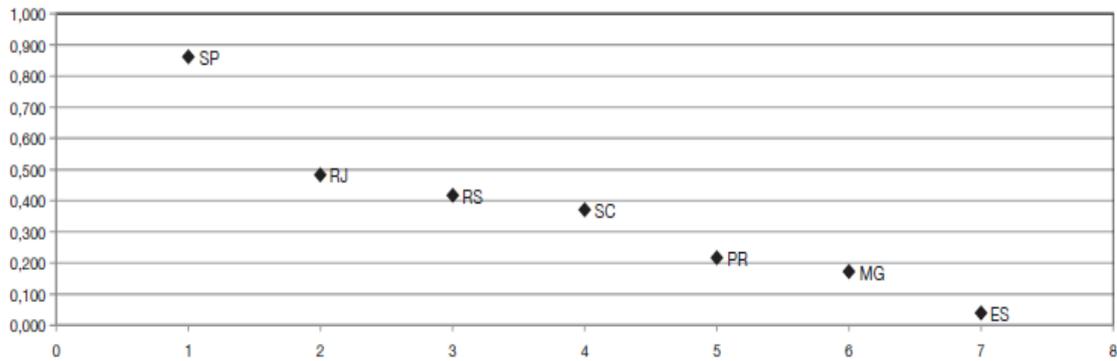
Dimensão	Variáveis
Prioridade governamental à área de ciência e tecnologia	Gasto per capita governamental em C&T
	Percentual de gastos em C&T
Produção científica e tecnológica	Artigos científicos publicados
	Pedidos de patentes
Base educacional e disponibilidade de recursos humanos qualificados	Taxa de escolarização dos jovens
	Número de pesquisadores do CNPq
	Número médio de pessoal de nível superior por empresas
Amplitude e difusão das inovações empresariais	Participação das empresas inovadoras no total de empresas
	Incubadoras de Empresas
	Exportação de produtos intensivos em tecnologia

Fonte: Ferreira e Rocha (2004).

Como já foi dito antes, o indicador ICTel foi obtido a partir da fórmula de cálculo do Technology Achievement Index (TAI/PNUD), sofrendo algumas adaptações. Com esse cálculo, foi possível criar um ranking geral para os estados envolvidos (São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais, Espírito Santo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul), conforme figura abaixo.

Figura 2.3

Posição relativa dos estados do Sudeste-Sul do país no plano da ciência, tecnologia e inovação (ordem decrescente do valor do ICTel)



Fonte: Ferreira e Rocha (2004).

Dessa forma, as autoras tentaram mostrar em que estágios de desenvolvimento encontram-se os sistemas estaduais de inovação das regiões Sul e Sudeste. Elas dividiram em quatro estágios: o mais avançado, com ICTel acima de 0,8, onde encontra-se São Paulo; um estágio abaixo, com ICTel entre 0,40 e 0,79, onde estão Rio de Janeiro e Rio Grande do Sul; um terceiro estágio, com ICTel entre 0,10 e 0,39, com Santa Catarina, Paraná e Minas Gerais; e um último e menos avançado estágio, com ICTel abaixo de 0,10, onde encontra-se o estado do Espírito Santo.

A análise desses estudos empíricos é importante para identificar quais variáveis são mais consistentes com a análise das capacitações tecnológicas para regiões em desenvolvimento, uma vez que a maioria dos trabalhos feitos é voltada para as economias desenvolvidas e algumas variáveis utilizadas nestes estudos não apresentam o mesmo comportamento em economias em desenvolvimento.

Sendo assim, este trabalho consistirá em, baseado na mesma metodologia proposta pelo Technology Achievement Index, desenvolvida pelo PNUD em 2002, e aplicado nos trabalhos de Archibugui e Coco (2004) e Ferreira e Rocha (2004), criar um índice de capacitação tecnológica para os estados da região Nordeste para, não só fazer uma comparação entre eles, como para analisar quais as dimensões estão mais avançadas e quais precisam ser mais desenvolvidas em cada estado.

3 POLÍTICAS DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA NA REGIÃO NORDESTE

Na seção anterior, muito se falou sobre o importante papel que a introdução de inovações desempenha no crescimento e, conseqüentemente, no desenvolvimento econômico de uma região. As inovações vêm assumindo uma função crucial no desenvolvimento econômico, seja numa esfera micro, dentro das firmas, aumentando a produtividade destas, seja no ambiente macro, criando soluções para problemas regionais, através da criação e difusão de tecnologias avançadas.

As soluções para os problemas de emprego, educação, habitação, saúde, saneamento, crescimento demográfico, migrações estão, em grande parte, vinculadas a inovações em produtos e serviços, por sua vez dependentes de pesquisa (SILVA, 2000, p. 61).

A inovação, por mais que “apareça” no mercado através das empresas, não é somente fruto do trabalho destas. Há de se destacar a participação dos outros atores⁴ do sistema local de inovação, que devem estar interligados, formando uma grande base institucional que dará suporte ao processo inovativo.

É o fortalecimento desses sistemas regionais ou locais de inovação que irá contribuir para que regiões com baixo desempenho tecnológico, como é o caso da região Nordeste, consigam definir seus segmentos industriais mais competitivos e, assim, desenvolvam suas capacitações tecnológicas.

Porém, no caso do Brasil, sabe-se que as disparidades econômicas e sociais entre as cinco regiões do país são grandes e a maior parte das atividades produtivas com maior intensidade tecnológica está concentrada na região Sudeste. No âmbito das capacidades de P&D também não é diferente.

Como é possível ver na tabela 3.1, analisando alguns poucos indicadores de capacidade de P&D nacional, vê-se a forte concentração de fatores que implicam em recursos humanos mais qualificados na região Sudeste. Nota-se que, na maior parte dos indicadores, esta região responde por praticamente metade do que existe no país, no que diz respeito à qualificação de mão de obra, com destaque dentro da região para o estado de São Paulo. E

⁴ “Essa base institucional envolve o Estado (Poder Público, na esfera de governo central, regional ou local), as agências governamentais, empresas, universidades e centros de pesquisa, articulados com o sistema educacional e de financiamento (ROCHA, 2007, p 3)”.

mesmo a região Sul só tendo três estados, consegue ficar à frente da região Nordeste, com nove estados, em todos os dados abaixo analisados.

Tabela 3.1
Distribuição de alguns indicadores de capacidade de P&D – 2010

Indicador	Distribuição (%)				
	NE	N	S	SE	CO
Bolsas de pós-graduação da Capes	20,2	5,0	21,5	46,4	7,0
Programas de pós-graduação	18,8	4,7	20,6	48,6	7,3
Docentes doutores	17,7	4,1	18,4	53,1	6,6
Investimento da Capes em bolsas e fomentos	17,8	3,8	20,5	51,6	6,3

Fonte: GeoCapes. Elaboração da autora.

Cavalcante (2011) também traz à tona a questão das desigualdades regionais nas políticas de Ciência, Tecnologia e Inovação no Brasil. O autor também obteve resultados que indicavam uma concentração da base científica e tecnológica nas regiões Sul e Sudeste.

Além das desigualdades regionais no que tange à base científica, tem-se também disparidades regionais na proporção das empresas que implementam inovações de produtos ou processos no Brasil.

De acordo com a tabela 3.2 nota-se que, da mesma maneira que a base científica, a base tecnológica está concentrada na região Sudeste, detendo mais de 50% das empresas da indústria nacional extrativa e de transformação que implementam algum tipo de inovação de produto ou processo.

Tabela 3.2
Distribuição das empresas industriais⁵ que realizam inovações de produto ou processo

	1998-2000	2001-2003	2003-2005	2006-2008
Norte	2,6%	3,1%	3,1%	3,2%
Nordeste	9,0%	9,5%	9,6%	9,4%
Sudeste	55,4%	52,5%	52,8%	52,9%
Sul	28,5%	29,9%	29,7%	28,4%
Centro-Oeste	4,4%	5,0%	4,8%	6,0%

Fonte: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (2011).

⁵ Empresas pesquisadas nos ramos da indústria extrativa e indústria de transformação.

De acordo com Silva (2000), a tendência apresentada pelos países mais desenvolvidos é a descentralização dessas capacidades de desenvolver recursos humanos e construir conhecimento, fazendo com que todas as regiões do país sejam beneficiadas de maneira mais igualitária e consigam introduzir inovações no mercado. No caso brasileiro, ainda há muito a ser feito para mudar o panorama atual.

Lima e Sicsú (2001) propõem alguns princípios para um movimento de regionalização da Política Nacional de Ciência e Tecnologia, apontando como um dos vetores fundamentais uma ampliação da capacitação da base científica e tecnológica de cada estado.

[A capacitação] É parte fundamental da política nacional de C&T e pré-requisito básico para a atuação na área de C&T. A ampla capacitação científica e tecnológica das regiões, seja em termos de recursos humanos, seja em termos de infraestrutura e serviços de apoio, é elemento essencial da adequação do país aos rumos do desenvolvimento e da modernização. A regionalização, para ter os resultados desejados, exigirá uma distribuição espacial da base científica de forma minimamente equilibrada. De fato, não se pode pensar em adequado desenvolvimento do país com a distribuição de sua infraestrutura científica e tecnológica na forma concentrada como está atualmente (LIMA e SICSÚ, 2001, p. 28).

Um fator importante a ser considerado na tentativa de modificar esse quadro de centralização das políticas de C&T é a presença de agências estaduais de fomento à ciência e à tecnologia, chamadas de Fundações de Amparo à Pesquisa (FAP's). Silva (2000) afirma que as FAP's foram a arma que o Brasil desenvolveu, impulsionado pela Constituição de 1988, para apoiar a descentralização das políticas de ciência e tecnologia no país.

Tabela 3.3
Fundações de Amparo à Pesquisa – Região Nordeste

UF	FAP
Alagoas	FAPEAL
Bahia	FAPESB
Ceará	FUNCAP
Maranhão	FAPEMA
Paraíba	FAPESQ
Pernambuco	FACEPE
Piauí	FAPEPI
Rio Grande do Norte	FAPERN
Sergipe	FAPITEC/SE, FAPESE

Fonte: Confap. Elaboração da autora.

Vale resaltar que é grande o esforço que vem sendo feito para fortalecer cada vez mais as Fundações de Amparo à Pesquisa, “legitimando-as como mecanismos viabilizadores de vocações específicas” (Lima e Sicsú, 2000, p. 26). Cabe às FAP’s esse papel devido à sua característica fundamental de conseguir articular as ações e estratégias, levando em conta a heterogeneidade dos diversos agentes do sistema local de inovação.

Faz-se necessário analisar o que vem sendo implementado na área de Ciência e Tecnologia nos estados da região Nordeste com o intuito de fortalecer as capacitações tecnológicas existentes e desenvolver outras, promovendo assim um ambiente mais propício ao surgimento de inovações bem sucedidas.

3.1 ALGUMAS POLÍTICAS DE C&T NOS ESTADOS NORDESTINOS

De acordo com o relatório produzido pelo Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE), lançado em 2010, existe uma maior mobilização, pelo menos nos últimos dez anos, no sentido de avançar com o processo de descentralização dos instrumentos de políticas de Ciência, Tecnologia e Inovação no Brasil, visando dar a todas as regiões as mesmas condições adequadas para o processo inovativo.

Assim, destacam as políticas estaduais de Ciência e Tecnologia, que conseguem captar com mais facilidades as características específicas de seus respectivos estados, bem como consegue determinar quais são os setores-chave que merecem mais atenção.

Porém, a literatura tem evidenciado que, mesmo dentro da Região Nordeste, também há uma concentração das instituições de pesquisa mais importantes da região em três estados – Bahia, Ceará e Pernambuco, causando algum desequilíbrio intrarregionais.

Segue-se, então, uma análise sucinta do que vem sendo realizado nos últimos anos dentro de cada estado, no âmbito das políticas de Ciência, Tecnologia e Inovação, baseada em pesquisas mais antigas, como o trabalho de Lima e Sicsú (2001), e estudos mais recentes, como os trabalhos desenvolvidos pelo CGEE (2010; 2011).

3.1.1 Bahia

De acordo com Lima e Sicsú (2001), já nesse período a política de C&T do estado da Bahia entrava num processo de fortalecimento institucional, devido a criação de sua Fundação de Apoio à Pesquisa. A FAPESB foi criada no ano de 2001 e em 2003 foi vinculada à Secretaria de Ciência, Tecnologia e Inovação – SETCI, com o objetivo de, através da ciência e da tecnologia, encontrar soluções para os problemas econômicos e sociais que afetam o desenvolvimento do estado.

De acordo com Política de C,T&I (2004), a Bahia tem uma matriz de competências de ensino e pesquisa bem desenvolvida, com a presença de uma universidade federal (UFBA), da Universidade Federal do Vale do São Francisco, da Universidade Católica de Salvador, das universidades estaduais (UESB, UESC, UNEB e UEFS), além das inúmeras instituições privadas de ensino superior e do Instituto Tecnológico (IFBA).

Além disso, a matriz de competência dos centros tecnológicos está representada pelo Centro de Pesquisa do Cacau (CEPEC), onde tem se alcançado alguns avanços tecnológicos na área de melhoramento genético e controle às pragas; Centro Nacional de Pesquisa da Mandioca e Fruticultura (CNPMPF), ligado à EMBRAPA, desenvolvendo pesquisas na área de inovação para a agricultura familiar, agro-ecologia, produção integrada, agronegócios; o Centro de Pesquisa Gonçalo Moniz (CPqGM), ligado à FIOCRUZ, desenvolvendo pesquisas na área de ciência e tecnologia em saúde, entre outros.

Assim como outros estados brasileiros, após a aprovação da Lei Federal da Inovação, de 2004, a Bahia sancionou sua própria Lei de Inovação (Nº 11.174), em 2008, que tratava de incentivos à inovação e à pesquisa científica e tecnológica em ambiente produtivo dentro do estado, fortalecendo a parceria entre universidades, instituições de pesquisa e empresas. O

Parque Tecnológico da Bahia é fruto da lei federal da inovação, com reforço da lei estadual, tendo sua primeira etapa inaugurada em 2012.

O estado conta ainda com o Programa Estadual de Incentivo à Inovação Tecnológica (INOVATEC), que permite que o Governo da Bahia conceda até R\$ 15 milhões a projetos ligados à C&T que promovam o desenvolvimento do estado, além de benefícios fiscais.

3.1.2 Ceará

Coutinho *et al* (2001) mostrou em seu trabalho que os estados do Ceará e de Pernambuco tinham, já nessa época, propostas para o setor de C&T mais estruturadas que os demais estados da região Nordeste. Além disso, outros estudos mostraram que o Ceará é um dos três estados da região que concentra a maior parte das grandes instituições de pesquisa regionais.

Lima e Sicsú (2001) afirmaram que, por mais que algumas cadeias produtivas em setores como têxtil, calçados, alimentos (derivados do trigo) e construção civil estejam bem organizadas, estas ainda apresentavam baixa produtividade e qualidade de seus produtos, bem como preços baixos, necessitando de ações modernizadoras.

Quanto aos recursos humanos para pesquisa, o relatório do CGEE (2011), aponta que o Ceará tinha, em 2002, o terceiro maior contingente de pesquisadores e doutores da Região Nordeste, perdendo apenas para Pernambuco e Bahia.

Uma das grandes estruturas do estado é o Complexo Industrial e Portuário do Pecém, que foi criado em 1995, com o objetivo de atender as demandas industriais e empresariais, visando o desenvolvimento de seu parque industrial. A principal obra do Complexo foi o Porto de Pecém, inaugurado em 2002.

O Ceará conta ainda com duas incubadoras: o Parque de Desenvolvimento Tecnológico (PADETEC) e o Parque Tecnológico do NUTEC (PARTEC), que funciona como uma incubadora de natureza pública, que abriga empresas cujos produtos, serviços ou processos sejam resultado de pesquisa científica e tecnológica.

Em 2008, foi aprovada a Lei de Inovação do Ceará, sendo composta de medidas de incentivo à inovação tecnológica, à pesquisa científica, ao desenvolvimento tecnológico, à engenharia não-rotineira, entre outros.

Recentemente, foi divulgado o TECNNOVA, que é um programa de apoio, através de concessão de recursos de subvenção econômica, à inovação tecnológica em micro empresas e empresas de pequeno porte, porém a prioridade será para empresas nas áreas de petróleo e gás, tecnologia da informação, energias renováveis, biotecnologia, agronegócios, eletrometal-mecânico e materiais, couro e calçado, têxtil e confecção.

3.1.3 Pernambuco

No ano de 2011, o estado de Pernambuco, através da Secretaria de Ciência e Tecnologia definiu um conjunto de desafios prioritários, dividindo-os em quatro eixos estratégicos: 1) Fortalecimento do Sistema de Ciência, Tecnologia e Inovação; 2) Promoção de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação nas empresas; 3) Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação em áreas estratégicas (petróleo e gás, biotecnologia, insumos para saúde, agronegócios etc.); 4) Ciência, Tecnologia e Inovação para a inclusão social e o desenvolvimento das regiões do estado.

O estado possui uma das bases produtivas mais diversificadas da região Nordeste, contando com produção nos segmentos de aquicultura, avicultura, ovinocaprino-cultura, açúcar e álcool, têxtil e confecções, couro e calçados, fármacos, equipamentos de base tecnológica e softwares.

Analisando os gastos com P&D como percentual da receita dos estados nordestinos, o CGEE (2011) apontou Pernambuco, para os anos de 2000 e 2002, como o estado que mais investiu em P&D na região.

Pernambuco conta com o Complexo Industrial Portuário de Suape, que possui uma concepção de porto-indústria, que dá condições básicas necessárias para a instalação de empresas, principalmente aquelas de base tecnológicas e voltadas para o mercado externo. No município de Ipojuca, dentro da região metropolitana do Recife está sendo construída a Refinaria Abreu e Lima, a primeira refinaria construída com tecnologia nacional.

O Instituto Tecnológico do Estado de Pernambuco (ITEP), desde 2010, vem recebendo investimentos do Estado de aproximadamente R\$ 10 milhões/ano para desenvolver a rede tecnológica de Centros Tecnológicos e Centros Vocacionais Tecnológicos, em sete APL's, e na gestão de quatro incubadoras de empresa.

3.1.4 Sergipe

No ano de 2009 foi aprovado o Plano estadual de Ciência, Tecnologia e Inovação do estado de Sergipe. O plano contou com cinco áreas de prioridade e dezoito linhas de ação, visando uma consolidação dos mecanismos de gestão e difusão de C,T&I.

Foi nesse mesmo ano que o estado aprovou a sua Lei da Inovação, buscando incentivar a inovação e a pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo do estado.

De acordo com CGEE (2011), Sergipe, juntamente com Rio Grande do Norte e Bahia, são os maiores produtores de gás natural, respondendo juntos por 93% da produção regional. Acredita-se que, só no campo de Piranema, a Petrobras já investiu, em 2005, algo em torno de US\$ 20 milhões.

3.1.5 Maranhão

O estado do Maranhão participou do Plano de Ciência, Tecnologia e Inovação para o Desenvolvimento da Amazônia (2013), junto com outros estados. O plano busca, entre outras coisas, uma consolidação da base técnico-científica para utilização do potencial natural e socioeconômico regional de forma sustentável.

Ao selecionar alguns segmentos de competitividade global dentro da região Nordeste, o CGEE (2011) escolheu no Maranhão os setores de Metalurgia, tendo como empresa âncora a Vale, e a parte de Grãos, juntamente com Bahia e Piauí.

Porém, um fator complicador é o fato de que o estado possui poucas unidades de ensino e pesquisa na capital, e unidades descentralizadas de Centros Tecnológicos.

3.1.6 Rio Grande do Norte

Na base produtiva do estado do Rio Grande do Norte, encontram-se produtos nos segmentos de apicultura, algodão, aquicultura, carcinicultura, ovinocaprinocultura, petróleo e gás, têxtil e confecções.

Como um de setores de maior destaque é o da produção de gás natural, uma parceria da Petrobras com o SENAI deu como fruto, em 1999, o Centro de Tecnologias do Gás e Energias Renováveis (CTGAS-ER). Esse centro atua tanto na educação profissional, como no desenvolvimento tecnológico e na prestação de serviços ao setor.

Existe uma expectativa de que mais pessoas sejam capacitadas no setor de energia eólica no estado. Para isso, o SENAI, juntamente com CTAGS-ER, disponibilizou diversos cursos, todos relacionados ao setor de produção de energia eólica. Além disso, uma parceria do SENAI com a UFRN pretende implantar um Núcleo Avançado de Pesquisa de Inovação, para desenvolver energias renováveis em Macaíba, com um investimento por volta de R\$ 25 milhões.

Apesar de ter aprovado no ano de 2012 sua Lei Estadual da Inovação, o Rio Grande do Norte é um dos estados nordestinos que não conta com uma secretaria específica voltada para Ciência e Tecnologia, cabendo à Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico (SEDEC) esse papel.

3.1.7 Piauí

O Piauí é um dos estados do Nordeste que carece de uma maior organização no âmbito da Ciência e Tecnologia. Além de ainda não ter aprovado uma Lei Estadual de Inovação, como boa parte dos outros estados nordestinos já fizeram, o Piauí também não tem uma secretaria voltada somente para tratar desse assunto. Quem faz esse papel é Secretaria de Desenvolvimento Econômico e Tecnológico (SEDET).

Além disso, de acordo com o CGEE (2010), no ano de 2007, o Piauí foi o estado brasileiro que destinou o menor montante de recursos aplicados em C&T em relação à receita total, destinando somente 0,06% para C&T.

3.1.8 Paraíba

A Paraíba foi um dos estados nordestinos que mais aumentou o seu percentual de dispêndio em Ciência e Tecnologia em relação às suas receitas totais, saindo da sexta posição, num ranking regional, ocupada em 2005, para a primeira posição em 2010, sendo o estado nordestino com maior percentual de dispêndio com C&T em relação às receitas, com 2,09%.

O estado também melhorou a capacitação de seus recursos humanos. Dados do CNPq (2004) mostram que a Paraíba tem a maior quantidade de pós-graduandos com relação aos graduandos (5,62%) da região.

Segundo o CGEE (2011), os segmentos que se destacam na Paraíba: algodão, avicultura, ovinocaprinocultura, têxtil e confecções, couro e calçados. Além disso, a Paraíba

se destaca em segmentos que exigem um maior nível tecnológico, como fármacos, equipamentos de base tecnológica e softwares.

A Fundação Parque Tecnológico da Paraíba é um dos quatro primeiros parques tecnológicos construídos no Brasil, localizando-se em Campina Grande. Funcionando desde 1984, a Fundação PacTcPB é uma instituição voltada para o avanço científico e tecnológico do estado, tendo sido instituída pelo CNPq, UFPB, Governo do Estado da Paraíba e Banco do Estado da Paraíba.

E não é só na capital João Pessoa que se vê um forte desenvolvimento tecnológico. Campina Grande é um dos setenta e quatro polos tecnológicos do país, segundo a Associação Nacional de Entidades Promotoras de Empreendimentos Inovadores (Anproteca). A cidade reúne cerca de cem empresas de tecnologia da informação (TI) e tem o maior número de PhD's proporcional do Brasil.

Além disso, a Fundação PacTcPB conta com a Incubadora Tecnológica de Campina Grande – ITCG, que contém 18 empresas incubadas residentes, 19 empresas incubadas virtualmente e 82 empresas associadas. A ITCG atua em sete nichos de negócio: tecnologia da informação e da comunicação, eletroeletrônica, biotecnologia, petróleo e gás natural, biocombustíveis, agroindústria, tecnologias ambientais e design.

3.1.9 Alagoas

Duas instituições são muito importantes para o desenvolvimento das políticas de Ciência e Tecnologia desenvolvidas no estado de Alagoas: a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Alagoas – FAPEAL, que foi criada no ano de 1990, e a Secretaria de Estado de Ciência, Tecnologia e Educação Superior que, em 2011, passou a ser a Secretaria do Estado de Ciência, Tecnologia e Inovação – SECTI.

Um dos projetos mais atuais da FAPEAL, em parceria com a FINEP, é o TECNOVA, que consiste em apoio ao desenvolvimento de produtos e processos inovadores, suporte este que vem por meio de subvenção econômica às micro e pequenas empresas. Os setores atendidos serão os de Petróleo e Gás, Energias Alternativas, Tecnologia da Informação e da Comunicação, Cadeia da Construção, Química e Plástico e outros.

Dentre alguns projetos da SECTI, está a implantação do Parque Tecnológico Social de Alagoas, que têm previsão de ser implantado em três municípios do estado: Maceió (Polo Tecnológico da Química, Plástico e Materiais; e o Polo Tecnológico da Informação,

Comunicação e Serviço), Arapiraca (Polo Tecnológico Agroalimentar) e Batalha (Polo Tecnológico Agroalimentar).

No ano de 2009, Alagoas aprovou a sua Lei Estadual da Inovação, que trata dos incentivos à pesquisa científica e tecnológica, à inovação e à proteção da propriedade intelectual no ambiente produtivo do estado.

Apesar de ter algum destaque nos segmentos de apicultura e ovinocaprinocultura, os segmentos mais importantes do estado são o sucroalcooleiro (açúcar e álcool) e o químico-plástico (soda cáustica e PVC).

Em relação aos dispêndios estaduais com Ciência e Tecnologia, verifica-se uma leve tendência de crescimento, do período de 2005 a 2010. Quanto aos ativos de conhecimento do estado, a SECTI divulgou alguns números para o ano de 2012: 32 instituições de ensino superior, 16 laboratórios, 26 organizações de apoio à pesquisa, 303 grupos de pesquisa, entre outros.

Em 2013, foi lançado o Plano Estadual de Ciência, Tecnologia e Inovação de Alagoas com o objetivo de criar estratégias que sejam capazes de nortear os atores do sistema de inovação estadual, alcançando um desenvolvimento regional baseado na CT&I. O Plano contém quatro vetores que definem suas ideias principais: 1) construção de uma política de CT&I; 2) melhoria da educação básica e a indução da cultura do empreendedorismo e da inovação; 3) ampliação da capacidade de geração e difusão de conhecimento; 4) expansão da oferta de infraestrutura de CT&I e aproveitamento das oportunidades em setores da economia popular e dos segmentos tradicionais e estruturantes.

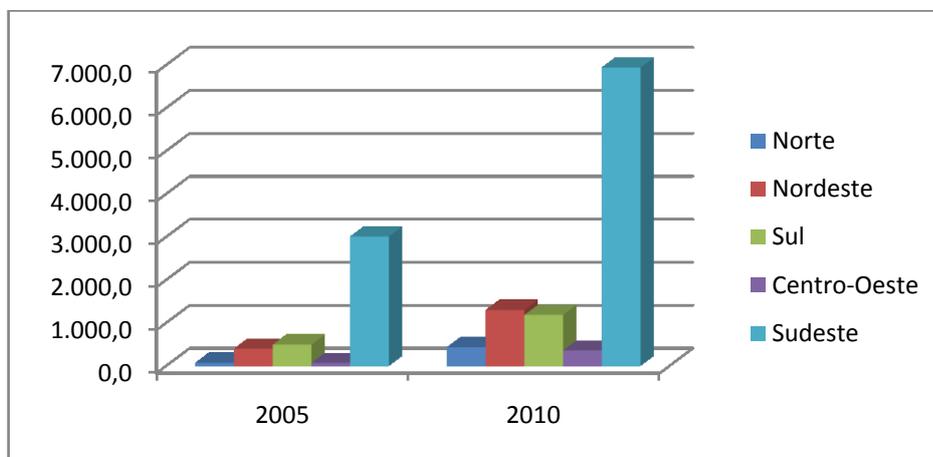
Diante disso, percebeu-se, de uma forma geral, um movimento regional de fortalecimento das políticas de Ciência e Tecnologia por parte do Estado. Aliás, viu-se que o Estado tem atuado como agente principal e grande financiador do desenvolvimento de CT&I dentro da região, o que é típico de regiões menos desenvolvidas. A ampliação do espaço físico e do quadro de docentes das universidades federais, melhoria da infraestrutura de laboratórios de pesquisa, fortalecimento de institutos tecnológicos, criação de leis estaduais de Inovação e participação mais ativa de secretarias de CT&I e de Fundações de Amparo à Pesquisa são outros fatores que, juntos, contribuíram para um melhor panorama de C&T na região Nordeste.

Há de se considerar, ainda, o volume de investimentos federais voltados para políticas de Ciência, Tecnologia e Inovação. Por mais que ainda haja uma supremacia da

região Sudeste no recebimento desses investimentos, o que se pode destacar é que houve um aumento considerável em todas as regiões do país no que diz respeito aos investimentos públicos em CT&I.

Com ajuda da figura 3.1, é possível perceber que há uma tendência de crescimento dos investimentos públicos em todas as regiões. A região Nordeste ultrapassou a região Sul, tornando-se a segunda região que mais recebe investimentos públicos em C&T.

Figura 3.1
Evolução dos investimentos públicos em CT&I (2005 – 2010)



Fonte: Elaboração da autora a partir de dados do MCTI.

A próxima seção irá trazer a metodologia utilizada neste trabalho para calcular o Índice de Capacitação Tecnológica para os estados do Nordeste, além do modelo de escalonamento multidimensional que vai permitir uma comparação visual nas posições dos estados em relação às suas capacitações tecnológicas em 2007 e 2010.

4 METODOLOGIA

Este trabalho de dissertação tem como objetivo principal analisar como estão delineadas as capacitações tecnológicas dos nove estados da região Nordeste, sendo possível, ainda, uma comparação entre estas. Dessa forma, o presente trabalho irá utilizar a metodologia de cálculo do *Technology Achievement Index* (TAI), proposta pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), apresentada num trabalho no ano de 2002, e replicada nos trabalhos de Archibugui e Coco (2004) e Ferreira e Rocha (2004). E, para o estudo comparativo em dois momentos na década de 2010, será utilizada a metodologia do escalonamento multidimensional.

O cálculo desse índice irá permitir não só mostrar como estão se comportando as capacitações tecnológicas estaduais na região Nordeste, como também possibilitará perceber quais dimensões estão mais desenvolvidas e quais precisam ser melhoradas.

Em primeiro lugar, foi feita uma coleta de dados quantitativos secundários que melhor representassem as dimensões de análise de capacitações tecnológicas. Após essa coleta, os dados foram ajustados para, em seguida, ser feito o cálculo do índice de acordo com mesma metodologia do *Technology Achievement Index*.

4.1 Descrição da metodologia do Technology Achievement Index (TAI)

No *Journal of Human Development*, Desai *et al* (2002) desenvolveram o Technology Achievement Index (TAI) com o intuito de criar um índice de capacitação tecnológica para cada um dos 72 países analisados, sendo possível criar um ranking de comparação.

A metodologia de cálculo do TAI é bem semelhante ao cálculo do Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), também desenvolvido no PNUD. Consiste em uma média simples das quatro dimensões do índice que, por sua vez, são calculadas tomando como base os indicadores selecionados:

- (1) Criação de tecnologia: número de patentes concedidas aos residentes per capita e recebimento de royalties e taxas de licença vindas do exterior per capita;
- (2) Difusão de inovações recentes: número de servidores de internet per capita e participação de produtos de alta e média tecnologia no total das exportações;

- (3) Difusão de antigas inovações: telefones (quantidade de linhas principais e celulares) per capita e consumo de eletricidade (Kwh) per capita;
- (4) Habilidades humanas: média de anos de estudo na população com idade igual ou superior a 15 anos e taxa de matrícula de nível superior nas áreas de ciência, matemática e engenharia;

Sendo assim, o cálculo do TAI possui três fases, nessa ordem: o cálculo do índice indicador, o cálculo do índice por dimensão e, por fim, o cálculo do índice total.

Na primeira fase, no cálculo do índice indicador, os valores de cada indicador são normalizados numa escala de 0 (zero) a 1 (um), de maneira que o valor mais baixo encontrado no indicador será normalizado em 0 e o valor mais alto desse mesmo indicador será normalizado em 1, de acordo com a fórmula abaixo:

$$II_{ij} \text{ (Índice Indicador)} = \frac{X_a - X_{min}}{X_{max} - X_{min}}$$

em que i refere-se a cada um dos 8 indicadores e j refere-se a cada um dos 72 países; II_{ij} é o índice indicador para cada país; X_a é o valor do indicador observado para o país j ; X_{min} é o valor mínimo observado do indicador dentro do universo de todos os países e X_{max} é o valor máximo observado do indicador dentro do universo de todos os países.

Terminado o primeiro passo, o de achar o índice indicador, parte-se para o índice por dimensão. No caso do TAI, há quatro dimensões contendo dois indicadores em cada uma. O índice sintético de cada dimensão, nesse caso, é obtido através de uma média aritmética dos índices indicadores, como na fórmula abaixo:

$$ISD_{ij} = \frac{\sum II_{ij}}{n}$$

onde ISD_{ij} representa o índice sintético por dimensão, o $\sum II_{ij}$ é a soma dos valores dos indicadores que compõem essa dimensão e n é o número de indicadores dessa dimensão.

Na terceira e última fase, o TAI é obtido através da média simples dos índices sintéticos de todas as dimensões.

$$TAI_j = \frac{\sum ISD_{ij}}{N}$$

em que TAI_j é o índice geral de realização tecnológica daquele país, $\sum ISD_{ij}$ é o somatório dos índices sintéticos das dimensões e N é o número de dimensões.

A metodologia do TAI propõe que, ao analisar o índice, quanto mais próximos a 1 (um) forem os valores encontrados, melhor configuradas estão as capacitações em relação aos demais. Ao contrário, quanto mais próximo de 0 (zero) for o índice encontrado, significa que o estado ocupa uma posição menos favorável em relação aos demais estados em relação às suas capacitações tecnológicas.

4.2 Descrição das variáveis usadas para o cálculo do Índice de Capacitação Tecnológica (ICT)

Como período de análise para criação do Índice de Capacitação Tecnológica (ICT) foi escolhido o ano de 2010, por ter sido um ano de forte crescimento da economia nacional e principalmente da economia nordestina, que, segundo o Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) e o Banco do Nordeste (BNB), obteve um crescimento de 7,8%, sendo superior ao crescimento nacional nesse mesmo ano, que foi de 7.6%.

Além disso, a disponibilidade de dados mais recentes, principalmente relacionados ao Nordeste, é bem menor, o que impossibilita uma análise mais recente, mas que não diminui a importância dos resultados encontrados para este ano.

O ICT desenvolvido no presente trabalho será calculado para cada um dos nove estados que compõem a região Nordeste: Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte e Sergipe.

Como já foi dito anteriormente, uma série de agentes são responsáveis pela criação e pelo desenvolvimento das capacitações tecnológicas, como o Estado, as universidades e as empresas, por exemplo. Dessa forma, o interesse em usar a mesma metodologia do TAI para o cálculo do ICT se deu devido ao fato de que esse índice desenvolvido pelo PNUD consegue avaliar as diversas dimensões de análise da capacitação tecnológica.

O ICT concentra-se em cinco dimensões de análise, as quais serão descritas abaixo:

(1) Prioridade Governamental à Ciência e Tecnologia

É um fato concreto que o desenvolvimento da inovação não ocorre somente no âmbito empresarial. Logo, é de fundamental importância que haja uma forte política de

ciência e tecnologia por parte do Estado, através de investimentos públicos voltados para o desenvolvimento científico e tecnológico numa determinada região.

De acordo com Ferreira e Rocha (2004), em países com um sistema nacional de inovação imaturo, como é o caso do Brasil, é grande a relevância de gastos públicos em políticas de C&T.

Sendo assim, nessa primeira dimensão de análise serão usados os seguintes indicadores:

- a) Gasto per capita governamental em ciência e tecnologia, que corresponde ao gasto público federal, feito através do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), dentro da unidade da federação, dividido pela sua população (Em R\$ por habitante). Obtido através do Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI);
- b) Gasto com ciência e tecnologia sobre as receitas totais, correspondente ao percentual da receita orçamentária estadual que é aplicado em ciência e tecnologia (Em %). Obtido através do Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI);

(2) Produção Científica e Tecnológica

Parte considerável do sucesso inovativo de uma região, que resulte tanto em novos produtos quanto novos processos, depende da capacidade de criação de cientistas e pesquisadores locais.

Nessa dimensão, a criação de tecnologia será representada pelos indicadores abaixo, ambos representando a criação de conhecimento codificado:

- a) Número de pedidos de patentes por habitante. Optou-se pelo número de pedidos de patentes e não pelo número de patentes concedidas porque, no Brasil, esse processo de concessão de patentes é lento e burocrático e acaba não correspondendo à velocidade de criação dos pesquisadores (Em pedidos de patente por habitante). Obtido através do Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI);
- b) Número de artigos científicos publicados indexados pelo Institute for Scientific Information (ISI). Esse é outro importante indicador de criação de tecnologia, por mostrar a capacidade de criação de conhecimento codificado dos pesquisadores e que se mostra como um complemento do primeiro indicador (Em artigos por habitante). Obtido através do Institute for Scientific Information (ISI);

(3) Infraestrutura tecnológica

Para fazer parte da rede tecnológica atual, na qual estão inseridos todos os países, é necessário que haja uma infraestrutura tecnológica que permita que as inovações sejam

difundidas. Uma maneira de mensurar essa dimensão é analisando o comportamento de três das maiores revoluções tecnológicas do século XX: energia, telefone e internet.

- a) Penetração de telefone. A telefonia é vista como um componente fundamental de infraestrutura tecnológica, uma vez que auxilia na comunicação, inclusive com propósitos para os negócios, permitindo uma maior difusão das inovações (ARCHIBUGI e COCO, 2004). Nessa dimensão, a penetração de telefone será representada pela soma das linhas de telefone fixo e celulares, dividida pelo número de habitantes (Em linhas por habitante). Obtido através da Associação Brasileira de Telecomunicações (TELEBRASIL);
- b) Penetração de internet. Da mesma forma que a telefonia, a internet é uma ferramenta vital de busca e disseminação de conhecimento. Grande parte das inovações não teria tanto sucesso na sua difusão se não fosse pela internet. Acredita-se que um maior acesso à internet permite à população um maior acesso às inovações que estão acontecendo pelo mundo. Nessa dimensão, a penetração de internet será verificada através do número de acessos de internet banda larga fixa dividido pela população estadual (Em acessos por habitante). Obtido através da Associação Brasileira de Telecomunicações (TELEBRASIL);
- c) Consumo de energia. Dentre os três indicadores da dimensão de infraestrutura tecnológica, a energia elétrica é o mais antigo. Muitos trabalhos trazem o consumo de energia elétrica como proxy de uso de maquinários e equipamentos. Dessa forma, o indicador se dá pelo consumo de energia elétrica, em Kwh, dividido pelo número de habitantes (Em Kwh por habitante). Obtido através da Empresa de Pesquisa Energética (EPE);

(4) Desenvolvimento de habilidades humanas

As capacitações tecnológicas estão fortemente ligadas às habilidades humanas desenvolvidas tanto para lidar com as inovações vindas de fora, no sentido de adaptá-las às necessidades locais, quanto para criar novas tecnologias.

De nada adianta uma grande infraestrutura tecnológica ou forte investimento por parte do governo, se não existem pessoas capacitadas para usar e criar novas tecnologias. Sendo assim, para verificar se na região analisada há uma base educacional e uma disponibilidade de recursos humanos qualificados, os seguintes indicadores representarão essa quarta dimensão:

- a) Pesquisadores per capita. Mostra a quantidade de pesquisadores cadastrados no Diretório dos Grupos de Pesquisa do CNPq dividido pela população (Em

- pesquisadores por habitante). Obtido através do portal de estatísticas da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (GeoCapes);
- b) PEA com 15 ou mais anos de estudo. É uma medida exclusivamente quantitativa, porque não mede a qualidade do ensino, e sim a quantidade de anos estudados. Optou-se por 15 ou mais anos de estudo, porque acredita-se que, com essa média de anos de estudo, o indivíduo concluiu o ensino superior. O indicador é representado pela população economicamente ativa com 15 ou mais anos de estudo dividido pela PEA total. Como não existem dados disponíveis para o ano de 2010, foi calculada uma média simples dos anos de 2009 e 2011 (Em %). Obtido através do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE);
- c) Número de doutores per capita. Consiste na divisão do número de doutores pela população do estado (Em doutores por habitante). Obtido através do portal de estatísticas da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (GeoCapes);
- d) Pessoal de nível superior empregado per capita. Consiste no número de pessoas com diploma de nível superior empregados em empresas com 100 ou mais funcionários dividido pelo total de pessoas empregadas com todas as escolaridades. Obtido através da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS);
- e) Bolsas de pós-graduação per capita. Quantidade de bolsas de pós-graduação (mestrado, mestrado profissionalizante, doutorado e pós-doutorado) concedidas pelo governo federal, através da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior dividida pela população estadual. (Em bolsas por habitante). Obtido através do portal de estatísticas da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (GeoCapes);

(5) Capacitação das empresas

É de extrema importância a participação das empresas no processo de aquisição e criação de novas tecnologias, porém essa é uma dimensão difícil de ser mensurada.

Acredita-se que exportação e importação de bens de capital, que são os bens ou instalações utilizados para a produção de outros bens, pode servir como *proxy* para essa dimensão. Dentre os bens de capital estão incluídos equipamentos e máquinas que, em sua maioria, requerem uma maior complexidade tanto para lidar com eles quanto para produzi-los.

Portanto, os indicadores dessa dimensão são:

- a) Exportação de bens de capital dividido pelo total de exportações. Como já foi dito antes, a produção de bens de capital requer grande capacitação tecnológica por parte das firmas, principalmente para criar novas tecnologias. Dessa forma, esse indicador é representado pelo montante das exportações de bens de capital (US\$) dividido pelo total das exportações dos 100 principais produtos (Em %). Obtido através do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC);
- b) Importação de bens de capital dividido pelo total de importações. As capacitações tecnológicas não se dão somente na criação de novas tecnologias, mas também na capacidade de lidar com as inovações vindas do exterior. Assim, acredita-se que as firmas que importam bens de capital possuem essa capacitação e por isso esse é um bom indicador. Da mesma maneira que o indicador acima, essa será representado pela soma das importações de bens de capital (US\$) dividida pelo total das importações dos 100 principais produtos (Em %). Obtido através do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC);

Apesar das qualidades aqui já mencionadas, o TAI apresenta dois problemas. O primeiro deles refere-se ao fato de que, ao calcular o índice para cada variável da dimensão, não existe um valor “desejável”, mas somente os valores máximos e mínimos.

O segundo problema, e aqui considerado um pouco mais preocupante, é o fato de que, justamente por lidar com valores máximos e mínimos e não com um valor desejável fixo, os valores “postes”, máximos e mínimos, variam de um ano para outro, tornando a comparação do índice em dois momentos diferentes praticamente impossível.

Dessa forma, já que o TAI não pode ser usado para fazer uma análise através do tempo e tentar perceber se houve alguma mudança de posicionamento das unidades federativas em relação às suas capacitações tecnológicas, em dois momentos diferentes, buscou-se outro método que permitisse essa comparação, complementando, assim, a presente análise.

Assim, posteriormente ao cálculo do TAI e ao ranqueamento dos estados em relação às suas capacitações tecnológicas para o ano de 2010, aplicou-se o método do Escalonamento Multidimensional nos dados referentes às dimensões do TAI para os anos de 2007 e 2010, criando mapas de percepção, que permitirão uma melhor compreensão de como estão dispostos os estados da região Nordeste em função de suas capacitações tecnológicas.

4.3 Escalonamento Multidimensional

De acordo com Fávero *et al.* (2009), a técnica matemática de escalonamento multidimensional é aquela capaz de mapear distâncias entre determinados pontos numa representação gráfica espacial, ajudando o pesquisador a identificar dimensões-chave.

O mote das técnicas de Escalonamento Multidimensional (EMD), como também de outras técnicas estatísticas de análise de dados multivariados, é a sintetização de informações, mecanismo de extrema utilidade, por vezes imprescindível, para melhorar a capacidade de compreensão dos fenômenos e auxiliar na formulação de teorias (CORRAR, PAULO e DIAS FILHO, 2009, p. 390).

Ao apresentar-se como uma técnica redução de dados, o escalonamento multidimensional cria mapas de percepção, permitindo visualizar a posição comparativa de um objeto em relação aos demais objetos, levando em consideração os atributos relevantes para determinado estudo.

O EMD, em sua forma mais usual, utiliza procedimentos matemáticos, sem inferência estatística, para fornecer como resultado um mapa com o objetivo de permitir a visualização de síntese da configuração dos dados em estudo, ou seja, é uma ferramenta que habilita representar espacialmente, como num mapa, as proximidades (ou distanciamentos) entre as unidades experimentais analisadas (CORRAR, PAULO e DIAS FILHO, 2009, p. 391).

Sendo assim, o escalonamento multidimensional trata de representar em um mapa de percepções n elementos, levando em conta distância ou similaridades que existem entre eles. No mapa criado pelo EMD, os elementos que apresentam mais semelhança encontram-se mais próximos no mapa, enquanto os elementos que são mais diferentes entre si localizam-se mais afastados uns dos outros.

Segundo Corrar, Paulo e Dias Filho (2009), o EMD, na maioria das vezes, não é uma técnica estatística de caráter confirmatório, mas sim uma abordagem exploratória, que se utiliza de procedimentos matemáticos para criar os mapas de percepção, que vai colocar lado a lado os elementos semelhantes e em posições mais distantes aqueles menos semelhantes.

Ainda de acordo com os mesmos autores, existem três pontos fundamentais a serem considerados na aplicação do EMD:

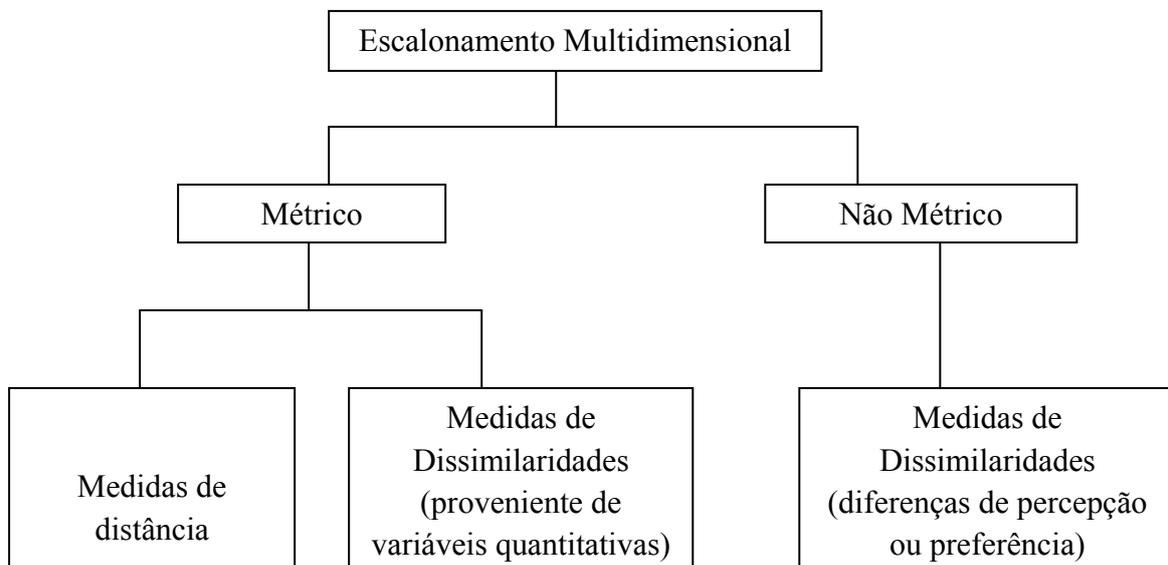
- a) Definir a melhor forma de levantamento dos dados em questão;

- b) Escolher o modelo que mais se ajusta, a partir da associação entre características dos dados e as dos modelos disponíveis;
- c) Escolher a quantidade coerente de dimensões e fazer as interpretações destas, após verificar a qualidade de ajuste do modelo.

4.3.1 Características

O escalonamento multidimensional pode ser caracterizado de duas maneiras: o métrico e o não métrico. Para Fávero *et al* (2009), o EMD métrico é utilizado em casos onde as variáveis quantitativas apresentam medidas de distância ou de dissimilaridades entre os n objetos de estudo. Já para o caso do EMD não métrico, não existem distâncias matemáticas propriamente ditas, mas a matriz de dissimilaridades é construída a partir das percepções ou preferências dos respondentes sobre os n objetos.

Figura 4.1
Tipos de EMD



Fonte: Fávero *ET al* (2009).

No caso deste trabalho, o tipo de escalonamento multidimensional que mais se adéqua é o EMD métrico com medidas de dissimilaridades (proveniente de variáveis quantitativas).

Outro fator relevante a ser considerado no EMD é o tipo de dado que será utilizado, pois estes devem refletir as comparações entre os objetos. No caso do software SPSS[®], que será o utilizado neste trabalho, só usa dissimilaridades. Dessa forma, as matrizes de dados de

similaridade devem ser modificadas, transformando-se em matrizes com dados de dissimilaridades.

Dissimilaridades entre os objetos em estudo implicam que quanto menos o valor do par associado maior a proximidade entre as unidades e vice-versa. Ou seja, grandes valores indicam maiores diferenças entre os objetos (CORRAR, PAULO e DIAS FILHO, 2009, p. 399).

Os dados podem ser objetivos, quando são ligados a características passíveis de classificação concreta, como, por exemplo, distância física, preço, idade, cor, quantidade produzida etc.. Já os dados subjetivos são associados ao intangível, ou seja, depende da opinião do julgador e não é de fácil mensuração, como, por exemplo, gosto, qualidade, sabor força da marca e outros.

Corrar, Paulo e Dias Filho (2009) afirmam que os dados de entrada do EMD podem ser classificados quanto à forma de abordagem (composição ou decomposição) e quanto ao conteúdo (preferência ou similaridade/percepção).

(1) Forma de abordagem:

- a) Decomposição: “as dissimilaridades são obtidas a partir de comparações diretas entre os objetos pareados, sem avaliação de nenhum atributo específico” (p. 401). Nesse caso, os dados são decompostos pelo próprio programa em dimensões que mostrem a estrutura existente.
- b) Composição: nessa abordagem, busca-se “questionar e medir as importâncias isoladas de vários atributos associados a enfoques relevantes, por exemplo, em conformidade com escalas de valores tipo Likert ou escalas de diferenciais semânticos” (p. 402). Assim, “os valores por atributo são compostos para uma avaliação conjunta dos objetos” (p. 402).

(2) Conteúdo:

- a) Dados de similaridade ou percepção: relacionam-se com a maneira como o avaliador julga o objeto estudado, nos sentidos de semelhança, proximidade ou posicionamento dos elementos estudados, mas nunca referentes ao gosto pessoal.
- b) Dados de preferência: relacionam-se com escolhas pessoais, no sentido de predileção ou ordenação de acordo com características sugeridas.

4.3.2 Modelo

As dissimilaridades entre os n objetos estudados pode ser representada num espaço $(n - 1)$ dimensional para os dados em escala métrica e $(n - 2)$ dimensões para os dados apresentados em escala ordinal (CORRAR, PAULO e DIAS FILHO, 2009, p. 404).

Fávero *et al* (2009) mostram que, de maneira mais formal, os N objetos de uma dada matriz de similaridades serão representados por $M = N.(N - 1)/2$ distâncias ou dissimilaridades entre os pares de objetos.

A construção da matriz de dissimilaridades é importante, pois, como já foi dito anteriormente, o software SPSS[®], que será utilizado para aplicar o EMD, aceita somente como entrada uma matriz de dissimilaridades.

A maior parte dos modelos de EMD utiliza o espaço euclidiano para construir os mapas de percepção.

A Distância Euclidiana é escolhida por sua simplicidade de cálculo e representatividade, já que é medida largamente difundida. Os resultados são apresentados nos gráficos em escala métrica, permitindo comparações entre as distâncias e posições dos pontos que representam os objetos (CORRAR, PAULO e DIAS FILHO, 2009, p. 405).

A Distância Euclidiana é representada pela seguinte fórmula:

$$\sqrt{\sum_i (X_i - Y_i)^2}$$

O algoritmo utilizado no SPSS[®] para aplicar o EMD é ASCAL (*alternating least squares scaling*). De acordo com Corrar, Paulo e Dias Filho (2009), esses procedimentos de EMD são “algoritmos de baixa complexidade que executam rotinas, reiniciando-se sempre que, ao final da rotina, determinado critério ainda não tenha sido atingido” (p. 405).

Ainda segundo os mesmos autores, o critério mais importante que vai definir o término do algoritmo está ligado à qualidade do ajuste do resultado alcançado.

Compara-se uma matriz de distâncias, originada o processo, com uma função da matriz original de dissimilaridades, obtendo-se uma matriz de erros, cujo somatório dos elementos ou de seus quadrados será minimizado, indicando ajuste de melhor qualidade para menores valores da soma de erros (CORRAR, PAULO e DIAS FILHO, 2009, p. 405).

4.3.3 Qualidade de ajuste

A qualidade do ajuste pode ser identificada através de indicadores que avaliam se existe consistência e coerência entre os dados originais de dissimilaridades dos n objetos, chamados de disparidades ou dados reescalados, e os valores que foram projetos para representá-los, com a distância entre os pontos no mapa (CORRAR, PAULO e DIAS FILHO, 2009).

São três os indicadores mais utilizados para verificar a qualidade de ajuste do EMD: o *stress*, *s-stress* e o índice de qualidade do ajuste (RSQ). Os valores dos três indicadores variam entre 0 (zero) e 1 (um).

De acordo com Kruskal (1964), o *stress* é o indicador que avalia o quanto as distâncias dos dados de dissimilaridades, provenientes da aplicação do modelo, se aproximam das originais fornecidas. Segundo Fávero *et al* (2009), a medida é dada através da seguinte fórmula:

$$Stress = \sqrt{\frac{\sum_i \sum_j (f(\delta_{ij}) - d_{ij})^2}{\sum_i \sum_j d_{ij}^2}}$$

onde $f(\delta_{ij})$ mostra as distâncias advindas dos dados de dissimilaridades e d_{ij} mostra as distâncias originais transformadas. Como já foi dito, o *stress* varia entre 0 e 1 e, quanto mais próximo de zero, melhor é ajuste, pois significa que existem poucas ou nenhuma diferença entre os distâncias originais e as dissimilaridades.

Kruskal (1964) aponta que o *stress* pode ser assim interpretado:

Tabela 4.2
Valores de referência para o *stress*

<i>Stress</i>	Adequação do Ajuste
20%	Pobre
10%	Razoável
5%	Bom
2,5%	Excelente
0%	Perfeito

Fonte: Fávero *et al* (2009).

Outra medida de qualidade do ajuste é o *S-Stress*, também conhecido como coeficiente de Young, proposto por Takane, Young e Leeuw (1977). Ele substitui os valores de $f(\delta_{ij})$ e d_{ij} da fórmula acima por seus quadrados. Sua fórmula é a seguinte:

$$S\text{-Stress} = \sqrt{\frac{\sum_i \sum_j (f(\delta_{ij})^2 - d_{ij}^2)^2}{\sum_i \sum_j d_{ij}^4}}$$

O valor do *s-stress* também varia entre 0 e 1 e, quanto mais próximo de zero, melhor será o ajuste.

O último dos três indicadores que vão avaliar a qualidade do ajuste é o RSQ, que representa o índice de qualidade do ajuste, tendo sua concepção muito próxima do coeficiente de correlação (R^2). Assim:

$$RSQ = \frac{(\sum_i \sum_j (f(\delta_{ij}) - f(\delta_{..})) \cdot (d_{ij} - d_{..}))^2}{(\sum_i \sum_j (f(\delta_{ij}) - f(\delta_{..}))^2) \cdot (\sum_i \sum_j (d_{ij} - d_{..})^2)}$$

em que os subscritos (..) mostram a média do elemento correspondente ao subíndice.

Seus valores também variam entre 0 e 1, porém no caso do RSQ, quanto mais próximo de 1, melhor será o ajuste. No geral, valores de RSQ acima de 0,8 indicam boa aproximação para configuração dos dados originais.

4.3.4 Dimensões

No mapa de percepções são apresentadas as dimensões do modelo de EMD. Essas dimensões, como sugerem Corrar, Paulo e Dias Filho (2009), “são indicativas de atributos, variáveis objetivas ou fatores de variação associados”. Dessa forma, as dimensões não representam valores “mensuráveis”, mas sim associação com características dos n objetos estudados.

Na maior parte dos estudos, a escolha da quantidade de dimensões se dá mais por critérios subjetivos do que critérios técnicos.

Como o EMD quase sempre não é utilizado como técnica de caráter confirmatório, sendo sugerida para se representar e compreender dados em análise descritiva, considerações não técnicas pesam na decisão sobre o número apropriado de dimensões. Entre as principais questões estão a

interpretabilidade, facilidade de uso e estabilidade (CORRAR, PAULO e DIAS FILHO, 2009, p. 409).

Como há uma grande dificuldade de interpretar os resultados se forem dispostos em mais de três dimensões, são usadas, geralmente, duas ou três dimensões.

Ao incluir uma nova dimensão na análise, melhoram-se as medidas do ajuste para o dado conjunto de variáveis. Porém, o lado negativo é que, ao aumentar a quantidade de dimensões, perde-se um pouco da compreensão visual do mapa de percepção.

Desta forma, no presente trabalho, procurou-se trabalhar com apenas duas dimensões de análise, facilitando a compreensão dos mapas de percepção fornecidos pelo resultado do modelo.

5 RESULTADOS

Um dos grandes objetivos do Plano de Ação, lançado pelo Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação – MCTI, para o período de 2007 a 2010, era o de tentar contribuir, de alguma maneira, para o desenvolvimento e a equidade regional e social, principalmente das regiões Centro-Oeste, Norte e Nordeste.

Diante disso, podem-se destacar dois aspectos fundamentais. O primeiro deles diz respeito à incontestável importância que as políticas de Ciência, Tecnologia e Inovação têm para o crescimento econômico e, conseqüentemente, para o desenvolvimento regional (OCDE, 1987; ZHAO e TONG, 2000).

O segundo aspecto a ser destacado é o fato de, no referido Plano de Ação do MCTI haver certo destaque para as três regiões acima mencionadas. Esse destaque não é por acaso, uma vez que, não é de hoje, percebe-se a existência de imensas desigualdades, sejam sociais ou econômicas, que existem entre as cinco regiões do país. No que diz respeito ao desenvolvimento de Ciência e Tecnologia, as desigualdades regionais também persistem.

A participação ativa do Estado, atuando como principal agente e financiador maior nas políticas de CT&I é fundamental para reduzir as desigualdades regionais, principalmente em países em desenvolvimento, como é o caso brasileiro.

Como já foi mostrado anteriormente, existem grandes disparidades entre as regiões do país no que tange ao desenvolvimento da base científica e tecnológica destas. Seja por questões referentes aos ativos de conhecimento, aos investimentos em C&T, à presença de empresas inovadoras e outros aspectos, sempre há uma supremacia das regiões Sul e, principalmente, Sudeste, em relação ao Centro-Oeste, Norte e Nordeste.

Alguns dados do Portal GeoCapes mostram que, até em relação aos investimentos da Capes em bolsas e fomentos para o ano de 2010, há disparidades regionais. Enquanto que a região Sudeste recebe 51,6% destes investimentos, a região Nordeste recebe apenas 17,8%.

Nos dados da Pesquisa da Inovação Tecnológica – PINTEC para o período de 2006 - 2008, disponibilizados pelo IBGE, também é possível ver as disparidades na base tecnológica entre regiões. Em relação à presença de empresas industriais (extrativa e de transformação) que realizam inovações de produto ou processo, a região Sudeste comporta 52,9% destas empresas, enquanto que o Nordeste fica com apenas 9,4%.

Da mesma forma que no âmbito nacional de ciência e tecnologia percebeu-se a existência dessas disparidades inter-regionais, no âmbito intrarregional, especificamente na região Nordeste, elas também existem.

Historicamente, os estados de Pernambuco, Ceará e Bahia destacam-se dentro da região Nordeste. Levando em consideração a participação do PIB industrial desses estados dentro do PIB industrial da região, por exemplo, tem-se, respectivamente: 16,6%, 14,9% e 37,8%.

Além disso, segundo Lima e Sicsú (2001), os estados de Pernambuco e Ceará, seguidos da Bahia, eram os estados com propostas para o setor de ciência e tecnologia mais desenvolvidas dentro da região Nordeste, até então.

Ocorre que, a partir de 2006, uma série de políticas públicas federais dinamizou a CT&I em todo o país e o Nordeste não foi preterido. Porém, a capacidade de absorver e oportunizar essas políticas em desenvolvimento local ficou a cargo das capacitações instaladas em cada estado individualmente (CGEE, 2010).

É importante, pois, analisar, como se configuraram as capacitações tecnológicas estaduais no ano de 2010 para a região Nordeste, tentando perceber se elas se deram, mais ou menos, de maneira semelhante nos estados ou se as diferenças dentro da região ainda eram consideráveis. Para isso, foi calculado o Índice de Capacitação Tecnológica (ICT), que buscou sintetizar várias dimensões que compõem as capacitações. Esse índice também permitiu a criação de um ranking de capacitações tecnológicas dentro da região Nordeste para o ano de 2010, mas, por motivos metodológicos, apenas as informações do índice não permitiam verificar a evolução das capacitações dos estados no tempo.

Dessa forma, aplicou-se o modelo de escalonamento multidimensional para criar um mapa de percepção da evolução das capacitações tecnológicas dos estados do Nordeste. Com o mesmo modelo, também foi possível fazer um exercício de comparação entre os anos de 2007 e 2010, período de vigência do Plano de Ação, lançado pelo MCTI, tentando verificar se houve alguma evolução das capacitações tecnológicas estaduais nesse período.

5.1 Índice de Capacitação Tecnológica para os estados da região Nordeste por dimensão

O *Technology Achievement Index* –TAI, ou o Índice de Realização Tecnológica, é um indicador de capacitação tecnológica, que tenta refletir o nível de progresso tecnológico de um local. Ele é composto por dimensões que, juntas, têm condições de traçar, de maneira satisfatória, como estão mais ou menos configuradas as capacitações tecnológicas locais.

No presente trabalho, aplicou-se o mesmo método do TAI, desenvolvido pelo PNUD, para os estados da região Nordeste para o ano de 2010, criando-se o Índice de Capacitação Tecnológica – ICT. Com o desenvolvimento do ICT, é possível fazer uma análise de como se comportou cada dimensão que compôs o índice geral neste ano, além de criar um ranking regional, mostrando a posição ocupada por cada estado, levando em consideração seu desenvolvimento científico e tecnológico.

As cinco dimensões de análise do ICT que, juntas constituem as capacitações tecnológicas dos estados nordestinos são: (1) Prioridade Governamental à Ciência e Tecnologia, (2) Produção Científica e Tecnológica, (3) Infraestrutura tecnológica, (4) Desenvolvimento de habilidades humanas e (5) Capacitação das empresas.

(1) Prioridade Governamental à Ciência e Tecnologia

O trabalho de Ferreira e Rocha (2004) já apontava para a importância que têm os gastos públicos voltados para políticas de ciência, tecnologia e inovação em sistemas de inovação imaturos, como é o caso brasileiro e, conseqüentemente, o nordestino.

O investimento público no campo científico e tecnológico é um vetor fundamental do desenvolvimento socioeconômico de países e regiões e constitui um dos principais condicionantes da competitividade empresarial. Em países caracterizados por sistemas nacionais de inovação imaturos, como é o caso do Brasil, os gastos realizados pelo poder público para o desenvolvimento científico e tecnológico assumem relevância ainda maior, devido aos baixos dispêndios efetuados pelas empresas privadas (FERREIRA; ROCHA, 2004, p.63).

Tanto o progresso técnico quanto a competição internacional requerem maiores investimentos em Ciência, Tecnologia e Inovação. Como em regiões menos desenvolvidas, como é o caso do Nordeste, não há muitos investimentos privados, é o Estado que fica encarregado de exercer essa função de provedor de recursos financeiros, buscando o desenvolvimento tecnológico.

Neste trabalho, essa dimensão foi representada por duas variáveis: gasto *per capita* governamental em ciência e tecnologia e gasto com ciência e tecnologia sobre as receitas totais. Calculado o índice por dimensão, obteve-se o seguinte resultado:

Tabela 5.1
ICT por dimensão⁶⁷ – Prioridade Governamental em C&T (2010)

Unidade da Federação	Prioridade governamental em C&T (1)		
	Índice Indicador		Índice sintético
	Gasto per capita governamental	Gasto com C&T sobre receitas totais (%)	
Alagoas	0,2654	0,1173	0,19135
Bahia	0	0,9256	0,46280
Ceará	0,0850	0,7840	0,43447
Maranhão	0,0281	0,3135	0,17077
Paraíba	0,6777	1	0,83887
Pernambuco	0,0122	0,2429	0,12756
Piauí	0,4303	0,2865	0,35838
Rio Grande do Norte	1	0,6215	0,81076
Sergipe	0,6364	0	0,31818

Fonte: Elaboração própria.

Na dimensão de prioridade governamental em ciência e tecnologia percebeu-se que o estado com maior destaque, ou seja, aquele estado que, proporcionalmente a sua população, teve maior gasto governamental em CT&I foi a Paraíba, apresentando um índice sintético por dimensão de 0,839. Já o estado que menos gastou com C&T, proporcionalmente a sua população, foi Pernambuco, com um índice sintético de 0,127.

Sendo assim, o ranking dessa primeira dimensão ficou da seguinte forma:

⁶ A metodologia do TAI propõe que, ao analisar o índice, quanto mais próximos a 1 (um) forem os valores encontrados, melhor configuradas estão as capacitações em relação aos demais. Ao contrário, quanto mais próximo de 0 (zero) for o índice encontrado, significa que o estado ocupa uma posição menos favorável em relação aos demais estados em relação às suas capacitações tecnológicas (DESAI *et al*, 2002).

⁷ Os valores dos índices indicadores foram obtidos a partir das fórmulas apresentadas na metodologia do presente trabalho (pp. 50-51).

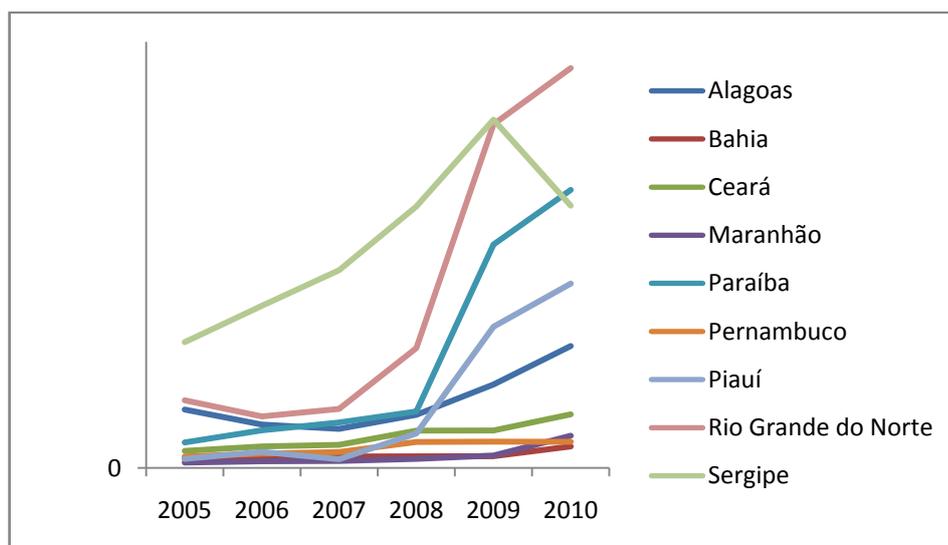
Tabela 5.2
Ranking por dimensão – Prioridade Governamental em C&T (2010)

Ranking	Unidade da Federação
1º	Paraíba
2º	Rio Grande do Norte
3º	Bahia
4º	Ceará
5º	Piauí
6º	Sergipe
7º	Alagoas
8º	Maranhão
9º	Pernambuco

Fonte: Elaboração própria.

Um fato interessante é que, mesmo apresentando, em valores absolutos, maior montante de investimentos em C&T dentro da região Nordeste, os estados da Bahia, Pernambuco e Ceará mostraram menores valores de gastos per capita com C&T no período de 2005 a 2010, revelando um crescimento quase constante ao longo desses seis anos, conforme o gráfico abaixo.

Figura 5.1
Gasto per capita com C&T por UF (2005 a 2010)



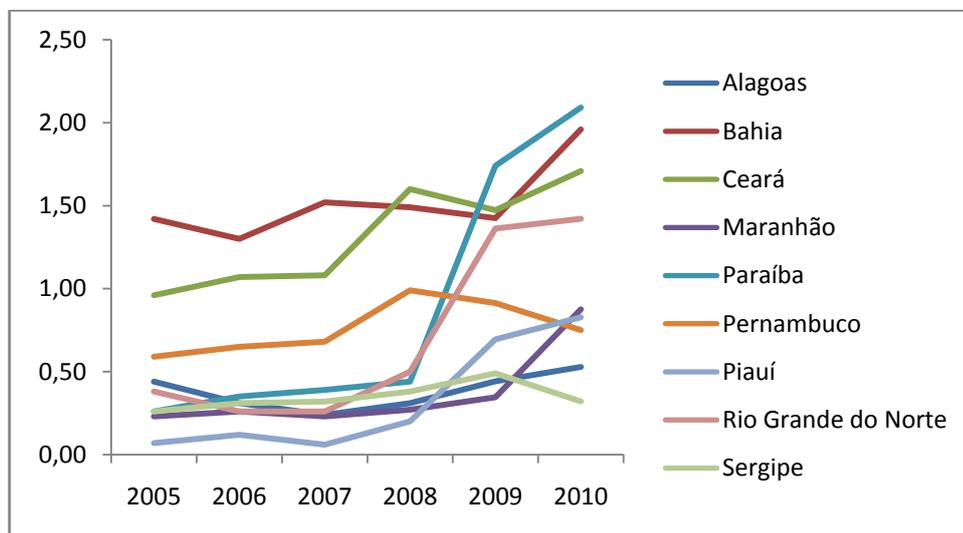
Fonte: Elaboração própria a partir de dados do MCTI.

Quando se fala de gastos com C&T como percentual das receitas para o ano de 2010, o estado de Pernambuco também apresenta um resultado diferente do esperado, com um valor

de 0,75%, ficando a frente somente dos estados de Alagoas e Sergipe, com 0,53% e 0,32%, respectivamente.

Se analisar um período maior, de 2005 a 2010, vê-se que do início do período até o ano de 2008, seis estados (Piauí, Sergipe, Rio Grande do Norte, Maranhão, Alagoas e Paraíba) mostravam um comportamento semelhante e quase constante de crescimento. Porém, no ano de 2008, os estados do Rio do Grande do Norte e a Paraíba deram um salto no percentual de suas receitas destinadas a gastos com C&T, tendo maior destaque dentro da região.

Figura 5.2
Percentual dos gastos com C&T em relação às receitas totais por UF (2005 a 2010)



Fonte: Elaboração própria a partir de dados do MCTI.

É importante reforçar que os investimentos em Ciência e Tecnologia por parte do governo têm aumentado consideravelmente na região Nordeste, principalmente se analisarmos o período de 2005 a 2010. Enquanto, neste período, o Nordeste apresentou um crescimento dos gastos em C&T de, aproximadamente 230%, o Sudeste, região que mais recebe investimentos em C&T, apresentou um crescimento bem abaixo, ficando em torno de 130%.

Isso mostra que há um esforço federal no sentido de reduzir as disparidades regionais referentes à C&T no país. Tânia Barcelar (2010), grande especialista em desenvolvimento regional, com foco no Nordeste, afirma que o aumento desses investimentos em C&T na região Nordeste permitiu que universidades federais nordestinas assumissem a liderança de

grandes importantes Institutos Nacionais, como é o caso do Instituto de Fármacos (Pernambuco) e o Instituto de Neurociências (Rio Grande do Norte).

(2) Produção Científica e Tecnológica

A capacidade de criação de cientistas e pesquisadores é um dos fatores mais importantes que influenciam na introdução de inovações numa determinada região.

O sucesso inovador de países, regiões e empresas, que se traduz na modificação e melhoria incremental de produtos e processos, está associado à capacidade criativa de seu corpo de pesquisadores, para o que contribui o nível e a qualidade de produção científica e tecnológica (FERREIRA; ROCHA, 2004, p.63).

Desai *et al* (2002) apontaram para a importância da produção científica e tecnológica para a criação e desenvolvimento das capacitações tecnológicas, influenciando no sucesso das inovações.

All countries need to have the capacity to innovate because the ability to innovate in the use of technology cannot be fully developed without the capacity to create, especially to adapt products and processes to local conditions. Innovation occurs throughout society, in formal and informal settings, although the current trend is towards increasing commercialization and formalization of the process of innovation (pp. 99-100).

Vale ressaltar que não somente o conhecimento codificado, aquele cuja transmissão pode se dar por meio de normas, manuais, livros etc., é importante para o desenvolvimento das capacitações tecnológicas. Porém, o grande problema é que o conhecimento não codificado, tão importante para as capacitações, também é extremamente difícil de ser mensurado.

Por esse motivo, essa dimensão de produção científica e tecnológica calculada para o ICT, somente contemplará dados referentes ao conhecimento codificado, fazendo uso das seguintes variáveis: artigos científicos *per capita* e número de pedidos de patentes.

O indicador de patentes ainda sofre algumas críticas, quando está se analisando regiões em desenvolvimento, como é o caso brasileiro e, mais especificamente, o nordestino, porque se acredita que a “cultura” de patentear ainda não é tão forte nesses locais. Porém, vale ressaltar, número de patentes ainda é um indicador muito utilizado em estudos na área de

C&T e, mesmo não sendo absolutamente fiel à realidade nordestina, tem sua importância na construção e desenvolvimento de capacitações tecnológicas.

Dado o fato de o indicador de número de pedidos de patentes ter algumas restrições, usou-se, além dele, a quantidade de artigos científicos indexados à base ISI como outro indicador de como está se comportando a criação de conhecimento codificado dentro dos estados, complementando, assim, o indicador de patentes.

Como resultado do índice sintético dessa dimensão para o ano de 2010, é possível perceber a supremacia da Paraíba nos dois indicadores, ponderados pela sua população, mostrando que o estado se destacou na produção científica e tecnológica da região nordestina, com índice sintético por dimensão igual a 1(um). Enquanto isso, o estado do Maranhão apresentou o pior resultado dentro da região, nos dois indicadores, obtendo índice sintético por dimensão igual a 0 (zero).

Tabela 5.3
ICT por dimensão – Produção Científica e Tecnológica (2010)

Unidade da Federação	Produção científica e tecnológica (2)		
	Índice Indicador		Índice sintético
	Artigos científicos registrados na base ISI/hab.	Número de pedidos de patentes/hab.	
Alagoas	0,3162	0,7927	0,5544
Bahia	0,5382	0,8845	0,7114
Ceará	0,6925	0,8903	0,7914
Maranhão	0	0	0
Paraíba	1	1	1
Pernambuco	0,6899	0,5103	0,6001
Piauí	0,1029	0,0829	0,0929
Rio Grande do Norte	0,4614	0,4260	0,4437
Sergipe	0,3499	0,2474	0,2986

Fonte: Elaboração própria.

Mas vale ressaltar que, mesmo com o bom resultado do índice sintético para essa dimensão do estado da Paraíba, os estados de Pernambuco, Ceará e Bahia ainda apresentam, em valores absolutos, maior destaque dentro da região Nordeste. Já para os valores absolutos mais baixos, o Maranhão tem uma posição melhor somente em relação ao Piauí.

Sendo assim, o ranking da segunda dimensão ficou da seguinte forma:

Tabela 5.4
Ranking por dimensão – Produção Científica e Tecnológica (2010)

Ranking	Unidade da Federação
1º	Paraíba
2º	Ceará
3º	Bahia
4º	Pernambuco
5º	Alagoas
6º	Rio Grande do Norte
7º	Sergipe
8º	Piauí
9º	Maranhão

Fonte: Elaboração própria.

Percebe-se principalmente nos estados do Maranhão, Sergipe e Piauí que, seja em valores absolutos ou relativos dos indicadores, seja no resultado do índice sintético por dimensão, esses três estados apresentam fragilidades no que diz respeito à produção científica e tecnológica.

Isso se configura num problema, uma vez que essa dimensão tenta representar a capacidade do corpo acadêmico e científico de produzir conhecimento, fator fundamental para o sucesso das inovações.

(3) Infraestrutura Tecnológica

A difusão das novas tecnologias depende, em grande parte, de uma infraestrutura tecnológica precedente que permita tal propagação. No cálculo do TAI, o PNUD usou como indicadores de infraestrutura tecnológica a penetração de telefone e consumo de energia elétrica.

Although leapfrogging is sometimes possible, technological advancement is a cumulative process, and widespread diffusion of older innovations is necessary for adoption of later innovations. Two indicators used here (telephones and electricity) are especially important because they are needed to use newer technologies and are also pervasive inputs to a multitude of human activities (DESAI *et al*, 2002, p. 100).

Considerando que ambos, penetração de telefone *per capita* e consumo de energia elétrica *per capita*, são importantes indicadores de infraestrutura tecnológica, os dois foram usados para representar essa dimensão, juntamente com a penetração de internet *per capita*, visto que a internet é um dos meios de difusão de inovações mais eficiente que existe hoje em dia.

O resultado do índice sintético dessa dimensão mostrou que nos primeiros lugares encontram-se os estados da Bahia, Sergipe e Pernambuco, com índices sintético de 0,87, 0,85 e 0,77, respectivamente, mostrando o quanto esses estados têm suas infraestruturas tecnológicas mais desenvolvidas que os demais.

O destaque negativo ficou por conta do estado do Piauí que, obteve índice-indicador igual a 0 (zero) em dois, dos três indicadores analisados, resultando num índice sintético por dimensão de 0,10. Foi o único estado dentro da região Nordeste que ficou abaixo do valor intermediário do índice, de 0,50, mostrando sua fragilidade quanto à infraestrutura tecnológica básica existente, primordial para a difusão de inovações.

Tabela 5.5
ICT por dimensão – Infraestrutura Tecnológica (2010)

Unidade da Federação	Infraestrutura tecnológica (3)			Índice sintético
	Índice Indicador			
	Penetração de telefone	Penetração de internet	Consumo de energia per capita	
Alagoas	0,6612	0,6039	0,5412	0,6021
Bahia	1	0,8478	0,7819	0,8766
Ceará	0,7661	1	0,3195	0,6952
Maranhão	0,5999	0	1	0,5333
Paraíba	0,6384	0,8607	0,3765	0,6252
Pernambuco	0,9782	0,8326	0,5030	0,7713
Piauí	0	0,3179	0	0,1060
Rio Grande do Norte	0,8795	0,7391	0,6783	0,7656
Sergipe	0,8731	0,8502	0,8324	0,8519

Fonte: Elaboração própria.

Mesmo ficando numa posição melhor que Sergipe, em valores absolutos, no indicador de penetração de telefone, o Piauí foi o último colocado, analisando-se os dados de penetração de internet e consumo de energia, em valores absolutos, reforçando sua posição de

último colocado também no ranking do índice sintético da dimensão de infraestrutura tecnológica básica. O ranking da terceira dimensão ficou estruturado da seguinte maneira:

Tabela 5.6
Ranking por dimensão – Infraestrutura Tecnológica (2010)

Ranking	Unidade da Federação
1º	Bahia
2º	Sergipe
3º	Pernambuco
4º	Rio Grande do Norte
5º	Ceará
6º	Paraíba
7º	Alagoas
8º	Maranhão
9º	Piauí

Fonte: Elaboração própria.

É possível que, se os valores de cálculo do índice não fossem relativos à população, os estados da Bahia, Ceará e Pernambuco ficariam nas primeiras colocações do índice sintético, uma vez que seus dados (absolutos) são os maiores da região, com exceção do consumo de energia elétrica, em que o Maranhão fica no lugar do Ceará entre os três estados da região que mais consomem energia elétrica (Kwh).

(4) Desenvolvimento de Habilidades Humanas

Um dos fatores mais importantes a ser avaliado quando se fala de capacitação tecnológica é a base educacional e a disponibilidade de recursos humanos qualificados.

A existência de uma massa crítica que possua os conhecimentos e as habilidades necessárias à manutenção do fluxo de inovações é condição indispensável ao sucesso inovador de um país e/ou região. O desenvolvimento socioeconômico tende a se basear, cada vez mais, na mobilização de capital de conhecimentos científicos e técnicos e nas habilidades cognitivas, as quais estão associadas, fundamentalmente, ao nível geral de educação da sociedade e à disponibilidade de profissionais com formação compatível com as exigências do desenvolvimento tecnológico (FERREIRA; ROCHA, 2004, p. 63).

A qualificação daqueles que vão lidar direta ou indiretamente com a tecnologia é indispensável. É necessário colocar aqui também a importância de habilidades cognitivas, mesmo que estas sejam de difícil, quase impossível, mensuração.

A critical mass of skills is indispensable to technological dynamism. Both creators and users of new technology need skills. Today's technology requires adaptability — skills to master the constant flow of new innovation. The foundations of such ability are basic education to develop cognitive skills and skills in science and mathematics. Cognitive skills are hard to define and measure (DESAI *et al*, 2001, p. 100).

Dada a importância desta dimensão, a mesma foi mensurada com um número maior de indicadores do que as demais dimensões. Isso porque essa é uma dimensão crucial para a criação e desenvolvimento de capacitações tecnológicas e porque há uma maior disponibilidade de dados que reflitam a disponibilidade de recursos humanos qualificados.

Então, foram cinco os indicadores que compuseram a dimensão de desenvolvimento de habilidades humanas: quantidade de pesquisadores cadastrados no GDP/CAPES dividida pela população, percentual da PEA com 15 ou mais anos de estudo, quantidade de doutores dividida pela população, pessoal de nível superior empregado dividido pelo total de empregados com todos os níveis de qualificação e quantidade de bolsas de pós-graduação *per capita*.

Mais uma vez é possível perceber o destaque da Paraíba em relação aos demais estados da região Nordeste, apresentando valor máximo em quatro dos cinco indicadores avaliados, totalizando num índice sintético de 0,91. Esse valor do índice sintético por dimensão da Paraíba ficou bem à frente do segundo colocado, que foi o Rio Grande do Norte, com índice sintético de 0,67.

O estado que apresentou o pior desempenho nessa dimensão foi o Maranhão, com um índice sintético de aproximadamente 0,008. Contrastando com a Paraíba, o Maranhão apresentou piores resultados em quatro dos cinco índices-indicadores, com exceção de pessoal de nível superior empregado, que ficou com Alagoas.

Esse resultado mostra a debilitação do estado do Maranhão em relação à sua base educacional e à disponibilidade de recursos humanos qualificados, que possam contribuir para o desenvolvimento de novas tecnologias dentro do estado.

Tabela 5.7
ICT por dimensão – Desenvolvimento de Habilidades Humanas (2010)

Unidade da Federação	Desenvolvimento de habilidades humanas (4)					Índice sintético
	Índice Indicador					
	Pesquisadores cadastrados no GDP/CNPq /hab.	PEA com 15 ou mais anos de estudo (%)	Quantidade de doutores/hab.	Pessoal de nível superior empregado / total de empregados	Bolsas de pós-graduação/hab.	
Alagoas	0,3652	0,2127	0,3207	0	0,0455	0,1888
Bahia	0,4595	0,2724	0,3636	0,4399	0,1086	0,3288
Ceará	0,3195	0,3201	0,3099	0,2556	0,2444	0,2899
Maranhão	0	0	0	0,0397	0	0,0079
Paraíba	1	1	1	0,5948	1	0,9190
Pernambuco	0,5301	0,6044	0,5839	0,0243	0,2752	0,4036
Piauí	0,2847	0,5348	0,2385	1	0,0675	0,4251
Rio Grande do Norte	0,9422	0,6402	0,8438	0,2320	0,7336	0,6784
Sergipe	0,7142	0,5805	0,6620	0,2322	0,2561	0,4890

Fonte: Elaboração própria.

Nessa dimensão também ocorre o mesmo que nas anteriores: caso os dados não fossem relativizados pela população de cada estado, muito provavelmente Bahia, Pernambuco e Ceará apresentariam os três maiores índices sintéticos dessa dimensão. Porém, proporcionalmente a sua população, a Paraíba apresenta melhores resultados em habilidades humanas necessárias para o desenvolvimento de novas tecnologias.

O ranking da quarta dimensão ficou estruturado da seguinte forma:

Tabela 5.8
Ranking por dimensão – Desenvolvimento de habilidades humanas (2010)

Ranking	Unidade da Federação
1º	Paraíba
2º	Rio Grande do Norte
3º	Sergipe
4º	Piauí
5º	Pernambuco
6º	Bahia
7º	Ceará
8º	Alagoas
9º	Maranhão

Fonte: Elaboração própria.

No ranking é possível visualizar que Pernambuco, Bahia e Ceará ocupam posições vizinhas, ficando em 5º, 6º e 7º lugar, respectivamente. Ressalta-se novamente que, se não fossem os dados serem relativizados pela população, esses três estados ocupariam as três primeiras posições do índice sintético dessa dimensão.

(5) Capacitação das empresas

As empresas desempenham um papel fundamental no caminho percorrido pela inovação, desde a sua concepção até a sua entrada no mercado, principalmente nesta última fase. Geralmente, é a firma a responsável por “mostrar ao mundo” o resultado do processo inovativo, colocando um novo produto ou processo no mercado.

Além disso, em países mais desenvolvidos, muitas firmas têm laboratórios de P&D, responsáveis pela criação e desenvolvimento de conhecimento científico, buscando sempre a inovação.

O grau de participação e envolvimento das empresas na condução e financiamento das atividades de pesquisa é uma característica que distingue os sistemas nacionais de inovação. Diferentemente do que ocorre em países caracterizados por um sistema nacional de inovação maduro, nas economias em desenvolvimento, o número de pesquisadores e o financiamento de projetos de pesquisa e desenvolvimento se concentram na esfera pública (FERREIRA; ROCHA, 2004, p. 64).

No caso das regiões em desenvolvimento, como é o caso do Nordeste, há poucas empresas que desenvolvam pesquisas voltadas para o processo inovativo. Há um esforço considerável de fortalecer cada vez mais as incubadoras de empresas, que conseguem, junto às universidades e institutos de pesquisa, desenvolver novos produtos e processos.

O estudo recente de Alon (2013) trouxe dados sobre as incubadoras existentes na região Nordeste, mostrando que havia, até o ano passado, 35 incubadoras e 93 empresas incubadas. Alon mostra que as incubadoras nordestinas pesquisadas sofrem diversas dificuldades, seja de restrição de recursos financeiros, falhas estruturais e de administração e falta de um comportamento empresarial.

Para o presente estudo, não foi possível usar o número de incubadoras como um dos indicadores dessa dimensão, uma vez que não foram encontrados dados disponíveis para o

ano de 2010. Assim sendo, foram usados: exportação de bens de capital dividido pelo total de exportações e importação de bens de capital dividido pelo total de importações.

Sabe-se que existe certa fragilidade quanto aos dados escolhidos para compor essa dimensão, visto que o comércio exterior de bens de capital das empresas nordestinas é bem reduzido e não tem muita expressão dentro da pauta de exportações e importações. Porém, reconhecendo a importância dessa dimensão para as capacitações tecnológicas, optou-se por mantê-la no cálculo do ICT, com dados de exportação e importação de bens de capital. Mas, acredita-se que seja possível, em futuros estudos, procurar dados mais consistentes que retratem mais fielmente o comportamento dessa dimensão, ajudando a aprimorar os resultados finais do cálculo do ICT.

Como resultado do índice sintético da dimensão de capacitação de empresas, o estado que obteve melhor resultado foi Pernambuco, com um índice sintético de 0,65, seguido de perto pela Paraíba, com 0,63. Mais uma vez Maranhão e Piauí apresentam os piores índices entre os estados nordestinos. Outro estado que também apresentou um índice sintético ruim foi Alagoas.

Tabela 5.9
ICT por dimensão – Capacitação das Empresas (2010)

Unidade da Federação	Capacitação das empresas (5)		
	Índice Indicador		Índice sintético
	Exportação de bens de capital/hab.	Importação de bens de capital/hab.	
Alagoas	0,0328	0,3412	0,1870
Bahia	0,2334	0,2788	0,2561
Ceará	0,4938	0,2845	0,3891
Maranhão	0,0001	0	0,0001
Paraíba	0,7535	0,5123	0,6329
Pernambuco	1	0,2961	0,6481
Piauí	0	0,1206	0,0603
Rio Grande do Norte	0,0155	1	0,5077
Sergipe	0,3138	0,4059	0,3598

Fonte: Elaboração própria.

Existe um esforço de melhorar a capacitação tecnológica das empresas, através de parcerias firmadas pelo SEBRAE, juntamente com o BNB, Federações de Indústrias e as

secretarias estaduais, mas ainda é um movimento lento e que necessita de maior adesão, principalmente por parte das empresas.

O ranking da quinta, e última, dimensão do índice sintético ficou estruturado da forma apresentada na tabela 5.10 abaixo.

Tabela 5.10
Ranking por dimensão – Capacitação das Empresas (2010)

Ranking	Unidade da Federação
1º	Pernambuco
2º	Paraíba
3º	Rio Grande do Norte
4º	Ceará
5º	Sergipe
6º	Bahia
7º	Alagoas
8º	Piauí
9º	Maranhão

Fonte: Elaboração própria.

Se formos considerar os valores absolutos de exportação e importação, os primeiros colocados seriam Bahia, Pernambuco e Ceará, nessa ordem. Porém, ao dividir pelo total de exportações e importações, para encontrar a participação dos bens de capital nas pautas de importação e exportação, o resultado passa a ser o encontrado pelo cálculo do índice.

Reafirma-se a necessidade de melhorar, em possíveis estudos futuros, os indicadores utilizados para representar melhor essa dimensão, que tem tamanha importância no desenvolvimento das capacitações tecnológicas.

5.2 A evolução da Capacitação Tecnológica no Nordeste

Depois de calculados os índices sintéticos por dimensão, foi possível calcular o índice geral de esforço tecnológica para os estados da região Nordeste no ano de 2010 e estudar a evolução desses indicadores por meio do escalonamento multidimensional.

Dado o comportamento dos índices sintéticos por dimensão analisados acima, o estado da Paraíba obteve o melhor resultado geral, como um ICT de 0,80, ficando à frente na

classificação e se destacando bastante em relação aos demais. Já o Maranhão foi o destaque negativo dos resultados, obtendo um ICT de 0,14, reflexo das suas fragilidades já percebidas na análise dos índices por dimensão.

Tabela 5.11
Índice de Capacitação Tecnológica Estadual (2010)

Unidade da Federação	Índice de Capacitação Tecnológica (ICT)
Alagoas	0,3447
Bahia	0,5271
Ceará	0,5200
Maranhão	0,1424
Paraíba	0,8032
Pernambuco	0,5101
Piauí	0,2085
Rio Grande do Norte	0,6412
Sergipe	0,4635

Fonte: Elaboração própria.

O ranking do Índice de Capacitação Tecnológica estadual geral ficou da seguinte forma:

Tabela 5.12
Ranking do Índice de Esforço Tecnológico Estadual (2010)

Ranking	Unidade da Federação
1º	Paraíba
2º	Rio Grande do Norte
3º	Bahia
4º	Ceará
5º	Pernambuco
6º	Sergipe
7º	Alagoas
8º	Piauí
9º	Maranhão

Fonte: Elaboração própria.

Seguindo a classificação de estágios proposta por Ferreira e Rocha (2004), pode-se dizer que as capacitações tecnológicas dos estados da região Nordeste estão assim configuradas:

- (1) Líderes ($ICT \geq 0,8$): são os estados com capacitações tecnológicas mais avançadas, capazes de criar e manter suas taxas de inovação num nível mais alto. Desse estágio, somente faz parte o estado da Paraíba.
- (2) Intermediários ($0,79 < ICT \leq 0,40$): são os estados com capacitações tecnológicas intermediárias, possuindo importantes competências humanas e infraestrutura tecnológica. Nesse estágio estão os estados do Rio Grande do Norte, Bahia, Ceará, Pernambuco e Sergipe.
- (3) Menos avançados ($0,39 < ICT \leq 0,10$): nesse estágio estão os estados com as capacitações tecnológicas menos desenvolvidas dentro da região Nordeste, como Alagoas, Piauí e Maranhão.

Para complementar essa análise do índice de esforço tecnológico por estado da região Nordeste, aplicou-se o escalonamento multidimensional, que é um modelo de distância espacial que representa dados de proximidade, referentes à semelhança ou dissemelhança entre as variáveis.

Dessa forma, espera-se que o mapa mostre os estados que têm capacitações tecnológicas mais próximas juntos e aqueles com capacitações tecnológicas mais dissemelhantes aparecerão em pontos mais distantes.

Como a metodologia do TAI, que foi usada para calcular o ICT, não permite uma análise temporal, usaram-se os dados sintéticos para o ano de 2007⁸, para ver se houve mudanças deste ano para 2010 na maneira como estão dispostos os estados em relação às suas capacitações tecnológicas.

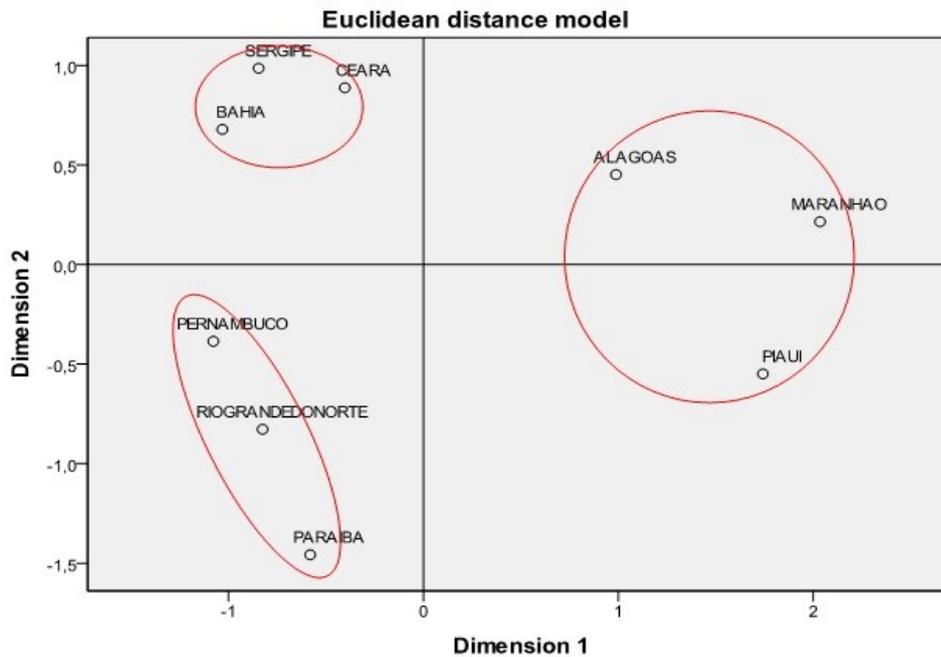
Em relação à qualidade do ajuste do modelo de escalonamento, para criação do mapa das capacitações tecnológicas dos estados do NE no ano de 2007, este apresentou um *stress* de 0,12, que é considerado razoável pela tabela de Kruskal (1964). Além disso, apresentou um RSQ de ajuste igual a 0,96, o que indica uma boa aproximação para configuração dos dados originais.

O mapa das capacitações tecnológicas por estado da região Nordeste para o ano de 2007, ficou conforme a figura 5.1. Acredita-se que a dimensão 1, posta no mapa, represente as

⁸ Tabela com índices sintéticos disponível no Apêndice A.

capacitações empresariais e a infraestrutura tecnológica, pela proximidade desses dados. A dimensão 2 representa as capacitações científicas, ligadas à prioridade governamental, produção científica e tecnológica e ao desenvolvimento de habilidades humanas.

Figura 5.3
Mapa de Capacitação Tecnológica Estadual – 2007



Fonte: Output do SPSS.

O mapa acima representa uma estrutura de Ciência, Tecnologia e Inovação, relacionando-a com uma estrutura empresarial que, juntas influenciam na homogeneidade ou dispersão dos indicadores.

O ideal seria que não houvesse dissemelhança entre os estados, havendo uma homogeneidade, o que implicaria numa proximidade das capacitações tecnológicas estaduais. Isso significaria que, quanto mais próximos os estados estivessem uns dos outros no mapa, mais semelhantes seriam as suas capacitações tecnológicas.

Porém, com esse mapa, foi possível perceber a formação de três grupos com três estados cada, em relação às suas capacitações tecnológicas. O primeiro deles foi formado por Rio Grande do Norte, Pernambuco e Paraíba; o segundo por Bahia, Ceará, Sergipe e o terceiro com Alagoas, Maranhão e Piauí.

Vale ressaltar que o fator que mais está contribuindo para formação desses grupos na dimensão 1 é o índice sintético de capacitação das empresas e na dimensão 2 é o índice sintético de prioridade governamental em C&T.

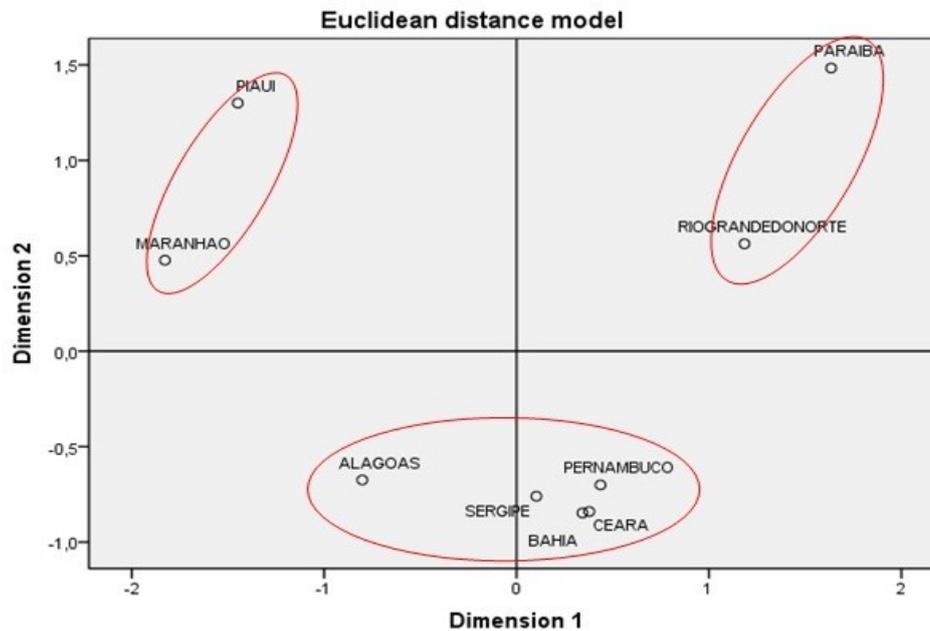
Para o ano de 2010, há indícios de mudança na maneira como as capacitações tecnológicas estaduais estavam configuradas, havendo modificações na disposição dos estados no mapa.

Em relação à qualidade do ajuste do modelo de escalonamento, para criação do mapa das capacitações tecnológicas dos estados do NE no ano de 2010, este apresentou um *stress* de 0,17, que é considerado razoável pela tabela de Kruskal (1964). Além disso, apresentou um RSQ de ajuste igual a 0,95, o que indica uma boa aproximação para configuração dos dados originais.

Vê-se também que houve uma diminuição da dispersão dos indicadores na dimensão 2, relacionados com prioridade governamental, produção científica e tecnológica e ao desenvolvimento de habilidades humanas, o que pode indicar ter havido uma redução da disparidade intrarregional nessa dimensão.

Com o mapa da figura 5.4 foi possível perceber a formação de três grupos de estados, em relação às suas capacitações tecnológicas. O primeiro deles, composto por dois estados, foi formado pela Paraíba e Rio Grande do Norte; o segundo, com cinco estados, formado por Pernambuco, Bahia, Ceará, Sergipe e, um pouco mais afastado, Alagoas; e o terceiro, também com dois estados, por Maranhão e Piauí.

Figura 5.4
Mapa de Capacitação Tecnológica Estadual – 2010



Fonte: Output do SPSS.

Analisando e fazendo uma comparação entre os dois mapas, para 2007 e 2010, parece haver indícios de que houve uma maior homogeneização entre alguns estados, que, no ano de 2007 estavam mais dispersos e, em 2010, apareceram mais próximos; é o caso de dois dos três grupos formados.

O maior grupo (segundo grupo), formado por Pernambuco, Bahia e Ceará (mais próximos), Sergipe e, mais afastado, Alagoas parecem ter suas capacitações tecnológicas com menos disparidades que os demais. Isso não significa dizer, por exemplo, que Alagoas conseguiu se igualar a Pernambuco, Bahia e Ceará, em termos de capacitação tecnológica, mas sim que conseguiu, ao que parece, ter reduzido algumas dissemelhanças com esses estados, no âmbito das capacitações tecnológicas.

Os outros dois grupos, um formado por Paraíba e Rio Grande do Norte e o outro por Maranhão e Piauí, estão em polos opostos de distância do maior grupo, o que indica que as capacitações desses dois grupos estão mais díspares em relação ao segundo grupo.

Trazendo de volta o resultado do ICT e baseando-se na análise da terceira seção deste trabalho sobre as políticas de ciência e tecnologia nos estados do Nordeste, talvez seja possível afirmar que Paraíba e Rio Grande do Norte avançaram mais do que o segundo grupo em suas capacitações tecnológicas, principalmente em relação à dimensão de capacitação

científica e habilidades humanas, enquanto que os estados do Maranhão e Piauí evoluíram menos.

Acredita-se que o REUNI (Reestruturação e Expansão das Universidades Federais), programa do Governo Federal lançado em 2007, foi um dos fatores que mais contribuiu para a evolução das capacitações científicas e as habilidades humanas nos estados da região Nordeste. O programa ampliou o acesso dos estudantes às universidades públicas, bem como melhorou e ampliou a estrutura física destas, além de ampliar o contingente de recursos humanos, contratando mais professores.

O programa do REUNI não tratava somente de melhoras quantitativas nos dados referentes ao ensino superior brasileiro, mas também de melhorias qualitativas. Além da criação de 14 novas universidades, o programa também previa a expansão das universidades já existentes, com a criação de novos campus em cidades mais afastadas. No caso de Alagoas, por exemplo, foi possível o processo de interiorização da Universidade Federal de Alagoas, com a criação do Campus Arapiraca em 2006 e do Campus do Sertão em 2010.

Além disso, foi possível perceber um movimento de fortalecimento dos cursos de pós-graduação das universidades federais brasileiras. No nordeste, de 2007 a 2010, houve um crescimento médio de aproximadamente 30% no número de cursos de pós-graduação na região. Os investimentos federais da Capes em bolsas e fomentos também apresentaram uma evolução considerável nesse mesmo período, crescendo cerca de 160%, reflexo da forte política nacional de apoio ao fortalecimento do ensino superior brasileiro.

Ora, se a política nacional de fortalecimento das capacitações científicas e das habilidades humanas cresceu mais ou menos de forma homogênea dentro da região Nordeste, é possível apontar que os esforços estaduais de secretarias de C&T, FAP's, incubadoras, institutos tecnológicos e universidades, atrelados ao incentivo federal, tenham sido o grande diferencial que fez com que os estados da Paraíba e do Rio Grande do Norte apresentassem um maior desenvolvimento de suas capacitações tecnológicas, em relação aos demais.

No caso do Rio Grande Norte vale destacar as ações do Centro de Tecnologias do Gás e Energias Renováveis (CTGAS-ER), que vem atuando na educação profissional, desenvolvimento tecnológico e na prestação de serviços ao setor, principalmente referentes à energia eólica. Desde 2009, o Brasil percebeu a importância da geração desse tipo de energia e o Rio Grande do Norte apresenta grande destaque, possuindo, hoje, a maior capacidade instalada do país.

Além disso, o Instituto Internacional de Neurociência de Natal Edmond e Lili Safra, liderado pelo neurocientista Dr. Miguel Nicolelis, também foi um dos grandes receptores de investimentos no período de 2007 a 2010. O IINN-ELS, em parceria com a Universidade Federal do Rio Grande do Norte, tem o objetivo de desenvolver pesquisas em neurociências.

No caso do estado da Paraíba, essa evolução é percebida, principalmente, com o fortalecimento da Universidade Federal de Campina Grande. Aliás, como já foi dito anteriormente, a cidade de Campina Grande está entre os setenta e quatro polos tecnológicos do país e é lá que está instalado o Parque Tecnológico da Paraíba, que faz a ligação entre a universidade e as empresas. A cidade conta com mais de cem empresas de tecnologia de informação (TI) e o maior número, proporcional à população, de PhD's do Brasil.

Nos últimos anos, o setor de tecnologia do estado da Paraíba, aumentou suas exportações de softwares e hardwares para mais de quarenta e três países, tendo clientes como Nokia, HP, Petrobras e Interpol. Além disso, os trabalhos desenvolvidos pelos centros de tecnologia paraibanos têm influenciado na criação de novas empresas de tecnologia no local, além de atrair grandes multinacionais, como é o caso da Nokia, que instalou o Instituto Nokia de Tecnologia, centro de pesquisas sem fins lucrativos, em Campina Grande.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A importância da tecnologia para o crescimento econômico dos países já fazia parte das discussões propostas por diversos autores, entre eles Karl Marx, que reconhecia a importância do avanço tecnológico para a evolução do capitalismo. Porém, foi a partir dos estudos de Schumpeter (1984), que o papel da inovação tecnológica na dinâmica capitalista teve real destaque. Ele, através de sua teoria, internalizou a atividade científica e inventiva à firma (FREEMAN e SOETE, 2008).

Os neoschumpeterianos, fundamentados na teoria de Schumpeter, desenvolveram estudos, nas décadas de 1970 e 1980, que traziam uma analogia da Economia com as Ciências Biológicas, tentando entender o caráter evolutivo do capitalismo e do processo de mudança tecnológica. Os trabalhos de Dosi (1988), um dos representantes da corrente inglesa neoschumpeteriana, apresentam-se como um complemento à teoria evolucionista e mostram que o acúmulo das capacidades tecnológicas é de fundamental importância para o sucesso da introdução de inovações numa economia.

Porém, o sucesso da introdução ou desenvolvimento de uma inovação em uma determinada região vai depender de um conjunto de recursos específicos. Bell e Pavitt (1995), assim como outros autores neoschumpeterianos, desenvolveram o conceito de capacitação tecnológica como o conjunto de recursos necessários (habilidades, conhecimentos e experiências) tanto no sentido de gerar mudanças tecnológicas, quanto de geri-las, passando sempre pelo processo de aprendizagem.

Dada a importância da introdução de inovações para o crescimento econômico de uma região e a necessidade de ter capacitações tecnológicas bem desenvolvidas para tentar garantir o sucesso dessas inovações, buscou-se avaliar como estavam configuradas as capacitações tecnológicas para os estados da região Nordeste no ano de 2010.

A maior parte dos estudos encontrados que versam sobre o tema das capacitações tecnológicas é voltada para os países industrializados. E, mesmo em estudos brasileiros, são raros os estudos sobre as capacitações tecnológicas voltados especificamente para o Nordeste.

Utilizando a mesma metodologia desenvolvida pelo PNUD para calcular o *Technology Achievement Index*, foi desenvolvido o Índice de Capacitação Tecnológica – ICT para os estados da região Nordeste. O ICT contemplou cinco dimensões que, acredita-se, tentaram representar as capacitações tecnológicas: prioridade governamental em C&T,

produção científica e tecnológica, infraestrutura tecnológica, desenvolvimento de habilidades humanas e capacitação das empresas.

Como resultado do ICT, o estado da Paraíba foi o que apresentou a melhor configuração de suas capacitações tecnológicas, obtendo um ICT igual a 0,80. Esse resultado positivo foi reflexo do bom desempenho da Paraíba na análise por dimensão, obtendo os maiores índices sintéticos em três das cinco dimensões analisadas para o ano de 2010.

No caso paraibano, as três dimensões nas quais o estado se sobressaiu em relação aos demais dentro da região foram aquelas ligadas à capacitação científica e ao desenvolvimento de habilidades humanas. Isso é fruto do aumento substancial de investimentos federais e estaduais voltados à ciência e a tecnologia, que, aparentemente, surtiram um efeito maior em estados que já possuíam capacitações instaladas, como é o caso da Paraíba.

A Paraíba foi um dos estados nordestinos que mais aumentou o seu percentual de dispêndio em Ciência e Tecnologia em relação às suas receitas totais, saindo da sexta posição, num ranking regional, ocupada em 2005, para a primeira posição em 2010, sendo o estado nordestino com maior percentual de dispêndio com C&T em relação às receitas, com 2,09%.

A cidade de Campina Grande, no interior da Paraíba, é um dos setenta e quatro polos tecnológicos do país, segundo a Associação Nacional de Entidades Promotoras de Empreendimentos Inovadores (Anproteca). A cidade reúne cerca de cem empresas de tecnologia da informação (TI) e tem o maior número de PhD's proporcional do Brasil. Campina Grande conta ainda com o Parque Tecnológico da Paraíba, um dos quatro primeiros parques tecnológicos construídos no Brasil, voltado para o avanço científico e tecnológico do estado.

O segundo estado com melhor resultado do ICT foi o Rio Grande do Norte, com ICT igual a 0,64. No caso potiguar, as dimensões que têm maior destaque são a prioridade governamental em C&T, desenvolvimento de habilidade humanas e infraestrutura tecnológica.

O desenvolvimento de tecnologias ligadas às energia renováveis, em especial à energia eólica, tem se tornado o diferencial do Rio Grande do Norte frente aos demais estados da região. O Centro de Tecnologias do Gás e Energias Renováveis (CTGAS-ER) vem atuando na educação profissional, no desenvolvimento tecnológico e na prestação de serviços ao setor. Além disso, o Rio Grande do Norte é o terceiro maior produtor de petróleo do país, de acordo com dados para 2013 da Agência Nacional de Petróleo – ANP.

Além disso, Natal também conta com o Instituto Internacional de Neurociência Edmond e Lili Safra, liderado pelo neurocientista Dr. Miguel Nicolelis, sendo o instituto um dos grandes receptores de investimentos no período de 2007 a 2010 no estado. Recentemente, alguns pesquisadores saíram do IINN, formando outro centro de estudos em Neurociências na UFRN, o Instituto do Cérebro (ICE).

Ter esses dois estados nas primeiras colocações na avaliação das capacitações tecnológicas da região Nordeste, definitivamente, foi um resultado diferente do esperado principalmente porque, historicamente, os estados de Pernambuco, Ceará e Bahia destacam-se dentro da região. Levando em consideração a participação do PIB industrial desses estados dentro do PIB industrial da região, por exemplo, tem-se, respectivamente: 16,6%, 14,9% e 37,8%. A dissociação entre investimentos em CT&I e industrialização pode estar mostrando que o paradigma industrial vigente Nordeste é o antigo, onde se acreditava que a importação de tecnologia resolvia.

Analisando os fatores que levaram a esse resultado, algumas considerações podem ser feitas. A primeira é mais voltada para questões metodológicas de cálculo do índice. Em boa parte dos dados analisados, esses três estados possuíam valores absolutos maiores que os demais. Porém, ao relativizar os dados absolutos dos estados em função das suas respectivas populações, Paraíba e Rio Grande do Norte, com populações menores, ficaram à frente. Apesar de ser um fator relevante, aqui, este não é considerado o fator mais decisivo no resultado do índice.

O segundo fator, que pode ter sido mais importante que o primeiro para o resultado do índice, pode ter sido o fato de que Bahia, Pernambuco e Ceará evoluíram menos que Paraíba e Rio Grande do Norte no que diz respeito aos gastos estaduais com Ciência e Tecnologia.

Seguindo o ranking dos estados em relação às suas capacitações tecnológicas, obtido com o ICT, apareceram Bahia, Ceará, Pernambuco, Sergipe, Alagoas, Piauí e Maranhão, nesta ordem. Vale ressaltar que esses dois últimos estados apresentaram os piores resultados da região em quase todas as dimensões analisadas, com exceção, para o Piauí, em prioridade governamental em C&T e desenvolvimento de habilidades humanas.

Como a metodologia do TAI, que foi utilizada para calcular o ICT, não permite uma comparação entre dois momentos diferentes, utilizou-se o modelo de escalonamento multidimensional para fazer um exercício de comparação entre os anos de 2007 e 2010,

tentando perceber que estados tinham suas capacitações menos heterogêneas, aparecendo mais próximos num mapa de percepção, e quais estados tinham capacitações mais heterogêneas em relação aos demais.

Como resultado do escalonamento multidimensional, foram criados dois mapas de percepção, um para cada ano, posicionando os estados de acordo com as distâncias euclidianas entre seus índices sintéticos de capacitação tecnológica. Assim, os mapas mostraram que, os estados cujas capacitações tecnológicas são menos dissemelhantes apareceram mais próximos, e os estados com capacitações tecnológicas mais díspares aparecem mais distantes uns dos outros.

Dessa forma, nos dois anos analisados formaram-se três grupos dentro da região Nordeste, apontando que os estados que compõem cada grupo têm capacitações tecnológicas menos dissemelhantes em relação ao grupo e mais dissemelhante em relação aos demais grupos. Isso não quer dizer que, dois estados que participem do mesmo grupo tenham capacitações tecnológicas iguais; somente significa dizer que estas não são tão heterogêneas quando comparadas às dos outros estados de outro grupo. Uma menor heterogeneidade pode refletir uma condição de similaridade da ação de política pública desses estados, aumentando os ganhos de escala nos instrumentos para essa ação.

Ademais, considera-se o Nordeste como uma região onde existe uma dualidade tecnológica profunda, convivendo setores produtivos usuários de tecnologia de ponta, de um lado, e do outro, um conjunto grande de indústrias tradicionais e tecnologicamente defasadas. Os mapas sinalizam para melhor entender esse quadro, uma vez que se percebe os esforços de cada estado na direção de construir um sistema local de inovação.

É o caso de Alagoas e Pernambuco, por exemplo. No ano de 2007, esses estados apareceram em grupos diferentes, mas no ano de 2010 já apareceram no mesmo grupo. Esse resultado não significa que Alagoas conseguiu equiparar-se a Pernambuco em suas capacitações tecnológicas. Talvez, seja possível dizer que o esforço que Alagoas tem feito no âmbito da Ciência e Tecnologia, reduziu, em alguma medida, a grande disparidade de capacitação tecnológica que existe entre esses dois estados.

A questão da introdução de inovações ainda é algo muito rarefeito dentro da região Nordeste. Como foi mostrado anteriormente⁹, fazendo comparações regionais, o Nordeste fica

⁹ Ver página 38 deste trabalho.

bem atrás do Sul e, principalmente, do Sudeste no percentual de empresas industriais que realizam de fato inovações de produtos ou processos.

Dessa forma, é muito difícil afirmar que os resultados do Índice de Capacitação Tecnológica encontrados no presente trabalho podem refletir a inovação, propriamente dita, realizada pelos estados nordestinos no ano de 2010. Mas não se pode negar que há uma preocupação geral dentro da região em criar um sistema local de inovações que seja fortalecido o suficiente para dar suporte às inovações.

Outro aspecto que reforça essa visão de esforço dos estados nordestinos é a recente elaboração do *Plano de Ciência, Tecnologia e Inovação para o Desenvolvimento Sustentável do Nordeste Brasileiro* (CGEE, 2014), com o objetivo de consolidar o ambiente de CT&I da região. O Plano mostra que o Nordeste se aproveitou do cenário econômico favorável e teve sua base científica e tecnológica impactadas pelas políticas nacionais de CT&I.

Então, seria coerente afirmar que esse índice, usado em outros estados do Brasil e até em outros países como um índice de inovação, no caso nordestino, reflete mais o atual esforço tecnológico por parte dos estados no sentido de criar e consolidar um sistema de local de inovação capaz de desenvolver as capacitações tecnológicas fundamentais para a introdução de inovações.

Todos os estados, diante dos resultados encontrados, estão fazendo um esforço para criar ou ampliar suas capacitações tecnológicas; uns mais, como é o caso da Paraíba e o do Rio Grande do Norte, e outros menos, como é o caso do Maranhão e Piauí.

Com os resultados obtidos através do escalonamento multidimensional, talvez seja possível afirmar que houve, entre 2007 e 2010, mudanças na configuração regional das capacitações tecnológicas, principalmente as capacitações científicas e as habilidades humanas, reduzindo as dissimilaridades de capacitações tecnológicas entre alguns estados da região Nordeste. Isso mostra que os investimentos em C,T&I implementados em nível federal, mas operacionalizados pelos governos estaduais, através de políticas de Ciência e Tecnologia, podem estar contribuindo para o desenvolvimento regional, pelo menos no sentido de tentar criar um ambiente propício à introdução de inovações.

Fica, portanto, a lacuna dos demais indicadores que não estão indicando melhorias e necessitam ser trabalhados pelos estados por meio de uma política pública de CT&I e de Desenvolvimento Produtivo. Fica, então, a sugestão para pesquisa futura investigar quais determinantes para o desenvolvimento e absorção de tecnologias pelas firmas nordestinas,

haja vista, que esse é o principal indicador que permitirá a sustentabilidade do desenvolvimento das capacitações tecnológicas no Nordeste.

O presente trabalho foi uma tentativa de discutir como estão configuradas as capacitações tecnológicas para os estados da região Nordeste no ano de 2010. Reitera-se a necessidade de continuidade do debate e dos estudos acerca deste tema, dada a sua importância para o desenvolvimento regional.

REFERÊNCIAS

ALON, I. **Entrepreneurship in Northeast Brazil: an evaluation of business incubators in the region**. Dissertação de mestrado. Lisboa, 2013.

ANJOS, K. P. **Capacitações tecnológicas do setor sucroenergético do Nordeste**. Dissertação de Mestrado – UFAL. Maceió, 2012.

ARAÚJO, T. B. de. **O voto do Nordeste: para além do preconceito**. Matéria publicada na revista Carta Maior (2010). Edição Online. Disponível em: <http://www.cartamaior.com.br/?/Editoria/Politica/O-voto-do-Nordeste-para-alem-do-preconceito/4/16134>. Acessado em 25 de junho de 2014.

ARCHIBUGI, D. e MICHIE, J. **Trade, Growth and Technical Change**. 1st edition. Cambridge: Cambridge University Press, 1988.

ARCHIBUGI, D. e COCO, A. **A New Indicator of Technological Capabilities for Developed and Developing Countries (ArCo)**. World Development, vol. 32, nº 4, pp. 629-654, 2004.

ARTHUR, W. B. **Competing Technologies, Increasing Returns, and Lock-in by Historical Small Events**. In: ARTHUR, W. B. *Increasing Returns and Path Dependence in the Economy*. Ann Arbor: University of Michigan Press, 1994.

ARUN, T; CHEN, S. **Openness, technological capabilities and regional disparities in China**. Ed. 71 do Working Paper Series, University of Manchester. Manchester: Centre on Regulation and Competition, 2004.

BEE, Y. A. W. e GEETA, B. **Technological capability and firm efficiency in Taiwan (China)**, The World Bank Economic Review, 12 (1), 59-79. 1998.

BELL, M; PAVITT, K. **Technological accumulation and industrial growth: contrast between developed and developing countries**. *Industrial and Corporate Change*, v. 2, n. 2, p. 157-210, 1993.

_____. The development of technological capabilities. In: UL HAQUE, I. **Trade, technology and international competitiveness**. Washington, DC: The World Bank, p.69-101, 1995.

CASSIOLATO, J. E.; LASTRES, H. **Discussing innovation and development: Converging points between the Latin American school and the Innovation Systems perspective?**. GLOBELICS, 2008.

CAVALCANTE, L. R. **Desigualdades regionais em ciência, tecnologia e inovação (CT&I) no Brasil: Uma análise de sua evolução recente**. IPEA. Texto para discussão 1574. Rio de Janeiro, 2011.

CHIAPPIN, J. R. N. **O paradigma das civilizações, o realismo político e a nova estratégia de contenção**. São Paulo: Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo, 1996.

_____. **Os fundamentos teóricos do programa do realismo em política internacional: A concepção de Morgenthau e a política de poder**. São PAULO, 1997.

CORAZZA, R. & FRACALANZA, P. **Caminhos do pensamento neo-schumpeteriano**. *Nova Economia*, Belo Horizonte, 14 (2): 127-155. 2004.

COUTINHO, L. et al. **A Inserção Competitiva do Nordeste: Proposta para a Contribuição da Ciência e Tecnologia**. Relatório de Pesquisa, Fortaleza: Banco do Nordeste, 2001.

CIMOLI, M.; DOSI, G. **Tecnología y desarrollo: algunas consideraciones sobre los recientes avances en la economía de la innovación**. In: GOMEZ; SANCHEZ; DE LA PUERTA (Org.). *El cambio tecnológico hacia el nuevo milenio: debates e nuevas teorías*. Barcelona. Icaria, 1993.

CORRAR, L. J., PAULO, E. e FILHO, J. M. D. (coord.) **Análise Multivariada: para os cursos de administração, ciências contábeis e economia**. São Paulo. Atlas, 2009.

DESAI *et al.* **Measuring the Technology Achievement of Nations and the Capacity to Participate in the Network Age**. Journal of Human Development. PNUD, 2002.

DOSI, G. **Sources, procedures and economic effects of innovation**. Journal of Economic Literature, v.26, pp.1120-1171, set.1988. Traduzido por José Ricardo Fucidji.

EPE. **Balço Energético Nacional**. Séries históricas completas. Disponível em <<https://ben.epe.gov.br/default2010.aspx>>. Acessado em 20 de março de 2014.

FÁVERO, L. P. *et al.* **Análise de Dados: modelagem multivariada para tomada de decisões**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.

FERREIRA, M. A. T. e ROCHA, E. M. P. **Indicadores de ciência, tecnologia e inovação: mensuração dos sistemas de CT&I nos estados brasileiros**. *Ci. Inf.*, v. 32, nº 3, PP. 61-68, set/dez., 2004.

FEITOSA, C. O. **A importância da inovação para o desenvolvimento econômico local**. *Revista Economia Política do Desenvolvimento*, vol. 4, nº 12, p. 29-50. Maceió, set-dez. 2011.

FIGUEIREDO, P. N. **Technological learning and competitive performance**. Cheltenham, UK; Northampton, MA, USA: Edward Elgar Publishing, 2001.

_____. **Acumulação Tecnológica e Inovação Industrial: conceitos, mensuração e evidências no Brasil**. *São Paulo em Perspectiva*, v. 19, n.1, p. 54-69, 2005.

FREEMAN, C. **The Economics of Industrial Innovation**. 1st edition. Harmondsworth: Penguin; 2nd edition, London: Pinter. 1974.

_____. **The “National Innovational System” in historical perspective.** Nº 19, pp. 5-24. 1995.

_____. **Schumpeter’s ‘business cycles’ revisited.** Università degli Studi della Toscana, Viterbo, 1997.

FREEMAN, C; SOETE, L. **A economia da inovação industrial.** Campinas: Editora da Unicamp, 2008.

GEOCAPES. **Dados estatísticos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior.** Disponível em < <http://geocapes.capes.gov.br/geocapesds/>>. Acessado em 20 de março de 2014.

HAIR JR., J. F. *et al.* **Multivariate data analysis.** New Jersey: Prectice Hall, 1998.

HANSEN, D. L. **Tecnologia e mudança espacial.** Revista de Economia Política das Tecnologias e Comunicação. Vol. II, nº 2, jul-ago/2000.

IAMMARINO, S. *et al.* **Technological Capabilities and Patterns of Cooperation of UK Firms: A Regional Investigation.** Discussion paper nº 4129. Bonn: IZA, 2009.

JACOBSSON, S.; OSKARSSON C. **Educational statistics as an indicator of technological activity.** *Research Policy*, v. 24, p. 127-36, 1995.

KRUSKAL, J. B. **Multidimensional scaling by optmizing goodness off it to a nonmetric hypothesis.** *Psycometrika*, v. 29, n. 1, pp. 1-27. 1964.

LALL, S. **Technological capabilities and industrialization.** World Development, Oxford, vol. 20, nº 20, pp. 165-86. February, 1992.

LEVIN, R. C. *et al.* **Appropriating the Returns from Industrial Research and Development.** Brookings Pap. Econ. Act., 1987,3, pp. 783-820.

LIMA, J. P. R. e SICSÚ, A. B. **Regionalização das políticas de C&T: concepção, ações e propostas tendo em conta o caso do Nordeste.** Parcerias Estratégicas, nº 13. CGEE: Brasília, 2001.

LIST, F. **The National System of Political Economy,** English Edition (1904) London, Longman. 1841.

LUNDVALL, B.-A. **The Learning Economy. Challenges to economic theory and policy.** Paper presented at the Euro-Conference “National Systems of Innovation or the Globalisation of Technology?”. National Research Council, Rome, 1996.

MALECKI, E. J. **Technology and Economic Development: the Dynamic of Local, Regional and National Competitiveness.** London: Longman, 1997.

MANSFIELD, E.; TEECE, D; ROMEO, A. **Overseas research and development by US-based firms.** *Economica*, v. 46, p. 187- 196, May 1979.

MARX, K. e ENGELS, F. **Manifesto do Partido Comunista.** Vozes: Rio de Janeiro, 1996.

MCTI. **Indicadores Nacionais de Ciência, Tecnologia e Inovação.** Disponível em < <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/740.html?execview=>>. Acessado em 20 de março de 2014.

MTE. **Relação Anual de Informações Sociais.** Disponível em < <http://portal.mte.gov.br/rais/>>. Acessado em 20 de março de 2014.

_____. **Cadastro Geral de Empregados e Desempregados.** Disponível em < <http://portal.mte.gov.br/caged/>>. Acessado em 20 de março de 2014.

NELSON, R. **What is commercial and what is public about technology, and what should be.** In Rosemberg, N., Landau, R. and Mowery, D. (eds.), *Technology and the Wealth of Nations*. Stanford: Stanford University Press, 1992 (a).

_____. (Ed.). *National innovation systems: a comparative analysis*. New York : Oxford University, 1993.

NELSON, R. R.; WINTER, S. **In search of a useful theory of innovation.** *Research Policy*, 6(1): 36-76. 1977.

_____. **An evolutionary theory of economic change.** United States: Harvard U.P.,1982.

NOGUEIRA, A. A. O. **Capacitação tecnológica como instrumento de desenvolvimento e de inserção internacional: o caso da tecnologia da indústria automobilística.** Tese de Doutorado. São Paulo, 2006.

PACK, H. *Productivity, technology and industrial development: a case study in textiles.* New York: Oxford University Press, 1987.

PAVITT, K. e PATEL, P. **Nature and importance of National System of Innovation.** *STI Review*, nº 14, 1994.

PENROSE, E.T. **The Theory of the Growth of the Firm.** Oxford University Press: New York, 1959.

_____. **A Teoria do Crescimento da Firma.** Campinas, SP: Editora da Unicamp, 2006.

POSSAS, M. L. **Economia evolucionária neo-schumpeteriana: elementos para uma integração micro-macrodinâmica.** *Estud. av.* [online], vol.22, n.63 [cited 2011-08-15], pp. 281-305, 2008.

ROCHA, E. M. P. da. **Indicadores de Inovação Tecnológica Empresarial nas Regiões do Brasil: Análise de Dados da PINTEC 2003-IBGE**. In.: Encontro Científico de Administração. Rio de Janeiro, 2007.

SCHUMPETER, J. **Capitalismo, socialismo e democracia**. Rio de Janeiro: Zahar, 1984.

SILVA, A. C. **Descentralização em política de ciência e tecnologia**. Estudos Avançados, São Paulo: Instituto de Estudos Avançados da USP, V. 14, pp. 61-73, 2000.

TELEBRASIL. **Séries Temporais**. Disponível em < <http://www.telebrasil.org.br/panorama-do-setor/consulta-a-base-de-dados>>. Acessado em 20 de março de 2014.

WORTMAN, M. **Multinationals and the internationalization of R&D: new developments in German companies**. *Research Policy*, v. 19, p. 175-183, 1990.

ZHAO, X. B.; TONG, S. P. **Unequal economic development in China: Spatial disparities and regional policy reconsideration, 1985-1995**, *Regional Studies*, 34(6), 549-61, 2000.

_____. OCDE. **Manual de Oslo**. Paris, 1997. Traduzido pela FINEP.

_____. OECD. **Structural Adjustment and Economic Performance**. Paris: Organization for Economic Cooperation and Development, 1987.

_____. **Política de Ciência, Tecnologia e Inovação para o Estado da Bahia**. Secretaria de Ciência, Tecnologia e Inovação – SECTI/BA e FAPESB. Salvador, 2004.

_____. **Descentralização do fomento à ciência, tecnologia e inovação no Brasil**. CGEE. Brasília, 2010.

_____. **Ciência, tecnologia e inovação para o desenvolvimento das Regiões Norte e Nordeste do Brasil: Novos desafios para a política nacional de CT&I**. CGEE. Brasília, 2011.

_____. **Plano de Ciência, Tecnologia e Inovação para o Desenvolvimento da Amazônia Legal**. CGEE. Série Documentos Técnicos, nº 17, 2013.

_____. **Plano Estadual de Ciência, Tecnologia e Inovação de Alagoas**. Série Cooperação Brasil – Espanha para o desenvolvimento de Alagoas. Secretaria de Ciência, Tecnologia e Inovação – SECTI/AL. 2013.

_____. **Plano de Ciência, Tecnologia e Inovação para o Desenvolvimento Sustentável do Nordeste Brasileiro**. CGEE. Série Documentos Técnicos. Brasília, 2014.

_____. **Polo tecnológico coloca a Paraíba no mapa da inovação**. UFCG. Disponível em: <www.ufcg.edu.br/prt_ufcg/assessoria_imprensa/mostra_noticia.php?codigo=8190>. Acessado em 15 de junho de 2014.

_____. **Paraíba tem cidade high-tech no agreste.** Disponível em:
<<http://economia.ig.com.br/empresas/paraiba-tem-cidade-hightech-no-agreste/n1237599526044.html>>. Acessado em 15 de junho de 2014.

APÊNDICES

APÊNDICE A - Cálculos dos índices-indicadores, índices sintéticos e o Índice de Capacitação Tecnológica Geral (2007).

Unidade da Federação	Prioridade governamental em C&T (1)			Produção científica e tecnológica (2)			Infraestrutura tecnológica (3)			
	Índice Indicador		Índice sintético	Índice Indicador		Índice sintético	Índice Indicador			Índice sintético
	Gasto per capita governamental	Gasto com C&T sobre receitas totais (%)		Artigos científicos registrados na base ISI/hab.	Número de pedidos de patentes/hab.		Penetração de telefone	Penetração de internet	Consumo de energia per capita	
Alagoas	0,1681	0,1233	0,1457	0,3606	0,8169	0,5888	0,6637	0,2377	0,5590	0,4868
Bahia	0,0229	1	0,5115	0,5067	0,6528	0,5798	0,7551	0,7556	0,6803	0,7303
Ceará	0,0840	0,6986	0,3913	0,2570	0,7428	0,4999	0,7531	0,9026	0,2677	0,6412
Maranhão	0	0,1164	0,0582	0	0	0	0,0075	0	1	0,3358
Paraíba	0,2014	0,2260	0,2137	1	0,9879	0,9939	0,2651	0,3310	0,3063	0,3008
Pernambuco	0,0469	0,4247	0,2358	0,6723	0,5787	0,6255	0,9024	0,8017	0,4446	0,7162
Piauí	0,0085	0	0,0043	0,0327	0,1465	0,0896	0	0,2886	0	0,0962
Rio Grande do Norte	0,2728	0,1370	0,2049	0,1197	1	0,5598	0,5647	0,5359	0,6257	0,5754
Sergipe	1	0,1781	0,5890	0,1671	0,6271	0,3971	1	1	0,7296	0,9099

(continuação)

(continuação)

Unidade da Federação	Desenvolvimento de habilidades humanas (4)						Capacitação das empresas (5)			Índice de Capacitação Tecnológica - ICT	
	Índice Indicador					Índice sintético	Índice Indicador		Índice sintético	ICT	Colocação
	Pesquisadores cadastrados no GDP/CNPq /hab.	PEA com 15 ou mais anos de estudo (%)	Quantidade de doutores/hab.	Pessoal de nível superior empregado	Bolsas de pós-graduação/hab.		Exportação de bens de capital/hab.	Importação de bens de capital/hab.			
Alagoas	0,3736	0,2670	0,0707	0	0,1969	0,1816	0,0029	0,0615	0,0322	0,2870	7º
Bahia	0,5307	0,1408	0,4497	0,2962	0,1543	0,3143	0,2294	0,7920	0,5107	0,5293	4º
Ceará	0,3331	0,2379	0,0682	0,1705	0,2773	0,2174	0,3732	0,2720	0,3226	0,4145	6º
Maranhão	0	0	0	0,4624	0	0,0925	0	0	0,0000	0,0973	9º
Paraíba	1	0,8058	0,4907	0,2797	1	0,7152	0,5414	0,4827	0,5120	0,5471	1º
Pernambuco	0,6404	0,5825	0,7524	0,0907	0,5841	0,5300	1	0,1567	0,5783	0,5372	2º
Piauí	0,1885	0,7864	0,0066	1	0,1087	0,4180	0,0017	0,2895	0,1456	0,1507	8º
Rio Grande do Norte	0,9494	0,6117	1	0,1430	0,7908	0,6990	0,0169	1	0,5084	0,5095	5º
Sergipe	0,5568	1	0,2640	0,2237	0,1611	0,4411	0,0163	0,6076	0,3119	0,5298	3º

APÊNDICE B - Cálculos dos índices-indicadores, índices sintéticos e o Índice de Capacitação Tecnológica Geral (2010).

Unidade da Federação	Prioridade governamental em C&T (1)			Produção científica e tecnológica (2)			Infraestrutura tecnológica (3)			
	Índice Indicador		Índice sintético	Índice Indicador		Índice sintético	Índice Indicador			Índice sintético
	Gasto per capita governamental	Gasto com C&T sobre receitas totais (%)		Artigos científicos registrados na base ISI/hab.	Número de pedidos de patentes/hab.		Penetração de telefone	Penetração de internet	Consumo de energia per capita	
Alagoas	0,2654	0,1173	0,1914	0,3162	0,7927	0,5544	0,6612	0,6039	0,5412	0,6021
Bahia	0	0,9256	0,4628	0,5382	0,8845	0,7114	1	0,8478	0,7819	0,8766
Ceará	0,0850	0,7840	0,4345	0,6925	0,8903	0,7914	0,7661	1	0,3195	0,6952
Maranhão	0,0281	0,3135	0,1708	0	0	0	0,5999	0	1	0,5333
Paraíba	0,6777	1	0,8389	1	1	1	0,6384	0,8607	0,3765	0,6252
Pernambuco	0,0122	0,2429	0,1276	0,6899	0,5103	0,6001	0,9782	0,8326	0,5030	0,7713
Piauí	0,4303	0,2865	0,3584	0,1029	0,0829	0,0929	0	0,3179	0	0,1060
Rio Grande do Norte	1	0,6215	0,8108	0,4614	0,4260	0,4437	0,8795	0,7391	0,6783	0,7656
Sergipe	0,6364	0	0,3182	0,3499	0,2474	0,2986	0,8731	0,8502	0,8324	0,8519

(continuação)

(continuação)

Unidade da Federação	Desenvolvimento de habilidades humanas (4)						Capacitação das empresas (5)			Índice de Capacitação Tecnológica - ICT	
	Índice Indicador					Índice sintético	Índice Indicador		Índice sintético	ICT	Colocação
	Pesquisadores cadastrados no GDP/CNPq /hab.	PEA com 15 ou mais anos de estudo (%)	Quantidade de doutores/hab.	Pessoal de nível superior empregado	Bolsas de pós-graduação/hab.		Exportação de bens de capital/hab.	Importação de bens de capital/hab.			
Alagoas	0,3652	0,2127	0,3207	0	0,0455	0,1888	0,0328	0,3412	0,1870	0,3447	7º
Bahia	0,4595	0,2724	0,3636	0,4399	0,1086	0,3288	0,2334	0,2788	0,2561	0,5271	3º
Ceará	0,3195	0,3201	0,3099	0,2556	0,2444	0,2899	0,4938	0,2845	0,3891	0,5200	4º
Maranhão	0	0	0	0,0397	0	0,0079	0,0001	0	0,0001	0,1424	9º
Paraíba	1	1	1	0,5948	1	0,9190	0,7535	0,5123	0,6329	0,8032	1º
Pernambuco	0,5301	0,6044	0,5839	0,0243	0,2752	0,4036	1	0,2961	0,6481	0,5101	5º
Piauí	0,2847	0,5348	0,2385	1	0,0675	0,4251	0	0,1206	0,0603	0,2085	8º
Rio Grande do Norte	0,9422	0,6402	0,8438	0,2320	0,7336	0,6784	0,0155	1	0,5077	0,6412	2º
Sergipe	0,7142	0,5805	0,6620	0,2322	0,2561	0,4890	0,3138	0,4059	0,3598	0,4635	6º

APÊNDICE C – Outputs do SPSS do Escalonamento Multidimensional.

Quadro 1 – Matriz de Dissimilaridades – EMD (2007)

Proximity Matrix

Case	Euclidean Distance								
	1:Alagoas	2:Bahia	3:Ceará	4:Maranhão	5:Paraíba	6:Pernambuco	7:Piauí	8:Rio Grande do Norte	9:Sergipe
1:Alagoas	,000	3,063	1,937	2,162	3,615	3,103	2,670	3,216	3,346
2:Bahia	3,063	,000	1,217	4,223	3,221	1,735	4,301	2,409	1,474
3:Ceará	1,937	1,217	,000	3,094	3,346	2,055	3,439	2,540	1,808
4:Maranhão	2,162	4,223	3,094	,000	5,018	4,274	1,914	4,222	4,312
5:Paraíba	3,615	3,221	3,346	5,018	,000	2,244	3,953	1,824	3,972
6:Pernambuco	3,103	1,735	2,055	4,274	2,244	,000	3,835	1,033	2,444
7:Piauí	2,670	4,301	3,439	1,914	3,953	3,835	,000	3,380	4,548
8:Rio Grande do Norte	3,216	2,409	2,540	4,222	1,824	1,033	3,380	,000	2,821
9:Sergipe	3,346	1,474	1,808	4,312	3,972	2,444	4,548	2,821	,000

This is a dissimilarity matrix

Quadro 2 – Matriz de Dissimilaridades – EMD (2010)

Proximity Matrix

Case	Euclidean Distance								
	1:Alagoas	2:Bahia	3:Ceará	4:Maranhão	5:Paraíba	6:Pernambuco	7:Piauí	8:Rio Grande do Norte	9:Sergipe
1:Alagoas	,000	1,751	1,565	2,020	4,380	2,271	2,832	3,393	1,953
2:Bahia	1,751	,000	1,012	3,290	3,396	2,207	3,939	2,358	1,574
3:Ceará	1,565	1,012	,000	3,359	3,092	1,802	3,647	2,385	1,872
4:Maranhão	2,020	3,290	3,359	,000	5,927	3,789	2,544	4,463	2,942
5:Paraíba	4,380	3,396	3,092	5,927	,000	3,616	5,053	2,093	3,677
6:Pernambuco	2,271	2,207	1,802	3,789	3,616	,000	4,206	2,919	1,771
7:Piauí	2,832	3,939	3,647	2,544	5,053	4,206	,000	4,093	3,517
8:Rio Grande do Norte	3,393	2,358	2,385	4,463	2,093	2,919	4,093	,000	2,193
9:Sergipe	1,953	1,574	1,872	2,942	3,677	1,771	3,517	2,193	,000

This is a dissimilarity matrix